

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РФ

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ПЕРМСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ
АКАДЕМИЯ ИМЕНИ АКАДЕМИКА Д.Н. ПРЯНИШНИКОВА»**

Кафедра агрохимии

КЛАССИФИКАЦИЯ И КАЧЕСТВЕННЫЙ АНАЛИЗ УДОБРЕНИЙ

МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ

к лабораторным занятиям и самостоятельной работе по агрохимии
для студентов 3 курса по специальности 110101 «Агрохимия и агропочвоведение», 110201 «Агрономия», 110202 «Плодоовощеводство и виноградарство», 110203 «Защита растений», 110102 «Агроэкология»

Пермь 2007

Классификация и качественный анализ удобрений: методическое пособие к лабораторным занятиям и самостоятельной работе по агрохимии для студентов 3 курса специальностей 110101 «Агрохимия и агропочвоведение», 110201 «Агрономия», 110202 «Плодоовощеводство и виноградарство», 110203 «Защита растений», 110102 «Агроэкология». Составитель: к. с.-х. наук Л.В. Дербенева, 2-е изд., перераб. и доп./ФГОУ ВПО «Пермская ГСХА». Пермь, 2007. – 40 с.

Рецензент: доцент кафедры почвоведения кандидат с.-х. наук О.А. Скрыбина.

Методическое пособие составлено в соответствии с программой, рекомендовано учебно-методическим объединением по агрономическому образованию Министерства сельского хозяйства РФ. Печатается по разрешению методической комиссии агрохимического факультета. Утверждено: протокол № __ от «__» _____ 2007 г.

Предназначено для студентов очного и заочного отделений агрохимического и агрономического факультетов.

Содержание

1. Классификация удобрений	4
2. Пересчет действующего вещества азотных, фосфорных, калийных и комплексных удобрений в условные единицы и способы определения количества минеральных удобрений	11
3. Распознавание минеральных удобрений по внешнему виду и качественным реакциям	15
Приложения	25
Список литературы	40

1. КЛАССИФИКАЦИЯ УДОБРЕНИЙ

Удобрения – это вещества, предназначенные для питания растений и повышения плодородия почвы.

Удобрения делят на 4 группы: органические, минеральные, органо-минеральные и бактериальные.

1. Органические удобрения – органические вещества растительного или животного происхождения (навоз, навозная жижа, торф, птичий помет, компост, хозяйственные отходы, солома, зеленое удобрение, фекалии, биогумус). Элементы питания в них находятся в органической форме и используются растениями после минерализации в течение нескольких лет.

Органические и некоторые известняковые удобрения относят к *местным* удобрениям, так как хозяйства готовят их своими силами из производственных отходов (навоз, жижа, мусор и др.) или природных ресурсов (торф, известь, известняковые туфы, сапропель, доломит, природная доломитовая мука, мергель, гажка, торфотуф), залегающих на территории хозяйства.

2. Минеральные (искусственные) удобрения – удобрения химического (промышленно-заводского) или ископаемого происхождения, содержащие питательные элементы в минеральной форме.

Питательные элементы – элементы удобрения, необходимые для роста и развития растений, для повышения плодородия почвы.

3. Органо-минеральные удобрения – смесь органических и минеральных удобрений, полученная в едином технологическом процессе или путем механического смешивания. К этой группе относят «Универсал» (основа его чистый низинный торф, N – 7 %, P – 7 %, K – 8 %, MgO – 1,5 %), «Корневую смесь» (основа куриный помет, N – 5 %, P – 3 %, K – 5 %, микроэлементы) и другие. Органо-минеральные удобрения интенсивно поступают в настоящее время в розничную торговлю. Их используют в личных подсобных хозяйствах при посадке растений и посеве семян в грунт, для приготовления почвенных смесей.

Можно готовить органо-минеральные удобрения в хозяйстве путем смешивания торфа с аммиачной водой (ТАУ); торфа с аммиачной водой, фосфоритной мукой и хлористым калием (ТМАУ); торфа с фосфоритной мукой или известью, или золой.

4. Бактериальные удобрения – препараты, содержащие культуру микроорганизмов, фиксирующих атмосферный азот, или минерализующих органическое вещество почвы и удобрений (азотобактерин, нитрагин почвенный, фосфоробактерин и др.). Бактериальные препараты относят к искусственным удобрениям.

По характеру воздействия на почву и рост растений удобрения делятся на удобрения прямого и косвенного действия.

Удобрения прямого действия используются для питания растений, для создания продуктивности культур (азотные, фосфорные, азотно-фосфорные, борные, азотно-фосфорно-калийные, навоз, компосты и др.).

Удобрения косвенного действия применяются для улучшения свойств почвы или влияющие на мобилизацию находящихся в ней питательных веществ (известняковые, гипс, бактериальные). Деление удобрений на прямое и косвенное действие весьма условно, так как любое удобрение прямого действия одновременно является и косвенным. Попадая в почву, удобрения могут оказывать, как положительное влияние на свойства почвы и питательный режим растений, так и отрицательное (переизвесткование и зафосфачивание почв, накопление в растениях нитратов, тяжелых металлов и неметаллов, радионуклидов).

Минеральные удобрения – соли, получаемые путем химической или механической обработки минерального сырья (апатитов, фосфоритов, калийных солей, доломитов и др.). Исходным сырьем для удобрений является и атмосферный азот, побочные продукты некоторых химических производств, содержащие элементы питания для растений (газы коксовых печей, шлаки).

Минеральные удобрения по химическому составу подразделяют на простые (одинарные, односторонние, однокомпонентные) и комплексные (многосторонние; рис.1).

Простые минеральные удобрения содержат только один из основных элементов питания, то есть одно действующее вещество. Однако, это определение условно, т.к. в простых удобрениях, кроме одного из основных элементов питания могут содержаться в качестве примесей сера, магний, кальций и микроэлементы.

Действующее вещество удобрения – основной питательный элемент, содержащийся в соли. Простые минеральные удобрения по действующему веществу делят на виды: азотные, фосфорные, калийные, магниевые, борные, медные, кобальтовые, марганцевые и другие.

Азотные удобрения в зависимости от формы соединения азота подразделяют на 6 групп:

1. Аммонийные – азот в соли представлен катионом аммония (NH_4^+), связанным с кислотным остатком. Представителями этой группы являются: сульфат аммония ($(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$), сульфат аммония-натрия ($(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 + \text{Na}_2\text{SO}_4$), хлористый аммоний (NH_4Cl), углекислый аммоний ($(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$);

2. Нитратные – азот находится в окисленной форме (NO_3^-) в виде солей азотной кислоты. Это натриевая, кальцевая и магниевая селитры (NaNO_3 , $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$);

3. Аммонийно-нитратные – азот находится в соли в аммонийной и нитратной формах. Аммонийная (NH_4NO_3) и известково-аммонийная ($\text{NH}_4\text{NO}_3 \cdot \text{CaCO}_3$) селитры;

4. Амидные – азот в удобрении находится в амидной форме (NH_2^+). Карбамид или мочевины ($\text{CO}(\text{NH}_2)_2$);

5. Аммиачные – весь азот удобрений находится в виде свободного аммиака (NH_3 безводный или жидкий) или почти весь (аммиачная вода $2\text{NH}_4\text{OH} \leftrightarrow 2\text{NH}_3 + 2\text{H}_2\text{O}$);

6. Аммиакаты и азотные растворы – азот в удобрении представлен смешанными формами (аммонийно-аммиачно-нитратные, аммонийно-аммиачно-

амидно - нитратные).

Фосфорные удобрения по растворимости и усвояемости растениями подразделяют на 4 группы:

1. Растворимые в воде – фосфор из этих солей очень хорошо усваивается растениями. Представителями являются суперфосфаты: простой и обогащенный ($\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O} + 2\text{CaSO}_4$), двойной ($\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$), аммонизированный ($\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O} + 2\text{CaSO}_4 + \text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$);

2. Полурастворимые - нерастворимые в воде, но растворимые в растворе лимоннокислого аммония (цитрата аммония) или в 2 % растворе лимонной кислоты. Это преципитат ($\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), обесфторенный фосфат ($\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 + 4\text{CaO} \cdot \text{P}_2\text{O}_5 \cdot \text{CaSiO}_3$), термофосфат ($3\text{CaO} \cdot \text{P}_2\text{O}_5 \cdot \text{Na}_2\text{O} + \text{SiO}_2$);

томашлак ($4\text{CaO} \cdot \text{P}_2\text{O}_5 + 4\text{CaO} \cdot \text{P}_2\text{O}_5 \cdot \text{CaSiO}_3$), фосфатшлак ($4\text{CaO} \cdot \text{P}_2\text{O}_5 \cdot \text{CaSiO}_3$), плавлений фосфат магния ($2\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 + \text{MgSiO}_3$). Фосфорная кислота или усвояемый фосфор (сумма водорастворимого и цитратнорастворимого P_2O_5) из этих соединений хорошо усваивается растениями;

3. Труднорастворимые – фосфаты, нерастворимые в воде и слабых кислотах, но растворимые в сильных кислотах (HCl , HNO_3). Представителем этой группы является фосфоритная мука ($\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot \text{CaCO}_3 + \text{CaF}_2$). Фосфор из фосфоритной муки хорошо усваивают только люпин, горчица и гречиха. Остальные сельскохозяйственные растения усваивают фосфор только после ее разложения кислотностью почвы.

На болотах, под слоем торфа, встречается болотная руда или вивианит ($\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$). Вивианит, как и фосфоритная мука, является хорошим источником фосфора для кислых почв Нечерноземной зоны;

4. Комбинированные – в соли присутствуют фосфаты, растворимые в воде (содержание от 17,8 до 34 % P_2O_5 водн.), растворимые в растворе цитрата аммония (от 25,4 до 38,3 % P_2O_5 собственно-усвояемого) и труднорастворимые. К этой группе относят перспективное концентрированное гранулированное удобрение длительного действия – суперфос.

