

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РФ
ФГБОУ ВО БРЯНСКИЙ ГАУ
ИНСТИТУТ ЭКОНОМИКИ И АГРОБИЗНЕСА
КАФЕДРА АГРОНОМИИ, СЕЛЕКЦИИ И СЕМЕНОВОДСТВА

Никифоров М. И.
Сазонова И.Д.

ЗЕМЛЕДЕЛИЕ

(с основами почвоведения и агрохимии)

Учебно-методическое пособие
для выполнения самостоятельной работы
направление 35.03.07 Технология производства и переработки
сельскохозяйственной продукции,
профиль «Технология производства и переработки продукции
растениеводства»

БРЯНСКАЯ ОБЛАСТЬ
2023

УДК 631 (076)
ББК 41.4
Н 62

Никифоров, М. И. Земледелие (с основами почвоведения и земледелия): учебно-методическое пособие для выполнения самостоятельной работы направление 35.03.07 Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции, профиль «Технология производства и переработки продукции растениеводства» / М. И. Никифоров, И. Д. Сазонова. - Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2023. – 163 с.

Данное учебно-методическое пособие позволит в полном объёме освоить программу дисциплины «Земледелие», которое входит в число специальных дисциплин в соответствии с **ФГОС ВО** по направлению 35.03.07 «Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции» (уровень бакалавриата), утвержденным приказом Министерства образования и науки РФ от 26 июля 2017 г. № 699.

Рецензенты:

заведующий кафедры агрономии, селекции и семеноводства, доктор с.-х. наук, доцент ФГБОУ ВО Брянский ГАУ Дьяченко В.В.;

ведущий научный сотрудник ФГБНУ ФНЦ Садоводства, доктор с.-х. наук, профессор Сазонов Ф.Ф.

Рекомендовано к изданию учебно-методической комиссией института экономики и агробизнеса ФГБОУ ВО Брянский ГАУ, протокол № 6 от 18 апреля 2023 года.

© Брянский ГАУ, 2023
© Никифоров М.И., 2023
© Сазонова И.Д., 2023

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
РАЗДЕЛ 1 «ПОЧВОВЕДЕНИЕ»	
Т - 1 Коллоиды и поглотительная способность почвы.....	5
Т - 2 Почвы природных зон России.....	11
РАЗДЕЛ 2 «ОСНОВЫ НАУЧНОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ»	
Т - 1 Факторы жизни растений и законы земледелия.....	22
Т - 2 Водный режим почвы и методы его регулирования.....	28
Т - 3 Воздушный режим почвы и его регулирование.....	35
Т - 4 Тепловой режим почвы и его регулирование.....	39
Т - 5 Световой режим почвы и возможности его регулирования в земледелии.....	41
Т - 6 Пищевой режим почвы и его регулирование.....	46
Т - 7 Изучение методики, отбор и подготовка к анализу образцов почвы опытного поля БГАУ для определения агрофизических показателей плодородия почвы.....	53
Т - 8 Определение гранулометрического (механического) состава почвы по методу М.М. Филатова.....	54
Т - 9 Определение коэффициента водопотребления и влагообеспеченности культур.....	58
Т - 10 Определение физико-механических свойств почвы, влияющих на качество обработки почвы.....	63
РАЗДЕЛ 3 «СЕВООБОРОТЫ»	
Т-- 1 Введение системы севооборотов.....	68
Т - 2 Освоение системы севооборотов.....	69
Т - 3 Оценка эффективности системы севооборотов.....	74
Т - 4 Промежуточные культуры в земледелии.....	75
РАЗДЕЛ 4 «ОБРАБОТКА ПОЧВЫ»	
Т - 1 Создание мощного окультуренного пахотного слоя почвы.....	80
Т - 2 Минимализация обработки почвы в интенсивном земледелии.....	84
Т - 3 Переуплотнение почвы и борьба с ним.....	92
РАЗДЕЛ 5 «СОРНЫЕ РАСТЕНИЯ И МЕРЫ БОРЬБЫ С НИМИ»⁹⁷	
Т - 1 Картирование засорённости полей.....	97
Т - 2 Интегрированная система мер борьбы с сорняками в севообороте.....	104
РАЗДЕЛ 6 «АГРОХИМИЯ»	
Т – 1 Азотные, фосфорные, калийные, сложные удобрения, их классификация, характеристика и особенности применения.....	110
Т - 2 Микроудобрения.....	138
Т - 3 Органические удобрения.....	144
РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА	
	162

ПРЕДИСЛОВИЕ

Данное учебно-методическое пособие позволит в полном объёме освоить программу дисциплины «Земледелие», которое входит в число специальных дисциплин в соответствии с **ФГОС ВО** по направлению 35.03.07 «Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции» (уровень бакалавриата), утвержденным приказом Министерства образования и науки РФ от 26 июля 2017 г. № 699.

В соответствии с Государственным образовательным стандартом (ФГОС) высшего образования Российской Федерации объектами профессиональной деятельности бакалавра технолога производства и переработки сельскохозяйственной продукции являются: агроландшафты, почва, растения, удобрения, химические мелиоранты, технологические процессы производства и переработки продукции растениеводства и способы воспроизводства плодородия почвы.

На основании ФГОС ВО на самостоятельную работу студентов по данной дисциплине отводится значительная часть учебного времени - 61 час, из которых в 4 семестре – 49 часов, а в 5 – 12 часов. Всего на дисциплину по учебному плану отводится 180 часов, из которых 92 часа аудиторных занятий. Поэтому это учебно-методическое пособие позволит значительно сократить время студентов на выполнение самостоятельной работы.

Данное пособие позволит реализовать следующие компетенции:

ОПК- 4. Способен реализовывать современные технологии и обосновывать их применение в профессиональной деятельности.

ОПК 4.5. ИД-5. Обосновывает и реализует элементы системы земледелия и технологии возделывания сельскохозяйственных культур с учётом почвенно-климатических и агрохимических условий.

Знать: основные элементы системы земледелия; теоретические основы, условия, принципы разработки и методику построения элементов системы земледелия; классификацию почв и их характеристику по строению профилей и плодородию; климатических условий местности.

Уметь: Обосновывать и разрабатывать элементы системы земледелия и технологии возделывания сельскохозяйственных культур применительно к почвенно-климатическим условиям с учетом почвенно-климатических и агрохимических условий.

Владеть: методикой и приёмами разработки элементов системы земледелия и технологий возделывания сельскохозяйственных культур применительно к почвенно-климатическим и агрохимическим условиям территории.

СЕМЕСТР 4

Затраты времени - 49 часов

РАЗДЕЛ 1 «ПОЧВОВЕДЕНИЕ»

Затраты времени - 8 часов

Тема 1: «КОЛЛОИДЫ И ПОГЛОТИТЕЛЬНАЯ СПОСОБНОСТЬ ПОЧВЫ»

1. Почвенные коллоиды, их состав, строение и свойства.

2. Поглонительная способность почвы.

3. Агрэкологическое значение поглонительной способности почвы.

1. Почвенные коллоиды, их состав, строение и свойства.

Коллоидами называются минеральные, органические и органо-минеральные частицы и молекулы размером менее 0,0002 мм (0,02нм). Образуются коллоиды двумя путями: **1 - диспергацией** (раздроблением) пылеватых, илстых частиц при выветривании; **2 - конденсацией** (укрупнением) молекул в результате реакций поликонденсации и полимеризации низкомолекулярных органических соединений.

Количество коллоидов в различных почвах различно и колеблется от 1-2 до 30-40% к массе почвы.

Коллоидные частицы в результате сложного своего строения имеют свободный электрический заряд. В зависимости от этого их делят на:

1. Ацидоиды - отрицательно заряженные коллоиды, содержащие в потенциал определяющем слое анионы, а в диффузном - катионы.

2. Базоиды - положительно заряженные коллоиды, которые в (ПОС) содержат катионы, а в диффузном - анионы.

3. Амфолитоиды - это коллоиды, которые могут менять характер двойного электрического слоя ионов в зависимости от реакции среды и могут вести себя или как базоиды или как ацидоиды.

В почве основная масса коллоидов является ацидоидами (отриц. заряд) имеются также амфолитоиды.

По отношению к жидкой фазе коллоиды делят на: 1 - гидрофильные - способные поглощать молекулы воды, которая образует на их поверхности многослойную пленку (гидратация коллоида); 2 - гидрофобные - это коллоиды не поглощающие воды и не гидратируются.

По составу почвенные коллоиды делятся на 3 группы.

1. Минеральные - представлены глинистыми минералами, коллоидными формами кремнезема и полуторных окислов.

Из глинистых минералов чаще всего встречается каолинит, монтмориллонит, иллит, имеющие отрицательные заряд за счет находящихся во внутреннем (потенциалобразующем слое) группы OH^- и PO_4^{3-} , а во внешнем (диффузном) катионы Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , Na^+ .

Кремниевая кислота также заряжается отрицательно за счет наличия во внутреннем слое SiO_3^- , а во внешнем - катионы H^+ .

Коллоиды, представленные полуторными окислами могут менять знак заряда: в кислой среде и нейтральной - заряжены положительно (как базойды), в щелочной - отрицательно (как ацидоиды) и поэтому они представляют группу амфолитоиды.

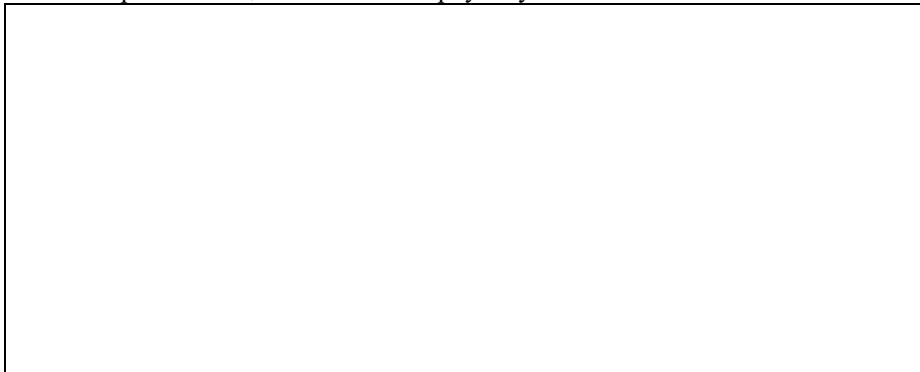
2. Органические коллоиды - они представлены в почве, прежде всего, гумусовыми кислотами (гуминовые, фульвиновые) и их солями (гуматами, фульватами). Все они типичные ацидоиды (-).

3. Органо-минеральные коллоиды представляют собой комплекс высокодисперсных минералов и гумусовых веществ, покрытых пленками гумусовых кислот, гуматов, фульватов. Все они относятся к ацидоидам (-).

Почвенные коллоиды имеют сложное строение. Они представляют собой двухфазные системы, состоящие из дисперсной фазы (массы коллоидных частиц) и дисперсионной среды (почвенный раствор).

По предложению Вигнера коллоидную частицу называют мицеллой.

Схема строения мицеллы по Н.И. Горбунову



Ядро мицеллы состоит из агрегата недиссоциированных молекул того или иного вещества. На поверхности ядра формируется двойной электрический слой ионов (ионогенный слой, образующий границу раздела с дисперсионной средой). Он состоит из внутреннего потенциал определяющего слоя неподвижных ионов прочно связанных с ядром и внешнего компенсирующего слоя ионов противоположного заряда. Ядро вместе с потенциал определяющим слоем называется гранулой. А гранула вместе с неподвижным слоем компенсирующих ионов - частицу.

Часть ионов компенсирующего слоя неподвижна, так как прочно связана с внутренним (потенциал определяющим) слоем ионов, часть

подвижна и образует внешний или диффузный слой. В диффузном слое образуется большое количество ионов, способных к обменным реакциям.

В пределах диффузного слоя между неподвижным слоем ионов и дисперсионной средой (раствором, окружающим коллоидную частицу) возникает разность потенциалов, обуславливающая электрический заряд коллоидной частицы, который обеспечивает подвижность коллоидов в почвенном растворе. В определенных условиях разность потенциалов может равняться ζ , тогда коллоидная частица не заряжена и может оседать в почвенном растворе.

Из-за особенностей своего строения и условий окружающей среды почвенные коллоиды обладают **рядом свойств**.

1. В результате незначительных размеров коллоиды обладают большой удельной поверхностью, достигающей $10-50 \text{ м}^2$ и более на 1 грамм вещества.

2. Коллоиды обладают значительной свободной поверхностной энергией, которой частицы могут обмениваться с почвенным раствором.

3. Коллоиды имеют значительную емкость поглощения (от 15-100 мг.экв/100 г у минеральных коллоидов до 200-600 мг.экв/100 г у органических коллоидов).

4. Почвенные коллоиды могут находиться в двух состояниях: в виде коллоидного раствора или золя и в виде осадка или геля.

5. Под влиянием различных факторов почвенные коллоиды могут переходить из состояния раствора в осадок и наоборот или из геля в золь и из золя в гель.

Переход коллоидов из раствора в осадок (из золя в гель) называется коагуляцией, а из осадка в раствор (из золя в гель) - пептизацией.

Коагуляция коллоидов происходит при высушивании, замораживании и при действии электролита. В этих случаях коллоиды теряют водную оболочку или электрический заряд и слипаясь друг с другом выпадают в осадок.

Пептизация наблюдается при насыщении их одновалентными катионами, особенно Na и связана с изменением электрического заряда (значительное его увеличение).

6. Почвенные коллоиды способны поглощать (адсорбировать) из почвенного раствора катионы, анионы и молекулы различных веществ.

Различают ионную и молекулярную сорбции. Ионная сорбция носит обменный характер и заключается в обменной реакции между катионами диффузного слоя мицеллы и окружающего её слоя раствора.

Молекулярная сорбция - поглощение (фиксация) на поверхности мицеллы молекул каких-либо соединений.

2. Поглотительная способность почвы (ПСП)

Поглотительная способность почвы - это способность почвы задерживать соединения или часть их, находящихся в растворенном состоянии, а также коллоидально распыленные частички минерального и

органического вещества, живые микроорганизмы и грубые суспензии. (Гедройц К.К.)

Всю совокупность коллоидов, обуславливающих поглощительную способность почвы называют почвенным поглощающим комплексом (ППК).

Выделяют 5 видов поглощительной способности почвы.

1. Механическую - свойства почвы, как любого пористого тела, задерживать в своей толще твердые частицы крупнее, чем система пор.

2. Физическую (молекулярная) - изменение концентрации молекул растворенного вещества на поверхности твердых частиц почвы за счет свободной поверхностной энергии.

3. Физико-химическую или обменную - способность обменивать некоторую часть катионов, содержащихся в коллоидах на эквивалентное количество катионов, находящихся в соприкасающемся с ней растворе.

4. Химическую - способность анионов растворимых солей давать с катионами нерастворимые соли выпадающие в осадок при протекании химических реакций.

5. Биологическую способность почвы накапливать в результате жизнедеятельности растений и микроорганизмов зольные элементы и азот. Поглощение почвой катионов.

Поскольку в почве преобладают отрицательно заряженные коллоиды (ацидоиды), то они будут поглощать из раствора преимущественно катионы и в незначительном количестве анионы.

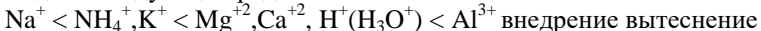
Поглощение почвой катионов осуществляется путем обменной ионами сорбции, необменной фиксации, химического и биологического поглощения.

Обменная сорбция - это способность катионов диффузного слоя почвенных коллоидов обмениваться на эквивалентное количество катионов, соприкасающегося с ним раствора.



Обменные катионы могут быть вытеснены из диффузного слоя почвенных коллоидов катионами любой соли, находящейся в почвенном растворе.

Энергия внедрения и вытеснения катионов обусловлена валентностью и величиной гидратационной оболочки и наиболее распространенные в почве катионы дают следующий ряд активности:



Среди поглощенных 2-х-валентных катионов важная роль принадлежит Ca, который характеризуется высокой способностью к внедрению в ППК за счет более крупного ионного радиуса и трудностью

вытеснения из него за счет более сильного притягивания почвенной коллоидной частицей из-за более высокого электрического заряда.

По таким же причинам одновалентные катионы K^+ и NH_4^+ имеют большую способность к внедрению в ППК, чем Na^+ .

Возможность поглощения почвой трехвалентных катионов Fe^{+3} и Al^{+3} ограничивается слабой растворимостью их солей в почвенном растворе.

Различные почвы имеют различный состав обменных катионов. У всех почв в составе обменных катионов присутствуют Ca^{2+} ; Mg^{2+} и в небольших количествах K^+ и NH_4^+ . Кроме того в некоторых почвах содержатся катионы H^+ ; Al^{3+} или Na^+ . В зависимости от состава обменных катионов все почвы делят на 2 группы: 1) почвы насыщенные основаниями - почвы в составе обменных катионов которых присутствуют Ca^{2+} ; Mg^{2+} и Na^+ . 2) почвы не насыщенные основаниями - почвы содержащие наряду с Ca^{2+} и Mg^{2+} катионы Al^{3+} и H^+ .

Суммарное количество обменных катионов называется емкостью обменного поглощения катионов (емкость поглощения почвы). Она выражается в мг-экв/100 г почвы, является важным показателем, характеризующим количество коллоидов, их состав и поглонительную способность почвы.

В различных почвах количество и состав обменных катионов различный, а следовательно и различна емкость обменного поглощения катионов. Например, в черноземах в составе обменных катионов доминируют Ca^{2+} и Mg^{2+} и в этих почвах отмечается более высокая емкость поглощения, чем в подзолистых почвах, где помимо Ca^{2+} и Mg^{2+} присутствуют H^+ и Al^{3+} .

При химическом поглощении катионов они переходят в твердую фазу почвы в виде нерастворимых в воде соединений в результате химических реакций.

При биологическом поглощении часть катионов, необходимых для жизни живых организмов (K^+ ; NH^+ ; Ca^{2+} ; Fe^{3+}) усваиваются растениями, микроорганизмами.

Поглощение анионов

Известно, что анионы поглощаются почвой в разной степени в зависимости от природы аниона, состава коллоидов и реакции среды. Практически не поглощается почвой без участия живых организмов анионы Cl^- , NO_3^- , частично поглощаются SO_4^{2-} ; CO_3^{2-} , хорошо поглощаются $H_2PO_4^-$; HPO_4^{2-} и PO_4^{3-} . Чем больше в почве амфолитоидов, тем энергичнее поглощение почвой анионов. Кислые почвы поглощают анионы энергичнее, чем почвы имеющие нейтральную и щелочную реакцию в связи с повышенным содержанием полугорных анионов.

Основными видами поглощения анионов являются химическое и биологическое. При химическом поглощении в почве образуются нерастворимые соли сульфаты, карбонаты, фосфаты.

При биологическом поглощении растения и микроорганизмы используют из почвенного раствора анионы NO_3^- , SO_4^{2-} , HPO_4^{2-} , H_2PO_4^- для синтеза своих тканей.

Помимо поглощения почвой катионов и анионов, известно поглощение ею и целых молекул веществ. Это обусловлено наличием на поверхности почвенных коллоидов сил притяжения, за счет которых коллоиды сорбируют молекулы воды, газов и органических веществ.

Молекулы воды на поверхности коллоидных частиц образуют пленку в несколько слоев сорбированных молекул.

Сухая почва сорбирует газы, которые также образуют тонкую пленку. По способности сорбироваться газы располагаются в следующий ряд: $\text{N}_2 < \text{O}_2 < \text{CO}_2$.

На поверхности почвенных коллоидов могут сорбироваться как низкомолекулярные органические вещества, постоянно присутствующие в почве в результате минерализации органического вещества, так и высокомолекулярные соединения типа белков, полисахаридов.

Таким образом, из почвенного раствора в большей степени поглощаются коллоидами катионы и лишь незначительно - анионы.

3. Агроэкологическое значение поглотительной способности почвы

1. Поглотительная способность почвы участвует в процессе почвообразования и развития плодородия.

2. Поглотительная способность почвы регулирует питательный режим почвы.

3. Поглотительная способность почвы обуславливает накопление и закрепление в почве многих элементов питания.

4. Поглотительная способность почвы регулирует реакцию почвенного раствора.

5. Поглотительная способность почвы обеспечивает степень ее буферности.

6. Поглотительная способность почвы регулирует водно-физические свойства почвы.

7. Поглотительная способность почвы обеспечивает состав обменных катионов в ППК, обеспечивающих коагуляцию коллоидов почвы, значительно влияющих на физические свойства почвы и образование структуры и ее водопрочности.

Основные типы почв _____ зоны

1. Название почвы _____

2. Основные факторы почвообразования (климат, растительность, почвообразующая (материнская) порода, рельеф, почвообразовательный процесс)

3. Строение почвенного профиля

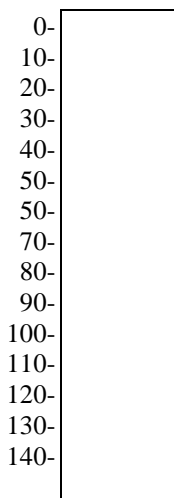


Рис. 1

2. Основные свойства почв

Мощность горизонта A ₁ , см	Кислотность		Сумма поглощенных оснований мг-экв/100г	Степень насыщенности основаниями, %	Содержание			
	pH _{сол}	H _{гидр.} мг-экв/100 г			гумуса, %	физич. глины, %	P ₂ O ₅ мг/100г почвы	K ₂ O мг/100г почвы

5. Мероприятия по окультуриванию: _____

Основные типы почв _____ зоны

1. Название почвы _____

2. Основные факторы почвообразования (климат, растительность, почвообразующая (материнская) порода, рельеф, почвообразовательный процесс)

3. Строение почвенного профиля

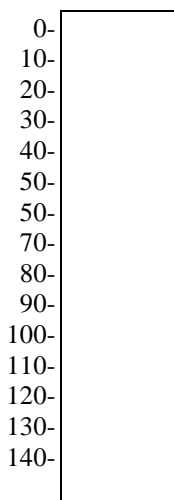


Рис. 1

2. Основные свойства почв

Мощность горизонта A ₁ , см	Кислотность		Сумма поглощенных оснований мг-экв/100г	Степень насыщенности основаниями, %	Содержание			
	pH _{сол}	H _{гидр.} мг-экв/100 г			гумуса, %	физич. глины, %	P ₂ O ₅ мг/100г почвы	K ₂ O мг/100г почвы

5. Мероприятия по окультуриванию: _____

Основные типы почв _____ зоны

1. Название почвы _____

2. Основные факторы почвообразования (климат, растительность, почвообразующая (материнская) порода, рельеф, почвообразовательный процесс)

3. Строение почвенного профиля

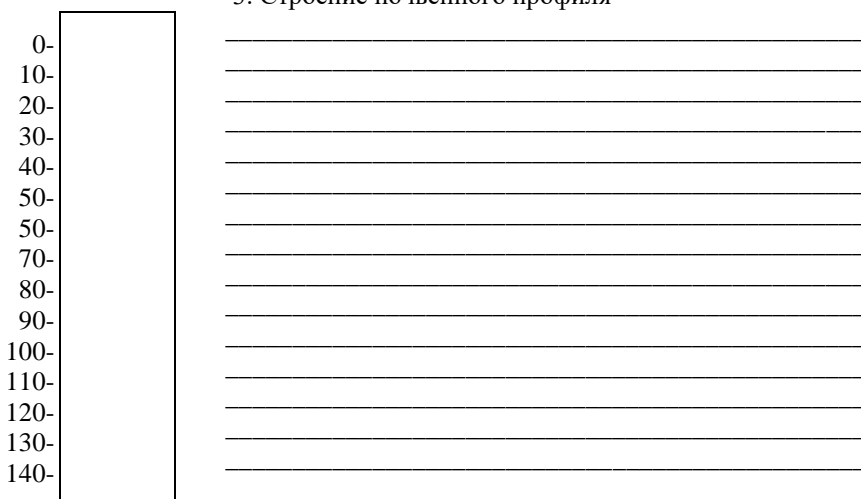


Рис. 1

2. Основные свойства почв

Мощность горизонта A ₁ , см	Кислотность		Сумма поглощенных оснований мг-экв/100г	Степень насыщенности основаниями, %	Содержание			
	pH _{сол}	H _{гидр.} мг-экв/100 г			гумуса, %	физич. глины, %	P ₂ O ₅ мг/100г почвы	K ₂ O мг/100г почвы

5. Мероприятия по окультуриванию: _____

Основные типы почв _____ зоны

1. Название почвы _____

2. Основные факторы почвообразования (климат, растительность, почвообразующая (материнская) порода, рельеф, почвообразовательный процесс)

3. Строение почвенного профиля

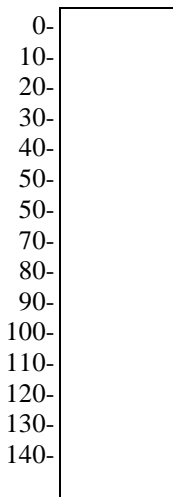


Рис. 1

2. Основные свойства почв

Мощность горизонта A ₁ , см	Кислотность		Сумма поглощенных оснований мг-экв/100г	Степень насыщенности основаниями, %	Содержание			
	pH _{сол}	H _{гидр.} мг-экв/100 г			гумуса, %	физич. глины, %	P ₂ O ₅ мг/100г почвы	K ₂ O мг/100г почвы

5. Мероприятия по окультуриванию: _____

Основные типы почв _____ зоны

1. Название почвы _____

2. Основные факторы почвообразования (климат, растительность, почвообразующая (материнская) порода, рельеф, почвообразовательный процесс)

3. Строение почвенного профиля

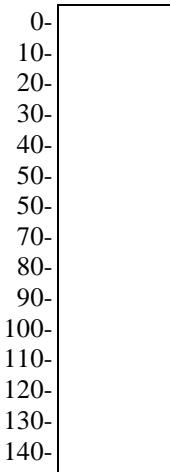


Рис. 1

2. Основные свойства почв

Мощность горизонта A ₁ , см	Кислотность		Сумма поглощенных оснований мг-экв/100г	Степень насыщенности основаниями, %	Содержание				
	pH _{сол}	N _{гидр.} мг-экв/100 г			гумуса, %	физич. глины, %	P ₂ O ₅ мг/100г почвы	K ₂ O мг/100г почвы	

5. Мероприятия по окультуриванию: _____

Основные типы почв _____ зоны

1. Название почвы _____

2. Основные факторы почвообразования (климат, растительность, почвообразующая (материнская) порода, рельеф, почвообразовательный процесс)

3. Строение почвенного профиля

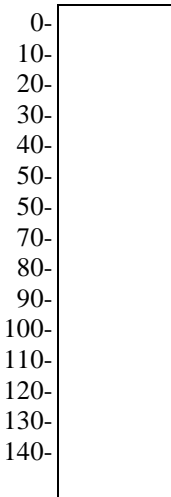


Рис. 1

2. Основные свойства почв

Мощность горизонта A ₁ , см	Кислотность		Сумма поглощенных оснований мг-экв/100г	Степень насыщенности основаниями, %	Содержание			
	pH _{сол}	H _{гидр.} мг-экв/100 г			гумуса, %	физич. глины, %	P ₂ O ₅ мг/100г почвы	K ₂ O мг/100г почвы

5. Мероприятия по окультуриванию: _____

Основные типы почв _____ зоны

1. Название почвы _____

2. Основные факторы почвообразования (климат, растительность, почвообразующая (материнская) порода, рельеф, почвообразовательный процесс)

3. Строение почвенного профиля

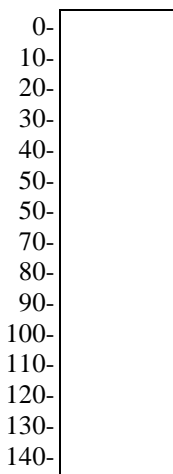


Рис. 1

2. Основные свойства почв

Мощность горизонта A_1 , см	Кислотность		Сумма поглощенных оснований мг-экв/100г	Степень насыщенности основани-ями, %	Содержание			
	pH _{сол}	N _{гидр.} мг-экв/ 100 г			гумуса, %	физич. глины, %	P ₂ O ₅ мг/100г почвы	K ₂ O мг/100г почвы

5. Мероприятия по окультуриванию: _____

Основные типы почв _____ зоны

1. Название почвы _____

2. Основные факторы почвообразования (климат, растительность, почвообразующая (материнская) порода, рельеф, почвообразовательный процесс)

3. Строение почвенного профиля

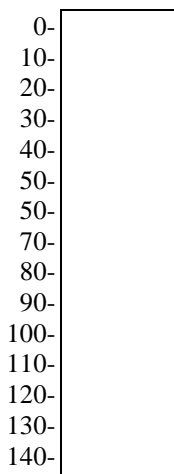


Рис. 1

2. Основные свойства почв

Мощность горизонта A ₁ , см	Кислотность		Сумма поглощенных оснований мг-экв/100г	Степень насыщенности основани-ями, %	Содержание			
	pH _{сол}	N _{гидр.} мг-экв/ 100 г			гуму-са, %	физич. глины, %	P ₂ O ₅ мг/100г почвы	K ₂ O мг/100г почвы

5. Мероприятия по окультуриванию: _____

Основные типы почв _____ зоны

1. Название почвы _____

2. Основные факторы почвообразования (климат, растительность, почвообразующая (материнская) порода, рельеф, почвообразовательный процесс)

3. Строение почвенного профиля

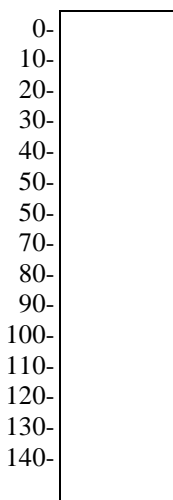


Рис. 1

2. Основные свойства почв

Мощность горизонта A ₁ , см	Кислотность		Сумма поглощенных оснований мг-экв/100г	Степень насыщенности основаниями, %	Содержание			
	pH _{сол}	H _{гидр.} мг-экв/100 г			гумуса, %	физич. глины, %	P ₂ O ₅ мг/100г почвы	K ₂ O мг/100г почвы

5. Мероприятия по окультуриванию: _____

Основные типы почв _____ зоны

1. Название почвы _____

2. Основные факторы почвообразования (климат, растительность, почвообразующая (материнская) порода, рельеф, почвообразовательный процесс)

3. Строение почвенного профиля

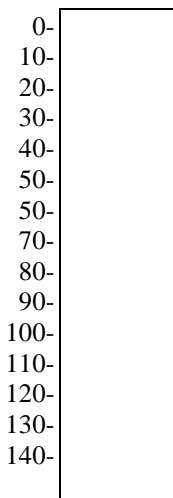


Рис. 1

2. Основные свойства почв

Мощность горизонта A ₁ , см	Кислотность		Сумма поглощенных оснований мг-экв/100г	Степень насыщенности основаниями, %	Содержание			
	pH _{сол}	H _{гидр.} мг-экв/100 г			гумуса, %	физич. глины, %	P ₂ O ₅ мг/100г почвы	K ₂ O мг/100г почвы

5. Мероприятия по окультуриванию: _____

РАЗДЕЛ 2 «ОСНОВЫ НАУЧНОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ»

Затраты времени - 27 часов

Тема 1: «ФАКТОРЫ ЖИЗНИ РАСТЕНИЙ И ЗАКОНЫ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ»

1. Экологические факторы жизни растений и их классификация.
2. Законы земледелия.

1. Экологические факторы жизни растений и их классификация.

Биосфера включает в себя самые верхние слои земной коры – жизнеобитающую почву на толщину максимального проникновения корневых систем, приземный слой атмосферы со всеми населяющими его растительными и животными организмами, а также Мировой океан.

Элементарной единицей биосферы является биогеоценоз. В.Н. Сукачев (1964) отмечал, что биогеоценоз состоит из экофона и биоценоза, объединяющего все живое.

Растение, как составную часть биогеоценоза, в природе окружено целым рядом явлений, материальных тел; на них воздействуют самые различные виды энергии - механическая, электрическая, химическая, световая энергия солнца, тепловая. Все это в совокупности в сельскохозяйственной экологии называется окружающей средой (О.С.)

Разные растения по-разному реагируют на действие различных элементов среды. Есть абсолютно безразличные элементы для растений - инертные газы (гелий, неон, аргон, ксеон, криптон, радон).

Другие факторы существенно влияют на рост и развитие растений - это экологические факторы жизни /Э.Ф.Ж./. К ним относятся: свет, тепло, вода в почве, газы дымовые, естественная и искусственная радиоактивность, элементы питания. Это существенные факторы. Помимо этого растения реагируют и на шумы, магнитное поле Земли, атмосферное электричество. Влияние этих факторов незначительное. Это не существенные факторы.

Все факторы жизни растений условно делят на прямодействующие и косвеннодействующие - действующие на растения через другие факторы. Тепло влияет на рост и развитие растений (прямое действие), но и действует на влажность, а через неё и на водный режим в целом (косвенный фактор).

Все факторы действуют совместно, и их деление условно лишь для простоты изучения. Среда действует на растение как единое целое.

В совокупности Э.Ф.Ж. составляют действенную среду (Д.С.)

Непосредственное, более конкретное окружение растения, организма - есть среда обитания (С.О.) и существует:

1. Водная среда обитания
2. Воздушная среда обитания
3. Почвенная среда обитания
4. Другие организмы - для паразитов.

Условия существования (У.С.) - совокупность жизненно-необходимых факторов, без которых растение не может расти и развиваться (/свет, тепло, вода, почва, воздух). Другие факторы, хотя и оказывают существенное влияние на растение, но не являются необходимыми (ветер, дымовые газы).

По принятой в настоящее время классификации выделяют 3 группы факторов.

1. АБИОТИЧЕСКИЕ - неорганические или неживая среда:

- **климатические** : свет, тепло, воздух, влага в разной форме (осадки, почвенная и атмосферная);

- **эдафические** (почвенно-грунтовые): гранулометрический состав, химический состав почвы, физические свойства почвы;

- **топографические**, характеризующие условиями рельефа (экспозиция и крутизна склона).

2. БИОТИЧЕСКИЕ - факторы живых существ:

- **фитогенные** определяются как прямым влиянием растений-сообитателей (симбиоз, паразитизм, поселение эпифитов) так и косвенным - влияние изменения среды обитания растений;

- **зоогенные** - характеризующие влияние животных (опыление, распространение зачатков, поедание, вытаптывание);

- **микробогенные** - характеризуют влияние микроорганизмов (клубеньковые бактерии, азотфиксирующие бактерии и др.), определяющие направленность микробиологических процессов в почве.

- **микогенные** - характеризующие влияние на растение грибов (поражение грибковыми болезнями).

3. АНТРОПОГЕННЫЕ - влияние на растение человека. Их часто включают в группу биотических факторов.

Схема действия экологического фактора на растение

Влияние Э.Ф.Ж. на живой организм весьма многообразно. Одни факторы оказывают более сильное влияние /ведущие, главные/, другие влияют слабее /второстепенные/. Одни влияют на многие стороны жизни растений, другие на определенные свойства и признаки. Несмотря на это многообразии действия, можно представить общую схему действия Э.Ф.Ж.

Каждый экологический фактор характеризуется количественными показателями: интенсивностью и диапазоном действия (рис.).

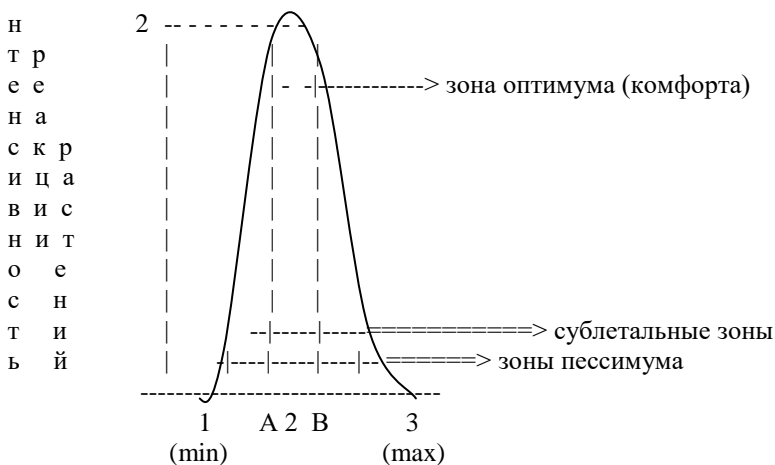
Отрезок 1-3 - область толерантности - диапазон действия экологического фактора, АВ - зона оптимума (комфорта).

По оси абсцисс отложена интенсивность фактора /температуры, влажности и т.д., а по оси ординат - интенсивность реакции растения на изменение экологического фактора /динамика линейного роста, площадь листьев, продуктивность/.

Точки 1 и 3 соответствуют min и max количеству фактора, при которых возможно существование растений, может осуществляться биологический процесс.

Точка 2 - точка оптимума - показывает самую благоприятную величину фактора, при которой возможен максимальный урожай.

Рис. Схема действия ЭФЖ на растение



Интенсивность фактора

Оптимальное значение Э.Ф.Ж. установить очень трудно, поэтому чаще определяют зону оптимума или зону комфорта (AB).

Точки 1,2,3 составляют координатные точки определения возможности реакции растения на данный фактор.

Крайние участки кривой, выражающие состояние угнетения от недостатка или избытка фактора, называют областями пессимума.

Вблизи критических точек - сублетальные величины фактора, а за пределами зоны толерантности - летальные.

Условия среды экстремальные, если какой-либо фактор выходит за пределы границ комфорта.

Количественные закономерности реакции организма на действие Э.Ф.Ж. различаются в зависимости от вида, сорта.

2. Законы земледелия

В результате большого количества опыта, их обработки и тщательного их логического анализа, установлен ряд закономерностей действия факторов жизни растений на формирование урожая. Эти закономерности в агрономической науке известны как законы земледелия.

Их можно разделить на 3 группы:

- законы, отражающие качественные зависимости;
- законы, отражающие количественные зависимости;
- законы, отражающие территориальные зависимости.

1. Законы, отражающие качественные зависимости

1.1. Закон взаимообусловленности повышения почвенного плодородия и продуктивности биогеоценозов. Его основой выступает соответствие между макробиоценозом и почвенным биогеоценозом.

1.2. Закон равнозначности факторов жизни организмов. Только при наличии всех факторов жизни растение может обеспечить нормальную жизнедеятельность.

1.3. Закон незаменимости факторов жизни растений. Ни один фактор жизни растений не может быть заменен полностью другим. Невозможна лишь частичная замена в некоторых случаях. Например: интенсивность фотосинтеза растений водяного мха при изменении содержания CO_2 и освещенности.

1.4. Закон взаимообусловленного действия факторов - действие любого фактора зависит от экологического фона, на котором он действует - действие азота на фоне разной кислотности и влажности почвы.

2. Законы, отражающие количественную зависимость.

2.1. Закон минимума (сформулировали И. Вольни, Ю. Либих, Г. Гельригель)- высота урожая определяется фактором, находящимся в данный момент в минимуме (бочка Добенека). Урожай - количество воды, факторы - разные по длине клепки.

2.2. Закон оптимума (авторы те же) - наивысший урожай достигается при оптимальном сочетании факторов жизни.

2.3. Закон максимума (авторы те же) - увеличение количественных параметров того или иного фактора сверх оптимума снижает урожайность, т.е. сказывается отрицательное влияние на урожайность и может урожайность упасть до нуля.

2.4. Закон относительности оптимума (Бардин И.А.,1975). Величина оптимума того или иного фактора непостоянна и она зависит от благоприятности биологического фона.

2.5. Закон возврата (Ю.Либих,1740) - количество веществ, которое выносятся из почвы должно быть возвращено в почвенную среду за счет удобрений с расчетом прогрессирующего повышения почвенного плодородия.

3. Закон зональности - зависимость продуктивности живых организмов в связи с выращиванием в средах существования с разным количественным сочетанием экологических факторов. Закону зональности подчинены все элементы системы земледелия.

Если рассматривать земледелие как сложную биоэкономическую систему "человек - производство - природные ресурсы" с ее важнейшим продуцирующим блоком "почва - растение - внешняя среда", то к законам земледелия следует отнести и следующие законы.

1. Закон единства материального мира. Он в земледелии выступает в качестве всеобщего, и позволяет глубже понять взаимосвязи органического и неорганического, живого и неживого, земного и космического,

взаимодействие между всеми компонентами природной среды, сущность малого биологического и большого геологического круговоротов веществ как единой целостной системы.

2. Закон непрерывного обмена веществ и энергии. В системе продуцирующего блока "почва-растение-внешняя среда" он составляет сущность развития и формирования плодородия почвы. На основе действия этого закона в природе поддерживается экологическое равновесие, он лежит в основе формирования природных комплексов и агроландшафтов.

3. Закон экономического соответствия между обществом, производством и природной средой его развития. Антропогенная нагрузка на природные ресурсы не должна превышать уровней, за пределами которых происходят необратимые процессы, приводящие к отрицательным экологическим и экономическим последствиям. С этим законом напрямую связано размещение производительных сил, производственных центров, специализации производства в согласии с природной средой. Нарушение его ведет к снижению устойчивости и производительности биоэкономической системы "человек-производство-природные ресурсы", всего сельского хозяйства.

4. Закон автотрофности зеленых растений. Этот закон подчеркивает биологический потенциал растений и необходимость создания таких условий, при которых он смог бы реализовываться в полной мере при формировании фитоценозов и агроландшафтов.

5. Закон незаменимости и равнозначности факторов жизни.

6. Закон минимума, оптимума и максимума.

7. Закон совокупного действия факторов жизни растений.

8. Закон адекватности генотипа растений условиям жизнедеятельности утверждает, что биологический потенциал растений максимально реализуется в условиях внешней среды, соответствующих внутренним потребностям растений, заложенных в его генотипе.

9. Закон устойчивости естественных факторов свидетельствует о том, что чем разнообразнее и богаче флористический состав фитоценозов, тем они более устойчивы к внешним неблагоприятным воздействиям. Применительно к агроценозам из этого закона следует, что в пределах конкретной территории /землепользования/ устойчивость фитоценозов и агроландшафта обусловлена их многообразием. С расширением набора выращиваемых культур, адаптированных к местным условиям внешней среды, также возрастает устойчивость агроландшафта и стабильности производства.

10. Закон плодосмена определяет принципы разработки севооборотов и систем земледелия, формирования фитоценозов и агроландшафтов.

11. Закон баланса /равновесия/ биогенных веществ. Закон возврата. Закон ориентирует земледельцев на необходимость поддержания и восстановления равновесия биогенных веществ в центральном продуцирующем блоке "почва – растение - внешняя среда", в пределах ниже

которых снижается урожай, нарушается устойчивость и стабильность функционирования агроландшафта.

Каждому этапу развития производительных сил общества соответствует различная, постоянно возрастающая интенсивность круговорота и отчуждения биогенных веществ, что требует усиления мер по поддержанию их уравновешенного баланса.

12. Закон убывающего и возрастающего плодородия имеет место в функционировании блока "человек – производство - природные ресурсы" и его важнейшего продуцирующего блока "почва – растение - внешняя среда". Уровень плодородия определяется также уровнем развития науки и техники, культурой земледелия.

13. Закон непрерывного функционирования продуцирующего блока "почва – растение - внешняя среда" указывает, что с возрастанием периода и времени взаимодействия растений с почвами, продуктивность производящего блока возрастает, а почвы приобретают новые ценные качества. И наоборот, чем дольше почвы лишены растительности, тем уровень производящего блока ниже, а почвы утрачивают многие ценные качества.

Исключительно большое разнообразие и сложность природных условий, в которых приходится вести сельское хозяйство в нашей стране, требуют грамотного и дифференцированного подхода со стороны руководителей и специалистов хозяйств, сельскохозяйственных и плановых органов при размещении производства разнообразной продукции, определении структуры посевов и технологий выращивания сельскохозяйственных культур.

Зональный подход отражает научно обоснованную тактику, агротехническую политику земледелия, т.е. выбор таких приемов, агрокомплексов и технологий, севооборотов, которые в наибольшей мере учитывают конкретные почвенно-климатические и экономические условия ведения хозяйства и дают максимальный эффект.

Зональная система земледелия - это система, все звенья которой тщательно учитывают и наиболее полно реализуют местные почвенно-климатические и материально-технические ресурсы.

