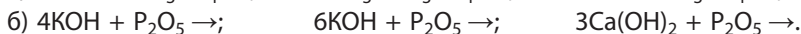
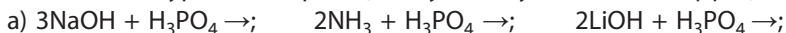


гидрофосфата цинка; фосфата натрия. Запишите уравнения их электролитической диссоциации, учитывая отщепление только ионов металла.

3. Запишите три уравнения последовательных реакций, происходящих при добавлении раствора: а) гидроксида калия к раствору фосфорной кислоты; б) фосфорной кислоты к раствору гидроксида натрия. Назовите образующиеся соли.

4. Составьте уравнения реакций с учётом указанных коэффициентов:



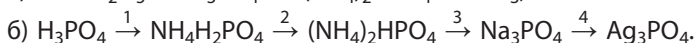
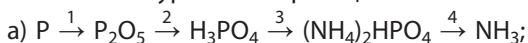
5. Определите количество теплоты, которая выделяется при сгорании фосфора массой 1 кг по термохимическому уравнению реакции:



6. Можно ли в качестве осушителя газообразного аммиака применять P_2O_5 ? Ответ аргументируйте.

7. В трёх пронумерованных пробирках находятся растворы нитрата калия, фосфата калия, хлорида натрия. Предложите план распознавания веществ. Поясните уравнения реакций в молекулярной и ионной формах.

8. Составьте уравнения реакций согласно схеме:



9. Необходимо приготовить раствор фосфорной кислоты массой 500 г с массовой долей вещества 5 %. Рассчитайте массы необходимых для этой цели оксида фосфора(V) и воды.

10. Рассчитайте объём воздуха (н. у.), который необходим для сжигания фосфора массой 1 кг. Чему равна масса фосфорной кислоты, образующейся при растворении полученного оксида фосфора(V)?



§ 40. Важнейшие минеральные удобрения

Удобрения — вещества, вносимые в почву или другую питательную среду для выращивания растений. Они обеспечивают полноценное питание растений, а значит, улучшают их рост, развитие, плодоношение и повышают урожайность сельскохозяйственных культур.

Удобрения содержат химические элементы, которые необходимы для питания растений, но присутствуют в среде их обитания в недостаточных количествах. Чаще всего растения испытывают недостаток таких биологически значимых элементов, как азот, калий и фосфор. По числу питательных элементов среди удобрений выделяют простые и комплексные. Простые удобрения — *азотные, фосфорные, калийные* — содержат один питательный элемент. В составе комплексных удобрений их несколько, например калийная селитра KNO_3 содержит и азот, и калий.

Наблюдения показывают, что даже при оптимальном количестве и соотношении азота, фосфора и калия не всегда обеспечивается нормальное развитие растений. Оказывается, что важно также наличие в достаточной мере веществ, содержащих магний, марганец, железо, молибден, медь, бор, серу, селен и другие. Их недостаток восполняется внесением *микроудобрений*, содержащих перечисленные элементы (рис. 97).

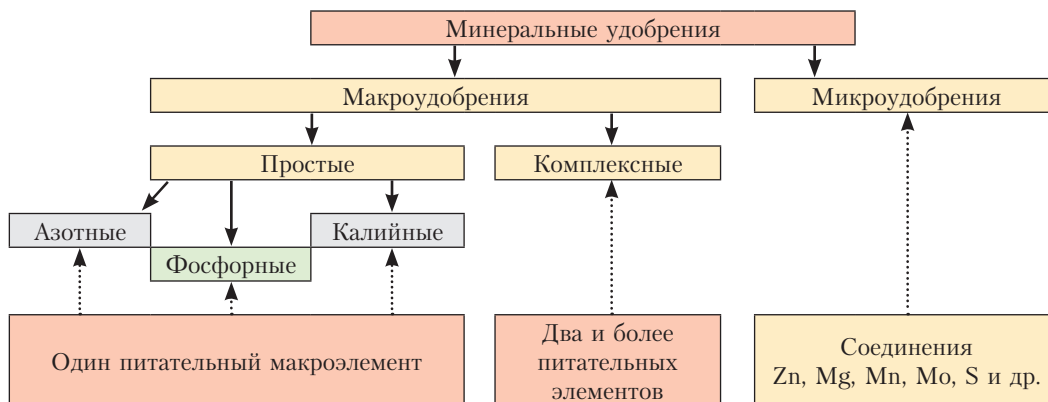


Рис. 97. Типы минеральных удобрений

Плодородие почв увеличивают не только перечисленные выше «прямые» удобрения. Так, плодородие кислых почв ($\text{pH} < 5,5$) повышают, снижая кислотность внесением извести $\text{Ca}(\text{OH})_2$ (известкованием), мела CaCO_3 или доломитовой муки $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$. Попробуйте объяснить, почему при этом кислотность уменьшается.

