

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

КУРС ЛЕКЦИЙ

по дисциплине

Б.1 В.Од.1 **Агрохимия**

по специальности 35.06.01—«Сельское хозяйство»-
профиль – Агрохимия.

Краснодар, 2015

1. Пути интенсификации агропромышленного производства.

Значение химизации сельского хозяйства в решении продовольственной проблемы в мире и России.

Химизация земледелия – это главный путь повышения урожайности всех сельскохозяйственных культур.

Под химизацией понимают широкое применение минеральных и органических удобрений, химических веществ для борьбы с сорняками, вредителями и болезнями растений, а также химическую мелиорацию - известкование и гипсование почв.

Установлено, что для нормального роста и формирования высокой продуктивности растений элементов питания не хватает, поэтому для устранения голодания растений и повышения урожаев их нужно вносить в виде различных веществ.

Удобрения – это вещества, применяемые для улучшения питания растений.

Без применения удобрений нормальная жизнь людей на Земле в настоящее время невозможна.

Отечественный и зарубежный опыт показывает, что не менее 50% (70%) прироста урожаев сельскохозяйственных культур получают за счет применения минеральных удобрений. История человечества, начиная с древних времен, свидетельствует о необходимости их применения. Мировая статистика показывает, что каждый третий житель планеты получает питание за счет продукции, полученной от применения удобрений.

Об эффективности удобрений обычно судят по прибавкам урожаев от их внесения. Существует прямая зависимость между урожайностью сельскохозяйственных культур и применением удобрений.

Например:

1 кг N/га дает дополнительно 12-15 кг зерна; 1 кг P/га – 7-8 кг зерна; 1 кг K/га – 3-4 кг зерна.

20-30 тонн навоза на гектар дают прибавку зерновых 6-7 ц/га; картофеля – 60-70 ц/га, корнеплодов – до 170 ц/га.

Эффективность минеральных удобрений проявляется почти во всех почвенно-климатических зонах нашей страны, хотя и в неодинаковой степени. Наиболее высокие прибавки урожая от удобрений получают в условиях достаточного увлажнения почв, а также на бедных питательными веществами почвах.

Повышение эффективности удобрений в большой степени зависит от конкретных природных и агротехнических условий, оптимальности доз удобрений, а также от сроков и способов их внесения. Однако, в настоящее время использование удобрений обходится недешево, поэтому применять их нужно так, чтобы оправдать затраты и получать прибыль, не нанося при этом ущерба окружающей среде.

Все эти вопросы и решаются агрохимией, являющейся научной основой правильного применения удобрений. Осуществление химизации земледелия – дело не только агрохимиков, но и всех агрономов. В настоящее время ни один агроном не может обойтись без агрохимических знаний. В свое время Д.Н. Прянишников образно говорил, что химизацию земледелия надо начинать с «химизации агрономов».

Состояние и перспективы производства и применения минеральных и органических удобрений в России и мире, у нас на Кубани. Инновационные методы применения удобрений. Удобрения и охрана окружающей среды. Экологические аспекты, связанные с применением удобрений.

Следует знать, что удобрения при неправильном их применении могут привести к отрицательным последствиям, таким как:

- неоправданные экономические затраты;
- ухудшение качества продукции (накопление нитратов в овощах, картофеле и т.д.; повышенные дозы N снижают содержание сахара в сахарной свекле, крахмала в картофеле);
- загрязнение почв, водоемов, грунтовых вод нитратами и тяжелыми металлами.

Минеральные удобрения при научно обоснованном их применении не являются существенным фактором загрязнения окружающей среды. Однако полностью исключить негативное влияние их на биосферу нельзя.

Нарушение объективных законов природы может нарушить биологическое равновесие и привести к непредвиденным последствиям.

Об этом предупреждал Ф.Энгельс: "Не будем обольщаться нашими победами над природой. За каждую такую победу она нам мстит. Каждая из этих побед имеет, в первую очередь те последствия, на которые мы рассчитывали, но во 2-ю и 3-ю очередь совсем другие, непредвиденные последствия, которые очень часто уничтожают значение первых.

Работы Ж. Бусенго, Ю. Либиха, Г. Гельригеля. Роль русских ученых М.В. Ломоносова, М.Г. Павлова, Д.И. Менделеева, А.Н. Энгельгардта. Роль К.А. Тимирязева, К.К. Гедройца, Д.Н. Прянишникова, Д.А. Сабина в разработке учения о питании растений и применении удобрений. Развитие Д.Н. Прянишниковым физиолого-биохимического направления основа агрохимической науки.

Самые первые шаги в области научного земледелия в России относятся к концу 18 века Михаилом Васильевичем Ломоносовым (1711-1765 гг.)

Его научная деятельность относится к различным областям естествознания, в том числе и агрономии. В своих работах он высказал мысль о минеральном и воздушном питании растений. Ему принадлежит значительная роль в развитии учения о почве, в которой он высказал предположение о происхождении гумуса. Он считал, что в естественных условиях при образовании гумуса происходят те же процессы, что и в культурных почвах при разложении в них навоза. Ломоносов является основоположником углеродного питания растений. Ученый много внимания уделял вопросам сельского хозяйства.

Александр Николаевич Энгельгардт (1832-1893 гг.) являлся горячим пропагандистом применения удобрений. Он писал, что истощенные почвы нуждаются в удобрении, а навоза недостаточно. Поэтому ученый обращал внимание на использование костей и золы. Он высоко оценивал значение минеральных удобрений в деле повышения плодородия почв. Им были выполнены работы по использованию фосфоритной муки в качестве фосфорных удобрений. В результате его работ последовало более активное использование минеральных удобрений в России, началась разработка залежей фосфоритов.

Дмитрий Иванович Менделеев (1834-1907 гг.)

Ему принадлежит большая роль в развитии агрохимии. Его мысли о производстве и применении удобрений не потеряли свою значимость и по сей день. Важное значение он придавал изучению физико-химических свойств почв и удобрений, доступности их питательных веществ для растений, разработке эффективных технологий приготовления и способов внесения удобрений. Менделеев не забывал об огромном агрономическом значении физических свойств почвы, влиянии на них почвенного механического

состава и наличия органического вещества. Особое внимание он уделял фосфорным удобрениям, но и не принижал роли азота как необходимого фона для действия фосфорнокислых удобрений. Им была разработана программа по выявлению эффективности удобрений в различных регионах России и первым предсказал, что со временем будет построена система земледелия.

Константин Коэтанович Гедройц (1872-1932 гг) провел фундаментальные исследования по химии почв, а именно в области почвенных коллоидов, поглотительной способности почвы, питания растений, мелиорации кислых и засоленных почв. Он показал, что в развитии почвы, ее физико-химических свойств, главную роль играют органические и минеральные дисперсные частицы, на поверхности которых находятся поглощенные катионы, способные заменяться катионами почвенного раствора. Его учение об обменных основаниях, о насыщенности почв основаниями, о емкости поглощения сохранило свое значение до наших дней

Дмитрий Николаевич Прянишников (1865-1948 гг.)- основоположник отечественной агрохимической научной школы. Его основные исследования посвящены вопросам питания растений и применения минеральных удобрений в земледелии. Научная деятельность его многогранна. Трудно указать на такие задачи в агрохимии, которыми бы не занимался он прямо или косвенно, но центральными были его работы по азотному питанию растений. В них он дал общую схему превращения азотистых веществ в растениях, отведя исключительную роль аммиаку. При его участии разработана оценка отечественных фосфоритов в качестве источника для питания растений. Им дана физиологическая характеристика отечественных калийных солей, изучены различные формы азотных и фосфорных удобрений, вопросы химической мелиорации почв и т.д. Д.Н.Прянишников был автором учебника «Агрохимия», по которому учились многие поколения агрохимиков и агрономов.

Достижения современной агрохимии. На Кубани изучение почв и первые агрохимические исследования стали проводить лишь в начале 20 века. Многие ученые работали в области рационального использования земель, химизации земледелия и подготовке высококвалифицированных специалистов- агрохимиков. *Ефим Саввич Блажний (1897-1991)*- ученый- почвовед, его исследования являются научной основой для теоретического обоснования агрономических мероприятий, направленных на повышение плодородия почв Кубани.

Михаил Ильич Поляков (1899-1954)-ученый-агроном, им проведены оригинальные исследования в области изучения почвенного плодородия, питания растений и по вопросам применения удобрений. С 1936 по 1953 г. возглавлял кафедру агрохимии КСХИ. *Александр Иванович Симакин (1914-1988)*-ученый-агрохимик, внес значительный вклад в изучение агрохимических свойств почв Северного Кавказа и разработку системы удобрения ведущих полевых культур. С 1957 по 1977 г. возглавлял кафедру агрохимии КСХИ. *Николай Ефимович Редькин (1907-1985)*-ученый-почвовед, изучал агрохимические и водно- физические свойства черноземов, выявил условия, определяющие накопление в почве органического вещества, подвижных форм питательных элементов и наметил пути повышения плодородия почв Кубани.

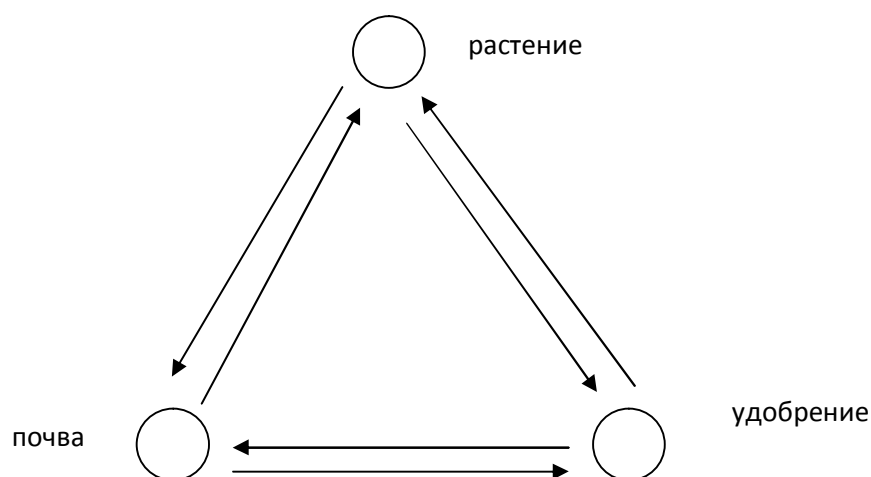
Сущность науки "Агрохимия", предмет и методы агрохимии, ее цели и задачи. Связь агрохимии с другими дисциплинами. Агрономическая химия, или агрохимия – это наука о взаимодействии растений, почвы и удобрений в процессе в процессе выращивания сельскохозяйственных культур, о круговороте веществ в земледелии и использовании удобрений для увеличения урожая, улучшения его качества и повышения плодородия почвы.

Агрохимия занимает центральное место среди агрономических дисциплин, так как применение удобрений – самое эффективное средство развития и совершенствования растениеводства.

Чтобы обоснованно применять удобрения в конкретных условиях, необходимо изучить взаимодействие между удобрением, почвой и растением в процессе питания растений, с учетом их биологических особенностей.

Изучение этого взаимодействия и является главной задачей агрохимии.

Схему этого взаимодействия, составляющего сущность агрохимии, Д.Н. Прянишников изобразил в виде треугольника; три вершины которого обозначают растение, почву и удобрение, а двойные стрелки – взаимное влияние каждого из этих объектов на остальные.



Изучение взаимодействия растений с почвой и удобрением составляет теоретические основы агрохимии. Знание их позволяет выявить недостающие факторы в жизни и питании растений, и рекомендовать соответствующие практические приемы повышения урожая и его качества.

Агрохимия тесно связана с другими дисциплинами.

Изучение питания растений, разработка способов его регулирования с помощью удобрений, учитывая биологические особенности сельскохозяйственных культур связывает агрохимию с физиологией и биохимией растений, а также с растениеводством.

Изучение содержания и динамики питательных веществ в почве, их доступности растениям, разнообразных процессов превращений удобрений, их действия на свойства почвы связывает агрохимию с почвоведением и микробиологией.

Приемы внесения удобрений тесно связаны с приемами обработки почвы, борьбы с сорной растительностью, севооборотами, научные основы которых изучаются в земледелии.

Химизация земледелия включает наряду с применением минеральных удобрений использование для защиты растений химических средств. Поэтому агрохимия связана с защитой растений.

Наконец, для решения организационных вопросов по применению системы удобрения и экономической оценки удобрений необходимы знания по экономике.

Общей задачей агрохимии является разработка научных основ применения удобрений. Сюда входит большой круг вопросов, которые можно свести к следующим трем проблемам:

- питание растений;
- свойства почвы в связи с применением удобрений;
- приемы рационального применения удобрений в связи с круговоротом питательных веществ в земледелии.

Методы исследований в агрохимии:

Лабораторный опыт- исследование, осуществляемое в лабораторной обстановке с целью установления действия и взаимодействия факторов на

изучаемые объекты. Их проводят в строго контролируемых условиях и устанавливают влияние одного или небольшого количества факторов.

Вегетационный опыт- исследование, осуществляемое в строго контролируемых условиях с целью установления различий между вариантами эксперимента и количественной оценки действия изучаемых факторов на урожай растений и его качество. Сущность этого исследования состоит в выращивании растений в вегетационных сосудах, в агрономически обоснованной обстановке, регулируемой экспериментом.

Полевой опыт- исследования, проводимые в полевых условиях, на специально выделенном участке с целью установления количественного воздействия условий или приемов возделывания на урожайность и качество продукции в конкретных почвенно- климатических условиях.

В частности, в агрохимических полевых опытах изучают эффективность удобрений и химических мелиорантов на определенной почвенной разновидности, на участке, выравненном по плодородию.

Основные агрономические законы внесения удобрений

Законы земледелия

Изменение почвенного плодородия в процессе формирования урожая сельскохозяйственных культур происходит в строгом соответствии с законами земледелия, большинство из которых сформулировал немецкий ученый Ю. Либих.

Закон *min* (Либих – основоположник теории минерального питания), - значимость урожайности определяется элементом, который присутствует в самом минимуме относительно потребности культуры.

- **Закон *max*** – избыток любого фактора жизни может отрицательно влиять на растения.

- Закон равнозначности и незаменимости факторов жизни растений – все факторы жизни растений абсолютно равнозначны и незаменимы; ни один из факторов жизни (свет, тепло, воздух, вода, элементы минерального питания) нельзя заменить другим.

- Закон совокупного действия факторов жизни растений – все факторы жизни растений действуют не изолированно друг от друга, а в тесном взаимодействии.

- Закон возврата веществ в почву – все вещества, используемые растениями при создании урожая, должны полностью возвращаться в почву с удобрениями. Нарушение этого закона должно приводить к утрате почвой плодородия.

- Закон толерантности или закон максимума – ограничивающее влияние на урожай оказывает не только недостаток, но и избыток каких-либо факторов, т.е. избыток любого фактора жизни может отрицательно влиять на растения.

- Закон плодосмена – любое агротехническое мероприятие более эффективно при плодосмене, чем при бессменном посеве, т.е. необходимо чередовать различные сельскохозяйственные культуры на полях, чтобы получать высококачественные урожаи

2. Питание растений и пути его регулирования.

Химический состав растений.

История развития теории питания растений. Химический состав растений, содержание важнейших химических веществ и основных элементов питания в сельскохозяйственных растениях. Изменение состава растений в связи с возрастом и условиями питания. Содержание основных органических веществ в растениях. Влияние удобрений, то есть условий минерального питания на содержание белков, жиров, углеводов.

Растительные организмы состоят из воды и сухого вещества, представленного органическими и минеральными соединениями. Соотношение воды и сухого вещества у разных растений и в отдельных органах различно и зависит от биологических особенностей культуры и почвенно-климатических условий произрастания.

В травянистых растениях создаётся больше воды, в древесных – сухого вещества. В запасяющих тканях и механических тканях воды создаётся от 5 до 20 %, а в вегетативных органах от 7 до 95%.

Вода – неотъемлемая часть всех живых организмов.

Функции воды в растениях обусловлены присущими ей физическими и химическими свойствами. Вода является внутриклеточной средой, в которой протекают все биохимические процессы живых организмов. Вода принимает участие в фотосинтезе, дыхании и гидролитических процессах, она обладает высокой теплоёмкостью, способствует стабилизации температуры растений.

Вода прекрасный растворитель для многих соединений и служит средством транспортировки питательных веществ.

Высокое поверхностное натяжение воды определяет её роль в процессах поглощения и превращения минеральных и органических соединений. Она играет существенную роль в сохранении формы травянистых растений, поддерживая их клетки в состоянии тургора.

Таким образом, роль воды в жизни растений очень велика, а влагообеспеченность наряду с другими факторами внешней среды оказывает значительное влияние на величину и качество урожая, а также на эффективность удобрений.

Сухое вещество растений содержит 95 % органических соединений и 5% золы.

Органические соединения: белки, углеводы, жиры. Эти вещества определяют качество урожая. Они образуются в результате корневого питания и фотосинтетической деятельности растения.

Белки – высокомолекулярные органические соединения, построенные из аминокислот.

Аминокислоты – это органические кислоты жирного и ароматического ряда, содержащие карбоксильную группу (-COOH) и одну или две аминогруппы (-NH₂).

Растительные белки построены из 20 аминокислот и двух амидов. Белки – основа жизни организмов – играют решающую роль во всех процессах обмена веществ. И является одним из основных запасующих веществ.

В состав белковой молекулы входит: 15 – 18 % азота; 0,3 – 1,5% серы; 6,5 – 7 % водорода; 21 – 24 % кислорода; 51 -55 % углерода.

Белок – важнейший компонент пищи человека, его потребность в нём составляет 120 г/сут, и никаким другим веществом его нельзя заменить. Особенно большое значение для человека имеют незаменимые аминокислоты, которые входят в состав только растительных белков (валин, лейцин, изолейцин, трионин и т.д.).

Наиболее богаты белками такие растения как пшеница (14 %), рожь (12%), овёс (11%) и бобовые: соя (29%), горох (20%), фасоль (18%), подсолнечник (16%).

Для оценки качества продукции используют показатель «сырого белка». Его рассчитывают путём умножения содержания общего азота в растениях на коэффициент (5,7 зерновые, 6,25 бобовые).

$$Б \% = К \cdot N\%$$

Важнейшим показателем качества зерна пшеницы является соединение «**сырой клейковины**», которое определяет хлебопекарное качество муки.

Есть три группы клейковины:

I – хорошая

II – удовлетворительная

III – неудовлетворительная

В зависимости от соединения клейковины мягкую пшеницу делят:

1. сильную – соединение белка не менее 14 % и не менее 28 % сырой клетчатки;
2. среднюю – 14 % белка, 25 % клейковины II-й группы;
3. слабую – менее 25 % клейковины.

Углеводы – представлены сахарами и полисахаридами: крахмал, клетчатка, пектиновые вещества. Они состоят 75 – 80 % сухого вещества растительного организма и служат основным питательным и скелетным материалом клеток и тканей растений. Все биохимические процессы в растении связаны с углеводами.

Сахара – (глюкоза, фруктоза и сахароза) содержатся в небольших количествах во всех сельскохозяйственных растениях.

Сладкий вкус плодов и ягод связан с наличием сахаров (виноград до 15%). Глюкоза является энергетическим материалом при дыхании.

Сахара участвуют в фотосинтезе, синтезе сложных углеводов и других биохимических процессах.

Много сахара в корнеплодах: сахарная свекла 14 – 22%, сахарный тростник 11 – 25%.

Крахмал – в небольших количествах содержится во всех зелёных органах растения, но в качестве запасного углевода накапливается в клубнях, луковицах и семенах.

Картофель 10 – 22%,

зерно риса – до 80%,

ячмень – 70,5%.

Клетчатка (целлюлоза) – основной компонент клеточных стенок.

Волокно хлопчатника состоит из клетчатки на 95 – 98%, на, конопли, льна, джута 80 – 90%. В зерне злаков (овёс, рис, просо) 10 – 15%, пшеницы 2 – 3%, зернобобовые 3 – 5%.

Пектиновые вещества – высокомолекулярные полисахариды, содержатся в плодах, корнеплодах и в растительных волокнах (морковь 2,5%, сахарная свекла 2 – 2,5%). Применяют для приготовления желе и мармелада.

Липиды (жиры и жироподобные вещества) являются структурными компонентами цитоплазмы растительных клеток, а у масличных культур выполняют роль запасных соединений. Семена масличных культур и сои используют для получения жиров называемых маслами.

Клещевина 60%, кунжут 45 – 50%, подсолнечник 24 – 50%, лён 30 – 35%, соя 20%.

Жиры наиболее энергетически выгодные запасные вещества, при их окислении выделяются в два раза больше энергии, чем при распаде углеводов и белков.

Соединение отдельных групп органических соединений в сельскохозяйственных культурах может значительно изменяться и зависит от видовых, сортовых особенностей, условий выращивания и условий питания. Так внесение азотных удобрений повышает содержание белков, фосфорных и калийных удобрений содержание углеводов и жиров.

Средний элементарный состав сухого вещества растений (проценты по массе) С – 45; O₂ – 42; H₂ – 6,5; N и зольные элементы – 6,5.

2. В состав растений входит более 70 химических элементов, однако для жизненного цикла им необходимо лишь 17 из них:

N, H, C, O – принято называть органогенными (95 % сухого вещества)

7 элементов: Si, P, K, Ca, Mg, S, Fe – макроэлементы (от нескольких процентов до сотых долей процентов сухого вещества <0,1%).

7 элементов: B, Mn, Cu, Zn, Mo, Co, Vi – микроэлементы (0,1 – 0,01 % и меньше до 0,000001%)

ультрамикроэлементы – менее 10⁻⁶ % - 10⁻⁸ % .

Разные растения создают неодинаковые количества азота и зольных элементов, но больше всего – N, P и K. Именно этих трёх элементов чаще всего не хватает в почве и их надо вносить в виде удобрений.