Требования к системам земледелия

Система земледелия должна обеспечивать:

-производство достаточного количества высококачественной продукции при наименьших затратах труда и средств на основе использования нового хозяйственного механизма;

- многообразии организационных (хозяйственных) форм и технологий возделывания культур, уточнение специализации применительно к многоукладности сельского хозяйства, экономическим природным условиям и рыночным отношениям;

- альтернативность, как с точки зрения долговременных стратегических целей, так и технологий возделывания и растений;
- расширенное воспроизводство плодородия почв, биологизацию земледелия;
- тесную взаимосвязь систем земледелия с системами животноводства и с системами ведения сельского хозяйства в целом;
- устойчивое развитие отрасли и ее адаптивности к неблагоприятным природным факторам;
- строгий учет экологических факторов, обеспечение охраны почв, воды, всей окружающей среды от деградации независимо от форм хозяйствования;
- формирование экологически сбалансированных агроландшафтов в пределах речных водосборов с оптимальным сочетанием разных видов землепользования /пашня, луга, леса, водоемы/, обеспечивающих устойчивое развитие производства, оздоровление природной среды и повышение комфортности жизни населения;
- экономичность и ресурсосбережение.

Тема 2: «ВОДНЫЙ РЕЖИМ ПОЧВЫ И МЕТОДЫ ЕГО РЕГУЛИРОВАНИЯ»

- 1. Потребность в воде с/х растений и показатели её характеризующие.**
- 2. Водно-физические свойства почвы.**
- 3. Водный баланс поля. Типы водного режима.**
- 4. Меры по накоплению и сохранению влаги.**

1. Потребность в воде с/х растений и показатели её характеризующие.

Тело растения на 50-90% состоит из воды. Особенно богата водой цитоплазма (85-90%), много её и в органах клетки.

биохимические процессы растения в воде
транспорт питательных веществ

тургор растений. Основная роль воды - поддержание цитоплазмы в определенном состоянии обводненности. На построение растительных тканей используется всего 0,01-0,03% всей поглощенной растениями воды, а остальная испаряется.

Транспирация - процесс, при котором вода, перешедшая в межклетниках в парообразное состояние, удаляется через устьица в атмосферу. Процесс подчиняется физическим законам испарения. Испарение идет сильнее если испаряющая поверхность сильнее увлажнена и более нагрета.

Эвапотранспирация (Этр) - суммарная величина транспирации отдельных растений (Тр), испарения с поверхности растений (Ир) и испарение с поверхности почвы (Ип), т.е. $Этр = Тр + Ир + Ип$

Испарение с поверхности почвы составляет в среднем 5-20% от величины эвапотранспирации.

Эвапотранспирация превышает транспирацию на 5-20%.

1. Интенсивность транспирации - количество испаренной за 1 час влаги в расчете на единицу массы растений (листа) - массы сырой или сухой или на единицу площади листа ($дм^2$).

Величина интенсивности транспирации колеблется от 60 до 3000 мг/г в час в расчете на сырую массу. Она имеет суточный и сезонный ход изменения.

2. Транспирационный расход воды (Т.Р.В.) - этот показатель характеризует расход воды целыми растительными сообществами (посевами) и выражается в мм/ га за вегетационный сезон или по периодам. Варьирует в зависимости от растений и зоны от 19 до 1600 мм.

3. Коэффициент транспирации (К.Т.) - расход воды в г на образование 1 г сухого вещества. Зависит от вида растений, места их произрастания и агротехники. Наименьшая величина у кукурузы и проса, наибольшая у многолетних трав. Колеблется от 150-200 до 600-700 (дуб - 340, береза -320, бук -170, сосна -300, ель - 230, рис -680, рожь - 630, пшеница -540, люцерна -840, кукуруза - 370 г/г сухого вещества. По данным Н.М. Тулайкова К.Т. у ячменя при пониженной влажности (относительно) воздуха составляет 618, а при повышенной -688. При применении минеральных удобрений в оптимальных дозах уменьшается К.Т., т.е. растения используют влагу более экономно.

4. Эвапотранспирация - транспирация + физическое испарение с поверхности почвы и растений. Она больше транспирации на 15-20%.

5. Коэффициент водопотребления – это общее количество влаги, необходимое для образования единицы урожая. Этот показатель аналогичный К.Т., но является производным от эвапотранспирации .

Влага в период вегетации растениями потребляется неравномерно, поэтому выделяются периоды:

1. Критический период - период или периоды, когда недостаток влаги резко снижает урожай. Изучал профессор Ф.Д. Сказкин. У зерновых – выход в трубку - колошение, у зернобобовых и гречихи - цветение, у картофеля – цветение - клубнеобразование, у кукурузы - цветение-молочная спелость.

2. Период наибольшего потребления - время в развитии, когда растениями потребляется наибольшее количество влаги. Он совпадает с периодом наибольшего накопления сухого вещества.

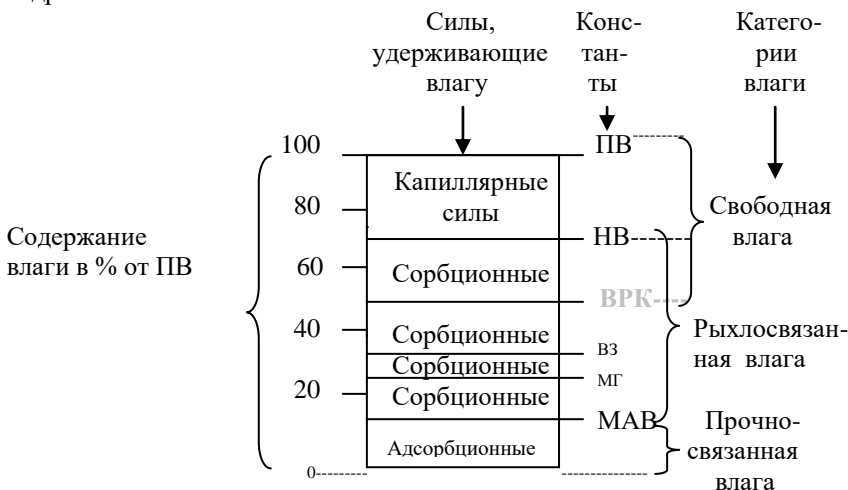
2. Водно-физические свойства почвы.

Поступающая в почву влага подвержена действию сил различной природы, под действием которых она может либо передвигаться в разных направлениях, либо задерживаться. Такими силами являются сорбционные, осмотические, менисковые и гравитационные. В природных условиях влияние отдельных сил на почвенную влагу очень трудно разграничивается. Для характеристики совокупности сил различной природы введено понятие термодинамического потенциала почвенной влаги, который является суммой четырех потенциалов.

Почва, полностью насыщенная влагой и не содержащая солей, имеет потенциал почвенной влаги, близкий к нулю. По мере иссушения потенциал возрастает и почва приобретает способность при соприкосновении с чистой водой поглощать её. Такая способность получила название сосущей силы почвы. Она измеряется в сантиметрах водяного столба. Для сухой почвы сосущая сила достигает величины - 10^7 см водяного столба. На практике (Скафильд, 1935) принято выражать через логарифм, обозначив свободную энергию символом F . При свободной энергии, соответствующей 1033 см водяного столба pF равен 3. У полностью насыщенной почвы $pF = 0$. По мере иссушения почвы величина pF стремится к своему верхнему пределу, равному 7.

Важнейшими водными свойствами почв являются водоудерживающая способность, водопроницаемость и водоподъемная способность.

Водоудерживающая способность - свойство почвы удерживать то или иное количество воды, обусловленное действием сорбционных и капиллярных сил. Характеризуется следующими категориями и почвенно-гидролитическими константами:



Почвенную влагу принято делить на категории, формы и виды.

Выделяются следующие основные **категории почвенной влаги**.

1. Кристаллизационная (конституционная) влага - отличается исключительно высокой прочностью связи и неподвижностью ($\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$, $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, $\text{Fe}(\text{OH})_3$, глиняные минералы).

2. Твердая влага - лед. Неподвижная влага.

3. Парообразная влага - передвигается в форме водяного пара от участков с более высокой упругостью к участкам с более низкой упругостью; может пассивно передвигаться с током воздуха.

4. Прочносвязанная влага - прочно удерживается адсорбционными силами $P = 10000-20000$ атм, $d = 1,5-1,8 \text{ г/дм}^3$, образует на поверхности почвенных частиц пленку толщиной в 2-3 молекулы. Может передвигаться лишь в парообразном состоянии.

5. Рыхлосвязанная влага - удерживается на поверхности тонких пленок прочносвязанной воды силой ориентированных молекул, а также за счет гидратирующей способности обменных катионов. Образует вокруг почвенных частиц пленку, толщина которой может достигать десятков молекулярных диаметров воды. Передвигается под влиянием сорбционных сил. $P-1 \dots 10$ атм. Ограниченно доступна растениям.

6. Свободная влага не связана силами притяжения с почвенными частицами, передвигается под действием капиллярных и гравитационных сил. Находится преимущественно в крупных порах почвы.

Границы значений влажности, характеризующие пределы появления различных категорий и форм почвенной влаги, называются почвенно-гидрологическими константами.

В агрономической практике величинами почвенно-гидрологических констант характеризуются пределы доступности влаги для растений. Выделяют шесть основных почвенно-гидрологических констант, которых выражают в процентах от массы или объема почвы.

1. Максимальная адсорбционная влагоемкость (МАВ) - наибольшее количество прочносвязанной воды, удерживаемое силами адсорбции; влага доступна для растений.

2. Максимальная гигроскопичность (МГ) - наибольшее количество влаги, которое почва может сорбировать из воздуха, насыщенного водяным паром; влага недоступна для растений.

3. Почвенная влажность устойчивого завядания растений (ВЗ) - влажность, при которой растения начинают обнаруживать признаки завядания, не исчезающие при перемещении растений в атмосферу, насыщенную водяными парами; нижний предел доступности растениям влаги.

4. Влажность разрыва капиллярной связи (ВРК) - влажность почвы, лежащая в интервале между наименьшей влагоемкостью (НВ) и почвенной влажностью устойчивого завядания (ВЗ), при которой подвижность подвешенной влаги в процессе иссушения резко уменьшается.

5. Наименьшая или предельная полевая влагемкость (НВ или ППВ) - максимальное количество капиллярно-подвешенной влаги. Уменьшается с глубиной.

6. Капиллярная влагемкость (КВ) - максимальное количество капиллярноподпертой влаги. Образуется в форме капиллярной каймы. Уменьшается по профилю сверху вниз.

7. Полная влагемкость или полная водовместимость (ПВ) - наибольшее количество воды, которое может содержаться в почве при заполнении всех её пор.

Для развития растений наиболее благоприятная влажность почвы в интервале ВРК-НВ. В интервале НВ-ПВ ухудшается газообмен и такое увлажнение является избыточным. При влажности почвы, соответствующей величинам в интервале ВРК-ВЗ, влага труднодоступна для растений, их продуктивность заметно снижается.

Водопроницаемость - способность почвы воспринимать и пропускать через себя воду. Различают две стадии водопроницаемости - впитывание и фильтрацию. Водопроницаемость почв прямо пропорциональна пористости почв и обратно пропорциональна удельной поверхности почвенных частиц.

Н.А. Качинским предложена градация почв по водопроницаемости.

Если почва пропускает за час более 1000 мм воды при напоре её 5 см и температуре 10°C, водопроницаемость считается провальной, от 1000 до 500 мм - излишне высокой, от 500 до 100 - наилучшей, от 100 до 70 - хорошей, от 70 до 30 - удовлетворительной, менее 30 мм неудовлетворительной.

Водоподъемная способность - свойство почвы вызывать капиллярный подъем влаги. Определяется агрегатностью, механическим составом. Чем тоньше поры почв, тем выше поднимается в них вода.

1. Величина водоподъемной способности грунтов и почв (Ковда В.А., 1973)

Механический состав	Водоподъемная способность, м	Механический состав	Водоподъемная способность, м
Средний песок	0,5-0,8	Суглинки средние	2,5-3,5
Супесь	1,0-1,5	Суглинки тяжелые	3,0-3,5
Пылеватая супесь	1,5-2,0	Глины тяжелые	4-6 и более

3. Водный баланс поля. Типы водного режима.

Водным режимом называется совокупность всех явлений поступления влаги в почву, её передвижения, удержания в почвенных горизонтах и расхода из почвы.

Водный баланс - количественное выражение водного режима почв.

Общее уравнение водного баланса выражают формулой:

$P_0 + O_c + V_g + V_k + V_{пр} = E_{исп} + E_t + V_i + V_p + V_c + P_1$, где P_0 - запас влаги в почве в начале наблюдения

O_c - сумма осадков за весь период наблюдения

V_g - количество влаги, поступающей из грунтовых вод

V_k - количество влаги, конденсирующейся из паров воды;

$V_{пр}$ - количество влаги, поступающей от бокового притока;

$E_{исп}$ - количество влаги, испарившейся с поверхности почв за весь период наблюдений, физическое испарение;

E_t - количество влаги, расходуемой на транспирацию (десукцию);

V_a - влага, инфильтрующаяся в почвенно-грунтовую толщу;

V_p - количество воды, теряющейся в результате поверхностного стока

V_c - влага, теряющаяся при боковом внутрипочвенном стоке;

P_1 - запас влаги в конце периода наблюдений

Чаще всего запасы влаги, статьи прихода и расхода её в почве вычисляются в миллиметрах водного столба или $м^3/га$.

Запасы влаги в отдельном генетическом горизонте определяют по формуле:

$$P = W d_0 h,$$

где: P - запас воды ($м^3/га$) для слоя h ;

W - влажность почвы, %;

d_0 - плотность сложения почвы, $г/см^3$

h - мощность горизонта, см

В агрономической практике важно учитывать общий и полезный запас воды в почве.

Общий запас воды ($P_{общ}$) - суммарное её количество на заданную мощность почвы по отдельным горизонтам, выраженное в $м^3$ на 1 га (или мм вод. ст.)

$$P_{общ} = \sum W \cdot d_0 \cdot h, \text{ м}^3/га$$

$$P_{общ} = \sum \frac{W \cdot d_0 \cdot h}{10}, \text{ мм}$$

Полезный запас воды в почве - суммарное количество продуктивной или доступной растениям влаги в толще почвогрунта.

$$W_{д} = \frac{(W - W_{v3}) \cdot d_0 \cdot h}{10}, \text{ мм}$$

$$W_{нд} = \frac{W_{уз} \cdot d_0 \cdot h}{10}, \text{ мм}$$

где: $W_{д}$ – запас доступной для растений влаги, мм
 $W_{нд}$ – запас недоступной для растений влаги, мм
 $W_{уз}$ – влажность устойчивого завядания растений
 W – влажность почвы, %;
 d_0 – плотность сложения почвы, г/см³
 h – мощность горизонта, см

Типы водного режима

Численное значение годового водного баланса, прежде всего определяется соотношением инфильтрации (W_i) и количества испаряющейся из почвы влаги ($E_{исп.}$). Учитываются также источник увлажнения и степень увлажнения почвы. По А.А. Роде можно выделить шесть типов водного режима почв.

1. Мерзлотный (криогенный тип) - величина возврата влаги в атмосферу может быть больше или меньше величины фильтрации. Характерная черта этого типа водного режима - наличие слоя вечной мерзлоты, играющего роль водоупора, над которым образуется верховодка.

2. Промывной тип, при котором возвращается влаги в атмосферу меньше, чем инфильтруется.

3. Периодически промывной тип, для которого величина возврата влаги в атмосферу в отдельные годы и за многолетний период в целом равна величине инфильтрации.

4. Непромывной тип, при котором величина возврата влаги в атмосферу равна величине инфильтрации.

5. Выпотной тип, для которого величина возврата влаги в атмосферу больше величины инфильтрации.

6. Десуктивно-выпотной тип - близок к выпотному, но при этом режиме влага капиллярной каймы грунтовых вод перехватывается корнями растений и расходуется преимущественно на десукцию.

4. Меры по накоплению и сохранению влаги, устранению переувлажнения

4.1. Меры по накоплению и сохранению влаги

- севообороты (размещение культур в севооборотах с разным коэффициентом водопотребления)
- чистые пары (в зонах недостаточного увлажнения)
- научно обоснованная система обработка почвы (ранняя зяблевая вспашка, раннее весеннее боронование до посева яровых культур и по всходам озимых зерновых культур и многолетних трав, своевременная предпосевная обработка почвы, прикатывание почвы при недостатке влаги в

верхних ее горизонтах, замена весновспашки на глубокое безотвальное рыхление при возделывании пропашных культур)

- окультуривание почвы (внесение органики, известкование, оструктуривание и т.д.)
- снегозадержание
- орошение.

4.1. Меры по устранению переувлажнения

- мелиорация (осушение)
- формирование гребней и гряд
- глубокое безотвальное рыхление (до 45 см) или разноглубинная обработка почвы в севообороте для устранения плужной подошвы (водоупора) и улучшения водопроницаемости.

Тема 3: «ВОЗДУШНЫЙ РЕЖИМ ПОЧВЫ И ЕГО РЕГУЛИРОВАНИЕ»

1. Почвенный воздух как важнейший фактор жизни растений.

1.1. Состав почвенного воздуха.

1.1. Важнейшие воздушные свойства почвы.

1.3. Факторы газообмена.

1.4. Методы регулирования воздушного режима.

1. Почвенный воздух как важнейший фактор жизни растений

Почвенный воздух является важнейшим фактором жизни растений, так как в нем содержатся жизненно необходимые элементы: кислород, углерод, азот, а также могут быть аммиак, сера и другие вещества, часть которых является питательными веществами. Все почвенные поры, в которых не находится вода, корни растений и микроорганизмы, заполнены воздухом. В большинстве пахотных земель воздух заполняет более половины всех пор, количество которых зависит от почвы и составляет от 23 до 88 % от объема почвы. Чаще всего воздух находится в крупных порах и только при сильном иссушении он проникает в средние и даже в мелкие поры.

Воздушным режимом почвы называют совокупность всех явлений поступления воздуха в почву, передвижение его в профиле почвы, изменение состава и физического состояния при взаимодействии с жидкой, твердой и живой фазами почвы, а также газообмен почвенного воздуха с атмосферным

Газообразная фаза почвы находится в непрерывном и сложном взаимодействии с твердой и жидкой фазами почвы, с населяющими почву организмами, а также с атмосферой. По своему составу почвенный воздух близок к атмосферному, хотя количество составных частей отличается сильно.

1.1. Состав атмосферного и почвенного воздуха, %

1. Состав атмосферного и почвенного воздуха, %

Воздух	O ₂	N ₂	CO ₂
Атмосферный	20,47	78,1	0,03
Почвенный (15-30 см)	11-21	78-86	0,3-8,0

С глубиной в почвенных горизонтах возрастает содержание углекислоты до 10-19%. Содержание кислорода уменьшается до 10-12%. Причем следует отметить, что повышение содержания углекислого газа в почве выше 3-5%, а кислорода понижение до 10% приводит к угнетению растений.

Основными потребителями кислорода в почве являются корни растений, микроорганизмы и почвообитающие животные.

Пахотные горизонты основных типов почв поглощают при 20 С от 0,5 до 3 мл кислорода на кг абсолютно сухой почвы за час. Лесная подстилка при той же температуре может поглотить кислорода более 400 мл/кг час. Торфа и компостированные почвы поглощают 5-7 мл/кг час.

При нормальном газообмене в почву взамен поглощенного объема кислорода поступает такой же объем углекислого газа, при этом должна сохраняться неизменной сумма объемов этих газов, как в атмосфере (20,9%). Углекислый газ из почвы постоянно выделяется в атмосферу. Это явление назвали дыханием почвы.

В условиях хорошей аэрации пахотные горизонты различных типов почв, как правило, поглощают кислорода несколько больше, чем выделяют углекислого газа и коэффициент дыхания (CO₂/O₂) чаще бывает меньше единицы (0,62-0,95).

Потребление кислорода и продуцирование углекислого газа подвержено сезонным колебаниям. Летом почва поглощает кислорода и выделяет углекислого газа в несколько раз больше, чем ранней весной и поздней осенью.

Без притока из атмосферы запасы кислорода в летний период могут быть исчерпаны за 20-100 часов.

Недостаток кислорода в почве угнетает ростовые процессы корней проростков. При слабой аэрации замедляется фаза растяжения корня и стебля, а колеоптиле злаков и у побегов древесных приостанавливается передвижение ауксинов. Корни, кроме углекислого газа, могут выделять токсичные кислоты (уксусную, щавелевую), что снижает доступность ряда питательных элементов.

Из морфологических изменений вызываемых недостатком кислорода отмечены следующие:

- клеточные стенки в корнях становятся тоньше
- корни хуже ветвятся
- образование корневых волосков подавлено

- увеличивается объем межклетников
- образуются новые придаточные корни в основании стебля.

Ризосфера обычно занимает меньший объем, корни укорачиваются, снижается транспирация и скорость получения воды из почвы.

1.2. Важнейшие воздушные свойства почвы

К воздушным свойствам почв относятся воздухоемкость и воздухопроницаемость, аэрация.

Воздухоемкость - та часть объема почвы, которая занята воздухом при данной влажности. При средней влажности почв содержание воздуха в верхнем горизонте равно примерно 23-28% объема. Особое значение имеет воздухоемкость почвы, соответствующая наименьшей влагоемкости. Воздухоемкость обеспечивает нормальную аэрацию почв, если её величина превышает 15% от объема почвы.

Воздухоемкость почвы зависит от мехсостава, плотности сложения и структуры почвы. Суглинистые 10-15%; глинистые %-15%; болотные 0-25%.

Для нормального роста и развития большинства культурных растений требуются почвы с воздухоемкостью: для многолетних трав - 6-10%, пшеницы и овса - 10-15%; ячменя, сахарной свеклы 15-20%.

Воздухопроницаемость - способность почвы пропускать через себя воздух. Воздухопроницаемость - неперенное условие газообмена между почвой и атмосферным воздухом. В структурных рыхлых культурных почвах она значительно выше, чем в плотных бесструктурных. Достигает максимальных размеров в сухих почвах и быстро снижается при увлажнении. Воздухопроницаемость почв сильно уменьшается с глубины 2-5 см и особенно в подпахотных горизонтах.

Аэрация - это газообмен между почвой и атмосферой, в результате которого из почвы выделяется углекислый газ, а почвенный воздух обогащается кислородом.

Степень аэрации - величина фактического содержания воздуха в почве, выраженная в объемных процентах. Характеризует разницу между порозностью и влажностью почв. Чем выше влажность почвы, тем меньше аэрация. При влажности, не превышающей НВ, когда некапиллярные промежутки свободны от воды, воздушный режим благоприятный. Когда влажность почвы выше НВ, то некапиллярные промежутки начинают заполняться водой и ухудшается газообмен почвы с атмосферой.

При низком содержании кислорода замедляется или не происходит совсем прорастание семян. Часто дефицит кислорода сопровождается остановкой развития и роста корней.

Углекислый газ. Большая часть углекислоты почвенного воздуха образуется в результате работы почвенных макро- и микроорганизмов. До одной трети углекислого газа в почве выделяется корнями высших растений.

В почвах, развитых на известковых породах, углекислота может быть продуктом разрушения CaCO_3 почвенными кислотами.

Биологическое значение углекислого газа многообразно. Избыток (1% и более) угнетает прорастание семян и развитие корней, с другой стороны, непрерывное поступление углекислого газа из почвы в приземный слой воздуха на поле благоприятно сказывается на развитии растений и на фотосинтезе. Предполагают, что 90% потребляемой растениями углекислоты синтезируется в почве. Предлагается оценивать уровень плодородия почв количеством продуцированного углекислого газа.

Выделение углекислого газа с поверхности разных почв в течение суток можно характеризовать следующими показателями: подзолистые - 50-80; черноземы 100, серые и бурые лесные - 80, каштановые - 40, пустынные - 5-10; горные - 5 кг/га в сутки.

2. Оценка уровня плодородия почвы по выделению CO_2 за 200 дней, $\text{м}^3/\text{га}$

Уровень плодородия почв	CO_2 за 200 дней, $\text{м}^3/\text{га}$
Высокий	>13
Средний	6,5
Низкий	<3,25

1.3. Факторы газообмена

Газообмен в системе: почва - атмосфера осуществляется с помощью факторов: диффузия, изменение температуры почвы и давления, поступление влаги в почву, ветер, изменение уровня грунтовых вод, жизнедеятельность организмов.

Диффузия - перемещение газов в соответствии с их парциальным давлением. Поскольку в почвенном воздухе кислорода меньше, а углекислого газа больше, чем в атмосфере, то создаются условия для непрерывного поступления кислорода в почву и выделения углекислоты в атмосферу.

Изменение температуры воздуха и атмосферного давления - происходит сжатие или расширение почвенного воздуха. Суточные колебания температуры, распространяющиеся на глубину 15-30 см, способны вызвать изменения газообмена в этой толще на 10-15%. Вентилирующее действие за счет колебания давления не распространяется глубже 15 см.

Поступление влаги в почву с осадками или при орошении вызывает сжатие почвенного воздуха, выталкивание наружу и засасывание атмосферного воздуха. выпадающие дожди могут обеспечить лишь 6-8% газообмена. Просыхание почвенного профиля сопровождается притоком атмосферного воздуха.

Влияние ветра на газообмен невелико и зависит от скорости ветра, макро- и микрорельефа, структуры почвы.

1.4. Методы регулирования воздушного режима

1. Все приемы направленные на улучшение структуры почвы и ее водопрочности улучшают воздушный режим (внесение органики, правильное чередование культур, известкование и т. д.)

2. Научно-обоснованная система обработки почвы (разрушение почвенной корки, глубокое рыхление, формирование гребней и т.д.)

3. Создание в почве оптимального водного режима способствует оптимизации воздушного.

Тема 4: «ТЕПЛОВОЙ РЕЖИМ ПОЧВЫ И ЕГО РЕГУЛИРОВАНИЕ»

1. Понятие теплового режима.

2. Тепловые свойства почвы.

3. Тепловой баланс почвы.

4. Приемы регулирования теплового режима.

1. Понятие теплового режима

Под тепловым режимом почвы понимают совокупность явлений поступления, аккумуляции и распределения тепла в почве.

Тепловой режим играет большую роль в земледелии, так как с ним связана интенсивность происходящих в почве процессов. Он непосредственно влияет на рост и развитие растений. Основной показатель теплового режима почвы - температура.

2. Тепловые свойства почвы

Теплопоглощительная способность проявляется в поглощении почвой лучистой энергии солнца. Характеризуется величиной альбеда (А), которая показывает, какую часть поступающей лучистой энергии отражает почва.

1. Альбеда различных почв и растительных покровов

(А.Ф. Чудновский, 1959)

Объект исследований	Альбеда, %	Объект исследований	Альбеда, %
Чернозем сухой	14	Пшеница яровая	10-25
Чернозем влажный	8	Пшеница озимая	26
Глина сухая	23	Травы зеленые	26
Глина влажная	16	Травы высушенные	19
Песок белый	34	Картофель	19
Песок желтый	40	Чистый снег	88-91
Планета Земля	42		

Наиболее существенное влияние на теплопоглощительную способность почв оказывает количество и качество гумуса, определяющее цвет почвы, а

также её механический состав. На величину альbedo оказывает заметное влияние степень увлажнения почвы.

Теплоемкость - свойство почвы поглощать тепло.

Удельная теплоемкость - количество тепла в джоулях, затрачиваемое для нагревания 1 г сухой почвы на 1° (Дж/г на 1° С. Одна калория равна 4,186 Дж.

Объемная теплоемкость - количество тепла в джоулях, затрачиваемое для нагревания 1 см^3 сухой почвы. Зависит от минералогического, механического состава, влажности почвы, а также от содержания в ней органического вещества. Колеблется для большинства минеральных почв в абсолютно сухом состоянии в пределах 0,7123-0,838. По мере повышения влажности теплоемкость возрастает. Глинистые почвы более влагоемки и медленнее нагреваются. Легкие почвы (песчаные, супесчаные) весной прогреваются быстрее, вследствие чего их называют "теплыми".

Теплопроводность почвы - способность её проводить тепло. Измеряется количеством тепла в джоулях, которое проходит в секунду через 1 см^2 почвы слоем 1 см.

В сухом состоянии почвы, богатые гумусом и обладающие высокой пористостью аэрации, очень плохо проводят тепло. На величину теплопроводности оказывает влияние мехсостав. Она тем больше, чем крупнее механические элементы почвы.

На тепловой режим влияют климат, растительность, рельеф, снеговой покров, механический состав, влажность и цвет почвы.

3. Тепловой баланс почвы

Количественной характеристикой теплового режима является тепловой баланс почвы.

Уравнение теплового баланса почвы

$$T_b + T_k + T_t + T_p = 0$$

где T_b - радиационный баланс, сумма поступающей к поверхности почвы и оттекающей от неё энергии.

T_k - турбулентный поток тепла, связанный с механизмом теплообмена между поверхностью почвы и воздухом.

T_t - тепло, затрачиваемое на транспирацию влаги и её физическое испарение (до 30%).

T_p - теплообмен между слоями почвы

4. Приемы регулирования теплового режима

- агротехнические (различные способы обработки, формирование гребней и гряд);
- агромелиоративные (орошение, осушение, лесные полосы);
- агрометеорологические (приемы, снижающие излучение тепла из почвы, меры по борьбе с заморозками и т.д.).
- мульчирование (укрытие поверхности почвы темными материалами – торфом, черной пленкой и т.д.)

Тема 5: «СВЕТОВОЙ РЕЖИМ РАСТЕНИЙ И ВОЗМОЖНОСТИ ЕГО РЕГУЛИРОВАНИЯ В ЗЕМЛЕДЕЛИИ»

- 1. Характеристика света как экологического фактора.**
- 2. Растительные ценозы как оптические системы.**
- 3. Возможности регулирования светового режима.**

1. Характеристика света как экологического фактора

Свет - это один из более важных для жизни растений абиотических факторов. Его, прежде всего, определяется позицией растений в биосфере как автотрофов, образующих органическое вещество из простых неорганических соединений с использованием для синтеза энергию солнечного излучения. Отсюда этот процесс получил название фотосинтеза. Подчеркивая этот факт, что жизнь невозможна без света, К.А. Тимирязев их образно называл "детьми солнца". Свет оказывает на растение и сильно формирующее значение: особенности строения, внутренняя структура тканей, величина хлоропластов, их расположение в клетках и т.д.

Солнечная радиация представляет из себя электромагнитное излучение в широком диапазоне волн, составляющих непрерывный спектр от инфракрасных лучей с длиной волн 3-4 тыс.нм до ультрафиолетовых с длиной волн 290-380 нм. (микрометр $1 \text{ МКм} = 10^{-6} \text{ м}$, нанометр $1 \text{ нм} = 10^{-9} \text{ м}$). Лучи короче 290 нм, губительные для живых организмов, поглощаются слоем озона и до земли не доходят. Видимый свет, как известно, ограничен областью от 380 (крайние фиолетовые лучи) до 750 нм (дальние красные лучи). На землю поступает около одной двухмиллиардной всей излучаемой Солнцем энергии, что составляет (за пределами земной атмосферы) $1,95 \text{ кал/см}^2 \times \text{мин}$ или 136 мВт/см^2 ("солнечная постоянная").

Растительный покров воспринимает солнечную энергию после её прохождения через земную атмосферу, т.е. существенно измененную по количеству и составу. Как видно из рисунка 1, 42% всей падающей радиации ($33 = 9\%$) отражается атмосферой в мировое пространство, 15% поглощается ею и идет на нагревание. Лишь 43% доходит до земной поверхности. Эта для радиации, именуемая суммарной, состоит из прямой (7%) - это почти параллельные лучи, идущие непосредственно от солнца и несущие наибольшую энергетическую нагрузку, и рассеянной радиации (16%) -

лучей, поступающих к Земле со всех точек небосвода, рассеянных молекулами газов воздуха, капельками водяных паров, кристалликами льда, частицами пыли, а также отраженные от облаков.

Растения, основная масса которых расположена над поверхностью земли, получают часть радиации в виде света, отраженного от поверхности почвы, воды и растений.

Для качественной характеристики света, как фактора среды, в зависимости от области применения могут использоваться разные показатели.

Энергетической количественной характеристикой солнечного излучения служит поток лучистой энергии, приходящийся на перпендикулярно расположенную поверхность в единицу времени. Он называется интенсивностью радиации или облучения и выражается в энергетических единицах кал/см² x сек (в климатологии) или дж/см² x сек или Вт/см² x сек (в физиологии растений, агрометеорологии и т.д.

Наряду с этим показателем используется и другой - освещенность, что является световым потоком, приходящимся на единицу площади. Единицей освещенности служит люкс (лк) - световой поток в люмен, приходящийся на 1 м².

Интенсивность прямой солнечной радиации измеряется с помощью специальных приборов - актинометров и пиргенометров, интенсивность суммарной радиации - с помощью пираментров. Интенсивность рассеянной радиации - с помощью пираментров, затемненных от прямых лучей специальными экранами. Для определения освещенности служат специальные люксметры.

Примеры освещенности:

На верхней границе земной атмосферы - 135000 лк

Дневная освещенность - ясная погода - 50000-90000 лк

- облачная погода - 3000-30000 лк

На столе при настольной лампе - 20-100 лк

"Белая ночь" в Питербурге - 1,0 лк

Лунная ночь - 0,1-0,2 лк

В экологии и физиологии растений качественный состав света принято выражать по содержанию в нем тех лучей, которые оказывают наибольшее значение-воздействие физиологическое на растения. В спектре солнечных лучей выделяют область ФАР. Это лучи с длиной волн 380-710 нм (за рубежом 400-700 нм). Для ФАР определяют интенсивность в энергетических единицах дж/см² x мин или других, а также % содержание лучей разной длиной волн или всей ФАР в общем потоке радиации.

В зависимости от высоты Солнца прямая радиация содержит от 28 до 43% ФАР, рассеянная при облачной погоде - 50-60% и рассеянная радиация голубого неба до 90% (в основном за счет синей компоненты ФАР). ФАР в световом потоке определяется с помощью пиранометров с селективными фильтрами, что позволяет вычленить отдельные спектральные области. Такие приборы называются фитопиранометрами.

Количество солнечной радиации, поступающей на земную поверхность в первую очередь определяется географической широтой местности. Для характеристики распределения радиации на земном шаре пользуются понятием солярного климата. Это климатические условия, которые создавались бы на Земле при отсутствии атмосферы. Так, при переходе от 0° широты до 90° за летнее полугодие количество солнечной радиации уменьшается со 160 до 133 ккал/см², а за год - с 321 до 133 ккал/см².

В действительности благодаря атмосферным явлениям эти показатели существенно снижаются, а разница по широтам несколько сглаживается. Они существенно зависят и от длины дня, которая летом нарастает от экватора к полюсам.

Кроме общегеографических закономерностей на количество света большое влияние оказывают и причины местного характера: прозрачность атмосферы - примеси, загрязненность около крупных промышленных центров, особенности рельефа местности (крутизна, ориентация склона и т.д.), свойство субстрата, на котором произрастают растения - альbedo (отношение отраженной радиации к падающей).

Величина альbedo:

Свежевыпавший снег	- 85%
Чернозем сухой	- 14
Чернозем влажный	- 8
Луговой травостой	- 22-30
Хлебные злаки	- 10-25
Лиственный лес	- 16-27
Хвойный лес	- 6-19
Листья деревьев осенью	- 33-38%

Внутри посевов спектральный состав света сильно изменен: проходя сквозь зеленый фильтр листового аппарата, солнечная радиация теряет значительную долю ФАР, поглощаемой листьями. До нижних ярусов листьев она доходит не только ослабленной, но и обедненной наиболее ценными для растений лучами.

2. Растительные ценозы как оптические системы

Для того, чтобы обеспечить существование вида, а тем более высокую его продуктивность в данной экологической обстановке, растения должны получать свет в количествах, необходимых для нормального процесса фотосинтеза и создания определенной программируемой массы органического вещества. Этой задаче подчинены многие особенности строения растений и растительных сообществ, что дает возможность говорить об адаптивной архитектонике по отношению к свету.

С точки зрения оптики растение представляет из себя непрозрачное тело, которое частично поглощает солнечную энергию, частично отражает и пропускает её. Основной орган, на который воздействует свет - это лист.

Спектральная область поглощения радиации листа включает ультрафиолетовые видимые и инфракрасные лучи. Ультрафиолетовые лучи полностью поглощаются клеточными оболочками, протоплазмой, ферментами и различными пигментами клетки, инфракрасные лучи - водой, содержащейся в тканях листа и цитоплазмой. В диапазоне видимого света лист имеет два максимума поглощения: в области оранжево-красных (660-680 нм) волн и второй - в области сине-фиолетовых лучей с длиной волн 460-490 нм. Положение этих максимумов у растений стабильное.

Положение главного максимума в области красно-оранжевых лучей обусловлено не случайной зеленой окраской, определяемой наличием хлорофилла. При этом красно-оранжевые лучи наиболее богаты энергией.

Лист, как оптическая система, отличается крайне неоднородной и сложной структурой: на уровне тканей - различные слои клеток, межклетники и проводящая система, на уровне клеток - хлоропласты, способные к перемещению и поворотам и на уровне хлоропластов - система ламелл и гран, распределение молекул пигмента в гранах. Это разнообразие структурных элементов обуславливает большое внутреннее рассеивание и отражение света. Эта сложность строения определяет и большие возможности по перестройке на разных уровнях в зависимости от освещенности.

Кроме внутренних оптических свойств листьев большое значение имеет и пространственное расположение листа, его азимутальная ориентация. У разных растений листья имеют разный угол наклона листовой пластинки. Азимутальная ориентация листовой пластинки также имеет существенные различия - идеальным решением вопроса был бы "следящий" лист, т.е. поворачивающийся вслед за солнцем (например, соцветие у подсолнечника).

Обычно ориентация листьев у растений более диффузна. По А.И.Шульгину, 1973 и эта совершенная локаторная система - расположение листьев в посевах по ярусам (вверху с легким наклоном, в середине - более наклонно, а внизу - горизонтально, т.е. отмечается многоэтажное или ярусное расположение листьев. Здесь индекс листовой площади много выше, чем при монослое (заросли ряски на прудах и лишайников на камнях).

По отношению к свету выделяются три группы растений: светолюбивые

- гелиофиты, тенелюбивые - сциофиты и теневыносливые. К группе светолюбивых культур относятся почти все культурные растения и сорняки. По типу фотопериодической реакции различают следующие основные группы растений:

1) растения с короткодневной ФПР - 12 часов и менее в сутки (конопля, табак, перилла);

2) растения с длиннодневной ФПР - 12 часов и более в сутки (картофель, пшеница, шпинат);

3) растения промежуточного типа по ФПР, т.е. цветение у них наступает при определенном узком диапазоне фотопериода (не длиннее и не короче критических величин);

4) растения фотопериодически нейтральные, для них длина фотопериода безразлична (томат, одуванчик и т.д.).

Однако современные научные данные опровергают предложенную классификацию культур на фотопериод. Они получены в лаборатории светофизиологии и светокультуры АФИ учеником Н.И. Вавилова чл. корр. ВАСХНИЛ Борисом Сергеевичем Мошковым. Здесь же в течение нескольких десятков лет ведутся опыты по определению потенциальной продуктивности растений в строго контролируемых по всем параметрам искусственных условиях, в т.ч. и по условия освещения. Все это осуществляется в специальных камерах, на специальных установках. Растения изолированы от солнечного света и находятся под влиянием света от ламп накаливания, который проходит с целью снятия избыточного тепла через водяные экраны.

Так, например, выращивая растения томатов в таких условиях, удалось получить урожайность 180 кг/кв.м в год, тогда как в лучших теплицах страны, снимая два урожая получают по 20-25 кг/кв.м. В экспериментах АФИ собрано 6-7 урожаев в год. До минимума сведен разрыв между биологическим и хозяйственным урожаями - 80% общего урожая приходится на долю плодов. Однако пока затраты 1 руб/кг - дороговато.

А каковы результаты по злакам? Здесь открыты новые свойства растений по реакции на световой фактор - яровые и озимые формы понятие относительное. Выращивание злаков под искусственным солнцем наводит и на другие размышления: попав в такие условия, озимые пшеницы дают урожай за 120-170 суток, вместо 240-360 дней, яровые - в течение 45-60 суток вместо 120-150 дней.

Каждое зерно в естественных условиях дает 18-20, максимум 25 зерен, а здесь в опытах одно зерно озимой пшеницы Аврора дает 4000-5000 зерен, т.е. 50-90 продуктивных стеблей. Таким образом, урожайность в пересчете на 1 га достигает 150 центнеров. Результаты этих опытов представляют не только чисто научный интерес, но и практический - в особенности для селекционного процесса. Да и потенциальные возможности свидетельствуют о том, что можно использовать ФАР, т.е. повышать коэффициент до 8%, тогда как в производстве он сейчас равен 0,5-1,0%.

Увеличение коэффициента использования ФАР биоценозами - важнейшая задача сельскохозяйственной науки и практики. В настоящее время ведутся упорные исследования по выяснению принципов преобразования солнечной энергии в потенциальную химическую энергию с целью овладения управлением этого удивительного механизма. Ведь повышение КПД фотосинтеза хотя бы на 1-2% дало бы огромный эффект удвоения урожаев сельскохозяйственных культур. Это позволило бы создать системы искусственной утилизации солнечной энергии. Эти исследования выполняются под руководством академика А.А. Красновского в Институте биохимии имени А.Н. Баха и Институте почвоведения и фотосинтеза.

3. Возможности регулирования светового режима

Световой режим в условиях земледелия может регулироваться крайне ограниченно:

- размещение светолюбивых и теплолюбивых культур на южных склонах;
- изменение густоты стояния растений путем уменьшения норм высева в условиях улучшающейся культуры земледелия;
- выбор оптимального направления рядков при посеве (лучше световой поток используется при размещении с запада на восток);
- искусственное изменение освещенности в условиях закрытого грунта;
- подбор сортов с разной длиной вегетационного периода.

Тема 6: «ПИЩЕВОЙ РЕЖИМ ПОЧВЫ И ЕГО РЕГУЛИРОВАНИЕ»

1. Современные взгляды на питание растений

2. Потребность с.-х. растений в различных элементах минерального питания, запас их в почве и доступность растениям.

3. Влияние почвенной микрофлоры на поглощение растениями элементов питания.

4. Динамика макроэлементов в земледелии

5. Почвенный раствор, его состав, концентрация и реакция почвенного раствора.

6. Пути регулирования пищевого режима.

1. Современные взгляды на питание растений

Пищевым режимом почвы называется совокупность всех явлений поступления питательных веществ в почву, взаимодействие их с почвой и их превращения в ней, передвижение их в почвенных горизонтах и расход из почвы. Динамика содержания питательных веществ в почве в течение определенного промежутка времени - есть пищевой режим почвы.

1. Питание - это обмен веществ между растениями и окружающей средой. В результате питания осуществляется переход веществ из окружающей среды в состав растительных тканей, в состав сложных органических соединений, синтезируемых растениями и выделение ряда веществ в окружающую среду.

Полное питание растений осуществляется в результате сочетания двух неразрывно связанных процессов питания: воздушного - поглощение углекислого газа из атмосферы и корневого - поглощение из почвы элементов минерального питания. Поглощение углекислого газа зависит от обеспеченности элементами минерального питания, а корневое питание - от обеспеченности продуктами фотосинтеза. На питание растений также оказывает существенное влияние тепло, свет, влага, реакция почвенной среды, деятельность почвенной микрофлоры, содержание питательных

веществ, форма и соотношение минеральных элементов почвы, а также биологические особенности возделываемых растений.

На питание растений оказывают влияние и агрофизические свойства почвы (строение, структура, плотность сложения), приемы обработки почвы, севообороты, что делает необходимым рассмотрение этого вопроса не только в агрохимии, но и в земледелии.

Растения обладают автотрофным типом питания, т.к. в процессе жизнедеятельности они самостоятельно синтезируют органические вещества из усвоенных минеральных солей, воды и углекислого газа. Сбалансированное поступление в растение всех элементов питания обеспечивает последовательность и сопряженность всех биологических реакций и физиологических функций организма, что обеспечивает максимальную продуктивность растений. В настоящее время около 20 элементов относят к необходимым элементам питания растений. Это водород, натрий, калий, медь, магний, кальций, цинк, бор, углерод, азот, фосфор, кислород, сера, молибден, хлор, иод, марганец, железо, кобальт, (H, Na, K, Si, Mg, Ca, Zn, B, C, N, P, O, S, Cl, J, Mn, Fe, Co). Без этих элементов растения не могут полностью закончить цикл своего развития и они не могут быть заменены другими элементами.