Калийные удобрения делят на четыре группы:

1. Концентрированные – продукты заводской переработки сырых калийных солей. Представителями этой группы являются хлористый калий (KCl), сульфат калия (K_2SO_4), калимагнезия ($\text{K}_2\text{SO}_4 \cdot \text{Mg}_2\text{SO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) и другие;

2. Смешанные – смесь чаще всего хлористого калия, полученного галургическим способом, с молотым каинитом или сильвинитом. Это 30 % и 40 % -ные калийные соли ($\text{KCl} + \text{KCl} \cdot \text{MgSO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$, $\text{KCl} + n\text{KCl} \cdot m\text{NaCl}$);

3. Сырые соли – получают путем размола природных пород. Каинит ($\text{KCl} \cdot \text{MgSO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$), сильвинит ($n\text{KCl} \cdot m\text{NaCl}$), карналлит ($\text{KCl} \cdot \text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$), полигалитовые и другие соли, которые, в основном, являются сырьем для получения концентрированных и смешанных калийных удобрений. В связи с низким содержанием калия, сырые соли нецелесообразно транспортировать на дальние расстояния от месторождения.

4. Отходы промышленности также можно использовать в качестве калийных удобрений (древесная и сланцевая зола, цементная пыль, калий-

электролит). Например, калий-электролит побочный продукт при получении магния из карналлита. В г. Березники освоено производство гранулированного калия-электролита, содержащего 42 % K_2O и 6-7 % MgO . Удобрение используется на посевах культур, чувствительных к хлору и является относительно дешевым.

Известняковые удобрения состоят, в основном, из углекислых солей кальция и магния или отходов промышленности, богатых известью. Используют их для нейтрализации кислотности, улучшения агрохимических, агрофизических и биологических свойств почв, а также для обеспечения растений кальцием и магнием. Известняковые удобрения, в зависимости от размола или обжига, делят на три группы:

1. Промышленные известняковые удобрения. Получают из твердых пород (известняки, доломитизированные известняки, доломиты) путем размола или обжига, или обжига с последующим гашением водой. К этой группе относят известняковую муку ($CaCO_3$), доломитовую муку ($CaCO_3 \cdot MgCO_3$), жженую (MgO , CaO) и гашеную известь ($Ca(OH)_2$, $Mg(OH)_2$), мел ($CaCO_3$);

2. Мягкие известняковые удобрения, не требующие обжига и размола. Это природная доломитовая мука, мергель, гажа (озерная известь), торфотуф;

3. Отходы промышленности, богатые известью – древесная и сланцевая зола, зола бурых углей, металлургические шлаки, цементная пыль, дефека́т (отход свеклосахарного производства), карбонат кальция химического синтеза (отход при производстве азофоски), магуд (отход при обжиге $MgCO_3$) и другие.

Комплексные удобрения содержат не менее двух основных питательных элементов, иногда микроэлемент, ростовое вещество, добавки пестицидов. Различают двойные удобрения (азотно-фосфорные, азотно-калийные и др.) и тройные (азотно-фосфорно-калийные), которые называют еще полными удобрениями. По способу производства комплексные удобрения делят на сложные, сложно-смешанные (комбинированные) и смешанные:

1. Сложные удобрения получают при химическом взаимодействии исходных компонентов, в которых все частицы, кристаллы или гранулы имеют одинаковый или близкий химический состав, т.е. имеют единую формулу. В качестве исходных компонентов используют аммиак, фосфорную, азотную и серную кислоты, плав нитрата аммония, фосфорит или апатит и калийные соли. Это аммофос ($NH_4H_2PO_4$), диаммофос ($(NH_4)_2HPO_4$), калийная селитра (KNO_3), метафосфат аммония ($(NH_4PO_3)_n$) и калия ($KPO_3)_n$) и другие;

2. Сложно-смешанные (комбинированные) удобрения получают при смешивании готовых однокомпонентных и сложных удобрений и введением в смесь жидких и газообразных продуктов. В эту группу входят нитрофоска, нитрофос, азофоска, нитроаммофоска и другие (приложение 1);

3. Смешанные – механические смеси готовых односторонних удобрений, производимые в хозяйствах или на заводах.

Комплексные удобрения, в которых соотношение элементов питания для растений соответствует агротехническим требованиям (для определенной

культуры, почвы), называют уравновешенными.

В зависимости от концентрации действующего вещества различают низкоконцентрированные, концентрированные и высококонцентрированные минеральные удобрения. Удобрения, содержащие от 30 до 50 % действующего вещества (в сумме N, P₂O₅, K₂O), называют концентрированными, а более 50 % - высококонцентрированными.

Удобрения, все элементы которых служат для питания растений, называют безбалластными. Балластными веществами являются глина, песок, гипс, хлористый натрий, соли магния и кальция, свободные кислоты и элементы, входящие в состав молекулы соли, кроме действующего вещества (приложение 2, 3).

Удобрения по физическому состоянию делятся на твердые и жидкие (аммиачная вода, ЖКУ). Жидкие комплексные удобрения (ЖКУ) – растворы или суспензии, содержащие два или более основных питательных элемента.

Твердые удобрения – это гранулированные, кристаллические, порошкообразные (аморфные) вещества. Гранулированные удобрения получают методами приллирования, прессования или структурного гранулирования сырых солей. Они состоят из частиц, чаще всего, округлой формы (зерен, гранул или шариков) размером от 1 до 6 мм в диаметре. Кристаллические удобрения получают в виде кристаллов разной формы, размером более 0,5 мм. Порошкообразные (аморфные) удобрения состоят в основном из частиц размером менее 1мм.

Потребность растений в элементах питания различна. Элементы, накапливающиеся в растениях от сотых долей до целых процентов (на абсолютно сухое вещество), называются макроэлементами. Это азот, фосфор, калий, кальций, магний, сера. Элементы, накапливающиеся в растениях в тысячных – стотысячных долях процента, относят к микроэлементам (бор, молибден, цинк, медь, марганец, кобальт, йод, железо и другие). Элементы, поступающие в растения в меньших количествах, чем микроэлементы, относят к ультрамикроэлементам (платина, серебро, золото). Удобрение, в котором действующим веществом является макроэлемент, называют макроудобрением, а если действующим веществом является микроэлемент – микроудобрением.

Длительно действующие удобрения постепенно отдают питательные элементы в течение одного или нескольких вегетационных периодов (хелатированные, капсулированные и другие).

При внесении минеральных удобрений агрохимик-агроном обязан знать их физиологическую реакцию. Она обусловлена неодинаковым использованием растениями катионов или анионов из растворенных солей в почве. В зависимости от физиологической реакции минеральные удобрения бывают:

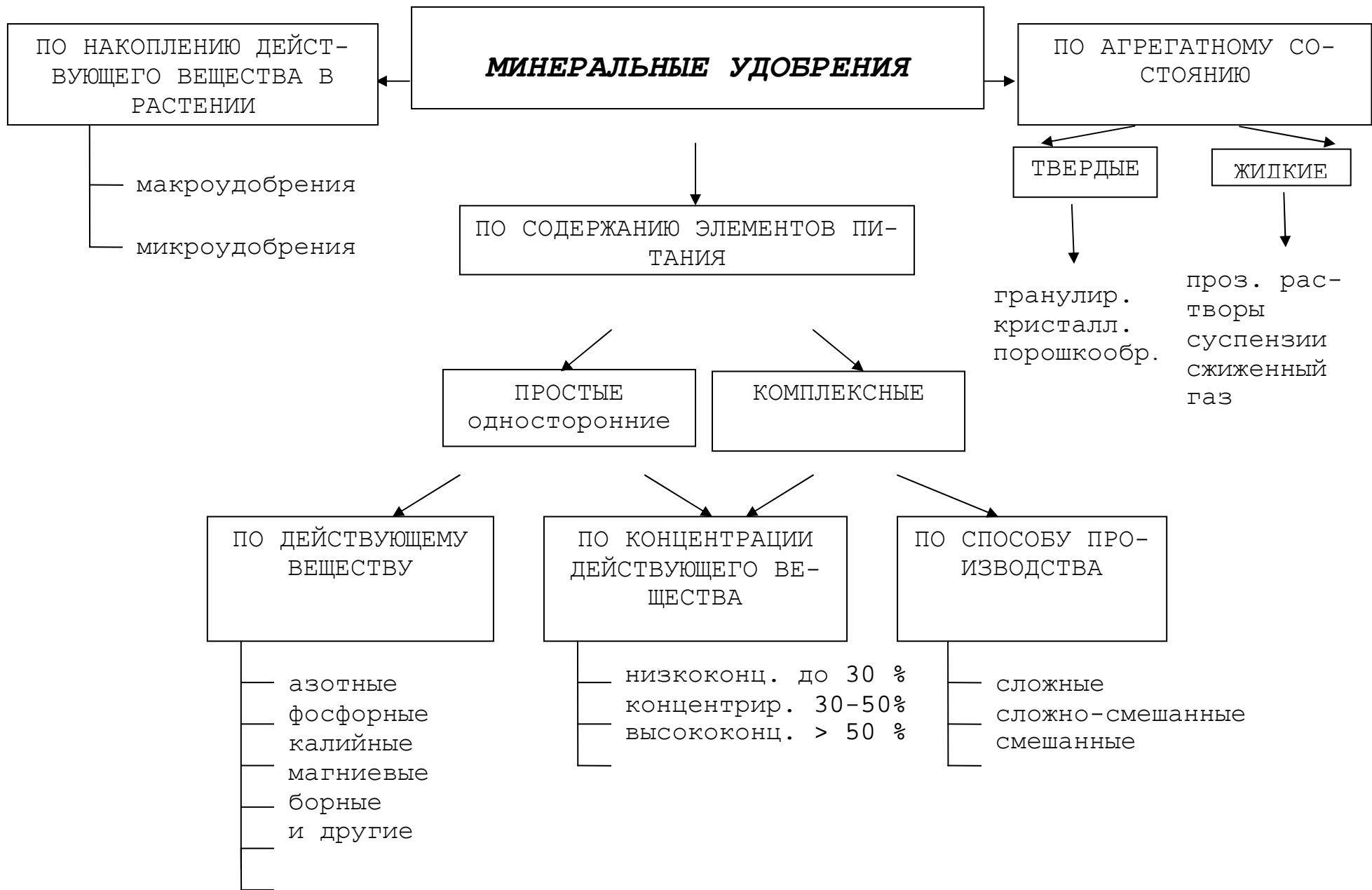
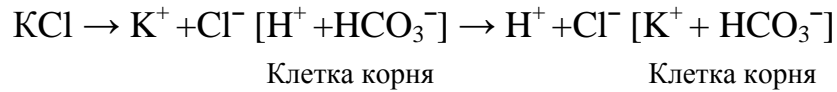


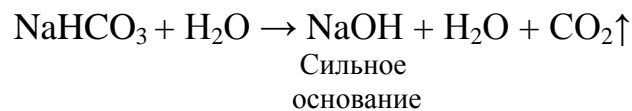
Рис.1 Классификация минеральных удобрений

1. *Физиологически кислые*, из которых растения энергично поглощают катионы, а из клеток корня в прикорневую зону выделяются катионы H^+ и, как следствие, почва подкисляется.



