

6-лекция

ПИТАНИЕ РАСТЕНИЙ ЧЕРЕЗ КОРНИ

ПЛАН:

1. Разработка учения о корневом питании растений.
2. Основоположник теории «гумуса».
3. Основоположники теории минерального питания.
 4. Количество минеральных элементов в растительных организмах.
5. Основные группы минеральных элементов.

Основные фразы:

Минеральные элементы, плодородие почвы, необходимые питательные вещества, корни, питание, история, теория воды, теория гумуса, теория минеральных элементов, количество необходимых элементов, зольность, макроэлементы, микроэлементы, ультрамикроэлементы. азот, стабильный азот, активный азот, нитраты, аммоний, ионы, аминокислоты, белки, ферменты.

Учебная литература: 1. Бекназаров Б.О. Физиология растений. Страницы 124-136
2. Ходжаев Дж. Физиология растений. Страницы 118-127

Питание растений состоит из двух форм, включающих процессы питания из воздуха и из почвы. Эти два процесса — фотосинтез и поглощение минеральных элементов из почвы — вместе определяют автотрофные свойства растений. В результате этой органической связи образуются ткани, органы и общее тело растений. Множество минеральных элементов поглощаются из почвы, чтобы полностью обеспечить их рост и развитие. Поэтому его называют корневым питанием растений.

Большое значение в питании растений через корни имеют свойства и продуктивность почвы, особенно ее водопроницаемость, воздухопроницаемость, содержание органических веществ, способность собирать важные для растений питательные вещества.

ПИТАНИЕ РАСТЕНИЙ ЧЕРЕЗ КОРНИ РАЗВИТИЕ УЧЕНИЯ О

Еще в древности (600-500 гг. до н.э.) люди, занимающиеся земледелием, знали, что почвы, богатые золой и гумусом, дадут больше урожая, и использовали это. Позднее сложились представления о питании растений.

Особого внимания заслуживают опыты голландского натуралиста Ж. Б. Ван-Гельмонта, жившего в средние века. Он 91 кгкладет сухую землю в глиняный горшок, 2,25 кгсажает ветку ивы, равную ее весу, и поливает ее дождевой водой. Через 5 лет вес ивы 77

кг достигает . И вес почвы в горшке 56,6 г уменьшается всего до . По мнению Ван-Гельмонта, если растения строят свое тело за счет почвы, то чем больше увеличивается ветка ивы, тем больше должна уменьшаться почва в контейнере. Но такой ситуации не происходит. Поэтому он приходит к выводу, что растения строят свои тела из воды. Так родилась и долгое время получила признание «водная теория» питания растений.

Но задолго до этого Аристотель (384–322 до н. э.) говорил, что растения поглощают из почвы сложные вещества и используют их для построения своего тела.

Дальнейшее развитие эта концепция получила у немецкого агронома А. Тайера в конце 18 — начале 19 вв. Он создал «теорию гумуса». По его словам, растения в основном питаются водой и гумусными веществами. Чем больше перегноя будет в почве, тем активнее смогут расти и развиваться растения.

В последующие годы постепенно стали появляться представления о том, что минеральные элементы необходимы растениям. Одним из основоположников этой концепции является агроном А. Т. Болотов (1770). Он выдвинул идею, что минеральные частицы и вода в почве являются основными питательными веществами для растений. А.Т.Болотов также разработал способы внесения удобрений в почву и показал, что существует 53 вида удобрений, необходимых для земледелия.

В 1804 году швейцарский учёный Н. Т. Соссюр в результате исследования химического состава растений установил, что почва обеспечивает растения азотом и другими минеральными элементами.

