

# Удобрения

## Лекция 7

В системе агротехнических мероприятий, направленных на повышение плодородия почвы и урожайности сельскохозяйственных культур, использование удобрений занимает одно из важнейших мест. Научно обоснованное применение органических и минеральных удобрений, отвечающее местным, зональным особенностям, значительно увеличивает урожай всех культур и улучшает их качество. При рациональном внесении удобрений в растениях повышается содержание сахара, крахмала, жиров, белков и витаминов.

- Органические и минеральные удобрения влияют на структуру почвы, реакцию почвенного раствора, интенсивность микробиологических процессов, тем самым активно участвуя в повышении ее плодородия.
- Однако при недостатке влаги в почве действенность удобрений значительно снижается, а при избытке ее часть питательных веществ может быть вымыта. На эффективность удобрений большое влияние оказывает окультуренность поля. При высокой засоренности, плохой обработке, нарушении агротехнических требований отдача от удобрений резко снижается.

# Удобрения

Все удобрения, применяемые в земледелии, делят на:

органические;

бактериальные;

минеральные.

# ОРГАНИЧЕСКИЕ УДОБРЕНИЯ

К органическим удобрениям относят навоз, в том числе бесподстилочный, навозную жижу, птичий помет, торф, различные растительные компосты, сапропель, зеленое удобрение (сидераты).

Они содержат важнейшие элементы питания, в основном в органической форме, и большое количество микроорганизмов.

Действие органических удобрений на урожай культур сказывается в течение 3-4 лет и более.

# Навоз

В навозе содержатся все питательные вещества, необходимые растениям, и поэтому его называют **полным удобрением**. Качество навоза зависит от вида животных, состава кормов, количества и качества подстилки, способа накопления и условий хранения.

Подстилочный (стойловый) навоз включает около 25% сухого вещества и около 75% воды. В среднем в таком навозе содержится 0,5% азота, 0,25% фосфора, 0,6% калия и 0,35% кальция. В его состав входят также необходимые для растений микроэлементы, в частности: 30-50 г марганца, 3-5 г бора, 3-4 г меди, 15-25 г цинка, 0,3-0,5 г молибдена на 1 т.

Кроме питательных веществ навоз содержит большое количество микроорганизмов (в 1 т 10-15 кг живых микробных клеток).

**За стойловый период общий выход навоза составляет (т): от коровы 10, лошади 7, свиньи 2, овцы 0,9.**

# Навоз

Различают четыре стадии разложения навоза, приготовленного на соломенной подстилке: **свежий, полуперепревший** (уменьшение массы на 20-30%), **перепревший** (уменьшение массы до 50%), **и перегной** (уменьшение массы до 25%).

Не следует доводить навоз до стадии перегноя или перепревшего, поскольку при длительном разложении количество азота и органических веществ уменьшается в 2-3 раза. Нельзя вносить в почву свежий навоз, потому что в нем содержится много семян сорняков и возбудителей различных заболеваний.

# Навоз

Повышает концентрацию диоксида углерода в почвенном и надпочвенном воздухе.

Снижает кислотность почвы и подвижность алюминия.

Повышает насыщенность ее основаниями.

При систематическом внесении

- увеличивается содержание гумуса и общего азота в почве;

- улучшается ее структура;

- лучше поглощается и удерживается влага.

Использование навоза существенно повышает урожайность всех культур в различных почвенно-климатических зонах нашей страны.



# Навоз

Эффективность навоза во многом зависит от дозы,  
времени,  
места  
способов внесения.

В Нечерноземной зоне и в северных районах Черноземной зоны доза навоза обычно составляет 20-40 т/га. В менее увлажненных и засушливых районах на 1 га вносят 10-20 т навоза.

# Навоз

Наибольший эффект обеспечивает внесение навоза под **основную обработку почвы**.

Перед началом обработки его равномерно разбрасывают по полю и тут же запахивают, так как он быстро высыхает и теряет свою ценность.

Под озимые, идущие по чистым парам, навоз можно вносить весной перед двоением пара.

Во всех других случаях весенняя заправка навоза дает меньший эффект, чем осенняя.

# Навозохранилища



# Другие органические удобрения

**Бесподстилочный (жидкий) навоз** При влажности до 90% бесподстилочный навоз крупного рогатого скота содержит (%): **N** – 0,25-0,27, **P** – 0,09-0,44 **K** – 0,30-0,76. Под пропашные культуры рекомендуют вносить 40-90 т/га, под зерновые - 25-35, на луга – 50-60 т/га в два-три приема после укосов. Хорошие результаты дает компостирование жидкого навоза с торфом.

**Навозная жижа.** В среднем она содержит **N** – 0,25%, **K<sub>2</sub>O** – 0,5%, **P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>** – 0,01 %. Общее количество ее от одной коровы достигает 2-2,5 м<sup>3</sup> в год.