2. Потребность с.-х. растений в различных элементах минерального питания, запас их в почве и доступность растениям

Максимальную продуктивность сельскохозяйственных культур можно получить лишь при полном и бесперебойном удовлетворении растений в элементах питания (наряду с другими факторами жизни). Эту потребность в течение жизни и по отдельным периодам принято выражать содержанием элементов пищи в урожае. По данным М.В. Катальмова средний химический состав молодых растений характеризуется следующим содержанием элементов питания в процентах к сухому веществу : С- 42,1; О - 37,9; Н - 5,5; N - 4,3; S - 0,3; P - 0,1; Mg -0,3; K - 5,5; Ca - 0,6; Fe - 0,03; Mn - 0,01; B - 0,001; Си -0,001; Zn - 0,002; Мо - 0,0002.

При недостатке любого из этих элементов нарушается жизнедеятельность растений и снижается продуктивность или гибнет растение.

При оптимальных условиях возделывания растений потребность в элементах питания зависит от величины урожая, вида и сорта растений, его возраста, уровня агротехники, от свойств почвы и ряда других причин.

1. Вынос элементов питания с урожаем основной продукции (кг в 1т)

Культура	Основная продукция	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Озимая пшеница	Зерно	37	13	20
Яровая пшеница	Зерно	47	12	18
Озимая рожь	Зерно	31	14	26

Продолжение таблицы 1

Кукуруза	Зерно	34	12	37
Горох	Зерно	66	16	20
Люпин	Зерно	68	19	47
Лен	Семена	106	53	93
Сахарная свекла	Корнеплоды	5,9	1,8	7,5
Картофель	Клубни	6,2	2,0	14,5
Клевер красный	Сено	19,7	5,6	15,0

Ежегодный вынос урожаем отдельных элементов пищи растений покрывается из почвенных запасов. Они значительно выше, чем вынос их одним урожаем.

Различные типы почв отличаются по составу минеральной части, по количеству и составу органического вещества. Поэтому содержание основных элементов питания растений в различных почвах различно.

2. Валовой запас питательных веществ в различных почвах

Почва	N		P ₂ O ₅		K ₂ O	
	%	т/га	%	т/га	%	т/га
Дерново-подзолистые песчаные	0,02-0,05	0,6-1,5	0,03-0,06	0,9-1,8	0,5-0,7	15-21
Дерново-подзолистые суглинистые	0,05-0,13	1,5-4,0	0,04-0,12	1,2-3,6	1,5-2,5	45-75
Чернозем	0,2-0,5	6-15	0,1-0,3	3,0-9,0	2,0-2,5	60-75
Серозем	0,05-0,15	1,5-4,5	0,08-0,2	2,4-6,0	2,5-3,0	75-90

Несмотря на значительный запас азота, фосфора и калия в почве, основная масса их находится в почве в виде недоступных или малодоступных соединений для питания растений. 99% N содержится, главным образом, в форме сложных органических веществ (гумусовые вещества, белки), большая часть P (больше 99%) входит в труднорастворимые минеральные соединения и органические вещества, а основная часть калия (98-99,5%)

- в нерастворимые амоносиликатные минералы. Общий запас элементов питания характеризует лишь потенциальное плодородие. Для оценки эффективного плодородия важное значение имеет содержание в почве питательных веществ в доступной для растений формах: N -1%, P - меньше 1%, K - 0,5-2%. Помимо этого, из подвижных форм питательных веществ почвы и из растворимых удобрений растения могут использовать N - 30-40%; P - 10-15% и K - 25-35%.

3. *Влияние почвенной микрофлоры на поглощение растениями элементов питания*

Почвенная микрофлора оказывает большое влияние на поглощение растениями элементов питания. Микроорганизмы, населяющие почву, осуществляют в ней различные микробиологические процессы. Так, серобактерии осуществляют процесс сульфотификации - окисление сероводорода, элементарной серы до серной кислоты, которая способствует переводу труднорастворимых минеральных солей, особенно фосфатов, в растворимые, а соединяясь с основаниями, образует сульфаты, которые используются растениями.

Железобактерии осуществляют превращение солей закисного железа в окисные, а также способны окислять соли марганца.

Существуют специфические микроорганизмы, способные использовать питательные элементы из сложного органического вещества - гумуса, в результате чего питательные вещества, входящие в его состав минерализуются и служат питанием для растений.

В почве наблюдается сочетание различных групп и видов микроорганизмов, разрушающих клетчатку, пектиновые вещества. Эти процессы проходят при разложении соломы, при обработке волокнистых растений (мочка льна) при помощи уробактерий. Эти бактерии превращают мочевины в углекислый аммоний.

В процессе жизнедеятельности растения выделяют в почву различные минеральные соли, сахара, органические кислоты, аминокислоты, витамины, ростовые вещества, которые в свою очередь служат пищей для микроорганизмов. В результате этого в непосредственной близости от корневых систем высших растений создается ризосфера - зона, благоприятная для развития почвенных микроорганизмов. Преобладающая группа ризосферной микрофлоры - неспоровые бактерии: азотобактер, клубеньковые, фотосинтезирующие. Здесь накапливаются и другие представители азотофиксирующей флоры: масляно-кислые бактерии, микобактерии, водоросли.

Помимо вышеуказанных микроорганизмов в ризосфере накапливаются и другие группы микроорганизмов, осуществляющие аммонификацию - процесс разложения органического азота до аммиака. В этом процессе участвуют гетеротрофные бактерии, актиномицеты и грибы. В процессе аммонификации используются белки, аминокислоты, нуклеиновые кислоты, мочевины и др.

Нитрификацию обеспечивают 2 группы бактерий - нитрозные (*Nitrosomonas*, *Nitrosococcus*) и нитратные (*Nitrobacter*). Это процесс окисления аммиачных солей до нитратов.

Денитрификацию осуществляют бактерии *Pseudomonas denitrificans*, *Chromobacterium* ? Это процесс восстановления нитратов до молекулярного

N или аммиака. Благодаря этому в почве накапливается большое количество доступных растениям элементов минерального питания.

При определенных условиях прикорневая микрофлора может наносить вред растению. При широких масштабах своего развития они могут использовать для своего питания некоторое количество минеральных соединений в ущерб растениям. Такая ситуация может быть при внесении в почву соломы или соломистого навоза с широким соотношением C:N.

Биологическое закрепление питательных элементов непродолжительно. После отмирания клетки микроорганизмов минерализуются и питательные вещества освобождаются для последующего использования растениями. В результате отмирания в почве может оставаться до 8 т/га микроорганизмов.

4. Динамика макроэлементов в земледелии

4.1. Динамика азота в земледелии

Азот в почву поступает:

1. С выпадающими осадками в форме аммиака и окислов азота. За год в почву может поступать от 3 до 16 кг/га.

2. Связывание азота свободноживущими бактериями (*Clostridium*, *Pasteurianum*, *Asotobacter*). Они связывают 2 г-30 и больше кг/га N.

3. Связывание азота клубеньковыми бактериями - клевер 167-187 кг/га; люцерна - 200 кг/га; люпин - 160 кг/га.

4. Высвобождение азота в процессе аммонификации, нитрификации и денитрификации в количестве до 250 кг/га доступного для растений.

4.2. Динамика фосфора в земледелии

1. В результате деятельности микроорганизмов в почвенном растворе увеличивается количество доступного фосфора. В результате выделения ими различных органических веществ; ферментов, участвующих в гидролизе минеральных фосфатов.

2. Существует группа культур, отличающихся способностью усваивать фосфор из труднодоступных соединений. К ним относятся: люпин, гречиха, горчица, горох, донник, эспарцет, конопля.

3. Применение фосфоробактерина способствует увеличению фосфора доступного для растений.

4. повышение кислотности почвы способствует переходу труднодоступных соединений в легкоусвояемые.

5. Применение серы, которая в результате сульфатации образует серную кислоту, способствует увеличению доступности фосфора в 2 раза.

6. С увеличением воды в почве увеличивается содержание водорастворимых фосфатов.

7. Повышается растворимость фосфатов в результате высушивания почвы.

8. Повышение температуры почвенного раствора значительно увеличивает растворимость фосфора.

9. Приемы обработки почвы, повышающие аэрацию усиливают деятельность микроорганизмов, тем самым способствуют мобилизации фосфорной кислоты.

10. Известь, напротив, способствует закреплению фосфорной кислоты в труднодоступные формы.

4.3. Динамика калия в земледелии

1. В почве катионы калия могут находиться в трех состояниях:

а) в диссоциированном в жидкой фазе или почвенном растворе; в таком состоянии они доступны растениям, могут легко вымываться их пахотного слоя;

б) в поглощенном или связанном физико-химически на поверхности почвенных коллоидов. Может обменно выделяться в почвенный раствор и становится доступным.

в) в органическом веществе растительных остатков. Может высвобождаться при минерализации органического вещества.

4. Почвенный раствор, его состав, концентрация и реакция почвенного раствора

Вода атмосферных осадков, поступающая в почву, всегда содержит некоторое количество растворенного CO_2 и O_2 , иногда следы азотной и азотистой кислоты, аммиака и некоторых других соединений. Вступая во взаимодействие с твердой и газообразной фазами почвы, вода извлекает из них растворимые вещества и образует почвенный раствор. Почвенный раствор представляет собой весьма подвижную динамическую и активную часть почвы, участвующую непосредственно в почвообразовательном процессе, биохимических и физико-химических реакциях почвы, в питании растений.

Важнейшими показателями почвенного раствора является его состав, концентрация, величина pH, осмотическое давление и окислительно-восстановительное состояние.

Почвенный раствор находится в постоянном взаимодействии с твердой и газообразной фазами почвы, корнями растений и поэтому состав и концентрация почвенного раствора являются результатом биохимических, физико-химических процессов.

Темп и направление указанных процессов подвержены сезонной изменчивости, поэтому состав почвенного раствора чрезвычайно динамичен.

Концентрация почвенного раствора невелика и составляет несколько граммов вещества на литр раствора. Исключение составляют засоленные почвы, в которых концентрация достигает десятков и даже сотен граммов на литр.

В почвенном растворе содержатся минеральные вещества, органические и органоминеральные. Из минеральных соединений в почвенный раствор входят анионы HCO_3^- ; CO_3^{2-} ; NO_3^- ; NO_2^- ; SO_4^{2-} ; Cl^- ; H_2PO_4^- ; HPO_4^{2-} и катионы: Ca^{2+} ; Mg^{2+} ; Na^+ ; NH_4^+ ; K^+ ; H^+ ; В сильно кислых почвах могут быть также Al^{3+} Fe^{2+} .

Из органических соединений в почвенном растворе могут быть водорастворимые вещества органических остатков и продукты их разложения, продукты жизнедеятельности микроорганизмов и растений (органические кислоты, сахара, аминокислоты, спирты, ферменты), а также гумусовые вещества. Соотношение минеральной и органической части почвенного раствора различно в разных почвах. Так, для болотных почв, подзолисто-болотных и целинных дерново-подзолистых почв характерно преобладание органических веществ, в черноземах эти компоненты равны, а в засоленных почвах минеральных соединений больше.

Реакция почвенного раствора и почвы в целом зависит от содержания в почвенном растворе кислот и оснований, способных к взаимному обмену с ионами H^+ , которые могут поглощаться почвенными коллоидами. Наличие ионов водорода в почвенном растворе образует активную кислотность, а поглощенные ионы H^+ почвой образуют потенциальную кислотность.

Активная кислотность выражается величиной рН, представляющей собой отрицательный логарифм концентрации ионов H^+ в растворе. Реакция почвенного раствора определяет кислотность почвы. По величине рН почвы делят на:

Сильнокислые рН	3-4
Кислые	4-5
Слабокислые	5-6
Нейтральные	6-7
Щелочные	7-8
Сильно щелочные	8-9

Нейтральную реакцию имеет чернозем, кислую - дерново-подзолистые, серые лесные и болотные почвы, щелочную - каштановые, сильно щелочную - солонцы.

6. Пути регулирования пищевого режима

- 1) Увеличение запаса питательных веществ с помощью внесения в оптимальные сроки и в оптимальных соотношениях компонентов пищи.
- 2) Устранение непроизводительных потерь питательных элементов.
- 3) Повышение коэффициента использования элементов питания.

4) Мобилизация больших запасов питательных элементов из почвы за счет активизации микробиологической деятельности (обработка почвы, своевременная и качественная).

5) Поддержание в почве реакции, близкой к нейтральной.

7) Создание в почве благоприятного водно-воздушного режима.

8) Соблюдение агротехники, позволяющее растениям в большей мере использовать элементы питания из почвы.

9) Правильное чередование культур в севооборотах, правильное размещение их на пахотных землях.

Тема 7: «Изучение методики, отбор и подготовка к анализу образцов почвы опытного поля БГАУ для определения агрофизических показателей плодородия почвы»

Для определения строения (сложения) пахотного слоя почвы методом капиллярного насыщения почвы в цилиндрах используются металлические цилиндры высотой 5 и 10 см и объемом 200 и 500 см³, которые входят в комплект бура АМ-27. С помощью его отбираются образцы почвы в ненарушенном строении.

Работу ведут в следующей последовательности. Перед выходом в поле цилиндры нумеруют и определяют массу каждого из них вместе с крышками.

В полевых условиях с цилиндра снимают крышки, вставляют его с кольцами в резак, сверху надевают крышку и загоняют с помощью молота через направляющую втулку в почву на нужную глубину. После этого с помощью рукоятки отделяют от общей массы почвы резак с цилиндром и цилиндр с помощью приспособления извлекают из резака, подрезают почву в цилиндре с торцов резак и закрывают крышками. Цилиндры помещают в ящик и транспортируют в лабораторию.

Одновременно с отбором таких образцов берут почву на влажность в алюминиевые стаканчики.

В лаборатории цилиндры взвешивают и ставят в ванночку на капиллярное насыщение. Для этого с цилиндра, держа его горизонтально, снимают нижнюю крышку, вместо нее накладывают кружок фильтровальной бумаги несколько большего диаметра. Вместо нижней крышки ставят сетку и цилиндр устанавливают вертикально на подставку, обернутую фильтровальной бумагой, в ванночку. Верхняя крышка при этом снимается. В ванночку заливается вода, но с таким расчетом, чтобы почва в цилиндрах ее не касалась. Капилляры почвы через фильтровальную бумагу постепенно заполняются водой. Насыщение продолжают до установления постоянной массы образца. Для определения момента окончания насыщения цилиндры ежедневно взвешивают (разница в массе не должна превышать 0,1 г).

При снятии цилиндры закрывают верхней крышкой и, поддерживая снизу, ставят на стол закрытым концом вниз. Почву, приставшую к

фильтровальной бумаге, счищают в цилиндр и закрывают его нижней крышкой. После взвешивания из цилиндра малым буром берут пробы почвы в алюминиевые стаканчики для определения ее влажности.

Тема 8: «Определение гранулометрического (механического) состава почвы по методу М.М. Филатова»

1. Вопросы для тестового контроля.

- 1.1. Понятие о механическом составе почвы и его значение для растений.
- 1.2. Классификация частиц, определяющих механический состав почвы.
- 1.3. Классификация почв по механическому составу почвы (по Качинскому).
- 1.4. Методики определения механического состава почвы.

2. Задание. 2.1. Изучить методики определения механического состава почвы. 2.2. Определить механический состав почвы. 2.3. Дать анализ полученных данных.

3. Методика выполнения

Для определения механического состава почвы используются различные методы: визуальный, электрический, гидравлический, ареометрический, автоматический метод с помощью прибора Седиграю - 5000 Д, и др.

Наиболее доступным для лабораторного определения механического состава почвы является метод Филатова М.М. Суть этого метода заключается в количественном определении основных групп почвенных частиц - песка, пыли, глины, а затем по их соотношению и определению механического состава почвы.

Определение глины основано на способности ее увеличиваться в объеме (набухать) при увлажнении, а песка – на зависимости между скоростью оседания частиц в жидкости и их размерами.

Для определения глины в сухой мерный цилиндр емкостью 50 мл насыпают почву, просеянную через сито с отверстиями 1 мм, так, чтобы, уплотняя легким постукиванием, она заняла объем 5 мл. В цилиндр пипеткой приливают 30 мл воды и 5 мл 1 н. раствора CaCl_2 (для коагуляции коллоидных частиц). Содержимое цилиндра тщательно размешивают стеклянной палочкой с резиновым кольцом на нижней ее части, доливают водой из промывалки до метки 50мл, смывая частицы почвы со стеклянной палочки и стенок цилиндра, и оставляют на 30 минут для отстаивания.

После отстаивания определяют приращение объема, а по таблице 26 установить процентное содержание глины в почве.

Для определения песка в мерный цилиндр емкостью 100 мл насыпают такую же почву, как и для определения содержания глины, уплотняя легким постукиванием до объема 10 мл, и приливают воду до отметки 100 мл.

Содержимое тщательно размешивают и стеклянной палочкой и оставляют на 1.5 мин для отстаивания. За это время частицы песка оседают на дно цилиндра, а мелкие частицы пыли и глины находятся во взвешенном состоянии в воде. Суспензию сливают, а к остатку в цилиндре снова приливают воду до 100 мл, хорошо размешивают и снова оставляют отстаиваться на 1.5 мин, после чего суспензию снова сливают.

Все эти операции повторяют до тех пор, пока вся вода в цилиндре после очередного отстаивания не станет совершенно прозрачной.

Определяют объем оставшегося в цилиндре песка, для чего измеряют линейкой вымытый объем и вычитают его из первоначального. Каждый миллилитр оставшегося песка в цилиндре соответствует содержанию 10% песка в почве.

По таблице 12, 13 или 15 устанавливают разновидность почвы по соотношению глины и песка.

Содержание средней и мелкой пыли в почве вычисляют вычитанием из 100% суммы процентного содержания глины и песка.

4. Выполнение работы

1. Результаты анализа

Наименование почвы или изучаемого варианта	Содержание, %			Разновидность почвы
	глины	песка	пыли	
1.				
2.				
3.				

2. Шкала для определения содержания физической глины в почве по увеличению ее объема

Увеличение объема, мл	Содержание глины, %	Увеличение объема, мл	Содержание глины, %
4.00	90.7	1.00	39.6
3.75	85.1	1.75	34.0
3.50	79.4	1.50	29.3
3.25	73.7	1.25	22.7
3.00	67.0	0.75	17.0
2.75	62.9	0.50	11.3
2.50	56.7	0.25	5.7
2.25	51.0	0.12	2.7
2.00	45.4		

Вывод

3. Шкала для определения механического состава почвы по соотношению физического песка и физической глины

Содержание в почве		Разновидность почвы
глины	песка	
1 часть	1-2 части	Глинистая
1 часть	3 части	Суглинистая тяжелая
1 часть	4 части	Суглинистая средняя
1 часть	5-6 частей	Суглинистая легкая
1 часть	7-10 частей	Супесчаная
1 часть	>10 частей	Песчаная

Дополнения к теме 8

Механический состав - содержание в почве частиц различной величины, которые классифицируются на: а) скелет почвы, б) мелкозем.

4. Классификация элементов механического состава почвы

Название механических элементов	Диаметр частиц, мм
а. Скелет почвы:	> 1
камни	> 3
гравий	1-3
б. Мелкозем почвы:	< 1
песок	1,0-0,05
пыль	0,05-0,001
ил	0,001-0,0002
коллоиды	< 0,0002
песок физический	> 0,01
глина физическая	< 0,01

5. Классификация почв по каменности (по Н.А. Качинскому)

Содержание частиц более 3 мм, %	Название почв по каменности	Тип каменности
<0.5	Некаменистая	Устанавливается по характеру скелетной части: почвы: валунные, галечниковые, щебенчатые
0.5-5.0	Слабокаменистая	
5.0-10	Среднекаменистая	
>10	Сильнокаменистая	

Известен ряд классификаций почв по гранулометрическому составу. **Наиболее распространена классификация Качинского Н.А.** В основу своей классификации он заложил разделение механических элементов почвы на физический песок и физическую глину. Частицы почвы более 0,01 мм принято считать физическим песком, а менее 0,01 мм - физической глиной. Такое деление обусловлено резким изменением свойств между частицами соответствующих размеров.

Так как чаще всего почва состоит из смеси крупных и мелких частиц, то по соотношению физического песка и физической глины определяется механический /гранулометрический/ состав почвы.

6. Классификация почв по механическому составу (по Качинскому)

Мехсостав	Содержание			
	физической глины, %		физического песка, %	
	1	2	1	2
Рыхлопесчаная	0-5	0-5	100-95	100-95
Связнопесчаная	5-10	5-10	95-90	95-90
Супесчаная	10-20	10-20	90-80	90-80
Легкосуглинистая	20-30	20-30	80-70	80-70
Среднесуглинистая	30-40	30-45	70-60	70-55
Тяжелосуглинистая	40-50	45-60	60-50	55-40
Легкоглинистая	50-65	60-75	50-35	40-25
Среднеглинистые	65-80	75-85	35-20	25-15
Тяжелоглинистые	> 80	>85	<20	<15

1 - почвы подзолистого типа почвообразования

2 - почвы степного типа почвообразования

7. Отношение сельскохозяйственных культур
к механическому составу почвы

Астения, предпочитающие почвы			
песчаные и супесчаные	средне- и легко-суглинистые	структурные тяжело-суглинистые и глинистые	малоструктурные и слитые тяжело-суглинистые и глинистые
озимая рожь картофель сераделла эспарцет люцерна желтая	овес просо рожь гречиха ячмень подсолнечник горох, соя картофель табак, томат	сахарная свекла пшеница ячмень кукуруза рожь подсолнечник лен конопля вика, соя, клевер	кукуруза донник люцерна синегибридная

Тема 9: «Определение коэффициента водопотребления и влагообеспеченности культуры»

1. Вопросы для тестового контроля:

- 1.1. Понятие об эрозии почв и факторах от которых она зависит.
- 1.2. Агротехнические приемы предотвращения эрозии почв.
- 1.3. Источники поступления и расхода воды из почвы.
- 1.4. Суммарное водопотребление и его определение.
- 1.5. Понятие о коэффициенте водопотребления и его определение.
- 1.6. Определение общей и доступной влаги в метровом слое почвы.
- 1.7. Максимальная гигроскопичность почвы и методы ее определения.
- 1.8. Определение доступной влаги в метровом слое почвы.
- 1.9. Факторы, определяющие расход воды растениями.
- 1.10. Агротехнические меры для снижения непродуктивности расхода влаги.

2. Задание: 2.1. Изучить методику суммарного расчета суммарного водопотребления и коэффициента водопотребления. 2.2. Провести расчет названных показателей с использованием исходных данных.

3. Исходные данные

Максимальная гигроскопичность в % для слоев почвы:

- 0-20 см - 3,8; 3,9; 4,0; 4,1
 20-50 см - 8,8; 9,0; 9,3; 9,5
 50-100 см - 9,2; 9,6; 9,8; 10,0

Влажность завядания ($B_{уз}$) служит нижней границей продуктивной влаги. Ее находят как произведение величины МГ почвы на коэффициент 1,34 или 1,5.

Влажность завядания растений зависит от свойств почвы (в частности от плотности сложения), вида растений и даже фазы развития растений. В агрофизике такие разносторонние данные пока еще не определены. Обобщая данные многих авторов В.Ф. Вальков (1986) предлагает использовать коэффициенты завядания в интервале: для донника, сорго, суданской травы, люцерны 1,2-1,4; для льна, пшеницы, ячменя, проса 1,4-1,6; подсолнечника, картофеля, овса, кукурузы, гречихи, сои 1.6-1.8.

Определив влажность почвы (W) и ее плотность сложения d_0 в любую фазу роста и развития, можно рассчитать по формуле 30 (стр.10) запас продуктивной влаги и в соответствии со шкалой Н.А. Качинского определить обеспеченность ею растений.

Запас продуктивной влаги в начале вегетации определяется в слое почвы 0-20 см. По мере развития корневой системы этот показатель определяется в метровом слое почвы.

1. Урожайность полевых культур и количество осадков за вегетацию

Культура	Вариант задания	Урожайность, т/га		Выпало осадков за вегетацию, мм, ΣQ
		фактическая, Уф	планируемая, Уп	
Картофель	1	12	18	150
	2	14	20	170
	3	15	25	160
	4	16	30	210
Ячмень	5	2,5	3,5	100
	6	2,8	4,0	110
	7	3,0	4,5	120
	8	3,2	4,6	30
Лен (соломка)	9	2,4	2,8	80
	10	2,6	3,0	90
	11	2,8	3,2	100
	12	3,0	3,4	120
Клевер (сено)	13	4,0	5,0	100
	14	4,0	6,0	110
	15	5,0	7,0	120
	16	5,0	8,0	110

2. Влажность почвы (W) и плотность сложения (do) по культурам

Культура	Начало вегетации (W ₁ , do)			Конец вегетации (W ₂ , do)		
	Слои почвы, см					
	0-20	20-50	50-100	0-20	20-50	50-100
Влажность почвы, %						
Картофель	17	19	18	12	13	15
Ячмень	18	19	20	9	10	13
Лен	19	20	21	11	13	14
Клевер	19	21	20	8	12	11
Плотность сложения, г/см ³						
1	2	3	4	1	2	3
Картофель	1,10	1,40	1,50	1,35	1,40	1,48
Ячмень	1,20	1,45	1,50	1,35	1,40	1,49
Лен	1,25	1,40	1,55	1,40	1,50	1,51
Клевер	1,30	1,45	1,47	1,45	1,45	1,52

3. Транспирационный коэффициент (K_T) и коэффициент пересчета товарной продукции на сухое вещество (K_п)

Коэффициент	Картофель	Ячмень	Лен	Клевер
K _T	500	403	415	600
K _п	0,22	0,86	0,85	0,84

4. Расчет суммарного водопотребления и коэффициента водопотребления (для слоя почвы 0-100 см)

№ п/п	Показатель	Символ и формула	Един. измерен.	Культура		
1	Содержание воды в почве в начале вегетации	$W_H = \sum \frac{W_1 \cdot d_0 \cdot h}{10}$	мм			
2	Содержание воды в почве в конце вегетации	$W_{\hat{E}} = \sum \frac{W_2 \cdot d_0 \cdot h}{10}$	мм			
3	Сумма осадков за вегетацию	$\sum Q$	мм			
4	Суммарный расход воды за вегетацию	$\sum P = W_H - W_K + \sum Q$	мм			
5	Коэффициент водопотребления	$K_B = \frac{\sum P}{Y_\phi}$	-			
6	Продуктивный расход влаги	$P_{II} = \frac{Y_\phi \cdot K_T \cdot K_{II}}{100}$	мм			
7	Непродуктивный расход воды	$P_{HI} = \sum P - P_{II}$	мм			
8	Планируемый урожай	Уп	т/га			

Продолжение таблицы 4

9	Суммарный расход воды для планируемого урожая	$\sum P_{\text{ПУ}} = K_{\text{В}} \cdot Y_{\text{П}}$	мм			
10	Содержание недоступной для растений влаги	$W_{\text{нд}} = \frac{B_{\text{вз}} \cdot d_0 \cdot h}{10}$	мм			
11.	Баланс воды	$B = \pm \sum P_{\text{ПУ}} - (W_{\text{н}^+} \sum Q - W_{\text{нд}})$	-			

Дополнения к теме 9.

У растений есть период роста и развития, в который требуется максимальное количество воды. Такой период получил название критическим периодом, так как недостаток продуктивной влаги в это время очень сильно снижает продуктивность культур. Такой период у зерновых культур наступает в фазу выхода в трубку - колошение, у зернобобовых и гречихи - цветение, у картофеля – цветение - клубнеобразование, у кукурузы - цветение-молочная спелость.

5. Оценка запасов продуктивной влаги проводится по шкале Качинского

Оценка запасов влаги, мм			
Для слоя 0-20 см		Для слоя 0-100 см	
Хорошие	> 40	Очень хорошие	> 160
Удовлетворительные	20-40	Хорошие	160-130
Неудовлетворительные	< 20	Удовлетворительные	130-90
		Плохое	90-60
		Очень плохое	< 60

В практике часто о нормальной обеспеченности растений водой судят по ее обеспеченности относительно показателя НВ для конкретной почвы.

6. Оптимум влажности почвы для различных культур (Вальков, 1986)

Содержание воды в почве, % НВ			
>100	100-80	80-70	70-60
Рис	Огурцы	Картофель	Сахарная свекла
		Гречиха	Люцерна
		Горох	Пшеница
		Капуста	Рожь
		Клевер	Ячмень
		Овес	Подсолнечник
		Кукуруза	

7. Шкала оценки водопроницаемости

Длительность впитывания 1000 м ³ /га, час	Оценка
< 1	очень высокая
1-3	высокая
3-6	наилучшая
6-12	хорошая
12-24	пониженная
> 24	низкая

Если при определении водопроницаемости почвы на приборе Васильева-Доспехова за 1 час почва пропускает при напоре столба жидкости 5 см и температуре 10⁰С > 1000 мм - это провальная водопроницаемость, если 500-100 - излишне высокая, 100-500 - наилучшая, 70-100 - хорошая, 30-70 - удовлетворительная, < 30 мм - неудовлетворительная

Коэффициент водопотребления - количество влаги, затрачиваемое на формирование единицы сухой биомассы. Этот коэффициент специфичен для каждой культуры и меняется в зависимости от климатических особенностей вегетационного периода, уровня почвенного плодородия, доз удобрений и других факторов. Для озимой пшеницы, ржи, ячменя, овса, а также для картофеля этот коэффициент равен 350-400, для кормовой свеклы, моркови, капусты, кукурузы, вико-овсяной смеси на зеленый корм - 300-400, для многолетних трав на сено - 500-700.

Суммарное водопотребление - это общее количество влаги в м³, расходуемое растениями на формирование урожая с единицы площади.

8. Суммарное водопотребления сельскохозяйственных культур для районов европейской части Нечерноземной зоны РСФСР, м³/га (Каюмов, 1977)

Культура	Характер года		
	влажный	средний	сухой
Озимая пшеница	375-450	400-500	500-525
Озима рожь	400-425	425-450	450-550
Яровая пшеница	350-400	400-465	435-500
Ячмень	375-425	435-500	470-530
Овес	435-480	500-550	530-590
Кукуруза (зеленая масса)	35-50	44-65	50-70
Картофель	80-85	110-115	120-130
Сахарная свекла	75-85	100-115	115-130
Лен (соломка+семена)	240-250	300-310	370-380
Капуста поздняя	65-75	80-90	90-100
Морковь	65-100	80-120	90-130
Свекла столовая	50-75	60-90	65-100
Многолетние травы (сено)	500-550	600-650	700-750
Многолетние травы (пастбища)	125-140	150-165	175-190

Коэффициент поглощения воды почвой из атмосферных осадков 0.5-0.7.

Выводы и предложения

Тема 10: «Определение физико-механических свойств почвы (липкости, пластичности, влажности структурообразования), влияющих на качество обработки почвы»

1. Вопросы для тестового контроля

- 1.1. Липкость почвы и методика ее определения.
- 1.2. От чего зависит липкость почвы.
- 1.3. Агротехнические приемы, уменьшающие липкость почвы.
- 1.7. Пластичность почвы. Нижний и верхний предел пластичности почвы: методика их определения.
- 1.8. Физическая и биологическая спелость почвы: их значение и методика определения.
- 1.9. Влияние физико-механических свойств почвы на качество ее обработки.
- 1.10. Мероприятия, улучшающие физико-механические свойства почвы.

2. Задание: 2.1. Изучить методики определения физико-механических свойств почвы: 2.2. Определить липкость почвы и дать анализ полученным данным. 2.3. Определить пластичность почвы. 2.4. Дать комплексную оценку анализируемых образцов по агрофизическим показателям и разработать систему мер по их улучшению.

3. Методика выполнения

Для определения липкости почвы используется прибор Н.А. Качинского. Для этой цели берут 100 г воздушно-сухой почвы, просеянной через сито с отверстиями в 1 мм. Навеску помещают в фарфоровую чашку и доводят до определенной влажности, доливая воду. Например, при МГ почвы 3,0%, необходимо определить липкость при влажности почвы 18%. В этом случае к навеске надо долить 15 см³, так как 3 см³ воды в почве уже

имеется. Необходимо определить липкость при разных значениях влажности почвы, начиная с той, при которой диск не будет прилипать к почве.

После доливания воды в почву, ее в чашке тщательно перемешивают, переносят в специальную чашку с ровным дном и прикладывают к ней диск всей поверхностью. Отпустив арретир прибора, на диск кладут гирию для более полного соприкосновения его с почвой. Через минуту гирию снимают и в тигель осторожно насыпают песок до момента отрыва диска. Почву вновь переносят в фарфоровую чашку, увлажняют и определяют липкость по количеству песка. Массу песка делят на площадь диска и рассчитывают липкость в г/см².

$$L = \frac{P}{S}$$

где L - липкость, г/см²;

P - усилие, затраченное на отрыв диска, г;

S - площадь диска, см².

Для более полного представления изучаемых явлений одновременно с липкостью определяется и пластичность почвы, ее нижний и верхний предел.

3.1. Нижний предел пластичности

Из почвы скатывают шарик, помещают на стекло и осторожно без нажима раскатывают его в шнур диаметром 3 мм. Влажность нижнего предела пластичности определяют как среднее арифметическое значение из двух значений - когда шнур распадается на кусочки 8-10 мм и когда он образуется.

3.2. Верхний предел пластичности

Определяется с помощью прибора (балансирного конуса) А.М. Васильева. Для этого почву помещают в алюминиевый стаканчик и опускают на нее конус. Влажность почвы, при которой конус погружается в нее на 10 мм за 5 секунд соответствует верхней границе пластичности. При меньшем погружении - в почву добавляют воду, при большем - добавляют сухую почву или подсушивают. После этого в алюминиевый стаканчик отбирают пробу почвы и определяют влажность.

Затем рассчитывают число пластичности (ЧП), которое равно разности между влажностью почвы при верхнем пределе пластичности ($W_{вп}$) и влажностью при нижнем пределе пластичности ($W_{нп}$).

$$\text{ЧП} = W_{вп} - W_{нп}$$

Влажность структурообразования – это влажность почвы, при которой образуется наибольшее количество агрономически ценных агрегатов размером 0,25-7 мм.

Для определения влажности структурообразования берут несколько навесок (по 100 г) воздушно-сухой, пропущенной через сито с отверстиями диаметром 0,25 мм почвы и помещают их в фарфоровые или стеклянные чашки. Затем в чашки доливают возрастающее количество воды для получения различной степени увлажнения почвы. Одновременно с добавлением воды почву энергично перемешивают до тех пор, пока прекратится образование агрегатов. После этого почву высушивают до воздушно-сухого состояния и просеивают (отдельно из каждой чашки) через набор сит с диаметром отверстий 7; 5; 3; 1; 0,5; 0,25 мм. Остаток на каждом сите взвешивают и по полученным данным рассчитывают показатель структурообразования (ПС), который представляет собой отношение массы фракций от 0,25 до 7 мм (С) к суммарной массе агрегатов крупнее 7 мм и меньше 0,25 мм (Б).

$$ПС = \frac{С}{Б},$$

4. Выполнение работы

Название разновидности почвы (варианты):

- 1. Легкосуглинистая почва**
- 2. Среднесуглинистая почва**
- 3. Супесчаная почва**

4.1. Липкость почвы

Площадь диска (см²) определяется по формуле:

$$S = \frac{\pi D^2}{4}$$

где π - отношение длины окружности к диаметру - 3,14;

D - диаметр цилиндра, см.

1. Определение липкости почвы

Показатели	Вариант и механический состав почвы	Влажность почвы (заданная), %					
		18	23	31	40	42	
Масса песка при отрыве диска, г	1. Легкосуглинистая	0	10	235	46	21	
	2. Среднесуглинистая	0	57	85	196	87	
	3. Супесчаная	0	63	220	43	12	
Липкость почвы, г/см ²	1. Легкосуглинистая						
	2. Среднесуглинистая						
	3. Супесчаная						

4.2. Пластичность почвы

2. Определение пластичности почвы

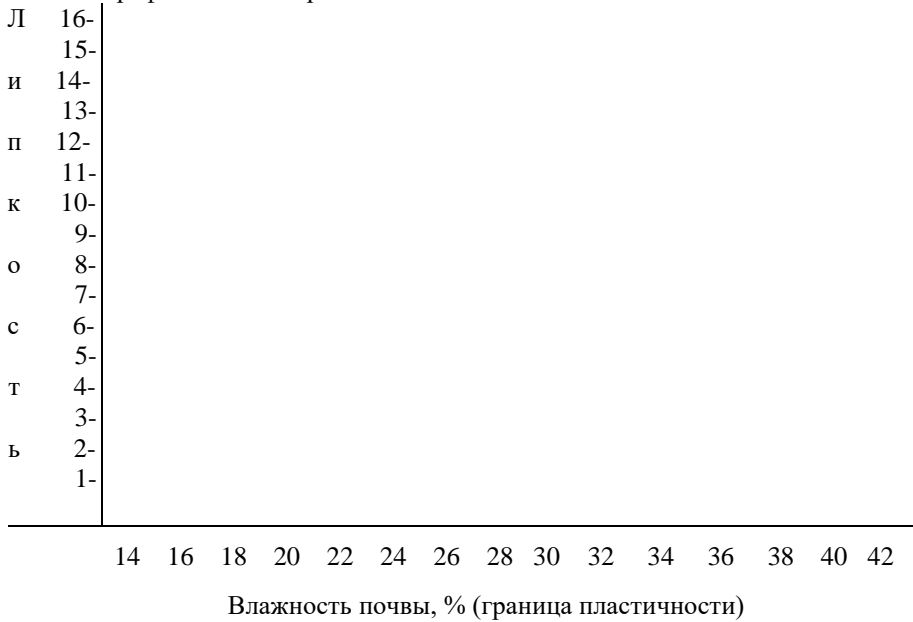
Вариант	Механический состав почвы	Предел пластичности:		Число пластичности, %
		верхний	нижний	
1.	Легкосуглинистая	28.9	24.8	
2.	Среднесуглинистая	35	26	
3.	Супесчаная	21.1	19	

4.3. Влажность структурообразования

3. Определение влажности структурообразования

Вариант	Влажность почвы, %	Масса (г) образовавшихся агрегатов, размером (мм)							Показатель структурообразования
		>7	7-5	5-3	3-1	1-0,5	0,5-0,25	<0,25	
легкосуглинистая почва	23	28,7	9,9	8,25	14,7	2,6	4,8	26,9	
	29	25,4	9,8	10,2	7,3	12,5	5,5	22	
	32	27,6	14,4	13	9,5	12,3	4,6	9,5	
	35								
среднесуглинистая почва	23	19,9	8,6	9,5	14,5	1,2	3,8	40	
	29	22,7	9,8	10,8	17,8	2,4	5,4	28,7	
	32	32,4	13,6	14,5	22,5	1,9	4,2	7	
	35								
супесчаная почва	23	11,9	5,05	5,5	13,3	8,8	10,4	41,4	
	29	21,5	11,2	14	21,1	5	7,7	19,7	
	32	56,4	6,3	7,1	12,6	3,8	4,8	12,8	

4.3. Графическое изображение влияния влажности на липкость почвы



5. Выводы по физико-механическим свойствам почвы, анализ данных, выбор оптимальных условий обработки почвы:

4. Дополнения к теме 10

4. Выбор показателей среднесуглинистых почв, при которых возможна их качественная обработка

Типы почв	Граница влажности		Интервал влажности	
	нижняя (глыбообразование)	верхняя (залипание)	агротехнически допустимый для обработки	высококачественной обработки
Серые лесные	14	24	15-23	17-18
Дерново-подзолистые	11	22	12-21	15-18

5. Классификация почв по липкости и пластичности

Почва	Липкость, г/см ²	Характеристика по липкости	Число пластичности	Характеристика по пластичности
Песчаная	< 2	Слабовязкие	0	Не пластичная
Супесчаная	2-5	Средневязкие	0-7	Слабопластичная
Суглинистая	5-15	Сильновязкие	7-17	Пластичная
Глинистая	> 15	Предельновязкие	> 17	Высокопластичная

Удельное сопротивление почв - это усилие, необходимое на подрезание пласта почвы, его оборот и трение о рабочую поверхность. Оно в зависимости от почв находится в пределах 0.18-1.2 кг/см². Дерново-подзолистые легкосуглинистые почвы имеют удельное сопротивление 0.18 кг/см², а глинистые - 0.68.

В зависимости от механического состава различные почвы имеют различное удельное сопротивление: легкие - 0.2-0.35; средние - 0.35-0.55; тяжелые - 0.55-0.8; очень тяжелые почвы - 0.8-1.2 кг/см².

РАЗДЕЛ 3 «СЕВООБОРОТЫ»

Затраты времени - 14 часов

Тема 1: «ВВЕДЕНИЕ СИСТЕМЫ СЕВООБОРОТОВ»

После рассмотрения и утверждения проекта системы севооборотов в предприятии приступают к их введению - перенесению проекта системы севооборотов на территорию хозяйства. Для этого на пашне хозяйства устанавливают границы севооборотов, предварительно вымерив их общую площадь. По углам севооборота устанавливаются репера (столбики с надписями, где указаны со стороны севооборота его номер и площадь). Каждый севооборот в соответствии с проектом разбивается еще на поля, которые также ограничиваются столбиками с указанием со стороны полей их номера, размера и номера севооборота. При введении севооборотов возможны некоторые отклонения от намеченных размеров площади

севооборотов и полей, вызванные особенностями землепользования, стремлением создать лучшие условия для полевых и транспортных работ и определенными трудностями при определении площади в полевых условиях. При всем этом отклонения размеров севооборотов и полей не должны превышать 3-5%.

При введении севооборотов проектируют и нарезают полевые дороги и скотопрогоны, обеспечивающие проведение транспортных работ с минимальным передвижением транспортных средств непосредственно по полю и беспрепятственный прогон животных на пастбища.

Тема 2: «ОСВОЕНИЕ СИСТЕМЫ СЕВООБОРОТОВ»

После рассмотрения и утверждения проекта системы севооборотов в предприятии, после их введения, приступают к разработке плана освоения или плана перехода к каждому севообороту - установление временного чередования культур и комплекса агротехнических мероприятий в период освоения севооборота. Для этого составляют так называемую переходную таблицу.

Освоение севооборота есть постепенный переход от существующей в хозяйстве структуры посевных площадей и системы севооборотов (если ранее были введены севообороты в хозяйстве) к вновь принятой структуре или вновь разработанной системе севооборотов. Период освоения севооборота зависит от многих причин и длится 2-4 года, а иногда и 5-8 лет. Определяющим фактором продолжительности освоения севооборота часто служит полное освоение зерно -травяного звена или продолжительность культуртехнических и мелиоративных мероприятий (удаление кочек, мелкой древесно-кустарниковой растительности, обработка почвы целинных или залежных земель при переводе их в пашню, химическая и водная мелиорация переувлажненных участков) при освоении новых земель.

Однако могут сложиться и такие условия, что полное освоение севооборота может осуществиться в один год. Это возможно при освоении севооборотов без многолетних трав и озимых зерновых культур в случае, если севооборот был введен ранее и также без многолетних трав и озимых.

При составлении переходной таблицы необходимо придерживаться некоторых принципов и определенной последовательности:

1. В таблице записать номера полей, их площади и культуры, занимаемые эти поля за последние 2 года. В данном случае эти культуры записываем в строчку предшественники, так как они будут являться предшественниками культур, которые будут размещаться по этим полям в первый год освоения. Если одно поле было занято двумя и более культурами, то необходимо указывать занимаемую площадь каждой культурой. Например, на первом поле площадью 100 га размещались две культуры - пшеница - 70 и картофель - 30 га. Причем, если севообороты в предприятии вводятся впервые, то любое из полей может быть занято несколькими

культурами с самым разнообразным набором культур. Если освоение новых севооборотов осуществляется по ранее введенным севооборотам, то, как правило, на каждом поле будет одна культура, реже - две, но образующих сборное поле (относящихся к одной биологической группе).

2. Далее, выделив в таблице поля с культурами незавершенного производства (озимые зерновые посева осени прошлого года и многолетние травы посева прошлых лет) необходимо переписать эти культуры на эти же поля, но на первый год освоения, в котором они будут убираться.