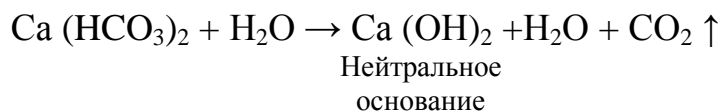
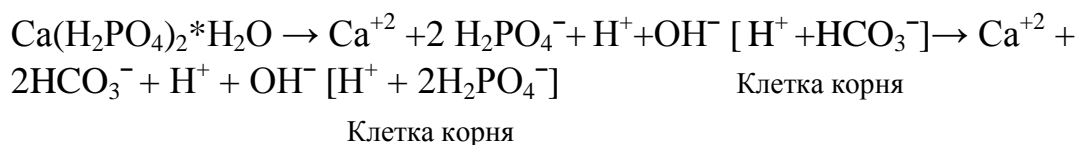
К физиологически кислым удобрениям относят все калийные и азотные соли, азот которых находится в аммонийной форме. Их нужно вносить в почву с нейтральной реакцией, по фону извести или физиологическую кислотность удобрений нейтрализовать известью (приложение 4).

2. *Физиологически щелочные* соли, из которых растения в первую очередь и в больших количествах поглощают анионы NO_3^- , а в прикорневой зоне образуются сильные основания, нейтрализующие кислотность почвы.



К этой группе солей относят натриевую и кальциевую селитры ($NaNO_3$, $Ca(NO_3)_2$). Их необходимо вносить в кислые почвы.

3. *Физиологически нейтральные*. Эту группу образуют фосфорные удобрения. Их можно вносить в почвы с любой реакцией. Они не подкисляют и не подщелачивают почву.



2. ПЕРЕСЧЕТ ДЕЙСТВУЮЩЕГО ВЕЩЕСТВА АЗОТНЫХ, ФОСФОРНЫХ, КАЛИЙНЫХ И КОМПЛЕКСНЫХ УДОБРЕНИЙ В УСЛОВНЫЕ ЕДИНИЦЫ И СПОСОБЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОЛИЧЕСТВА МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ

Для определения количества минеральных удобрений применяют 3 вида показателей: физическую массу, массу в пересчете на действующее вещество, условные единицы.

I. Физическая масса (натуральный вес удобрений в кг, ц, т) – измерение, необходимое при учете всех видов перевозок и хранения удобрений.

II. Удобрение или тук состоит из **действующего вещества и балластных веществ**. Содержание действующего вещества или питательного элемента выражают в процентах массы: для азотных удобрений в пересчете на азот (N), фосфорных – в пересчете на пятиоксид фосфора (P_2O_5), калийных – на оксид калия (K_2O), магниевых – на оксид магния (MgO), микроудобрений – на микроэлемент (Mo, Zn, Mn и др.), известняковых – на углекислый кальций ($CaCO_3$). Исчисление в действующем веществе необходимо для установления доз и сопоставления соотношения внесения удобрений в почву.

Доза удобрения – это количество действующего вещества удобрения, вносимого на гектар пашни за один прием. Дозы удобрений зависят от планируемой урожайности, биологических особенностей культур, содержания подвижных элементов в почве, способов и сроков внесения, и колеблются в широких пределах:

- от 10 до 30 кг N или P_2O_5 /га при посеве или посадке;
- от 15 до 120 г микроэлемента, от 30 до 60 кг N, P_2O_5 и K_2O на гектар при подкормках;
- от 30 до 180 кг N, P_2O_5 и K_2O на гектар при основном внесении под зяблевую вспашку или под культивацию почвы;
- от 30 г до 3 кг микроэлемента на 1 т семян или клубней при обработке их перед посевом (посадкой).

Норма удобрения – это количество удобрения, вносимого на гектар пашни под культуру за весь период ее выращивания.

Пересчет физической массы удобрения в действующее вещество и наоборот, рассмотрим на следующих примерах:

Пример 1. Осенью на 1 га пашни, под будущие посевы ячменя, внесено 140 кг (1,4 ц) мочевины, 280 кг (2,8 ц) простого суперфосфата, 120 кг (1,2 ц) хлористого калия. Определите дозу азота, фосфора, калия под ячмень.

Мочевина содержит 46 % азота (действующего вещества). Содержание действующего вещества берут из сертификата качества, с маркировки на упаковке, из ГОСТ, ГОСТ Р, ОСТ или ТУ на удобрение, а также из справочного материала или определяют в агрохимической лаборатории, химическим способом.

В 100 кг $CO(NH_2)_2$ содержится 46 кг N

Со 140 кг $CO(NH_2)_2$ внесено – x_1 кг N

$$x_1 = \frac{140 \cdot 46}{100} = 64 \text{ кг (0,64 ц) N/ га}$$

Простой суперфосфат содержит 20,5 % фосфора.

В 100 кг $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O} + \text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ содержится 20,5 кг P_2O_5

С 280 кг $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O} + \text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ внесено – x_2 кг P_2O_5

$$x_2 = \frac{280 \cdot 20,5}{100} = 57 \text{ кг (0,6 ц) } \text{P}_2\text{O}_5 \text{ /га}$$

Хлористый калий содержит 60 % калия.

В 100 кг KCl содержится 60 кг K_2O

С 120 кг KCl внесено – x_3 кг K_2O

$$x_3 = \frac{120 \cdot 60}{100} = 72 \text{ кг(0,7 ц) } \text{K}_2\text{O} \text{ / га}$$

Пример 2. Под яровую пшеницу весной на один гектар пашни внесено 400 кг (4 ц) нитроаммофоски. Определите дозу азота, фосфора, калия, внесенных под пшеницу.

Нитроаммофоска (НАФК) с соотношением и содержанием $\text{N}:\text{P}_2\text{O}_5:\text{K}_2\text{O}$ равным 17:17:17.

В 100 кг НАФК содержится 17 кг N

С 400 кг НАФК внесено – x_1 кг N

$$x_1 = \frac{400 \cdot 17}{100} = 68 \text{ кг (0,7 ц) N /га}$$

Такое же количество килограммов P_2O_5 и K_2O внесено на гектар пашни.

Пример 3. Под яровую пшеницу внесено 60 кг P_2O_5 на га в виде двойного суперфосфата. Определите количество суперфосфата, внесенного под пшеницу.

Двойной суперфосфат содержит 42 % фосфора.

В 100кг $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ содержится 42 кг P_2O_5

x кг $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ – внесено 60 кг P_2O_5

$$x = \frac{100 \cdot 60}{42} = 142 \text{ кг (1,42 ц) двойного суперфосфата внесено на гектар}$$

Пример 4. При посеве ячменя внесено 15 кг P_2O_5 на гектар в виде аммофоса. Определите количество аммофоса и дозу азота, внесенного под ячмень.

Аммофос содержит 12 % азота и 52 % фосфора.

В 100 кг $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ содержится 52 кг P_2O_5

x_1 кг $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ – внесено 15 кг P_2O_5

$$x_1 = \frac{100 * 15}{52} = 29 \text{ кг (0,3 ц) аммофоса внесено на гектар}$$

В 100 кг $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ содержится 12 кг N

С 29 кг $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ внесено – x_2 кг N

$$x_2 = \frac{29 * 12}{100} = 3,5 \text{ кг N/га}$$

Более сложные расчеты проводятся при совместном внесении в почву простых и комплексных удобрений при установленных дозах.

Пример 5. Какое количество нитрофоски (НФК с соотношением и содержанием $\text{N}:\text{P}_2\text{O}_5:\text{K}_2\text{O}$ равным 11:10:11), аммонийной селитры и двойного суперфосфата необходимо внести под культивацию почвы? Возделываем ячмень. Установленная доза $\text{N}_{70}\text{P}_{90}\text{K}_{40}$.

Дозу $\text{N}_{70}\text{P}_{90}\text{K}_{40}$ под ячмень нельзя обеспечить внесением только одной нитрофоски. К ней нужно добавлять простые удобрения. Расчет начинают с элемента, доза которого меньшая. В данном примере – это K_{40} .

В 100 кг НФК содержится 11 кг K_2O

x_1 кг НФК – внесено 40 кг K_2O

$$x_1 = \frac{100 * 40}{11} = 363,6 \text{ кг (3,64 ц) нитрофоски внесено на гектар}$$

С 363,6 кг нитрофоски внесли 40 кг N и 36,4 кг фосфора.

В 100 кг НФК содержится 11 кг N

С 363,6 кг НФК внесли – x_2 кг N

$$x_2 = \frac{363,6 * 11}{100} = 40 \text{ кг (0,4 ц) N/га}$$

В 100 кг НФК содержится 10 кг P_2O_5

С 363,6 кг НФК внесли – x_3 кг P_2O_5

$$x_3 = \frac{363,6 * 10}{100} = 36,4 \text{ кг (0,36 ц) } \text{P}_2\text{O}_5/\text{га}$$

Для обеспечения установленной дозы не хватает 30 кг азота ($\text{N}_{70} - \text{N}_{40}$) и 53,6 кг фосфора ($\text{P}_{90} - \text{P}_{36,4}$). Недостаток азота компенсируем внесением аммонийной селитры, а недостаток фосфора – двойным суперфосфатом. Рассчитываем их физическую массу.