Рассмотрим кратко физиологическую роль отдельных элементов в растениях:

Азот – занимает особое место в жизни растений. Его среднее содержание 1 – 3 % от массы сухого вещества. N – составная часть аминокислот, белков, нуклеиновых кислот, хлорофилла, липоидов, ферментов, алкалоидов и других органических соединений. Азот поступает в растения в виде ионов аммония, нитрата и нитрита (но последний мало содержится в почве). Кроме того, растения способны усваивать аминокислоты, амиды, полипептиды и другие водорастворимые азотсодержащие органические соединения.

Азот – для растений лимитирующий фактор. Потребность в нем растение испытывает с момента прорастания семян. Наиболее интенсивно растение поглощает и усваивает азот – в период максимального роста и образования вегетативных органов – стеблей и листьев. Содержание N в вегетативной массе увеличивается до фазы цветения, а затем уменьшается за счёт оттока его в генеративные органы. Максимальное количество N содержится в зерне, меньше в листьях и минимальное – в стеблях.

При недостатке азота – тормозится рост растения, ослабляется кущение, уменьшается площадь листьев. Всё это приводит к сокращению периода вегетации. Что ведёт к недобору урожая. Характерный признак дефицита азота – хлороз листьев – бледно-зелёная окраска из-за ослабления синтеза хлорофилла.

Избыток азота в почве также приводит к отрицательным последствиям – увеличению периода вегетации, снижению урожая и его качества.

Фосфор – его содержание в растении – 0,2 – 1,3 % от сухого вещества. Он поглощается растением в виде H_2PO_4^- и не изменяется, включаясь в органические соединения.

Фосфор входит в состав нуклеопротеидов; нуклеиновых кислот, макроэргических соединений (АТФ, АДФ), фосфатидов, фитина, сахарофосфатов.

Источником Р – питания растений могут быть соли орбо-, лито- и пиррофосфорной кислоты и органические фосфаты – сахарофосфаты, фитин. В растениях фосфор находится в органических и минеральных соединениях. Наибольшее количество этого элемента содержится в репродуктивных и молодых растущих органах. Из более старых листьев фосфор может передвигаться в молодые органы, поэтому внешние проявления недостатка фосфора проявляется на нижних листьях.

Наиболее чувствительно к недостатку фосфора растения в самом раннем возрасте, когда корневая система слабо развита.

Так же максимально нуждается растение в фосфоре в период формирования репродуктивных органов. Его *недостаток* приводит к недобору урожая и снижению его качества.

Признаки недостатка фосфора – замедляется рост, листья – серозелёные или красно-фиолетовые, ухудшается кущение и т.д.

Калий – его содержание в растениях 0,5 – 3,5 % от сухого вещества. Поступает он в растения в виде катиона K^+ . Источником К для растений являются калийсиликатные минералы, обменный или поглощённый, и водорастворимый К.

В растениях калий в основном сосредоточен в молодых, растущих тканях.

Калий играет важную роль в фотосинтезе и передвижении углеводов, в процессах усвоения азота растением, в формировании клеточных стенок, обуславливает обводненность и поддержание структуры клетки.

Критический период в потребности калия – ранние сроки роста растения. Максимальное его поглощения – в период интенсивного нарастания вегетативной массы.

Недостаток калия приводит к тому, что тормозится процесс фотосинтеза, рост растений. Внешние признаки недостатка калия – листья с краёв желтеют, отмирают.

Кремний – содержание 0,2 – 20 % сухой массы. Si используется растениями для построения клеточных стенок, прочных тканей и скелета. Кремний повышает устойчивость растения полеганию, засолению, повышает доступность фосфатов в почве.

Его недостаток – задержка роста и повышение их восприимчивости к болезням и вредителям. Уменьшается урожайность и его качество.

Кальций – содержание 0,05 – 0,5 % . Участвует в фотосинтезе, передвижении углеводов, усвоению N соединений и т.д.

Недостаток его сказывается на состоянии корневой системы их рост замедляется, тормозится рост листьев, снижается устойчивость к неблагоприятным условиям внешней среды. Проявляется в первую очередь на молодых органах. Появляется на листьях хлоротичная пятнистость, желтеют и отмирают.

Магний – содержание его 0,05 – 0,5 %. Он входит в состав хлорофилла, участвует в передвижении P и углеводном обмене, входит в состав фитина.

При его *недостатке* снижается содержание хлорофилла и развивается «хлороз» листьев между жилками.

Сера – входит в состав аминокислот, горчичных масел, участвует в окислительно-восстановительных процессах, принимает участие в азотном и углеводном обмене, синтезе жиров.

При *недостатке серы* – образуются мелкие, жёлтые листья, ухудшается рост и развитие.

Особенно богаты серой – картофель, бобовые, капустные растения.

Железо – 0,01 – 0,08 % сухого вещества.

Входит в состав окислительно-восстановительных ферментов растений, участвует в синтезе хлорофилла, процессах дыхания и обмена веществ.

При его *недостатке*: развивается «хлороз» листьев из-за недостатка хлорофилла.

Бор – его содержание 1 – 20 мг/кг сухого вещества. Влияет на углеводный, белковый, нуклеиновый обмен. При его недостатке нарушаются синтез и передвижение углеводов, формирование репродуктивных органов, оплодотворение и плодоношение.

При *недостатке бора*: сахарная свекла – гниль сердечка, душистость корнеплодов; лен – бактериоз; подсолнечник – отмирание точки роста; у бобовых нарушается развитие клубеньков и т.д.

Молибден – 0,2 – 2 мг/кг сухого вещества. Он участвует в процессах фиксации молекул азота и восстановления нитратов в растениях. Требования к молибдену – бобовые, овощные.

Внешние признаки: сходны с азотным голоданием.

Марганец – 0,001 % или 10 мг/кг сухой массы. Входит в состав окислительно-восстановительных ферментов, участвует в дыхании, фотосинтезе, углеводном и азотном обмене.

Наиболее чувствительны к его недостатку: сахарная свекла, корнеплоды, злаки, яблоня, черешня и т.д.

Внешние признаки недостатка марганца – хлороз (между жилок).

Цинк – 15 – 60 мг/кг сухой массы. Оказывает действие на обмен энергии и веществ в растениях. При его недостатке резко тормозится рост, нарушается фотосинтез, синтез белков и углеводов и т.д.

При *недостатке* цинка – задержка роста междоузлий, хлороз, мелкие листья, розеточность (цитрусы, плодовые).

Медь – 2 – 20 мг/кг сухого вещества. Входит в состав окислительно-восстановительных ферментов, участвует в фотосинтезе, углеводном и белковом обмене.

При её *недостатке* – «белая чума» у зерновых (внезапное побеление и засыхание кончиков листьев, образуются бесплодные соцветия).

Кобальт – 0,02 – 12 мг/кг сухой массы.

Он необходим для биологической фиксации молекул азота и компонент витамина В₁₂. *Недостаток* его (сходны с азотным голоданием) проявляется у бобовых.

3. Общая потребность растений в питательных элементах характеризуется размерами **биологического выноса** – содержанием этих элементов во всей формируемой для получения урожая биомассе, то есть в надземных органах и корнях.

Биологический вынос включает в себя количество питательных веществ как в отчуждаемой с поля основной и побочной продукции (**хозяйственный вынос**), так и в корнях, пожнивных остатках, листовомопаде. Потребность сельскохозяйственных культур в элементах питания характеризуют выноски их с урожаем или **хозяйственным выносом**.

Вынос основных элементов питания у различных сельскохозяйственных культур сильно колеблется и зависит от вида, сорта и условий их выращивания.

Содержание азота и фосфора значительно выше в хозяйственно ценной части урожая (зерно, корнеплоды), чем в ботве и соломе. Калия больше в соломе и ботве.

Зная вынос элементов питания с урожаем растений и условия их выращивания, можно рассчитать необходимое количество питательных веществ для получения планируемого урожая.

Вынос питательных веществ – их расход урожаями необходимо знать, для того, чтобы возместить его внесением удобрений (Это расходная статья баланса). Питательные вещества, вносимые в виде органических и минеральных удобрений, относятся к приходной статье баланса.

Задача внесения удобрений заключается в том, чтобы возместить взятые урожаем питательные вещества из почвы и обогатить ими почву для повышения её плодородия.

Баланс питательных веществ тесно связан с их круговоротом и возвратом в почву. Часть питательных веществ с урожаем отчуждается. Другая часть питательных веществ, содержащаяся в кормах в соломе, через навоз снова возвращается в почву и вовлекается в круговорот веществ в хозяйстве.

Макро- и микроэлементы, их роль в жизни растений.

Биологический и хозяйственный вынос питательных веществ, понятие о круговороте и балансе веществ.

Воздушное, корневое и некорневое питание растений.

Современные представления о механизме поступления питательных веществ через корни и их усвоение растениями. Динамика потребления питательных веществ растениями в течение вегетации, критические периоды питания. Значение концентрации раствора, реакции среды, антагонизма и синергизма ионов, других факторов в поступлении питательных веществ в растения. Критический период и период максимального потребления питательных веществ растениями. Понятие об избирательном поглощении питательных веществ. Физиологическая реакция солей (удобрений). Усвоение растениями питательных веществ из труднорастворимых соединений.

Применение удобрений как важнейший приём воздействия на обмен веществ растений, их рост, развитие, урожай и его качество.

Питаний растений – это процесс поглощения, передвижения и усвоения питательных элементов и энергии в виде фотосинтетически активной радиации из окружающей среды.

Внешне растения (*автотрофы*) сами синтезируют органические вещества за счёт минеральных соединений.

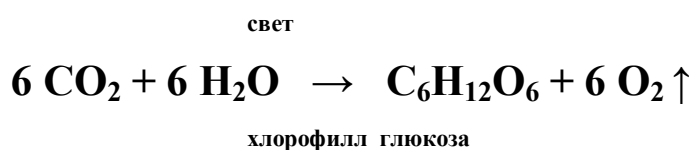
Накопление сухого вещества происходит благодаря усвоению CO₂ через листья, а воды, азота и зольных элементов – из почвы через корни.

Существуют 3 типа питания растений:

1. воздушное
2. корневое
3. внекорневое питание растений минеральными солями.

1. Воздушное питание – его сущность сводится к процессу фотосинтеза, то есть к усвоению на свету углекислого газа атмосферы, к образованию органических соединений (углеводов и др.) при помощи хлорофилла, содержащегося в листьях.

Элементарная схема фотосинтеза:



Продуктом фотосинтеза являются углеводы (сахара), из которых путём дальнейших превращений образуются более сложные углеводы. Наряду с ними в зелёных листьях при одновременной подаче через корневую систему азота и зольных элементов образуются аминокислоты, белки, жиры и другие органические соединения. На их образование затрачивается большое количество энергии. Интенсивность фотосинтеза и накопление сухого вещества зависят от освещения, соединения CO₂ в воздухе, температуры, влагообеспеченности и соединения элементов минерального питания.

2. Корневое питание – это поглощение корнями растения из почвы воды и элементов минерального питания. Корни синтезируют органические соединения необходимые растительному организму и выделяют продукты метаболизма.

Азот и зольные элементы поглощаются из почвы деятельной поверхностью корневой системы в виде ионов (NO_3^- , NH_4^+ , $H_2PO_4^-$, SO_4^{2-} , K^+ , Ca^{2+} и т.д.). Корневые выделения (в виде угольной кислоты, органических кислот и аминокислот) воздействуют на твёрдую фазу почвы, переводя необходимые питательные вещества в доступную форму.

Активная часть корней, поглощающая элементы минерального питания из почвы – молодые растущие корешки, включающие зону корневых волосков. Корневые волоски – это тонкие выросты наружных ниток корня и достигают они до 80 – 1500 мкм. За счёт корневых волосков поглощающая поверхность корня достигает больших размеров.

По мере нарастания корня наблюдается явление **хемотропизма**, то есть корень усиленно растёт в сторону расположения питательных веществ (**положительный хемотропизм**) или рост корня тормозится в зоне, неблагоприятной для растительной концентрации солей (**отрицательный хемотропизм**).

Механизм поглощения питательных элементов через корни:

За счет сосущей силы корней ионы минеральных солей вместе с током воды поступают в поры клеточных оболочек молодых корешков. Но внутрь живых клеток корня ионы могут проникать **«пассивно»** – без затрат энергии – по градиенту концентрации – от большей к меньшей, при помощи диффузии.

В то же время концентрация солей в клеточном соке значительно выше, чем в почвенном растворе. Тогда поглощение питательных веществ происходит **«активно»** – против градиента концентрации. Этот процесс неразрывно связан с жизнедеятельностью корней и надземных органов растений, с

процессом фотосинтеза, дыхания, обмена веществ и обязательно требует затрат энергии. Итак, ионы минеральных солей передвигаются из почв раствора с током воды за счёт диффузии к внешней поверхности наружных клеток корневых волосков.

Затем происходит адсорбция ионов на наружной поверхности цитоплазматической мембраны, участки которой имеют отрицательные и положительные заряды, за счёт которых происходит одновременно адсорбция необходимых растению катионов и анионов из наружной среды в обмен на другие ионы (H^+ , OH^- , HCO_3^- и др.).

Это происходит без затрат энергии.

Транспорт адсорбированных ионов внутрь клетки происходит против градиента концентрации и требует затрат энергии. Он осуществляется с участием специальных «переносчиков», в функционировании которых важная роль принадлежит белкам с АТФ активностью. Активный транспорт внутри клетки ионов питательных веществ сопряжен с встречным транспортом наружу других ионов, находящихся в клетке в избыточном количестве. Поступившие в клетку ионы передвигаются в надземные органы – стебли, листья и т.д.

Различные элементы питания в неодинаковой степени используются растениями для своей жизнедеятельности. Этим объясняется неравномерность поступления отдельных ионов в корни или избирательное их поглощение.

Избирательное поглощение растениями катионов и анионов из состава соли обуславливает её функциональную кислотность или щелочность.

Соли, из которых в больших количествах поглощается анион, чем катион ($NaNO_3$, KNO_3) и в результате происходит подщелачивание раствора, являются **физиологически щелочными**.

Соли, из которых катион поглощается в больших количествах (NH_4Cl , KCl , $(NH_4)_2SO_4$) – в результате происходит подкисление раствора, называются **физиологически кислыми**.

Физиологическую реакцию солей необходимо учитывать при использовании удобрений, во избежание ухудшения условий роста растения.

Корневое питание зависит от:

1. Состав и концентрации солей почвенного раствора.

(оптимальная концентрация 0,03 – 0,05 до 0,1 – 0,2 %; выше 0,2% - замедляет поглощение)

Питательный раствор должен быть физиологически уравновешенным, то есть содержать все необходимые питательные вещества в благоприятных соотношениях.

Между одинаково заряженными ионами проявляется антагонизм, когда один ион ограничивает поступление другого (Ca^{2+} и H^+ ; NO_3^- и Cl^-).

Между разнозаряженными ионами наблюдается синергизм, когда анион способствует поступлению катиона (Cl^- и NH_4^+).

2. Реакция среды (оптимальная – слабокислая или нейтральная)

3. Химический состав почвенного раствора

4. развитие корневой системы, её усваивающая способность и т.д.

3. Некорневое питание

Минеральные соли из слабых растворов могут проникать в растения через листья при помощи обменной адсорбции.

Но потребность растений в основных питательных веществах таким образом удовлетворить нельзя.

Такое питание используется для подкормок как основными элементами питания, так и минеральными элементами.

5. Поглощение основных питательных элементов в течение вегетации растения происходит равномерно.

Следует различать критический период питания, когда размеры потребления могут быть ограниченными, но недостаток элементов питания в этот период резко ухудшает рост и развитие растений. И период максималь-

ного поглощения, который характеризуется наибольшей интенсивностью потребления питательных элементов.

4 основных периода развития растения:

1. *Начальный период роста растения* – потребляют небольшие количества питательных элементов, но очень чувствительны к их недостатку и избытку. (критический в отношении Р и N – корневая система слабо развита, а эти элементы необходимы для синтеза всех веществ).

2. *Период интенсивного роста надземных органов – стеблей и листьев.* Темпы накопления сухого вещества опережают поступление питательных веществ (N для формирования вегетативной массы).

3. *Цветение, начало плодообразования.* Уменьшается потребность в N, а увеличивается в Р и К, т.к. участвуют в синтезе и передвижении органических соединений.

4. *Период плодообразования,* когда нарастание вегетативной массы заканчивается, потребление всех питательных веществ снижается, а затем приостанавливается. Образование органических соединений происходит за счет повторного использования питательных веществ в растении.

Регулируя условия питания растений по периодам роста в соотношении с их потребностью путём внесения удобрений можно направленно воздействовать на величину урожая и его качество.

Диагностика питания растений – самый надежный метод определения потребности их в удобрениях. *Виды диагностики: визуальная, тканевая, листовая.* Их сущность, преимущества и недостатки.

Возможность использования диагностики питания у различных культур в течение вегетации.

О качестве урожая судят по содержанию в нём наиболее ценных для питания человека и живых органических соединений: белков, жиров, углеводов и других. Они образуются в растениях в результате воздушного и корневого питания, протекающих одновременно. Химический состав урожая зависит от

условий их питания. Следовательно применение соответствующих удобрений можно изменять химический состав растений в нужную сторону.

Например, при внесении N – удобрений в урожай повышается содержание белка; при внесении P – удобрений и K – удобрений увеличивается накопление крахмала и сахаров и т.д.

Поэтому применение удобрений под ту или иную культуру должно сопровождаться контролем за химическим составом урожая. Этот контроль осуществляется при помощи метода диагностики питания растений. Это определение обеспеченности растений питательными элементами по их состоянию и химическому составу.

Метод подразделяется на:

- визуальную диагностику
- химическую диагностику

Визуальная диагностика – определяет по внешнему виду всего растения или отдельных его органов, недостатка или избытка того или иного элемента питания.

Визуальная диагностика предусматривает также проведение биометрических измерений (высоты, сырой или сухой массы растений, S листьев, числа продуктивных стеблей или соцветий и т.д.), фенологических наблюдений – выявление причины угнетения растений (недостаток питания, поражение болезнями и вредителями и т.д.) и сравнительной оценки роста и развития нормальных и больших растений.

Химическая диагностика – определение валового содержания питательных элементов во всем растении или листьях (листовая диагностика), либо содержание неорганических форм питательных элементов в растительных тканях (стеблях, жилках, черешках) – тканевая диагностика.

Для каждого вида растений характерен вполне определённый химический состав.

В специальных условиях установлены оптимальные уровни соединения элементов питания в растениях в отдельные периоды вегетации.

При недостатке какого-либо элемента питания в почве в доступной форме его концентрация в растениях снижается, при избытке – повышается.

По результатам растительной диагностики делают заключение:

- 1). О необходимости подкормок.
- 2). О коррекции системы удобрений на следующий год.

Следовательно, растительная диагностика питания сельскохозяйственных культур позволяет своевременно регулировать условия питания растений в соответствии с их потребностью в элементах питания путём внесения соответствующих удобрений.

3. Почва как источник питания растений и среда трансформации.*Состав и поглощательная способность почвы.*

Современные проблемы снижения почвенного плодородия, ее охрана и рациональное использование. Формы химических соединений, в которых находятся элементы питания растений. Гумус почвы и его значение для питания растений и применения удобрений. Потенциальные и эффективные запасы питательных веществ в различных почвах. Химические и биологические процессы в почве. Их роль в превращении питательных веществ и повышении эффективного плодородия почвы. Учение К.К. Гедройца о поглощательной способности почв. Состав почвы. Газовая, жидкая и твердая фазы почвы. Минеральная и органическая части почвы как источник элементов питания растений. Содержание элементов питания в различных фракциях минеральной части почвы. Система агрохимических показателей плодородия почвы. *Виды поглощательной способности почвы, их роль во взаимодействии почвы с удобрениями и в питании растений. Сущность биологической, механической, физической и химической поглощательной способности почвы.*

4. Агрохимические свойства почвы.

Почвенно-поглощающий комплекс и обменная поглотительная способность почвы. Основные закономерности физико-химической поглотительной способности почвы. Необменное поглощение почвой катионов и его значение в практике применения удобрений. Для правильного применения удобрений необходимо не только учитывать потребности растений в элементах питания, но и знать химический состав и агрохимические свойства почвы, которые определяют уровень ее плодородия, условия питания растений и характер превращений в ней удобрений.

Современное почвоведение, основы которого были заложены [В. В. Докучаевым](#), рассматривает почву как самостоятельное естественноисторическое биокосное природное тело, возникшее и развивающееся на поверхности Земли под действием биотических, абиотических и антропогенных факторов. Нижняя граница этого природного тела определяется глубиной, на которую произошло существенное изменение горной породы процессами [почвообразования](#), что составляет до 1-3 метров, однако в экстремальных условиях тундры, пустыни или в горах мощность почвенной толщи может измеряться несколькими сантиметрами. Боковые границы почвенных образований определяются как границы раздела между [элементарными почвенными ареалами](#). Возникновение современного генетического (то есть уделяющего основное внимание генезису почв) почвоведения связано с именем профессора Василий Васильевич Докучаев, который впервые установил, что почвы имеют чёткие морфологические признаки, позволяющие различать их, а географическое распространение почв на поверхности Земли так же закономерно, как это свойственно растениям и животным. В своей монографии «Русский чернозём» ([1883](#)) он впервые рассматривает почву как самостоятельное природное тело, формирующееся под воздействием 5 факторов: живых организмов, свойств породы, рельефа, климата и времени развития. 1883 год считается временем возникновения почвоведения как науки.

Большую роль в развитии науки сыграл [П. А. Костычев](#), один из основных оппонентов Докучаева, дополнившим своими положениями его взгляды. Ученик Докучаева [Н. М. Сибирцев](#) создал первый учебник по генетическому почвоведению ([1889](#)).

Почва состоит из:

- твердой
- жидкой (почвенный раствор)
- газовой (почвенный воздух) фаз.