3. Потом необходимо выделить в осваиваемой схеме севооборота зерно -травяное звено (зерновая культура с подсевом многолетних трав и многолетние травы одно- двух- или трехгодичного использования) и размещается покровная культура (в данном случае зерновая культура, под покров которой подсевают многолетние травы) по хорошему предшественнику на любом поле, относительно чистом от сорняков. Разместив полностью зерно-травяное звено можно определить год полного освоения севооборота. Если такое звено занимает 3 поля (1. Ячмень + мн.травы 2. Мн.травы I г.п. 3. Мн.травы II г.п.),то освоение будет длиться 3 года. При 4-х польном звене (1. Ячмень + мн.травы 2. Мн.травы I г.п. 3. Мн.травы II г.п. 4. Мн.травы 3 г.п.) соответственно и 4 года.

Размещать покровную культуру необходимо целым полем, что предотвратит дробление полей и пестрополье.

4. Далее заполнять таблицу необходимо по каждому году последовательно, сначала на первый год освоения заполнить все поля в основном теми культурами, которые имеются в осваиваемой схеме севооборота и походят в соответствии с предшественниками (культура, занимающая поле в предыдущем году должна являться предшественником для культуры, которая будет занимать данное поле в первый год освоения, а культура, занимающая поле в первый год освоения должна являться предшественником для культуры второго года освоения и т.д.). При всем этом по лучшим предшественникам и на лучших по плодородию почвах необходимо в первую очередь разместить наиболее требовательные (доходные) культуры - лен, сахарную свеклу, озимую пшеницу.

Паровые поля размещают в последнюю очередь. Одновременно решается вопрос замены занятого пара чистым на участках, на которых планируется проводить культуртехнические мероприятия или мелиоративные работы или борьба со злостными сорняками.

Желательно все культуры в переходную таблицу заносить целыми полями в соответствии с осваиваемой схемой севооборота.

5. В годы освоения севооборота можно использовать не только основные и возможные предшественники, но и не рациональные, и чередование зерновых культур по зерновым при условии, что это приведет к скорейшему освоению севооборота и не нарушится структура посевных площадей.

При повторном размещении зерновых культур учитываются следующие особенности: первой зерновой культурой размещают более требовательную к условиям произрастания культуру (озимую пшеницу, ячмень) и по наилучшим предшественникам (чистым и занятым парам, многолетним травам, хорошо удобренным органическими удобрениями пропашным); второй зерновой культурой размещать менее требовательную к условиям произрастания и более устойчивую к болезням культуру (озимую рожь или овес).

Для более эффективной борьбы с сорняками желательное чередование озимых зерновых культур с яровыми зерновыми, т.е., если первой культурой в севообороте стоит озимая пшеница или рожь, то за ними нужно размещать овес, а если первой культурой стоит ячмень, то за ним - озимая рожь. После овса озимые на зерно размещать нельзя, так как он поздно созревает и убирается (третья декада августа) и, как правило, затягиваются сроки сева озимых, выходя за оптимальные (25 августа-15 сентября).

При размещении культур в годы освоения по неблагоприятным предшественникам и малопродуктивным почвам необходимо предусмотреть более высокую агротехнику (лучшую обработку почвы, систему удобрений и т.д.)

6. В случае, если в осваиваемой схеме севооборота имеются культуры, которые невозможно разместить в первый год освоения на полях осваиваемого севооборота из-за несоответствия срока уборки предшественника и срока сева последующей культуры (или любой другой причины), можно использовать другую культуру, которая имеется в структуре посевных площадей предприятия при условии, если не нарушаются другие принципы составления данной таблицы. А оставшиеся неосвоенными культуры нужно переносить в аналогичную таблицу для других севооборотов с учетом занимаемой ими площади.

7. Переходная таблица считается составленной правильно в том случае, если все культуры, которые имеются в осваиваемой схеме севооборота, размещены по полям севооборота с учетом площадей, по благоприятным предшественникам, но не обязательно в той последовательности, которую предусматривает схема осваиваемого севооборота. Важно наличие всех культур, которые имеются в осваиваемой схеме в один из годов освоения, который и считается годом полного освоения севооборота.

8. С момента полного освоения севооборота начинается первая его ротация - это промежуток времени, в течении которого на каждом поле севооборота осуществляется чередование культур в соответствии с осваиваемой схемой севооборота.

Число лет ротации соответствует числу полей севооборота. Ротация 7-ми полей севооборота длится 7 лет. Исключения составляют севообороты с выводными полями - это севообороты, в которых одно из полей выводится из общего чередования и занимает определенное количество лет (одну

ротацию) одной культурой, которая не снижает продуктивности при повторном возделывании (кукуруза, многолетние травы) с последующим введением этого поля в общее чередование и выведением другого. Продолжительность ротации пятипольного севооборота с выводным полем равна 25 лет при условии, если каждое поле выводится на 1 ротацию.

В севооборотах с большим количеством полей (7-9 полевые) можно выводить каждое поле из общего чередования не на полную ротацию, а на 3-4 года. В таком случае полная ротация 7-ми польного севооборота с выведением каждого поля на 4 года будет равняться 28 годам. Выводиться из общего чередования могут не все поля, а лишь их часть. Если в 7-ми польном севообороте выводятся 3 поля поочередно на 4 года каждое, то полная ротация такого севооборота будет длиться 16 лет.

Такой прием используется в севооборотах, имеющих разные по плодородию поля для его выравнивания, или в севооборотах, размещенных на почвах с очень низким естественным плодородием для его увеличения, или на почвах с плохими агрофизическими свойствами (бесструктурные, заплывающие и т.д.) для их улучшения, или на почвах с незначительным пахотным горизонтом (до 18-20 см) для их окультуривания.

9. Обязательным условием при составлении переходных таблиц является соблюдение в каждый год освоения структуры посевных площадей, что обеспечивает получение необходимого количества продукции растениеводства для более полного удовлетворения в них предприятия в целом. Допускаются отклонения как и при составлении схем севооборотов: внутри группы культур - +10%, а между группами - +5%.

Одновременно с составлением переходных таблиц разрабатываются для каждого года освоения отдельно и для каждой культуры в зависимости от почвенных условий, предшественника, степени засоренности системы обработки почвы, удобрений и защиты растений от вредителей, болезней, сорняков.

Севооборот считается освоенным полностью в том случае, если его освоение осуществлялось в соответствии с планом освоения и выполнялись все намеченные агротехнические мероприятия по увеличению продуктивности культур и повышению плодородия почвы.

План перехода к севообороту и ротационная таблица
севооборот № _____

Схема севооборота:

1. Занятый пар 100 га. 2. Озим. пшеница 100 га. 3. Картофель 100 га. 4. Ячмень 100 га.

Показатели	Размещение культур по полям							
	I	га	II	га	III	га	IV	га
Предшественники 20__г	Озим. рожь с подсевом мн. трав	100	Мн.тр. 1-го года пользова- вания	100	Мн.тр. 2-го года пользова- вания	100	Озимая рожь	100
Годы освоения 20__г								
20__г								
20__г								
20__г								
Годы рота- ции 20__г								
20__г								
20__г								
20__г								
20__г								
20__г								
20__г								
20__г								
20__г								

Анализ таблицы

Тема 3: «ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ СЕВООБОРОТОВ»

Основными показателями экономической оценки севооборотов являются:

1. Выход валовой продукции на 1 га пашни севооборота в пересчете на кормовые единицы и переваримый протеин.

2. Выход валовой продукции на 1 га пашни севооборота в зерновых единицах.

3. Выход основной продукции (ц) на 1 га пашни севооборота.

4. Выход валовой продукции на 1 га пашни в стоимостном выражении по ценам реализации.

5. Величина чистого дохода с 1 га севооборотной площади

6. Стоимость валовой продукции на 1 руб. затрат.

Расчет показателей экономической оценки каждого севооборота можно проводить по каждой культуре с учетом ее площади в севообороте или на 100 га посева каждой культуры при оценке всех севооборотов одновременно. Можно использовать общую (суммарную по всем севооборотам) посевную площадь каждой культуры при расчете оценочных показателей эффективности севооборотов в целом по хозяйству

Валовой сбор основной продукции любой культуры определяется умножением ее площади в севообороте на фактическую урожайность. Для оценки эффективности вновь освоенных севооборотов урожайность по культурам берут как до освоения, так и после освоения севооборота и расчет валового сбора продукции так же проводится до и после освоения. Все другие основные оценочные показатели эффективности севооборотов рассчитываются аналогично.

Валовой сбор побочной продукции любой культуры определяется по валовому сбору основной продукции, исходя из соотношения доли основной и побочной продукции в урожае данной культуры

Для определения валового сбора кормовых единиц и переваримого протеина по каждой культуре, необходимо содержание кормовых единиц и переваримого протеина в единице массы основной или побочной продукции (приложение 9) умножить на соответствующий валовой сбор этой продукции.

Суммарный сбор кормовых единиц и переваримого протеина по культуре в целом будет равен сумме кормовых единиц и переваримого протеина отдельно по основной и побочной продукции.

Для определения валового сбора зерновых единиц по каждой культуре, необходимо содержание зерновых единиц в единице массы основной или побочной продукции умножить на соответствующий валовой сбор этой продукции. Сложив количество зерновых единиц по всем культурам севооборота и разделив на общую его площадь, определяем выход зерновых единиц с 1 га севооборотной площади. Рассчитав таким образом выход зерновых единиц по бывшим и вновь освоенным севооборотам и сопоставив результаты, делается вывод о эффективности новых

севооборотов. Аналогичные расчеты проводятся при оценке эффективности сразу всех севооборотов

Более полную оценку продуктивности севооборотов можно дать после расчета валового сбора продукции в стоимостном выражении. Для этого валовой сбор основной и побочной продукции оцениваются по государственным закупочным ценам. Умножив валовой сбор основной и побочной продукции на закупочную стоимость единицы этой продукции, определяем стоимость валовой продукции. Сложив стоимость валовой продукции по всем культурам севооборота и разделив на общую севооборотную площадь, определяем тем самым выход валовой продукции в стоимостном выражении с 1 га. Сопоставляя между собой этот показатель других севооборотов, делается вывод о эффективности севооборотов.

При вычитании из стоимости валовой продукции, полученной с 1 (100) га, всех денежных затрат, пошедших на производство продукции с этой площади (себестоимость продукции), получается чистый доход. Сопоставляя величины получаемого чистого дохода по всем севооборотам, выделяются экономически самые выгодные.

Окупаемость затрат (рентабельность) определяется как отношение чистого дохода к себестоимости продукции, выраженная в процентах.

Дополнительно при оценке севооборотов можно рассчитывать затраты труда в человеко-часах или - днях на 1 га, а также выход продукции на один человеко-час или -день в стоимостном выражении.

По этим показателям производится сравнительная оценка существующих в предприятии севооборотов и вновь осваиваемых, в результате чего выявляется целесообразность разработки научно-обоснованной системы севооборотов в предприятии.

Тема 4: «ПРОМЕЖУТОЧНЫЕ КУЛЬТУРЫ В ЗЕМЛЕДЕЛИИ»

- 1. Значение промежуточных культур.**
- 2. Классификация промежуточных культур.**
- 3. Агроклиматические условия возделывания промежуточных культур.**
- 4. Особенности агротехники возделывания промежуточных сидеральных культур.**

1. Значение промежуточных культур (П.К.)

П.К. -это культуры, занимающие поле в свободный теплый период от возделывания основных с/х культур, включенных в схему севооборота. Их значение велико.

1) П.К. - дополнительный источник кормов для животноводства. Посев озимой ржи, озимого рапса и др. позволяет получить дополнительно 12-15 т зеленой массы или 40-50 ц к.ед./га и являются неотъемлемой частью

зеленого конвейера в крупных специализированных животноводческих хозяйствах.

2) П.К. позволяют более полно использовать агроклиматические ресурсы: солнечная радиация при их возделывании используется более продолжительное время и поэтому коэффициент использования ФАР возрастает на 30-40%.

Помимо этого наиболее рационально используется влага, хотя в зонах недостаточного увлажнения ПК могут оказывать отрицательное влияние на водный режим почвы для последующих культур. ПК предохраняют почву от перегрева, снижают скорость ветра и тем самым положительно влияют в целом на водный режим почвы. Так, пожнивныя посевы кукурузы снижают температуру почвы с 48⁰С до 25⁰С, снижают скорость ветра с 5 м/сек до 2 и способствуют сохранению относительной влажности воздуха в посевах на уровне 95% при 36% в сравнении с открытой поверхностью поля.

3) ПК важный источник органического вещества в почве, так как после их уборки на зеленый корм в почве остается 4-5 т/га пожнивных и кормовых остатков. Их можно использовать на зеленые удобрения (промежуточная сидерация), что в сочетании с соломой и другими источниками органических удобрений способствует повышению плодородия почвы.

В интенсивном земледелии промежуточная сидерация экономически выгоднее, чем самостоятельная ее форма.

В целом промежуточная сидерация вызывает усиление микробиологической активности почвы в 1,5-2 раза в результате чего увеличиваются запасы питательных веществ в почве в доступной для растений форме, улучшаются ее агрофизические свойства. При запашке 16.7 т/га зеленой массы горчицы белой содержание нитратного азота в почве возрастает на 28 мг/кг сухой почвы. Помимо этого, промежуточная сидерация и вообще ПК улучшают структуру почвы (донник увеличивает содержание водопрочных агрегатов в слое почвы 0-10 см на 12 - 13%, а озимые промежуточные культуры - на 7-10%).

По своей эффективности зеленое удобрение, выращенное на 1 га приравнивается к 30 т/га навоза.

4. ПК могут выполнять фитосанитарную роль, так как их возделывание оздоравливает почвенную среду для возделывания других культур. Дополнительная обработка почвы при их возделывании уничтожает сорные растения. Появившиеся после посева ПК сорняки сильно угнетаются загущенными их посевами и уничтожаются до созревания семян при уборке ПК на зеленый корм или запашке на зеленое удобрение.

Корневые выделения и продукта разложения зеленой массы ПК оказывают ингибирующее действие на проростки семян и вегетативных органов размножения сорняков (крестоцветные ПК на корневища пырея оказывают отрицательное влияние)

По данным МСХА им. Тимирязева засоренность посевов после пожнивных промежуточных культур снижается на 30-50% при резком

одновременном сокращении вегетативной массы сорняков. По их же данным насыщение плодосменного севооборота до 50% площади ПК засоренность посевов озимой пшеницы снижалась в 3 раза.

В специализированных севооборотах, и особенно зерновых, в которых их до 80%, промежуточные зернобобовые и крестоцветные культуры позволяют снизить пораженность зерновых культур корневыми гнилями в 1,5-2 раза.

Все это в конечном итоге способствует росту продуктивности с.-х. культур и снижению пестицидной нагрузки на окружающую среду.

При запашке зеленой массы горчицы белой урожайность клубней картофеля увеличивается на 30-50% при одновременном улучшении качества - повышении содержания крахмала и снижения поражения паршой и другими болезнями.

5. Лучше используются НРК, уменьшается вымывание NO_3 ,

6. При возделывании ПК резко сокращается эрозия почвы, так как сокращается промежуток времени с открытой поверхностью почвы. По своему почвозащитному эффекту ПК уступают лишь многолетним травам и почвозащитный коэффициент у них равен 0.25 единиц, при 1 у чистых паров и 0.08 у многолетних трав 1 г.п.

7. П.К. важное средство интенсификации земледелия, т.к. позволяет увеличивать выход продукции с единицы площади в 1.6-2.6 раза.

2. Классификация промежуточных культур

Классификация предложена Всесоюзным координационным совещанием в Волгограде в сентябре 1973 г. Промежуточные культуры делятся:

1. Озимые промежуточные культуры высеваемые осенью с использованием урожая весной следующего года на корм или зеленое удобрение до посева О.К.

2. Ранние яровые промежуточные культуры высеваемые рано весной с получением урожая в первой половине лета до посева О.К.

3. Поукосные посевы промежуточных культур проводят после уборки озимых и яровых на з.к., сено или силос в зависимости от продолжительности вегетации и величины урожая они могут быть ОК или П.К.

4. Пожнивные промежуточные культуры высевают летом после уборки озимых и яровых на зерно.

5. Подсевные -сеют под покров основных культур, а урожай используют в первый год выхода из-под покрова осенью или на второй год весной до посева ОК.

Наибольшее распространение имеют озимые промежуточные культуры. На их долю приходится 35-45% всех промежуточных посевов. Удельный вес поукосных и подсевных промежуточных культур в промежуточных посевах составляет по 25% каждого вида. На долю пожнивных посевов приходится до 15%.

3. Агроклиматические условия возделывания промежуточных культур

Большинство основных культур севооборота занимают поля в течении времени, которое составляет 50-70% от продолжительности общего периода вегетации. В Нечерноземной зоне после уборки зерновых культур послеуборочный период составляет часто более 2 месяцев. За это время выпадает до 100-150 мм осадков и сумма эффективных температур достигает 1000⁰С, что составляет 30-40% агроклиматических ресурсов. Этого вполне достаточно для получения дополнительного урожая некоторых культур.

Для получения высоких урожаев П.К. необходимо умело их подбирать с учетом их требования к теплу, влаге, элементам питания и почвам.

В условиях Брянской области сумма активных (эффективных) температур выше 10⁰С за вегетационный период составляет 2230⁰ (Навля)-2420⁰ (Севск) С. Зная сумму активных плюсовых температура за вегетационный период и сумму температур для основной культуры, путем установления разницы определяют климатические ресурсы для П.К.

Пример. Для выращивания озимой пшеницы в весенне-летний период требуется 1400⁰С; озимой ржи 1300⁰С, ячменя 1500⁰С, овса 1600⁰С. Следовательно остается неиспользованной эффективная температура от 630⁰ до 1120⁰ С и в связи с этим подбирают промежуточные культуры.

Вторым показателем, который учитывается при подборе П.К., являются запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы. Формирование высоких урожаев П.К. происходит при запасе влаги 125-175 мм. В Брянской области этот показатель составляет во второй декаде июля: Карачев -160, Почеп -148, Стародуб 102 мм, Красная Гора - 101 мм, в слое почвы 0-20 соответственно 33, 20, 20, 22 мм.

Среднее количество осадков выпавших со второй (половины) декады июля до конца вегетационного периода (октябрь) до 150 мм, что в сумме с запасами влаги в почве составляет максимум 325 мм, что свидетельствует о достаточном увлажнении для выращивания П.К.

Согласно всех показателей в комплексе в условиях южной части Н.З. можно выращивать следующие промежуточные культуры:

1. Озимые промежуточные культуры: озимая рожь, озимая пшеница, озимый рапс, озимая вика, озимая сурепица.

Они используются преимущественно на корм, но озимый рапс и озимая сурепица имеют укосную спелость на 8-10 дней раньше, чем рожь и пшеница, что используют для организации зеленого конвейера. Оз. рожь в Брянской области 26-30 тыс. га

2. Поживные и поукосные: горчица белая, люпин узколистный, редька масличная, озимый и яровой рапс, турнепс, горох + ове, вика + овёс.

3. Подсевные: сераделла, райграс однолетний, озимая вика, люпин однолетний и многолетний, горох, ценны их смеси.

4. Особенности агротехники возделывания промежуточных культур.

Основные положения их агротехники при выращивании на з/к или сидераты.

4.1. Озимые ПК

1. Размещать на хорошо окультуренных почвах после рано убираемых предшественников - однолетние травы, зерновые культуры. Посев проводить в оптимальные сроки (оз.рожь и пшеницу высевать на 7-10 дней раньше, чем на зерно). Оз.рапс и сурепицу - конец июля - начало августа.

2. Подготовка почвы - тщательная поверхностная обработка дисковыми орудиями на 10-12 см с последующим выравниванием и прикатыванием до посева.

Поверхностная обработка экономически выгоднее отвальной, но отвальную необходимо применять при внесении органических удобрений.

3. Вносят минеральные удобрения $N_{45} P_{60} K_{60}$, причем, фосфор и калий под предшествующую основную культуру, N_{20} - под предпосевную обработку, а N_{25} - весной в подкормку.

Если вносят органические удобрения, то перед посевом ПК в дозах на планируемую урожайность последующей культуры. В таких случаях под промежуточные культуры необходима вспашка.

4. Нормы высева в рабочей тетради на стр. 65, но увеличивается на 20-25%, а в засушливые годы глубина посева увеличивается на 2 см и более.

Озимые ПК освобождают поля рано (конец мая) и после них сеют поздние яровые культуры - кукурузу, картофель, гречиху, подсолнечник, просо, брюкву, смеси различных видов однолетних трав. Это на 30-40% повышает продуктивность пашни.

5. Не должно быть разрыва между уборкой ПК и посевом основной культуры. Каждый день промедления снижает урожай на 1,5-2 ц/га сухого вещества.

4.2. Пожнивные и поукосные ПК

1. Размещают их после однолетних трав на з/к, сено, ранний силос или после зерновых культур и чаще всего после озимых.

2. После уборки проводится поверхностная обработка дисками на 10-12 см, выравнивание и прикатывание.

3. Вносят NPK_{60} , причем, фосфор и калий - под предшествующую культуру, азот - под предпосевную культивацию. Под бобовые азот не вносят.

4. Посев проводят сплошным способом сразу после подготовки почвы (нормы на стр.65), но увеличенными нормами на 20-25%

Нормы высева семян следующие: горчицы белой -20-25 кг, редьки масличной 25-30, ярового рапса -10-12, озимого рапса, яровой и озимой сурепицы -8-10, райграса однолетнего 25-30 кг.

5. Уход - борьба с вредителями и особенно на крестоцветных ПК.

4.3. Подсевные ПК

Высевают под озимую рожь, ячмень, бобовые и бобово-злаковые травы на з/к, озимые зерновые. Сроки сева- люпин многолетний подсевают осенью (декабрь, октябрь). Сераделла, вика поперек посева озимых рано весной.

4. 4. Поукосные сидераты

Их высевают в основном в северных районах, где вегетационный период короткий. Поукосные посевы размещают на участках после уборки озимой ржи на зеленый корм и монокорм после первого укоса многолетних трав, после скашивания однолетних бобово-злаковых смесей на зеленую массу и других культур, убираемых на зеленую массу, силос и сенаж. В поукосных посевах можно применять все культуры, рекомендованные для пожнивных посевов. Однако, наиболее продуктивными в таких посевах являются культуры из семейства капустных (крестоцветных). Растительная масса может запахиваться поздно осенью на месте роста под яровые культуры полностью или в начале осени частично на корм (первый укос), а отросшую отаву поздно осенью - на удобрение.

4. 5. Подсевные сидераты

Они высеваются под покров зерновых культур поздно осенью (многолетний люпин) или рано весной под озимую рожь, пшеницу, однолетние травы (многолетний люпин, донник белый, сераделла, райграс). Норма высева подсеваемых культур: вики озимой - 80-100 кг, райграса однолетнего - 20-25 кг, вики яровой- 10-120 кг, сераделлы - 45-50, люпина -180-200 кг. Особенностью в агротехнике их возделывания является то, что перед запашкой их необходимо прикатать в направлении соответствующему направлению вспашки.

При возделывании озимых, пожнивных и поукосных промежуточных культур в их технологиях наиболее эффективным является применение комбинированных агрегатов, которые за 1 проход позволяют внести удобрение, подготовить почву к посеву и осуществить посев. Это позволяет провести посев в кратчайшие сроки и получить максимальную продуктивность за счет более полного использования агроклиматических ресурсов.

СЕМЕСТР 5

РАЗДЕЛ 4 «ОБРАБОТКА ПОЧВЫ»

Затраты времени - 3 часа

Тема 1: «СОЗДАНИЕ МОЩНОГО ОКУЛЬТУРЕННОГО ПАХОТНОГО СЛОЯ ПОЧВЫ»

1. Теоретическое и практическое обоснование глубины обработки почвы и возможности углубления пахотного слоя.

2. Приемы создания мощного пахотного слоя на дерново-подзолистых и серых лесных почвах.

3. Приемы углубления пахотного слоя почвы черноземных, каштановых почв и солонцов.

1. Теоретическое и практическое обоснование глубины обработки почвы и возможности углубления пахотного слоя.

Важнейшим звеном земледелия является обработка почвы, которая включает в себя такой важный элемент как углубление пахотного слоя почвы. Необходимость углубления Апах диктуется двумя основными условиями: 1) требовательность отдельных культур к глубокой обработке; 2) незначительная мощность гумусового горизонта, не отвечающая требованиям культур. В Брянской области много дерново-подзолистых почв с гумусовым горизонтом менее 20 см. Есть серые лесные эродированные в раной степени почвы, гумусовый горизонт которых также менее 20 см.

Выделяют **3 группы культур по требовательности к глубокой обработке почвы.**

1 группа - хорошо отзывающихся на глубокую основную обработку почвы: свекла, картофель, кукуруза, хлопчатник, люцерна, клевер, вика, кормовые бобы, подсолнечник, бахчевые.

2 группа - средне отзывающихся на глубокую обработку почвы: озимая рожь, озимая пшеница, горох, ячмень, овес, кострец безостый, гречиха.

3 группа - слабо отзывающихся на глубокую обработку почвы: лен, яровая пшеница.

Для правильного выбора приема углубления Апах необходимо знать и правильно выделять генетические горизонты и слои почвы, такие как гумусовый, пахотный, окультуренный и корнеобитаемый.

Гумусовый горизонт (А) - это наиболее темноокрашенный горизонт, в котором происходит накопление органического вещества в форме гумуса, тесно связанного с минеральной частью почвы. Цвет его варьирует от черного до светло серого, а мощность от нескольких сантиметров до полутора метров и более.

Горизонт А, в свою очередь, распадается на А₀ (для почв, не вовлеченных в обработку), А₁ и А₂. Для нас очень важно знать горизонт А₁- это горизонт минеральный перегнойно-аккумулятивный, содержащий наибольшее количество органического вещества и более темноокрашенный. От его мощности зависит выбор приемов по углублению пахотного горизонта. Ниже располагается А₂- для почв подзолистого типа - подзолистый или элювиальный.

Апах - пахотный - это горизонт измененный продолжительной обработкой, сформированный из различных почвенных горизонтов на глубину вспашки. Его мощность зависит от мощности горизонта и степени окультуренности почв, которая, в свою очередь, определяется направленностью антропогенной деятельности человека.

Корнеобитаемый слой почвы - это почвенный профиль, включающий несколько горизонтов, где имеет распространение преобладающая часть корневой систем с.-х. культур. Его мощность опять же зависит от уровня

культуры земледелия и, конечно же, от биологических особенностей культуры.

И наконец, окультуренный слой почвы - это та часть профиля, которая имеет наиболее благоприятные агрофизические, агрохимические и биологические свойства. Его мощность в решающей мере зависит от уровня культуры земледелия.

Зная строение генетических горизонтов и их мощность можно определять глубину основной обработки почвы, которая целиком зависит от типа, подтипа, рода, вида и даже в значительной мере определяется разновидностью и разрядом почв, а также необходимостью почвоуглубления и способ его осуществления.

Мировой сельскохозяйственный опыт свидетельствует о полезности и необходимости углубления Апах, а следовательно, и корнеобитаемого слоя до 25-30 см и более, что в сочетании с систематическим известкованием, травосеянием, внесением высоких доз органических и минеральных удобрений, значительно повышает содержание гумуса в почве и обеспечивает рост урожайности зерновых до 40-45 ц/га.

Увеличение корнеобитаемого слоя с 30 см до 184 см обеспечивает относительный рост урожайности на 65%, следовательно возникает необходимость на почвах с незначительным гумусовым горизонтом проводить почвоуглубление.

Глубокая обработка почвы обеспечивает:

1. Накопление в почве большого количества воды и лучшее ее использование корнями ввиду их интенсивного развития.
2. Сохранение оптимального строения верхнего слоя почвы, т.к. при избытке влаги вода сбрасывается в нижние горизонты.
3. Усиление биохимической деятельности в почве.
4. Облегчает доступ воздуха в почву, в результате аэробные процессы идут более интенсивно, что способствует минерализации органического вещества почвы и накопление в ней питательных веществ в доступной для растений форме.
5. Чем глубже обработка, тем активнее мы уничтожаем вредные закисные соединения железа и алюминия, ослабляем процесс оглеения.
6. Получение устойчивых и высоких урожаев с.-х. культур.

Однако, глубокая обработка почвы может иметь ряд негативных последствий. Недостатки глубокой обработки по В.Р. Вильямсу:

1. Коренное ухудшение свойств почвы при неосторожном вовлечении в обработку подпахотного неплодородного слоя почвы и вынос его на поверхность.
2. Временное уменьшение содержания питательных веществ в почве за счет распределений их по более мощному горизонту.
3. Временное ухудшение агрофизических свойств углубленного пахотного слоя путем усиления заплывания и т.д.

Таким образом, к углублению пахотного слоя почвы необходимо подходить грамотно и осторожно, выполняя все предлагаемые рекомендации.

2. Приемы создания мощного пахотного слоя на дерново-подзолистых и серых лесных почвах

Приемы создания мощного пахотного слоя избираются в соответствии с особенностями почвенно-климатической зоны. **Для дерново-подзолистых и серых лесных почв подходят следующие приемы:**

1. Ежегодное припахивание нижележащего слоя почвы мощностью 3-5 см с выносом его на дневную поверхность (имеется ввиду вынос части подзолистого A_2 или переходного A_2B). Для этой цели используется обычный плуг с предплужниками для вспашки на большую глубину. Наша промышленность на сегодня выпускает плантажные плуги следующих марок - ППУ-50А6 ППН-50, ППН-40. Такой прием, в связи с выносом на поверхность части менее плодородного горизонта, должен сопровождаться интенсивным использованием органических удобрений из расчета 10-15 т на 1 см припашки подзолистого горизонта, известкованием 0,5-1,0 т на 1 см припаханного слоя, фосфоритованием и применением минеральных удобрений.

2. Полное оборачивание Апах с одновременных рыхлением подпахотного (подзолистого или переходного горизонтов слоев. Для этой цели применяются плуги в почвоуглубителями или вырезными корпусами. Технологический процесс плуга с вырезными корпусами заключается в том, что верхняя часть обрабатываемого слоя оборачивается как и при работе обычным плугом, а нижняя хорошо рыхлится и перемешивается.

3. Рыхление почвы на установленную глубину без оборачивания пласта плугом без предплужников и отвалов. Для этих целей используются плуги, оборудованные корпусами Т.С. Мальцева. В последнее время стали применять стойки конструкции Сибирского НИИ механизации и электрификации сельского хозяйства. Подобного типа рыхления могут с успехом применяться в технологической системе возделывания картофеля, в особенности, на тяжелых по мехсоставу почвах. Она должна сочетаться с отвальной обработкой почвы. Кроме применения указанных рабочих органов, можно с успехом для этих целей применять чизели и щелеватели. Промышленность серийно выпускает и поставляет с.-х. производству две марки чизельных плугов ПЧ-3,5 и ПЧ-4,5 для рыхления на глубину до 45 см , а для щелевания на глубину до 40 см щелерез - кротователь навесной ЩН-2-140, щелеватель почвы ЩП-3-70 на глубину 30-58,5 см. Для этой же цели можно использовать плоскорезы-глубокорыхлители.

4.Однократное увеличение глубины обработки почвы фрезой на всю глубину расположения подзолистого горизонта с целью его полной ликвидации. Для углубления Апах по этому методу используются следующие сельскохозяйственные машины: ФБН-1,5; ФБК-2 и др.

5. Комбинированный метод - увеличение мощности Апах путем припашки подпахотного слоя к пахотному с использованием почвоуглубителей.

6. Обработка на глубину до 60 см с оставлением генетических горизонтов в исходном положении, но с выносом на поверхность иллювиального горизонта 5-10 см.

Все названные приемы можно разделить на три группы по способу воздействия на обрабатываемый слой почвы:

Из всех перечисленных приемов наиболее экономически выгодными и реально выполнимыми в производственных условиях в зонах дерново-подзолистых и серых лесных почв являются приемы по углублению Апах:

1) путем постепенной припашки подпахотного слоя; 2) использование плугов с вырезными отвалами; 3) чизелевание; 4) использование ярусных плугов (С.С. Сдобникова).

3. Приемы углубления пахотного слоя почвы черноземных, каштановых почв и солонцов

Черноземные и каштановые почвы отличаются от дерново-подзолистых более постепенным переходом генетических горизонтов, как правило, более мощным перегнойным горизонтом и лучшими физико-химическими свойствами. В зависимости от особенностей этих почв для них могут быть использованы разные приемы создания мощного окультуренного Апах.

1. Вспашка плугом с предплужниками на 20-25 см с почвоуглублением на 8-12 см, этот способ с успехом можно применять на маломощных и смытых черноземах.

2. Глубокая вспашка без предплужников обычными или плантажными плугами.

3. Безотвальная обработка почвы по методу Т.С. Мальцева.

4. Двух или трехъярусная обработка почвы с применением двух- и трехъярусных плугов.

5. Плоскорезная обработка почвы

Из всех перечисленных приемов наиболее распространенными являются обработка плугом с предплужниками, плантажная вспашка, обработка плугом с почвоуглубителем, плоскорезная обработка или глубокое безотвальное рыхление.

Тема 2: «МИНИМАЛИЗАЦИЯ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ В ИНТЕНСИВНОМ ЗЕМЛЕДЕЛИИ»

1. Минимализация обработки почвы и ее основные направления.

2. Свойства почвы, определяющие эффективность минимальной обработки.

3. Влияние минимальной обработки на плодородие почвы.

4. Переуплотнение почв и борьба с ним.

1. Минимализация обработки почвы и ее основные направления

Обработка почвы - наиболее трудоемкая в сельскохозяйственном предприятии операция. На нее идут огромные затраты энергии (нефтепродукты), трудовых ресурсов, металла. Кроме этого, интенсивная обработка почвы разрушает структурные агрегаты до микроструктуры, что значительно ухудшает агрофизические свойства почвы и способствует эрозии, уплотняет почву на глубину до 1 м, а иногда и более. Частая обработка почвы создает большую, чем необходимо рыхлость почвы, что усиливает минерализацию гумуса и может приводить к деградации.

Поэтому учеными в течение последних 2-3-х десятилетий активно разрабатываются пути снижения негативного влияния интенсивной обработки почвы на ее свойства.

Одним из путей является минимализация существующей в том или ином регионе системы обработки почвы.

МИНИМАЛИЗАЦИЯ - научно обоснованная обработка почвы, обеспечивающая снижение энергетических затрат за счет уменьшения числа и глубины обработок, совмещения операций в одном рабочем процессе и эффективного применения гербицидов.

При помощи минимализации обработки почвы предусматривается решить следующие задачи:

- значительно снизить затраты энергии при возделывании сельскохозяйственных культур;
- сохранение потенциального плодородия;
- защита почв от эрозии
- защита почв от переуплотнения;
- значительно снизить затраты времени на обработку почвы и повысить производительность труда, что может значительно снизить напряженность полевых работ и, следовательно, выполнение их в оптимальные агротехнические сроки.

В нашей стране началом практического применения минимализации следует считать начало 50-х годов, когда почетным академиком ВАСХНИЛ Т.С. Мальцевым были разработаны и применены на практике приемы безотвальной и поверхностной обработок почвы и осуществлена замена ими обычной вспашки. Причем, в течение 4-5 лет выполнялась поверхностная обработка почвы, которая чередовалась с глубоким безотвальным рыхлением специальными плугами.

Наиболее полно принципы минимализации воплощены в почвозащитной технологии обработки почвы, разработанной во ВНИИ зернового хозяйства под руководством академика ВАСХНИЛ А.И. Бараева. Она впервые внедрена на площади около 45 млн. га.

В настоящее время практика мирового земледелия показала, что при достаточном внесении минеральных удобрений и разумном применении средств химизации для борьбы с сорняками в определенных условиях можно сократить число механических обработок почвы или полностью обойтись без

них. Это можно только при высококачественной обработке почвы, высокой культуре земледелия в целом на полях, очищенных от сорных растений.

На сегодняшний день получили распространение следующие **направления минимализации:**

1. Сокращение числа обработок. Это обеспечивается грамотным применением гербицидов для борьбы с сорняками.

2. Уменьшение глубины обработки почвы. Данное направление минимализации реализуется через замену глубокой основной обработки мелкой поверхностной обработкой. Здесь можно привести следующие примеры: в системе обработки почвы под озимые зерновые культуры в нашей зоне является целесообразной замена вспашки дискованием.

3. Совмещение при обработке отдельных приемов. Это обеспечивает применении комбинированных почвообрабатывающих агрегатов. В нашей зоне чаще всего применяются комбинированные агрегаты типа РВК-3,6; 5,4; 7,2. Они широко применяется в системе предпосевной обработки почвы под зерновые и иные культуры, так как позволяет проводить за один проход рыхление почвы на глубину до 15 см с помощью пружинных лап, разрушение глыб, выравнивание поверхности поля посредством подпружиненной металлической доски и прикатывание почвы кольчато-шпоровыми катками. В качестве другого примера можно привести комбинированный агрегат АПК-2,5; 5,0, с помощью которого можно рыхлить почву плоскорезными лапами без оборота пласта на глубину до 12 см, обрабатывать самый верхний слой сферическими и игольчатыми дисками на 5-7 см, выравнивать поверхность поля металлическим треугольником. Кроме того, можно осуществлять дробление комков и глыб и прикатывать поверхность поля кольчатыми катками. Возможно также использование агрегатов ВИП-5,6 для поверхностного рыхления, выравнивания и крошения легких и средних по твердости почв при подготовке их под посев овощных культур, кормовой свеклы и зерновых культур; агрегатов АКР-3,6 для подготовки тяжелых почв под посев озимых зерновых культур после непаровых предшественников, а также под пожнивные и поукосные культуры на глубину до 12 см с помощью активных рабочих органов, работающих от вала отбора мощности трактора.

4. Уменьшение обрабатываемой поверхности поля. Сущность этого направления заключается в том, что с помощью трех дисковых и иных сошников сеялок обрабатывается не вся поверхность поля, а лишь только полосы небольшой ширины достаточные для посева семян. По существу посев ведется по нулевой обработке почвы.

2. Свойства почвы, определяющие эффективность минимальной обработки

Параметры, от которых зависит эффективность применения механических обработок почвы и, в частности, минимальной обработки почвы, определяется в основном физическим ее состоянием. Наиболее

важной характеристикой почвы является плотность ее сложения и водопрочность структуры, которые определяют водно-физические, воздушные и другие режимы. Установлено, что наивысшей продуктивности культурные растения достигают при оптимальной плотности сложения в диапазоне 1,1-1,3 г/см³. При плотности сложения выше или ниже указанных величин ухудшаются условия произрастания растений и снижается их урожай, поэтому необходимо воздействовать на почву сельскохозяйственными машинами для создания оптимума. В результате исследований было установлено, что оптимальная плотность сложения почвы для с.-х. растений зависит от типа почв.

1. Равновесна и оптимальная для полевых растений объемная масса почвы, г/см³ (по А.И. Пупонину)

Почва	Гранулометрический состав	Плотность сложения почвы			
		равновесная	оптимальная для культур		
			зерновых	пропашных	мн. трав
Дерново-подзолистая	Супесчаная	1,3-1,4	1,20-1,35	1,10-1,45	1,30-1,40
	Суглинистая	1,35-1,5	1,10-1,30	1,00-1,20	1,20-1,40
Чернозем	Суглинистый	1,0-1,3	1,00-1,30	1,00-1,30	1,10-1,40

Сопоставление величин у равновесной и оптимальной объемной массы для растений позволяет определить потребность в той или иной механической обработке, при обязательном применении гербицидов для борьбы с сорняками. Чем больше разность между равновесной и оптимальной плотностью, тем интенсивнее должна быть механическая обработка почвы.

Анализируя критерий допустимости минимальной обработки почвы, С.И. Долгов и И.В. Кузнецова установили, что этим условиям отвечают следующие благоприятные для растений показатели почвы: объемная масса в равновесном состоянии - 1,1-1,2 г/см³, общая порозность - 50-55%, порозность азрации при полевой влагоемкости - не менее 15%, водопроницаемость - 60 мм/час и полевая влагоемкость - 30-33%. Устойчивость этих почв к эрозии и сложение почвы определяется наличием в них не менее 40% водопрочных агрегатов размером более 0,25 мм. Такими свойствами обладают черноземы. Однако, при окультуривании дерново-подзолистых и серых лесных почв целесообразность минимализации их обработок возрастает.

С.И. Долгов и др. сотрудники почвенного института им. В.В. Докучаева предложили выделить **три почвенные зоны, различающиеся по пригодности почвы для минимальной обработки.**

Первая зона - это зона с высокой эффективностью минимальной обработки почвы включает черноземы, где располагаются наиболее богатые наши зерновые районы и красноземы. Почвы там имеют высокую

водопрочность почвенной структуры, плотность сложения, равную или близкую к оптимальной, оптимальную степень аэрации, водопроницаемость и другие физические свойства. Механические обработки для уничтожения сорняков здесь рекомендуется сократить или полностью заменить химическими, особенно на парах и в междурядьях пропашных культур. Здесь же возможна замена глубоких обработок поверхностными.

Вторая зона - это зона с пониженной эффективностью для минимальной обработки с серыми лесными, темнокаштановыми и каштановыми почвами со средней водопрочностью структуры (более высокая водопрочность у окультуренных почв). Лишь на окультуренных разновидностях может быть уменьшено число обработок. В районах с относительно небольшим количеством осадков эффективность минимальных обработок более высокая.

К третьей зоне с низкой эффективностью минимальной обработки относятся дерново-подзолистые, серые лесные, светло-каштановые, бурые, сероземные с низкой водопрочностью структуры и не оптимальными другими агрофизическими свойствами.

3. Влияние минимальной обработки на плодородие почвы.

3.1. Изменение агрофизических показателей плодородия.

3.1.1. Плотность сложения почвы. Продолжительность рыхлящего эффекта вспашки в различных регионах неодинакова. Чаще всего более рыхлое сложение почвы после вспашки сохраняется в течение 1-3 месяцев, затем плотность выравнивается по всем вариантам обработки или вспаханная почва становится даже более плотной, чем вспаханная.

Вместе с тем в научной литературе приведены данные о том, что при минимальной обработке нередко увеличивается плотность и твердость нижней части (10-20 или 10-30 см) пахотного слоя. При этом уплотняющее действие минимальной обработки почвы может проявляться через 2-3 года, однако на хорошо окультуренных почвах отрицательное действие уплотнения на урожай культур проявляется не ранее, чем через 5 лет.

3.1.2. Пористость почвы. Оптимальная пористость верхней части пахотного слоя находится в пределах 50-60%, нижней части - 35-45%, причем во влажные годы она ближе к верхнему, в сухие - к нижнему пределу. Не менее 10% пор должны быть крупными (диаметр более 10 мкм) или воздухопроницаемыми, что исключает переувлажнение почвы в сильные ливни. Доля средних пор (0,2-10 мкм) должна составлять не менее 15%, мелких пор (менее 0,2 мкм) - менее 20%.

Нулевая обработка почвы уступает вспашке по величине общей пористости и более крупных пор, но превосходит ее по числу пор, особенно протяженных (3-50 см), и по капиллярной пористости.

3.1.3. Структура почвы. Комковатая почвенная структура под действием физико-химических и биологических факторов быстрее образуется в естественных условиях и под многолетними травами.

Интенсивно обрабатываемые почвы отличаются не водопрочной структурой, склонной к разрушению, а следовательно и к заплыванию и уплотнению. При отказе от вспашки и накоплении органического вещества в верхней части почвенного профиля почвенные агрегаты верхнего слоя стабилизируются. Так, индекс структурообразования в исследованиях ученых США в среднем по 4 типам почв после 5 лет применения систем отвальной, чизельной и нулевой обработок составил для слоя 0-5 см соответственно 0,35; 0,46 и 0,77, а для слоя 5-15 см - 0,47; 0,56 и 0,70. При этом повышение водопрочности структуры в условиях минимальной обработки тесно коррелировало с их гумусированностью. Восстановление структуры с помощью вспашки возможно при достаточно низкой влажности, что редко случается в условиях европейского климата.

В целом при минимализации обработки почвы в Европейской части России из безотвальных обработок наибольшее положительное влияние на физические свойства почвы и урожайность культур оказывает чизелевание, поскольку чизель в отличие от плуга и плоскореза не образует подошвы и улучшает свойства подпахотного слоя. При рыхлении на глубину до 45 см сохраняется до 60% стерни и улучшается инфильтрация осадков. На склоновых землях чизелевание эффективно под все культуры, а на равнинах его нужно проводить под пропашные.