Аммонийная селитра содержит 34,6 % азота.

В 100 кг NH_4NO_3 содержится 34,6 кг азота

x_4 – внесли 30 кг азота

$$x_4 = \frac{30 * 100}{34,6} = 88,2 \text{ кг (0,9 ц) аммонийной селитры нужно довести}$$

Двойной суперфосфат содержит 46 % фосфора

В 100 кг $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ содержится 46 кг P_2O_5

x_5 кг $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ – внесли 53,6 кг P_2O_5

$$x_5 = \frac{100 \cdot 53,6}{46} = 116,5 \text{ кг (1,2 ц) двойного суперфосфата нужно довести}$$

Таким образом, чтобы обеспечить дозу $\text{N}_{70}\text{P}_{90}\text{K}_{40}$ под ячмень, нужно взять 3,64 ц нитрофоски, добавить к ней 0,9 ц аммонийной селитры и 1,2 ц двойного суперфосфата. Перед внесением удобрения хорошо перемешать.

III. Условные единицы исчисления удобрений. Планирование и поставку минеральных удобрений исчисляют в условных единицах. Для пересчета удобрений в условные единицы за стандарт принято следующее содержание действующего вещества: для азотных – 20,5 % N, фосфорных – 18,7 % P_2O_5 , фосфоритной муки – 19,0 % P_2O_5 , калийных – 41,6 % K_2O .

Для пересчета в условные единицы фактическое содержание действующего вещества в процентах делят на условное его содержание. Таким образом, получают коэффициент пересчета (к) на который умножают физическую массу удобрения.

Пример 1. На склад поступило 500т аммонийной селитры, 200т мочевины. Определите количество азотных удобрений, поступивших на склад.

$$34,6 : 20,5 = 1,66 \text{ (к)} \quad 500 \cdot 1,66 = 830\text{т N в виде } \text{NH}_4\text{NO}_3$$

$$46,0 : 20,5 = 2,03 \text{ (к)} \quad 200 \cdot 2,03 = 406\text{т N в виде } \text{CO}(\text{NH}_2)_2$$

$$830 \text{ т} + 406 \text{ т} = 1236 \text{ т азота в условных единицах.}$$

Комплексные удобрения пересчитывают на условные единицы отдельно для N, P_2O_5 , K_2O , а потом суммируют.

Пример 2. На склад поступило 1250 т нитроаммофоски. Определите количество удобрений, в условных единицах, поступившее на склад.

В пересчете на условные единицы по содержанию азота:

$$17 : 20,5 = 0,83 \text{ (к)} \quad 1250 \text{ т} \cdot 0,83 = 1037,5 \text{ т};$$

по содержанию фосфора:

$$17 : 18,7 = 0,91 \text{ (к)} \quad 1250 \text{ т} \cdot 0,91 = 1137,5 \text{ т};$$

по содержанию калия:

$$17 : 41,6 = 0,41 \text{ (к)} \quad 1250 \text{ т} \cdot 0,41 = 512,5 \text{ т.}$$

Общее количество условных единиц составляет 2687,5т.

3. РАСПОЗНАВАНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ ПО ВНЕШНЕМУ ВИДУ И КАЧЕСТВЕННЫМ РЕАКЦИЯМ

Для рационального использования минеральных удобрений необходимо знать их вид, форму соединения питательного элемента и процент действующего вещества, количество примесей и воды, гранулометрический состав и рассыпчатость. Информация об этих показателях в обязательном порядке предоставляется покупателю текстом на листке-вкладыше или на потребительской упаковке, а также в сертификате качества на удобрения.

Первое знакомство с минеральными удобрениями начинают с проведения качественного анализа (распознавания). Результатом его является установление формы соединения питательного элемента и вида удобрения.

Цель распознавания состоит в том, чтобы познакомиться с удобрениями, их свойствами и по одной или двум реакциям, специфическим для каждой соли, быстро отличать одно удобрение от другого.

Техника распознавания удобрений

1. Дежурный студент в начале лабораторного занятия должен получить листы-схемы распознавания минеральных удобрений и набор безымянных удобрений.

2. Внимательно прочитать раздел 3 настоящего пособия.

3. Распознавание начинают с внимательного осмотра каждого удобрения. Определяют цвет, запах, однородность, влажность, структуру и сыпучесть удобрений. Полученные результаты записываются в таблицу 1.

4. Дальнейшее распознавание проводят по схеме, спускаясь постепенно сверху вниз. Устанавливают растворимость удобрения в воде. Соли растворяют в воде. Раствор соли разливают на 5 пробирок. Растворы используют для реакций со щелочью, хлористым барием, азотнокислым серебром, дифениламином и другими реактивами. Полученные результаты записываются в таблицу 1.

5. Если удобрение хорошо растворимо в воде, то его в сухом виде испытывают на раскаленном угле.

6. Если удобрение плохо или нерастворимо в воде, то следует уделить внимание цвету, запаху и структуре, а потом подействовать на сухую соль соляной кислотой.

7. Суспензию плохо растворимых в воде удобрений испытывают на кислотность.

8. Анионы H_2PO_4^- , HPO_4^{2-} , PO_4^{3-} фосфорных удобрений и анионы бора, и молибдена, а также катионы Mg^{2+} определяют с помощью реакций, изложенных ниже.

9. Гранулы комплексных удобрений перед проведением соответствующих реакций тщательно растереть в фарфоровой чашке. Примерно 1 г соли поместить в пробирку, в которую добавить 15 см³ воды. Содержимое пробирки осторожно нагреть и тщательно перемешать в течение 5 мин. После отстаивания жидкость над осадком разлить по пробиркам для проведения соответствующих реакций. Реакции проводят так же, как и при определении

простых минеральных удобрений.

Цвет удобрений различный от чисто белого до черно-синего и зависит от цвета исходного сырья, наличия в нем примесей, способа производства.

Цвет азотных удобрений в основном белый (гранулированные аммонийная и кальциевая селитры, натриевая селитра, хлористый аммоний), светло-серый (гранулированная мочеви́на), иногда с грязно-синим, желтоватым или темно-серым оттенком (сульфат аммония, кальциевая селитра).

Фосфорные удобрения имеют светло-серый (суперфосфаты) и темно-серый цвет (томас- и фосфатшлаки). Преципитат – это белый или серый аморфный порошок. Фосфоритная мука – землисто-темный тяжелый тонкий порошок.

Хлористый калий в нашей стране выпускают в виде кристаллов белого (галургический способ получения), а также оранжево-розового цвета (флотационный способ) и гранул кирпично-красного цвета. Сульфат калия имеет белый с желтоватым оттенком или кирпично-красный цвет. Калийная соль (40 % K_2O) представляет собой смесь белых мелких кристаллов хлористого калия с оранжевыми, бурыми, синими или бесцветными крупными кусочками сильвинита.

Известняковые материалы обычно белого, светло-серого или палевого цвета.

Микроудобрения имеют более широкий спектр цветов: голубой (сульфат меди), белый (аммоний молибденовокислый, борная кислота, йодит калия), ярко розовый (хлорид кобальта), красный (сульфат кобальта), стальной черный (полимикродобрение).

Запах удобрений. Суперфосфаты имеют своеобразный кислый запах, который обусловлен небольшим количеством (1-3 %) в них свободных кислот (H_2SO_4 , H_3PO_4). Цианамид кальция имеет легкий запах керосина.

Отходы промышленного производства – томасшлак, фосфатшлак при взаимодействии с соляной кислотой вскипают и выделяют сероводород – газ с запахом гниющего белка.

Удобрения, содержащие азот в аммонийной и амидной формах, при нагревании выделяют аммиак.

Костная мука на раскаленном угле издаст запах жженого рога.

Влажность удобрений. Сухие удобрения, с предельно допустимым количеством влаги (по ГОСТ, ГОСТ Р, ОСТ), слабогигроскопичны и обладают хорошей сыпучестью. Если удобрение слежалось, сыпучесть пониженная, то соль увлажнена (средней гигроскопичности). Если удобрение представляет плотную слежавшуюся массу, то оно влажное (сильногигроскопично).

Для уменьшения слеживаемости, сохранения сыпучести, а, следовательно, для равномерного их рассева разбрасывателями и туковыми сеялками, минеральные удобрения гранулируют. Гранулированием называют процесс превращения сырой массы соли с добавками минеральных или органических веществ (карбонаты, масло, амины жирного ряда) в более или менее однородные по размеру частицы-гранулы. Доминирующая часть гра-

нул имеет размер от 1 до 4мм в диаметре. Частицы-гранулы могут иметь форму зерен, гранул или шариков. Предпочтительней округлая форма гранул с ровной поверхностью. Такие гранулы более прочные и меньше истираются при пересыпании и внесении удобрений.

Структура (конституция) удобрений. Твердые удобрения представляют порошки или муку, кристаллы различной величины и формы (округлые, игольчатые, угловатые и др.), иногда с блестящими гранями и гранулы.

Для изучения структуры удобрение необходимо поместить в фарфоровую чашку. Внимательно его рассмотреть и слегка растереть между пальцами.

Все азотные (за исключением цианамид кальция) и все калийные удобрения (кроме калимага и печной золы) представляют кристаллические вещества. Порошковидное (аморфное) состояние характерно для известняковых и фосфорных удобрений (кроме гранулированных суперфосфатов и кристаллического обесфторенного фосфата). Подобную структуру имеют цианамид кальция, печная зола, полимикродобрение.

Мочевина и аммонийная селитра являются распространенными азотными удобрениями. Кристаллическая мочевина состоит из белых продолговатых мелких кристаллов, напоминающих битое стекло. Она мылится, а при повышенной температуре плавится. Аммонийная селитра представляет белые с сероватым оттенком кристаллы, которые холодят руку. Оба удобрения имеют повышенную гигроскопичность.

В гранулированном состоянии выпускают аммонийную и кальциевую селитры, мочевину, двойной и простой суперфосфат, хлористый калий, калимагнезию и большинство комплексных удобрений. Гранулы мочевины прозрачны. Аммонийная селитра имеет белые ровные гранулы – типа жемчужин.