Почвенный воздух – это атмосферный воздух, который проникает в поры почвы, отличается от атмосферного повышенным содержанием CO_2 (до 1% - 2-3%) и меньшим O_2 . В атмосферном воздухе содержание CO_2 - 0,03%. Состав почв воздуха зависит от интенсивности газообмена между почвой и атмосферой. Обогащение его CO_2 происходит главным образом в результате разложения почвенного органического вещества микроорганизмами и дыхания корней. При избыточном увлажнении и плохой аэрации в почвенном воздухе содержание CO_2 повышается (до 2-3 %), а O_2 - снижается, что отрицательно сказывается на развитии растений. При содержании O_2 < 8-12% - растения угнетаются, а ниже 5% - погибают.

CO_2 , выделяемый корневой системой, соединяясь с H_2O образует H_2CO_3 , который разрушает труднодоступные соединения

Почвенный раствор – наиболее подвижная и активная часть почвы. Из него растения непосредственно усваивают питательные вещества. В почвенном растворе содержатся минеральные и органические вещества, органоминеральные соединения, а также растворимые газы (CO_2 , NH_3 , O_2 и др.). Из минеральных соединений в составе почвенного раствора находятся анионы (HCO_2^- , Cl^- , NO_3^- , SO_4^{2-} , H_2PO_4^-) и катионы (Ca^{2+} , Mg^{2+} , NH_4^+ , K^+).

Оптимальная концентрация солей в почвенном растворе 0,2 %.

Наиболее важное значение для питания растений имеет присутствие в почвенном растворе ионов Ca^{2+} , Mg^{2+} , NH_4^+ , K^+ , NO_3^- , H_2PO_4^- и постоянное их

пополнение. Содержание в почвенном растворе катионов H^+ и Na^+ определяет его реакцию, от которой в сильной степени зависит рост и развитие растений.

Поступление солей в почвенный раствор зависит от хода процессов выветривания и разрушения минералов, разложения органического вещества, внесения органических и минеральных удобрений.

Избыточная концентрация солей в почвенном растворе (более 0,2 % / кг посевов) оказывает вредное воздействие на растения, а при их концентрации 0,3-0,5 % - их гибель. Из минеральных соединений в почвенном растворе засоленных почв преобладают: хлориды - $NaCl$, $MgCl_2$, $CaCl_2$ и KCl ; сульфаты - Na_2SO_4 , $MgSO_4$, K_2SO_4 , $CaSO_4$; карбонаты Na_2CO_3 и $MgCO_3$; гидрокарбонаты - $NaHCO_3$, $Mg(HCO_3)_2$ и $Ca(HCO_3)_2$.

Почвенный раствор находится в постоянном и тесном взаимодействии с твердой, газовой и живой фазами почвы, и как следствие, состав и концентрация его является результатом биологических, физико-химических и физических процессов, лежащих в основе этого взаимодействия.

Значение почвенного раствора в жизни почвы, растительности и микроорганизмов велико. Все процессы мобилизации питательных веществ в почве в т. ч. и за счет вносимых удобрений, происходят через почвенный раствор. Вот почему состав и концентрацию почвенного раствора следует целенаправленно регулировать с помощью специальных агротехнических приемов.

Концентрацию почвенного раствора уменьшают промыванием почвы пресными водами. Состав его изменяют внесением удобрений, а реакцию - известкованием или гипсованием почвы.

Состав и концентрация солей в почвенном растворе зависит от влажности почвы, интенсивности минерализации органического вещества, внесения удобрений, от взаимодействия раствора с твердой фазой почвы. Качественный и количественный состав раствора в разных почвах неодинаков. Даже в одной и той же почве его состав изменяется по генетическим

горизонтам. Наиболее богат органическими соединениями почвенный раствор болотных и целинных дерново-подзолистых, а в пределах одной почвы - органогенный и гумусовый горизонты. Вниз по профилю почв количество органических соединений в почвенном растворе резко снижается в результате их закрепления и минерализации в верхних горизонтах. В каштановых почвах, черноземах, сероземах и солонцах в составе почвенных растворов нижних горизонтов увеличивается содержание минеральных соединений - карбонатов, гипса и легкорастворимых солей.

Твердая фаза – это основная часть массы почвы (90-99%).

Включает минеральную и органическую части.

Состоит: O₂ – 49%, Si – 33%, Al – 7%, Fe – 3,7%, C – 2%, Ca – 1,3%, K – 1,3%, Na – 0,6%, Mg – 0,6%, N – 0,1%, P – 0,08%.

N – почти полностью содержится в органической части почвы, P, C, S, O², H₂, - как в минеральной, так и в органической части, остальные элементы – в минеральной части почвы.

Выветривание горных пород и образование почвенных минералов.

Горные породы, после их выхода на поверхность Земли, начинают разрушаться под воздействием различных факторов. Они изменяются химически, приобретают новые свойства, превращаются в рыхлые продукты. *Процесс разрушения массивных горных пород и превращение их в рыхлые продукты называют выветриванием*

Минеральная часть почвы состоит из первичных и вторичных минералов.

Первичные минералы – это обломки горных пород, из которых образовалась почва (обломки кварца, шпата, слюды). Они встречаются в почве в виде песка и пыли, глинистых частиц. Постепенно разрушаясь эти минералы служат источником K, Ca, Mg, Fe для растений. Количество их в почве разное (в глинистой почве – min, в песчаной почве до 90%).

Вторичные минералы – это глинистые минералы, образовавшиеся в процессе выветривания и почвообразования при изменении полевых шпатов и слюд.

Выделяют три группы вторичных минералов:

1 группа – Монтморилонитовая– это алюмосиликаты, состоящие из Al, Si, O₂ и H₂. Эта группа наиболее распространена в почвах черноземного типа, имеющих тяжелый механический состав. Обладают высокой поглотительной способностью.

2 группа – Каолинитовая – встречается в основном в дерново-подзолистых почвах, красноземах. Характеризуется наименьшей набухаемостью и мин количеством глины.

3 группа – Гидрофлюиды – минералы этой группы занимают промежуточное положение.

В почве постоянно происходят процессы превращения труднодоступных соединений в легкорастворимые и более доступные растениям. Одновременно происходят и обратные процессы.

Различные механические фракции имеют неодинаковый состав. Так в песке и пыли преобладает Si, а другие элементы меньше. В составе мелкоколлоидной и илистой фракции содержится больше Al, Fe, Ca, Mg, K, Na, P и т.д. Поэтому тяжелые по механическому составу почвы богаче элементами питания, чем песчаные и суглинистые. Также мелкодисперсные частицы обладают высокой адсорбционной способностью от которой зависит ПСП и буферность, а также пористость, влагоемкость, водопроницаемость, воздушный и тепловой режимы.

2. Органическое вещество почвы составляет от 0,5-3% (дерново-подзолистые, сероземы) до 10-12% (черноземы). Основным признаком, отличающим горную породу от почвы, является наличие в последней органического вещества. Первоначальное накопление органического вещества происходит в результате жизнедеятельности низших организмов, поселяющихся на горных породах. Органическая часть почвы представлена сложным комплек-

сом разнообразных органических веществ, которые подразделяются на две группы: негумифицированные органические вещества растительного и животного происхождения и гумус. Источниками гумуса являются органические остатки высших растений, микроорганизмов и животных, обитающих в почве. Гумус, в свою очередь, состоит из собственно гумусовых (специфических) веществ, а также продуктов глубокого распада органических остатков и синтеза микроорганизмов (неспецифические вещества). Основная масса гумуса (85-90 %) представлена его специфической частью - собственно гумусовыми веществами.

Гумусовые вещества состоят из ряда высокомолекулярных соединений, имеющих кислотный характер. Большая часть из них находится в различных формах связи с минеральной частью почвы. Они образуются и накапливаются преимущественно в почвах, являются продуктами почвообразования и отражают его условия.

По определению Л.Н. Александровой, *гумификация - это сложный биофизико-химический процесс трансформации промежуточных высокомолекулярных продуктов разложения органических остатков в особый класс органических соединений - гумусовых кислот*

Содержание гумуса колеблется и зависит от почвы. В состав гумуса входят O_2 , C, H, N.

Различные типы почв отличаются не только по содержанию гумуса, но и по его составу.

Так в дерново-подзолистых почвах отношение гуминовых кислот к фульвокислотам 0,4-0,6, а в черноземах - 1-1,5. Это в значительной степени обуславливает подвижность и способность микроорганизмическому разложению органического вещества. Общий запас гумуса в пахотном горизонте в почвах с невысоким его содержанием составляет 20-50, а в черноземах 150-200 б/га (табл.)! Важнейшими группами гумусовых веществ являются: *гуминовые кислоты (ГК), фульвокислоты (ФК), гумин*, различные группы

неспецифических соединений. Наиболее значительными как в количественном отношении (85-90 % в составе гумуса), так и по роли в почвообразовании и плодородии почв являются специфические соединения, входящие в первые три из перечисленных групп.

Гуминовые и фульвокислоты выделяют в особый класс — *гумусовые кислоты*. Их определяют как соединения переменного состава (гуминовые вещества) в пределах однородной группы сохраняющие общий принцип строения; их физические и химические свойства практически не зависят от частичных изменений элементного, фрагментарного составов и функциональных групп конкретных молекул. *Гумусовые кислоты* - это азотсодержащие высокомолекулярные оксикарбоновые соединения с интенсивной темно-бурой или красновато-бурой окраской. Из почвы их экстрагируют растворами щелочей, а затем по растворимости разделяют на гуминовые и фульвокислоты.

Гуминовые кислоты придают почвам устойчивые признаки, существующие длительное время, и обуславливая их многие важнейшие свойства и функции: запас гумуса, емкость катионного обмена, буферность и пр.

Фульвокислоты (ФК) представляют собой высокомолекулярные оксикарбоновые кислоты, содержащие азот, растворимые в водных, щелочных и кислых растворах. *Строение ФК менее изучено, чем гуминовых кислот*. Элементный состав фульвокислот отличается от такового у гуминовых кислот меньшим содержанием С и N и большим O. Соотношение С:N всегда уже в фульвокислотах, чем в гуминовых.

Наличие кислых функциональных групп в гумусовых кислотах, в первую очередь (COOH+OH), определяет кислотные свойства этих веществ и обуславливает участие в процессах обменного поглощения катионов. Диапазон содержания кислых функциональных групп в гумусовых кислотах почв различных природных зон велик. Однако практически во всех случаях фульвокислоты значительно богаче кислыми группами, чем гуминовые кислоты; в

ФК общую кислотность определяют преимущественно карбоксилы, тогда как в ГК это преобладание почти не выражено.

Органическое вещество – важный источник элементов питания для растений. В нем содержится почти весь N, поэтому почвы с большим содержанием гумуса богаты азотом, много S, P, меньше K, Ca, Mg и др.

При его минерализации N, P, S и др. переходят в усваиваемую для растений форму. Гуминовые кислоты, фульвокислоты способствуют растворению труднодоступных соединений P, Ca, Mg и они переходят в доступную для растений форму.

Органическое вещество положительно влияет на структуру почвы, ее влагоемкость, водо- воздухопроницаемость, тепловой режим.. При длительном возделывании с/х культур без внесения удобрений может происходить значительное уменьшение общего количества гумуса и N в почве. Размеры ежегодной минерализации органического вещества в пахотном слое дерново-подзолистых почв – 0,6-0,7 т, а в черноземах – 1 т/га с образованием соответственного количества доступного N.

Наиболее интенсивно происходит разложение гумуса в чистых парах, где в почве может накапливаться до 100-120 кг минерального N на 1 га.

Одновременно с минерализацией гумуса происходит новообразование гумуса.

Основной источник гумуса в почве – остатки растительности. Под влиянием минеральных организмов и др. факторов растительные остатки подвергаются сложному превращению, образуя комплекс гумусовых веществ. Систематическое применение органических и минеральных удобрений способствуют сохранению и накоплению гумуса и N в почве.

Гумусные вещества наряду с мелкодисперсными минеральными частицами почвы принимают участие в адсорбирующих процессах, определяющих поглотительную способность почвы и буферность.

Большую роль в питании растений и превращении удобрений в почве играет ее ПСП. Ее основы были заложены в работах академика Константина Константиновича Гедройца.

ПСП – это способность почвы поглощать различные вещества из раствора, проходящего через нее и удерживать их.

Различают шесть видов ПСП.

1 Биологическая ПС связана с жизнедеятельностью растений и почвенных минералов, которые избирательно поглощают необходимые элементы питания, переводя их в органические соединения, и тем самым предотвращают от их выщелачивания из почвы. После отмирания растений и микроорганизмов происходит их постепенная минерализация, содержащиеся в них элементы питания переходят в минеральную, доступную для растений форму. Интенсивность биологического поглощения: от аэрации, влажности, температуры, количества и состава органического вещества. Внесение в почву значительного количества бедного N органического вещества (соломы, соломистого навоза) вызывает быстрое размножение микроорганизмов, что сопровождается усилением биологического закрепления минеральных форм N и P, что приводит к ухудшению питания растений и снижению урожая. Биологическое поглощение имеет особо важное значение для NO_3 , так как другим путем он в почве не удерживается.

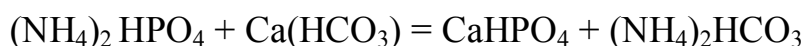
2. Механическая ПС – обусловлена свойством почвы, как пористого тела задерживать мелкие частицы подобно фильтру. Благодаря ей удерживаются глинистые частицы и нерастворимые удобрения. Наибольшей механической ПС обладают почвы тяжелого состава, наименьшей – песчаные и супесчаные.

3. Физическая ПС – это положительная или отрицательная адсорбция частицами почвы целых молекул растворенных веществ. Величина этого поглощения зависит от суммарной поверхности твердых частиц, которые резко увеличиваются с уменьшением их размера. Таким образом, чем больше в почве мелких частиц, тем больше суммарная поверхность, на которой происходит поглощение молекул растворенного вещества. Положительная физиче-

ская п.с.- это когда поглощаются питательные вещества больше, чем вода, а отрицательная - наоборот.

4. Химическая ПС – связана с образованием нерастворимых и трудно растворимых в воде соединений в результате химических реакций между отдельными растворимыми солями в почве.

Химически поглощаются анионы



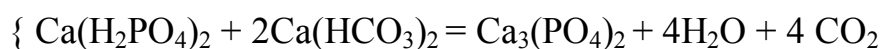
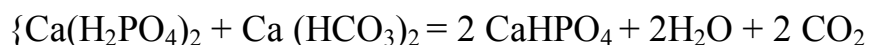
Химическое поглощение анионов зависит от способности самих анионов образовывать труднорастворимые соли при взаимодействии с ионами почвы.

Х.П.С. – имеет определенно практическое значение при внесении минеральных удобрений, особенно фосфорных.

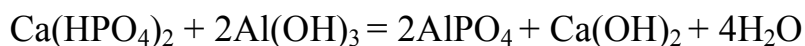
Анионы фосфорной кислоты могут давать полурстворимые или нерастворимые соли. Анионы CO_3^{2-} , SO_4^{2-} , PO_4^{3-} с 1-валентными катионами почвы образует доступные растениям соединения K_2CO_3 , $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, а с 2-х валентными – труднорастворимые соединения CaCO_3 , CaSO_4 .

Однозамещенные фосфаты хорошо растворяются в воде и доступны растениям (суперфосфат $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$). Двухзамещенные фосфаты – полурстворимы в воде, и менее доступны растениям (CaHPO_4).

При взаимодействии одно- и двухзамещенных солей фосфорной кислоты с солями Ca, Fe, Al, могут образовываться труднорастворимые фосфаты.



В кислых почвах образуются нерастворимые соли фосфатной кислоты



$\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ – нерастворим в воде, но благодаря корневым выделениям может переходить в более доступную форму, что играет важную роль при внесении удобрений.



Переход растворимых соединений в менее растворимые называется ретроградацией.

Чтобы уменьшить ретроградацию кислые почвы необходимо известковать.

В кислых почвах (дерново-подзолистые, красноземы) создается много полуторных окислов, которые образуют 3-х замещенные фосфаты Al и Fe.



Свежеосажденные фосфаты Al и Fe могут усваиваться растениями, но при старении они становятся менее доступными. Поэтому в кислых почвах соли H_3PO_4 прочно закрепляются, что снижает их доступность для растений. По своей способности к фиксации P почвы располагаются в следующем порядке: красноземы > дерново-подзолистые > сероземы > черноземы. На кислых почвах суперфосфаты не применяют, а применяют фосфорную муку, которая разлагается под воздействием почвенной кислотности и используется растениями.

При химическом поглощении концентрация почвенного раствора уменьшается. Скорость, интенсивность и емкость химического поглощения зависит от t^0 , времени взаимодействия, концентрации солей в почвенном растворе.

Почвенно-поглощающий комплекс и его агрохимическая характеристика. Емкость поглощения почвы, состав и соотношение поглощенных катионов, буферная способность почвы и их значение в практике применения удобрений. Кислотность почвы, виды кислотности и их значение в практике применения удобрений. Поглощение анионов почвой. Степень насыщенности почвы основаниями. Агрохимическая характеристика почв в связи с применением удобрений.

Основу коллоидной частицы составляет ее ядро, природой которого во многом определяется поведение почвенных коллоидов основного вещества. Оно может иметь аморфное или кристаллическое строение. На поверхности ядра расположен внутренний слой ионов, который называют слоем потенциалопределяющих ионов. Они несут электрический заряд, прочно удерживаются ядром и не могут быть отдиссоциированы. Ядро мицеллы вместе со

слоем потенциалопределяющих ионов называется папулой. Между гранулой и раствором, окружающим коллоид, возникает термодинамический потенциал, под влиянием которого из раствора притягиваются ионы противоположного знака (компенсирующие ионы). Так, вокруг ядра коллоидной мицеллы образуется двойной электрический слой, состоящий из слоев потенциалопределяющих и компенсирующих ионов. Последние, в свою очередь, располагаются вокруг гранулы двумя слоями. Часть компенсирующих ионов, окружающая непосредственно гранулу, образует неподвижный слой, прочно удерживаемый электростатическими силами. Гранула вместе с неподвижным слоем компенсирующих ионов называется коллоидной частицей. Другая же часть ионов этого слоя отходит от внутреннего на значительное расстояние, образует диффузный слой и теряет связь с ионами внутреннего слоя. Поэтому между зарядами слоя потенциалопределяющих ионов и слоя компенсирующих ионов создается электрокинетический потенциал, называемый дзета-потенциалом. Коллоидная частица вместе с диффузным слоем образует мицеллу.

ППК – это совокупность минеральных, органических и органоминеральных частиц твердой фазы почвы менее 0,001 мм, обладающих физико-химической поглотительной способностью.

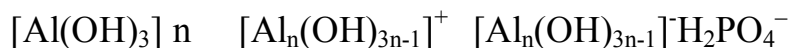
Минеральные коллоиды – состоят из кристаллических и аморфных соединений.

Кристаллические соединения – это глинистые минералы монтморилонитовой, каолинитовой группы и группы гидрослюд. Способность минералов глины к обмену катионов обусловлена их отрицательным зарядом.

Аморфные соединения – это гидроксиды Al и Fe с кремневой кислотой. Аморфные соединения в зависимости от реакции среды могут иметь – или + заряд. При щелочной среде они ведут себя как кислоты, посылая в раствор H^+ и приобретая – заряд



В кислотной среде ведут себя как основания, выделяя OH^- и приобретая + заряд



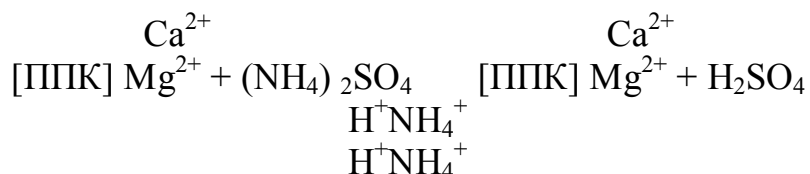
Так происходит поглощение анионов

У органических коллоидов отрицательный заряд и способность к обменному поглощению катионов обусловлены карбоксильными группами (COOH), которые придают им кислотные свойства:



Органо-минеральные коллоиды ведут себя как кислоты, посылая в раствор H^+ и приобретая – заряд, который компенсируется каким-либо катионом.

Схема взаимодействия между ППК и удобрением:



Обменная поглощательная способность имеет большое значение при изучении взаимодействия удобрений с почвой

Это способность почвы поглощать катионы из находящихся в почвенном растворе солей или из внесенных удобрений в обмен на ранее поглощенные.

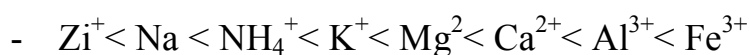


Обмен между катионами ППК и катионами солей происходит по следующим закономерностям:

1. Обмен катионов происходит в эквивалентных соотношениях, т.е. сколько катионов поглотилось почвой, столько же их и вытиснилось из ППК в почвенный раствор.
2. Реакция обмена обратима. Реакция обмена между катионами почвенного раствора и ППК заканчивается установлением некоторого подвижного равновесия.
3. Обменные реакции протекают с большей скоростью.

4. Реакция обмена подчиняется закону действующих масс: чем выше концентрация в растворе вытесняющего катиона и чем ниже в нем соединение катионов, переходящих в раствор из почвы, тем больше вытесняющего катиона поглощается почвой.
5. Разные катионы поглощаются с неодинаковой энергией и неодинаково удерживаются в поглощенном состоянии, чем больше атомный вес и заряд катиона, тем сильнее он поглощается и труднее вытесняется из почвы. Наибольшей энергией поглощения обладают 2-х и 3-х валентные катионы и водород (H^+)

Порядок возрастания способности к поглощению:



В почве происходит и необменное поглощение катионов. Это поглощение почвой катионов, не сопровождающееся выделением в раствор эквивалентного количества других катионов.

Необменно могут поглощаться NH_4^+ , K^+ и др. элементы.