В зерновых севооборотах эффективность различных обработок по положительному действию на агрофизику проявилось по следующему убывающему ряду: чизелевание на 18-20 см - дискование на 5-10 см - плоскорезная обработка на 18-20 см - вспашка на 18-20 см. Продуктивность озимой ржи уменьшалась по ряду: чизелевание - вспашка - плоскорезная обработка - дискование.

По влиянию на водопроницаемость в результате исследований установлен следующий убывающий ряд приемов обработки почвы: чизелевание - вспашка - плоскорезная обработка - дискование.

3.2. Изменение биологических показателей плодородия.

3.2.1. Содержание органического вещества в почве и равномерность его распределения по пахотному горизонту

Специфичность воздействия разных систем обработки на почву во многом обусловлена различиями в характере распределения в верхней части почвенного профиля пожнивных остатков и вносимых удобрений. Системы безотвальной обработки вызывают дифференциацию частей почвенного профиля по содержанию в них питательных веществ, гумуса и биологической активности.

Минимализация обработки почвы (особенно нулевая обработка) повышает гумусированность Апах за счет накопления органического вещества в его верхней части (0-15 см). В тоже время биомасса (гумус + микрофлора) слоя 15-30 см существенно снижается.

При высоком уровне плодородия почвы минимальная обработка почвы не вызывает дифференциация Апах. Так, при замене в течение 16 лет вспашки дискованием или фрезерованием на 8-10 см в зернопропашном севообороте свойства суглинистого чернозема не изменились. После 5 лет комбинированной обработки супесчаной дерново-подзолистой почвы Украинского Полесья отмечена тенденция к обогащению гумусом и питательными веществами 10-сантиметрового слоя.

Установлено, что при минимальной обработке биологически активных почв не образуется плужной подошвы, не нарушается сеть ходов и не ухудшается питательная среда почвенного эдафона, биомасса которого в пахотном слое может достигать 200 г/м², а ходы дождевых червей (90-120 шт/м²) и могут простираться до глубины 70 см.

3.2.2. Почвенная биота и ее активность

Минимализация обработки, особенно в первые годы применения, может снижать биологическую активность почвы вследствие ухудшения вводно-воздушного режима и физических свойств, а также накопления исходного органического материала в верхней части пахотного слоя. Однако в дальнейшем большая по численности и качественному многообразию почвенная биота во многом заменяет вспашку в качестве "рыхлителя" почвы и способствует не только накоплению гумуса, но и его минерализации. При этом обеспечивается более высокий, чем при вспашке уровень равновесной гумусированности почвы.

3.2.3 Изменение фитосанитарного состояния.

Возможности минимализации обработки почвы ограничиваются не только почвенно-климатическими условиями, несовершенством орудий и машин для заделки пожнивных остатков и посева, но и, в значительной мере, ростом засоренности посевов. Развитие другой части фитопатогенного потенциала - болезней и вредителей - связывают, чаще всего, и с оставлением послеуборочных остатков, прежде всего, падалицы. Минимальная обработка почвы и особенно прямой посев могут привести к появлению в посевах таких видов сорняков, которые не встречались при отвальной обработке. Одновременно повышается устойчивость сорняков к общепринятым гербицидам, что вызывает необходимость разработки и внедрения новых дорогостоящих препаратов. Если в 50-60-е годы появление гербицидов было одной из основных предпосылок минимализации обработки почвы, то в настоящее время в странах интенсивного земледелия предлагают частичный возврат к плугу в целях более рационального использования механической обработки почвы в борьбе с сорняками.

В связи с тем, что минимальная обработка почвы снижает эффективность гербицидов, особенно, почвенных, вследствие их поглощения растительными остатками и органическими коллоидами, дозы их следует увеличивать на 25%.

В настоящее время широко исследуют механизм аллелопатии полевых культур и сорняков на фоне нулевой обработки почвы и вспашки, с чем связывают определенные надежды на возможность снижения норм гербицидов в условиях МОП. По данным Севернева М.М. (1992 г) корневые системы крестоцветных обладают стойким ингибирующим воздействием, подавляющим сорную растительность и болезнетворную флору в почве. Масличная редька, например, снижает засоренность полей пыреем на 65%, а пораженность зерновых корневыми гнилями при повторном возделывании в 2-2,5 раза.

Минимальная обработка в отличие от вспашки увеличивает засоренность злаковыми сорняками и снижает - широколистными.

Таким образом, МОП может обострить фитосанитарное состояние посевов, особенно, в первые годы в регионах достаточного увлажнения, когда увеличение засоренности и пораженности вредными организмами происходит на фоне недостаточной гумусированности почвы и неблагоприятных ее физических свойств. Длительная безотвальная обработка способствует размножению многолетних сорняков и "провокационному" истощению запасов семян малолетников в почве. Это не исключает возможности периодического проведения вспашки для борьбы с многолетними сорняками. Для успешной борьбы с корневищными сорняками на легких почвах можно ограничиться поверхностной обработкой, а на почвах средней и тяжелой текстуры требуется вспашка на глубину не менее 15 см. Накопление растительных остатков в поверхностном слое почвы и появление устойчивых к общепринятым гербицидам сорняков, фитопатогенных микроорганизмов и вредителей, увеличение их численности в 1,5-2 раза, обуславливает необходимость увеличения норм препаратов и разработку их новых видов, что ставит под вопрос целесообразность химического метода с точки зрения экологии и экономики. Необходимо сочетание МОП с периодической вспашкой, оптимальным удобрением и биологическим подавлением сорняков и болезней в севооборотах, особенно насыщенных промежуточными культурами.

Минимализация может приводить к негативным явлениям.

1. Повышается засоренность, особенно многолетними сорняками, возрастает пораженность зерновых корневыми гнилями при размещении их по зерновым предшественникам.

2. При поверхностной и безотвальной обработке затруднена заделка на оптимальную глубину органических удобрений, дернины многолетних трав, сидератов, что снижает их роль в окультуривании почв.

3. При длительной поверхностной обработке почвы из-за переуплотнения подпахотных слоев снижается их водо- и воздухопроницаемость.

Это необходимо учитывать при совершенствовании системы обработки почвы.

3.3. Изменение агрохимических показателей плодородия.

Изменения в содержании питательных веществ и кислотности почвы при минимализации ее обработки и интенсивном применении удобрений наступают уже на 2-3 год. Увеличение кислотности происходит и под действием природных факторов. Подкисление Апах вследствие вымывания Са и "кислотных" дождей в условиях влажного климата может усиливаться. При уменьшении глубины обработки нижняя часть пахотного горизонта нередко уплотняется в первые годы, что приводит к частичному анаэробозису, преобладанию восстановительных процессов и чистому типу гумификации органического материала. Поэтому минимализация обработки должна сопровождаться более частым внесением невысоких доз извести.

При минимальной обработке почвы накопление питательных веществ в верхней части пахотного слоя происходит, прежде всего, за счет увеличения их малоподвижных форм. Содержание доступных форм азота, фосфора и калия, а также вынос их растениями, как правило, снижаются вследствие повышения влажности и плотности почвы.

Тема 3: «ПЕРЕУПЛОТНЕНИЕ ПОЧВЫ И БОРЬБА С НИМ»

Интенсификация сельскохозяйственного производства в последние десятилетия приводит к усиленному антропогенному воздействию на почву, особенно с внедрением интенсивных (прогрессивных) технологий, предусматривающих выполнение большого количества приемов обработки почвы и, следовательно, проходов тракторов по полю. В зависимости от культуры число проходов может составлять от 16 до 21 и более, причем на долю колесной техники приходится 53-79% всех проходов. В результате этого при возделывании зерновых культур одно- и двукратному воздействию движителей подвергается 43,7% площади поля, трех-четырекратному - 9%; 5-кратному - около 2% и лишь на 47,4% площади пашни не проходят агрегаты. При возделывании картофеля 1-2-кратному воздействию подвергается 60% поля, 3-4-кратному -20%; 5-кратному -2% и на 18% не проходят агрегаты (А...хмин В.П.,1981).

По данным Г.Д.Белова и др. (1982) при существующих технологиях уплотнению подвергаются за вегетативный сезон 20-70% пашни, при возделывании зерновых уплотняется 53% поля, а картофеля -82%. В отдельных случаях общая суммарная площадь следов движителей составляет 100-200% площади поля, причем 10-20% площади поля уплотняется от 6 до 23 раз, 65-80% -1-5 раз и лишь 10-15% площади остается без уплотнения.

Широкое использование колесных тракторов значительно увеличивает негативное влияние на почву. Помимо уплотнения движители колесных тракторов разрушают структуру. Так, трактор МТЗ-82, работающий по стандартной технологии, оставляет на каждом гектаре 13-14 т пыли (Кузнецов,1978). Двукратное уплотнение почвы 4 года подряд увеличивает

содержание пыли на 22-50% в зависимости от почвы. По данным США ежегодно теряется 5 млрд. тонн почвы, стоимость только минеральных веществ в теряемом таком количестве почвы составляет 18 млрд. долларов.

В России по расчетам на 1987 год суммарный убыток от машинной деградации составил 23 млрд. рублей в год.

В последнее время негативное влияние на почву МТА еще возросло из-за создания новой более тяжелой колесной техники (Т-150К, К-700, К-701, комбайн Дон-150, масса которых достигает 11-14 тонн, а следовательно и соответствующего набора с.-х. машин к ним. В результате этого и возросло удельное давление на почву.

К-700, К-701 - 1,1-1,7 кг/см²

Т-4 А гусеничный - 0,4

ДТ-75 - 0,49-0,51

ДТ-75Б - 0,24

Т-150 гусеничный - 0,46

Т-150 колесный - 0,8-1,8

МТЗ-80/82 - 1,4-2,5

Т-40 - 0,8-2,4

Удельное сопротивление обработке при этом резко возрастает: по следам гусеничных тракторов на 12-25%, чем на уплотненной, по следам тракторов Т-150 и К-700 - на 44%, по следам автомобилей - на 60-64%, по следам тяжелых тракторов с соответствующими прицепами - до 72-90%.

После прохода сельскохозяйственной техники по полю изменяются свойства и режимы почвы. Наибольшие деформации почвы наблюдаются после первого прохода. Так, коэффициент относительного уплотнения в слое 0-10 см возрастает на 0,07-0,19 г/см³; в слое 10-20 - на 0,05-0,16; 20-30 - 0,01-0,07; 30-40 см - 0,6. После двукратного уплотнения он увеличивается на 0,02-0,06 г/см³.

Часто деформации достигают глубины 1-15 м и происходит уплотнение на такой глубине на 0,01 г/см³. Деформации идут и в горизонтальном направлении от центра следа машины до 35-70 см.

При этом плотность сложения после однократного прохода техники может составлять в слое 0-10 см от 1,24 г/см (трактор ДТ-75) до 1,32 (МТЗ-80) до 1,38 К-700. С увеличением глубины плотность сложения возрастает на 0,08 г/см³.

После 4-х-кратного прохода плотность сложения почвы может достигать 1,61-1,64 г/см³, что соответствует общей скважности 38-36,9%. Недостаток аэрации будут испытывать растения уже при влажности почвы 14,3%. Такая плотность в течение вегетационного сезона не разуплотняется.

Установлено, что для оптимального роста и развития большинства культур плотность сложения находится в пределах от 1,1 до 1,3 г/см³. При ее повышении или снижении на 0,1-0,2 г/см³ по сравнению с оптимумом урожайность снижается.

Равновесная плотность редко соответствует оптимуму. Это лишь у черноземов - $1,0-1,1 \text{ г/см}^3$, тогда как у серых лесных и дерново-подзолистых почв она составляет $1,3-1,45 \text{ г/см}^3$.

В результате прохода тракторов увеличивается твердость почвы. Она может достигать $16,5-16,6 \text{ кг/см}^2$ при оптимальной для полевых культур $9-14 \text{ кг/см}^2$.

Интенсивное применение тракторов привело к значительному увеличению глыбистой (более 10 мм) и пылевидной (менее 0,25) фракций. Выход агрономически ценных агрегатов уменьшается на 20,4-32% по сравнению с неуплотненной.

Глыбистость пашни при однократном проходе трактора Т-150 возрастает на 39,2%, а после К-700 - на 42,4%.

В результате изменения агрофизических свойств почвы при уплотнении значительно снижается биологическая активность почвы. Относительное снижение составляет от МТЗ-80 на 26-36,9%, Т-150К - 49,4%, К-701 - 52-58,7%. Биологическая активность почвы не снижается после применения гусеничных тракторов типа ДТ-75.

В связи с ухудшением физических свойств почв при уплотнении снижается урожай с.-х. культур. В 1976 году Почвенным институтом имени Б.В. Докучаева проведены опыты на почве полупластичного состояния с применением для прикатывания тракторов МТЗ-80/82, ДТ-75 и К-700. Перед посевом все делянки дисковались на 5-8 см. На контроле было получено 38 ц/га зерна ячменя. В варианте с 1 и 3-х-кратным прикатыванием колесами ДТ-75 снижение урожайности было соответственно на 1,8 и 18,5%; трактором МТЗ-80 - 6,7 и 25,4%; трактором Т-150К - при однократном прикатывании - 24,2%, после однократной укатки трактором К-700 снижение урожая ячменя достигало 22,9%, а при 3-6-кратной - соответственно 37 и 48,2%. Последствие уплотнения проявилось и в последующие годы - снижение урожая при трехкратном прикатывании составило от 21,1 до 24,3%.

Урожайность картофеля может снижаться в зависимости от уплотнения на 11,6-18,5% при однократном уплотнении почвы МТЗ-82, и до 43% при 5-кратном уплотнении Т-150К.

Проходы техники по полю с вегетирующими культурами также снижают их продуктивность с.-х. культур. На фоне двукратного уплотнения по следу трактора урожайность озимой пшеницы снижалась на 57,9%, з/м люцерны 4 г.п. - на 45%. Рядом со следами урожайность этих культур снижалась на 55,9 и 33,8%, а между следами 27,7 и 20,3% соответственно.

В перспективе нужны тракторы с низким удельным давлением колес и гусениц на почву, которое не должно превышать $0,5-1,0 \text{ кг/см}^2$. Но сегодня на полях работает около 3 млн. тракторов, а следовательно, влияние отрицательного воздействия уплотнения почвы нужно снимать другими путями. Какими?

В производственных условиях, несмотря на многократные проходы техники по полям, не произошло катастрофического переуплотнения почв,

что связано с одновременным протеканием процессов естественного их разуплотнения.

В условиях Нечерноземной зоны России почва в значительной степени подвержена разуплотнению в результате длительного морозного периода зимой, а также за счет процессов увлажнения - высыхания, рыхлящего действия почвенной биоты.

В условиях Брянской области почва в замерзшем состоянии бывает не менее 120 дней в году. Замерзание воды в почве приводит к образованию льда, которое расширяясь, разуплотняет почву. Поэтому все мероприятия: направленные на накопление влаги в почве во время летне-осеннего периода способствует процессу естественного разуплотнения. В засушливых условиях такой рыхлящий эффект отсутствует, и часто наблюдается рост плотности сложения почвы в зимних условиях.

Часто на дерново-подзолистых и серых лесных почвах, по данным А.И. Пупонина и др. (1987г.) процесс накопления остаточных деформаций в подпахотном слое почвы под воздействием техники идет быстрее, чем процесс естественного разуплотнения, и экспериментально доказано, что только в течение двух лет происходит незначительное разуплотнение почвы и плотность сложения снижается на $0,06-0,16 \text{ г/см}^3$, а при использовании тяжелых тракторов К-700 процесс естественного разуплотнения был еще менее выражен.

Именно поэтому в настоящее время все шире рассматриваются меры борьбы с переуплотнением почвы.

Все меры разделить на 3 класса:

1. Меры борьбы с переуплотнением, вызываемым природными факторами и генезисом почв.
2. Меры борьбы с переуплотнением, вызываемым движением агрегатов по полю.
3. Меры борьбы с переуплотнением почвы путем улучшения конструкций машин.

1) Разные по генезису (происхождению) почвы сами по себе уплотняются в результате своей тяжести, гравитационных и капиллярных явлений и других процессов по-разному как в отношении скорости протекания, так и глубине его проникновения. Тонкие глинистые бесструктурные почвы во влажном состоянии больше и быстрее уплотняются, чем почвы такого же мехсостава, но оструктуренные. Чем больше гумуса и органического вещества, тем она менее и медленнее уплотняется.

По данным К.И. Саранина (1981) помимо высокого содержания гумуса в почве для предотвращения переуплотнения почвы необходимо достаточно высокое ежегодное поступление органического вещества в почву, обеспечивающее бездефицитный баланс гумуса. Установлено, что доза навоза 50 т/га способствует поддержанию плотности сложения почвы в

течение 2-3-х лет. Применение торфа в дозе 50-100 т/га и выше способствует снижению плотности сложения в пахотном слое почвы (на 0,02-0,04 г/см³).

Таким образом, обогащение почвы органическим веществом является одним из путей борьбы с ее переуплотнением.

Также на снижение уплотнения почвы оказывает влияние правильное чередование культур в севообороте и комплекс мероприятий по окультуриванию почв. Особо важную роль здесь имеют плодосменные и травопольные севообороты в сочетании с применением минеральных удобрений, навоза, извести, заплата соломы, сидератов, которые приводят к уменьшению плотности сложения на 0,02-0,04 г/см³ и способствует разуплотнению подпахотных слоев.

Таким образом, все приемы и мероприятия, направленные на окультуривание пахотного слоя почвы приводят к значительному уменьшению плотности сложения почвы и способствует разуплотнению подпахотных слоев.

Помимо этого надо устранять процессы оглеения и осолонцевания, ведущие к усиленному диспергированию (распылению) макро- и микроагрегатов почвы и к ее уплотнению. Распыление почвенных частиц, снижение запасов органического вещества, усиление оглеения ведет к образованию очень мощной корки.

В борьбе с переуплотнением почв имеет большое значение их обработка при оптимальной консистенции. Она хорошо обрабатывается в полутвердом состоянии, при влажности, достигающей так называемого нижнего предела пластичности почвы по Аттербергу. Тогда почва поддается раскатыванию в жгут и начинает крошиться на кусочки.

Во избежание переуплотнения почв ходовыми системами необходимо все обработки выполнять в оптимальные сроки.

2) Увеличение ширины захвата орудий, применение комбинированных агрегатов, минимализация обработки ведут к уменьшению уплотнения почв. Использование "направляющей колеи" (постоянной технологической колеи) также снимает уплотнение со значительной площади, так как площадь уплотнения почвы уменьшается в 11-13 раз и исключается возможность сплошного укатывания почвы.

3) По третьему направлению предлагаются меры: использование сдвоенных передних и задних колес с целью снижения давления на почву; применение каркасных шин и шин с малым внутренним давлением; перспективно применение тракторов с резко увеличенной опорной поверхностью (создана модель гусеничного трактора в 5-8 раз меньшим давлением на почву); применение ВОМ (вала отбора мощности) на современных агрегатах, что увеличивает возможности использования ротационных и фрезерных машин без увеличения массы трактора; использование гусеничных тракторов на весенних работах вместо колесных.

РАЗДЕЛ 5 «СОРНЫЕ РАСТЕНИЯ И МЕРЫ БОРЬБЫ С НИМИ»

Затраты времени - 6 часов

Тема 1: «КАРТИРОВАНИЕ ЗАСОРЕННОСТИ ПОЛЕЙ»

- 1. Задачи картирования засоренности полей.**
- 2. Методы учета засоренности посевов и почвы.**
- 3. Методика картирования.**

1. Задачи картирования засоренности полей

Картирование засоренности полей - это нанесение на карту землепользования с/х предприятия по полям севооборота с помощью условных обозначений (штриховкой, окраской, буквенной или цифровой символикой) по результатам ежегодного сплошного (основного) и оперативного обследований основных вредоносно-морфологических групп сорняков (малолетних, двудольных, малолетних однодольных, многолетних двудольных, многолетних однодольных, карантинных).

Перед картированием засоренности полей ставятся следующие задачи:

1. Обеспечение объективной информации по видовому составу и количественному обилию как вегетирующих сорняков, так и запасов их семян в почве.

2. Ежегодное изучение агрофитоценозов с целью выявления динамики развития в них видового и количественного состава сорняков в условиях интенсификации с/х производства (освоения севооборотов, посева промежуточных культур, сортообновления, применения средств химизации, защиты, внесения удобрений и т.д.), а в связи с этим прогнозирование степени и типа засоренности на будущее.

3. По результатам ежегодного обследования разработка системы мероприятий по борьбе с наиболее распространенными, злостными и карантинными сорняками как на полях севооборотов с учетом возделываемых культур, так и на других обрабатываемых землях и на всей территории хозяйства в течение с/х года.

4. Оценка эффективности всей применяемой системы мер борьбы с сорняками в севообороте на протяжении его ротации с учетом возделываемых культур и выявлении наиболее эффективных составных частей системы и устранение недостатков малоэффективных мер, а при необходимости и замена на другие более эффективные и менее опасные.

5. Планирование, а при необходимости и оперативное использование различных эффективных методов борьбы с сорняками в начальный период вегетации культур после проведения оперативного обследования (агротехнические или химические меры борьбы).

6. Выявление закономерностей изменения видового состава сорняков за счет применяемых факторов интенсификации и систематического применения гербицидов.

Таким образом, картирование засоренности полей позволяет разрабатывать способы борьбы с сорняками дифференцированно по каждому полю севооборота и разумно их сочетать с агротехникой возделываемых культур.

Карты засоренности посевов вместе со списком флористического состава являются основным исходным материалом для контроля эффективности проводимых мероприятий по борьбе с сорняками и они позволяют выявить положительные и своевременно устранить отрицательные моменты в системе мер борьбы с сорняками.

2. Методы учета засоренности посевов и почвы

Для организации эффективной борьбы с сорняками важно иметь своевременную и точную информацию о степени и типе засоренности сельскохозяйственных угодий. Для этого агрономы должны обследовать пахотные и необрабатываемые земли в своем хозяйстве и проводить при этом учет их засоренности. В связи с этим в хозяйстве проводят два типа обследования сельхозугодий: систематическое сплошное (основное) обследование и оперативное обследование.

2.1. Систематическое сплошное обследование проводят на всех угодьях хозяйства для получения наиболее полных сведений о видовом составе, количестве и распространении сорняков. Целесообразно этим обследованием охватить и земли несельскохозяйственного использования: территории машинного двора, технических мастерских, нефтехранилища, зернотоков, животноводческих помещений, ЛЭП и т.д. как реальные и постоянные очаги распространения сорняков.

Сплошное обследование следует проводить 1 раз в год, но с связи с трудоемкостью этих работ обследование проводят не реже 1 раза в 2 года.

Время проведения сплошного обследования выбирают так, чтобы наиболее полно охватить весь видовой состав и количественное обилие сорняков в обследуемой культуре или на угодье: в полевых зерновых - фаза полного колошения, в посевах других культур сплошного сева - за 3 недели до уборки, в посевах пропашных - середина вегетации (смыкание междурядий), на многолетних травах - цветение бобового компонента или выколашивание или выметывание злаков, на несельскохозяйственных угодьях - полное цветение растений семейства крестоцветных.

2.2. Оперативное обследование проводят перед началом полевых работ, предусматривающих борьбу с сорняками на конкретных полях и с/х угодьях. Поэтому его выполняют незадолго до осуществления истребительных мер в следующие фазы роста с/х культур: яровые зерновые - в начале полного кущения, озимые зерновые - в конце осенней вегетации или весной после отрастания, зернобобовых - при высоте до 8 см, льна-долгунца

- высота 3-10 см (фаза елочки), пропашные культуры - перед междурядными обработками, многолетние травы - до кущения злаков или вначале отрастания бобовых компонентов, на чистых парах - при массовом появлении сорняков, кукуруза - фаза 2-3-х листьев, плодово-ягодные насаждения - перед первой обработкой междурядий.

Результаты оперативного обследования позволяют уточнить по конкретному полю видовой состав, количественное обилие и фазы роста сорняков как показатель чувствительности или устойчивости их к планируемым истребительным мерам, а также для корректировки размера подлежащей обработке площади, времени и способов обработки, количества машинно-тракторных агрегатов, вида и норм гербицидов и так далее. Единицей обследования является поле, занятое одной культурой, однородное по рельефу, плодородию и применяемой агротехнике.

Учет сорняков при систематическом сплошном обследовании и при оперативном выполняются с помощью двух взаимно дополняющих друг друга методов: 1) визуальный, 2) количественный.

1. Из визуальных методов наиболее широкое распространение получил метод А.И. Мальцева, в основу которого положена сравнительная оценка обилия сорняков по отношению к культуре, которую они засоряют. По этому методу используется 4-х-балльная шкала:

1 балл - слабая степень засоренности - в поле единичные сорняки

2 балла - средняя - сорняков 25% от общего травостоя посевов

3 балла - сильная - сорняков и культурных растений примерно одинаковое количество

4 балла - очень сильная - сорные растения преобладают над культурными и по количеству и по высоте, заглушая их.

Данный метод не позволяет определить видовой состав сорняков и основан на сопоставлении общего количества сорняков всех видов и биогрупп с культурными растениями.

Более точным и конкретным методом является глазомерно-численный метод ТСХА, при котором используется рамка площадью 1/4 кв. метра. При прохождении поля по большей диагонали или по 2-3 прямым или зигзагообразным проходом через определенные расстояния делают по всей длине маршрута учеты, количество которых зависит от размера участка: на участке до 10 га делают 9 учетов, 10-50 га - 16 учетов, 50-100 га - 25 и более 100 га - 30 учетов. Общее направление маршрута движения должно проходить по возможности поперек основной обработки или посева и обязательно должно охватывать все элементы рельефа.

При каждом учете определяется количество сорняков по видам и записывается в учетный лист засоренности посевов по форме 1 (рабочая тетрадь по учебной практике).

Помимо этого вокруг каждой учетной деланки проводится визуальная оценка в радиусе 1 метра и помечается знаком " + " в ведомости встречаемости встретившиеся виды сорняков. Особые записи делают при

наличии карантинных и наиболее вредоносных сорняков, не попавших в учетную площадку.

После прохождения маршрута по каждому полю делают обобщение результатов с подсчетом среднего количества сорняков на учетной делянке и пересчет на 1 кв. метр площади по видам и каждой **вредоносно-морфологической группе: малолетние двудольные, малолетние однодольные, многолетние двудольные, многолетние однодольные, карантинные, всех сорняков**

В соответствии с численностью вредоносно-морфологических групп сорняков (шт/м²) выставляется балл обилия сорняков (степень засоренности) и в соответствии со шкалой определяется преобладающая вредоносно-морфологическая группа сорняков (тип засоренности).

4. Шкала глазомерной оценки численности сорняков

Балл степени засоренности	Для малолетних сорняков		Для многолетних сорн.		Степень засоренности
	интервалы классов численности, шт/м ²	среднее значение класса, шт/м ²	интервалы классов численности, шт/м ²	среднее значение класса, шт/м ²	
1	1-30	16	0,1-1,0	0,5	очень слабая
2	31-100	65	1,1-3,0	2,0	слабая
3	101-200	150	3,1-6,0	4,5	средняя
4	200-300	250	6,1-10	8,0	сильная
5	301 - 500 и >	400	10,1-15,1 и >	12,5	очень сильная

В зависимости от преобладающей вредоносно-морфологической группы сорняков различают **5 наиболее характерных типов засоренности посевов:**

1. Однолетний однодольный
2. Однолетний двудольный
3. Многолетний корневищный
4. Многолетний корнеотпрысковый
5. Смешанный тип:
 - а) корнеотпрысково-малолетний
 - б) корневищно-малолетний
 - в) корнеотпрысково-корневищный
 - г) корнеотпрысково-корневищно-малолетний

В научно-агрономической практике для получения более полной информации о вредоносности сорняков применяют количественно-весовой метод засоренности посевов, при котором определяется не только количество сорняков, но и их масса.

Однако, данные по обследованию (основному и оперативному) не всегда дают возможность точного прогнозирования появления и развития сорняков в посевах последующих культур севооборота.

Так как в почве длительное время сохраняются старые семена различных сорных растений, которые при наступлении благоприятных условий могут прорасти и засорить культуры на следующий год. Следовательно, для прогнозирования появления и развития сорных растений необходим учет засоренности почвы их семенами.

Определение засоренности почвы семенами сорняков

Образцы почвы для определения засоренности отбирают послонно (через 10 см) с помощью специального бура (конструкции Шевелева, Калентьева, Хрущева, НИИСХ Юго-Востока или ВИКа) на глубину пахотного слоя. По наибольшей диагонали обследуемого поля осенью после вспашки или ранней весной до начала прорастания семян в 25-30 местах (при площади участка более 150 га) или 15-20 скважин (при 50-100 га) отбирают образцы на глубину пахотного слоя. Отбор почвенных образцов можно также проводить с помощью бура-трости на глубину до 30 см, совместив эту работу с агрохимическим обследованием.

Средняя проба с каждого поля должна быть не менее 2 кг - минеральная почва и не менее 0,5 кг - торфяной почвы. Их помещают в целофановые или бумажные пакеты. Этикетирование выполняется следующим образом:

$$1 \frac{1}{0-5}, \text{ где}$$

1 - номер поля, 1 - в числителе - номер скважины, 0-5 - глубина взятия образца в скважине.

Далее эти образцы высушиваются до воздушно-сухого состояния и из них отбирают один смешанный образец массой 250-300 г для анализа. Выделить семена необходимо сразу же после отбора почвенных проб. Способ определения определяется механическим составом и гумусированностью почвы.

а) Образцы суглинистой почвы с небольшим содержанием гумуса высыпают в специальные сосуды, у которых дно и крышка состоят из съемных металлических сит или капроновых мешочков с отверстиями 0,25 мм. Установленные на специальном отмывочном столе сосуды герметически закрывают крышкой и погружают в воду т.е. подвергают флотации. Далее после промачивания сосуды вращают в резервуаре с циркулирующей водой до тех пор пока она не станет чистой. После отмывания в сосуде остаются части растений и семена сорняков, которые высушивают до воздушно-сухого состояния и разбирают.

б) Образцы песчаной почвы, в которой мало органического вещества, после отбора в поле отмывать не следует. Их доводят до воздушно-сухого состояния и пропускают через набор сит с отверстиями от 3,1 до 0,25 мм с установленным внизу поддоном, а сверху прикрывают крышкой. Фракции на сите 3 мм могут содержать крупные семена и их переносят в пакеты. Средние фракции на сите в 1 мм разбирают на доске и семена помещают в пакеты, а мелкие фракции на сите 0,25 мм либо разбирают, но если они велики по объему, то используют тяжелую жидкость (70% раствор $ZnCl_2$ или 50-60% поташа K_2CO_3 или насыщенный раствор поваренной соли).

в) Образцы почвы с большим содержанием глины, илстых частиц, а также содержащие песок и частицы камней начинают анализировать по первому варианту, т.е. помещают в сосуды с отверстиями сит 0,25 мм. После отмывки илистой фракции остаток образца доводят до воздушно-сухого состояния. Дальнейший анализ по второму варианту, т.е. пропускают через набор сит от 3,1 до 0,25 мм и т.д.

Далее определяется видовой и количественный состав семян сорняков, предварительно отделив на разборной доске мелкие камни и органические остатки. Результаты анализов заносятся в соответствующую форму (рассматривается на лабораторных занятиях).

Количество сорняков рассчитывается на 1 га или 1 м². для этого вначале определяют площадь режущей части бура:

$$ПРЧ = \frac{\pi D^2}{4}$$

Для того, чтобы ускорить расчеты применяют переводной коэффициент.

$K = 100 : ПРЧ$. Например, $10000 : 0,004 \text{ м}^2 = 2\,500\,000$. Далее количество семян каждого вида умножается на него и получаем окончательные результаты. Для оценки степени засоренности используется бонитировочная шкала (по А.В. Фисюнову, 1984).

5. Шкала оценки засоренности почвы семенами сорняков

Число семян сорняков в пахотном слое, млн/га	Балл	Степень засоренности
менее 10	1	слабая
10-50	2	средняя
более 50	3	сильная

Далее определяется всхожесть семян сорняков для объективной оценки и выводов. Это проводится в лабораторных условиях путем создания условий для прорастания. Проращивают семена в аппарате Якобсона, либо в термостатах, оборудованных терморегуляторами. Проращивание ведется в чашках Петри по 100 шт семян в 4-кратной повторности на увлажненной

фильтровальной бумаге. Рекомендуется ложе для семян менять через 5 суток (выделения, тормозящие прорастания). Подсчеты ведутся через 5 дней (проросшие семена выбирают, а проращивание осуществляется не менее 15 дней. Запись ведется по соответствующей форме. Далее определяют скрытую жизнеспособность по внешнему виду семян живых, но не проросших через 15 дней.

3. Методика картирования засоренности посевов

1. Картирование проводится на всей площади с.-х. угодий каждого с.-х. предприятия единицей картирования является поле севооборота, массив многолетних насаждений или участок естественных сенокосов и пастбищ.

2. Карта засоренности составляется на основании обобщенных результатов сплошного и оперативного обследований и анализа почвы на содержание семян сорных растений.

3. Для нанесения на карту засоренности сорной растительности применяют следующие **условные обозначения:**

1. Яровые - горизонтальные штрихи или желтый цвет.

2. Зимующие и озимые - косые штрихи или голубой цвет.

3. Двулетние - точки или коричневый цвет.

4. Стержнекорневые - скрещивающиеся косые линии или оранжевый цвет.

5. Ползучие - треугольники или розовый цвет.

6. Луковичные и клубневые - кружки или черный цвет.

7. Мочковатокорневые - скрещивающиеся вертикальные и горизонтальные линии или синий цвет.

8. Корневищные - горизонтальные линии или зеленый цвет.

9. Корнеотпрысковые - вертикальные линии или красный цвет.

10. Полупаразиты и паразиты - вертикальные штрихи или фиолетовый цвет.

Помимо этих условных обозначений виды сорняков обозначаются буквенной символикой:

6. Условные обозначения сорных растений при картировании

Многолетние		Малолетние	
сокращенное название	полное название	сокращенное название	полное название
Бод.п.	бодяк полевой	Вас.с.	василек синий
В.пол.	вьюнок полевой	Гор.в.	горец вьюнковый
Лют.п.	лютик ползучий	Нез.о.	незабудка обыкновенная
Лют.е.	лютик едкий	М.б.	марь белая
Ли.об.	льянка обыкновенная	Мет.п.	метлица полевая
Ост.п.	осот полевой	Мокр.	мокрица
Од.лек	одуванчик лекарственный	Овс.о	овсюг обыкновенный
Пар.п.	пырей ползучий	Пик.о.	пикульник обыкновенный

Под.б.	подорожник большой	Пик.к.	пикульник красивый
М.-и-м	мать и мачеха	Пас.с.	пастушья сумка
Сур, о	сурепка обыкновенная	Ред.д.	редька дикая
Тысяч,	тысячелистник	Тор.	торица
Чист . б	чистец болотный	Ром.н.	ромашка непахучая
Щав.м.	щавель малый	Фиал, и	фиалка полевая
Кб, п.	хвощ полевой	Яруг.п	ярутка полевая

4. На проекте внутрихозяйственного землеустройства на каждом поле севооборотов вычерчивается круг диаметром не менее 2 см в центре которого чертится еще один круг меньшего диаметра (1 см). Внутри маленького круга указывают год и культуру, а большую часть круга разбивают на 5 разных по величине секторов, в которые записываются с помощью буквенной и цифровой символики преобладающие виды сорняков и их количество.

С помощью штриховки или раскраски по секторам указывают типы засоренности или преобладающие биологические группы сорняков.

5. При картировании особое внимание уделяют наличию карантинных и ядовитых сорняков: на секторах карантинные сорняки обозначают красным треугольником, а ядовитые и злостные - синим квадратиком.

6. Одной картой засоренности можно пользоваться в течении 7-10 лет, ежегодно указывая в новых секторах культуры, год, виды сорняков , их численность и тип или биологические группы сорняков.

Тема 2: «ИНТЕГРИРОВАННАЯ СИСТЕМА МЕР БОРЬБЫ С СОРНЯКАМИ В СЕВООБОРОТЕ »

Практика земледелия показывает, что применение отдельных мер борьбы с сорняками часто не дает желаемого результата. Большое видовое разнообразие сорняков, приобретенные в процессе отбора защитные свойства, значительный запас в почве семян и органов вегетативного размножения требуют системного подхода к снижению количества сорной растительности.

В интегрированную систему входят все меры по предупреждению засорения с/х культур и угодий и все виды мероприятий или их часть по уничтожению семенных проростков и вегетативных органов размножения в почве и вегетирующих сорняков в посевах. Поэтому систему мер борьбы часто называют комплексные или интегрированные меры борьбы с сорняками.

Совет Западной региональной секции Международной организации по биологической борьбе в 1973 г отмечая, что интегрированная защита растений - это борьба с вредными организмами, учитывающая пороги их вредности и использующая, в первую очередь, природные ограничивающие факторы наряду с применением всех других методов,

удовлетворяющих экономическим, экологическим и токсикологическим требованиям.

Интегрированную борьбу в связи с этим следует понимать как идеальную комбинацию биологических, агротехнических, химических, физических и других методов защиты растений против комплекса вредителей и болезней в конкретной эколого-географической зоне на определенной культуре, при которой осуществляется снижение численности вредных видов до хозяйственно-неощутимых количеств при сохранении деятельности природных полезных организмов.

При разработке интегрированных схем необходимо решать следующие вопросы:

1. Оценка естественных факторов борьбы.
2. Определение экономических порогов вредоносности популяции.
3. Определение смертности энтомофагов при применении инсектицидов и других средств борьбы.
4. Организация учета и сигнализации по содержанию численности вредных организмов.
5. Использование агротехнических приемов борьбы.
6. Наблюдение за развитием культурных растений и создания благоприятных условий.
7. Использование интенсивных устойчивых сортов.

Под экономическим порогом понимается такая плотность популяции вредного вида или степень повреждения растений, при которой потери урожая составляют не менее 3-5%, а применение активных средств защиты растений повышает рентабельность производства культуры и снижает ее себестоимость.

Для подготовки и освоения интегрированной системы мер борьбы необходимы следующие этапы (по Г.А. Викторову, 1974):

0. Проектирование севооборотов, так как только в севообороте возможно гармоничное применение существующих методов борьбы.
1. Повышение эффективности естественных механизмов регулирования численности сорняков изменением существующей агротехники культур.
2. Замена постепенная гербицидов биологическими средствами борьбы.
3. Ограничение применения химического метода борьбы с сорняками в случаях, когда численность сорняков превышает экономический порог вредоносности.
4. Совершенствование и разработка гербицидов селективного (избирательного) действия с определенным спектром поражения.

В основу разработки интегрированной системы мер борьбы с сорняками в условиях севооборота должны быть положены следующие принципы:

1) (ИСМБ) должна непременно сочетаться с особенностями чередования культур в севообороте (учет биоаглушения);

2) четкое, ясное знание засоренности полей севооборотов с учетом количественного и качественного состава засорителей, знание особенностей их биологии;

3) хорошее знание реакции защищаемых культур на проведение тех или иных мероприятий и в целом на осуществление (СИБ);

4) сочетание применения средств борьбы: агротехнических, биологических и химических с предпочтением первых и вторых, гербициды для "тушения пожара";

5) чередование в севообороте гербицидов, разных по спектру действия: (например, 2,4-ДА-диален, диапрен, диамет-Д и т.д.);

6) учет последствий интегрированных мер борьбы и, в первую очередь, средств химии (например, гербициды триазинового ряда, ТХА и т.д.);

7) учет действия агротехнического фона в целом на эффективность средств защиты от сорняков (N, P, K₀).

В практике часто сочетаются.

1. Сочетание механических и фитоценологических методов для борьбы с бодяком полевым. Сущность - систематическое подрезание появляющихся побегов в чистом пару с последующим угнетением оставшихся жизнеспособных растений посевами озимой ржи.

2. Сочетание механического и химического методов борьбы с сорняками. Высокий эффект в условиях минимализации обработки почвы, в условиях эрозионной опасности и недостатка влаги.

3. Сочетание механических, химических и фитоценологических мер в технологиях возделывания культур обеспечивает более полное уничтожение сорных растений.

Своевременное использование биологического глушения сорных растений культурными при правильном их размещении в севообороте и правильной агротехнике возделывания с уничтожением сорных растений механическим методом при проведении системы обработки почвы и правильное применение гербицидов для борьбы с сорняками во время вегетации культур, способно обеспечить высокий эффект как с экономической, так и с экологической точек зрения.

ПРИМЕР

Учитывая основные положения разработки системы мер борьбы с сорняками, она может иметь для отдельной культуры следующий вид.

Культура - озимая пшеница, смешанный тип засоренности.

1. Предупредительные меры

1.1. Тщательная очистка семенного материала от семян сорных растений (данные семена оз. пшеницы соответствуют 1 кл.)

1.2. Если применяются органические удобрения, то только в перепревшем.

1.3. Очистка рабочих органов почвообрабатывающих машин от почвы, в которой находятся семена сорняков и органов вегетативного размножения сорняков (корневищ, корневых отпрысков).

1.4. Обкашивание от сорняков столбов и пустырей, находящихся в непосредственной близости или на поле, где будет размещаться озимая пшеница.

2. Истребительные меры

2.1. Фитоценотические

2.1.1. Создание благоприятных условий для роста и развития озимой пшеницы в соответствии с технологиями ее возделывания, обеспечивающей высокую продуктивность. Это обеспечит своевременное и интенсивное развитие растений и тем самым повысит конкурентную способность оз.пшеницы в агрофитоценозе.

2.1.2. Правильный подбор предшественника, способствующий очищению поля от сорняков (чистый пар или мн.травы).

2.2. Агротехнические

2.2.1. Использование в системе основной обработки почвы комплексных методов борьбы с малолетними и многолетними сорняками и органами их размножения.

а. Метод «провокации» семян малолетних сорняков с последующим их уничтожением приемами основной обработки почвы.

б. Метод «истощения» или «удушения» - провокация прорастания органов вегетативного размножения многолетних сорняков (корневищ, корневых отпрысков, луковиц, клубней) с последующим их уничтожением приемами основной обработки почвы.

в. Метод механического вычёсывания, вымораживания, высушивания вегетативных органов размножения сорняков

2.2.2. Использование в системе предпосевной обработки почвы механических методов борьбы с вегетирующими сорняками (культивация, укоренившиеся всходы сорняков, боронование - появление всходов или фаза белой нити у сорняков).

2.2.3. Использование в системе послепосевной обработки почвы до и послепосевого боронования для борьбы со всходами однолетних сорных растений.

2.3. Химические

Они используются в случаях упущения в агротехнике и при численности сорняков, превышающей экономической порог вредности и, если использование других, вышперечисленных мер, неэффективно.

2.3.1. Правильный подбор гербицида, обеспечивающий гибель наиболее вредоносных сорняков и применение его в соответствующую фазу роста и развития озимой пшеницы, что в меньшей мере отразится на угнетении культурного растения.

РАЗДЕЛ 6 «АГРОХИМИЯ»

Затраты времени - 3 часа

Тема 1: «АЗОТНЫЕ, ФОСФОРНЫЕ, КАЛИЙНЫЕ, СЛОЖНЫЕ УДОБРЕНИЯ, ИХ КЛАССИФИКАЦИЯ, ХАРАКТЕРИСТИКА И ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ»

Тема 1.1: «АЗОТНЫЕ УДОБРЕНИЯ»

- 1. Роль азота в жизни растений, признаки азотного голодания.**
- 2. Способы получения и классификация азотных удобрений .**
- 3. Характеристика основных азотных удобрений.**
- 4. Особенности применения азотных удобрений.**
- 5. Сроки и дозы применения азотных удобрений под основные сельскохозяйственные культуры.**

1. Роль азота в жизни растений, признаки азотного голодания.

Азот – важнейший элемент питания растений, имеющий большое общеприкладное значение. Без азота не может быть белка, а без белка – жизни.