Значение минеральных солей для растений более наглядно было показано в работах французского агрохимика Ж. Б. Бузенго (1837). По его словам, растения могут хорошо расти даже в чистом песке (с добавлением воды, золы и минеральных солей). Чтобы доказать это, он провёл вегетативные опыты и одним из первых пришёл к выводу, что растения не могут поглощать азот из атмосферы, а поглощают его через корни, в числе других элементов. Один из учёных, всесторонне разработавших теорию минерального питания растений - немецкий химик Ю. Либих. В 1840 Ю. Либих наряду с разработкой теории минерального питания растений отверг теорию гумуса. По мнению Либиха, плодородие почвы зависит только от минеральных веществ. Ю. Либих первым предложил вносить в почву в качестве удобрения чистые соли. Он правильно оценил значение минеральных элементов, но считал, что растения берут азот из воздуха в виде аммиака. Позже он понял, что это была ошибка, и согласился с тем, что растения поглощают азот через корни в виде нитратов. Однако в то же время Либих отрицал важность органического вещества в почве. Однако гумус в почве имеет большое значение в росте и развитии растений, развитии почвенной микрофлоры и т. д. Ю.Либих предложил «закон минимума» и «закон возврата». Согласно этим законам, если необходимые растениям минеральные элементы в почве не достигнут минимума, они не принесут пользы. В законе возврата поясняется, что столько, сколько растения забирают из почвы своим урожаем, столько же они и должны вернуть. В противном случае плодородие почвы, а значит и урожайность, будет снижаться с каждым годом. Точки зрения Либиха в целом верны. Повысить урожайность можно в результате правильных агротехнических мероприятий и своевременного снабжения почвы минеральными элементами.

Опыты, проведенные И. Кнопом и Ю. Саксом в 1859 г., также опровергли «гумусовую теорию». По их мнению, если в воде всего 7 элементов: азот, фосфор, сера, калий, кальций, магний и железо, растения можно выращивать в воде.) доказали, что ее можно выращивать, и подтвердили теорию минерального питания. Идея корневого

питания растений получила дальнейшее развитие П. А. Костичев, В. В. Докучаев, К. К. Гедройс, Д. Н. Прянишников и другие ученые .

МИНЕРАЛЬНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ В РАСТИТЕЛЬНОМ ТЕЛЕ КОЛИЧЕСТВО

Растения обладают способностью поглощать все элементы, указанные в таблице Менделеева, в малых или больших количествах из природной среды. Однако установлено, что только 19 из этих элементов важны для растений и не могут быть заменены другими элементами. Это углерод, водород, кислород, азот, фосфор, сера, калий, кальций, магний, железо, марганец, медь, цинк, молибден, бор, хлор, натрий, кремний и кобальт. 16 из них относятся к группе минеральных элементов. Потому что углерод, водород и кислород растения поступают в виде SO_2 , O_2 и N_2O .

Растения получают воду и все минеральные элементы из почвы через корни. Минеральные вещества содержатся в почвенном растворе, гумусе, органических и неорганических соединениях и адсорбируются почвенными коллоидами. Поглощение ионов зависит не только от растений, но и от концентрации этого иона в почве, его движения в почве и почвенных реакций.

Четыре элемента составляют 95% элементов в растительных телах: углерод, водород, кислород и азот. Эти элементы еще называют органогенами. Потому что они составляют основу органических веществ (белков, жиров, углеводов) в растительном организме.

Все остальные элементы составляют 5% и входят в состав растительной золы. То есть при сжигании растений остается определенное количество золы. В его состав входят минеральные элементы. Его количество зависит от вида растения и органов. Например, у травянистых растений (в %):

В зернах - 3
На стебле - 4
В корне - 5
В листьях - 15

У древесных растений (в %):

На стебле - 3
В деревянной части - 1
В коже тела - 7
На листьях - 11

он может. Количество золы в активных листьях обменного процесса оно может быть самым большим (2 – 15%).

Минеральный состав золы также сложный (таблица, %):

Растения	K_2O	Na_2O	CaO	MgO	Fe_2O_3	P_2O_5	$TA K_2O$	SiO_2	KI
Кукуруза: Хлопья	29,8	1.1	2.2	15,5	0,8	45,6	0,8	2.1	0,9
Корень	27,2	0,8	5,7	11.4	0,8	9.1	-	40,2	-

Минеральные элементы делятся на три группы в зависимости от их количества в организме растений: 1) макроэлементы, 2) микроэлементы, 3) ультрамикроэлементы.