Необменное поглощение катионов связано с закреплением их в кристаллических решетках некоторых минералов. Такие минералы имеют трехслойную кристаллическую решетку, которая может расширяться, при этом необменная фиксация катионов обусловлена их проникновением в межпакетное пространство кристаллической решетки. При сокращении этого пространства катионы оказываются замкнутыми в них.

В черноземах необменное поглощение NH^+ и K^+ сильнее, чем в дерново-подзолистых почвах. Более тяжелые по гранулометрическому составу почвы способны больше поглощать катионов. Исследования показали, что высушивание почвы, а особенно многократное высушивание и увлажнение, способствуют необменному поглощению катионов. Но поглощение происходит и во влажном состоянии.

Фиксированные катионы меньше других поглощенных катионов доступны растениям, поэтому явление фиксации неблагоприятно для питания растений.

Необменный калий является резервом питания растений. Фиксированный аммоний может быть частично использованным растением. При внесении в почву аммонийных и калийных удобрений может происходить их закрепление. Чем выше концентрация аммонийной соли в очагах внесения и чем большему высушиванию подвергается почва, тем больше их закрепление. Необменный аммоний в почве не нитрифицируется. Необменное поглощение возрастает при неглубокой заделке аммонийных и калийных солей, когда они попадают в слой почвы, подверженный попеременному увлажнению и высушиванию.

1. Общее количество способных к обмену поглощенных катионов в почве называют емкостью поглощения (T)

Величина емкости поглощения характеризует обменную п.с.п. и выражается в мг экв/на 100 г почвы. Разные почвы отличаются не только величиной емкости поглощения, но и их составом. Емкость поглощения зависит от них и минералогического состава почвы, содержания в ней органического вещества. Почвы с малым содержанием коллоидной фракции (песчаные, супесчаные) имеют низкую T , а почвы, имеющие высокое содержание коллоидной фракции (черноземы) обладают высокой T .

Состав поглощенных катионов в ППК зависит от типа почвы.

В большинстве почв в ППК преобладают Ca^{2+} , Mg^{2+} и меньше K^{+} и NH_4^{+} . Сумма Ca и Mg обычно составляет около 90% от общего количества поглощенных катионов. В кислых почвах (подзолистые, красноземы) значительную часть составляет H_2 и Al^{3+} , в солонцах - Na^{+} . Поглощенные катионы имеют большое значение для питания растений. Обмениваясь на другие катионы, они переходят в почвенный раствор и усваиваются растениями.

Содержание поглощения Na^{+} и H и Al необходимо знать для определения нужд почвы в гипсовании и известковании. Но для этого надо знать еще и сумму поглощаемых оснований и насыщенность почвы основаниями.

Сумма поглощаемых оснований (S) – это сумма всех оснований в ППК, кроме H_2 и Al^{3+} . Выражается в мг экв/100 г почвы. Емкость обмена катионов зависит от гранулометрического состава почвы, содержания мелкодисперсной фракции и ее состава. Чем больше в почве минеральных коллоидных и илистых частиц, тем выше емкость поглощения. Почвы глинистые и суглинистые (с высоким содержанием мелкодисперсных частиц) имеют более высокую емкость поглощения, чем почвы супесчаные и песчаные.

Емкость обмена зависит и от минералогического состава почвенных коллоидов. Чем больше минералов монтмориллонитовой группы и гидрослюдов, тем выше емкость поглощения. При высоком содержании минералов группы каолинита, а также гидроксидов алюминия и железа она меньше.

Величина емкости обмена зависит также от содержания гумуса в почве. Поэтому в черноземах она выше, чем в дерново-подзолистых почвах. При кислой реакции уменьшается отрицательный заряд коллоидов и емкость обмена катионов снижается.

Высокая емкость катионного обмена в черноземах обусловлена повышенным содержанием минеральных и органических коллоидов, преобладанием среди первых минералов монтмориллонитовой группы, а также нейтральной или слабощелочной реакцией.

В дерново-подзолистых почвах емкость катионного обмена значительно ниже из-за малого содержания органического вещества, повышенного содержания свободных гидроксидов алюминия и железа и кислой реакции. Наименьшая она у супесчаных и песчаных почв, в которых вообще мало коллоидов. Такие почвы имеют самое низкое плодородие.

Степень насыщенности почв основаниями – это сумма поглощаемых оснований (S), выраженная в % от общего количества поглощенных катионов, т.е от емкости поглощения (T) и обозначает V %.

S

$$V \% = T * 100$$

Эта величина является важным агрохимическим показателем для агрономической оценки почв.

Реакция почвы оказывает большое влияние на рост и развитие растений и почвенных микроорганизмов, на скорость и направленность происходящих в ней химических и биологических процессов. Реакция оказывает значительное влияние на эффективность вносимых в почву удобрений. Реакция почвы проявляется при взаимодействии катионов почвенного раствора с обменнопоглощенными катионами твердой фазы почвы. В зависимости от реакции почвенного раствора почвы могут быть кислыми или щелочными.

Реакция почвенного раствора зависит от соотношения в нем H^+ и OH^- .

Концентрацию ионов H^+ в растворе принято выражать через рН, которая означает отрицательной Ig концентрации водородных ионов.

В зависимости от величины рН реакция почвенного раствора подразделяется:

Реакция	рН
сильнокислая	3-4 (дерново-подзолистые почвы)
кислая	4-5 (торфяные почвы)
слабокислая	5-6 (выщелоченные черноземы)
нейтральная	7 (обыкновенные и мощные черноземы)
слабощелочная	7-8
щелочная	8-9
сильнощелочная	9-11

Различают почвенную кислотность:

- актуальную
- потенциальную / обменную
- гидролитическую

Актуальная кислотность – это кислотность почвенного раствора, обусловленная повышенной концентрацией в нем ионов H^+ по сравнению с ионами OH^- .

Это кислотность почвенного раствора, создаваемая углекислотой (H_2CO_3), водорастворимыми органическими кислотами и гидролитическими кислыми солями.

Она определяется измеренной рН водной вытяжки почвы (pH_{H_2O}).

Актуальная кислотность оказывает непосредственное влияние на жизнь растений и может быть благоприятной и не благоприятной для них.

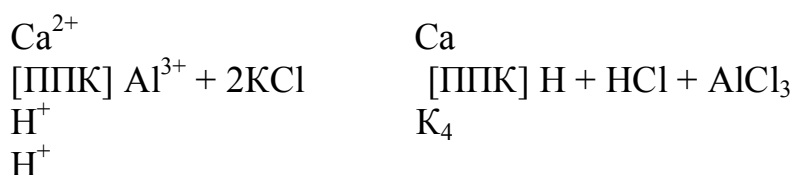
Потенциальная кислотность – обусловлена наличием H^+ или Al^{3+} в поглощенном состоянии



Поглощенные катионы H^+ не вытесняются водой, они могут быть вытеснены лишь при взаимодействии с катионами растворенных солей.

В зависимости от того, при помощи каких солей поглощенные ионы H^+ вытесняются в раствор, потенциальная кислотность делится на обменную и гидролитическую.

Обменная кислотность- это кислотность твердой фазы почвы, обусловленная обменнопоглощенными H^+ и Al^{3+} и проявляющаяся при действии растворов нейтральных солей



Непосредственное влияние на растения не оказывает определяется измерением рН солевой вытяжки почвы (pH_{KCl})

Гидролитическая кислотность – это кислотность твердой фазы почвы, обусловленная прочно закрепленными ионами водорода и Al , обнаруживаемая при действии на почву раствором гидролитически щелочной соли.



Гидролитическая кислотность больше обменной. Она самая скрытая кислотность и прямого действия на растения не оказывает.

Буферная способность почвы – это способность почвы противостоять изменению реакции почвенного раствора.

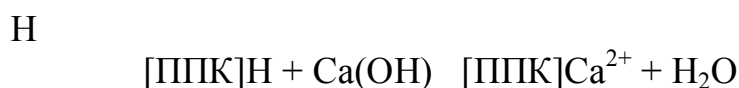
Состав почвенного раствора влияет на буферность, благодаря находящейся в нем угольной кислоты, органическим кислотам и их солям. Буферное действие обусловлено слабой степенью диссоциации этих кислот, их солей и способностью связывать появляющиеся в почвенном растворе кислоты и щелочи в слабодиссоциирующие соединения.

Буферная способность зависит от соединения и состава катионов в ППК, т.е. от емкости поглощения. Чем больше Т, тем выше буферность почвы. Чем больше в почве гумуса и чем тяжелее механический состав почвы, тем выше буферность. Чем выше S, тем выше буферность против подкисления.

Поглощенные основания (Ca, Mg и др.) оказывают буферное воздействие против подкисления. В такие почвы можно вносить физиологические кислые удобрения $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, NH_4NO_3



А поглощенный водород против выщелачивания и чем выше содержание Н, тем лучше будет связываться в почве щелочь



Буферные свойства почвы улучшаются внесением CaCO_3 и органических удобрений.

5. Классификация, состав и особенности применения минеральных удобрений.

Классификация удобрений по химическому составу и способу производства. Удобрения промышленные, местные, минеральные и органические, простые и комплексные, прямого и косвенного действия. Приемы и способы внесения удобрений. Цель и задачи основного, предпосевного, припосевного удобрения и подкормок. Применение удобрений необходимо для устранения недостатка того или иного элемента питания растений. Если в почве не хватает доступных форм элементов питания, то применяют удобрения.

В сельском хозяйстве применяется множество удобрений, поэтому чтобы их правильно применять, необходимо знать свойства каждого из них: растворимость, слеживаемость, доступность для растений, взаимодействие с почвой и т.д.

В качестве удобрений применяются различные минеральные соли, органические вещества и некоторые препараты.

Удобрения – это минеральные или органические вещества, вносимые в почву или на растение для улучшения их питания с целью увеличения урожая и улучшения его качества.

(Минеральные удобрения еще называют туками).

Удобрения – не чужеродные природе вещества. Они содержат те же самые соединения, которые находятся в почве и которых не хватает для нормального роста растений. Однако, при нарушении доз и сроков внесения, они могут оказывать отрицательное влияние на растение и окружающую среду.

2. По химическому составу удобрения подразделяют на минеральные и органические.

По характеру действия удобрения подразделяют на удобрения прямые– содержащие необходимые растениям питательные элементы и оказывающие непосредственное положительное влияние на питание сельскохозяйственных культур; и косвенные– вносимые для улучшения свойств почвы или влияющие на мобилизацию находящихся в ней питательных веществ (например, известкование).

По способу получения удобрения подразделяют на местные и промышленные.

К промышленным удобрениям относятся почти все минеральные удобрения, которые получают в результате размола или химической переработки агроруд на специальных химических заводах, а также синтетическим путем и т.д. Сюда же относятся бактериальные препараты.

Местные удобрения – получают на местах их использования, в самих хозяйствах или вблизи них (навоз, навозная жижа и т.д.).

По числу элементов питания, входящих в состав удобрения, они подразделяются на простые (односторонние), которые содержат один элемент питания, и комплексные, содержащие два и более элементов питания.

Виды удобрений подразделяются по элементам питания (азотные, фосфорные, калийные, кремниевые, кальциевые и т.д.) и микроудобрения (борные, молибденовые, марганцевые и т.д.).

Формы удобрений подразделяются по химическому составу: аммиачные, нитратные, карбомидные и т.д.

Комплексные удобрения подразделяются на смешанные (получаемые смешиванием простых удобрений), сложные (соединение в одной молекуле нескольких элементов питания) и комбинированные (получаемые при производстве из нескольких веществ).

По аграрному составу удобрения подразделяются на твердые и жидкие.

По гранулометрическому составу удобрения могут быть в виде аморфного порошка, мелкокристаллического или крупнокристаллического вещества и в виде гранул.

Органические удобрения подразделяются по происхождению, виду скота или птицы, способу их создания, способу подготовки, степени их разложения.

3. Различные формы удобрений содержат неодинаковую массовую долю элементов питания. При оценке питательной ценности удобрений говорят о содержании долей веществ.

Под долей вещества в удобрениях понимается содержание питательного вещества, выраженное в процентах от массы удобрения.

В азотных удобрениях под долей вещества понимается содержание азота на N, в фосфорных – содержание фосфора в пересчете на P_2O_5 , в калийных – содержание калия в пересчете на K_2O и т.д.

В удобрениях для известкования под долей вещества понимают содержание нейтрализующих веществ в пересчете на $CaCO_3$.

Содержание долей вещества в удобрениях определяется с помощью химического анализа.

Для органических удобрений понятие долей вещества не применяется. В них учитывается содержание элементов питания в процентах от массы удобрения в таких же соединениях, как в минеральных удобрениях, определяемое также с помощью химического анализа.

Дозы минеральных удобрений выражают в долях вещества и в физической массе. В доле вещества дозу удобрения обозначают в виде символов N, P, K и доле вещества в кг/га в виде нижнего индекса (N₆₀, P₉₀, K₆₀).

4. При использовании удобрений обычно применяется следующая терминология:

норма удобрений – общее количество удобрений, вносимое на гектар в определенных условиях (например: N₆₀, P₉₀, K₆₀);

доза удобрения – количество удобрения, вносимое в каждом конкретном случае (например: N₆₀, P₆₀, K₆₀ осенью и N₃₀ весной – вместе они составляют норму удобрения);

сроки внесения – время внесения удобрения (например: осенью, весной);

способы внесения – характер распределения удобрений. Различают сплошной способ, когда удобрения равномерно распределяются по полю, и локальный – удобрения вносятся лентами или очагами;

глубина заделки - удобрения могут вноситься без заделки, или заделываться на глубину 10 см, 20 см и более;

назначение удобрений – различают основное, предпосевное, припосевное и подкормку. Сочетание этих приемов составляет СУ сельскохозяйственной культуры;

основное удобрение – его задачей является обеспечение хорошего питания растения в течение всего или большей части вегетационного периода. Используют для этого большую часть нормы удобрений. Вносят осенью или весной под основную или предпосевную обработку почвы, обычно сплошным способом, заделывают глубоко. Разбрасывают туковыми сеялками, заделывают плугом или культиватором.

Допосевное удобрение обеспечивает растения элементами питания на протяжении всей вегетации, повышает плодородие почвы, улучшает физические и физико-химические свойства почвы, усиливает ее биологическую активность. Основное удобрение вносят разбросом или локально.

Разбросное внесение складывается из двух операций:

- разбрасывание удобрений по поверхности,
- заделка их в почву под вспашку.

Наиболее распространено разбросное внесение основного удобрения.

Туки вносят осенью под вспашку или весной под культивацию.

Часто допосевное удобрение используют в два приема: фосфорные и калийные удобрения заделывают осенью под вспашку, азотные – под предпосевную культивацию. В этом случае внесение удобрений весной называется предпосевным.

- Глубокая заделка удобрения важна под корнеплоды и картофель – культуры с глубоко проникающей корневой системой.
- Важно равномерно внести удобрения по поверхности поля.
- При неравномерности внесения удобрений 25-30% урожайность зерновых может снизиться на 5-7%. При неравномерности 50-70%, которая нередко наблюдается в производственных условиях, набор зерна достигает 5-7ц/га.
- При заделке удобрений под вспашку основное их количество размещается в почве на глубине 9-20см, в результате чего оно малодоступно растениям в начале вегетации.
- При заделке культиваторами и дисковыми боронами 50-90% удобрений находятся в поверхностном 3см слое почвы, который быстро пересыхает.

ет, и плохо используются растением. При локальном внесении удобрений они слабо перемешиваются с почвой и элементы питания удобрений дольше сохраняются в доступном состоянии. Удобрения при этом расходуются экономнее. Для получения одинаковой прибавки урожая норму локального удобрения можно уменьшить в 1,5-2 раза по сравнению с разбросным.

Коэффициент использования элементов из удобрения:

- N – 50-70%,
- P – 20-25%,
- K – 60-80%

Допосевное локальное удобрение размещают в почве лентами или сплошным экраном. Под зерновые его вносят зернотуковыми сеялками. Удобрения заделывают в почву в виде лент шириной 2-4 см с интервалами между ними 12-17 см. Ленты располагают на глубине 8-10 и до 12-15 см в зависимости от почвенно-климатических условий.

Высевают зерновые в поперечном направлении к лентам внесенного удобрения.

В районах подверженных ветровой эрозии локальное удобрение вносят одновременно с плоскорезной обработкой плоскорезом - удобрителем - глубокорыхлителем КПК-2,2. Удобрение располагается сплошным экраном на глубину 12-16 см.

Припосевное удобрение - его задачей является обеспечение питания растения необходимыми элементами питания в начальный период роста. Вносят небольшие дозы, одновременно с посевом, локальным способом, заделывают на глубину заделки семян или глубже сбоку от семян. Вносят удобрения

комбинированными сеялками; Вносится при посеве или посадке в рядки, лунки или посадочные ямы. Наиболее распространено рядковое удобрение.

Его назначение – усиление минерального питания молодого растения.

В первые 2 недели после прорастания у растений критический период к недостатку фосфора, поэтому при посеве вносят фосфорные удобрения.

Молодые проростки чувствительны к высокой концентрации почвенного раствора, поэтому доза составляет P_{10-20} .

Удобрения вносят комбинированными сеялками.

При посеве зерновых в рядки вносят суперфосфат или аммофос. Для овощных, картофеля и сахарной свеклы – комплексные удобрения.

подкормка – ее задачей является исправление недостатков питания в период вегетации, иногда для усиления питания. Это вспомогательный прием и применяется не всегда. Удобрения вносят локально (культиваторами-растениепитателями) или сплошным способом в твердом или жидком виде.

Некорневая подкормка озимых:

В фазу молочной спелости увеличивает содержание белка в зерне на 0,5 – 1,0 %.

Лучшим удобрением является мочевины или КАСС. Раствор мочевины не дает ожогов даже при концентрации 20 - 30 %.

Подкормку проводят дозой N_{30} при безветренной погоде в утренние или вечерние часы.

При ветреной погоде и высокой температуре раствор быстро испаряется и эффективность подкормок снижается, возможны ожоги.

Некорневые подкормки плодовых:

При заболевании розеточностью от недостатка цинка опрыскивание проводят поздней осенью после листопада 2 – 8 %-ным раствором $ZnSO_4$.

При слабом поражении эффективны 2-3 подкормки вегетирующих растений. Некорневую подкормку проводят 0,1% р-ром 300-400л/га. Плодовые опрыскивают по распустившимся листьям. Во избежания ожогов в раствор добавляют гашеную известь в соотношении 1:1.

Для подавления бурой гнили проводят опрыскивание деревьев яблони и груши раствором CaCl_2 .

Энергосберегающие технологии

Некорневые подкормки можно совмещать с обработками пестицидами.

При обработке озимой пшеницы против клопа черепашки в раствор можно добавлять мочевины или КАС. Это экономит затраты на внесение.

При обработке сахарной свеклы против церкоспороза можно добавить раствор суперфосфата и хлористого калия. Эффективно использование новых поликомпонентных удобрений

При обработке гербицидами против сорняков также добавляют удобрения для ослабления стресса у культурных растений.

ТЗ– это использование результатов анализа отобранных проб почв с их географической привязкой, результатов тематической интерпретации данных дистанционного зондирования, цифровых тематических карт и т.д. с целью оптимизации принятия решений по локальному внесению удобрений и средств защиты растений для повышения продуктивности сельскохозяйственного производства.

Высокотехнологичную систему менеджмента, включающую в себя технологии глобального позиционирования (GPS), географические информационные системы (GIS), технологии оценки урожайности (YieldMonitorTechnologies), технологию переменного нормирования (VariableRateTechnology) и технологии дистанционного зондирования (ДЗЗ).

Основные результаты, достигаемые посредством применения технологий ТЗ:

- оптимизация использования расходных материалов (удобрений до 30%);
- повышение урожайности и качества сельхозпродукции;
- минимизация негативного влияния производства на окружающую природную среду (экономия средств защиты до 15-20%);
- информационная поддержка сельскохозяйственного менеджмента
- Повышение точности и производительности работ в опытном деле
- Повышение точности и производительности работ в землеустройстве (организации севооборотов).

Этапы реализации технологии ТЗ

Первый - *сбор и накопление пространственных данных* (используются данные ДЗЗ, полевые датчики контроля состояния растительности, проводится отбор и анализ почвенных образцов. На этом этапе с использованием GPS и GIS-технологий осуществляется создание баз данных).

Второй - *анализ и интерпретация пространственной информации* (составляются картографические материалы по каждому полю, а также принимаются решения о выполнении операций).

Третий - *непосредственное выполнения операций*, (дозирование норм высева семян, удобрений, средств защиты, и *коррекция агросроков*). (технология *переменного нормирования*).

Четвертый – оценка и картирование урожайности (производится с помощью установленных на комбайне датчиков), сбор прогностической информации в определенные фазы развития растений с помощью ДЗЗ.

Пятый - оценка (агрономической, экономической, экологической) эффективности ТЗ

Режим **off-line**

Включает **предварительную** подготовку на компьютере карты-задания, в которой содержатся пространственно привязанные с помощью GPS дозы (удобрения, мелиорант), глубина обработки и.т.п. для каждого элементарного участка поля.

Затем карта-задание переносится на **чип-карте на бортовой компьютер** техники, оснащённой GPS-приёмником.

Трактор оснащенный бортовым компьютером с помощью GPS определяет свое место нахождения. Считывает с чип-карты дозу удобрений и посылает сигнал на контроллер распределителя удобрений (опрыскивателя). Контроллер выставляет на распределителе удобрений нужную дозу(глубину).

Режим on-line

В режиме on-line бортовой компьютер получает данные от датчика, сравнивает их с определенными и записанными в память агропотребованиями, и посылает сигнал на контроллер датчиков, На сегодня известны оптические датчики, определяющие содержание азота в листьях и засоренность посевов; механические, оценивающие биомассу; электромагнитные и прочие.

6. Азотные удобрения

Роль азота в растениях, особенности питания аммиачным и нитратным азотом и превращение его в растениях.