Азот в растениях входит в состав аминокислот (из которых образуется белок), амидов, а также нуклеиновых кислот (рибонуклеиновой – РНК, дезоксирибонуклеиновой – ДНК), играющих исключительно важную роль в обмене веществ в растениях и в передаче наследственных свойств. Он содержится также в хлорофилле, фосфатидах, алкалоидах, некоторых витаминах, ферментах и других органических соединениях. Белок - главная составная часть протоплазмы живых клеток, где содержание азота достигает 16-18%.

В различных растениях содержание азота колеблется в широких пределах. Более богаты азотом семена и листья, беднее корни и стебли.

Азотное голодание растений, прежде всего, характеризуется изменением зеленой окраски листьев, т.е. при недостатке в азоте, образование хлорофилла ослабевает в результате чего листья приобретают бледно-зеленую окраску.

По мере разрушения хлорофилла в листьях становятся заметными желтые пигменты, а в результате длительного азотного голодания бледно-зеленая окраска листьев приобретает различные тона - желтый, оранжевый и красный, в зависимости от вида растений.

Другим характерным признаком азотного голодания растений служит сильная задержка в росте. Недостаток азота резко ограничивает образование белков, необходимых для роста новых клеток. В результате молодые органы растений - листья, стебли, плоды бывают мельче, чем у растений при нормальном питании. Тормозится процесс образования боковых побегов и кущение у злаков.

Азот играет большую роль в образовании репродуктивных органов. При недостаточном поступлении азота в растение закладка цветочных почек и развитие семян происходит медленно.

Признаки азотного голодания встречаются в любой период развития растений – от всходов до созревания, на всех типах почв. Особенно часто они проявляются ранней весной, когда запасы нитратов в почве могут быть вымыты в глубокие слои, а микробиологические процессы в уплотненной и холодной почве протекают еще слабо.

2. Способы получения и классификация азотных удобрений .

Производство различных азотных удобрений основано главным образом на получении синтетического аммиака из молекулярного азота и водорода. Азот получают пропусканием воздуха в генератор с горящим коксом, а источником водорода служит природный газ. Из смеси азота и водорода (в соотношении 1:3) при высокой температуре и давлении в присутствии катализаторов получают аммиак. При необходимости аммиак окисляют в азотную кислоту. Аммиак используется для производства аммонийных азотных удобрений, а азотная кислота идёт для получения аммонийно-нитратных и нитратных азотных удобрений.

Азотные удобрения в зависимости от формы соединения азота разделяют на следующие четыре группы

Нитратные удобрений - содержащие азот в нитратной форме, – натриевая селитра, нитрат калия и кальциевая селитры.

Аммонийные и аммиачные удобрений, в которых азот содержится в аммонийной форме, – сульфат аммония и хлористый аммоний или в аммиачной форме безводный аммиак и аммиачная вода.

Аммонийно-нитратные удобрений, содержащие азот одновременно в аммонийной и нитратной форме, например аммиачная селитра;

Амидные удобрений - азот находится в амидной форме, например мочевины. Выделяют группу медленно действующих азотных удобрений.

3. Характеристика основных азотных удобрений

НИТРАТНЫЕ УДОБРЕНИЯ

Натриевая селитра (нитрат натрия, азотнокислый натрий, чилийская селитра) – NaNO_3 – содержит 16-16,4% азота и 26% натрия. В природе встречается в виде естественных залежей (чилийская селитра). Представляет собой мелкокристаллическую соль белого или буровато-желтоватого или сероватого цвета, хорошо растворимую в воде. Обладает заметной гигроскопичностью и при хранении в неблагоприятных условиях может слеживаться. В сухом состоянии обладает хорошей рассеваемостью.

Удобрение хорошо растворяется в воде. При хранении в неблагоприятных условиях может слеживаться, в сухом состоянии хорошо рассеивается.

Кальциевая селитра (нитрат кальция, азотнокислый кальций, норвежская селитра) – $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ – содержит не менее 17,5% азота.

Удобрение белого цвета, хорошо растворима в воде, очень гигроскопична, что является его большим недостатком, осложняющим хранение, перевозку и применение. Поэтому ее хранят и перевозят в специальной водонепроницаемой упаковке. Для уменьшения гигроскопичности кальциевую селитру подвергают поверхностной обработке гидрофобными веществами, например парафинистым мазутом.

Натриевая и кальциевая селитры являются физиологически щелочными удобрениями. Растения в большом количестве потребляют из этих удобрений анионы азотной кислоты, чем катионы натрия и кальция, которые, оставаясь в почве, образуют основания и сдвигают реакцию в сторону подщелачивания. В связи с этим нитратные удобрения весьма эффективны на кислых дерново-подзолистых почвах.

Нитратный азот не поглощается почвой. Поэтому при внесении в почву нитратные удобрения сравнительно легко вымываются из пахотного слоя. Поэтому эти формы удобрений следует применять незадолго до посева под предпосевную культивацию и в подкормки растений во время вегетации. Очень хорошо использовать нитратные удобрения в подкормку под озимые, пропашные и другие культуры, натриевую селитру – в рядки при посеве сахарной свеклы, кормовых и столовых корнеплодов. Высокая эффективность натриевой селитры при внесении под корнеплоды связана с ролью натрия, который усиливает отток углеводов из листьев в корни, в результате повышается урожайность корней и содержание в них сахара.

АММОНИЙНЫЕ И АММИАЧНЫЕ УДОБРЕНИЯ

К аммонийным удобрениям относят сульфат аммония, хлористый аммоний, а к аммиачным - аммиачная вода и безводный аммиак.

Сульфат аммония, сернокислый аммоний $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ - кристаллическая соль белого, желтоватого, зеленоватого или серого цвета, хорошо растворимая в воде, содержит 20,5-21 % азота и 24 % серы. Получают его улавливанием аммиака коксового газа серной кислотой Гигроскопичность - слабая, мало слеживается хорошо рассеивается.

Сульфат аммония - физиологически кислое удобрение, при систематическом применении подкисляет почву. Для нейтрализации 1 ц сульфата аммония необходимо 1,25 ц карбоната кальция (CaCO_3). Особенно сильно реагируют на подкисляющее действие сульфата аммония культуры, чувствительные к почвенной кислотности: клевер, пшеница, ячмень, свекла и капуста. Для этих культур сульфат аммония менее эффективен, чем нитратные удобрения.

Под ряд сельскохозяйственных культур, которые менее чувствительны к кислотности почвы (картофель, крестоцветные), сульфат аммония, благодаря наличию в нем серы, является одним из лучших азотных удобрений.

Хлористый аммоний - NH_4Cl содержит 24-25% азота и очень высокое содержание хлора до 66,6 %. Это белый или желтоватый мелкокристаллический порошок, хорошо растворимый в воде. Получают в незначительном количестве как побочный продукт при производстве соды.

С хлористым аммонием в почву вносятся большие количества хлора, что отрицательно действует на урожай и качество продукции культур, чувствительных к избытку данного элемента (картофель, табак, овощные и плодово-ягодные культуры, виноград, цитрусовые, лен, хлопчатник).

Зерновые, сахарная свекла и кормовые корнеплоды мало чувствительны к избытку хлора, поэтому хлористый аммоний можно применять для удобрения этих культур.

Для ослабления вредного действия хлора на растения хлористый аммоний следует вносить в почву с осени под зяблевую вспашку, при этом хлор вымывается из пахотного слоя почвы.

К аммиачным азотным удобрениям относят безводный (жидкий) аммиак и водный аммиак (аммиачная вода).

Безводный (жидкий) аммиак – NH_3 является самым концентрированным и самым дешевым удобрением, содержит 82,3 % азота. Хорошо используется растениями и по эффективности не уступает твердым азотным удобрениям.

Аммиак поглощается почвой и не вымывается, поэтому его можно вносить осенью или весной. Сразу после внесения в течение 12-15 дней аммиак подщелачивает, а затем (после перехода аммиака в нитраты) подкисляет почву. Для нейтрализации 1 ц безводного аммиака требуется 1,5 ц карбоната кальция (CaCO_3). Чтобы избежать потерь азота при внесении безводного аммиака в почву, его следует заделывать на глубину 12-16 см на суглинистых и на 16-20 см на супесчаных почвах. Для внесения безводного аммиака используют специальные машины АБА-0,5М, АБА-1, «Аммиак-2» и другие в агрегате с культиваторами КРН-4,2.

Безводный аммиак можно вносить в качестве основного удобрения и в подкормку с обязательной заделкой.

Водный аммиак (аммиачная вода) – раствор аммиака в воде представляет собой бесцветную или желтоватую жидкость. Выпускают его двух сортов: первый содержит 25% аммиака (20,5% азота), второй – 22% аммиака (18% азота). В водных растворах аммиака содержатся две формы азота - NH_3 и NH_4 . Благодаря этому азот водного аммиака закрепляется в почве прочнее, чем азот аммонийных удобрений возможность потерь азота. Хранят и транспортируют аммиачную воду в стальных герметических цистернах что бы снизить улетучивания аммиака при перевозке, хранении и внесении. Для избежания потерь аммиака при внесении аммиачной воды заделывать ее необходимо на глубину 10-12 см на суглинистых и 12-15 см на супесчаных почвах. Аммиачная вода, как и безводный аммиак, подкисляет почву.

Как и безводный аммиак, аммиачную воду можно вносить осенью в качестве основного удобрения практически под все культуры и особенно на связанных по гранулометрическому составу почвах и весной перед посевом с

одновременной заделкой в почву для уменьшения потери азота. На почвах легкого гранулометрического состава сроки внесения безводного аммиака и аммиачной воды желательнее переносить на весну.

Не следует допускать внесения аммиачных азотных удобрений на одном и том же участке несколько лет подряд, так как в результате усиления минерализации органического вещества почвы, под действием этих удобрений может привести к снижению содержания органического вещества в почве.

АММОНИЙНО-НИТРАТНЫЕ УДОБРЕНИЙ

Аммиачная селитра (NH_4NO_3) содержит 34-35 % азота. Получается нейтрализацией азотной кислоты аммиаком.

Химическая промышленность выпускает аммиачную селитру двух марок марка А - кристаллическая и чешуйчатая селитра (для промышленности), марка Б - гранулированная (для сельского хозяйства). Гранулы аммиачной селитры сферической формы, белые. Аммиачная селитра обладает повышенной гигроскопичностью. При большей влажности удобрение начинает увлажняться, а при меньшей – подсыхать. Взрывоопасна. Хранить ее необходимо в сухом помещении, оборудованном противопожарными средствами.

Аммиачная селитра свободна от балластных веществ и может быть использована под любые сельскохозяйственные культуры на всех почвенных разностях. Это физиологически кислое удобрение. Ее физиологическая кислотность обусловлена избирательным поглощением растениями аммонийного азота, а также процессами нитрификации аммонийного азота почвенными микроорганизмами.

В почве аммиачная селитра взаимодействует с почвенным поглощающим комплексом, катион NH_4 хорошо поглощается коллоидами почвы, а анион NO_3 остается в почвенном растворе, сохраняя высокую подвижность.

На кислых дерново-подзолистых почвах, содержащих в поглощенном состоянии мало кальция и много ионов водорода, в почвенном растворе образуется азотная кислота, вследствие чего он подкисляется. Следует отметить, что подкисление носит временный характер, так как исчезает по мере потребления нитратного азота растениями.

Удобрение пригодно для основного внесения, припосевного применения (в частности, под картофель) и в подкормку. Особенно целесообразно использовать аммиачную селитру для поверхностного внесения при подкормке озимых, лугов и пастбищ. Можно применять ее и для подкормки пропашных, овощных, плодовых и ягодных культур с обязательной заделкой в почву.

Под яровые культуры аммиачную селитру следует вносить весной во время предпосевной культивации во избежание потерь азота от вымывания.

АМИДНЫЕ

К этой группе относится **мочевина или карбамид** $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ содержит 46 % азота – это самое концентрированное из твердых азотных удобрений. Производится на основе синтетического аммиака и угольной кислоты.

В процессе производства гранулированной мочевины под влиянием высокой температуры может образоваться некоторое количество биурета, который в высоких концентрациях более 2,7 % токсичен для растений.

Химическая промышленность выпускает мочевины с содержанием биурета, не превышающим 0,9 %.

При внесении мочевины в почву под влиянием уробактерий в течение двух-трех дней она превращается в углекислый аммоний. Под действием нитрифицирующих бактерий ионы аммония переходят в нитраты. Таким образом, мочевина является биологически кислым удобрением.

Мочевину можно применять как основное удобрение, а также в виде подкормок не только прикорневых, но и некорневых.

Поверхностное внесение мочевины в виде подкормок озимых культур, лугов и пастбищ снижает ее эффективность по сравнению с аммиачной селитрой, что объясняется потерей аммиака. Поэтому мочевины надо использовать под пропашные и овощные культуры, а аммиачную селитру в подкормку.

Мочевина - лучшая форма азотного удобрения для некорневой подкормки овощных и плодовых культур, а также поздней подкормки зерновых культур для повышения белковости зерна. В день внесения мочевины можно смешивать с суперфосфатом и хлористым калием

Медленно действующие азотные удобрения

Медленнодействующие азотные удобрения - новый вид удобрений, содержащих азот в нерастворимой или слабо растворимой форме. В отличие от обычных легкорастворимых удобрений они постепенно переходят в усвояемую форму и обеспечивают растения азотом в течение длительного времени. Преимуществом то, что азот этих удобрений не вымывается из почвы и не выносится с восходящим током влаги в поверхностный почвы.

Применение эту группу азотных удобрений в районах избыточного увлажнения и орошаемого земледелия для культур, чувствительных к увеличенным концентрациям азота и высокому осмотическому давлению.

Большую часть медленнодействующих азотных удобрений производят на основе мочевины и алифатических альдегидов: формальдегида, ацетальдегида.

Мочевинно-формальдегидное удобрение (МФУ) содержит 38-42% азота, в том числе 8-10% в водорастворимой форме, а остальные 30-32% в водо-нерастворимой, но доступной для растений форме.

Продукт мало гигроскопичен, совершенно не слеживается при хранении и хорошо рассеивается туковыми сеялками. Мочевинно-формальдегидное удобрение целесообразно использовать для основного до посевного внесения под хлопчатник на засоленных почвах.

Мочевинно-ацетальдегидное удобрение содержит 31,4% азота. По свойствам оно близко к мочевинно-формальдегидному удобрению, но в ряде случаев превосходит его по эффективности.

Изобутилидендимочевина-содержит 32,2% азота. Продукт белого цвета, почти нерастворим в воде (0,01-0,1 г в 100 см³ при 20°С). Получают в Японии в качестве побочного продукта производства 2-этилгексанола. Выпускают в виде гранул белого цвета размером 1-3 мм.

Оксамид (днамид щавелевой кислоты) – содержит 31,8% азота. Порошковидный продукт, слабо растворимый в воде (0,02-0,1 г в 100 см³ при 20°С). При внесении в почву весь азот оксамида постепенно переходит в доступную для растений форму.

4. Особенности применения азотных удобрений

Азотные удобрения не только повышают урожай, но положительно влияют и на его качество. В растениях возрастает содержание белка, клейковины; улучшаются хлебопекарные качества зерна. При внесении азотных удобрений заметно улучшается витаминная ценность продукции (увеличивается содержание аскорбиновой кислоты, каротина, тиамина, рибофлавина и миозина), причем нитратная форма азота в большей степени способствует накоплению витамина С, чем аммонийная.

Наличие дополнительных компонентов в азотных удобрениях - важный фактор в их действии на растения. Многие растения отличаются повышенной чувствительностью к хлору. Это картофель, табак, лен, конопля, виноград, плодовые и ягодные культуры подсолнечник, клевер, горчица, гречиха. Избыток хлоридов, внесенных под эти культуры, отрицательно влияет или на величину урожая или на его качество, поэтому хлористый аммоний - нежелательная форма удобрения для этих культур. Его лучше использовать под нечувствительные к хлору культуры: сахарную свеклу, зерновые, кормовые корнеплоды. Зато на затопляемых почвах хлористый аммоний может действовать даже лучше сульфата аммония, так как при длительном анаэробном процессе сера последнего восстанавливается до сульфидов, которые отрицательно влияют на корни растений.

Натрий, являющийся компонентом натриевой селитры, играет важную роль в питании таких растений, как сахарная свекла и кормовые корнеплоды. Поэтому натриевая селитра для этих культур - весьма эффективная форма азотного удобрения.

Дозы азотных удобрений устанавливают, исходя из биологической потребности растений в азоте, обеспеченности почв азотом, предшественников удобряемых культур, сопутствующих удобрений, обеспеченности растений влагой.

При определении сроков и способов внесения азотных удобрений следует учитывать форму соединений азота в удобрении и наличие тех или иных дополнительных компонентов. Отношение растений к форме соединений азота (нитратной или аммиачной) не всегда одинаково. Усиленное поступление аммиачного азота в неокрепшие растения сахарной свеклы и льна может отрицательно влиять на них вследствие токсического действия избыт-

ка аммония. Следовательно, сульфат аммония, хлористый аммоний, мочеви-на мало пригодны для внесения в рядки или гнезда.

Поэтому для весенней подкормки озимых хлебов нитратные формы азотных удобрений, а также аммиачная селитра имеют некоторое преимуще-ство перед сульфатом аммония. Но эта подвижность нитратных удобрений становится отрицательным фактором как при избыточном увлажнении, когда нитраты могут легко вымываться за пределы распространения корневой си-стемы растений, так и в условиях засухи, когда нитраты поднимаются с вос-ходящим током влаги к поверхности почвы. Происходящий в почве процесс нитрификации аммонийного азота постепенно сглаживает различия в по-движности отдельных форм азотных удобрений. Однако в первое время по-сле внесения эти различия довольно хорошо выражены, и их следует учиты-вать при составлении плана удобрения различных сельскохозяйственных культур.

Нитратные формы дают лучшие результаты при удобрении сахарной свеклы, овощных растений и культур с коротким вегетационным периодом. Однако в большинстве случаев наиболее удобным азотным удобрением явля-ется аммиачная селитра, сочетающая в себе нитратный и аммонийный азот.

В сравнении с другими видами удобрений азотные более подвижны, по-этому для получения максимального эффекта от азота необходимо правильно установить сроки и способы внесения. Основной принцип - внесение удобре-ния в зону наибольшей жизнедеятельности корней. При основном (до посева) внесении удобрение следует, возможно, равномернее распределить по поверх-ности поля. Глубину заделки устанавливают с учетом влажности почвы, фор-мы азота в удобрении и биологических особенностей культуры. Аммонийные формы под зерновые и лен вносят под предпосевную культивацию, а под кар-тофель под весеннюю перепахку. Нитратные формы заделывают неглубоко.

Если азотные удобрения не внесены до посева, то целесообразно их использовать при подкормке в первый период роста растений, когда прояв-ляется наибольшая потребность в азоте. При запаздывании с подкормкой за-тягивается созревание и снижается выход товарной части урожая.

Основное условие высокой эффективности применения азотных удоб-рений - внесение их по фосфорно-калийному фону, а на дерново-подзолистых почвах - при известковании кислых почв. Последнее условие обязательно для физиологически кислых азотных удобрений.

5. Сроки и дозы применения азотных удобрений под основные сельскохозяйственные культуры

Азотные удобрения вносят под все сельскохозяйственные культуры. Особое положение по отношению к этим удобрениям занимают бобовые рас-тения, которые используют молекулярный азот, фиксируемый клубеньковы-ми бактериями. Однако в начале роста, когда клубеньковые бактерии еще недостаточно развились, зерновые бобовые (горох, вика, фасоль) положи-

тельно отзываются на внесение азотных удобрений в небольших дозах (30—40 кг/га).

Зерновые культуры сильно отзываются на внесение азотных удобрений, которые улучшают развитие вегетативных и репродуктивных органов, повышают энергию кущения, увеличивают урожай зерна и содержание белка в нем.

Наиболее высокая эффективность и окупаемость азотных удобрений под озимые культуры достигается при внесении их в дозах, величина которых зависит от уровня плодородия почвы, предшественника. Доза азота по зерновым предшественникам без внесения навоза под озимую рожь составляет 60-120 кг/га. Эту дозу нужно вносить дробно, в два приема - весной в начале вегетации растений, когда среднесуточная температура воздуха достигает +5 °С и повторно в середине трубкования. Озимая пшеница больше, чем озимая рожь, потребляет азота. Доза обычно составляет 90-150 кг/га. В первый срок вносят 60-90 кг/га, во второй – 30-60 кг/га. Для повышения содержания белка в зерне рекомендуется часть азота (до 30 кг/га), перенести в третью подкормку в фазе начала колошения.

Более точно дозы азота в подкормки, так же как и для озимой ржи, устанавливают на основании почвенной и растительной диагностики. Лучшей формой азотных удобрений для первой подкормки озимых является аммиачная селитра, для последующих – растворы мочевины (10-15 %).

Эффективность и нормы азотных удобрений под яровые зерновые культуры (ячмень, яровая пшеница, овес) зависят, прежде всего, от гранулометрического состава и плодородия почв, предшественников и биологических особенностей культур.

Оптимальная норма азота под ячмень после пропашных - 60 кг/га, после зерновых - 90 кг/га. Нормы азотных удобрений под овес, в зависимости от указанных выше факторов, варьируют в пределах 40-90 кг/га, под яровую пшеницу-80-120 кг/га.

При внесении повышенных норм (более 90 кг/га) во избежание раннего полегания ячменя и яровой пшеницы целесообразно часть азота (30-40 кг) внести в фазе трубкования. Более точно дозы азота в подкормки можно установить на основании растительной диагностики.

Под кукурузу, в зависимости от плодородия почвы, предшественника и дозы внесения органических удобрений вносят в среднем от 60 до 90 кг/га азота, причем большую часть вносят до посева, а меньшую (20-30 кг) в подкормку при первой междурядной обработке почвы.

Для картофеля также имеет положительное значение внесение азотных удобрений. В зависимости от уровня урожая, гранулометрического состава почвы, содержания в ней гумуса, а также предшественников, вида и дозы органических удобрений дозы азотных удобрений могут варьировать в пределах 50-120 кг/га. Для позднеспелых сортов дозы азотных удобрений должны не превышать 80 - 100, а ранних – 70-90 кг/га. Лучшими формами азотных удобрений под картофель являются сульфат аммония, мочевина.

Овощные культуры предъявляют высокие требования к азотному питанию в течение всей вегетации. Наиболее интенсивный прирост урожая капусты наблюдается в июле-августе (84% общего урожая); в это время капуста поглощает много азота.

Морковь больше всего усваивает азота в конце августа, начале сентября. Поступление азота в огурцы возрастает постепенно, достигая максимума в период роста завязей. В дальнейшем поступление азота резко уменьшается. Большое значение азотные удобрения имеют для повышения урожая томатов. Нормы азотных удобрений для овощных, возделываемых в Нечерноземной зоне при условии внесения 20-30 т/га навоза, находятся в пределах 60-120 кг/га.

Тема 1. 2. «ФОСФОРНЫЕ УДОБРЕНИЯ»

- 1. Роль фосфора в жизни растений, основные его источники в питании растений.**
- 2. Характеристика фосфорных удобрений.**
- 3. Нормы и особенности применения фосфорных удобрений.**
- 4. Пути повышения эффективности фосфорных удобрений.**

1. Роль фосфора в жизни растений, основные его источники в питании растений

Фосфор является одним из важнейших элементов питания растений. Растения потребляют его главным образом в виде анионов H_2PO_4^- (или HPO_4^{2-}) из солей ортофосфорной кислоты (H_3PO_4).

Фосфор включается в состав различных органических соединений он входит в состав нуклеиновых кислот и нуклеопротеидов, которые участвуют в построении цитоплазмы и ядра клеток. Он содержится в фитине (запасном веществе семени), который используется как источник фосфора во время прорастания, а также в фосфатидах, сахаро-фосфатах, витаминах и многих ферментах.

В растительной клетке фосфор участвует в энергетическом обмене, в разнообразных процессах обмена веществ, деления и размножения. Особенно велика роль этого элемента в углеводном обмене, в процессах фотосинтеза, дыхания и брожения.

Большая роль фосфора в углеводном обмене обуславливает положительное влияние фосфорных удобрений на накопление сахара в сахарной свекле и других корнеплодах; крахмала в клубнях картофеля и т. д. При недостатке фосфора нарушается синтез белка и уменьшается содержание его в растении.

Растения наиболее чувствительны к недостатку фосфора в самом раннем возрасте, когда их слабо развитая корневая система обладает низкой усвояющей способностью. Отрицательные последствия от недостатка фосфора в этот период не могут быть исправлены последующим (даже обиль-

ным) фосфорным питанием. Поэтому обеспечение растений фосфором в легко доступной форме в начале вегетации, а также и на всем ее протяжении, имеет исключительно важное значение для роста, развития и формирования урожая.

Академик К.С. Петровский. указывал что «Фосфору принадлежит ведущая роль в центральной нервной систем. Обмен фосфорных соединений тесно связан с обменом веществ и, в частности с обменом жиров и белков. Потребность взрослого человека в фосфоре определена в количестве 500 мг на 1000 ккал или 1600-2000 мг в сутки» (Гигиена питания. М., "Медицина). Опасность для здоровья представляет относительный избыток фосфора в пище по отношению к кальцию. Оптимальное соотношение между содержанием в пище кальция и фосфора: 1:1 или 1:5; любое отклонение чревато заболеваниями.

Для человека остается безвредным содержание полифосфатов в питьевой воде до 7 мг P_2O_5 на 1 л, для животных до 20 мг на 1 л.

Оптимальным, содержанием фосфора в кормах считается 0,35-0,5 % на сухое вещество. О значении фосфора для животноводства можно судить по количеству применяемых кормовых фосфатов. Их производство должно возрасти до 5 млн. т.

Главные источники фосфора для растений – соли ортофосфорной кислоты (H_3PO_4): кальция, магния, калия, аммония. Однако растения могут использовать также соли других фосфорных кислот (метафосфорной, пирофосфорной и др.), но они усваиваются после гидролиза их в почве и перевода с помощью ферментов, выделяемых растением (например, фосфатазы), в ортофосфорную кислоту и ее соли.

Фосфорная кислота – **трехосновная**, она может диссоциировать на три аниона: H_2PO_4 , HPO_4 , PO_4 . В условиях слабокислой реакции преобладает первый анион, в условиях нейтральной – второй.

Доступность растениям различных солей фосфорной кислоты зависит от их растворимости. Наиболее растворимы (в воде) соли фосфорной кислоты с одновалентными катионами калия, натрия, аммония. Они хорошо усваиваются растениями. Растворимы и усваиваются растениями однозамещенные соли кальция и магния – $Ca(H_2SO_4)_2$ и $Mg(H_2SO_4)_2$

Двухзамещенные соли $CaHSO_4$ и $MgHSO_4$ нерастворимы в воде, но растворимы в слабых кислотах, в том числе органических. Благодаря кислотности почвы и корневым выделениям они также служат важными источниками фосфорного питания.

К труднорастворимы (нерастворимы в воде и слабых кислотах) относятся **трехзамещенные** фосфаты, - $Ca_3(HSO_4)_2$. Это соединение может частично растворяться и усваиваться только в кислой (не насыщенной основаниями) почве растениями, имеющими повышенную кислотность корневых выделений – люпином, гречихой, горчицей и некоторыми другими.

Фосфор в почвах содержится как в органической, так и в минеральной форме. Во всех почвах, как правило, преобладают минеральные фосфаты, но

в то же время общее (валовое) содержание фосфора зависит от гранулометрического состава почвы и количества гумуса в ней. Чем тяжелее почва, тем выше и содержание фосфора; чем больше содержание в почве гумуса, тем больше в ней и органического, и общего фосфора.

Содержание фосфора (P_2O_5) в различных почвах колеблется от 0,03 до 0,2%. В материнских породах фосфор содержится чаще в виде фтор-апатита $Ca_3F(PO_4)_3$ и гидроксилapatита $Ca_5OH(PO_4)_3$. При разрушении этих первичных фосфорсодержащих минералов образуются вторичные минеральные соединения фосфора, представленные различными солями ортофосфорной кислоты. Помимо апатита, в почвах содержатся и другие минеральные соединения фосфора. В кислых почвах (дерново-подзолистых и красноземах) образуются фосфаты полуторных окислов $AlPO_4$ и $FePO_4$, а также основные соли железа и алюминия $Fe_2(OH)_3PO_4$, $Al_2(OH)_3PO_4$, которые характеризуются очень слабой растворимостью и доступностью для растений. В почвах, насыщенных основаниями (черноземах), образуются преимущественно двух- и трехзамещенные фосфаты кальция $CaHPO_4$ и $Ca_3(PO_4)_2$. Они слабо растворимы в воде, но постепенно растворяются содержащимися в почвенном растворе угольной, азотной и органическими кислотами и поэтому более доступны растениям, чем апатит и фосфаты полуторных окислов.

Фосфориты образуются путём минерализации останков костей животных в геологическом периоде. Апатиты – это извержения горных пород.

В среднеподзолистой почве на 1 га содержится общего фосфора 2,3 т, органического – 0,7, минерального – 1,7 т,

Фосфор, входящий в состав органических веществ (сложных белков, фосфатидов, фитина и др.), недоступен для растений. Он становится усвояемым только после минерализации, разложения органических веществ при участии микроорганизмов до простых растворимых солей фосфорной кислоты.

Минеральные соединения фосфора представлены трудно растворимыми солями – фосфатами алюминия, железа, кальция, магния. При этом в дерново-подзолистых почвах больше фосфатов железа и алюминия, а в черноземах, и особенно в карбонатных почвах (наряду с фосфатами алюминия, железа), больше фосфатов кальция и магния.

Та часть фосфатов, которая представлена растворимыми солями – кальция, магния, калия, натрия, аммония, легкодоступна для растений.

2. Характеристика фосфорных удобрений

Фосфорные удобрения получают путём кислотной и термической переработки апатитов и фосфоритов, а так же путём размола фосфоритов до состояния тонкой муки.

По степени растворимости и доступности фосфора для растений они подразделяются на 3 группы:

1. **Водорастворимые и легкодоступные для растений** (суперфосфат простой и двойной);
2. **Не растворимые в воде, но растворимы в слабой лимонной кислоте и**

щёлочном цитратном растворе (преципитат, обесфторенный фосфат, томасшлак, мартеновский фосфатшлак);

3. **Не растворимы в воде и слабых кислотах и труднодоступные для растений** (фосфоритная мука и костная мука).

Первая группа-водорастворимые:

Суперфосфат простой представляет собой гранулы от светло-серого до темно-серого цвета. Получается путем разложения апатита и фосфорита серной кислотой в соотношении 1:1 с последующей грануляцией и высушиванием продукта. Содержит 19-21 % P_2O_5 и до 40 % сульфата кальция, с содержанием влаги не более 4 %. Обладает благоприятными физическими и агрохимическими свойствами. Это удобрение можно использовать под все сельскохозяйственные культуры в виде основного, припосевного удобрения и подкормки. Является хорошим удобрением для культур, положительно реагирующих на серу (бобовые, картофель и крестоцветные) и особенно для рядкового внесения при посеве. Простой гранулированный суперфосфат может иметь добавки 0,2 % бора или 0,13 % молибдена. Суперфосфат с добавками бора имеет гранулы голубого цвета и должен использоваться для удобрения чувствительных к недостатку бора культур (сахарной, кормовой, столовой свеклы, льна, семенников многолетних трав, картофеля и др.).

Суперфосфат – кислое удобрение, но кислотность почвы даже при длительном внесении не повышается.

Двойной гранулированный суперфосфат - бывает в виде гранул от светлого до темно-серого цвета. В отличие от простого двойной гранулированный суперфосфат имеет высокое содержание фосфора (42-49%) содержание влаги 3-4 %. Двойной суперфосфат не содержит гипс, в состав которого входит сера. В связи с этим под культуры с требовательные к сере (бобовые и крестоцветные) его эффективность ниже по сравнению с суперфосфатом простым.

Вторая группа - не растворимые в воде, но растворимы в слабой лимонной кислоте и щёлочном цитратном растворе (преципитат, обесфторенный фосфат, томасшлак, мартен, фосфатшлак)

Преципитат – порошок белого или светло-серого цвета. В зависимости от исходного сырья содержит 25-35 % P_2O_5 Преципитат обладает хорошими физическими свойствами: не слеживается, хорошо рассеивается. Его можно применять как основное удобрение под различные культуры и на всех почвах. Для подкормок не рекомендуется. На кислых дерново-подзолистых почвах он может превосходить суперфосфат ввиду того, что фосфор преципитата меньше закрепляется в почве, чем фосфор суперфосфата.

Обесфторенный фосфат - содержит при получении его из апатитов содержит 30-32%, а из фосфоритов – 20-22 % P_2O_5 . По внешнему виду представляет собой светло-серый тонко размолотый порошок, не слеживается. Его нельзя смешивать с аммонийными удобрениями. Его можно применять как основное удобрение на всех почвах. На дерново-подзолистых и черноземных почвах по эффективности он не уступает суперфосфату.

Томасшлак – это побочный продукт переработки богатых фосфором чугунов на сталь и железо по щелочному способу Томаса. Это тяжёлый тонкий тёмно-серого или чёрного цвета с хорошими физическими свойствами, сыпуч, не слеживается при хранении. Томасшлак содержит 14% лимоннорастворимого фосфора в пересчете на P_2O_5 . Применяется на всех типах почв и только для основного внесения. Благодаря примеси извести представляет собой щелочное удобрение.

Фосфатшлак мартеновский - содержит 8 – 12% P_2O_5 в форме. Пылящий порошок черного цвета. Это побочный продукт переработки в мартенах богатых фосфором чугунов. Используется в районах, прилегающих к металлургическим заводам, только для основного внесения. Во избежание потерь азота фосфатшлак нельзя смешивать с аммонийными удобрениями. Недостаток - низкое содержание фосфора.

К этой группе следует отнести так же термофосфаты, плавленный фосфат магниевый, красный фосфор

Третья группа - не растворимы в воде и слабых кислотах и труднодоступные для растений (фосфоритная мука и костная мука)

Фосфоритная мука – порошок землистого цвета, нерастворимый в воде и слабых кислотах. Содержит от 19 % до 30 % P_2O_5 .

Фосфоритная мука первого сорта содержит 29%, второго - 23 и третьего 20% фосфора. Это порошок темно-серого цвета, сильно пылит при внесении в почву. Получают фосфоритную муку размолом фосфорита до состояния тонко размолотой муки. Фосфор в ней находится в форме трехзамещенного фосфата кальция и непосредственно слабодоступен для большинства растений. Лишь немногие растения (люпин, горчица, гречиха и отчасти эспарцет, горох и конопля) могут усваивать фосфор фосфоритной муки. Поэтому на почвах с нейтральной и близкой к ней реакцией среды применение фосфоритной муки малоэффективно. На кислых дерново-подзолистых, серых лесных почвах и выщелоченных черноземах по своей эффективности при внесении в удвоенной дозе она не уступает суперфосфату. Применять фосфоритную муку в виде основного удобрения желательнее с осени под зяблевую вспашку. Наибольший эффект она дает при внесении вместе с навозом под озимую рожь, сахарную свеклу, картофель, кукурузу, а также при компостировании с навозом и кислым торфом

К этой группе можно отнести **костную муку** - содержит 29-34 % фосфора, и 1,7-1,2 % азота, получают путём размола костей и **вивианит** или болотная руда 28 % фосфора.

3. Нормы и особенности применения фосфорных удобрений

Фосфорные удобрения оказывают положительное действие на все культуры и на всех почвах, не обеспеченных подвижным фосфором. Фосфорные удобрения следует применять для основного внесения, одновременно с посевом и в подкормки. Для основного внесения можно использовать все

формы фосфорных удобрений в дозах, соответствующих уровню планируемой урожайности и степени обеспеченности почвы подвижным фосфором.

При рядковом внесении и подкормок применяют только растворимые фосфорные удобрения.

Дозы фосфорных удобрений определяют с учетом уровня планируемой урожайности, биологических особенностей сельскохозяйственных культур, типа гранулометрического состава и агрохимических свойств почвы, предшественников, сопутствующих удобрений.

Средние дозы при допосевном их внесении на дерново-подзолистых почвах колеблются от 45-60 кг/га до 90-120 кг/га действующего вещества. Высокие дозы применяют под плодовые и технические культуры, особенно на малоплодородных почвах; средние – под кукурузу, картофель, кукурузу, овощные и кормовые культуры; меньшие 30-40 кг д. в. - под зерновые и зернобобовые.

На среднеобеспеченных почвах (150-200 мг/кг почвы) необходимо предусмотреть рядковое внесение под наиболее ценные культуры (озимую и яровую пшеницу, зернобобовые, рапс, лен, сахарную свеклу).

На почвах с содержанием 250 мг/кг и более фосфорные удобрения можно временно (несколько лет) не применять. Такой подход позволит получить наиболее высокую окупаемость этих дорогих туков и не приведет к снижению достигнутого уровня содержания подвижного фосфора в почвах.

Хороший эффект дает внесение небольших доз фосфорных удобрений во время сева. В принесенное удобрение могут вноситься простой и двойной суперфосфат. Простой гранулированный суперфосфат вносится под зерновые культуры в дозе 10 кг/га, а более концентрированные (двойной суперфосфат) – 15 - 20 кг/га.

В связи с аварией на Чернобыльской АЭС и радиоактивным загрязнением почв дозы фосфорных удобрений дифференцируются в зависимости от плотности загрязнения (табл. 1).

1. Средние дозы фосфорных удобрений на незагрязненных и загрязненных радионуклидами землях, кг/га

Почва	Содержание P ₂ O ₅ мг/кг	Средняя доза P ₂ O ₅ на незагрязнённых почвах	Дополнительная потребность P ₂ O ₅ при плотности загрязнения, Ки/км ²		
			1 - 5	5 – 15	15 - 40
дерново-подзолистые, дерновые	60	45	15	30	45
	61-100	40	10	20	30
	101-150	35	5	10	15
	151-250	20	-	5	10
	250	-	-	-	-

Непрерывным условием эффективного использования фосфорных удобрений, ввиду их слабой подвижности в результате химического закрепления, является заделка удобрений в слой наибольшего распространения корневой системы под вспашку или глубокую культивацию. Важным также является сочетание допосевого их внесения с внесением небольшого количества фосфора в рядки при посеве. Глубина вспашки под конкретную культуру определяет и глубину заделки.

Для почв с реакцией, близкой к нейтральной, срок внесения фосфорных удобрений не имеет существенного значения. На кислых почвах из-за перехода водорастворимых удобрений в труднодоступное для растений состояние нельзя допускать, чтобы они долго находились в почве без растений.

Фосфор и известь. Кислотность почвы отрицательно сказывается на развитии растений и урожайность с/х культур. Известкование наряду с устранением отрицательного действия кислотности почв увеличивает количество доступного для растений фосфора. Кислотность почвы оказывает как прямое, так и косвенное действие на усвоение фосфора. На сильнокислых почвах катионы водорода оказывают прямое токсическое воздействие на растение. Увеличение ионов водорода увеличивает растворимость алюминия, ионы которого также токсичны. При токсических концентрациях алюминия снижается усвоения фосфора, кальция и меди. Алюминий уменьшает растворимость фосфора, снижает его усвоение и использование растениями.

В год внесения из минеральных фосфорных удобрений при основном внесении используется в среднем лишь 15-20 %; за ротацию севооборота -30 – 40.

Важным приемом повышения эффективности фосфорных удобрений является допосевное ленточное внесение. При ленточном внесении фосфорных удобрений коэффициенты использования фосфора растениями увеличиваются на 7 — 10% по сравнению с разбросным. При локальном внесении основного удобрения дозы минеральных удобрений можно снижать на 30%.

Внесение фосфорных удобрений в запас на 2-3 года является экономичным приемом, но его можно применять лишь на почвах, где не выражена фиксация фосфора в труднорастворимые для растений формы. Прежде всего, эффективно в запас внесение фосфорных удобрений под многолетние травы, высеваемые под покров, под плодовые и ягодные культуры. Однако этот способ целесообразно использовать только при наличии достаточного количества удобрений.

Подкормки фосфорными удобрениями применяются для многолетних трав, а также при междурядной обработке пропашных культур, но лишь в том случае, если они по какой-либо причине не были внесены в основное удобрение.

Важно правильно выбрать формы удобрений исходя из почвенных условий и возделываемой культуры. На почвах слабокислых или близких к нейтральным, с низким содержанием подвижного фосфора предпочтительнее легкорастворимые фосфорные удобрения.

На почвах, достаточно обеспеченных подвижным фосфором, а также при выращивании культур, интенсивно его использующих из труднорастворимых соединений почвы (люпин, горох, гречиха и др.), формы удобрений не имеют большого значения.

На почвах, плохо обеспеченных фосфором, одни культуры хорошо отзываются на внесение высоких доз фосфорных удобрений, другим достаточно их последствие. Наиболее требовательны к фосфору озимые зерновое, картофель, сахарная свёкла, овощные культуры. В то же время ячмень, лён, однолетние и многолетние травы отзываются примерно одинаково как непосредственно на внесение, так и на удобрение предшествующей культуры.

Применение фосфорных удобрений влияет не только на урожайность, но и качество продукции. Под влиянием фосфорной кислоты усиливаются процессы сахаронакопления в корнеплодах сахарной свёклы, крахмалообразования в клубнях картофеля, повышается содержание масла в подсолнечнике, уменьшается отношение массы соломы к массе зерна в связи с хорошим развитием колоса и наливом зерна. Фосфор также благоприятствует накоплению в плодах красящих и ароматических веществ, улучшает их лёжкость.

При недостатке фосфора в растениях больше накапливается нитратов. Внесение фосфорных удобрений снижает уровень нитратов. В то же время и избыток фосфора оказывает неблагоприятное действие на растения. В случае избыточного поступления фосфора, растения преждевременно созревают и не успевают синтезировать хороший урожай.

Однако на фоне хорошей обеспеченности почвы фосфором отмечено повышение эффективности азотных удобрений.

Влияние фосфора на доступность серы и микроэлементов.

Фосфор и сера. Потребность многих растений в фосфоре и сере примерно одинакова. Однако наиболее благоприятное соотношение фосфора к сере 1,1:1. Эффективность взаимодействия фосфора и серы хорошо проявляется на бобовых и крестоцветных культурах.

Фосфор и микроэлементы. Взаимосвязь между фосфором и микроэлементами довольно сложная. Установлено, что когда усиливается поступление фосфора, возрастает поступление меди, бора, молибдена, железа и наоборот, резко снижается поступление цинка и марганца, что приводит к заболеванию плодовых культур розеточностью. Поэтому на почвах с высоким содержанием фосфора и при внесении высоких доз фосфорных удобрений увеличивается потребность в цинковых удобрениях.

4. Пути повышения эффективности фосфорных удобрений

Основными путями повышения эффективности использования фосфорных удобрений являются: дифференцированное применение фосфорных удобрений с учетом свойств почв, содержания в них подвижных форм фосфора и других элементов питания, уровня планируемой урожайности и биологических

особенностей сельскохозяйственных культур; правильный выбор форм, сроков и способов их внесения; внесения фосфорных удобрений в сочетании с другими минеральными и органическими удобрениями; правильное, их хранение и внесение; известкование кислых почв, а также строгое выполнение других агротехнических приемов при возделывании сельскохозяйственных культур и др.

ТЕМА 1.3. «КАЛИЙНЫЕ УДОБРЕНИЯ»

- 1. Роль калия в жизни растений.**
- 2. Основные источники калийных удобрений и их характеристика.**
- 3. Характеристика калийных удобрений.**
- 4. Требование сельскохозяйственных культур к уровню калийного питания.**

1. Роль калия в жизни растений основные его источники

Калий является одним из основных необходимых элементов минерального питания. Физиологические функции калия в растительном организме разнообразны. Он оказывает положительное влияние на физическое состояние коллоидов цитоплазмы, повышает их оводненность, набухаемость и вязкость, что создает нормальные условия для обмена веществ в клетках.

Калий положительно влияет на интенсивность фотосинтеза, окислительных процессов и образование органических кислот в растении, на процессы углеводного и азотного обмена. Повышая активность ферментов, которые участвуют в углеводном обмене, калий способствует накоплению крахмала в клубнях картофеля, сахара в сахарной свекле, повышает морозоустойчивость у зерновых хлебов, устойчивость к мучнистой росе и ржавчине, у овощных, картофеля и корнеплодов – к возбудителям гнилей, у льна повышается выход и качество волокна, у зерновых посевные качества зерна.

Калия значительно больше в молодых жизнедеятельных частях и органах растения, чем в старых, и больше, чем в семенах, корнях и клубнях.