В процессе изучения элементов VA-группы мы постоянно обращали внимание на применение многих их соединений в качестве удобрений. Систематизируем сведения об удобрениях и дополним краткими сведениями из курса биологии.

Азотные удобрения

Первый признак дефицита азота — цвет листьев от бледно-зелёного до жёлтого, что объясняется недостатком хлорофилла. Растения сильно отстают в росте и развитии.

К азотным удобрениям относятся: *аммиачная вода*, *нитрат аммония* (аммиачная селитра) NH_4NO_3 , *нитрат калия* (калийная селитра) KNO_3 , *нитрат натрия* (натриевая, или чилийская, селитра) NaNO_3 , *нитрат кальция* (кальциевая селитра) $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, *сульфат аммония* $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, *мочевина* (карбамид) $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$.

Также широко используются *органические азотные* удобрения: навоз, птичий помёт, компост, торф, содержащие кроме азота множество других важных для растений компонентов.

Азотные удобрения вносят в первой половине вегетационного периода.



Растения способны накапливать нитраты. Их чрезмерное накопление провоцируется не только избытком внесённых азотных удобрений, но и несбалансированностью с фосфором и калием.

Избыток нитратов в продуктах питания отрицательно сказывается на здоровье: нитраты как в продуктах питания, так и в организме человека превращаются в токсичные нитриты и нитрозамины.

Производителем азотных удобрений в Республике Беларусь является ОАО «Гродно Азот». В качестве удобрений объединение выпускает мочевины, сульфат аммония и жидкие азотные удобрения. Большинство твёрдых азотных удобрений выпускаются в гранулированном виде, что препятствует слеживаемости благодаря уменьшению поверхности, которая поглощает атмосферную влагу.

Фосфорные удобрения

При недостатке фосфора листья становятся тёмными, с сине-фиолетовыми оттенками, замедляется цветение и развитие плодов. Растения могут усваивать питательные элементы лишь в растворимой форме. Именно поэтому природные минералы, содержащие фосфат кальция, перерабатывают в более растворимую кислую соль — дигидрофосфат кальция. Он является основой простого и двойного суперфосфатов.

Тем не менее и средняя соль — фосфат кальция в составе фосфоритной муки всё же находит применение в качестве удобрения. Её вносят на кислых почвах либо «под зиму», либо ранней весной до посева. Фосфоритная мука не гигроскопична, не слеживается, хорошо удерживается в почве, и поэтому её можно вносить раз в несколько лет. Привлекательной стороной является также относительно невысокая цена, поскольку в производстве не используются химические превращения. Добытый в карьерах минерал подвергают лишь обогащению (удалению части примесей) и тонко измельчают.

К важнейшим фосфорным удобрениям относятся: *фосфоритная мука* — основной компонент $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$, *двойной суперфосфат* $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$, *простой суперфосфат* $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 + 2\text{CaSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$, *преципитат* $\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$.

Комплексными удобрениями, содержащими фосфор, являются: *аммофос* — смесь двух солей $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ и $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$, содержащая азот и фосфор;

аммофоска — смесь аммофоса с хлоридом калия — $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$, $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$, KCl , содержащая азот, фосфор и калий.

Фосфорные удобрения в Республике Беларусь производит ОАО «Гомельский химический завод» на основе импортируемых фосфатов.

Калийные удобрения

При недостатке калия листья тусклые и голубовато-зелёные, по кончикам и краям становятся бурыми и отмирают («краевой ожог листьев»).

Калий стимулирует процессы фотосинтеза, усиливает отток углеводов из листьев в другие части растения, например способствует накоплению крахмала в клубнях картофеля, сахарозы в корнеплодах свёклы. Все калийные удобрения хорошо растворимы. Подкормка калийными удобрениями важна в период формирования завязей и корнеплодов. Важнейшие *калийные* удобрения: *хлорид калия* KCl , *сульфат калия* K_2SO_4 , *зола растений* (в виде *карбоната калия* — *поташ* K_2CO_3).

Нитрат калия (*калийная селитра*) KNO_3 является комплексным удобрением, поскольку содержит два питательных элемента — калий и азот.

Беларусь является крупнейшим производителем калийных удобрений.

Каждая шестая тонна калийных удобрений в мире выпускается РУП ПО «Беларуськалий», работающем на базе Старобинского месторождения сильвинита, месторождения калийной и каменной солей.

Питательная ценность минеральных удобрений

На товарных упаковках фасованных удобрений в обязательном порядке указывается питательная ценность удобрений. Что же это такое?

Питательная ценность определяется массовой долей питательных элементов в них. Условно принято выражать питательную ценность азотных удобрений *как массовую долю* в них химического элемента азота N, фосфорных — *как массовую долю оксида фосфора(V)* P_2O_5 , калийных — *через массовую долю оксида калия* K_2O . Решим простую задачу.

Пример. Определите теоретическую питательную ценность преципитата.