К макроэлементам относятся все элементы (N, P, K, Ca, Na, Mg и др.), количество которых в составе растений составляет 10-2% и более.

К микроэлементам относятся элементы (Mn, B, Cu, Zn, Mo и др.), количество которых в растениях составляет 10-3 - 10-5%.

Ультрамикроэлементы включают в состав растений очень мало (10-6% и менее) и неопределенные (Cs, Se, Ca, Hg, Ag, Au и др.) элементы. Каждый минеральный элемент в организме растений выполняет определенную физиологическую функцию.

Обзор вопросов

1. Методы изучения минерального питания растений?
2. Какие минеральные элементы необходимы для жизни растений?
3. Пассивный транспорт ионов через мембрану?
4. Пино с итогом?
5. Физиолго-биохимическая роль основных элементов пищи?
6. Современные представления о механизме восстановления азота у растений?
7. В каких органах растения содержится большое количество золы?
8. Кто является основоположником теории «гумуса» ?
9. «минимума » ?

ФИЗИОЛОГИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ АЗОТА

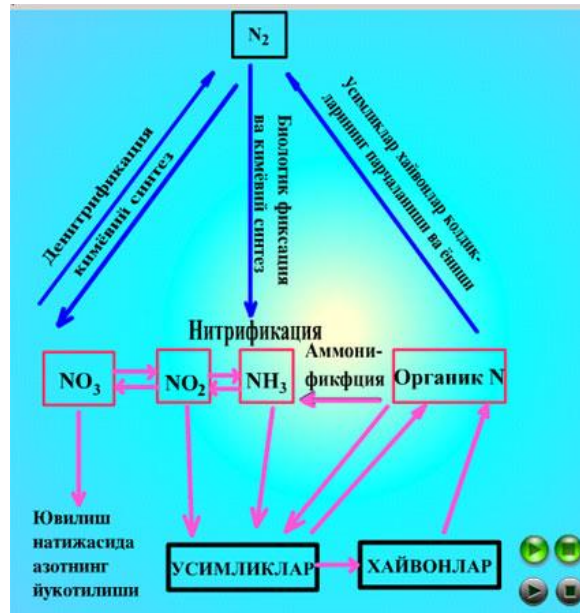
1. Источники азота в природе. Усвояемый азот.
2. Физиологическое значение азота в организме растений.
3. Микроэлементы, участвующие в процессе усвоения нитратов.
4. Основные органические соединения, содержащие азот.

АЗОТ. Азот – важнейший элемент для жизни растений. Он входит в состав жизненно важных соединений – белков, ферментов, нуклеиновых кислот и ряда других соединений.

Азот составляет 1-3% от сухой массы растений. Основным источником азота в природе является атмосфера, его общее количество составляет 75,6% (рисунок 1). На одном квадратном метре земли содержится до 8 тонн азота. Но зеленые растения не могут напрямую поглощать молекулярный азот из атмосферы. Поскольку молекулярный азот очень стабилен, для его активации требуется много энергии.

$\text{N} = \text{N}$
устойчивое

--- N --- N ---
активное состояние



1 . Схема круговорота азота в природе

Атмосферный азот в стабильном состоянии может быть переведен в активное состояние преимущественно двумя способами: 1) химическим, 2) биологическим. Химический путь проходит при очень высокой температуре (5000° С) и давлении (35 МПа).

Биологический путь. В природе существует множество организмов (микроорганизмы и некоторые водоросли), восстанавливающие молекулярный азот до аммиака. Их называют азотфиксаторами или азотфиксаторами. Азотассимилирующие микроорганизмы делятся на две группы: 1) свободноживущие азотфиксаторы, 2) азотфиксаторы, живущие в симбиозе с растениями.