При недостатке калия в питательной среде происходит отток его из более старых органов и тканей в молодые растущие органы, где он подвергается повторному использованию (реутилизации). При этом края и кончики листьев (прежде всего нижних) буреют, приобретают обожженный вид (так называемый краевой ожог), на пластинке появляются мелкие ржавые пятна. При недостатке калия неравномерно растут клетки, что вызывает гофрированность, куполообразное закручивание листьев. У картофеля на листьях образуется также характерный бронзовый налет.

Особенно часто недостаток калия проявляется при возделывании картофеля, корнеплодов, капусты, силосных культур и многолетних трав, что связано с большим потреблением ими калия. Зерновые злаки менее чувствительны к недостатку калия. Однако при остром дефиците калия они плохо

кустятся, междоузлия стеблей укорачиваются, а листья, особенно нижние, увядают даже при достаточном количестве влаги в почве.

2. Основные источники калийных удобрений и их характеристика

Всего в мире насчитывается около 40 природных залежей калийсодержащих солей, имеющих промышленное значение, запасы которых составляют около 20 млрд. т. K_2O . Калийные удобрения получают из калийных минералов, которые подразделяются на: хлоридные, хлорид-сульфатные, сульфатные и силикатные и наиболее ценными из них (см. табл. 1).

1. Калийные минералы промышленного значения

Название	Состав (формула)	Примерное содержание K_2O , %
Хлориды		
Сильвин	KCl	63,17
Сильвинит	$mKCl \quad nNaCl$	20,0-25,0
Карналит	$KCl \quad MgCl_2 \quad 6H_2O$	17,0
Хлорид-сульфаты		
Каинит	$KCl \quad MgSO_4 \quad 3H_2O$	18,9
Сульфаты		
Алунит	$KNaAl_3(OH)_6(SO_4)_2$	
Шенит	$K_2SO_4 \quad MgSO_4 \quad 6H_2O$	23,0
Лангбейнит	$K_2SO_4 \quad 2MgSO_4$	22,6
Полигалит	$K_2SO_4 \quad MgSO_4 \quad 2CaSO_4 \quad 2H_2O$	15,5
Нефелин	$(K, Na)_2O \quad Al_2O_3 \quad 2SiO_2$	6,0-7,0
Нитраты		
Нитрат калия	KNO_3	46,5

В России наиболее крупное месторождение - Соликамское, расположенное в северной части Уральского хребта вблизи городов Соликамск, открыто (было геологической партией под руководством профессора П.И. Преображенского в) 1925 г., а производство начато в 1929 г. Сильвинит является основным сырьем для получения хлористого калия. Заволжское месторождение в России отличается содержанием преимущественно более ценных сернокислых солей. Основные минералы здесь: полигалит, каинит, глазерит. Главные пункты залегания этих солей находятся в Саратовской и Оренбургской областях, а также в Башкирии.

Крупной базой для производства калийных удобрений в будущем могут стать ультра-калиевые алюмосиликатные породы Сыннырского и Сакунского месторождений в Бурятии и Читинской области. Содержание калия в них составляет 17-20 %.

Прикарпатское месторождение калийных солей находится в Ивано-Франковской и Львовской областях. Белорусские залежи калийных солей (в Полесье), по-видимому, являются продолжением прикарпатских месторождений. Залежи представлены здесь сильвинитом, карналлитом и галитом. На

базе белорусских залежей калийных солей близ г. Солигорска действуют шахты и калийные комбинаты.

3. Характеристика калийных удобрений

Производимые калийные удобрения по химическому составу подразделяются на хлоридные (хлористый калий и смешанные соли), и сульфатные (сульфат калия, калимагнезия и калимаг). В зависимости от содержания калия и технологии производства калийные удобрения подразделяются на промышленные калийные удобрения и калийные удобрения отходы промышленности.

Промышленные калийные удобрения можно подразделить на сырые калийные соли и концентрированные калийные удобрения.

Сырые калийные соли – сильвинит и каинит, получают путем механической переработки природных калийных солей, которая сводится к дроблению и размолу соли и производится в непосредственной близости к источникам добычи. Из сырых калийных солей наиболее распространены:

Сильвинит - $m \text{KCl} + n \text{NaCl}$ (где *min*- непостоянные числа), содержит 12-18 % K_2O и 35-40 % Na_2O . Согласно стандарту, сильвинит Соликамского месторождения должен содержать K_2O 15 %. По внешнему виду представляет смесь крупных кристаллов белого, розового, бурого и синего цвета. Сильвинит гигроскопичен, при хранении слеживается. Наличие хлора требует применять это удобрение с осени в основное внесение. Содержание большого количества натрия 2,5 кг на 1 кг K_2O позволяет использовать под свёклу, кормовые и столовые корнеплоды и некоторые овощные культуры.

Каинит - $\text{KCl} \cdot \text{MgSO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ с механической примесью каменной соли (NaCl), CaSO_4 , MgSO_4 . Содержание K_2O в нем около 10-12 %, около 8 % магния 40 % хлора и 35 % натрия. Благодаря наличию NaCl и MgSO_4 внесение под сахарную свёклу, капусту, клевер даёт хорошие результаты и особенно на лёгких почвах.

Вследствие малой транспортабельности сырые калийные соли используются лишь в районах их добычи и в ограниченных количествах. Основная же часть их используется для получения высококонцентрированных калийных удобрений.

Из концентрированных калийных удобрений наибольший удельный вес имеет **хлористый калий** - KCl (63,2 % K_2O). В технических сортах идущих на удобрение, содержится 50-60 % K_2O . Хлористый калий главное калийное удобрение России. Получают его 2 способами: галургическим и флотационным (о способах прочитайте). Хлористый калий, получаемый галургическим способом – белое кристаллическое вещество, флотационным – представлен частичками красноватого цвета. Хлористый калий можно применять под все культуры и на основных типах почв в виде основного удобрения и в качестве подкормки. Однако под культуры чувствительные к хлору следует применять заблаговременно.

Смешанная калийные соли – удобрение состоящее из KCl и $NaCl$ а так же в их состав входит Mg , Na , Cl , SO_4 , получают путем смешивания хлористого калия с сырыми калийными солями, чаще с тонко размолотым сильвинитом, а иногда - с каинитом. Цель приготовления смешанных калийных солей состоит в том, чтобы получить форму калийного удобрения, наиболее подходящую для свеклы, овощных культур из семейства крестоцветных (брюква, капуста, редис, турнепс), моркови и других растений, отзывавшихся на натрий, магний и другие элементы и для культур потребляющих много магния из почв, бедными им (песчаные и супесчаные). По внешнему виду это - мелкие пестро окрашенные кристаллы. По техническим условиям калийная соль должна содержать не менее 40 % K_2O . Выпускается и 30 % калийная соль - смесь сильвинита с каинитом.

Сульфат калия (K_2SO_4) - 45-52 % K_2O . представляет собой серый и желтоватый водорастворимый негигроскопичный порошок имеет хорошие физические свойства, совершенно не слеживается. Удобрение является ценным, для культур, чувствительных к хлору, особенно для картофеля, гречихи, лука, огурца и табака.

Калимагнезия или сульфат калия-магния (шенит) - двойная соль калия и магния ($K_2SO_4 MgSO_4$), содержит 26-28 % K_2O и 10 % MgO и менее 5 % хлора. Это удобрение весьма подходит для удобрения картофеля, особенно на легких почвах, где оно является наилучшим источником калия и магния.

Калимаг - 16-19 % K_2O ($K_2SO_4 2MgSO_4$). Примерный химический состав этого удобрения: K_2SO_4 - 39 % • $MgSO_4$ - 55 %, $NaCl$ - 1 % и 5 % нерастворимого остатка.

Калийные удобрения отходы промышленности.

Калий-электролит - 39-42 % K_2O в виде KCl и примеси хлоридов натрия и магния. Отход, получающийся при производстве магния из карналлита.

Калийсодержащая цементная пыль - до 35 % K_2O . Это - отход при производстве цемента. Отсутствие хлора в цементной пыли позволяет с успехом ее применять под культуры, чувствительные к хлору (картофель, гречиха, виноград, табак, цитрусовые и др.).

В ряде стран Западной Европы (Голландия, Норвегия, Финляндия) цементную пыль применяют как калийное и известковое удобрение. Цементная пыль хорошо растворима в воде и вполне доступна растениям.

Наиболее распространенным местным калийно-фосфорно-известковым удобрением является древесная зола. Калий содержится в золе в виде **поташа** (K_2CO_3). Зола - хорошее удобрение для всех культур особенно для культур, чувствительных к хлору. Содержание K_2O в золе существенно колеблется в зависимости от источника топлива. Например, зола лиственных пород содержит до 10 % K_2O , хвойных — около 6 %. Молодые деревья при сжигании дают больше золы, в которой и содержание питательных элементов, в том числе и калия, более высокое. Еще более богата калием зола, полученная из стеблей полевых культур. Например, зола ржаной соломы содер-

жит около 20 % K_2O , гречишная зола - до 25 %, а зола от стеблей подсолнечника - до 15-40 %, K_2O .

4. Требование сельскохозяйственных культур к уровню калийного питания

Сельскохозяйственные растения предъявляют неодинаковые требования к уровню калийного питания. Это проявляется в размерах прибавки урожая сельскохозяйственных культур от внесения различных доз и форм калийных удобрений, в изменении качественных показателей продукции.

Для преобладающей части выращиваемых различные культуры на создание урожая потребляют неодинаковое количество калия. Уровень калийного питания определяется также динамикой и интенсивностью потребления элемента в течение вегетации. По этим показателям сельскохозяйственные растения подразделяют на **две группы**:

- **первая группа** (высокотребовательные к уровню калийного питания и отзывчивые на высокие дозы калийных удобрений) — картофель, сахарная свекла, ячмень, подсолнечник, гречиха, просо, капуста белокочанная, сельдерей, тыква, баклажаны, петрушка, крыжовник, земляника, хрен, морковь позднеспелая, огурец;

- **вторая группа** – все остальные культуры с нормальной потребностью в калии, положительно отзывающиеся и на последствие калийных удобрений, внесённых в высоких дозах под предшественник.

Из почвы калий поглощается корневыми полосками растения. Механизм передвижения калия в корнях растений сводится к массопереносу и диффузии. Массоперенос - это транспорт калия с конвективным потоком воды, который идет под влиянием абсорбции и транспирации воды растениями. Интенсивность транспорта калия путём массопереноса зависит от количества воды, потребляемой растением и содержания калия и почвенном растворе вблизи корней. Скорость диффузии в почвах, коэффициент диффузии зависят от влажности почвы. На диффузию K влияют также поглощение его растениями, градиент концентрации вблизи корней и объемы (размеры) свободного пространства в корнях.

ТЕМА 1.4. «КОМПЛЕКСНЫЕ УДОБРЕНИЯ»

- 1. Понятие о комплексных удобрениях их агротехническое и экономическое и значение.**

- 2. Ассортимент выпускаемых комплексных удобрений, состав, свойства и применение.**

- 3. Жидкие комплексные удобрения, состав свойства и применения.**

1. Понятие о комплексных удобрениях их агротехническое и экономическое и значение

Удобрения, содержащие два или три основных питательных для растений элемента (азот, фосфор, калий), называют **комплексными**.

По числу основных питательных элементов, содержащихся в комплексных удобрениях, их подразделяют на двойные (азотно-фосфорные, азотно-калийные, фосфорно-калийные) и тройные (азотно-фосфорно-калийные).

По способу производства различают сложные, сложно-смешанные, смешанные и жидкие комплексные удобрения. По физическому состоянию: твёрдые и жидкие.

Сложные удобрения получают путем азотнокислого разложения фосфатного сырья в едином технологическом цикле. В каждой грануле сложного удобрения находится два питательных элемента в виде единого химического соединения составные части – катион и анион.

Сложно-смешанные или комбинированные удобрения получают путем обработки однокомпонентных и сложных удобрений кислотами, аммиаком, фосфорной, азотной и серной кислот с последующей грануляцией. В грануле сложно-смешанного удобрения также содержится 2-3 и более элемента питания в виде различных химических соединений.

Смешанные удобрения получают механическим смешиванием одно-сторонних или многосторонних удобрений двух типов: гранулированных и порошковидных.

Технологические процессы получения комплексных удобрений объединяют в четыре группы:

1. Получение сложных удобрений на основе фосфорной и полифосфорной кислот путём нейтрализации их аммиаком;
2. Получение жидких комплексных удобрений (ЖКУ) основе фосфорной и полифосфорной кислот путём нейтрализации их аммиаком;
3. Получение твёрдых сложных удобрений на основе азотнокислого разложения природных фосфатов;
4. Получение смешанных удобрений путём физического смешивания.

Агротехническое и экономическое значение

- более высокая концентрация питательных веществ
- экономия средств на транспортировку, хранение и внесение
- сбалансированность питательных веществ
- доступность элементов питания для корневой системы растений
- повышение коэффициента использования по сравнению с простыми удобрениями
- возможность рациональных способов внесения (локальное)
- повышение урожайности и качества сельскохозяйственных культур
- экономия затрат труда и энергии

К комплексным удобрениям предъявляют следующие основные требования:

- *соответствие состава удобрений по соотношению в них отдельных питательных веществ и по форме их соединений требованиям сельскохозяйственных культур и почв;*
- *высокие физико-механические и физико-химические качества, исключающие слеживаемость и сегрегацию удобрений при перевозке и хранении, а также позволяющие применять туковывсевающие механизмы любых типов. Комплексные удобрения целесообразно выпускать в гранулированном виде;*
- *возможно более высокое содержание суммы питательных веществ в удобрении.*

2. Ассортимент выпускаемых комплексных удобрений, состав, свойство и применение

СЛОЖНЫЕ УДОБРЕНИЯ

Существуют два основных способа производства сложных удобрений:

- 1) на основе экстракционной фосфорной кислоты с последующим получением фосфатов аммония
- 2) на основе азотно-кислотного разложения фосфатного сырья.

Соотношения элементов питания под ту или иную культуру определяют в зависимости от плодородия почвы, предшественника и других факторов в соответствии с рекомендациями зональных агрохимических лабораторий.

Аммофос ($\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$) — концентрированное, комплексное фосфорно-азотное удобрение. Получают аммофос нейтрализацией фосфорной кислоты аммиаком. Содержит 10,3 – 11 % азота и 47,8 – 48,5 % фосфора, обладает хорошими физическими свойствами. Рекомендуется применять на почвах с высоким содержанием азота и низким фосфора. Применяют для всех культур, как в виде основного, так и припосевного внесения. Фосфор аммофоса более подвижен в почве, чем фосфор суперфосфата, поэтому аммофос может быть использован и для подкормок растений, если своевременно не вносили фосфорное удобрение. При использовании аммофоса на дерново-подзолистых почвах к нему необходимо добавлять азотные удобрения, а на лёгких почвах ещё и калийные.

Диаммофос - (NH_4)₂HP0₄ - концентрированное сложное фосфорно-азотное удобрение, сумма питательных веществ, в котором составляет около 70%, (18-20 % - азота и более 50% фосфора). Получают его нейтрализацией фосфорной кислоты аммиаком с последующей грануляцией и сушкой. Одна тонна этого удобрения заменяет 2,5-3 т суперфосфата и 0,7 т аммиачной селитры.

Применять как основное удобрения зерновых, технических, овощных, плодово-ягодных и декоративных культур. При местном внесении его следует вносить в рядки, борозды и лунки так, чтобы между удобрением и семена-

ми или растением не было непосредственного контакта во избежание возможного вредного действия аммиачного азота диаммофоса на корневую систему растений.

Калийная селитра (KNO_3) сложное азотно-калийное удобрение, содержит 13-14 % азота и 46 % калия. Хорошая форма удобрений для картофеля, табака, и других культур чувствительных к хлору. Высокое содержание в калийной селитре калия позволяет применять для поздних подкормок картофеля и корнеплодов, когда им требуется много калия и мало азота.

Аммонизированный суперфосфат азотно-фосфорное удобрение, получают путём насыщения суперфосфата аммиаком, содержит 20 % фосфора и 4 % азота. Недостаток низкое содержание азота.

Сложно-смешанные или комбинированные

Сложные удобрения, получаемые на основе азотно-кислотного разложения фосфатного сырья, называют нитрофосфатами. Тройные удобрения содержащие азот, фосфор и калий, получаемые по этому методу, называют нитрофоской, двойные (азотно-фосфорные) — нитрофосом.

Нитрофос. Это двойное азотно-фосфорное удобрение, получаемое азотнокислым разложением фосфатов. Выпускают в гранулированном виде 2 – марок

марка А соотношение $N : P_2O_5$ 23:17

марка Б соотношение $N:P_2O_5 :$ 24:14

Применяют для основной внесения под все сельскохозяйственные культуры на почвах где не требуется внесения калия.

Нитрофоска содержит три элемента питания – азот, фосфор и калий. В зависимости от технологии производства выделяют нитрофоски – сульфатную, сернокислую, фосфорную, карбонатную.

Наиболее распространенная *сульфатная нитрофоска*, её получают разложением апатита азотной кислотой. В образующую смесь, состоящую из апатита, суперфосфата и кальциевой селитры вводят сульфат аммония и в дальнейшем добавляют хлористый калий.

Если в процессе производства вместо сульфата аммония добавлять серную кислоту и аммиак, то образуется *сернокислая нитрофоска*.

Фосфорная нитрофоска получается при добавлении к смеси кальциевой селитре, суперфосфату и преципитату хлористого калия аммиака и фосфорную кислоту.

карбонатную нитрофоску получают путём обогащения смеси кальциевой селитре, суперфосфата и преципитата аммиаком и угольной кислотой.

Выпускают 3 марки нитрофосок

марка А соотношение $N : P_2O_5 : K_2O$ 16,5:16,5:16,5

марка Б соотношение $N:P_2O_5 :K_2O$ 13:9:13

марка В соотношение $N:P_2O_5 :K_2O$ 11,5:10,5: 11,5

Калий содержится в виде нитрата калия и немного в виде хлористого калия.

Отличительной особенностью нитрофоски от других видов комплексных удобрений является более низкое содержание водорастворимого фосфора, поэтому их целесообразно использовать для основного внесения.

Нитроаммофос — азотно-фосфорное удобрение выпускают его в гранулированном виде

марка А соотношение N : P ₂ O ₅ :	23:23
марка Б соотношение N:P ₂ O ₅	16:14
марка В соотношение N:P ₂ O ₅	25:20

Нитроаммофоска — сложное азотно-фосфорно-калийное удобрение, получаемое нейтрализацией фосфорной и азотной кислот аммиаком с последующим добавлением хлористого калия и грануляцией.

Выпускают 2 марки нитроаммофоски

марка А соотношение N : P ₂ O ₅ : K ₂ O	17:17:17
марка Б соотношение N:P ₂ O ₅ :K ₂ O	13:19:19

Нитроаммофоску применяют для основного, допосевного внесения, местного внесения в рядки при посеве, а также для подкормки растений. При основном удобрении на тяжелых глинистых почвах целесообразно вносить с осени под зяблевую вспашку, а на легких почвах — весной.

Нитроаммофоски и нитроаммофосы обладают хорошими физико-механическими свойствами и пригодны для механизированного внесения в почву.

Карбоаммофоску получают аммонизацией фосфорной кислоты до образования моноаммонийфосфата. В пульпу добавляют мочевины (карбамид) и хлористый калий. Полученную смесь сушат и гранулируют. Карбоаммофоска содержит азот, фосфор и калий в форме концентрированных водорастворимых соединений мочевины, фосфатов аммония и хлористого калия веществ (1 : 1 : 1; 1 : 0,8 : 1; 1 : 0,7 : 0,4; 1 : 1,4 : 1,4).

Технология производства карбоаммофоски позволяет получать удобрения с любым соотношением питательных веществ, что позволяет применять в различных почвенно-климатических условиях.

Карбоаммофоска, как водорастворимое удобрение, имеет преимущества перед нитрофоской. По концентрации питательных веществ она превосходит нитрофоску, нитроаммофоску и некоторые другие сложные удобрения. Наличие в карбоаммофоске мочевины (азот которой менее подвижен в почве, чем нитратный) позволяет применение этого удобрения на легких почвах в зоне избыточного увлажнения, а также для основного внесения под все с.х культуры.

Полифосфат аммония (ПФА) — получают на основе полифосфорных кислот: метофосфорная кислота пирофосфорная кислота, триполифосфорная кислота Содержат до 76-83 % фосфора. 17 % азота.

КОМПЛЕКСНЫЕ УДОБРЕНИЯ С ДОБАВКАМИ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ

Комплексные удобрения с микроэлементами могут быть тройными или двойными (NPK, NK, NP, PK) с добавками одного или нескольких микроэлементов. В зависимости от содержащихся микроэлементов комплексные удобрения можно разделить на следующие группы. **Борсодержащие комплексные удобрения** — это нитроаммофоска, карбоаммофоска, аммофос, обогащенные борной кислотой перед гранулированием. **Молибденсодержащие комплексные удобрения** - нитроммофоска и обогащенная молибденово-кислым аммонием. **Марганец содержащие комплексные удобрения** карбоаммофоска, нитроаммофоска, аммофос обогащенный сульфатом марганца. Цинк и медьсодержащие комплексные удобрения.

СМЕШАННЫЕ УДОБРЕНИЯ

Смешанные удобрения получают при смешивании двух или трёх простых удобрений. Чтобы правильно смешивать удобрения, необходимо, знать для какой культуры предназначается смесь, в какую почву будет вноситься, какие возможны реакции между компонентами смеси, чтобы предотвратить ухудшение ее физических свойств (отсыревание, слеживаемость, затвердевание, потери питательных веществ в газообразной форме, переход растворимых соединений в нерастворимые). Смесь лучшего качества получается из гранулированных удобрений, имеющих гранулы примерно одинакового размера. Нельзя смешивать гранулированные удобрения с порошковидными, (так как при разбрасывании разная дальность полёта и снижается эффективность). Преобладающее большинство смесей следует готовить непосредственно перед высевом.

Можно смешивать заблаговременно:

- суперфосфат и фосфоритную муку с калийными удобрениями,
- аммиачную селитру и сульфат аммония с преципитатом, фосфоритной мукой и калийными удобрениями. Эти смеси при длительном хранении не теряют свои свойства.

Можно смешивать за 1 день до внесения:

- мочевины со всеми фосфорными и калийными удобрениями.

Можно смешивать в день внесения

- аммиачную селитру с суперфосфатом (так как при получается сильно мажущая смесь) сульфат аммония с суперфосфатом (так как происходит затвердевание образуется новообразование гипса).

3. Рекомендуемые соотношения питательных веществ в смесях минеральных удобрений

Соотношение N:P ₂ O ₅ :K ₂ O	Культура и почва
1:1:1	Для различных культур, возделываемых на почвах с одинаковой нуждаемостью в азоте, фосфоре и калии
1:0,7:1,2	Для основного удобрения под коноплю, сахарную свеклу, картофель и зерновые (включая кукурузу) на серых лесных почвах
1:1:1,5	Для картофеля, кормовых корнеплодов и сахарной свеклы на легких почвах
1:1,5:1,5	Для основного удобрения овощных культур и других пропашных (в том числе силосных) с азотной подкормкой летом
1:1,5:1	Для локального внесения при посеве зерновых, сахарной свеклы и посадке картофеля на различных почвах
1:1:0	Для культур, следующих по навозному фону (с хорошим последствием калия)
0:1:1	Для бобовых культур и растений на торфянистых почвах

Нельзя смешивать

- суперфосфат со щелочными удобрениями (фосфат шлак, зола, известковыми удобрениями, цианамид кальция) удобрения, так как растворимая форма фосфата будет переходить в менее растворимые формы, произойдет ретроградация фосфатов

Исключение составляет примешивание к суперфосфату небольшого количества (не более 5%) известняковой муки в качестве нейтрализующей добавки для нейтрализации свободной фосфорной кислоты в суперфосфате.

- аммиачные удобрения или удобрения содержащие аммоний, со щелочными удобрениями (известь, зола, томасшлак, термофосфаты), так как произойдет потеря азота в виде аммиака

Из сказанного следует, что преобладающее большинство смесей двух и трех основных простых удобрений (азотные, фосфорные, калийные) следует готовить на местах непосредственно перед их внесением в почву.

Аммиачная селитра и сульфат аммония – физиологически кислые удобрения, и если смесь предназначается для внесения в кислую почву, то на каждую тонну сульфата аммония добавляют 1,25 т известняковой муки, на 1 т аммиачной селитры – 0,8 т и на 1 т мочевины – 1 т.

При приготовлении тукосмесей необходимо:

- тщательность перемешивания отдельных удобрений
- однородность и равномерный размер гранул
- биологические особенности сельскохозяйственных культур, правильный подбор соотношений азота, фосфора, калия и наличия хлора в удобрениях

4. Жидкие комплексные удобрения, состав свойства и применения.

Жидкие комплексные удобрения (ЖКУ) – водные растворы питательных солей, содержащие два или три основных питательных элемента (азот, фосфор, калий). Соотношение между элементами питания зависит от технологии производства. ЖКУ получают нейтрализацией фосфорной кислоты водным или безводным аммиаком при этом получается базисное жидкое удобрение содержащее 11 % азота и 37 % фосфора. Содержание азота в ЖКУ увеличивают введением мочевины или аммиачной селитры, или смеси мочевины и аммиачной селитры.

Мочевина – лучший азотный компонент ЖКУ, обеспечивающий повышение концентрации питательных веществ в удобрении, а благодаря этому эффективное применение ЖКУ на основных почвах. При добавлении хлористого калия или сернокислого калия получают полное жидкое комплексное удобрение ЖКУ лишены недостатков, которые часто наблюдаются у твердых удобрений. Они обладают свободной текучестью, не пылят и не слеживаются; сырая погода и даже дождь не оказывают на них никакого влияния.

Все питательные вещества в ЖКУ находятся в водорастворимом виде, поэтому действие их достаточно высокое.

В отдельные жидкие сложные удобрения входят микроэлементы.

В отличие от жидких азотных удобрений ЖКУ не содержат свободного аммиака, поэтому их можно хранить и перевозить в негерметичных емкостях и поверхностно вносить на поля.

Суспензированные удобрения

Повышение концентрации питательных веществ в жидких комплексных удобрениях ограничивается их кристаллизацией (выпадением твердой фазы) при длительном хранении и перепаде температуре повысить концентрацию питательных веществ в жидких сложных удобрениях можно введением в них стабилизирующих добавок коллоидной глины (10-22 кг/т). Эти удобрения называют суспензированными, или слэри.

Суспензированное удобрение состава 12-40-0 получают на основе жидкого удобрения 11-37-0, аммиака и фосфорной кислоты при добавлении глины. Оно представляет собой коллоидную суспензию и содержит 12% N и 40% фосфора. Это базисное удобрение, так как на его основе можно готовить набор слэри – солевых суспензий

Тема 2: «МИКРОУДОБРЕНИЯ»

1. Физиологическая роль микроэлементов в жизни растений и содержание их в почвах.

2. Основная характеристика микроудобрений дозы и сроки применения.

1. Физиологическая роль микроэлементов в жизни растений и содержание их в почве

Элементы, содержащиеся в растениях в очень небольших количествах (от тысячных до сотых долей процента), называют *микроэлементами*. К ним относятся (бор, молибден, медь, цинк, марганец, кобальт), а удобрения, в которых они представляют действующее вещество, – *микроудобрениями*.

Бор необходим для образования и передвижения углеводов. Положительно влияет на накопление сахара в сахарной свекле, крахмала в картофеле, способствует процессам цветения и оплодотворения, повышает урожай и качество семян, что имеет большое значение в семеноводстве. Недостаток бора вызывает глубокие нарушения углеводного обмена в растениях: отмирает точка роста, расстраивается проводящая система, уменьшается снабжение корней углеводами. Это приводит к слабому развитию корневой системы и является основной причиной заболевания растений (бактериоз льна, «гниль сердечка» у сахарной свеклы, парша клубней картофеля). По устойчивости к токсическому действию бора растения делят на 4 групп:

очень чувствительные – огурец, фасоль, земляника;

чувствительные – сельдерей, горох, картофель, тыква;

устойчивые – капуста, салат, лук, перец, редис, шпинат;

очень устойчивые – свекла, горчица, томаты и турнепс.

Медь играет важную роль в окислительных процессах, углеводном и белковом обмене, а также в образовании хлорофилла. Она стабилизирует действие хлорофилла, задерживает процесс физиологического старения листьев и тем способствует увеличению периода его жизнедеятельности. При недостатке меди растения становятся бледно-зелеными, начинают усиленно куститься (вследствие отмирания точки роста стебля), кончики листьев белеют. По убывающей отзывчивости на медь растения можно распределить в следующем порядке: пшеница, ячмень, овёс, кукуруза, овощные и плодово-ягодные культуры.

Молибден. Больше всего молибдена содержится в растениях семейства бобовые. Особенно большое значение имеет молибден для клевера, люцерны, гороха, бобов, вики и других бобовых. Он усиливает деятельность клубеньковых бактерий, способствует лучшему усвоению ими азота из воздуха, так как входит в состав фермента нитрогеназы.

Недостаток молибдена чаще всего ощущают культуры на кислых почвах.

Цинк играет в растениях важную физиологическую роль. Он входит в состав ряда ферментов активизирующих процесс дыхания. Недостаток его ведёт к распаду белков, накоплению растворимых азотистых соединений – амидов и аминокислот. При недостатке цинка в растениях нарушается биосинтез витаминов В₁ и В₆, и ростовых веществ ауксинов.

Цинковые удобрения вносят под кукурузу, кормовые бобовые, лён, плодовые, картофель, капуста, огурцы, морковь, фасоль, горох.

Марганец. Является составной частью белковой основы многих ферментов. Он участвует в окислительно-восстановительных процессах, происхо-

дящих в живой клетке, принимает участие в процессах фотосинтеза, дыхания, углеводном и белковом обмене, влияет на синтез аскорбиновой кислоты, аминокислот, полипептидов и белков, на восстановление в растении нитратов до аммиака.

Кобальт является составной частью витамина В₁₂, играет важную роль в физиологических процессах. Исключение кобальта из питательной среды приводит к ослаблению интенсивности физиолого-биохимических процессов, задержке роста растений. Кобальт играет важную и специфическую роль в процессе фиксации молекулярного азота бобовыми культурами.

Недостаток кобальта проявляется на известкованных почвах. Он необходим для бобовых и кормовых культур, пшеницы.

Содержание микроэлементов в почвах

Бор. Валовое содержание этого микроэлемента в дерново-подзолистых почвах 2-5 мг, в серых лесных почвах 3-9, на 1 кг почвы, но доступные для растений водорастворимые соединения бора составляют всего от 3 до 10 % общего количества. На подвижность бора в почве влияет известкование, при котором содержание водорастворимого бора снижается. Объясняется это тем, что под действием известки в почве усиливается деятельность микроорганизмов, использующих бор на построение органических веществ своего тела. Возможно, также проявляется антагонистическое действие кальция по отношению к бору, что затрудняет его поступление в растения.

Медь. В 1 кг различных почв валовое содержание этого микроэлемента колеблется от 1,5 до 30 мг. Мало меди в торфянистых почвах (2-8 мг на 1 кг), причем медь в них содержится в малодоступных для растений металлургических соединениях. С повышением pH почвы доступность меди уменьшается, поэтому на нейтральных и слабощелочных почвах растения испытывают ее недостаток.

Молибден. Валовое содержание молибдена в разных почвах колеблется в пределах 1-12 мг на 1 кг почвы, или от 3 до 36 кг на 1 га. Подвижного молибдена в дерново-подзолистых почвах 0,04-1 мг, черноземах 0,02-0,33, на 1 кг почвы.

Кобальт. Валовое содержание кобальта (в разных почвах) колеблется от 1 до 15 мг на 1 кг почвы, или от 3 до 45 кг на 1 га. Растворимых соединений от 1 до 5 мг на 1 кг, или от 3 до 15 кг на 1 га. Меньше всего их в супесчаных и торфяных почвах, дерново-подзолистые суглинистые почвы и черноземы содержат больше растворимых соединений кобальта.

Марганец. Валовое содержание этого микроэлемента в разных почвах колеблется от 0,01 до 0,4 %, т. е. от 0,3 до 12 т на 1 га.

На дерново-подзолистых почвах избыточное количество подвижного марганца, вредное для растений. Поэтому на таких почвах марганцевые удобрения вносить нецелесообразно.

4. Содержание подвижных форм микроэлементов в почвах, мг/кг

Почва	Бор	Медь	Марганец	Молибден	Цинк	Кобальт
Дерново-подзолистая			60-1700			
песчаная	0,4	1,1		0,05		1,9-2,1
супесчаная	0,7-0,12	1,8		0,21		
суглинистая	0,-0,5	3,0-5,4		0,14		3,1-4,7
Серая лесная	0,45-0,68	6,6-7,8	115-1360	0,32		3,2-5,4

2. Основная характеристика микроудобрений дозы и сроки применения

Борные удобрения

На практике больше всего бор применяют под сахарную свеклу, кормовые корнеплоды, лен, хлопчатник, подсолнечник, зернобобовые культуры, семенники многолетних бобовых трав, плодово-ягодные, овощные культуры

Борная кислота является наиболее концентрированным продуктом, содержащим 17,1-17,3 % бора. Ее можно применять как борное удобрение для обработки семян и некорневой подкормки посевов, а также использовать в качестве борного компонента для сложных и смешанных удобрений. Борная кислота хорошо растворяется в воде. Для обработки семян и некорневой подкормки посевов рекомендуется применять 0,05-0,1 %-и, для полива рассады-0,01-0,05 %-и и раствор борной кислоты (от 1 до 5 г борной кислоты на 10 л воды).

Борный суперфосфат гранулированный получают, добавляя к суперфосфату в процессе грануляции раствора борной кислоты. Удобрение должно содержать не менее (20±1) % фосфора и (0,2±0,05) % бора. Рекомендуется вносить в почву (под более требовательные к бору культуры) при предпосевной обработке (200-400 кг/га), или в рядки при посеве (100- 120 кг/га), или локально как основное удобрение (100-200 кг/га).

Двойной гранулированный суперфосфат Продукт содержит не менее 42 % фосфора и 0,4 % бора. Рекомендуется вносить в рядки при посеве и междурядной обработке почвы (50-60 кг/га, а также до посева (100-200 кг/га).

Бормагниевое удобрение содержит около 13 % H_3BO_3 или 2,27 % В и 14 % MgO . Вносится при предпосевной обработке почвы (под все требовательные культуры) в дозе 50-60 кг/га, под лен – в дозе 20-30 кг/га. Бор в удобрении содержится в водорастворимой форме (борная кислота), и поэтому его с успехом можно использовать для некорневой подкормки путем опрыскивания растений с хорошо развитой поверхностью листьев. Доза расхода препарата при некорневой подкормке 20-25 кг/га. При предпосевном опрыскивании семян расходуют 10-20 кг/т.

Основным способом применения борных удобрений является предпосевное внесение. Борные удобрения следует применять, на фоне достаточного азотного, фосфорного и калийного питания растений. Особенно чувстви-

тельны к повышенным дозам бора огурец, земляника, вишня, лимон, виноград, люпин.

Дозы бора (д.в.) на 1 га составляют: для семенников клевера и люцерны, сахарной свеклы, кормовой свеклы, овощных культур – 1 - 1,5 кг; для льна - 0,3 - 0,5 кг; для плодово-ягодных культур - 0,75 кг.

Молибденовые удобрения.

Потребность растений в молибдене повышается при обеспечении их основными элементами питания (фосфором и калием – бобовых; азотом, фосфором и калием – овощных культур).

В качестве молибденовых удобрений используют молибденсодержащие соли и различные отходы, включающие молибден

Молибдат аммония (молибденовокислый аммоний) содержит (52±1) % молибдена, хорошо растворяется в воде. Доза молибдата аммония для предпосевной обработки семян: гороха, вики – 200 – 300 г/т; кормовых бобов, сои, люпина – 300-500 г/т; клевера, люцерны, овощных культур – 5-6 кг/т семян. Опудривание часто совмещают с сухим протравливанием. На 1 т семян берут 500-750 г молибдата аммония и 2-3 кг протравителя.

Для некорневой подкормки посевов на 1 га расходуют 100-200 г молибдата аммония, растворенного в 200-300 л воды при надземном опрыскивании и в 100 л при авиаопрыскивании.

Суперфосфат простой гранулированный с молибдатом содержит 0,1% Мо и 20 - 21 % P₂O₅. Наиболее целесообразно вносить его в рядки при посеве в дозе 50-100 кг/га.

Суперфосфат двойной гранулированный с молибденом (0,2 % Мо и 43 % P₂O₅) удобрение предназначено для внесения в рядки в дозе 25-50 кг/га. Молибденизированный гранулированный (простой и двойной) суперфосфат также может быть использован под предпосевную обработку почвы, для поверхностного внесения на посевах бобовых трав, на лугах и пастбищах.

К наиболее эффективным способам применения молибдена относятся предпосевная обработка семян путем опрыскивания или опудривания.

Медные удобрения

Больше всего нуждаются в меди культуры (зерновые, кормовые, овощные, технические и др.), возделываемые на осушенных торфяно-болотных почвах. Могут испытывать недостаток меди растения, выращиваемые на супесчаных дерново-подзолистых почвах.

Ассортимент применяемых медных удобрений пока ограничен пиритными огарками и сульфатом меди (медным купоросом).

Пиритные (колчеданные) огарки являются отходом сернокислотной и целлюлозно-бумажной промышленности. Средний химический состав огарков, получающихся путем обжига флотационных колчеданов, таков: железа - 46-47 %; меди - 0,3-0,5 %; цинка - 0,2-0,7 %; серебра – 20-30 г/т; золота

- 1,5-2 г/т. Огарки содержат небольшое количество таких элементов, как кобальт, свинец, кадмий, таллий, теллур, индий. Применяют их в размолотом виде в дозе 0,5-0,6 т/га один раз в 4-6 лет под зяблевую вспашку.

Сульфат меди (медный купорос) – кристаллическая соль голубовато-синего цвета, содержащая около 25 % меди. Хорошо растворяется в воде, поэтому используется для предпосевной обработки семян и некорневой подкормки. Применяется в составе одинарных и комплексных (сложных и смешанных) удобрений. Для некорневой подкормки используют 0,02-0,05 % раствор, в зависимости от системы опрыскивания расходуют 200-400 л/га. Для обработки семян применяют 0,1-0,02 %-й раствор.

Медно-калийные удобрения получают обогащением хлористого калия серноокислой медью с последующим прессованием и рассевом. Удобрение должно содержать 56,8 % K_2O и 1 % меди. Хлористый калий с медью (а также азотно-калийно-медные удобрения и др.) рекомендуются для внесения перед посевом под зерновые, кормовые, овощные, технические и другие культуры, выращиваемые на осушенных торфяно-болотных почвах из расчета 2-3 кг/га меди.

В практике сельского хозяйства возможны 3 способа использования медных удобрений: внесение в почву, некорневая подкормка и предпосевная обработка семян. Выбор способа внесения медных удобрений будет определяться запасами подвижной меди в почве и потребностью в этом элементе растений.

Цинковые удобрения

Потребность в цинковых удобрениях проявляется при выращивании кукурузы, сахарной свеклы, хлопчатника, плодово-ягодных, овощных и некоторых других культур. Потребность в цинке проявляется на почвах, имеющих слабокислую или близкую к нейтральной реакцию. Это прежде всего дерново-карбонатные, дерново-подзолистые (известкованные) почвы, карбонатные черноземы, сероземы

Серноокислый цинк содержит около 45% цинка. Это кристаллическая соль, серовато-белого цвета, растворимая в воде. Для предпосевной обработки семян и некорневой подкормки растений применяют 0,05-0,1 %-й раствор. Для опыливания доза составляет 0,5-1,0 кг/т; применяют его совместно с протравителями.

Цинковые полимикродобрения (ПМУ-7) изготавливают из отходов, образующихся при производстве цинковых белил. Они представляют собой размолотый порошок темно-серого цвета, содержат 25 % цинка, 1 % MgO , 0,4 % Mn , 13 % CuO и другие элементы. Применяется для предпосевной обработки семян в дозе 4 кг/т, а также для внесения в почву в дозе 3-5 кг/га.

Марганцевые удобрения

Потребность растений в марганце проявляется при возделывании зерновых, сахарной свеклы, корнеплодов, бобовых, хлопчатника, плодово-

ягодных и других культур. Положительное действие марганца чаще всего проявляется на почвах с нейтральной или щелочной реакцией – выщелоченных или оподзоленных черноземах, известкованных торфяниках и других почвах, характеризующихся низким содержанием усвояемого марганца.

Сульфат марганца (серноокислый марганец) – кристаллический порошок белого или светло-серого цвета, хорошо растворим в воде, содержит около 21-24 % марганца. Для обработки семян и некорневой подкормки растений применяется 0,01-0,5 %-й раствор серноокислого марганца; при внесении в почву – 5- 15 кг/га серноокислого марганца.

Марганизированный суперфосфат изготавливают, добавляя 10-15 % марганцевого концентрата, содержащего 35-40 % марганца, к простому суперфосфату перед его грануляцией; удобрение содержит (20±1) % P_2O_5 и около 1-2 % марганца. Применяется для внесения в почву, главным образом в рядки: под зерновые культуры и кукурузу - по 75 кг/га; под сахарную свеклу - по 100 кг/га.

Порошок, содержащий марганец, представляет собой механическую смесь тонко измельченного сухого серноокислого марганца (18-22 %) и технического талька. Применяется для предпосевного опудривания семян: для зерновых культур, кукурузы, хлопчатника, подсолнечника - 2,5 кг/т; зернобобовых культур - 3,0 кг/т; сахарной свеклы - 5,5 кг/т; огурца и бахчевых - 200 г/кг; томата - 300 г/кг; капусты - 100 г/кг; многолетних трав - 300 г/кг.

Марганецсодержащие удобрения вносят под сельскохозяйственные культуры ежегодно и, если требуется, многократно. Из-за сильного поглощения элемента почвой применять удобрения в повышенных дозах не рекомендуется.

Кобальтовые удобрения

Кобальт содержится во многих удобрениях: в фосфоритной муке (от 6,7 до 10,6 мг/кг), суперфосфате из фосфоритов Каратау, томасшлаке (10,6 мг/кг), пиритных огарках и т. д. С 0,5 т пиритных огарков вносится 72,5 г кобальта, с 30 т торфа (низинного) - 46,5 г кобальта и с 30 т навоза - 10,1 г кобальта.

Кобальтовые удобрения в виде сульфата и хлорида кобальта используют для обработки семян и некорневой подкормки (0,05-0,1 %-й раствор), для совместного внесения в почву с одинарными удобрениями (0,1-0,2 кг/га) или в составе комплексных.

Тема 3: «ОРГАНИЧЕСКИЕ УДОБРЕНИЯ»

- 1. Значение органических удобрений, их использование в земледелии России и Брянской области.**
- 2. Характеристика основных видов органических удобрений.**
- 3. Действие навоза на почву и растения.**
- 4. Применение навоза.**

1. Значение органических удобрений, использовании в России и Брянской области.

Органические удобрения – навоз, компосты, солома, сидераты и т.д. – это огромный резерв питательных веществ, которые в своё время были вынесены из почвы урожаем сельскохозяйственных растений. Ценность органических удобрений заключается в содержании макро и микроэлементов. Они усиливают микробиологическую активность почвы, улучшают водно-физические свойства, поглонительную способность, буферность, повышают на 20-30 % эффективность минеральных удобрений. Органические удобрения являются энергетическим материалом и источником пищи для почвенной микрофлоры, основным источником восполнения гумуса почвы, как счёт гумификации навоза, так и образующих при его применении дополнительных корневых и пожнивных остатков растений. Внесение их улучшает азотный режим, благоприятно сказывается на содержании зольной пищи и углекислоты для растений устраняют отрицательное действие повышенной кислотности.

Д.Н. Прянишников писал «Как бы ни было велико производство минеральных удобрений, навоз никогда не потеряет своего значения, как одно из главнейших удобрений в сельском хозяйстве.

Однако в последнее время особую тревогу вызывает катастрофическое уменьшение внесения органических удобрений, как в России, так и Брянской области. В 1998 г было внесено органики 1,3 т на гектар посева, а во многих хозяйствах менее 1 тонны, что приводит к архиотрицательному балансу.