Дано:



$\omega(\text{P}_2\text{O}_5) - ?$

Решение

$$M(\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}) = 172 \text{ г/моль};$$

$$M(\text{P}_2\text{O}_5) = 142 \text{ г/моль}.$$

Питательная ценность преципитата, как и любого другого фосфорного удобрения, определяется массовой долей оксида фосфора(V) P_2O_5 . Составим схему, расставляя коэффициенты относительно фосфора:

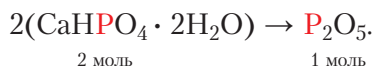


Схема показывает, что удобрению количеством 2 моль соответствует 1 моль питательного элемента в виде P_2O_5 .

$$m(CaHPO_4 \cdot 2H_2O) = 2 \text{ моль} \cdot 172 \text{ г/моль} = 344 \text{ г};$$

$$m(P_2O_5) = 1 \text{ моль} \cdot 142 \text{ г/моль} = 142 \text{ г}.$$

Найдём массовую долю питательного элемента:

$$\omega(P_2O_5) = \frac{142 \text{ г}}{344 \text{ г}} \approx 0,413, \text{ или } 41,3 \, \%.$$

$$\text{Ответ: } \omega(P_2O_5) = 41,3 \, \%.$$

Следует отметить, что питательная ценность определяется в каждой конкретной товарной партии удобрений с учётом примесей. Это означает, что найденное нами в примере теоретическое значение выше, чем у реального удобрения. Так, для товарного преципитата питательная ценность не должна быть ниже 27 % (сравните с рассчитанной теоретически).

Аналогичные (или другие) схемы и теоретические расчёты можно использовать для калийных и азотных удобрений, например:



Удобрения с высоким содержанием питательного элемента называются *концентрированными*. Применение всех видов удобрений позволяет значительно увеличить урожай сельскохозяйственных культур, поэтому производство минеральных удобрений — важнейшая задача химической промышленности. При этом использование удобрений должно быть грамотным и рациональным.

Удобрения — вещества, вносимые в почву или другую питательную среду для улучшения роста, развития и плодоношения растений. Среди минеральных удобрений выделяют простые (азотные, фосфорные, калийные), комплексные и микроудобрения. Комплексные удобрения содержат два, три и более питательных элемента.

Вопросы, задания, задачи

1. Запишите химические формулы и названия важнейших фосфорных, калийных и азотных удобрений.
 2. Перечислите предприятия по выпуску удобрений в Республике Беларусь, их местонахождение и виды выпускаемых удобрений.
 3. Назовите признаки, свидетельствующие о недостатке в питании растений: а) азота; б) фосфора; в) калия.
 4. Огурцы и помидоры плохо переносят избыток хлора в почве. Назовите удобрения, пригодные для подкормки этих культур калием.
 5. Сравните питательную ценность двух удобрений: а) аммиачной селитры и мочевины; б) хлорида калия и поташа.
 6. Рассчитайте питательную ценность одного из компонентов комплексного удобрения аммофоса — дигидрофосфата аммония.
 7. Клубеньковые бактерии, живущие в земле в симбиозе с бобовыми растениями, за год накапливают в почве до 400 кг/га связанного азота. Рассчитайте массу аммиачной селитры, которую может компенсировать накопившийся таким образом азот на площади 1 га за один год.
 8. Фосфорные удобрения получают переработкой фосфоритов. Наиболее распространёнными примесями в них являются фторид и карбонат кальция, оксиды алюминия и железа(III). Составьте уравнения возможных реакций, которые могут протекать при обработке такого фосфорита серной кислотой.
 9. Один из способов получения кальциевой селитры заключается в обработке известняка азотной кислотой. Рассчитайте массу нитрата кальция, полученного при обработке азотной кислотой известняка массой 50 кг с массовой долей примесей 6 %.
 10. Определите химическую формулу удобрения, в котором массовая доля кальция — 23,256 %, фосфора — 18,023 %, кислорода — 55,814 %.
- *Проведите заседание дискуссионного клуба «За и против»
1. Экологические проблемы производства минеральных удобрений.
 2. Применение минеральных удобрений: плюсы и минусы.



§ 41. Элементы IVA-группы. Углерод и кремний

Углерод и кремний как химические элементы

6
C
углерод
$1s^2 2s^2 2p^2$
12,011

14
Si
кремний
$[\text{Ne}] 3s^2 3p^2$
28,0855

Углерод ${}_6\text{C}$ и кремний ${}_{14}\text{Si}$ являются химическими элементами IVA-группы периодической системы, относятся к неметаллам. Кроме них группа включает также германий ${}_{32}\text{Ge}$, олово ${}_{50}\text{Sn}$, свинец ${}_{82}\text{Pb}$ и flerovий ${}_{114}\text{Fl}$.

На внешнем электронном слое атомы содержат по 4 электрона, общая электронная конфигурация которого ns^2np^2 :