Это удобрение можно применять под озимые, яровые зерновые и пропашные культуры. Доза внесения при глубокой заделке перед посевом под зерновые, картофель и корнеплоды 15-20 т/га.

# Другие органические удобрения

**Птичий помет.** Это полное быстродействующее удобрение. От одной курицы получают 5-6 кг помета в год, утки – 8-9, гуся – 10-12 кг.

Содержание в помете **азота, фосфора и калия** колеблется в зависимости от вида птицы, количества и качества кормов. **Куриный помет** содержит **N** – 0,7-1,9%, **P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>** – 1,5-2%, **K<sub>2</sub>O** – 0,8-1%, и 2,4 % **CaO**.

Обычно птичий помет **вносят под предпосевную культивацию зерновых и пропашных культур** в дозе 0,4-0,7 т/га, при этом урожайность озимой пшеницы возрастает на 0,3-0,6 т/га, корнеплодов сахарной свеклы – на 4-5 т/га. Используют его и в качестве подкормки: разводят в 8-10 частях воды и вносят в почву культиваторами-растениепитателями.

# Сухой птичий помет



Гранулы сухого помета



# Торф

Торф **верховых, переходных и низинных болот** значительно различается по химическому составу и качеству. **Верховой** торф (моховой) имеет невысокую зольность (2-5 %) и содержит 95-98 % органического вещества, небольшое количество азота, фосфора и калия. **Низинный** торф обладает более высокой зольностью (10-15%), содержит 85-90% органического вещества, до 3,5 % азота. В земледелии больше используют низинный торф-.

Перед основной обработкой почвы торф равномерно разбрасывают по полю. В Нечерноземной зоне особенно эффективно внесение торфа в **чистом или занятом пару** в дозе 30-40 т/га. При обработке почвы под **пропашные культуры** доза внесения этого удобрения составляет 20-30 т/га.

# Торф





# Органические удобрения

**Сапропель (пресноводный ил).** Это комплексное органоминеральное удобрение. Различные виды ила содержат 6-30 % органического вещества и более, N – 0,2-2,1%, P – 0,1-0,4% K – 0,1-0,6%. Сапропель используют в чистом виде и в компостах. Дозы внесения под озимые 30-40 т/га, под картофель, кормовые корнеплоды 60-70 т/га.

**Компосты.** Это искусственные смеси органических удобрений (торфонавозные, торфожижевые и др.).

**Зеленое удобрение.** Так называют растения-сидераты, выращиваемые для последующей заправки в почву. В качестве сидератов используют бобовые культуры (люпин, сераделлу, донник и др.), а также горчицу, гречиху, озимый и яровой рапс, озимую рожь.



Добыча сапропеля



# БАКТЕРИАЛЬНЫЕ УДОБРЕНИЯ

Препараты, содержащие полезные для растений бактерии, относятся к бактериальным удобрениям. Они способны улучшать питание сельскохозяйственных культур и не содержат питательных веществ.

Из бактериальных удобрений используют ризоторфин. Он содержит клубеньковые бактерии рода *Rhizobium*, которые живут на корнях бобовых растений и обеспечивают симбиотическую фиксацию азота воздуха. Его вносят только под бобовые культуры.

# МИНЕРАЛЬНЫЕ УДОБРЕНИЯ

К минеральным удобрениям относят вещества минерального происхождения, вносимые в почву для обеспечения растений питательными элементами, улучшения ее физико-химических свойств и получения высоких и устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур.

# Азотные удобрения

Азотные удобрения представляют собой белый или желтоватый кристаллический **порошок** (кроме цианамиды калия и жидких удобрений), **хорошо растворимы в воде, не поглощаются или слабо поглощаются почвой**. Поэтому азотные удобрения **легко вымываются**, что ограничивает их применение осенью в качестве основного удобрения. Большинство из них обладает **высокой гигроскопичностью** и требует особой упаковки и хранения.

# Азотные удобрения

Подразделяют на:

- **аммонийно-нитратные (азот находится одновременно в аммиачной и нитратной формах);**
- **аммонийные (азот в виде свободного аммиака);**
- **нитратные (азот в виде солей азотной кислоты);**
- **амидные (азот в органической форме в виде амидов).**

Жидкие азотные удобрения выделяют в особую группу.

**Аммонийно-нитратные удобрения.** Самое распространенное азотное удобрение - **аммиачная селитра** (содержание азота 32-35%). Она **хорошо растворима в воде**. Удобрение выпускают в виде гранул диаметром 1-3 мм. Вносят как **основное удобрение**, а также в качестве рядкового (припосевного) и подкормки. Растения быстрее поглощают основания, чем кислоту, поэтому нитратная часть селитры при систематическом внесении подкисляет почву, то есть **удобрение физиологически кислое**. Завышенные дозы аммиачной селитры снижают качество урожая.