Растворимость удобрений в воде. По растворимости в воде минеральные удобрения делят на хорошо растворимые, труднорастворимые и нерастворимые. При определении растворимости в пробирку помещают около 2 грамм удобрения и приливают двадцатикратное количество воды. Содержимое пробирки встряхивают 1 минуту. Если раствор прозрачный, то удобрение хорошо растворимо в воде. Если в пробирке образуется суспензия с меньшим объемом удобрения – труднорастворимо, а если суспензия с взятым объемом удобрения – нерастворимо. Полной растворимости не всегда следует ожидать, так как удобрения иногда содержат нерастворимые примеси.

Далее прозрачный раствор разливают в 5 пробирок.

Азотные, калийные, сложные удобрения хорошо растворимы в воде. Элементы питания из них сразу усваиваются растениями.

К труднорастворимым относят большинство фосфорных и известняковых солей, известняково-аммонийную селитру, калимаг, имеющие аморфное и гранулированное строение.

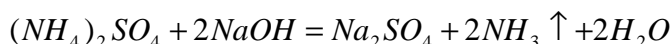
Малораспространенное азотное удобрение – цианамид кальция и фос-

форитная мука в воде нерастворимы.

Следовательно, такой признак, как растворимость в воде, позволяет безошибочно разделить минеральные удобрения на две большие группы: азотные и калийные – с одной стороны, фосфорные и известняковые – с другой.

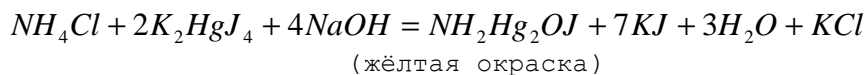
Качественное распознавание удобрений. Минеральные удобрения – это соли, состоящие в основном из следующих ионов: NH_4^+ , K^+ , Na^+ , Ca^{+2} , Mg^{+2} , NO_3^- , Cl^- , SO_4^{-2} , $H_2PO_4^-$, HPO_4^{-2} , PO_4^{-3} , $Mo_7O_{24}^{-6}$, BO_3^{-3} и других.

Аммонийную группу легко обнаружить, действуя на раствор удобрения щелочью.



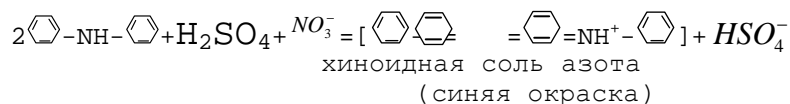
В пробирку к водному раствору удобрения прибавить 1/3 от объёма 8-10% раствора щелочи NaOH или KOH, подогреть на спиртовке. В результате реакции выделяется аммиак, который легко обнаружить по запаху. Это значит, что удобрение содержит азот.

Катион аммония в растворе удобрений можно обнаружить с реактивом Несслера. При их взаимодействии образуется комплексное соединение – йодистый меркурат аммония, которое при малых количествах аммония окрашивает раствор в желтый цвет (желтее, чем реактив Несслера), при значительных – в красно-жёлтый, при высоких концентрациях аммония дает красно-бурый осадок.



При выполнении реакции необходим избыток реактива Несслера (1 см³ вытяжки + 2-3 капли реактива), так как образующийся осадок растворяется в аммонийных солях.

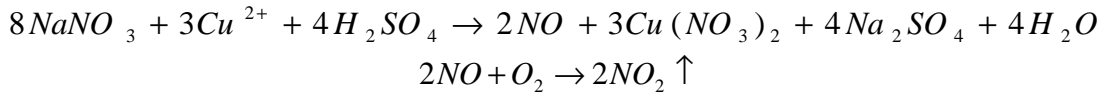
Соли азотной кислоты называют селитрами. Присутствие аниона NO_3^- в растворе соли устанавливают с помощью дифениламина ((C₆H₅)₂NH + H₂SO₄) или медных стружек.



Раствором удобрения смочить стенку фарфоровой чашки и на смоченную поверхность нанести 1-2 капли дифениламина. В результате реакции образуется соединение синей окраски. Это значит, в растворе удобрения присутствует анион NO_3^- .

В пробирку с раствором удобрения опустить щепотку медных опилок, добавить по стенке 1-2 см³ H₂SO₄ (1,84), осторожно встряхнуть и подогреть. Выделение оксида азота, имеющего бурый цвет, указывает на присутствие NO_3^- в растворе удобрения. **К проведению этой реакции нужно отне-**

стись с особой осторожностью!!!



Реакция удобрений на раскаленном угле. Селитры, введенные в пламя спиртовки, вспыхивают и быстро сгорают за счет выделения кислорода, активизирующего сгорание (присутствие NO_3^- в соли). Между собой селитры различают по цвету окраски пламени при горении спиртовки:

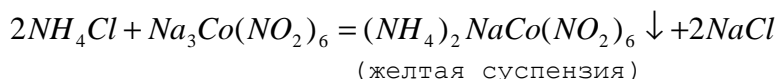
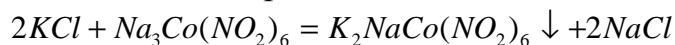
- при сгорании на раскаленном угле аммонийная селитра (NH_4NO_3) вспыхивает и сгорает ярким бесцветным пламенем, иногда плавится, кипит и выделяет белый дым с запахом аммиака;
- натриевая селитра (NaNO_3) вспыхивает, быстро сгорает, окрашивая пламя спиртовки в желто-оранжевый цвет;
- калийная селитра (KNO_3) вспыхивает и сгорает, окрашивая пламя в фиолетовый цвет;
- кальциевая селитра ($\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$) плавится и образует белый налет извести на угле.

Мочевина ($\text{CO}(\text{NH}_2)_2$) на раскаленном угле плавится, дымит и выделяет аммиак. Подобную реакцию дают сульфат аммония ($(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$), хлористый аммоний (NH_4Cl), аммофос ($\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$) и сложно-смешанные удобрения: нитрофос, нитрофоски, нитроаммофос, карбоаммофос, карбоаммофоска, кристаллин, содержащие азот в аммонийной и амидной формах.

Фосфорные, известняковые, калийные удобрения, гипс на раскаленном угле не изменяются, запаха не дают, за исключением костной муки. Калийные удобрения, имеющие крупные кристаллы (KCl , 40 % $\text{KCl} + m\text{NaCl} * n\text{KCl}$), на угле потрескивают.

Для этого щепотку удобрения помещают на раскаленный докрасна древесный уголь и уголь с удобрением снова вводят в пламя спиртовки.

Катионы калия и аммония в простых и совместное их присутствие в комплексных удобрениях можно обнаружить при взаимодействии с кобальт-нитритом натрия, при этом образуется желтый осадок двойной соли калия-натрия и аммония-натрия.

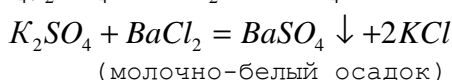
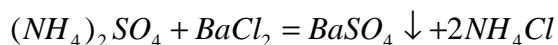


К водному раствору удобрения прибавить 2-3 капли раствора или порошка (до 0,1 г) кобальтнитрита натрия. Желтый осадок указывает, что в растворе удобрения присутствует катион аммония или калия, или оба иона вместе.

Для уточнения состава комплексных удобрений новую порцию водного раствора соли необходимо выпарить досуха, потом прокалить до полного

прекращения выделения белого дыма с запахом аммиака, который указывает на присутствие в удобрении катиона аммония. Затем в тигель с зольным осадком добавить около 3 см³ воды и щепотку (0,1 г) Na₃Co(NO₂)₆. Выпадение желтого осадка указывает на наличие в растворе катиона калия. Это может быть нитрофоска, нитроаммофоска, карбоаммофоска и другие удобрения, которые в своем составе содержат катионы аммония и калия. Отсутствие желтого осадка указывает, что в удобрении присутствует только катион аммония (нитрофос, аммофос, карбоаммофос и другие).

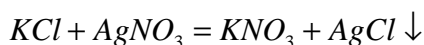
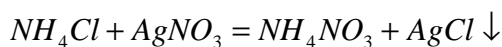
Присутствие аниона SO_4^{2-} в удобрениях устанавливают с помощью 5% раствора хлорида бария.



Образующийся сульфат бария выпадает в виде густого молочно-белого мелкокристаллического осадка, нерастворимого в уксусной и слабой соляной кислотах.

В пробирку к водному раствору удобрения прибавить 1-2 капли 5 % раствора BaCl₂, образуется осадок. К осадку прилить 1/3 от объёма кислоты. Образование осадка, нерастворимого в кислоте свидетельствует, что в удобрении присутствует SO_4^{2-}

Анион Cl^- в удобрениях обнаруживают с помощью 1 % или 2 % раствора AgNO₃.



(белый творожистый осадок)

В пробирку к водному раствору удобрения последовательно прибавить 2-3 капли раствора AgNO₃, CH₃COOH. Образовавшийся белый творожистый осадок нерастворим в уксусной кислоте.

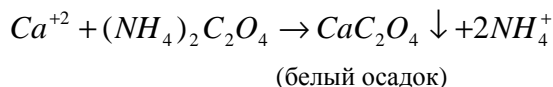
Фосфорные и известняковые удобрения легко выделить из других минеральных удобрений по внешнему виду и реакциям. Распознавание начинают с взаимодействия их с 10 % раствором HCl (CH₃COOH). Для этого около 1 г удобрения поместить в фарфоровую чашку и добавить к нему из капельницы кислоту. Если удобрение «вскипает» (выделение CO₂), то в нем содержатся карбонаты или примесь карбонатов.



К таким удобрениям относят известняковые, фосфатшлак, либо томасшлак, золу, цианамид кальция.

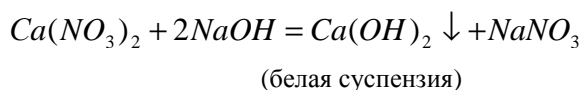
В состав фосфорных, известняковых, сложно-смешанных удобрений, известняково-аммонийной селитры входит кальций. Перечисленные удобрения представляют муку или гранулы светло-серого, серого, белого, палевого или розового цвета. В воде они заметно не растворяются. Поэтому качественное распознавание их проводят как из водных, так и из уксуснокислых вытяжек.