1. Внесение органических удобрений в России и Брянской области, т/га

	1997	1998	1999	2000
РФ	0,7	0,5	0,5	0,5
Центральный район	1,11	0,9	0,8	0,8
Брянская область	1,9	1,3	1,04	0,8

Отрицательный баланс гумуса по области составляет 451 кг на 1 гектар. В области 127,4 тыс. га пашни или 11 % имеют критическое содержание гумуса, менее 1,3 %. На таких почвах возделывают сельскохозяйственные культуры 330 сельскохозяйственных предприятий. Для бездефицитного баланса гумуса ежегодно необходимо вносить по области органических удобрений 14 т/га.

Объем производства органических удобрений полностью определяется численностью и структурой поголовья скота. Резко сокращается поголовье КРС, свиней, овец, коз и птицы и сложившиеся экономические условия не позволяют использовать даже тот навоз, который накопился возле животноводческих комплексов. В результате чего, большое количество невостребованных органических удобрений, выпадают из общего хозяйственно-

биологического круговорота, оказывают негативное воздействие на окружающую среду.

2. Характеристика основных органических удобрений

Важнейшими органическими удобрениями являются навоз, навозная жижа, птичий помёт, фекалий, торф, солома, различные компосты, зелёное удобрения (сидераты), городские отходы (ОСВ, сточные воды, бытовые отходы, городской мусор), сапропель.

Навоз – основное органическое удобрение, представляет собой смесь твёрдых и жидких выделений сельскохозяйственных животных с подстилкой или без неё. Поэтому различают навоз подстилочный и бесподстилочный.

Подстилочный навоз состоит из твёрдых и жидких экскрементов животных, подстилки, воды, затоптанных остатков корма и инородных включений (земля, песок и т.д.). В зависимости от стадии разложения подстилочный навоз, подразделяют по степени разложения на свежий, полуперепревший, перепревший и перегной.

В свежий, представляет собой слаборазложившуюся массу, солома в которой незначительно изменяет цвет и прочность.

Полуперепревшим навоз солома имеет темно-коричневый цвет, теряет прочность и легко разрывается. По сравнению со свежим, он теряет 10-30 % первоначального веса и сухого органического вещества.

Перепревший навоз представляет однородную черную мажущуюся массу, солома почти полностью разлагается. В нем нельзя обнаружить отдельные соломины. По сравнению со свежим навозом он теряет около 50 % первоначального веса и сухого органического вещества.

Перегной (сыпец) – это однородная, рыхлая, темного цвета масса. Перегной теряет до 75 % первоначального веса и сухого органического вещества. Поэтому из-за больших потерь питательных веществ, особенно азота, доводить навоз до перепревшего состояния, тем более до перегноя, нецелесообразно.

Состав подстилочного навоза зависит от следующих факторов:

1. Способов и продолжительности хранения.

Имеется несколько способов хранения навоза: горячий (рыхлый), холодный (плотный) и горяче-прессованный (рыхло-плотный).

При горячем способе хранения навоз рыхло укладывают в узкие штабеля шириной 2-3 м и высотой 1,5-2 м. При этом создаются благоприятные условия для разложения навоза аэробными бактериями, происходят интенсивный распад органических веществ и азота, температура навоза поднимается до 65-70°C. Данный способ хранения навоза применяют тогда, когда в короткий срок требуется приготовить хорошо разложившийся навоз или перегной. Чтобы уменьшить потери азота при таком способе хранения, необходимо применять повышенные нормы подстилки.

При холодном способе хранения навоз плотно укладывают в штабеля шириной не менее 3-4 м и высотой 1,5-2 м. После укладки и утрамбовывания

навоз сверху накрывают резаной соломой или торфом, чтобы сократить потери азота. Разложение навоза при плотном хранении навоза происходит, за исключением поверхностных слоев, в анаэробных условиях (без доступа воздуха) при температуре 20-25°С зимой и 30-35° летом. При таком способе хранения разложение навоза протекает более медленно, чем при горячем способе. Свежий навоз превращается в полуперепревший через 3-5 месяцев, а в перепревший – через 7-8 месяцев. Потери азота из навоза при холодном хранении значительно ниже, чем при других способах хранения. Этот способ хранения является наиболее приемлемым.

При горяче-прессованном способе хранения свежий навоз укладывают сначала рыхло метровым слоем шириной 2-3 м, а на 3-5-й день, когда навоз разогреется до 50-60°С, его сильно уплотняют и на него укладывают таким же образом следующие слои, пока высота штабеля не достигнет 1,5-2 м. До уплотнения происходит аэробное разложение навоза с участием термофильных бактерий. После уплотнения навоз разлагается в анаэробных условиях при температуре 30-35°С. При таком способе укладки полуперепревший навоз образуется через 1,5- 2 месяца, перепревший — через 4-5 месяцев. Этот способ хранения применяют в тех случаях, когда в навозе имеются возбудители желудочно-кишечных заболеваний или требуется ускорить его разложение.

Средние потери органического вещества и азота при разных способах хранения навоза приведены в таблице

2. Средние потери органического вещества и азота при разных способах хранения, в %

Способ хранения	Органического вещества	Азота
Рыхлый	32,6	31,4
Плотный	12,2	10,7
Горяче-прессованный	24,6	21,7

2. От соотношения в навозе твёрдых и жидких соединений.

Основная масса калия находится в жидких выделениях, фосфор содержится преимущественно в твёрдых выделениях, а азот в жидких и твёрдых.

3. От вида животных

3. Химическая характеристика свежего навоза

Химический состав	Навоз на соломенной подстилке				Навоз на торфяной подстилке	
	КРС	Конский	Овечий	Свиной	КРС	Конский
Вода	77,3	71,3	64,6	72,4	77,5	67,0
Органическое вещество	20,3	25,4	31,8	25,0	-	-
Азота общего	0,45	0,58	0,83	0,45	0,60	0,80
Фосфора	0,23	0,28	0,23	0,19	0,22	0,25
Калия	0,50	0,63	0,67	0,60	0,48	0,53

В среднем в одной тонне навоза содержится 4,5 - 5 кг азота, 2-2,5 кг фосфора, 6-7 кг калия и 4,5 кг кальция. По содержанию воды навоз делят на горячий – конский, овечий и холодный – навоз КРС и свиней. Горячий навоз вследствие меньшего количества воды разлагается быстрее. Поэтому его используют для набивки парников и в качестве биологического топлива.

4. Количества, качества кормов и подстилки

Чем богаче корм белком, азотом, фосфором и калием, тем выше их содержание в навозе, чем водянистее корм, тем больше в нём калия. Для подстилки используют различные материалы солому, торф, опилки и т.д. Подстилка создаёт лучшие условия для жизнедеятельности микроорганизмов и разложения кала, особенно важна способность её поглощать жидкости и газы. Самое высокое содержание азота в торфе и соломе бобовых культур, поэтому навоз приготовленный из них наиболее богат азотом (таблица 4).

4. Средний состав подстилки, %

Подстилка	Вода	Азот	Фосфор	Калий
Солома	14-14,3	0,45-0,65	0,20-0,35	0,75-1,6
Торф низинный	60	0,9	0,05	0,04
Торф верховой	50	0,6	0,04	0,08
Опилки	30	0,04	0,02	0,04

В зависимости от состава подстилки, способов содержания скота, навоз по содержания влаги подразделяют на три вида:

Твёрдый – подстилочный навоз это традиционный стойловый навоз с влажностью 75-80 %. Получают в стойловый период при содержании скота на глубокой подстилке из 4-6 кг сена или 8-14 кг торфяной крошки на 1 голову в сутки.

Полужидкий навоз содержит до 90 % воды, получают при содержании скота с применением небольшого количества подстилочного материала до 1 кг на 1 голову в сутки и ежедневной уборке навоза

Жидкий навоз влажностью более 90 %, получают при бесподстилочном содержании скота с ежедневным удалением навоза, и представляет собой смесь кала, мочи и воды.

Сроки и способы внесения навоза зависят от особенностей возделываемых культур и почвенно-климатических условий. Под яровые культуры навоз рекомендуется запахивать осенью, при зяблевой вспашке, за исключением легких песчаных почв, где питательные вещества из навоза выщелачиваются в более глубокие почвенные слои. Перегной под яровые культуры следует вносить весной.

Под озимые культуры навоз заделывают при подъеме чистого или занятого пара или при вспашке после уборки парозанимающих культур. При углублении пахотного слоя в пару, чтобы ускорить окультуривание припахиваемого малоплодородного слоя, навоз следует вносить под перепашку пара.

По ряду организационных причин многие хозяйства не могут запахивать навоз под яровые культуры осенью при зяблевой вспашке и вынуждены

делать это весной. Как показали исследования, вымывание питательных веществ в пахотный слой при зимнем разбрасывании навоза в 2—3 раза выше, чем при зимнем хранении его в поле небольшими кучами. При этом распределение питательных веществ в почве при зимнем внесении навоза было более равномерное, чем при весеннем.

Навоз, вывезенный в поле летом из навозохранилищ или полевых штабелей, необходимо сразу разбросать и запахать, иначе он высохнет, из него потеряется большое количество азота в аммиачной форме и резко снизится его эффективность.

Запахивать навоз следует на глубину пахотного слоя, особенно в засушливых районах. На тяжелых, плохо аэрированных почвах навоз запахивают несколько мельче, чем на легких, чтобы улучшить условия его разложения. В засушливых районах навоз заделывают глубже, чем и увлажненных. Более разложившийся навоз запахивают на меньшую глубину, чем слабо-разложившийся, солоmistый.

Использование питательных веществ из навоза и его дозы зависят от его вида, способа хранения, подстилки, дозы внесения, биологических особенностей растений и т. д. Различные культуры в первый год после заправки навоза используют из него 8-38% азота (N), 30-55% фосфора и 46-80% калия.

Фосфор и калий хорошо усваиваются растениями из навоза в первый год его внесения при обеспечении их азотом. Азот из навоза в год его заделывания растения усваивают главным образом в аммиачной форме. Действие навоза продолжается на тяжелых глинистых почвах 8-12 лет на легких песчаных 3-4 года.

Усвоение питательных веществ из навоза зависит от соотношения в нем углерода и азота и общего содержания азота. При отношении C : N, не превышающем 20 : 1, и содержании общего азота в навозе не менее 2 % к абсолютно сухому весу навоз можно использовать для удобрения различных культур, не вызывая азотного голодания растений. При более широком соотношении углерода и азота и содержании азота в навозе менее 2 % внесение его незадолго до посева может привести к снижению урожая из-за недостатка азота.

Дозы навоза определяются почвенно-климатическими условиями, качеством навоза, биологическими особенностями культур, под которые применяют навоз. На менее окультуренных почвах, в холодных и влажных районах дозы навоза обычно более высокие.

Под кормовые корнеплоды, овощные и силосные культуры на дерново-подзолистых почвах рекомендуется вносить на 1 га 36-60 т навоза, под картофель – 20-30 т и под озимые культуры – 15–20 т. В засушливых районах страны применяют меньшие дозы навоза – 10-12 т на 1 га.

3. ДЕЙСТВИЕ НАВОЗА НА ПОЧВУ И РАСТЕНИЯ

Навоз действует на почву и возделываемые на ней растения одновременно непосредственно и косвенно: обогащает их питательными элементами

(азот, фосфор, калий, кальций, магний, сера, микроэлементы и др.), углекислотой в почвенном и надпочвенном воздухе, различными микроорганизмами (в 1 г навоза содержится несколько миллионов бактериальных спор) и органическими веществами. Суммарное систематическое и длительное взаимодействие навоза, растений, микроорганизмов значительно улучшает физико-химические свойства и структуру почв: повышаются емкость поглощения (ЕКО), буферность, степень насыщенности основаниями и содержание подвижных форм питательных элементов, одновременно снижаются кислотность и содержание подвижных форм токсичных элементов (алюминия, марганца и др.).

Усвояемость растениями азота, фосфора и калия навоза зависит от вида и качества его, свойств конкретной почвы и климатических условий конкретной территории. Азот кала и подстилки содержит медленно разлагающиеся азотистые соединения и поэтому малодоступен растениям в первый год, а мочи – легкорастворимые, быстро превращающиеся в аммиак формы и легко доступен растениям сразу после внесения. При заблаговременном внесении навоза в пару или под основную обработку почвы осенью он разлагается полнее и культуры, усваивают из него больше азота, чем при предпосевном и весеннем внесении.

Фосфор навоза практически весь находится в составе твердых выделений животных и подстилки и усваивается растением по мере их минерализации. *Благодаря защитному воздействию органических веществ навоза минерализованный в нем фосфор значительно меньше подвергается химическому закреплению почвой, дольше остается в усвояемых для растений формах, чем фосфор минеральных удобрений.* В первый год после внесения в эквивалентных дозах фосфора из навоза растения потребляют в 1,5-2,0 раза больше (в среднем 35 % от общего), чем из минеральных удобрений.

Усвоение растениями фосфора навоза в зависимости от дозы и качества последнего и почвенно-климатических условий продолжается 3-4 года и более. *Причем за более продолжительный период первоначальное преимущество фосфора навоза перед минеральными удобрениями постепенно уменьшается и в сумме за все годы может превратиться в равноценное усвоение растениями.*

Калий во всех компонентах подстилочного навоза находится в наиболее подвижных и легкоусвояемых для растений формах. В отличие от хлорсодержащих минеральных удобрений калий навоза представлен практически бесхлорными формами, что особенно важно для чувствительных к хлору культур – табака, винограда, картофеля и др. Калий навоза усваивается растениями в первый год практически так же, как из эквивалентной дозы минеральных удобрений. Суммарное действие его в навозе для практических целей следует учитывать в среднем 3-4 года или более (при увеличении доз навоза и на более плодородных почвах).

При разложении навоза одновременно с минерализацией азота, фосфора и серы не менее 70 % углерода органического вещества превращается в

диоксид углерода, а оставшийся углерод (около 30 %) расходуется на новообразование гумуса почвы. Диоксид углерода, образуя в почвенном растворе углекислоту, повышает подвижность (растворимость) почвенных фосфатов и кальция, что улучшает питание растений этими (и другими) элементами, а кальций благодаря коагуляции коллоидов улучшает структуру почвы. Выделяющийся из почвы диоксид углерода (30-40 т навоза при разложении ежедневно выделяют 35-55 кг CO₂) обогащает при почвенный атмосферный воздух и улучшает воздушное питание растений. Все стелющиеся (огурец, кабачок, тыква и др.) и другие культуры при плотном (густом) травостое почти полностью поглощают выделяющийся из почвы диоксид углерода, в том числе и разлагающегося навоза. Для культур, возделываемых в условиях закрытого грунта (теплицы, парники), особенно важно улучшение питания углекислотой при разложении навоза и других органических удобрений.

Итак, общий азот навоза усваивается первой удобряемой культурой примерно в 3 раза хуже, чем из минеральных удобрений, фосфор – в 1,5-2,0 раза лучше, а калий – так же как из минеральных. Поэтому для получения высокого урожая культур хорошего качества при внесении под них навоза, как правило, следует дополнительно вносить и минеральные азотные удобрения.

4. ПРИМЕНЕНИЕ НАВОЗА

Применение навоза начинают с распределения имеющихся ресурсов его в каждом хозяйстве по севооборотам и вне севооборотным участкам в следующем порядке: овощные, кормовые (прифермские), полевые – с учетом специализации по наиболее ценным культурам и удаленности от животноводческих ферм, выгонов и площадок.

В пределах каждого агроценоза устанавливают дозы и место внесения навоза с учетом ряда факторов: неодинаковой отзывчивости культур на это удобрение и длительности его действия, организационно-технических возможностей для качественного внесения и заделки удобрения в почву, максимально возможной экономической эффективности и экологич. безопасности.

Овощные культуры наиболее требовательны к плодородию почв. На органические удобрения по сравнению с минеральными (при эквивалентных дозах элементов) среди них лучше отзываются стелющиеся (огурец, кабачок, тыква, дыня и т. д.), лук, чеснок, капуста белокочанная (средняя и поздняя), цветная, зеленые культуры и редис.

Кормовые культуры, как правило, располагают вблизи ферм (в прифермских севооборотах), поэтому транспортные расходы по внесению навоза здесь минимальны. Отзывчивость на органические удобрения по сравнению с минеральными выше у следующих кормовых культур: кукуруза, однолетние и особенно многолетние травы и кор. корнепл. (свекла, турнепс, брюква, морковь).

В полевых севооборотах навоз традиционно применяют также под картофель и озимые зерновые.

Наиболее качественное внесение и заделка навоза под любую культуру севооборота наблюдаются в чистых и занятых парах и после раноубираемых предшественников.

Дозы навоза зависят от количества и качества его, способов внесения, биологических особенностей возделываемых культур, при этом они должны быть экономически выгодными и экологически безопасными.

Минимальные дозы навоза на бедных (слабокультуренных) почвах при допосевном (основном) внесении сплошным методом с немедленной заделкой на глубину обработки почвы в зонах достаточного (и избыточного) увлажнения 20 т/га, на плодородных (окультуренных) почвах и в зонах недостаточного увлажнения 10 т/га. При локализации основного внесения навоза (в борозды, ряды) минимальные дозы его уменьшают в 2 раза, а при локальном внесении при посадке (в лунки) – в 4 раза.

Требования к степени разложения навоза в момент его внесения в почву зависят от почвенно-климатических условий и биологических особенностей удобряемых им культур. В засушливых районах чаще вносят перепревший навоз, в Нечерноземье – полуперепревший, а при осеннем внесении здесь эффективен и свежий навоз.

Ранние сорта, отзывчивые на органические удобрения, и культуры с коротким периодом вегетации во всех зонах удобряют более разложившимся навозом, поздние – менее разложившимся.

Глубина заделки навоза в почву при допосевном внесении колеблется от 15 до 30 см в зависимости от почвенно-климатических условий и степени его разложения. При мелкой заделке во влажной почве разложение навоза ускоряется, при глубокой – замедляется. При недостатке влаги (и в засушливых условиях) мелкая заделка замедляет разложение навоза и еще более иссушает почву. На тяжелых по гранулометрическому составу почвах требуется относительно мелкая заделка навоза, на легких – более глубокая.

Длительность последействия зависит от грануло-метрического состава почвы. На песчаных и супесчаных разностях суммарное действие навоза в севообороте 3-4 года, на легко- и среднесуглинистых 6-8 лет, на тяжелосуглинистых и глинистых 10-12, иногда 16 лет.

БЕСПОДСТИЛОЧНЫЙ НАВОЗ

Бесподстилочный навоз – полидисперсная суспензия твердых и жидких выделений животных (нередко с примесью воды) с текучими свойствами.

В зависимости от содержания воды, что обусловлено технологией его удаления, бесподстилочный навоз делят на полужидкий (до 90 %), жидкий (90-93 %) и навозные стоки (более 93 %).

Содержание аммиачного азота в бесподстилочном навозе составляет 50-70 % от общего. Потери азота из него при хранении в течение 3-4 мес. составляют 10-12 %.

Из множества факторов, влияющих на удобрительную ценность бесподстилочного навоза, наиболее важными являются: способы удаления, т. е.

степень разбавления водой, и разделение на фракции, а также анаэробная и термическая обработки.

При хранении бесподстилочного навоза влажностью более 90 % он расслаивается на три слоя: верхний, плавающий (остатки кормов и часть твердых экскрементов) влажностью 78–84 %, почти не содержит аммиачного азота; нижний – осевшие твердые частицы навоза, песка, ила влажностью 84–88 % и мало аммиачного азота; средний между верхним и нижним – осветленная жидкость (88–94 % воды), богатая аммиачным азотом.

При подготовке к использованию навоз разделяют на твердую и жидкую фракции обычно с помощью естественного отстаивания, реже путем фильтрования, процеживания, прессования и сепарирования, еще реже путем электрической и химической коагуляции. При влажности навозных стоков 98 %; в отстоявшейся жидкой фракции содержится 71 % общего и 78 % аммиачного азота, 37 % фосфора и 82 % калия.

Термическая обработка – средство обеззараживания и дегельминтизации бесподстилочного навоза и помета, основанное на свертывании белков (в том числе бесспорных микроорганизмов, яиц и зародышей гельминтов) при температуре более 56 °С. Прогрев в течение суток при температуре 56 °С практически не вызывает потерь азота из бесподстилочного навоза и помета, а высушивание до постоянной массы при 105 °С приводит к потерям 50–75 % общего и 95–99 % аммиачного азота.

Анаэробная обработка – способ обеззараживания, дегельминтизации и дезодорации навоза с помощью метановых бактерий при температуре 30–32 °С (мезофильный режим) или 56–58 °С (термофильный режим), причем последняя предпочтительнее, так как здесь за трое суток гибнут яйца гельминтов, мух и возбудителей заразных болезней. По удобрительной ценности сброженный навоз почти не отличается от исходного, а полученный при этом метан – прекрасное отопительное средство в быту и на производстве.

Обработка формалином в дозах 1–5 л на 1 т навоза обеззараживает его, замедляет микробиологические процессы (т. е. снижает скорость минерализации), устраняет зловонный запах, снижает потери азота.

Применение навоза. Зависит от состава его и транспортных возможностей. При этом необходимо соблюдать следующее: навоз нельзя долго не использовать для удобрения, так как это приводит к переполнению хранилищ, загрязнению окружающей среды и распространению инфекций, дозы его определяют по результатам содержания питательных элементов для получения планируемых урожаев культур с одновременным регулированием окультуренных почв; применяют навоз на полях, где можно быстро заделать его в почву;

- осенью на песчаные, супесчаные, легкосуглинистые почвах его вносят с соломой (торфом) или под озимые (вставочные, промежуточные) культуры для предотвращения вымывания питательных элементов; зимой избегают внесения на затопляемых весной площадях и на склонах;
- при углублении пахотного горизонта навоз вносят на вывернутый слой под перепашку и дискование;

Для предотвращения загрязнения поверхностных и грунтовых вод на унавоживаемых площадях следует сочетать внесение навоза с измельченной соломой, а с помощью промежуточных и вставочных посевов различных культур (рапс, сурепица, горчица и др.) – содержать их постоянно занятыми растениями, перехватывающими подвижные формы питательных элементов и навоза, и почвы.

Бесподстилочный навоз применяют не только до посева (осенью, зимой или весной), но и в подкормки под пропашные, кормовые и другие культуры (кроме овощных). Чаще его применяют на многолетних злаковых и злаково-бобовых травах в севооборотах, на лугах и пастбищах после укусов (или скармливания) равными частями (по числу этих операций) от общей дозы.

НАВОЗНАЯ ЖИЖА

Это перебродившая моча животных, стекающая в жижесборники животноводческих помещений и навозохранилищ. Общее количество ее в среднем составляет 10-15 % массы свежего навоза, но резко изменяется в зависимости от способа хранения его.

Навозная жижа в среднем содержит азота 0,25-0,30 %, калия 0,4-0,5 %, фосфора и 0,01—0,06 % это азотно-калийное удобрение. Содержание питательных элементов в нем существенно изменяется в зависимости от рационов и видов животных, способов накопления и хранения жижи.

Навозную жижу применяют в чистом виде до посева и в подкормки культур с обязательной быстрой заделкой в почву, а в составе компостов - до посева культур. Дозы допосевого внесения колеблется от 20 до 50 т/га в зависимости от качества навозной жижи, потребностей удобряемых культур и окультуренности почв. Для подкормок многолетних трав в севооборотах, на лугах и пастбищах вносят 10-30 т/га, в междурядья пропашных культур 8-15 т/га.

ПТИЧИЙ ПОМЕТ

Это ценное, наиболее концентрированное и быстродействующее среди других органических удобрений местное удобрение содержащее в бесподстилочном виде 30-50 %, а в подстилочном – около 10 % аммиачного азота (от общего количества азота).

5. Среднее содержание пит веществ % на сырую массу

Вид птицы	Вода	Азот	Фосфор	Калий	Кальций
Куры	56	2,2	1,8	1,1	2,4
Утки	70	0,8	1,0	0,6	1,6
Гуси	80	0,6	0,5	0,9	0,7

Содержание питательных элементов в помете птиц сильно изменяется в зависимости от состава и качества кормов и менее значительно – от способов содержания. Азота и фосфора в бесподстилочном курином помете значительно больше, чем в подстилочном навозе сельскохозяйственных животных.

Подстилочный куриный помет. Обладает достаточной сыпучестью, невысокой влажностью; применяется как обычный (подстилочный) навоз в дозах, рассчитанных по азоту. При влажности 56 % он содержит в среднем 1,6 % N, 1,5 % фосфора, и 0,9 % калия.

Бесподстилочный куриный помет. Это липкая, мажущаяся масса зловонного запаха с более высоким, чем в подстилочном помете, количеством питательных элементов, содержит много семян сорняков, яиц и личинок гельминтов и мух и различных микроорганизмов, многие из которых – возбудители болезней.

Все питательные элементы в птичьем помете находятся в усвояемых для растений формах. Азот быстро аммонифицируется, что усиливает потери его при неправильном хранении, которые за 6 мес. могут достигать 50 % общего его содержания. Для уменьшения потерь азота при накоплении и хранении бесподстилочного помета к нему следует добавлять 20-40 % (от массы) торфяной крошки (еще лучше компостировать с торфом), а при отсутствии торфа-до 30% почвы.

Применяют птичий помет до посева культур и в подкормки. В качестве допосевого удобрения его используют в зависимости от вида, продуктивности культур и окультуренности почвы в следующих дозах: бесподстилочный помет 5-10 т/га, подстилочный –10-20 т/га и термически высушенный 2-4 т/га. При подкормках сплошным методом дозы бесподстилочного помета 0,8-1 т/га, а при локальном внесении в борозды и лунки 400-500 кг/га, дозы подстилочного помета на 20-30 % выше, а сухого в 3 раза меньше.

СОСТАВ И СВОЙСТВА ТИПОВ ТОРФА

Тип торфа определяется расположением болота по элементам рельефа и составом его растительности.

Верховой тип. Образуется на возвышенных элементах рельефа из белых сфагновых мхов с небольшими количествами пушицы, багульника, голубики, нередко клюквы и других малотребовательных к элементам питания растений.

Низинный тип. Формируется под влиянием грунтовых вод с большим содержанием минеральных веществ в понижениях рельефа с осоками, тростниками, хвощами, зелеными гипновыми мхами, ольхой, ивой, березой и другими влаголюбивыми и более требовательными к питательным элементам.

Переходный тип. Промежуточный, в зависимости от условий питания приближается либо к тому, либо к другому. Причем нижние слои его обычно ближе к низинному, а верхние – к верховому.

Для агрохимической оценки торфов важны следующие свойства их: ботанический состав, степень разложения, зольность, содержание питательных элементов, кислотность, влагоемкость и емкость поглощения (ЕКО).

Ботанический состав — определяет зольность, кислотность, степень гумификации, обеспеченность элементами питания и другие агрохимические показатели. Сфагновый верховой торф наиболее беден элементами, очень

кислый, малогумифицирован (до 20 %), малозольный, но наиболее влаго- и газоёмкий. Он является наилучшим подстилочным материалом для животных и хорошим компонентом многих компостов. Низинный торф – гораздо богаче питательными элементами, наименее кислый, высокозольный, богат гуминовыми веществами (до 50 %), высокеемкий, обогащенный известью и фосфором. Его можно использовать при осушении для возделывания на нем овощных, кормовых и других культур, применять как самостоятельное органическое удобрение в открытом и закрытом грунте, для приготовления горшочков и в качестве компонента различных компостов.

Степень разложения торфа – важный показатель его агрономического использования.

Слаборазложившийся (5-5 % гумифицированных веществ) торф используют преимущественно для подстилки животным.

Средне-разложившийся (25-0 %) - после добычи и проветривания как непосредственное удобрение, для приготовления компостов или для возделывания на нем различных культур после гидромелиорации.

Зольность торфов может быть нормальной (до 12 %) и высокой (более 12%). Повышенная зольность за счет кальция (известь) и фосфора (виванит) увеличивает ценность торфа.

Содержание питательных элементов снижается при переходе от низинного к верховому торфу. В торфах больше всего азота, причем основная его часть находится в органической форме и может стать доступной растениям только после разложения (минерализации), которое в кислых средах почти не протекает и может быть резко ускорено после нейтрализации и при компостировании с навозом, жижей, птичьим пометом, фекалиями и другими компонентами. Фосфора в торфах мало, причем 2/3 его обычно растворимы в слабых кислотах и, следовательно, доступны растениям. В первом минимуме в торфах из макроэлементов находится калий, причем только менее половины его легкодоступно растениям, а из микроэлементов - медь. Поэтому при возделывании на осушенных торфяниках любых культур удобрять их нужно прежде всего калийными и медными удобрениями.

Кислотность торфа – важный показатель типа и способов его применения. С pH 5,5 и менее даже низинный разложившийся торф нельзя использовать как удобрение без предварительного компостирования с известью, фосфоритной мукой, золой, навозом, жижей и т. д. С учетом гидролитической кислотности все торфа способны при компостировании с фосфоритной мукой переводить фосфор последней в усвояемые для растений формы.

Поглотительная способность имеет важное значение при использовании торфов в качестве подстилочного материала для птиц и животных, способного поглощать влагу (влагоёмкость) и газы, в частности аммиак. Максимальная влагоёмкость (1000-1800 % на сухую массу) верховых типов постепенно уменьшается при переходе к низинным, но и при этом остается довольно высокой (500-1000 %). Емкость поглощения всех типов торфов значительно выше, чем мощного чернозема. Это очень важно не только для по-

глощения аммиака из экскрементов животных и птиц, но и для хранения в торфах (при отсутствии хранилищ в хозяйствах) значительных количеств жидкого аммиака промышленного производства и местного приготовления торфоаммиачных удобрений (ТАУ).

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТОРФА И ТОРФЯНИКОВ

Использовать торф можно разнообразно: для подстилки животным и птицам, в качестве компонента компостов, для приготовления торфоперегнойных горшочков и кубиков, как мульчирующий материал, субстрат для возделывания культур в закрытом грунте, как самостоятельное удобрение и т. д.

В качестве подстилки используют прежде всего верховой сфагновый торф со степенью разложения до 25 %, зольностью до 10-15, влажностью 50.

Во всех компостах любые торфа – наиболее ценный компонент, но лучше со степенью разложения более 20 %, зольностью до 25 % а с известью, золой и фосфоритной мукой – с рН менее 5 и зольностью менее 10 %.

Изготовление рассадных кубиков и горшочков. Лучшими для этих целей являются низинный и переходный торфа с нейтральной или слабокислой реакцией, степенью разложения 30-40 % и зольностью до 15 %.

Как удобрение прежде всего на легких почвах применяют только низинные торфа, богатые известью (торфотуфы) или фосфором (вивианит. торф), с рН 5,5 и более, зольностью более 10 % и степенью разложения 40-50 %.

В качестве мульчирующего материала применяют низинные и переходные торфа слоем до 5 см в междурядьях посадок ягодных, плодовых и овощных культур. Мульчирование улучшает в верхнем слое почвы водно-воздушный, температурный и пищевой режимы, предотвращает рост и развитие сорняков и образование почвенной корки, что повышает агрономическую и экономическую эффективность производства любой продукции.

СОЛОМА КАК УДОБРЕНИЕ

Излишки соломы в качестве удобрения обогащают почву и возделываемые на ней культуры органическим веществом и питательными элементами. Солома при влажности 16 % содержит в среднем 0,5 % N, 0,25 % - фосфора, 1,0 % - калия и 35-40 % углерода, а также небольшие количества кальция, магния, серы и микроэлементов. *Соотношение углерода к азоту в соломе очень широкое (60-100), поэтому разлагающие органическое вещество ее микроорганизмы нуждаются в дополнительном питании азотом, который перехватывают у растений из почвы и удобрений. Для предотвращения этого при запарке соломы нужно дополнительно вносить 0,5 – 1,5 % азота от ее массы, т. е. 5-15 кг N на 1 т в виде минеральных или органических удобрений.*

По соломе, оставленной равномерно по полю после зерноуборочного комбайна, эффективно вносить полужидкий, жидкий навоз, навозные жижи и стоки или другие органические удобрения из расчета 15-20 кг/га азота (или минеральные удобрения) и сразу заделывать лущильником или дисками на

глубину 6-8 см. При этом разложение ее ускоряется и не сопровождается накоплением токсичных веществ.

Запашка соломы с добавлением азота более эффективна осенью, так как образующиеся при ее разложении вредные для растений фенольные соединения за осенне-зимне-весенний период более полно вымываются (и разлагаются) из корнеобитаемого слоя почвы.

Солома улучшает физико-химические свойства почвы, предотвращает вымывание водорастворимых форм азота и других элементов, повышает биологическую активность почвы, доступность растениям питательных элементов почвы и удобрений.

САПРОПЕЛЬ

Сапропель – органические и минеральные отложения пресноводных озер и прудов. Добывают его земляными снарядами с намывами пульпы в отстойники или сразу на поля (полосами, чеками и др.), где после и естественной сушки он превращается в сыпучую массу влажностью около 80 %.

По зольности сапропели разделяют (*классификация А. Я. Рубинштейна*) на мало- (до 30 %), средне- (30-50 %), повышенно-(50-70 %) и высокозольный (70-85 %), а при зольности более 85 % их называют илом.

КОМПОСТЫ

Компостирование – биотермический процесс минерализации и гумификации обычно двух органических компонентов (иногда с добавками минеральных), уменьшающий потери питательных элементов одних (навоз, его жижа и стоки, фекалии, помет птиц, ОСВ и др.) с одновременным ускорением разложения других (торф, солома, опилки, бытовой мусор и др.) и переводом в доступные для растений формы питательных элементов их (фосфоритная мука).

При компостировании органических отходов происходит их биотермическое обеззараживание, компост нагревается до 60 °С, что убивает яйца и личинки мух и гельминтов.

В органических компостах один из компонентов выступает в роли поглотителя влаги, аммиака, диоксида углерода и без компостирования слабо разлагается (торф, опилки, бытовой мусор, дерновая земля, солома), а другой (навоз, его стоки и жижа, фекалии, птичий помет и др.) обогащен микрофлорой и содержит значительные количества легкоразлагающихся азотистых и безазотистых органических соединений.

Торфонавозные компосты. Их готовят вблизи животноводческих помещений, в навозохранилищах или в полевых штабелях. Отношение навоза к торфу в компосте зависит от качества компонентов и обеспеченности ими – зимой это обычно 1:1, а летом до 1 : 3. Для компостирования пригодны любые торфы с влажностью до 60 %.

Послойное компостирование возможно в любое время года; при этом торф слоем до 50 см разравнивают на подготовленных местах шириной 4-5 м и

длиной в зависимости от возможностей. Затем покрывают его слоем навоза, который вновь покрывают торфом, затем вновь навозом и т. д. Слои торфа и навоза чередуют, пока высота штабеля не достигнет 2 м. Толщина слоев зависит от принятого соотношения компонентов; завершают укладку слоем торфа.

Очаговое компостирование предпочтительнее зимой, когда навоз по подготовленному (50-60 см) слою торфа размещают непрерывным или прерывистым слоем 70-80 см и шириной на 1,0-1,5 м меньше нижележащего торфа. При послойном и очаговом компостировании для улучшения качества торфа с навозом к массе компонентов добавляют 1,5 - 3,0 % (15-30 кг/т) фосфоритной муки, при этом получают торфо-навозно-фосфоритные компосты. Фосфоритной мукой пересыпают каждый слой торфа и навоза.

При компостировании навоза с торфом вместе с фосфоритной мукой на 1 т торфа добавляют 5-6 кг калийных удобрений и в зависимости от кислотности нужную дозу известковых удобрений, причем фосфоритную муку в этом случае добавляют к навозу, а калийные и известковые удобрения – к торфу.

Торфожижевые компосты. Их готовят с любым торфом, зимой в навозохранилищах или рядом с животноводческими помещениями, а летом в полевых штабелях или на осушенных торфяниках. Торф укладывают в два смежных вала с корытообразным углублением между ними, в которое сливают навозную жижу.

После поглощения жижи торфом массу сгребают бульдозером в штабеля, которые покрывают торфом, а при достижении температуры 60 °С уплотняют.

Торфофекальные компосты. Получают при компостировании фекальных масс с торфом (можно с соломой, городским мусором и другими слаборазлагающимися материалами). Это быстродействующее удобрение. В фекальной массе в среднем содержится 0,5-0,8 % N, 0,2-0,4 % P₂O₅ и 0,3-0,4 % калием находятся в легкоусвояемых для растений формах. Высушенные фекальные массы – *пудреты* содержат около 2 % N, 4 % - фосфора, и 2 % калия.

С санитарной, агрономической и экологической точек зрения фекальные массы лучше применять в виде компостов. Для приготовления их к 1 т низинного торфа влажностью около 70 % добавляют до 0,5 т фекалий, к 1 т верхового - 2 т, а при влажности торфа до 50 % - до 3,5 т фекалий.

Торфофекальные компосты на второй год после закладки можно применять под любые культуры, кроме овощных, в дозах 10-25 т/га.

Торфоминеральные компосты. В качестве компонентов они могут содержать известь, золу, фосфоритную муку, жидкий аммиак и другие минеральные добавки.

Торфорастительные компосты. Получают при выращивании на торфяниках бобовых и других (или смесей разных) культур (сидератов) с последующей запашкой их и приготовлением штабелей из полученных смесей торфа и растений.

Растительную массу сидератов в фазе цветения прикалывают, измельчают и запахивают на глубину 15см. Через 2-3 нед после заделки торфяник дискуют, торфосидеральную массу сгребают в штабеля высотой 1,5-2,0 м и выдерживают 1-2 мес. Торфорастительные компосты применяют под различные культуры в таких же дозах, что и подстилочный навоз. По эффективности в эквивалентных по питательным элементам дозах они не уступают полуперепревшему навозу плотного хранения.

ЗЕЛЕННЫЕ УДОБРЕНИЯ (СИДЕРАТЫ)

Зеленые удобрения – свежая растительная масса, запахиаемая в почву для обогащения ее и последующих культур органическим веществом и питательными элементами. Растения, выращиваемые на зеленые удобрения, называют *сидератами*, а прием обогащения ими почв – *сидерацией*.

В качестве сидератов чаще используют бобовые (люпин, сераделла, донник, вика, чина, эспарцет, астрагал и др.), реже — смеси бобовых со злаками или промежуточные (вставочные) небобовые культуры (горчица, сурепица, рапс и др.).

Зеленые удобрения оказывают такое же многостороннее положительное действие на свойства почвы, урожай и качество сельскохозяйственных культур, как и хорошо приготовленный подстилочный навоз.

По данным различных источников, в 1 т сырой массы разных бобовых сидератов в среднем содержится: в люпине 210 кг сухого вещества; 4,5 – азота, 1,3 фосфора 1,8 калия.

Различают самостоятельные и уплотненные (смешанные) посевы сидератов. *Самостоятельные посевы* могут занимать поле 1-2 и более лет или короткие промежутки времени – от уборки одной до посева другой культуры (*вставочные*, или *промежуточные*, сидераты).

Уплотненные (смешанные) посевы бывают сплошные (занята часть поля целиком) и кулисные (чередование полосами или рядами основной культуры и сидерата, например сидераты в междурядьях садов и ягодников или пропашных культур поперек склонов в противоэрозионных целях и др.).

В зависимости от времени (до или после уборки основной культуры в поле) различают *подсевные* (подсевают под основную) и *пожнивные* (после уборки основной) посевы сидератов.

Приемы использования сидератов также разнообразны: полное, укосное и отавное зеленые удобрения.

Полное зеленое удобрение – запахивают на месте всю выращенную массу сидерата.

Укосное зеленое удобрение – скошенную массу сидерата транспортируют, размещают на другом поле и запахивают.

Отавное зеленое удобрение – запахивание после удаления скошенной или съеденной массы отросших стерневых и корневых остатков сидератов.

Основные районы применения сидератов – бедные органическим веществом с неблагоприятной реакцией почвы разных зон, нуждающиеся в

окультуривании. Наиболее обширный район применения сидератов – бедные дерново-подзолистые почвы Нечерноземной зоны. Наиболее распространенные бобовые сидераты: люпины, донники и сераделла.

Люпины (однолетний и многолетний с разным содержанием алкалоидов). Все люпины способны усваивать фосфор труднодоступных (трехзамещенных) фосфатов почвы и удобрений (фосфоритная и костная мука) и улучшать фосфорное питание следующих за ними культур в севообороте. Еще более важна способность люпинов симбиотически фиксировать молекулярный азот атмосферы и тем самым существенно улучшать баланс азота в севооборотах (агроценозах) даже на наиболее бедных песчаных и супесчаных почвах.

Люпины хорошо растут на кислых почвах; на очень кислых необходимо известкование, но иногда однолетние люпины плохо переносят известкование, а многолетние – лишь в начале вегетации. Одной из причин угнетения люпинов на очень кислых свежеизвесткованных почвах является ухудшение условий фосфорного питания их: известь мешает усвоению труднорастворимых фосфатов почв и удобрений. Поэтому под люпины известь и фосфоритную муку следует вносить послойно: известь – в глубине, под вспашку с предплужниками; фосфоритную муку – мельче, под предпосевную обработку.

Сераделла посевная. Однолетняя влаголюбивая бобовая трава предпочитает легкие слабокислые ($pH_{\text{сo}_2}$, 5,0-5,5) почвы, хорошо использует труднорастворимые фосфаты почв и удобрений, фосфоритную муку. На песчаных и супесчаных почвах хорошо реагирует на калийные, особенно содержащие магний, удобрения.

Пожнивные остатки растений (стерня и корни) – важная статья прихода в балансе органического вещества и транслокации питательных элементов в почвах. Следовательно, они могут расцениваться как разновидность отавного зеленого удобрения.

Рекомендуемая литература

Основная литература				
	Авторы, составители	Заглавие	Издатель- ство, год	Ко- лич- во
Л1.1	Баздырев Г.И., Сафонов А.Ф.	Земледелие с основами поч- воведения и агрохимии: учеб. для вузов	М.: КолосС, 2009. 415 с.	22 шт
Л1.2		Практикум по агрохимии: учеб. пособие для вузов	М.: Колос С, 2008. 599 с.	9
Л1.3		Земледелие: учеб. для вузов по агр. спец.	М.: КолосС, 2008. 607 с.	7
Дополнительная литература				
	Авторы, соста- вители	Заглавие	Издатель- ство, год	Ко- лич- во
Л2.1		Экологическое земледелие с основами почвоведения и агрохимии: учеб. для бака- лавров по направлению "Технология производства и переработки с/х продукции"	СПб.: Лань, 2014. 224 с.	5
Л2.2		Список пестицидов и агрохи- микатов разрешенных к приме- нению на территории Россий- ской Федерации: прил. к журн. "Защита и карантин растений"	2015. № 6.	1
Л2.3		Практикум по земледелию: учеб. для вузов	М.: КолосС, 2004. 424 с.	49
Л2.4	Минеев В.Г.	Агрохимия: учеб. для вузов	М.: КолосС, 2004. 720 с.	48
Л2.5	Баздырев Г.И.	Защита сельскохозяйствен- ных культур от сорных расте- ний: учеб. пособие для вузов	М.: КолосС, 2004. 328 с.	9
Л2.6	Ягодин Б.А., Жуков Ю.П., Кобзаренко В.И.	Агрохимия: учеб. для вузов	М.: Мир, 2003. 584 с.	97
Л2.7	Ганжара Н.Ф., Борисов Б.А., Байбеков Р.Ф.	Практикум по почвоведению: учеб. пособие для вузов по агр. спец.	М.: Агрокон- салт, 2002. 280 с	47
Л2.8		Земледелие: учеб. для вузов	М.: Колос, 2000. 552 с	61

Учебное издание

Михаил Иванович Никифоров
Ирина Дмитриевна Сазонова

ЗЕМЛЕДЕЛИЕ

(с основами почвоведения и агрохимии)

Учебно-методическое пособие
для выполнения самостоятельной работы
направление 35.03.07 Технология производства и переработки
сельскохозяйственной продукции,
профиль «Технология производства и переработки продукции
растениеводства»

Редактор Осипова Е.Н

Подписано к печати 21.04.2023 г. Формат 60x84, 1/16.
Бумага офсетная. Усл. п. л. 9,47. Тираж 25 экз. Изд. №7523.

Издательство Брянского государственного аграрного университета
243365 Брянская обл., Выгоничский район, с. Кокино, Брянский ГАУ