Аммиачная селитра  
(нитрат аммония,  
азотнокислый  
аммоний) –  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  –  
гранулированный  
продукт белого цвета с  
желтоватым оттенком.



## **Аммонийные удобрения.**

**Сульфат аммония** – мелкокристаллическая соль (азота 20-21%), **хорошо растворима в воде**, при хранении сохраняет рассыпчатость. Выпускают ее и в **гранулированном виде**. Хорошо поглощается почвой. Данное удобрение **физиологически кислое**, поэтому лучше его использовать на известкованных почвах.

**Хлорид аммония** – физиологически кислое удобрение, количество азота 24-25%, хлора 66,6%, поэтому его применение **плохо** сказывается на урожае и качестве культур, **отрицательно реагирующих на хлор** (картофель, гречиха, лен). Вносят удобрение **осенью** под вспашку для вымывания хлора за осенне-зимний период.

• **Нитратные удобрения (селитры).**

Концентрация азота в натриевой селитре 15-16,4%, она хорошо растворима в воде. Удобрение слабогигроскопично и при неблагоприятных условиях хранения может слеживаться. Физиологически щелочное удобрение, лучше ее вносить на кислых почвах.

• **Амидные удобрения.** Среди данных удобрений наиболее распространена мочеви́на (карбамид), содержание азота 46%. Ее используют как основное удобрение и в виде подкормки. Удобрение физиологически кислое и самое концентрированное, поэтому при использовании следят за его равномерным распределением.

**Суперфосфат простой.** Выпускают в виде темно- и светло-серого порошка и гранул размером 1-4 мм. Порошковидный суперфосфат содержит фосфора ( $P_2O_5$ ) не менее 19%, гранулированный – 19,5-20,5%, кроме того, он **не слеживается** и хорошо рассеивается при рядковом внесении. Его применяют как **основное удобрение (допосевное)** с последующей заделкой плугом, для рядкового внесения при севе, в качестве подкормки.

**Фосфорные удобрения.** Основное сырье для производства фосфорных удобрений - апатиты, фосфориты и отходы металлургического производства (томасшлак и мартеновский фосфат-шлак).

В качестве фосфорных удобрений используют костную муку, получаемую из костей животных.

По растворимости удобрения подразделяют на:

**водорастворимые** (суперфосфат простой и двойной);

**растворимые** только в слабых кислотах (обесфторенный фосфат, томасшлак и др.);

**нерастворимые** (фосфоритная и костная мука).

## **Суперфосфат двойной**

**Концентрированное** фосфорное удобрение (фосфора 37-54 %). По своему действию на растения и почву, физическим свойствам **схож с простым**. Дозы применения двойного суперфосфата в два раза ниже, поэтому уменьшаются затраты на его транспортирование, хранение и внесение.

# Суперфосфат



Суперфосфат двойной  
 $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$

**Фосфоритная мука. Представляет собой  
размельченные природные фосфаты.**

Количество фосфора в муке первого сорта 29 %, второго - 23, третьего - 20 %. Эффективность удобрения зависит от тонины размола.

Фосфоритная мука обладает длительным периодом последействия (12-15 лет). Ее рекомендуют применять в Нечерноземной зоне России, где проводят фосфоритование почв, один раз за ротацию севооборота (через 10 лет). Вносят фосфоритную муку **осенью под вспашку**. На легких почвах (рН 5,1-5,5) удобрение рекомендуют заделывать в дозе 0,8-1 т/га, на тяжелых (рН 4-4,5) – 2-2,5 т/га.

## **Калийные удобрения.**

Наличие хлора в составе некоторых природных солей снижает ценность данных удобрений.

**Хлорид калия.** Основное калийное удобрение, получаемое из сильвинита в результате отделения  $KCl$  от  $NaCl$ . В удобрении марки К калия содержится 62-65,5%, марки Ф – 54-60%.

**Сульфат калия.** Ценное удобрение (калия не менее 46 %). Применяют под культуры, чувствительные к хлору (картофель, гречиха, табак, эфиромасличные, виноград).





Хлорид калия

СИЛЬВИНИТ



# КОМПЛЕКСНЫЕ УДОБРЕНИЯ

Комплексные удобрения содержат одновременно два или три основных элемента питания.

Их подразделяют на три группы:

**смешанные** (механическая смесь простых удобрений);

**сложные** (в каждой молекуле химического соединения находятся два или три элемента питания);

**сложносмешанные** (комбинированные) — в грануле заключены два или три отдельных элемента питания.

# КОМПЛЕКСНЫЕ УДОБРЕНИЯ

## Смешанные удобрения.

Наиболее распространены смеси:

- аммиачной селитры с суперфосфатом;
- аммиачной селитры с суперфосфатом и хлоридом калия;
- мочевины с сульфатом аммония (в гранулах);
- мочевины с аммофосом или диаммофосом.