Катион Ca^{+2} в удобрениях находят с помощью щавелевокислого аммония, при этом образуется белый мелкокристаллический осадок щавелевокислого кальция.



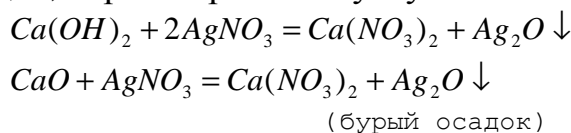
К 2-4 см³ суспензии прибавить 2-3 капли $(NH_4)_2C_2O_4$. Раствор нагреть, что способствует быстрому появлению осадка. Осадок растворим в минеральных кислотах, но не растворим в уксусной кислоте.

При взаимодействии кальциевой селитры (азотное удобрение) с раствором щелочи выпадает белый осадок. Эта реакция на водорастворимый кальций.

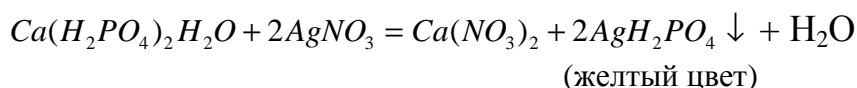


Натриевая и калиевая селитры со щелочью образуют растворимые гидроксиды.

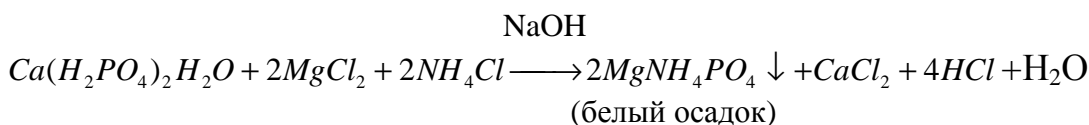
Негашеная и гашеная известь при взаимодействии с 2-% раствором $AgNO_3$ дают бурый осадок, нерастворимый в уксусной кислоте.



Анион $H_2PO_4^-$ в удобрениях находят с помощью 2-% раствора азотнокислого серебра. Водную суспензию удобрения тщательно перемешать, частицам дать осесть, добавить в нее 2-3 капли $AgNO_3$. Если в пробирке появится желтый осадок, то это говорит о присутствии аниона $H_2PO_4^-$ (суперфосфаты, аммофос, нитрофос, нитрофоска, карбоаммофос, карбоаммофоска, азофоска, суперфос).



Однозамещенные анионы фосфорной кислоты можно обнаружить в удобрениях и с помощью щелочного раствора магниезальной смеси.

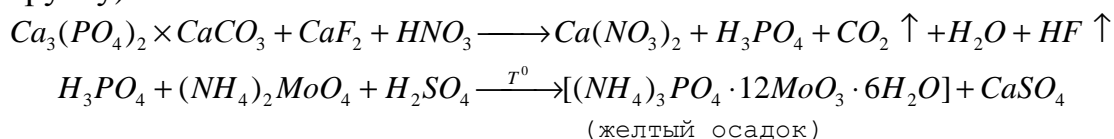


Раствор над осадком удобрения слить в другую пробирку, к нему добавить около 1 см³ раствора щелочной магниезальной смеси. Белый кристаллический осадок указывает на водорастворимое фосфорное удобрение (все суперфосфаты).

Анион HPO_4^{-2} и совместное его присутствие с $H_2PO_4^-$ (усвояемый P_2O_5) в комплексных удобрениях определяют следующим образом: щепотку удобрения растворить в 2 см³ CH_3COOH , добавить 3-4 капли NH_4OH и около 1 см³ магниезальной смеси. Появление белого кристаллического осадка сви-

детельствует о присутствии этих ионов.

Анион PO_4^{-3} можно найти с помощью молибденовой жидкости (реактив по Труогу).

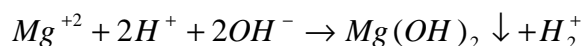


Щепотку удобрения растворить в 5 см³ 10 % раствора азотной кислоты. К 1 см³ раствора прибавить 1 см³ реактива по Труогу (смесь раствора молибденовокислого аммония с концентрированной серной кислотой), нагреть до кипения. В результате реакции образуется желтый кристаллический осадок, который свидетельствует о присутствии аниона PO_4^{-3} . Это фосфоритная мука.

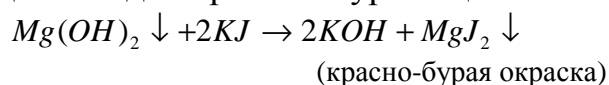
Реакция лакмусовой бумажки на водную болтушку известняковых и фосфорных удобрений. Для этого в отстоявшуюся жидкость над осадком удобрения опустить лакмусовую бумажку:

- если синяя лакмусовая бумажка краснеет, то реакция удобрения кислая, что характерно для суперфосфатов;
- если красная лакмусовая бумажка синеет, то реакция – щелочная. Это известняковые материалы, томас- и фосфатшлаки, цианамид кальция, зола;
- если обе бумажки не изменяют цвет или синяя становится фиолетовой, то реакция удобрения нейтральная – преципитат ($CaHPO_4 \cdot 2H_2O$).

Катион магния присутствует в калийных, магниевых, известняковых удобрениях. Магний обнаруживают в солях с помощью раствора йода в йодистом калии.



Гидроксид магния соединение малорастворимое в воде, которое при взаимодействии с йодом дает осадок красно - бурого цвета.



В фарфоровую чашку последовательно добавить 2 капли КJ, 2 капли щелочи (1:1, образуется бледно желтая окраска), затем 2 капли раствора удобрения. Если соль содержит магний, то окраска раствора становится красно-бурой, в противном случае окраска не меняется.

К 2-3 г известнякового удобрения прилить 2-3 см³ CH_3COOH , суспензию взболтать, частицам дать осесть. Заранее в фарфоровую чашку поместить 2 капли раствора КJ, 2 капли щелочи и 2-3 капли отстоявшейся жидкости удобрения. Магнийсодержащие известняки окрашивают раствор в красно-бурый цвет, а не содержащие – дают жёлтую окраску.

Молибденовокислый аммоний представляет собой белое мелкокристаллическое вещество, грани кристаллов, которого блестят. Присутствие молибдена в удобрении обнаруживают с помощью следующей реакции: соль растворить в воде, в раствор добавить около 1 см³ KH_2PO_4 , 5-6 капель 10 %

раствора H_2SO_4 . Раствор перемешать оловянной палочкой, предварительно ошкуренной. Раствор в пробирке приобретает синюю окраску.

Реакция на бор в удобрениях. Удобрение в количестве 1-2 г поместить в фарфоровую чашку, к нему добавить 5-7 см³ этилового спирта, 1-2 капли 10 % раствора HCl. Суспензию перемешать и дать постоять 5-10 мин., а потом поджечь. Если края пламени окрашиваются в зеленый цвет, то в этой соли присутствует бор.

Таблица 1

Распознавание минеральных удобрений по внешним признакам и качественным реакциям

№ удобр.	Внешние признаки					Раствори- мость в воде	Реакция			
	цвет	запах	влажность	сыпучесть	структура		со щело- чью	с йодом	с дифенил- амином	с медными опилками
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

Реакция удобрений							Реакция лакмусовой бумажки на вод. болтушку	Состав или формула	Название удобрения	Основной способ применения
на раска- ленном древес. угле	с кобальтнитри- том натрия	с хлори- стым барием	с азотнокис- лым серебром	с кисло- той	с магнизиаль- ной смесью	с молибдено- вой жидкостью				
12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22

ПРИЛОЖЕНИЯ

1. ВАЖНЕЙШИЕ ВИДЫ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ И ИХ ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ

Удобрение	ГОСТ, ТУ, ЧМТУ, марки и сорта	Содержание действующего вещества не менее, %	Содержание влаги не более, %	Примеси, %*	
1	2	3	4	5	
АЗОТНЫЕ (N)					
NH_4NO_3 Аммонийная селитра кристаллич. гранулиров.	ГОСТ 5.21-85	34,65	0,2	– Кондиционирующая добавка $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$	
	ГОСТ 2-85 марка Б высший сорт	34,4	0,3		
	1 сорт	34,4	0,3		
	2 сорт	34,0	0,3		
$\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ Мочевина (карбамид): кристалл. гранулир.	ГОСТ 5.2206-92	46,3	0,3	– Биурет до 1,4 Карбомидоформаль- дегидная смола 0,2- 0,5; SO_4^{2-}	
	ГОСТ 2081-92 марка Б выс. сорт	46,2	0,3		
	1 сорт	46,2	0,3		
	2 сорт	46,2	0,3		
$\text{CaCN}_2 + \text{C}$ Цианамид кальция	ГОСТ 1780 марка Б	19,0	0,5	Неорг. масла, С 9-13, CaO 18-28, CaCl_2 5-8, SiO_2 , Fe_2O_3 , Al_2O_3	
NaNO_3 Натриевая селитра техническая	ГОСТ 828-77	1 сорт	16,4	1,0	0,05 не раств. в воде веществ; 0,3 хлори- дов (NaCl); 0,2 Fe_2O_3
		2 сорт	16,3	1,8	

1	2	3	4	5
Ca(NO ₃) ₂ *3H ₂ O Кальциевая селитра	ТУ 2181-028-32496445-01	15,0	14,0	NH ₄ NO ₃ 4-7; Ca 19
(NH ₄) ₂ SO ₄ Сульфат аммония	ГОСТ 9097-82 высш. сорт 1 сорт (кристалл.) 2 сорт (кристалл. или аморф.)	21,0 20,8 20,8	0,2 0,3 0,3	Св. H ₂ SO ₄ 1-3
NH ₄ CL Хлористый аммоний	ГОСТ 2210-75 1 сорт 2 сорт	25,0 24,5	1,0 1,5	Fe 0,003
(NH ₄) ₂ SO ₄ + Na ₂ SO ₄ Сульфат аммония-натрия	ТУ 6-01-192-78	17,0	2,0	Св. H ₂ SO ₄ 0,3; орга- нические примеси 1,5; Na 8
NH ₃ Безводный аммиак (сжиженный)	ГОСТ 6221-90 марка Б	82,0	-	Масло 8,0 мг/л; Fe 2,0 мг/л
NH ₄ OH + NH ₃ Водный аммиак технический (ам- миачная вода)	ГОСТ 9-92 марка Б	20,0	-	CO ₂ 8 г/л, Си 0,01 г/л
(NH ₄) ₂ CO ₃ *CO(NH ₂) ₂ Углеаммиакат-аммиачно-водный (раствор карбоната аммония и мо- чевины)	ТУ 6-03-374-74	29,0	-	CO ₂ 8-11