Содержание, формы и превращение азота в почве. Сущность процессов аммонификации, денитрификации и азотфиксации, их значение в питании растений. При возделывании Сельскохозяйственных культур почвы наиболее быстро теряют азот, поэтому азотные удобрения требуются наиболее часть на всех почвах. Применение их резко повышает урожай и качество продукции (содержание белков). Поэтому среди минеральных удобрений

азотные - занимают ведущее место.

Содержание азота в растениях колеблется от 1,5-5% сухой массы. Больше азота содержится в семенах зерновых (в них до 3%) и зернобобовых (в горохе до 4,5%) зеленой массе бобовых растения (2,5-5%)

Большая часть азота содержится в товарной части продукции, которая отчуждается из хозяйства. Отсюда вытекает необходимость поддержания азота, внесение азота и азотных удобрений и возделывание азотных культур.

Азот в растениях входит в состав аминокислот из которых образуется белок, амидов а также нуклеиновых кислот, играющих очень важную роль в обмене веществ в растительном организме и в передаче наследственной информации. Азот также содержится в хлорофилле, фосфотидах, алкалоидах, витаминах и фермента. В состав растений входит свыше 150 аминокислот, особую роль имеют биологически незаменимые(лизин, триптофан, лизин, валин, метонин, фенилаланин, трионин и др), которые встречаются только в растениях. При недостатке или отсутствии одной или нескольких аминокислот возможны серьёзные нарушения обмена веществ у человека и животных, основными источниками азотного питания растения являются соли аммония и азотной кислоты (нитраты).

Ранее считалось, что растения питаются только нитратами, то после исследований Д.Н. Прянишникова стало ясно, что при соответствующих условиях растения могут использовать обе формы NO_3^-

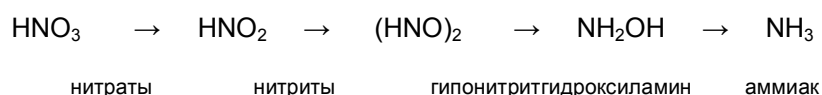
В условиях слабокислой реакции среды в растения лучше поступают NO_3^- форма, а в целом нейтрально аммиачная.

В растениях NH_4^+ форма может сразу пойти на образование аминокислот, путем амминирования, то NO_3^- - сначала должна восстановиться до NH_4^+ , т.е. пройти более сложный биохимический процесс.

Условием для поступления NH_4^+ формы питания в растения является достаточное количество в нем углеводов поэтому растения богатые углеводо-

родами(картофель) хорошо усваивают NH_4^+ форму, тогда как растения имеющее малый запас углеводов в семенах(сахарная свекла) в первые периоды роста не выносят повышенной концентрации NH_4^+ . При недостатке углеводов в растении, при избыточном аммиачном питании может быть отравление растения.

Другим путем идет превращение NO_3^- формы азота. При поступлении NO_3^- в растение они должны ферментативным путем восстановится до аммиака:



Ферментативное превращение происходит с участием ферментов, содержащих микро элементы - Mo, Cu, Fe, Mg, Mn и затраты энергии.

Из образовавшихся в растениях аминокислот в результате сложных биохимических превращений образуются белковые вещества высшая форма органических веществ.

На ряду с синтезом белковых веществ происходит и обратный процесс их распада до аминокислот и аммиака (дезаминирование), происходит обновление белков. При этом в молодых растущих органах преобладает процесс синтеза, а в старых распада.

На протяжении вегетативного периода содержание азота в растениях и его отдельных частях также изменяется. В молодом возрасте растение содержит больше азота и синтез азотистых веществ преобладает над распадом. По мере нарастания органической массы % содержания азота снижается, хотя его поступление с почвы увеличивается. В разных частях растения содер-

жание азота также не одинаково. Так, в зерновых культурах по мере образования зерна происходит отток азотистых веществ из листьев в зерно. В зерне вначале накапливаются не белковые соединения, но затем по мере созревания зерна количество не белковых соединений уменьшается, а за их счет увеличивается количество белков.

Повышение содержания белка определяет качество урожая. В этом отношении важнейшим приемом является применение азотных удобрений особенно положительно влияет на содержание белка азотная подкормка.

Общее валовое содержание азота в пахотном слое разных почв колеблется в разных пределах.

Наиболее богаты этим элементом черноземы, так в черноземе выщелоченном содержится 0,3-0,45%, а в мощном 0,4-0,5%, наиболее бедные дерно - подзолистые почвы 0,05 -0,2%.

Общее содержание азота зависит от содержания в ней гумуса(в гумусе содержится 5% азота). 99% азота находится в форме сложных органических соединений и 1% это соли аммония и нитратов.

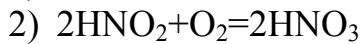
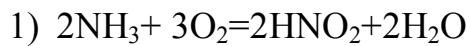
Органическое вещество в разных почвах постепенно минерализуется в результате микробиологических процессов до аммиака и нитратов.

Белки, гумусовые вещества → аминокислоты, амиды → аммиак → нитриты → нитраты

Распад органических соединений до аммиака называется аммонификацией.

Окисление аммиака до нитратов нитрификацией. Если в почве мало воздуха то превращение азотистых соединений задерживается до стадии аммиака (Н. на заболоченных почвах)

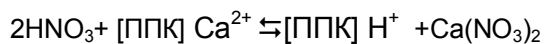
Нитрификация происходит в аэробных условиях в две фазы:



Азотная кислота:



H^+



$\text{Ca}^{2+} \text{Ca}^{2+}$

Нитрификация требует хорошей аэрации и $\text{pH} = 6,2-8,2$, влажность почвы 60-70%, $t^\circ - 25-32^\circ\text{C}$.

В таких условиях в чистом пару накапливается много нитратов, а также в междурядьях пропашных.

Чем аккумуляреннее почва, тем выше идут в ней микробиологические процессы.

Количество NO_3 в разное время года неодинаково их - больше летом. Поэтому под озимые культуры по чистому пару до посева не принято вносить азотные удобрения, их вносят весной после схода снега в подкормку. Яровые зерновые тоже хорошо отзываются на азотные удобрения.

Нитрификацию можно усилить:

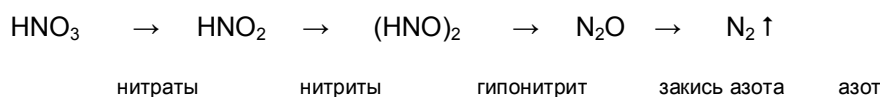
- своевременной обработкой почвы
- известкованием кислых почв
- внесением подготовленных органических удобрений

Внесение соломы приводит к денитрификации и ослабляют нитрификацию за счет потребления азота микро организмами.

Наряду с минерализацией органических соединений в почвах идут и противоположные процессы – перехода минеральных соединений азота в недоступные органические соединения, процессы, ведущие к потерям азота

почвы в виде газа, а также биологическое поглощение азота. Такой процесс может наблюдаться при избытке в почве без азотистых соединений (клетчатки, крахмала) или при внесении в почву смолы, солоमистого навоза. Микроорганизмы поглощая минеральный азот переводят его в недоступную для растения форму, но затем после их отмирания и разложения азот снова будет доступен.

Но в почве происходят процессы денитрификации – это процесс восстановления нитратного азота группой бактерий – денитрификаторов до газообразных форм (N_2 , N_2O , NO)



Газообразные потери азота могут быть значительны (до 15-30% из удобрений)

Потери нитратов из почвы могут происходить в результате вымывания из пахотного слоя осадками в песчаных и супесчаных почвах.

В суглинистых почвах после вымывания в подпочвенные слои NO_2 при высыхании нитраты могут по капиллярам вновь подняться в пахотный горизонт. Поэтому на суглинистых почвах рекомендуется вносить азотные удобрения осенью под вспашку.

Степень обеспеченности почв азотом можно установить химическим анализом (определение нитратов и обменного аммония)

Главное место в ассортименте азотистых удобрений в нашей стране занимают более концентрированные формы: мочевины, аммиачная селитра, безводный аммиак и сложные удобрения.

Азотные удобрения подразделяются на следующие группы:

- 1) Нитратные удобрения (селитры), соединение азота в нитратной форме

- 2) Аммонийные и аммиачные удобрения, соединение азота в аммонийном или аммиачной форме.
- 3) Аммонийно-нитратные, азот находится в аммонийно-нитратной форме
- 4) Амидные удобрения, азот находится в амидной форме.
- 5) Водные растворы мочевины и аммиачной селитры – КАС (карбомидно–аммиачная селитра)

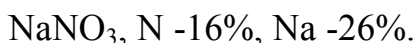
Производство различных азотных удобрения основано на получении синтетического аммиака из молекулярного азота и водорода. Азот получают пропуская воздух в генератор в горячим коксом, а источником H_2 служит природный газ, нефтяные и коксовые газы.

Из смеси N_2 и H_2 (1:3) при высокой температуре и давлении получают:



1. Нитратные удобрения – натриевая и кальциевая селитры

Натриевая селитра (чилийская селитра)



Это мелкокристаллическая соль белого или желто-бурого цвета хорошо растворимая в воде. Слабо гигроскопична, но если не правильно хранить слеживается.

Кальциевая селитра $Ca(NO_3)_2$, N – 17,5%

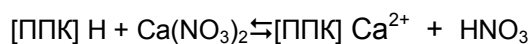
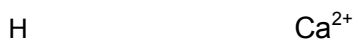
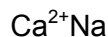
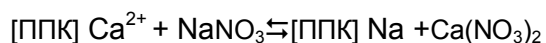
Получают при нейтрализации азотной кислоты известью, а также в качестве побочного продукта при производстве комплексных удобрений.

Это кристаллическая соль, белого цвета, хорошо растворимая в воде высокогигроскопично, слеживается.

Хранят и перевозят ее в специальной водонепроницаемой упаковке. Для уменьшения гигроскопичности ее гранулируют.

Эти удобрения физиологически щелочные удобрения, растения в большом количестве потребляют NO_3^- , чем Na^+ или Ca^{2+} , которые оставаясь в почве ее подщелачивают.

Эти удобрения на кислых почвах снижают кислотность. В почве они быстро растворяются вступившими в обмен реакции с катионами ППК



NO_3 – остается в почвенном растворе и может вымываться или теряться в виде газа. Поэтому селитры не рекомендуется вносить осенью, их лучше вносить весной под предпосевную культивацию и начальных подкормок под озимые и пропашные, а NaNO_3 – под свеклу.

2. Аммонийные и аммиачные удобрения твердые аммонийные удобрения составляют 4% , а жидкие все больше и больше.

К твердым аммонийным удобрениям относят сульфат и хлорид аммония.

Сульфат аммония $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, 20,5-21% N.

Кристаллическая соль, хорошо растворима, слабо гигроскопично, поэтому в нормальных условиях хранения не слеживается. Белый, серый, синеватый.

Получают его улавливанием серной кислотой NH_3 , из газов, образуется при коксовании каменного угля или нейтрализации синтетического –Н аммиаком обработанным H_2SO_4

Содержит 24% серы.

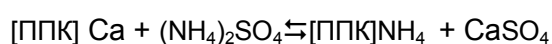
Хлористый аммоний

NH_4Cl , N – 24-25%.

Побочный продукт при производстве соды Cl -67%, поэтому малопригоден для культур не устойчивых к хлору(табак, картофель, цитрус и т.д.)

Эти удобрения физиологически кислые, так как растения больше потребляют NH_4^+ . При однократном внесении этих удобрения наблюдается подкисление почвы, но при систематическом применении, происходит заметное подкисление.

NH_4



Н

Н

NH_4 – не выветривается из почвы, поэтому эти удобрения можно применять заблаговременно, с осени

под вспашку.

В рядки или подкормку лучше вносить нитратные удобрения, а аммонийные в качестве основного удобрения.

К жидким аммиачным удобрениям относят безводный аммиак и аммиачная вода.

Безводный аммиак NH_3 , N – 82,2%

Получают сжижением газообразного NH_3 под давлением это бесцветная, подвижная жидкость, плотность 0,61 при температуре кипения 34° . При хранении в открытых сосудах быстро испаряется.

Его хранят и транспортируют в стальных баллонах или цистернах выдерживающих высокое давление, так как аммиак обладает высокой упругостью паров.

3. Аммиачная вода (водный аммиак) $\text{NH}_4(\text{OH})$ это водный 22-25% раствор аммиака. Выпускается двух сортов с содержанием азота 20,5% и 11%.

Бесцветная или желтоватая жидкость с резким запахом аммиака. Упругость паров небольшая, поэтому хранить и транспортировать можно в герметично закрывавшихся резервуарах.

В аммиачной воде азот находится в форме NH_3 и NH_4OH .

Но это удобрение содержит мало азота, поэтому его выпуск ограничен.

Преимущество жидкие азотные удобрения – это их сравнительная дешевизна, по сравнению с твердыми.

Жидкие аммиачные удобрения вносят специальными машинами, обеспечивающие немедленную заделку на глубину 10-12 см на тяжелых почвах, а на легких 14-18см. При более мелкой заделке происходит потеря азота.

При внесении жидких аммиачных удобрений (безводный аммиак превращается в газ и связывается почвенной влагой с образованием гидроокиси аммония) обменно поглощается и поэтому слабо передвигается в почве.

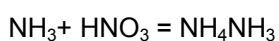
В первые дни после внесения удобрения почва подщелачивается, а затем по мере нитрификации аммиачного азота, она подкисляется.

Жидкие аммиачные удобрения применяются для основного внесения под все культуры, а также в качестве предпосевных удобрений и можно применять в подкормку пропашных.

3. Аммонийно-нитратные удобрения

Аммиачная селитра NH_4NH_3 , содержание азота 34,6%.

Получают путем нейтрализации азотной кислоты аммиаком.



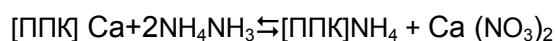
Выпускают в виде кристаллов белого цвета или гранул(1-3мм). Кристаллы очень гигроскопичны, при хранении слеживается, поэтому ее хранят в водонепроницаемых мешках в сухом помещении.

Это хорошо растворимое удобрение универсальное. Ее можно применять под любые культуры и на всех почвах перед посевом, при посеве и в подкормку.

50% азота содержится в нитратой 50% в аммонийной форме из раствора аммиачной селитры растения быстрее поглощают NH_4^+ , чем NO_3^- , поэтому это физиологически кислое удобрение.

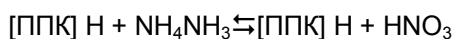
В почве NH_4^+ взаимодействует с ППК, а NO_3^- остается в почвенном растворе

NH_4



CaCa

HNNH_4



CaCa

На почвах, насыщенных основаниями, в растворе образуются азотно-кислые соли Ca, Mg и почвенный раствор не подкисляется. Для этих почв это одно из лучших азотных удобрений. На кислых содержащих много H^+ , в почвенном растворе образуется HNO_3 , поэтому подкисляется. Но это подкисление временное по мере потребления HNO_3 растениями. При длительном потреблении этого удобрения на кислых почвах происходит значительное подкисление, поэтому ее надо вносить с известью.

4. Амидные удобрения

Мочевина(карбамид) $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ содержание азота 46%.

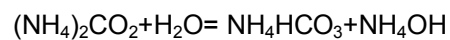
Получают синтезом из аммиака и CO_2 при высоком давлении и температуры. Это белый мелкокристаллический продукт, хорошо растворим сравнительная небольшая гигроскопичность, при хорошем хранении слеживается мало. Выпускается в виде гранул.

В почве под влиянием уробактерий, выделяющих фермент уреазу, мочевины быстро аммонифицируется: $\text{CO}(\text{NH}_2) + 2\text{H}_2\text{O} = (\text{NH}_4)_2\text{CO}_2$ - происходит временное подщелачивание почвы

$(\text{NH}_4)_2\text{CO}_2$ поглощается почвой и нитрифицируется и почва временно подкисляется.

Поэтому при внесении мочевины без заделки в почву могут быть потери азота в виде NH_3 .

А при заделке в почву карбонат аммония подвергается гидролизу с образованием гидрокарбоната аммония и гидроксила аммония



NH_4 -поглощается ППК.

С течением времени аммоний подвергается нитрификации с образованием азотной и угольной кислот



Применение мочевины как основного удобрения или подкормку под все культуры и на различных почвах.

При ее внесении необходима заделка. Применяется мочевины для некорневой подкормки для овощей и плодовых, а также для поздних подкормок пшеницы с целью повышения содержания белка в зерне (раствор с концентрацией 5%).

5. КАС(карбомидно-аммиачная селитра)

Это смесь водных растворов мочевины и аммиачной селитры содержит 28-32% азота. Светло-желтая жидкость, плотность 1,25-1,35г/см³

Производят из сплавов карбамида и аммиачной селитрой. Хранят в металлических емкостях.

КАС практически не содержит свободного NH_3 , его можно вносить с помощью высокопроизводительных наземных агрегатов без одновременной заделки, а также с помощью авиации или с поливной водой.

При внесении КАС обеспечиваются высокая точность дозирования и равномерность внесения. Для транспортировки и внесения можно использовать ту же технику, что и для аммиачной воды.

КАС можно использовать с микроэлементами и пестицидами.

Использование КАС экономически эффективно т.к. требует мало затрат.

Медленнодействующие азотные удобрения.

Разработка с целью уменьшения потерь азота из удобрений в районах с избыточным увлажнением.

Их недостаток- высокая стоимость.

Мочевина – формальдегидные удобрения(МФУ)

Продукт конденсации мочевины с формальдегидом. Содержание азота 38-40%. Газ, который 8-10% находится в водорастворимой форме, а 30-32% в водонерастворимой, но доступной для растений форме. Это белый рассыпчатый малогигроскопичный порошок МФУ эффективны при внесении под рис, лен, овощные, возделывании при орошении.

Классификация азотных удобрений, их состав, свойства и применение.

Нитратные удобрения: натриевая и кальциевая селитра. Аммиачные удобрения: сульфат аммония, хлористый аммоний, сульфат аммония - натрия, жид-

кий аммиак, аммиачная вода, аммиакаты. Аммиачно-нитратные удобрения: аммиачная селитра. Амидные удобрения: мочевина. Медленно действующие азотные удобрения. *Превращение азота удобрений в почве и использование его растениями.* Влияние азотных удобрений на реакцию почвы. Потери азота из удобрений и их устранение. Пути повышения эффективности азотных удобрений. Взаимодействие азотных удобрений с почвой. Воздействие азотных удобрений на процессы азотного цикла в почвах.

Сроки и способы внесения. Использование ингибиторов нитрификации при внесении азотных удобрений. Медленнодействующие азотные удобрения. Охрана окружающей среды в связи с использованием азотных удобрений.

Применение азотных удобрений под различные сельскохозяйственные культуры, их влияние на урожай и качество продукции по данным опытных учреждений.

7. Фосфорные удобрения.

Роль фосфора в растениях. Содержание и формы фосфора в почве, доступность их растениям. Проблема фосфатного сырья в мире и России. Основные фосфорные удобрения: суперфосфат простой и двойной, преципитат, фосфоритная мука, термофосфаты, отходы промышленности. Взаимодействие фосфорных удобрений с различными почвами. Нормы, сроки и способы внесения фосфорных удобрений. Фосфорные удобрения и окружающая среда. Взаимодействие фосфорных удобрений с почвами. Поступление фосфора в растения. Дозы фосфорных удобрений под различные культуры, способы и сроки внесения. Последствие фосфорных удобрений разной растворимости. Р играет исключительную роль во всех живых организмах. Он создается в растениях в минеральных и органических веществах.

В минеральной форме Р создается в виде солей ортофосфорной к-ты с Ca^{7+} , Mg^{2+} , K^+ , NH_4^+ , которые участвуют в образовании Р – содержащих ор-

ганических соединениях нуклеиновых кислот, нуклеопротеидов, фосфопротеидов, фосфатидов, фитина, сахарофосфатов, макроэргических соединениях и т.д.

Нуклеиновые кислоты – рибонуклеиновая (РНК) и дезоксирибонуклеиновая (ДНК) – это сложные высокомолекулярные вещества, участвующие в самых важных процессах жизнедеятельности. РНК – в синтезе белков, ДНК – в передаче наследственной информации.

Нуклеиновые кислоты с белками обрабатывают сложные белки – нуклеопротеиды, соединения белков с фосфорной кислотой – образует фосфопротеиды – катализаторы многих биохимических реакций.

Фитин – кольцево-магниевая соль инозит – фосфорной кислоты, которая создается г.о. в семенах растений, и при их прорастании освобождается фосфорная кислота, которая используется молодыми растениями.

Сахарофосфаты – фосфорные эфиры сахаров, играют большую роль в фотосинтезе, дыхании и т.д.

Важную роль играют макроэргические соединения, соединения Р (АТФ), которые являются аккумулятором энергии для многих синтетических процессов. Р ускоряет созревание растений из-за перехода продуктов распада белков в зерно, улучшает водный режим растений, способствует лучшей перезимовки озимых культур, способствует развитию корневой системы и более быстрому росту растений в первые периоды жизни. Поэтому рядковое принос. внесен Р обеспечивает значительные прибавки урожайности.

Р – удобрения изменяют структуру урожая: повышается доля продуктивной части (у зерновых – зерна, у корнеплодов – выход корней и т.д.).

В зрелом растении Р больше сосредоточен в зерне, меньше – в соломе. Поэтому чем больше урожай, тем больше требуется вносить Р минеральных удобрений.

В различные периоды жизни растения потребляют неоднородное количество Р. Р крайне необходим в начальный период роста. Максимальное количество Р растения потребляют в фазах трубкования и колошения. В фазе образования и созревания репродуктивных органов у всех культур отмечается энергичное передвижение к ним фосфатов из вегетативных частей растения.

2. Источники Р для растений.

Главным источником Р для растений являются соли ортофосфорной кислоты К, Са, Mg, NH₄.