Свободноживущие азотфиксаторы, в свою очередь, делятся на две группы: 1) анаэробные азотфиксаторы, 2) аэробные азотфиксаторы. Примером анаэробных азотфиксаторов (т. е. живущих в бескислородных условиях) является споровая бактерия *Clostridium Pasterianum* (Клостридиум пастерианум), а аэробных микроорганизмов — азотобактерии (*Azotobacter chroococcum*). Оба этих микроорганизма тратят энергию в присутствии ферментов на поглощение молекулярного азота, используя для этого энергию, выделяющуюся в результате окисления глюкозы или других органических веществ. На каждый грамм потраченной энергии глюкозы *Azotobacter* накапливает до 15 мг, а *Clostridium* - 2-3 мг азота. Кроме того, некоторые сине-зеленые водоросли (*Nostoc*, *Phormidium*) также являются свободноживущими азотфиксаторами. Они особенно важны в пресноводных бассейнах (особенно при выращивании риса). Эти организмы способны накапливать до 10 единиц азота на гектар .40 kg

Микроорганизмами, живущими в симбиозе с растениями, можно назвать бактерии (*Bact radialiscola*), существование которых было установлено М. С. Ворониным в 1866 г. Эти бактерии обитают в тканях корней бобовых растений, в результате чего образуются клубеньки. Бактерии туганак фиксируют в почве большое количество азота, в том числе много органического. Например, клубеньковые бактерии в хорошо развитых корнях люцерны 300 kg способны накапливать за год до одного гектара азота. В целом обнаружено

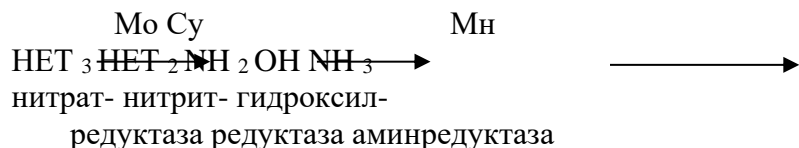
около 200 видов растений, в корнях которых обитают особые клубеньковые бактерии. Азотфиксаторы возвращают на нашей планете несколько миллионов тонн свободного азота в аммиак в год. Обычно аммиак участвует в образовании аминокислот в организме растений.

Все зеленые растения обладают способностью поглощать минеральный азот. Происходит это в основном за счет почвы. Азот в почве встречается преимущественно в двух формах: 1) азот в органическом веществе, 2) азот в минеральных солях.

Органическое вещество в основном состоит из растительных и животных остатков, содержащийся в них азот усваивается в результате процессов аммонификации и нитрификации с участием микроорганизмов.

Минеральная форма азота в почве находится в виде солей аммония (NH_2Cl , $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, NH_4NO_3 и др.) и нитратных солей (NaNO_3 , KNO_3 , $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ и т. д.). Поскольку эти минеральные соли ионизируются, они являются легко усваиваемым источником азота. Потому что растения поглощают азот из почвы в виде катиона $-\text{NH}_4^+$ или аниона $-\text{NO}_3^-$. Такого свободного азота в почвах мало. Например, в одном гектаре наиболее плодородных черноземов содержится около 200 кг/ч доступного азота. В подзолистых почвах этот показатель в 3-4 раза меньше.

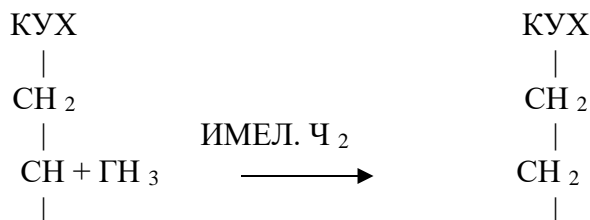
Нитрат-анион $-\text{NO}_3^-$ слабо связывается с частицами почвы. Поэтому его можно быстро смыть и он не накапливается много. Количество нитратов в почве может быть высоким, особенно летом, когда активны микроорганизмы. В целом количество ионов (NO_3^-) в почве зависит от скорости поглощения растениями, скорости микробиологических процессов и процессов промывания. Большинство растений хорошо усваивают нитраты. Усвоение нитратов состоит из нескольких этапов:

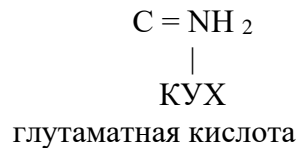
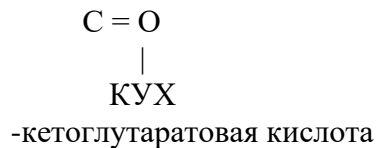


Образующийся в результате этих реакций аммиак не накапливается в растениях, а участвует в образовании аминокислот.