Смеси делают с учетом обеспеченности почвы элементами питания и потребностей культурных растений.

# МИКРОУДОБРЕНИЯ

К этому виду относятся удобрения, содержащие микроэлементы, как бор, марганец, медь, молибден, цинк, необходимые растениям в минимальных дозах.

В дерново-подзолистых почвах очень мало бора и меди, а в болотных — меди и молибдена; черноземы отличаются недостатком легкорастворимого марганца, в карбонатных почвах очень мало цинка.

# Влияние удобрений на растения

Азот	Внешние признаки
	<p>Элемент образования органического вещества. Регулирует рост вегетативной массы. Определяет уровень урожайности. Растения начинают лучше развиваться, наращивать корневую систему, и тем самым быстрее наращивают листовую массу. При недостатке – медленный рост, бледнозеленая окраска, преждевременное пожелтение и опадание листьев. При избытке – задержка цветения и созревания, темно-зеленая ботва, чрезмерно толстые стебли</p>

# Влияние удобрений на растения

Фосфор	Внешние признаки
	<p>Элемент энергетического обеспечения (АТФ, АДФ). Активизирует рост корневой системы и закладки генеративных органов. Ускоряет развитие всех процессов. Повышает зимостойкость. Растение закладывает цветы, влияет на качество и продолжительность цветения. При недостатке – задержка роста, запоздание созревания плодов. Окраска листьев темно-зеленая с голубоватым оттенком, по краям листьев – бурые или сероватые пятна. При избытке – ускорение развития растений</p>

# Влияние удобрений на растения

<b>Калий</b>	<b>Внешние признаки</b>
	<p>Элемент молодости клеток. Сохраняет и удерживает воду. Усиливает образование сахаров и их передвижение по тканям. Повышает устойчивость к болезням, засухе и заморозкам. При недостатке – отставание в росте, желтение и побурение листьев, отмирание тканей по краям листа, закручивание краев листьев книзу, морщинистость листьев. При избытке – задержка поступления азота в растение, что сказывается на его развитии</p>

# Влияние удобрений на растения

Кальций	Стимулирует рост растения и развитие корневой системы. Усиливает обмен веществ, активирует ферменты. Укрепляет клеточные стенки. Повышает вязкость протоплазмы. При недостатке – повреждение и отмирание верхушечных почек и корней. При избытке – отсутствие изменений
Магний	Повышает интенсивность фотосинтеза и образование хлорофилла. Влияет на окислительно-восстановительные процессы. Активирует ферменты и ферментативные процессы. При недостатке – приостановка в росте, просветление окраски, изменение зеленой окраски листьев на желтую, красную, фиолетовую у краев и между жилками



# Влияние удобрений на растения

Железо	Регулирует фотосинтез, дыхание, белковый обмен и биосинтез ростовых веществ. При недостатке – задержка роста, хлороз листьев – они приобретают светло-зеленую, почти белую окраску
Медь	Регулирует дыхание, фотосинтез, углеводный и белковый обмен. Повышает засухо-, морозо-, и жароустойчивость. При недостатке – кончики листьев становятся белыми (хлороз), растения обычно сильно кустятся, приобретают светло-зеленую окраску, которая сохраняется до осени
Бор	Регулирует опыление и оплодотворение, углеводный и белковый обмен. Повышает устойчивость к болезням. При недостатке – отмирание верхушечных почек и их загнивание

# Сроки и способы внесения удобрений.

Существует 3 основных способа внесения удобрений: **допосевной** – основной (под вспашку, предпосевную культивацию), **припосевную** (рядковый, очаговый), **послепосевной** (подкормки). Обычно в севообороте навоз и большую часть минеральных удобрений используют под парозанимающие культуры и под пропашные как наиболее требовательные, остальную часть – под озимые и яровые зерновые. Совместное применение органических и минеральных удобрений в севообороте значительно повышает их эффективность

# Дозы удобрений

Зависят от требований растений, особенностей почвы, удобрения предшествующей культуры, сроков и способов внесения, климатических условий и других причин. Растения не используют полностью удобрения в год внесения. Часть удобрений остаётся неиспользованной и оказывает влияние на урожай растений на второй и даже на третий год после внесения.

**Навоз** в первый год применения используется не более чем наполовину, остальная часть питательных веществ потребляется второй и третьей культурами.

Последствие некоторых **фосфорных** удобрений длится 3-4, **калийных** – 2-3 года, **азотные** соединения из-за высокой растворимости и плохого закрепления в почве почти не обладают последствием.

Однократное внесение извести и гипса сказывается на повышении урожаев даже спустя 10-15 лет.