Доступность растениям различных солей фосфорной кислоты зависит от их растворимости. Наиболее растворимы соли однозамещенных фосфатов К, Na, NH₄, Mg, Са, Са(Н₂РO₄)₂, Mg(Н₂РO₄)₂.

Двухзамещенные соли СаНРO₄, MgНРO₄ не растворяются в воде, но растворимы в слабых кислотах. Благодаря кислотности почвы и корневым выделениям они также являются важным источником Р питания.

Труднорастворимыми (нерастворимыми в воде и слабых кислотах) являются трехзамещенные фосфаты Са₃(РO₄)₂, такие соединения могут частично растворяться и усваиваться только в кислой почве, растениями, имеющими повышенную кислотность корневых выделений – люпин, гречиха, горчица.

Р в почве содержится как в органических, так и в минеральных формах. Валовое содержание Р зависит от мех. состава почв и содержания гумуса. Чем тяжелее мех состав, тем выше содержание Р, чем больше гумуса тем больше в ней органического и общего Р.

Орган Р недоступен растениям. Он становится доступен только после минерализации органического вещества с помощью м.о. до простых растворимых солей.

Минеральные соединения Р представлены труднорастворимыми солями-фосфатами Al, Fe, Са, Mg. Но часть фосфатов находится в достаточно растворимой форме.

Растения способны усваивать не только водорастворимые, но и менее растворимые фосфаты СаНРO₄, MgНРO₄, частично даже Са₃(РO₄)₂.

3. Классификация Р – удобрений и применение Р – удобрений.

Источником для производства Р – удобрений являются природные залежи фосфорных руд – апатиты и фосфориты. Крупнейшее в России месторождение апатито-нефелиновых руд находится на Кольском полуострове. Из них после обогащения получают апатитовый концентрат, содержащий 36 – 39 % P_2O_5 .

Европейская часть России богаче залежами фосфоритов. Среди них самые крупные – в Ленинградской, Московской, Кировской областях.

Крупное месторождение находится в горах Каратау (Казахстан), из его фосфатов получают сырье, содержащее 24 – 28 % P_2O_5 и т.д.

Крупные месторождения фосфоритов находятся также в США, Северной Африке.

Фосфатное сырье перерабатывают путем сернокислотной экстракции, а так же на основе азотнокислотного разложения и гидротермическим способом.

Р – удобрения делятся по растворимости на 3 группы:

1 группа – водорастворимые, которые полностью доступны для растворения.

2 группа – (полурстворимые) нерастворимые в воде, но растворимые в слабых кислотах, применяются на почвах с кислой средой.

3 группа – труднорастворимые, это удобрения не растворимые в воде и слабых кислотах, растворяются в сильных кислотах.

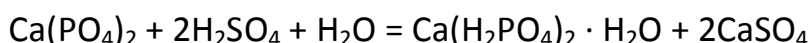
Водорастворимые фосфаты

Суперфосфат простой $Ca(H_2PO_4)_2 \cdot H_2O + CaSO_4$.

Выполняется в виде порошка и гранул белого или светло-серого цвета.

Порошковидный из апатита содержит 19 – 20 % P_2O_5 из фосфоритов Каратау – 14 – 16 %.

Гранулированный из апатитов содержит 19,5 – 20,5 % P_2O_5 . Получают обработкой размолотого апатита или фосфорита серной кислотой. При этом происходит разложение сырья с образованием водорастворимого $Ca(H_2PO_4)_2$ и гипса $CaSO_4$.



Гипс составляет около 40%.

Усвояемый Р в суперфосфате составляет 88 – 89%, 5 – 5,5 % в уд–ии свободной H_3PO_4 .

Гранулированный суперфосфат обладает хорошими физическими свойствами: не слеживается, рассеивается, свободная H_3PO_4 снижается до 1 -1,5 %, которую нейтрализуют аммиаком и получают аммонизированный суперфосфат с содержанием N 1,5 – 3 %.

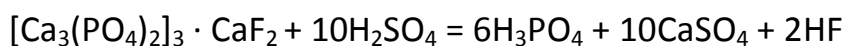
Применяют в небольших дозах (10 – 20 кг) при рядковом внесении и даже в смеси с семенами. Также применяют в качестве основного удобрения при разбросном внесении с последующей заделкой плугом или культиватором.

Двойной суперфосфат $Ca(H_2PO_4)_2 \cdot H_2O$

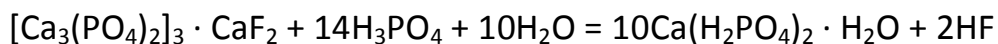
Одно из самых концентрированных Р удобрений, поэтому его еще называют концентрированным. Содержит от 40 до 50 % P_2O_5 в зависимости от исходного сырья. Выпускается в гранулированном виде.

Технология производства его включает 2 стадии:

Вначале получают H_3PO_4 обработкой апатита повышенным количеством серной кислоты.



Гипс, выпадающий в осадок, отделяется от раствора H_3PO_4 фильтрацией. Полученной H_3PO_4 после ее сгущения обрабатывают новую порцию апатита и получают однозамещенный фосфат Са.

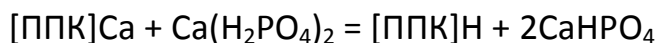
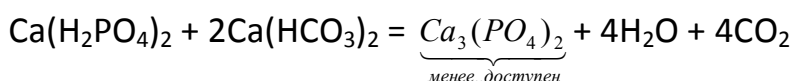
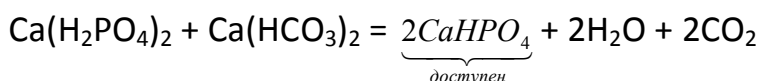


Это очень ценное, экономически выгодное удобрение. По сравнению с простым его дозы в 2 раза меньше.

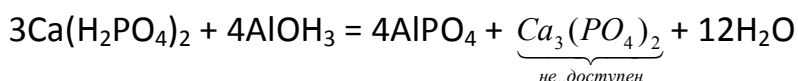
Химические и физические свойства и применение двойного суперфосфата такие же как и у простого.

В почве фосфор суперфосфата в процессе взаимодействия с полуторными окислами, карбонатами Са и Mg превращается в менее растворимые соединения, т.е. подвергается химическому поглощению или ретроградации.

В почвах с нейтральной реакцией (черноземы, карбонатные почвы), насыщенных Са, Mg суперфосфат превращается в двухзамещенный фосфат Са – CaHPO_4 и трехзамещенный $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$.



В кислых почвах:



Сильное химическое связывание суперфосфата нежелательно, ослабить его можно: гранулированием удобрения, локальным внесением вблизи растения (в рядки), внесение порошка суперфосфата в смеси с небольшим количеством органических добавок.

При внесении суперфосфата до посева (основа удобрения) его надо заделывать под плуг, чтобы удобрение находилось повлажном слое почвы. Поверхностное внесение суперфосфата без заделки малоэффективно 2гр. – полурастворимые удобрения.

Преципитат $\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. Порошок белого или светло-серого цвета. Содержит от 25 до 35% P_2O_5 , растворим в лимоннокислом аммонии.

Получают его кислотной переработкой фосфатов при осаждении H_3PO_4 известковым молоком или мелом, а так же продукт отхода желатинового производства.

Удобрение обладает ценными физическими свойствами: не слеживается, хорошо рассеивается, смешивается с любыми удобрениями.

Преципитат применяется как основное удобрение под различные культуры на всех почвах. Преимущество на кислых почвах (меньше связывается химически по сравнению с суперфосфатом). Для подкормок не рекомендуется.

Томасшлак $\text{Ca}_4\text{P}_2\text{O}_3$ или $\text{Ca}(\text{PO}_4)_2 \cdot \text{CaO}$ или $4\text{CaO} \cdot \text{P}_2\text{O}_5$.

Это отход металлургической промышленности, его получают при переработке железных руд, богатых P по щелочному способу Томаса. Это тяжелый тонкий порошок темно-серого или черного цвета с хорошими физическими свойствами. Содержит от 8 до 20% P_2O_5 . Его можно использовать как основное удобрение на всех почвах, но наиболее эффективен на кислых из-за его щелочной реакции.

Термофосфаты $\text{Na}_2\text{O} \cdot 3\text{CaO} \cdot \text{P}_2\text{O}_5 + \text{SiO}_2$. получают сплавлением или сжиганием размолотого фосфорита или апатита с щелочными солями – содой

или потапом. При этом образуются усвояемые растениями Са – N или Са – К фосфорнокислые соли. Содержат 20 – 30% лимоннорастворимого P₂O₅. По свойствам и эффективности они близки к тамаснелаку. Применяются в качестве основного удобрения на всех почвах, но эффективнее на кислых.

Обесфторенный фосфат – получают из апатита путем обработки водяным паром смеси апатита с небольшим количеством кремнезема (2 – 3% SiO₂) при t° 1450 – 1550 °С. При этом разрушается кристаллическая решетка фторапатита и удаляется F, а P переходит в усвояемую форму. Содержит 36% P₂O₅, растворенный в 2% лимонной кислоте. Удобрение обладает хорошими физическими свойствами, применяется как основное удобрение на всех почвах. Нельзя смешивать с аммонийными удобрениями.

Згр. – труднорастворимое, не растворяется в H₂O и слабых кислотах.

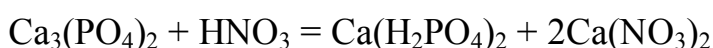
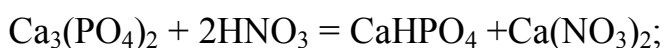
Фосфоритная мука – получают размолотом фосфорита до состояния тонко размолотой муки P в этом удобрении содержится в виде трехзамещенного фосфата кальция Ca₃(PO₄)₂. Оно не растворимо в воде и слабых кислотах и слабодоступно для растений.

Удобрение не гигроскоп, не слеживается, может смешиваться с любым удобрением, кроме извести.

Выпускают 4 сорта фосфорной муки с содержанием P₂O₅: высший – 30%, I – 25, II – 22, III – 19%.

Содержание влаги допускается не более 3%, толщина размола 90% проходит через сито 0,18 мм.

Фосфорную муку следует вносить в кислые почвы. Она постепенно под влиянием кислотности почвы разлагается с начала до двухзамещенного, а затем до однозамещенного фосфата Са:



Основным фактором эффективности удобрения является величина Нг. Установлено, что действие фосфорной муки начинает заметно проявляться при $H_g \geq 2,5 \text{ Мг} - \text{экв}/100\text{г}$ почвы. Также ее эффективность зависит от Т.С увеличением Т ее действие ослабевает. Максимальное действие фосфорной муки при высокой Н, - и низкой Т.

Опытами Прянишникова Д.Н. установлено неодинаковая реакция растений на внесение фосфорной муки. Одни используют ее хорошо, другие – слабо. Растения способные усваивать фосфорную муку при соответствующей кислотности почвы: злаки, лен, свекла, картофель, горох, бобы, вина, клевер.

Вносить фосфорную муку надо под глубокую вспашку во влажный слой почвы на кислых почвах.

Фосфорная мука обладает значительным последствием, продолжительность которым зависит от дозы удобрения.

(доза 135 кг/га - 12-15 лет).

Влияние фосфорных удобрений на урожайность сельскохозяйственных культур и качество продукции в различных почвенно-климатических зонах России по данным опытных учреждений. Пути повышения эффективности фосфорных удобрений.

8. Калийные удобрения.

Роль калия в жизни растений и его влияние на качество продукции. Содержание и формы калия в почве, доступность их растениям. Сырые калийные удобрения (сильвинит, каонит, карналит). Характеристика основных калийных удобрений: хлористого калия, калийной соли сульфата калия. Взаимодействие калийных удобрений с почвой. Дозы, способы и сроки внесения калийных удобрений под различные сельскохозяйственные культуры.

Влияние калийных удобрений на величину и качество урожая сельскохозяйственных культур. Их эффективность в различных почвенно-климатических условиях по данным научных учреждений.

Калий является необходимым и незаменимым питательным элементом для растений как азот и фосфор. Без калия невозможен их нормальный рост и развитие.

Физиологическая роль калия в растении весьма многогранна. Он сосредотачивается в наиболее молодых жизнедеятельных растениях. В растительных клетках значительная часть K^+ находится в ионной, подвижной форме, поэтому K^+ легко передвигается из одной части растения в другую.

K^+ способствует нормальному течению фотосинтеза, передвижению углеводов из вегетативных органов в репродуктивные и их накоплению в продуктивной части урожая.

K^+ положительно влияет на накопление труднорастворимых белков, участвует в процессе переноса энергии с помощью АТФ и АДФ. А также является кофактором для многих ферментов.

Калий отвечает за водный режим в растении, а также повышает стойкость растений против некоторых заболеваний.

При калийном голодании наблюдается замедление роста, их поражение грибковыми и бактериальными заболеваниями, происходит полегание растений.

При резком недостатке калия на листьях растений обнаруживаются желтые пятна, края буреют, скручиваются и засыхают.

Сельскохозяйственные культуры потребляют неодинаковое количество калия. Его потребность выше у тех растений, которые содержат больше углеводов в продуктивной части урожая. (Это корнеплоды: картофель, сахарная свекла, подсолнечник, капуста, бобовые и злаковые травы).

Применение калийных удобрений повышает урожайность сельскохозяйственных культур на 10-20%. Также внесение калийных удобрений ска-

зывается на качестве сельскохозяйственной продукции. Повышается содержание сахара в сахарной свекле, плодах и овощах, крахмал в картофеле и т.д.

Калийные удобрения применяются только в сочетании с азотными и фосфорными. Одни калийные удобрения почти никогда не применяются.

2. Калий в почве.

Почти все почвы (кроме торфянистых) в 5-10 раз богаче валовым содержанием К, чем N и P.

Содержание калия зависит от механического состава почвы. Чем тяжелее по механическому составу почва, тем выше содержание калия (до 2,5% в черноземах).

Несмотря на большое валовое содержание, калий находится в почвах главным образом в нерастворимой, не усвояемой для растений форме.

По доступности растениям соединения К можно разбить на 5 групп :

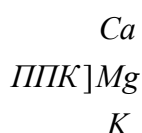
1. Калий почвенных минералов (полевые шпаты, слюды и гидрослюды)- 90 и выше % от общего содержания К. Этот калий не доступен для растений. Но в результате почвенного выветривания может переходить в доступные формы.

2. Необменный или фиксированный калий, который находится между слоями кристаллической решетки вторичных глинистых минералов.

Этот калий частично доступен растениям. В выщелоченных черноземах его содержание составляет 20-30 % от валового.

3. Обменный или поглощенный калий.

Представлен катионами K^+ в ППК.



Это основной источник К питания растений.

В черноземах содержание его 1-3 % от валового.

4. Водорастворимый калий или калий почвенного раствора. Представлен легкорастворимыми солями K^+ , находящимися в почвенном растворе. (KNO_3, K_2SO_4, KCl и др.) Они хорошо доступны для растений, но содержатся в очень небольших количествах от 1-7 мг K_2O / кг почвы.

5. К органического вещества (растительные остатки, микроорганизмы).

В почвах наблюдается взаимный переход одной формы K^+ в другую, поэтому обеспеченность почв доступным калием зависит от скорости перехода недоступных форм K^+ в доступные.

Эффективность калийных удобрений зависит от количества находящегося в почве К, особенно в обменной форме.

3. Источники калийных удобрений.

Применять калийные удобрения начали в 1861 году в Германии. В г. Стассфуте начали добычу калийных солей.

Сырьем для производства калийных удобрений являются природные залежи калийных солей. Калий залегает в виде сильвинита ($mKCl \cdot nNaCl$) и карналлита ($KCl \cdot MgCl_2 \cdot 6H_2O$) и галита ($NaCl$)

В России находятся мощные запасы калийных солей (первое место в мире).

Солекамское месторождение – открыто в 1925г. – это самое крупное в мире (верховья Камы – Урал).

Здесь есть и сильвинит и карналлит.

Белорусское месторождение – сильвиниты, карналлиты и галиты.

Прикарпатское месторождение (Западная Украина) здесь сернокислые соли К (сульфаты К)

Так же в качестве калийных удобрений используются отходы промышленности и зола.

3. Характеристика калийных удобрений.

1.) KCl – производят 80-90 % от всех калийных удобрений содержитя д. в. K_2O – 58-60 %

Получают путем переработки сильвинита двумя способами :

Галургический – основан на разной растворимости компонентов сильвинита (KCl и NaCl) при разных температурах. NaCl не растворяется в щелоче при поднятии температуры, а KCl – растворяется. NaCl – нерастворенный удаляют, а KCl – выкристаллизовывается и выпадает в осадок (кристаллы белые.)

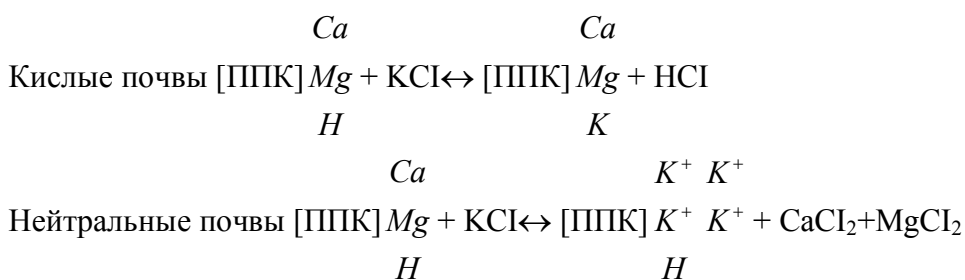
Флотационный – основан на добавлении флот-реагента, который адсорбируется только на KCl и на KCl налипают пузырьки воздуха, которые поднимают KCl на поверхность воды.

Кристаллы – кирпично-красного цвета не слеживается, дольше хранятся.

Выпускается в гранулированном виде.

При внесении в почву:

K⁺ хорошо закрепляется в ППК, а Cl – вымывается.



2.) Калийная соль – mKCl + nNaCl

Это смесь KCl с сильвинитом (KCl + KCl + NaCl). Содержит 41-44 %

д.в. Частицы разного цвета. На положительно сказывается на сахаристости сахарной свеклы.

Применяется только как основное удобрение.

3.) Калий-электролит – отход при переработке карналлита на Mg.

Содержание K₂O – 39-42 %. Выпускается мало.

4.) Сульфат калия (K₂SO₄) содержит 45-52 % K₂O. Производится из руд, содержащих K₂SO₄.

Применяется под культуры отрицательно относящиеся к Cl (табак, картофель, овощи, цитрусы)

5.) Калиймагнезия – K_2SO_4 $MgSO_4$, содержит – до 30 % д.в.

Дорогое удобрение, но очень ценное, используется под культуры чувствительные к СГ

6.) Цементная пыль – отход цементных заводов – сод. K_2O – 10 - 15 %.

Калий содержится в виде карбоната и бикарбоната калия сульфата калия.

Применяется на кислых почвах под культуры чувствительных к СГ.

7.) Древесная зола – калийно – фосфатно – известковое удобрение, калий содержится в виде K_2CO_3 содержится от 7 до 13 % K_2O .

Применяется на кислых почвах, под чувствительных к СГ растениям.

Калийные удобрения можно вносить в почву на 2-3 года вперед, т.к. K^+ хорошо закрепляется в ППК.

Эффективность калийных удобрений проявляется при внесении азотных и фосфорных удобрений.

В почвах при систематическом внесении калийных удобрений, Ca^{2+} из ППК вытесняется и происходит декольцинирование почвы => подкисление. Поэтому на кислых почвах калийные удобрения необходимо вносить вместе с известью для устранения излишней кислотности.

Лучший срок внесения калийных удобрений не рекомендуется, т.к. снижает всхожесть семян.

На участках высокой запланированной урожайности внесение калийных удобрений необходимо не только под культуры, потребляющие много калия (овощи, сахарная свекла, подсолнечник), но и под зерновые.

9. Микроудобрения

Значение микроэлементов для растений. Содержание их в растениях и в почвах, доступность растениям. Удобрения, содержащие бор, медь, цинк, молибден, марганец и другие микроэлементы:

а) концентрированные соли и кислоты,

б) порошки на основе концентрированных препаратов и технического

талька,
в) суперфосфат и комплексные удобрения с добавлением микроэлементов,

г) отходы промышленности и агроруды, содержащие микроэлементы,

Приемы их эффективного использования.

1. Элементы, содержащиеся в растениях в очень небольших количествах (от тысячных до сотых долей процента), называются микроэлементами, а удобрения, содержащие их – микроудобрениями. Многими учёными доказано (Бобко Е.В, Петербургский А.В, Ягодин Б.А), что микроэлементы жизненно необходимы для растений, они выполняют важные физиологические функции и при их внесении в почву оказывают положительное влияние на величину и качество урожая. Потребность в микроэлементах возникает не всегда, наблюдается большая дифференциация в зависимости от типов почв и растений.

Например: В дерново- подзолистых и щелочных почвах мало В и Мо, в чернозёмах –Zn и т. д.

Недостаток микроэлементов вызывает ряд заболеваний у растений и часто приводит к их гибели, например: бактериоз льна, сердцевидная гниль сахарной свеклы, пробковая пятнистость яблок, «белая чума» злаков и т. д.

Применение микроудобрений повышает устойчивость культурных растений к болезням, увеличивается содержание хлорофилла, улучшается фотосинтез, что приводит к увеличению урожая и его качества.

Более изучены такие микроэлементы как: В, Mg, Cu, Мо, Zn, Со, Mn, мы и рассмотрим их роль, содержание в растениях и почвах и соответствующие им удобрения.

Бор (В)

Бор в растениях необходим для образования и передвижения у/в. Положительно влияет накопление сахара в сахарной свекле, крахмала в картофеле, способствует процессам цветения и оплодотворения, значительно влияет на фотосинтетическую деятельность растений за счёт увеличения ко-

личество хлоропластов, повышает урожай и качество семян. В – стимулирует образование клубеньков на корнях бобовых, что увеличивает фиксацию атмосферного азота этими растениями.