1	2	3	4	5
$\text{NH}_4\text{NO}_3 \cdot \text{NH}_2\text{CO} \downarrow \cdot \text{H}_2\text{O}$ Азотное удобрение - плав	ТУ 6-03-377-70	30,0	-	-
$\text{NH}_4\text{NO}_3 \cdot \text{CO}(\text{NH}_2)_2$ Раствор аммонийной селитры и мочевины - плав	ТУ 6-03-377-70	32,0	-	-
$\text{CO}(\text{NH}_2)_2 \cdot \text{CH}_2\text{O}$ Мочевино-формальдегидное удобрение. МФУ	-	38-42, 8-10 водораст.	-	-
$\text{NH}_4\text{NO}_3 \cdot \text{CaCO}_3$ Известняково-аммонийная селитра - плав	-	20-26	-	-
ФОСФОРНЫЕ (P_2O_5)				
$\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O} + 2\text{CaSO}_4$ Простой порошкообразный суперфосфат из апатитого концентрата -«- , нейтрализованный -««- , гранулированный -««- , гранулиров. с добавкой Mn -««- , гранулиров. с добавкой В -««- , гранулиров. с добавкой Мо	ТУ 6-08-277-73 ТУ 6-08-310-74 ГОСТ 5956-78	20±1 20±1 20±1 19±1; Mn 1,5 ± 0,5 20±1; В 0,2 ± 0,05 20±1; Мо 0,13 ± 0,03	12,0 5,0 4,0 4,0 4,0 4,0	Св. H_3PO_4 (P_2O_5) 5 Св. H_3PO_4 (P_2O_5) 2,5

1	2	3	4	5
$\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ Двойной суперфосфат гранулированный -- с бором -- с молибденом	ГОСТ 16306-80 марка А марка Б сорт 1 сорт 2 ТУ 6-08-315-80	49±1 46±1 43±1 43±1; В 0,4 ± 0,05 43±1; Мо 0,2 ± 0,05	4,0 5,0 5,0 5,0 5,0	Св. H_3PO_4 (P_2O_5) 2,5 Св. H_3PO_4 (P_2O_5) 5 Св. H_3PO_4 (P_2O_5) 5 Св. H_3PO_4 (P_2O_5) 5 Св. H_3PO_4 (P_2O_5) 5
$\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ Преципитат (фосфат осаждённый)	ТУ 6-17-765-76	38,0	8,0	Фтор(F) 0,1-0,2
$\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 + 4\text{CaO} \cdot \text{P}_2\text{O}_5 \cdot \text{CaSiO}_2$ Обесфторенный фосфат	-	Около 25	-	CaO, MgO, SiO ₂
$\text{Na}_2\text{O} \cdot 3\text{CaO} \cdot \text{P}_2\text{O}_5 \cdot \text{SiO}_2$ Термофосфат	-	20-35	-	CaO, MgO, SO ₄ ²⁻ , Mn, B, Си, Sr
$4\text{CaO} \cdot \text{P}_2\text{O}_5 \cdot \text{CaSiO}_2$ Шлаки: фосфатшлак томасшлак	ТУ 11-14—77 ЧМТУ 14-11 47-71	10,0 14-20	2,0 2,0	CaO, SiO ₂ , MnO ₂ , Fe ₂ O ₃ , Al ₂ O ₃ , MgO
$\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot \text{CaCO}_3 + \text{CaF}_2$ Фосфоритная мука	ГОСТ 5716-74 1 сорт 2 сорт 3 сорт	29±1 23±1 20±1	1,5 1,5 1,5	Песок, глина, F, Си, Fe ₂ O ₃ , Al ₂ O ₃

1	2	3	4	5
КАЛИЙНЫЕ УДОБРЕНИЯ (K₂O)				
<p>KCL Хлористый калий</p> <p>-«- ,на экспорт</p> <p>-«- , гранулированный</p> <p>-«- , непылящий</p> <p>-«- , с медью</p>	<p>ГОСТ 4568-83 марка «гранулированный» сорт 1</p> <p>сорт 2</p> <p>сорт 3</p> <p>марка «мелкий»</p> <p>сорт 1</p> <p>сорт 2</p> <p>сорт 3</p> <p>ТУ 2184-024-002009527-95</p> <p>марка Б</p> <p>ТУ 2184-042-002095527-97</p> <p>ТУ 2184-040-00209527-96</p> <p>ТУ 6-08-307-74</p>	<p>60,0</p> <p>58,0</p> <p>57</p> <p>60</p> <p>58</p> <p>57</p> <p>58-60</p> <p>60</p> <p>60</p> <p>56,8; Си 1± 0,2</p>	<p>0,5</p> <p>0,5</p> <p>0,5</p> <p>1,0</p> <p>1,0</p> <p>1,0</p> <p>0,5</p> <p>0,5</p> <p>0,5</p> <p>1,0</p>	<p>NaCl</p> <p>NaCl</p> <p>NaCl</p> <p>NaCl</p> <p>NaCl</p> <p>NaCl</p>
<p>KCL + nKCL* mNaCl</p> <p>40 % -калийная соль</p>	<p>ТУ 6-12-16-71</p>	<p>40,0</p>	<p>2,0</p>	<p>Глина, песок, микро-элементы</p>
<p>KCL* MgCL₂* 6H₂O</p> <p>Карналлит обогащённый</p>	<p>ТУ 1714-069-05778557-93</p>	<p>16,0; MgO 14,0</p>	<p>3±0,3</p>	<p>NaCl 3,0; CaSO₄</p>
<p>KCL* NaCl +MgCL₂</p> <p>Хлоркалий-электролит отработанный, кристаллический</p>	<p>ТУ 48-10-40-76 марка А</p> <p>марка Б</p>	<p>45,5;MgO 0,2</p> <p>31,6; MgO 0,2</p>	<p>4,0</p> <p>4,0</p>	<p>NaCl; MgCl₂</p>
<p>K₂SO₄</p> <p>Калий сернокислый для сельского хозяйства</p>	<p>ТУ 2184-020-00203344-97</p>	<p>50,0; S 24</p>	<p>1±1</p>	

1	2	3	4	5
$K_2SO_4 \times MgSO_4 \cdot 6H_2O$ Калимагнезия порошковидная	ТУ 6-12-77-74	29±1; MgO 9±1	5,0	Cl
$K_2SO_4 \cdot 2MgSO_4$ Калимаг овощной	ТУ 21-84082-05778557-98	35,0; MgO 8	5,0	Cl
$K_2SO_4 \cdot 2MgSO_4$ Калийно-магниевый концентрат гранулированный	ТУ 46-12-44-73	18,5±1; MgO 9±1	5,0	Cl
Удобрение калийное гранулированное с добавкой меди бора цинка	ТУ 2184-085-05778557-97	45 Cu 0,6±0,2 B 0,3±0,1 Zn 0,8±0,3	1,0	
K_2CO_3 Древесная зола		10-15; P ₂ O ₅ 3-7; CaO 28-30	-	Макро и микроэлементы
МАГНИЕВЫЕ (MgO)				
$MgSO_4 \cdot 7H_2O$ Магний сернокислый		16,0		-
$MgCO_3 + MgO + Mg(OH)_2$ Магуд	ТУ 2189-001-00493443-97	75; CaO 1-3		K ₂ O+ Na ₂ O менее 0,3; Cu, Fe, Co
$MgNH_4PO_4 \cdot H_2O$ Магний аммонийфосфат		25,9; N 10,9; P ₂ O ₅ 45,7		
СЛОЖНЫЕ (N : P₂O₅ : K₂O)				
$NH_4H_2PO_4$ Аммофос гранулированный	ГОСТ 18918-85 марка А (из апатитового сырья) высшая категория качества первая категория качества	12±1:52:0 12±1:50±1:0	1,0 1,0	
1	2	3	4	5

	марка Б (из фосфоритного сырья) высшая категория качества первая категория качества	11±1:44:0 10±1:42±1:0	1,0 1,0	SO ₃ , F, R ₂ O ₃ , MgO
Аммофос с медью		11,9:51,7:0; Си -0,73	1,0	
Аммофос с марганцем		12:52:0; Mn -3	1,0	
(NH ₄) ₂ PO ₄ + NH ₄ H ₂ PO ₄ Диаммофос удобрительный	ТУ 6-08-453-80	18,0: 46,0: 0	1	SO ₃ , F, R ₂ O ₃ , MgO
KNO ₃ Калийная селитра техническая	ГОСТ 19790-74 1 сорт 2 сорт	13,82:0:46,48 13,78:0:46,35	0,1 0,2	-
(KPO ₃) Метафосфат калия		0:57-59:38-40	1	
(NH ₄ PO ₃) Метафосфат аммония		17,0:80,0:0	1	CaO, SiO ₂ , Fe ₂ O ₃ , Al ₂ O ₃ , F
СЛОЖНО-СМЕШАННЫЕ (N:P₂O₅:K₂O)				
NH ₄ NO ₃ + CaHPO ₄ + Ca(H ₂ PO ₄) ₂ Нитрофос гранулированный	ОСТ 95-11-79 марка А марка Б уравновешенный	23,5:17,0:0 24,0:14,0:0 22±1:22±1:0	1,5 1,5 1,5	Примеси фосфатного сырья
1	2	3	4	5