Недостаток В вызывает глубокие нарушения у/в обмена в растениях: наблюдается отмирание точки роста, расстройство проводящей системы, уменьшается снабжение корней у/в. Это приводит к слабому развитию корневой системы и является основной причиной заболеваний растений (бактериоз льна, «гниль сердечка» у сахарной свеклы, парша на картофельных клубнях). Из-за расстройства проводящей системы углеводы скапливаются в листьях, не поступая в другие части растения и процесс фотосинтеза тормозится.

Наибольшая потребность вВ выражена у льна, сахарной и кормовой свеклы, клевера, люцерны, капусты, подсолнечника.

Медь (Cu)

В растениях Cu содержится в небольших количествах от 3 до 15 мг/кг сухого вещества.

Cu играет важную роль в окислительных процессах, в углеводном и белковом обмене, в образовании хлорофилла. Она стабилизирует действия хлорофилла, задерживает процесс физиологического старения листа и тем способствует удлинению периода его жизнедеятельности. Cu повышает засухо- морозо и жароустойчивость растения.

Злаки больше всех испытывают медное голодание, особенно на осушенных болотных почвах. При недостатке Cu растения становятся бледно – зелёными, начинают усиленно куститься (т.к отмирает точка роста), кончики листьев болят («белая чума»), при сильном заболевании колосья не выходят из листовых влагалищ, стебель засыхает, зерно щуплое – снижается урожайность, кроме зерновых заболевают и бобовые, капустные.

У плодовых (яблоня, груша, слива) появляется суховершинность, появляется пятнистость и хлороз листьев. Недостаток Cu в кормах является причиной заболевания КРС лизухой.

Марганец (Mn)

Играет определённую роль в окислительно-восстановительных процессах растения. Увеличивается содержание сахаров, хлорофилла, усиливает интенсивность дыхания.

Mn – составная часть белковой основы многих ферментов, влияет на синтез аскорбиновой кислоты, аминокислот, полипептидов и белков, на восстановлении в растении нитратов до аммиака.

Mn способствует избирательному поглощению ионов из внешней среды. При исключении Mn из питательной среды в тканях растений повышается процент содержания основных элементов питания, нарушается соотношение элементов в питательном балансе.

Mn повышает водоудерживающую способность тканей, снижает транспирацию, влияет на плодоношение растений. При остром недостатке Mn отмечены случаи полного отсутствия плодоношения у редиса, капусты, томатов, гороха и др.

При недостатке Mn наблюдаются хлорозы, серая пятнистость злаков, пятнистая желтуха у сахарной свеклы. У плодовых наибольшая потребность в Mn.

Молибден (Mo)

Наибольшее содержание Mo в растениях семейства бобовых. Необходим растениям в меньших количествах, чем B, Mn, Zn, Cu. Он локализуется в молодых, растущих органах (в листьях больше, чем в стеблях и корнях). С урожаем Mo выносятся до 6г, у бобовых до 10г.

У бобовых он усиливает деятельность клубневых бактерий, способствует лучшему усвоению ими азота из воздуха. Mo входит в состав фермента нитроредуктазы, способствующего восстановлению в растениях нитрат. N до аммиачного, а следовательно, и синтезу аминокислот и белковых веществ.

При недостатке Mo в питательной среде растения нарушается азотный обмен, в тканях накапливается большое количество нитратов.

Чувствительны к недостатку Мо бобовые. У них признаки недостатка Мо сходны с признаками азотного голодания.

При остром дефиците Мо резко тормозится рост растений, не развиваются клубеньки на корнях, окраска листьев бледно-зелёная.

Цинк(Zn)

Больше всего цинк обнаружен в сахарной свёкле, подсолнечнике, овсе, просе. Его вынос с урожаем от 50 до 200 г/га.

Цинк играет в растениях важную физиологическую роль. Он входит в состав ряда ферментов. Способствует образованию и накоплению витаминов С и Р1, а также ростовых веществ.

Цинк повышает жаро и морозоустойчивость, цинк участвует в N- обмене растений, оказывает влияние на поступление и обмен Р в растениях. Участвует в процессах оплодотворения и развития зародыша. При недостатке цинка в растениях накапливаются редуцирующие сахара и уменьшается соединение сахарозы и крахмала, нарушается синтез белка. Недостаток цинка может проявляться как на кислых сильно оподзоленных почвах, так и на карбонатных высокогумусных .

Усиливает проявление Zn недостаточности применение высоких норм Р удобрений и сильное пропахивание пахотного горизонта. Симптомом цинкового голодания является возникновение хлоротичных пятен между жилками листа, преждевременное созревание и резкое снижение продуктивности растения.

Цинковая недостаточность проявляется в виде ослабления роста, побледнением окраски листьев и появление бурых пятен (ржавчина).

Избыток цинка приводит к подавлению роста и развития растения.

Кобальт (Co)

В растениях содержится от 0,001 до 0,6 мг/кг сухого вещества. Физиологическая роль в растениях связана с его участием в окислительно-вос-

становительных процессах. Сов определённой степени оказывает влияние на ДНК, способствует насыщению листа хлоропластами, повышает создание хлорофилла и его устойчивость. Способствует более интенсивному оттоку ассимилянтов из листьев в стебли и репродуктивные органы. Способствует более раннему цветению и сокращению продолжительности вегетативного периода растения. Также более интенсивному поглощению N, P, K и Mn. При недостатке SO ослабляются физико-биологические процессы и рост растений, снижается продуктивность и качество урожая.

Симптомы: сходны с азотным голоданием. Это слабый рост, межжилковый хлороз, стерильность цветков.

Недостаток Co в кормах приводит к тяжёлым заболеваниям животных.

2. Бор в почвах:

Валовое содержание В дернисто-подзольных почвах 2-5 мг, в серых 3-9 мг, в чернозёмах 9-12 мг/ кг почвы, но доступны для растений 3-10 % от общего его количества. Таким образом, большая часть бора в почвах находится в недоступных для растений формах.

Количество водорастворимого бора в дернисто-подзольных почвах 0,3-0,7 мг, в чернозёмах – 0,4- 1,7 мг/кг почвы. На подвижность бора в почве влияет известкование, при котором содержание водорастворимого бора снижается. Это происходит из-за усиления деятельности микроэлементов под влиянием известкования, которые В на построение органических веществ своего тела. также проявляется антагонистическое действие Ca по отношению к В, что затрудняет его поступления в растения.

Медь в почвах:

В 1 кг различных почв валовое содержание Cu от 1,5 до 30 мг. Особенно бедны Cu торфяные почвы (2-8 мг/кг) и в них Cu находится в малодоступных для растений формах. Cu- удобрения на этих почвах проявляют особенно высокое действие. Обеспеченность растений медью зависит от содержа-

ния её доступных форм (извлекаемой 1Н НСl) растения не обеспечены Cu, если её количество в подвижной форме менее 0,4 мг/ кг почвы.

В дернисто-подзольных почвах количество подвижной Cu – 0,05 – 5 мг, в чернозёмных – 4,5-10 мг, в каштановых – 8-14 мг, в серых- 2,5 -10 мг.

С повышением рН почвы доступность Cu уменьшается поэтому на нитратных и слабощелочных почвах растения испытывают недостаток Си.

Марганец в почвах:

Валовое содержание от 0,01- 0,4 % (0,3 -12г/г).

Большая часть этого элемента находится в почве в виде труднодоступных соединений. Содержание подвижного марганца в дернисто- подзольных почвах 5-15 мг /100г, в чернозёмах- 0,1- 7,5 мг/ 100 г почвы . при близкой к нейтральной реакции почвы марганец переходит в труднодоступные соединения. Почти все почвы, кроме некоторых чернозёмов и других щелочных почв содержат достаточное количество марганца, поэтому на этих почвах вносить его нецелесообразно. Применение марганцовых удобрений необходимо на нейтральных и слабощелочных почвах, т.к. здесь при большом его валовом содержании мало подвижного марганца.

Молибден в почвах:

Валовое содержание Мо в почвах от 1-12 мг/кг. Подвижного Мо: В дернисто-подзольных почвах – 0,04- 1 мг, чернозёмах – 0,02- 0,33, каштановых – 0,09- 0,6, серозёмах – 0,03- 0, 15мг/кг почвы. В пахотном горизонте почвы количество подвижных форм Мо составляет 8-17% от валового. Наиболее бедны Мо лёгкого мех.состава.

Количество водорастворимых форм Мо увеличивается при снижении кислотности. Поглощение Мо растениями при известковании повышается, но при рН 7,5 8,0 начинает снижаться, в следствии увеличения карбонатов в почве. Положительное действие Мо обусловлено не только его действием на лучшее усвоение растениями азотных удобрений, но и улучшением использования азота из почвы.

Цинк в почвах:

Валовое содержание от 6-60 мг/кг почвы. Недостаток цинка может проявляться и на кислых сильно оподзоленных почвах, и на карбонатных бедных цинком и на высокогумусированных почвах.

Усиливает проявление цинконедостаточности применение высоких норм фосфорных удобрений. Наиболее высокое содержание цинка в чернозёмах, наиболее низкое- в дернисто-подзольных.

Недостаток цинка чаще проявляется на нейтральных и слабощелочных карбонатных почвах. В кислых почвах цинк более подвижен и доступен растениям.

Кобальт в почвах:

Общее содержание в почвах от 1-15 мг/кг почвы. Растворимых соединений от 1-5 мг/кг. Меньше всего их в супесчаных и торфяных почвах, в дернисто-подзолистые, суглинистые и чернозёмы богаче растворимыми соединениями Со. Положительное действие Со в первую очередь проявляется в почвах хорошо обеспеченных всеми остальными элементами питания с реакцией близкой к нейтральной.

3. Борные удобрения.

Применяют отходы промышленности при производстве борной кислоты-

Бормагнийсульфат-содержит В₂ О₃ – 0,9- 5,3%

Борнодоломитовоеудобрение- содержит В 1,5-2,3 % (раствор)

Осаждённый борат магния содержит 1,5-1.8 % В (нерастворим)

Вносят как основное удобрение.

Борный суперфосфат- получают добавлением борного минерала к суперфосфату.содержит В – 0,17-0,34%и Р₂О₅- 15-18%, а в

двойном суперфосфате- 36% $P_2 O_5$. вносят как основное или припосевное удобрение.

Борная кислота H_3BO_3 (17%В)иБура (11,5 % В) применяют для некорневых подкормок.

Растворимые В удобрения можно использовать для обработки семян перед посевом, а также в виде подкормок (обычной и внекорневой).

Медные удобрения

В качестве медных удобрений используют пиритные огарки-отходы в процессе обжига сернистого колчедана. Содержит 0,3-1,5 % Cu .

Также используют шлаки, содержащие Cu и низкопроцентные медные руды.

Применяют медный купорос $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ (23-25% Cu).

Пиритные огарки вносят раз в 4-5лет под вспашку.

Медный купорос используют для некорневой подкормки и для предпосевного намачивания семян.

Марганцовые удобрения.

Используют следующие марганцовые удобрения:

Сернокислый Mn $MnSO_4$ - содержит марганца 21-22%

Марганизированный суперфосфат- содержит марганца 1,5-2%, и отходы марганцеворудной промышленности- марганцевые шламы (9-15% Mn) в труднорастворимых формах. Марганцовые шламы вносят перед посевом под вспашку или перепашку зяби, а также в подкормке.

Марганецсуперфосфат- как основное и посевное удобрение.

Сернокислый марганец поэтому используют для предпосевной обработки семян и для некорневой подкормки.

Молибденовые удобрения

Молибденовокислый аммоний (молибдат аммония) (NH_4) $_6$ $Mo_7O_{24} \cdot 4H_2O$ - содержит 52% Mo

Молибдат аммония-натрия $\text{NH}_4\text{NaMoO}_4$ - содержит 35% Мо. Оба хорошо растворяются в воде.

Молибденизированный суперфосфат и дв.пр. (0,1-0,2 % Мо). Первые два удобрения используют для предпосевной обработки семян.

Молибдат аммония используют в качестве некорневых подкормок.

Мо суперф вносят в рядки при посеве.

Цинковые удобрения

Сульфат цинка- ($\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) содержит 21-23% цинка.

Цинкосуперфосфат - 0,1 % от цинка

Полимикроудобрения (ПМУ-7) – отход при производстве цинковых белил (20% цинка). сульфат цинка вносят как некорневую подкормку и предпосевную обработку семян.

Цинксуперф- при посеве и как основное удобрение.

Кобальтовые удобрения

В качестве Co удобрений применяют сернокислый, азотнокислый и хлористый кобальтат- ($\text{Co}(\text{NO}_3)_2 \text{CoSO}_4$ - содержание от 20 до 25% Co. Все соли водорастворимы, поэтому применяются для обработки семян и некорневой подкормки.

10. Комплексные удобрения.

Проблема повышения качества удобрений и их концентраций. *Понятие сложных, комбинированных и смешанных удобрений, их экономическое и агротехническое значение. Агрохимическая характеристика сложных удобрений (аммофос, диаммофос, калийная селитра), их состав, свойства и применение. Комбинированные удобрения (нитрофос, нитрофоска, нитроаммофос, нитроаммофоска, ЖКУ, карбоаммофоска, полифосфаты аммония), их состав, свойства и применение.*

Для улучшения питания растений чаще всего приходится вносить на поле несколько видов удобрений. Использование для этой цели простых удобрений затруднительно, т.к. требует неоднократного использования техники. В связи с этим было разработано и осуществлено производство комплексных удобрений.

Комплексные удобрения – это удобрения, содержащие два и более дефицитных элементов питания. Они имеют ряд преимуществ. Такие удобрения дают возможность удобрить посевы за одну технологическую операцию, за счёт чего затраты на доставку, хранение, внесение уменьшаются на 10-11%. Их можно внести более равномерно, в результате чего лучше обеспечивается питание растений дефицитными удобрениями.

К комплексным удобрениям предъявляют следующие требования: обеспечение заданного соотношения элементов питания для конкретных удобрений возделываемой культуры и свойства почвы; содержание Р в водорастворимой форме не менее 50%; совершенные физико-механические свойства.

Производство комплексных удобрений обходится дороже простых, поэтому эффективное использование комплексных удобрений требует учёта всех условий.

Разработкой комплексных удобрений в нашей стране занимался Прянишников Д.Н., в Краснодарском крае этим вопросом занимался Симакин А.И. Производство комплексных удобрений в нашей стране было организовано в 60-е годы XXв.

В настоящее время доля комплексных в с/х занимает большую часть, чем простых удобрений.

Комплексные удобрения подразделяются на смешанные, сложные и комбинированные.

2) **Смешанные удобрения**- являются продуктом механического перемешивания 2-х и более простых удобрений; их получение прежде всего даст экономию средств и труда при внесении.

Смешанные удобрения (тукосмеси) должны отвечать следующим требованиям:

- создать необходимые элементы питания для данной культуры и почвы;
- соответствовать требованиям культуры к формам питательных веществ;
- учитывать для какого приёма использования предназначена смесь.

При составлении смесей необходимо учитывать определенные правила:

- не допускать потери питательного веществ или перехода их в менее усвояемую форму.
- Ухудшение физических свойств удобрений.

Так, с аммонийными солями и суперфосфатом нельзя смешивать щелочные удобрения (известь, зола, томасшлак) т.к. происходит аммонификация азота и уменьшается растворимость Р.

Смешивание аммиачной селитры или мочевины с суперфосфатом приводит к отсыреванию.

Наиболее распространены удобрения для смешивания: аммиачной селитры и гран.суперфосфата + КСЛ и нейтрализующие добавки (молотый известняк, доломит, фосфоритная мука)

Удобрения для смешивания должны иметь близкий гранулометрический состав, а эту операцию следует проводить незадолго до внесения тукосмесей в почву.

Для расчёта количества смешиваемых удобрений, исходя из дозы в д.в., рассчитывают массу каждого удобрения . Смешивать можно по объёму , забираемому каждым удобрением.

Смешивание может проводиться в хозяйствах с использованием передвижных установок УТС –30 с ленточным транспортёром ПКС-80 или при крупных складах удобрений по заявкам хозяйств.

3) **Сложные удобрения**- это удобрения, состоящие из одной соли, в химическую формулу которой входят 2 или 3 элемента питания.

Аммофос $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ - N –10-14%, P_2O_5 - 35-50% . Это светло серого цвета, обладают хорошими физическими свойствами. Получают нейтрализацией ортофосфорной кислоты аммиаком. Недостаток -широкое отношение N к P.

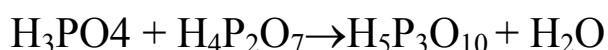
Используется на почвах с низким содержанием P и повышенным K. Применяется как основное удобрение, припосевное, подкормка. Используется для приготовления тукосмесей.

Диаммофос $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ – N – 19-21%, P-35-50%. Это гранулы белого или кристаллический порошок .Свойства и применение как и у аммофоса.

Калийная селитра KNO_3 – 13% N и 45% K_2O мелкокристаллический порошок с хорошими физическими свойствами. Как источник K ценен для культур чувствительных к CL. При использовании требуется добавление N и P удобрений.

Полифосфаты аммония – удобрения, получаемые под давлением при аммонизации полифосфорных кислот.

Исходным продуктом для их получения является ортофосфорная кислота, которая при нагревании в вакууме присоединяет группу PO_4 :



Для практических целей наиболее ценны $(\text{NH}_4)_3\text{HP}_2\text{O}_7$ (N – 18% P_2O_5 – 62%) – триаммонийпирофосфат и тетрааммонийпирофосфат $(\text{NH}_4)_4\text{P}_2\text{O}_7$ (N- 22,7% P_2O_5 -57,7%).

Это хорошо растворимые в воде удобрения и обладающие хорошими физическими свойствами.

Наиболее эффективно их применение на карбонатных почвах. Можно применять как для прямого внесения, так и для приготовления тукосмесей.

Полифосфат мочевины содержит 31-35% N и 24-31% P₂O₅. Получают путём взаимодействия полифосфорных кислот с мочевиной и дополнительной аммонизацией продукта. Целесообразно вносить на легких почвах под лен, картофель, рис

Полифосфат калия - 51% P₂O₅ и 32% K₂O.

Фосфат-К-аммония - (N – 5%, P-50%, K – 22-23%)

Фосфат магния аммония (N – 8%, P – 40%, Mg – 17%)

Метафосфат аммония (N – 17%, P – 40%)

4) **Комбинированные удобрения** – это удобрения в одной грануле которых содержится 2 или 3 питательных элемента в виде отдельных солей, полученные в едином технологическом процессе.

Нитрофос NH₄NO₃ + Ca(H₂PO₄)₂ + CaHPO₄ + CaSO₄ содержит 24% N и 17-18% P₂O₅.

Гранулы светло-серого цвета. Получены путём обработки апатита ортофосфорной кислотой с добавлением (NH₄)₂SO₄.

Гигроскопичны, слеживание, 50% P растворимы в H₂O.

Применяется как основное удобрение на всех почвах под все культуры.

Нитрофоска NH₄NO₃ + Ca (H₂PO₄)₂ + CaHPO₄ + CaSO₄ + KCL содержит N, P и K по 16%. Гранулы светло-серого цвета или светло-розового цвета. Получают как нитрофос + KCL. Гигроскопичны, слеж. Свойства как у нитрофоска. Применяется как основное удобрение на всех почвах, кроме солонцеватых.

Нитроаммофос NH₄NO₃ * NH₄PO₄, содержит N – 16-23% bP-24%. Гранулы белого цвета. Получены путём нейтрализации аммиаком смеси азотной и фосфорной кислот. Малогигроскопичны, слеживается слабо. Весь P водорастворим. Применяется как основное ,припосевное и подкормка.

Нитроаммофоска NH₄NO₃ * NH₄H₂PO₄ * KCL содержит N, P и K по 16%.

Гранулы белые или розовые. Получение и применение как нитроаммофос.

Нитродиамофос(N – 23%, P – 31%) и нитродиамофоска (N – 16%, P – 24%).

Кристален – безхлорное водорастворимое удобрение, содержит 5-12% NH_4 и 2-8% NO_3 , 10-20% P и 10-20% K. Используется в теплицах в виде распыленного водного раствора.

Суперфоска – содержит 11-16% P и 12-21% K. Удобрение порошкообразное, сохраняется в условиях хорошей обеспеченности N.

Карбоаммофос(N – 19-22%, P – 16-29%) и **Карбоаммофоска**(N,P,K – 17%).

Используется на всех почвах под все культуры, N содержится и в аммонийной и амидной формах.

Жидкие комплексные удобрения (ЖКУ) – это растворы солей, содержащие 2 или 3 микроэлемента макроэлемента.

Их эффективность такая же, как и у твердых, но затраты на их производство на 20-30% ниже, также ниже в 3-3.5 раза затраты труда на их применение, а доставка в 2-2.5 раза дешевле.

Их готовят на основе ортофосфорной и полифосфорной кислот. Их нейтрализуют безводным NH_3 и добавляют аммиачную селитру, мочевину и KCl.

Содержание питательных веществ 24-30%. Выпускают в составе 9-9-9 (9% N,P,K), 7-14-2 и др. на основе ортофосфорной кислоты.

На основе полифосфатов содержащих питательных веществ > 40%.

ЖКУ не содержат свободного NH_3 , поэтому их можно разбрызгивать на поверхность поля с последующей заделкой.

Специальными машинами ЖКУ вносят ленточно под пропашные, можно подавать ЖКУ с поливной водой.

Вносить ЖКУ можно машинами для внесения аммиачной воды, опрыскивателями.

11. Классификация, состав, свойства и особенности применения органических удобрений.

Проблема сохранения и повышения почвенного плодородия, роль органических удобрений в решении этой проблемы. *Разностороннее действие органических удобрений на почву и растения.*

Подстилочный навоз. Виды подстилки, ее значение в получении качественного навоза. Процессы, происходящие при хранении навоза. *Способы хранения навоза и их оценка.* Применение навоза в различных почвенно-климатических условиях. Компостирование навоза с фосфоритной мукой, торфом, другими компонентами хозяйственной деятельности. Вывозка и хранение навоза в поле. Продолжительность действия навозного удобрения. Доступность растениям азота, фосфора и калия из навоза. Применение навоза, дозы, глубина заделки и способы внесения под различные культуры. Сочетание применения навоза и минеральных удобрений. Механизация работ по подготовке навоза, транспортировке и внесению в почву.

Бесподстилочный (жидкий и полужидкий) навоз, его состав, хранение и способы использования на удобрение. Дозы и сроки внесения бесподстилочного навоза под основные сельскохозяйственные культуры. Использование соломы на удобрение.

1. **Органические удобрения** – это вещества растительного или животного происхождения, вносимые в почву для повышения плодородия и увеличения урожая. В качестве органических удобрений используют навоз, птичий помет, торф, компосты, зеленые удобрения и т.д. Их называют также местными удобрениями.

Органические удобрения применяются с древнейших времен и им еще тогда придавалось большое значение. До появления минеральных удобрений органические удобрения были единственными средствами повышения плодородия почв. Но и с появлением минеральных удобрений их роль не уменьшилась.

В общем балансе вносимых в почву элементов питания органические удобрения составляют 35-40 %.

Органические удобрения оказывают прямое и косвенное действие. Оно дают непосредственное питание для растений и действуют косвенно, улучшая свойства почвы. Около 70% сухого вещества удобрений минерализуется и дает пищу растениям, а 30% переходит в гумус. В навозе в среднем содержится 0,5% N, 0,25% P и 0,6% K, при норме внесения 30 т/га в почву поступает соответственно 150 кг N, 75 кг P и 180 кг K, что сопоставимо с высокими дозами минеральных удобрений.

Кроме того в навозе содержится много минеральных элементов. Органические удобрения дают энергетический материал м.о., усиливают деятельность их полезных групп. При длительности применения органические удобрения улучшают свойства почвы: увеличивается запас питательных веществ, повышается емкость поглощения и буферность, влагоемкость, скважность и водопроницаемость.

При применении 1 т. Навоза образуется около 50 кг гумуса. Все это создает оптимальные условия для питания растений.

Органические удобрения оказывают положительное влияние на закрепление в недоступной форме радиоактивных элементов, тяжелых металлов, на очищение почвы от химических препаратов.

Наилучшие условия питания создаются при сочетании органических и минеральных удобрений. Элементы питания органических удобрений становятся доступными после минерализации, а минеральные – доступны растениям с самого начала роста растений.

Также органические удобрения повышают запас Са в почве, способствуя насыщению ППКСа, что особенно важно для кислых и солонцеватых почв. Под влиянием органических удобрений снижается кислотность почвы, уменьшается подвижность Al_2O_3 и Fe_2O_3 , повышая этим подвижность P-удобрений. На фоне органических удобрений возможно применение физиологически-кислых удобрений (особенно калийных).

Тяжелые почвы становятся менее связанными, а легкие более связанными, т.к. гумус при размножении органических удобрений способствует формированию водопроницаемой легкокомковатой структуры почвы.

При внесении в почву органические вещества в период интенсивного размножения, возрастает содержание в почвенном воздухе CO_2 , что оказывает прямое влияние на процесс фотосинтеза.

Под влиянием органических удобрений урожайность сельскохозяйственных культур возрастает в течение 5-7 лет после внесения их в почву.

Стоимость добавления продукции зерна, полученной на 1 т. навоза с учетом последствий в 2 раза выше, чем стоимость навоза. Дополнительный доход от навоза более чем в 2 раза превышает затраты на его применение.

Органические удобрения вовлекают в круговорот P, использованный растениями из минеральных удобрений, а также во вторичный оборот N бобовых растений.

Органические удобрения играют большую роль в системе : почва → растение (животные)→ почва.

В России применяется $\approx 3,7$ т. органических удобрений /на 1 га.пашни. а для поддержания бездефицитного баланса гумуса необходимо вносить от 8 до 14 т/га. Из-за недостаточного применения органических удобрений почти повсеместно отмечается снижение содержания гумуса в почве. На Северном Кавказе за 15-20 лет оно составило 0,3-1,0 % от массы почвы.

Потеря гумуса приводит к существенному ухудшению плодородия почвы.

2. **Навоз** - является основным органическим удобрением. Навоз содержит все элементы питания, необходимые для растений – N, P, K, Ca, Mg, S и минеральные элементы: Fe, B, Zn, Cu, Mn, Co. Навоз имеет большое значение , если в севообороте доля пропашных культур составляет 30-35%.

Питательные вещества навоза находятся в связанной форме и освобождаются постепенно. Минерализация органических веществ в почве происхо-

дит в течение весеннего периода и наиболее интенсивно протекают летом, когда t^0 почвы = 25 - 28 °С.

Внесение навоза должно быть в первую очередь под те культуры, которые в период его размножения могли бы его использовать (картофель, свекла, подсолнечник, кукуруза). В зависимости от технологии содержания животных получают подстилочный безподстилочный (полужидкий и жидкий) навоз, который различается по составу, способами хранения и использования.

1. Подстилочный навоз.

Состоит из твердых и жидких выделений животных и подстилки. Состав его зависит от вида животных, состава кормов, качества и количества подстилки и способа хранения навоза.

Количество и соотношение твердых и жидких выделений животных и их состав зависят от видов животных. Навоз у лошадей в 3,5 раза, а у овец и крыс в 2,5 раза больше твердых, чем жидких выделений, у свиней – наоборот.

По химическому составу твердые и жидкие выделения отличаются:

Твердые:

N-0,3-0,6% на сухое вещество

P₂O₅ – 0,2-0,4%

K₂O -0,1-0,4%

CaO -0,1-0,5%

Жидкие:

N -0,4-2%

P₂O₅ 0,07-0,1%

K₂O -0,5-2,3%

CaO -0,01-0,5%

Большая часть P находится в кале, а K и N – в моче.

Ни P в твердых выделениях содержатся в составе органических соединений, а в жидких – в растворимой, легкодоступной для растений форме.

На состав и соотношение твердых и жидких выделений влияет качество кормов. Чем больше сочных кормов – тем больше жидких выделений. При применении концентрированных кормов увеличивается содержание N и P.

В среднем из потребляемого животными корма в навоз переходит \approx 40% органического вещества, 50% N, 80% P и 95 % K.

Для увеличения выхода навоза и его качества имеет значение вид и количество подстилаемого материала.

Подстилка улучшает физические свойства навоза, впитывает мочу и поглощает газообразные формы N. Содержание в ней N и зольных элементов также сказывается на качестве навоза.

Для подстилки применяют:

- ✓ Солому злаковых
- ✓ Торф или торфяную крошку
- ✓ Древесную стружку и опилки

Среднесуточные нормы соломы и торфа на 1 голову составляет (в кг):

- Для коров -4-6 и 5-8;
- Лошадей -2-4 и 3-5;
- Овец – 0,5-1 и 1-2,5;
- Свиной -1-2 и 1,5-2.

Лучшим материалом является – торф, т.к. содержит в 3-4 раза больше N, чем солома и обладает высокой поглотительной способностью.

Солому измельчают до 8-15 см., а при использовании опилок получается навоз плохого качества.

Количество навоза зависит от вида животных в хозяйстве, поголовья скота, продолжительности стойлового периода, количества кормов и вида подстилки.

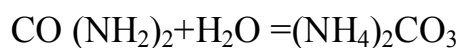
Количество навоза можно подсчитать по формуле:

$$N = \left(\frac{K}{2} + П \right) * 4, \text{ где } \frac{K}{2} - \text{ количество сухого вещества корма, } П - \text{ количество подстилки, } 4 - \text{ коэффициент перевода на сухое вещество.}$$

Хранение подстилки навоза.

Количество и качество навоза в значительной степени зависят от способов его хранения. При его хранении под влияние м.о. происходит размножение азотистых и безазотистых органических веществ. Мочевина и другие органические N соединения превращаются в газообразный NH_3 который является источником потерь N из навоза.

В процессе хранения происходит аммонификация азотистых веществ. Мочевина под влиянием уробактерий превращается в нестойкий карбонат аммония, его размножения приводят к потерям N.



Безазотистые вещества превращаются в аэробных условиях в CO_2 и H_2O , в анаэробных – метан и CO_2 . Чем дольше хранится навоз, тем больше потери N, P и K (в % от оставшейся массы) возрастает.

Существует 3 способа хранения навоза:

1. рыхлый,
2. плотный
3. рыхло-плотный

При **рыхлом** - навоз рыхло укладывают в штабели шириной 2-3 м; при **плотном** – плотно укладывают в штабели шириной не менее 5 м. и высотой 2-2,5 м., при **рыхло-плотном** укладывается слоями в 1 м. с последующим их уплотнением после повышения t^0 в штабеле до 55-60⁰С, всего 3-4 слоя, чтобы общая высота после уплотнения была 2 м.

Лучшим является плотное хранение, при котором t^0 не превышает 20-30 °, доступ воздуха ограничен, поры заняты углекислотой => микробиологическая деятельность затруднена, поэтому размножение идет медленно. Свежий навоз становится полуперепревшим через 3-5 мес. Потери N – небольшие. Рыхло – плотный способ применяют при необходимости обеззараживания навоза, а рыхлый применять не рекомендуется.

В зависимости от степени разложения подстилки навоз делят:

- свежий,
- полуперепревший,
- перепревший
- перегной

Свежий – это неразложившаяся масса.

Полуперепревший – образуется через 3-6 мес., из него теряется 10-30% первоначальной массы и органические вещества, солома – темно-коричневого цвета, легко разрыхливается.

Перепревший – через 6-12 мес. – солома разложилась, навоз имеет вид черной мажущей массы. Потери органического вещества до 50%.

Перегной – через 2-3 года, это рыхлая землистая масса, потери органического вещества до 75%.

В перепревшем навозе и перегное % содержание NPK выше, чем в полуперепревшем.

Степень разложения зависит от условий увлажнения, t^0 и аэрации. Нецелесообразность хранить навоз до перепревшего состояния и тем более перегноя.

Для хранения навоза в каждом хозяйстве надо иметь навозохранилище с жижеборником(котлованного или наземного типа).

Основное требование навозохранилища – устройство прочного и водонепроницаемого дна из цемента или асфальта. Располагают на возвышенных местах на расстоянии не менее 50 м. от скотных дворов и свыше 200 м. от жилых построек.

Внесение и действие подстилки навоза.

Норма внесения подстилки навоза , наиболее окупаемая прибавками урожая, составляет 20-30 т/га. При недостатке навоза в хозяйстве его целесообразно вносить меньшими дозами, но на большей площади. Наиболее эффективно осеннее внесение под зяблевую вспашку. Вносят навозоразбрасывателями сплошным способом. Он должен быть немедленно запахан во избежание потерь N. По действию на урожай навоз не уступает эквивалентному количеству питательных веществ минеральных удобрений. Его последствие – 3-4 года и более, в зависимости от нормы.

Усвоение растениями питательных веществ из навоза в первый год внесения составляет:

P -30-40%, K -60-70%, N – 20-30%

2^й год - P -15-20%, K -10-15%, N – 10-15%

3^й год - P -10-15%, K – 5-10%, N – 0-10%

Использование питательных элементов навоза за ротацию севооборота составляет: P -50-60%, K -80-90%, N – 50-60%, что близко к минеральным удобрениям.

Однако урожай одних культур (клевер, пшеница, свекла) – по выше по навозу, а других (рожь, овес, картофель) – по минеральным. Все зависит от

биологических особенностей культуры и от свойств почвы. На кислых почвах эффективнее навоз, на некислых – минеральные удобрения.

2.Безподстилочный навоз.

Это навоз, получаемый при содержании скоты без подстилки на крупных животноводческих комплексах и фермах и удалении из помещения животных с помощью воды.

В зависимости от содержания воды, безподстилочный навоз подразделяется на полужидкий (влажность до 92%) , жидкий (92-97%) и навозные стоки (> 97%). Удаление навоза из помещений проводится с помощью сплавной системы (через канал под решеткой) или гидросмыва по каналам или без.

Далее твердая фракция используется как подстилочный навоз, а жидкий навоз и навозные стоки направляются в отстойники – накопители. Из них осветленная фракция перекачивается в полевые хранилища, а твердая фракция – выбирается и используется как подстилочный навоз. Безподстилочный навоз содержит: сухие вещества -9,8-11,5%, N -0,4-0,7%, P -0,2-0,4, K 0,21-0,5, Mg -0,1, Ca -0,2-0,15, Na – 0,1-0,12%.

По действию на урожайность безподстилочный навоз не уступает подстилочному навозу. Доступность N и P в безподстилочном навозе выше , чем в подстилочном. Потери N и органических веществ из него ниже в 3-7 раз, чем в подстилочном навозе.

Норму внесения определяют по потребности растений в азоте. Примерная норма под зерновые 140 кг/га, с/св -200-240, к/с 240-320, на пастбищах -200-240 кг/га.

Вносят поверхностно – самотечным методом, а также по оросительным системам или по проточным бороздам.

12. Свойства и особенности применения органических удобрений.

Навозная жижа, птичий помет, их состав, хранение и применение. Компостирование - важнейший способ использования органических удобрений. Химический состав компостов, техника приготовлений и применения компостов.

Запасы торфа в России. Виды и типы торфа, их агрономическая характеристика. Использование торфа на подстилку скоту. Торфяной навоз, его удобрительные качества. Торфяные компосты. Их состав, приготовление, применение.

Значение зеленого удобрения в обогащении почвы органическим веществом и азотом. Культуры, возделываемые на зеленое удобрение. Комплексное использование бобовых сидератов на корм и удобрение. Приемы выращивания отдельных сидератов. Удобрение сидератов. Разложение зеленого удобрения в почве.

Районы применения зеленого удобрения. Процессы минерализации и иммобилизации азота. Азотофиксация клубеньковыми бактериями на бобовых культурах. Азотофиксация свободными diaзотрофами. Биопрепараты с культурами симбиотических и свободноживущих микроорганизмов.

Навозная жижа собирается непосредственно в жижеборниках на скотных дворах, а также выделяется при хранении подстилочного навоза..

В ней содержатся: N -0,25-0,3%, P -0,03-0,06%, K – 0,4-0,5%. Все питательные вещества находятся в легкодоступной форме.

Навозную жижу можно использовать как основное удобрение в дозе 20-50 т/га. Разлитую по поверхности почвы навозную жижу необходимо немедленно заделывать во избежание потерь N.

Можно вносить в подкормку под озимые, на лугах, пастбищах как и безподстилочный навоз. Навозную жижу надо хранить в плотно закрытых жижесборниках.

Навоз. Это основное органическое удобрение во всех зонах страны. Он представляет собой смесь твердых и жидких выделений сельскохозяйственных животных с подстилкой и без нее. 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.

В зависимости от способов содержания скота различают навоз подстилочный (твердый), получаемый при содержании скота на подстилке, и безподстилочный (полужидкий, жидкий).

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

Кроме питательных веществ, навоз содержит большое количество микроорганизмов (в 1т 10- 15кг живых микробных клеток). При внесении навоза почвенная микрофлора обогащается полезными группами бактерий. Органическое вещество служит энергетическим материалом для почвенных микроорганизмов, поэтому после внесения навоза в почве происходит активизация азотфиксирующих и других микробиологических процессов.

Навоз оказывает многостороннее действие как на почву, так и на растение. Он повышает концентрацию углекислого газа в почвенном и надпочвенном воздухе, снижает кислотность почвы и подвижность А1, повышает насыщенность ее основаниями. При систематическом его внесении увеличивается содержание гумуса и общего азота в почве, улучшается ее структура, лучше поглощается и удерживается влага.

Безподстилочный (*жидкий*) *навоз* накапливается в большом количестве на крупных животноводческих фермах и комплексах при безподстилочном содержании скота и применении гидравлической системы уборки экскрементов. Такой навоз представляет собой подвижную смесь кала, мочи, остатков корма, воды и газообразных веществ, образующихся в период хранения. По содержанию влаги его разделяют на полужидких (до 90%), жидкий (90-93%).

Количество и качество безподстилочного навоза зависит от вида и возраста животных, типа кормления, способа содержания скота и технологии накопления навоза.

Большая часть питательных веществ в этом удобрении находится в легкодоступной для растений форме (до 70% азота в аммиачной форме), что обуславливает более сильное его действие по сравнению с подстилочным навозом в год внесения и слабое в последующие годы. Фосфор и калий из подстилочного навоза усваиваются растениями так же, как и из минеральных удобрений.

Птичий помет. Это быстродействующее органическое удобрение. Питательные вещества в нем хорошо усваиваются растениями. Куриный помет содержит 0,7-1,9% азота, 1,5-2% P₂O₅, 0,8-1% K₂O и 2,4% CaO.

Птичий помет используют в качестве подкормки зерновых и технических культур, растворяют его в 8-10 частях воды и вносят в почву культиваторами-растениепитателя.

Торф. Это удобрение представляет собой смесь полуразложившихся в условиях избыточного увлажнения остатков растений, в основном болотных. Торф может быть низкой степени разложения (до 20%), средней (20-40%) и высокой (более 40%). Широко применяют в сельском хозяйстве как удобрение.

Различают три типа торфа: верховой, низинный и переходный.

Верховой торф образуется на бедных питательными веществами возвышенных местах рельефа (сфагновые мхи, пушицы, шейхцерия болотная,

подбел, багульник, осока топяная и др.). Верховой торф характеризуется повышенным количеством органического вещества, высокой кислотностью, большой поглотительной способностью и малым содержанием питательных веществ. Применяют указанный торф главным образом в качестве подстилки и для компостирования.

Низинный торф образуется на богатых питательными веществами пониженных частях рельефа (осоки, гипновые мхи, тростник, хвощ, таволга, сабельники и др.). Низинный торф содержит больше питательных веществ и меньше органического вещества, чем верховой. Наиболее целесообразно его использовать для приготовления различных компостов.

Переходной торф занимает промежуточное положение между верховым и низинным. По количеству золы (в %) торфа подразделяют на нормальные (до 12) и высокозольные (более 12).

Торфяные компосты. Торф широко применяют для приготовления компостов. При компостировании с навозом торф быстрее разлагается и полнее используется растениями. Хорошо компостируется торф (верховой или переходной) с известью. Хорошие результаты получают при добавлении к торфу 20 кг фосфоритной муки на 1тн. Торфофосфоритные компосты особенно эффективны на супесчаных почвах, а торфоизвестковые - на кислых.

Кроме этого торф используют на полях орошения, где его компостируют с осадком сточных вод. Широко применяют также торфофекальные компосты. Эти компосты считаются сильнодействующими.

Осадки сточных вод. Их получают при очистке сточных вод городов на очистных сооружениях. Влажность свежего осадка составляет около 97%. Для снижения влажности до 80% они проходят этап естественной сушки на иловых площадках и механического обезвоживания на вакуум-фильтрах с применением реагентов (хлорное железо и известь), а для снижения влажности до 25-30% - проходят термическую сушку в барабанных печах.

Осадки с иловых площадок можно использовать под все культуры, но наиболее целесообразно их применение под овощные и силосные культуры,

сахарную свеклу. Осадки после термической сушки, содержащие больше извести и железа, желательнее вносить под отзывчивые на известь культуры.

Сапропель(пресноводный ил). Он представляет собой отложившуюся в пресноводных водоемах смесь земли с полуразложившимися растительными и животными остатками. Содержит органические вещества (до 15-30% и более), азот, фосфор, калий, известь, микроэлементы, некоторые витамины, антибиотики, биостимуляторы.

Наибольшее количество питательных веществ наблюдается в иле водоемов, находящихся около населенных пунктов.

Сапропели применяют как в чистом виде, так и в виде компостов с навозом, фекалиями и навозной жижей.

Зеленое удобрение. Оно представляет собой зеленую массу растений - сидератов, запахиваемую в почву в щелях обогащения ее питательными веществами, главным образом азотом, улучшения водного, воздушного и теплового режимов. Наибольшее значение зеленое удобрение имеет на малоплодородных дерново - подзолистых, песчаных, суглинистых и супесчаных почвах, а также на орошаемых землях и во влажных районах Закавказья.

Важнейшее условие повышения эффективности зеленого удобрения - это правильно сочетание его с другими органическими и минеральными удобрениями и химической мелиорацией почв. Такой способ удобрения широко применяется, так как он дешев (часто не требует транспортных средств), и по химическому составу зеленое удобрение близко к навозу. Сидераты обладают хорошо развитой глубоко проникающей корневой системой и усваивают фосфор из труднорастворимых соединений. Поэтому при разложении запаханной растительной массы почва обогащается не только N, органическим веществом, но и P, K, Ca.

Под влиянием зеленого удобрения увеличивается содержание гумуса, усиливается микробиологическая деятельность, повышается влагоемкость, поглощательная способность, улучшается структура почвы.

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

Компосты:

Компостирование – это биотермический процесс минерализации и гумификации органических веществ происходящих в аэробных условиях под воздействием микроорганизмов.

При компостировании органические отходы разогреваются до $t^{\circ}60^{\circ}\text{C}$, что губительно влияет на личинки и куколки мух, яйца гельминтов и болезнетворные неспорообразующие микроорганизмы.

Состав компостов:

Компост состоит из двух компонентов:

Поглотитель – торф, солома, дерновая земля

(слабо разлагается и обладает большой поглотительной способностью).

Активный компонент – навоз, навозная жижа, фекалии

(богаты микрофлорой и элементами питания)

Важное значение имеет компостирование органических удобрений с минеральными.

Широко используют компостирование навоза с фосфорной мукой.

В компостах фосфорная мука должна составлять 1-4% массы навоза (т.е. на 1т навоза 10-40кг фосфорной муки). Чем длительнее взаимодействие фосфорной муки и навоза, тем выше эффект.

Компосты выдерживают не менее 1,5 – 2 месяцев и вносят как основное удобрение под зерновые культуры 10 – 15 т, под картофель и силосные – 20 – 30 т на 1 га.