$\text{NH}_4\text{NO}_3 + \text{NH}_4\text{Cl} + \text{KNO}_3 + \text{CaHPO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O} + \text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ Нитрофоска азотнофосфорнокислотная	ГОСТ 11365-75 марка А	16,0:16,0:16,0	2,0	Примеси фосфатного сырья
$\text{NH}_4\text{NO}_3 + \text{NH}_4\text{Cl} + \text{KCl} + \text{KNO}_3 + \text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O} + \text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O} + \text{CaSO}_4$ Нитрофоска азотносульфатная	ГОСТ 11365-75 марка Б	13,0:10,0:13,0	2,0	Примеси фосфатного сырья
$\text{NH}_4\text{NO}_3 + \text{NH}_4\text{Cl} + \text{KCl} + \text{KNO}_3 + \text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O} + \text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O} + \text{CaSO}_4$ Нитрофоска азотносернокислотная	ГОСТ 11365-75 марка Б	12,0:12,0:12,0	2,0	Примеси фосфатного сырья
$\text{NH}_4\text{NO}_3 + (\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4 + \text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ Нитроаммофос гранулированный	ТУ 6-08-433-79 марка А марка Б марка В	23,0:23,0:0 16,0:24,0:0 25,0:20,0:0	1,5 1,5 1,5	-
$\text{NH}_4\text{NO}_3 + \text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4 + \text{KNO}_3 + \text{NH}_4\text{Cl} + \text{KCl} + \text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ Нитроаммофоска с марганцем с кобальтом с молибденом	ГОСТ 19691-84 марка А марка Б	17±1:17±1:17±1 13±1:19±1:19±1 16,0:17,4:17,2; Mn – 1,78 17,5:18,0:16,7; Co – 0,04 17,1 17,3 17,7; Mo – 0,06	1,0 1,0 1,0 1,0 1,0	
1	2	3	4	5

$\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4 + \text{CO}(\text{NH}_2)_2 + (\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ + KCl Карбоаммофоска	ТУ 6-08-371-77	17+1:17+1:17+1	1,0	-
$(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4 + (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 + \text{KNO}_3 +$ $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O};$ $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4 + \text{NH}_4\text{NO}_3 + \text{K}_2\text{SO}_4 +$ $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ Кристаллин	ТУ 113-08-454- 90 марка А марка Б марка В	10,0:5,0:20,0; MgO - 6 18,0:6,0:18,0 18,0:18,0:18,0	1,0 1,0 1,0	В состав входят микроэлементы Mn, Zn, Cu, Co
$(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4 + \text{NH}_4\text{NO}_3 + \text{KNO}_3 +$ NH_4Cl Азофоска	марка А марка Б	16:16:16 22:11:17	1,0	-
МИКРОУДОБРЕНИЯ (МИКРОЭЛЕМЕНТ)				
$5(\text{NH}_4)_2\text{O} \cdot 12\text{MoO}_3 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ Аммоний молибденокислый	ТУ 48-29-1-73	Mo - 52+1		NH_4^+
H_3BO_3 Борная кислота (для удобрений)	ТУ 48-01 14-70	B 17,0		
$\text{H}_3\text{BO}_3 + \text{MgSO}_4$ Бормагниевое удобрение	ТУ 6-08-279-73	B 2,27; MgO 10-14		
$\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ Бура	ГОСТ 8429-69	B 11,3		
$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ Сульфат меди (медный купорос)	ГОСТ 19347-84	Cu 23,4		
Пиритные (колчеганные) огарки	ТУ 6-08-239-72	Cu 0,25		FeS, Si, Zn, Co, Mo и
$\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ Сульфат цинка	ГОСТ 8723-75	Zn 21,8		
$\text{CoSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ Сульфат кобальта		Co 21,0		
1	2	3	4	5

MnSO ₄ *5H ₂ O Сульфат марганца	ТУ 6-09-1781-72	Mn 21-24		
Марганцевый шлам	ЧМТУ 76-1782-64	MnO ₂ 14,0		Ca, Mg, Fe, Si, Al и др.
FeSO ₄ *7H ₂ O Железный купорос		Fe 20,1		
Полимикроудобрение	ТУ 76 1782-64	B 14,0; Си 14,0; Мо 14,5; Zn 12,0; Mn 18,0; P ₂ O ₅ 18,0	1,0	
ИЗВЕСТНЯКОВЫЕ (CaCO₃)				
CaCO ₃ Известняковая мука	ГОСТ 14050-93 класс 1 класс 2 класс 3 класс 4	80,0 80,0 85,0 85,0	В пылящей 1,5; В слабопылящей 4-6	Глина, песок до 25
CaCO ₃ Местные известняковые материалы: известковый туф озёрная известь (гажа) мел рыхлый мергель луговой	ТУ 46-6-77 1 сорт 2 сорт	80,0 70,0 60,0 80,0 50,0	30,0 30,0 30,0 15,0 12,0	Глина, песок 4-25
CaCO ₃ *MgCO ₃ Доломитовая мука	ГОСТ 14050-93 класс 1 класс 2 класс 3 класс 4	80,0 80,0 85,0 85,0	В пылящей 1,5; В слабопылящей 4-6	Глина, песок 1,5-4
1	2	3	4	5

CaO+MgO Жжёная известь		178,0		
Ca(OH) ₂ *Mg(OH) ₂ Гашёная известь (пушёнка)		135,0		
Ca(OH) ₂ +CaCO ₃ Дефекационная грязь		40-60	20-30	N 0,5; P ₂ O ₅ 0,1; K ₂ O 0,6; органического вещества
Торфо-туфы, торфо-гажа		10-50	30	Торф 50
CaCO ₃ + MgCO ₃ + CaSiO ₄ +MgSiO ₄ + CaO+MgO+Ca(OH) ₂ Сланцевая зола пылевидная	ТУ 46-7-71	60,0	2,0	K ₂ O 3,5; Na ₂ O, SO ₃ 4-7, B, Co, SiO ₂ 26-31, Си и др.
CaO+ Ca(OH) ₂ + CaSiO ₄ +CaCO ₃ + K ₂ SO ₄ Цементная пыль	ТУ 21-20-33-78	60,0; до 40 % K ₂ O	2,0	MgO 0,5; SiO ₂ 15-18; SO ₃ 2-4

*Примеси в удобрениях приведены в приложениях 2, 3.

Приложение 2

Возможные примеси микроэлементов в минеральных удобрениях
(средние данные)

Удобрение	Содержание, мг/кг					
	бора	кобальта	меди	марганца	молибдена	цинка
Мочевина	0	5	7	следы	-	10
Аммонийная селитра	0,8	-	-	0	0,3	3,2
Сульфат аммония	6,4	менее 5	9	следы	0,1	15
Натриевая селитра	0,4	-	-	5	1	менее 8
Суперфосфат простой	5	4	44	11	3,3	150
Суперфосфат двойной	-	-	10	255	-	816
Аммофос	-	следы	22	279	следы	109
Фосфоритная мука	-	28,2	64	338	менее 1	388
Термофосфат	6	8	5	332	-	25
Фосфатшлак	33,4	3	32,7	33000	9	20
Хлористый калий	-	1	5	5	0,2	10
Сульфат калия	4	0	4	6	0,2	-
Сырые калийные соли	8,4	0	10	42	менее 10	-
Калиевая селитра	0,7	менее 5	-	менее 5	-	0,4
Комплексные удобрения (NPK)	-	-	34	138	-	125

Приложение 3.

Содержание микроэлементов в известковых материалах (средние данные)

Элемент	Содержание, мг на 1 кг сухого вещества				
	известь	доломит	древесная зола	мартеновский шлак*	известковый сапропель
Бор	1-18	3,8-8,0	203-476	-	9,4-73
Кобальт	0,7-2,1	-	5,4-7,3	5,1	1,7-14
Медь	0,3-10	3-23	-	1,3	2,5-45
Йод	0-20,4	0,01-0,4	0,06-0,09	-	-
Марганец	77-390	58-194	4820-62390	8800	225-375
Молибден	0,09-0,44	-	-	-	До 2
Цинк	4,-427	До 27	-	2,9	0-169

* содержание в вытяжке 1 н. азотной кислоты.

Приложение 4.

Количество CaCO₃ необходимое для нейтрализации 1 т минеральных удобрений (данные ВИУА)

Удобрение	CaCO ₃ , т
Аммонийная селитра	0,75
Мочевина	0,8
Сульфат аммония	1,25
Хлористый аммоний	1,40
Безводный аммиак	1,50
Аммиачная вода	0,50
Калийные удобрения	0,16
Суперфосфат	0,20

Сокращенные обозначения удобрений

Наа - аммоний азотнокислый
На - аммоний сернокислый
Nm - мочевины
Nc - селитра натриевая
Nck - селитра калиевая
Nckц - селитра кальциевая
Nц - цианамид кальция
Nва - водный аммиак
Nба - безводный аммиак
Pc - суперфосфат простой
Pcg - суперфосфат гранулиров.
Pcd - суперфосфат двойной
Pп - преципитат
Pоф - обесфторенный фосфат
Pф - фосфоритная мука
Pфш - фосфатшлак
ДАФ - диаммофос
ДАФК - диаммофоска
КАФ – карбоаммофос
Kx - калий хлористый
Kc - калий сернокислый
Kкс - калийная соль
Pам - аммофос
Pдам - диаммофос
НФ - нитрофос
ФМ - фосфат мочевины
НФК - нитрофоска
НАФК - нитроаммофоска
НАФ - нитроаммофос
ПФА - полифосфат аммония
МФА - метафосфат аммония
МФК - метафосфат калия
Н - навоз
ТНК - торфо-навозный компост
ТМАУ - торфо-минеральное
аммиачное удобрение
ТАУ - торфо-аммиачное удобрение
КАФК - каобоаммофоска

Список литературы

1. ГОСТ 24290-80 Удобрения минеральные. Виды. Термины и определения. М.: Издательство стандартов, 1980. – 6 с.
2. ГОСТ 20432-83 Удобрения. Термины и определения. М.: Издательство стандартов, 1983. – 15 с.
3. Анспок П.И., Штиканс Ю.А., Визла Р.Р. Справочник агрохимика Нечерноземной полосы. Л.: Колос, 1981. – 327 с.
4. Ягодин Б.А. Практикум по агрохимии. М: ВО Агропромиздат, 1987. – С. 345-351.
5. Ягодин Б.А., Торшин С.П., Удельникова Т.М. Значение микроэлементов в системе рационального природопользования // Биологические науки. 1990, № 9. – С. 7-18.