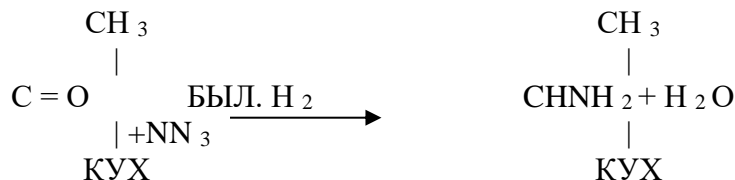
NH_4^+ в почве быстро адсорбируется другими отрицательно заряженными частицами, поэтому его подвижность очень медленная. Они редко вымываются и в результате накапливаются в почве. Эти катионы легко усваиваются растениями. Потому что они могут быстро превратиться в органику. Этот процесс наблюдал Дмитрий Николаевич Прянишников (1892), учитывая формы азота, образующиеся при распаде белковых соединений.

Аммиак, образующийся в результате восстановления нитратов или усваиваемый, как правило, в виде солей аммония, реагирует с кетокислотами с образованием аминокислот:



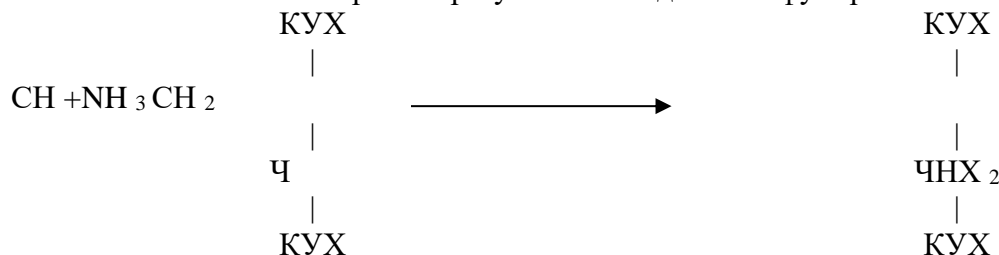


Аммиак реагирует с пировиноградной кислотой с образованием аминокислоты аланина:



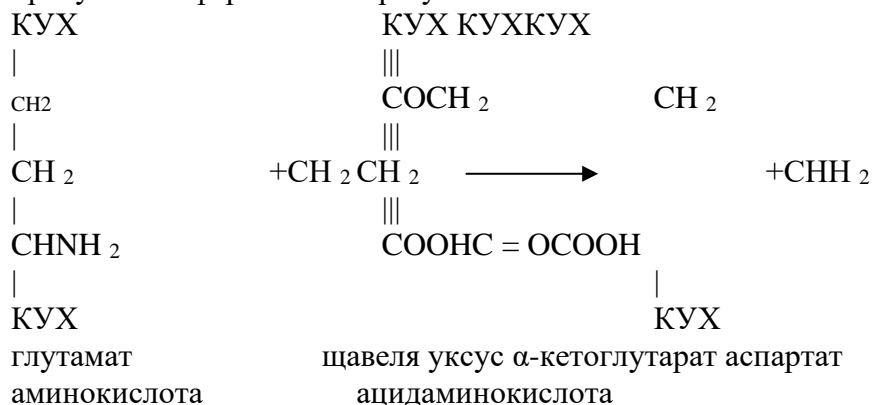
аминокислота пировиноградная кислота аланин

Аминокислота аспартат образуется из соединения фумаровой кислоты и аммиака:

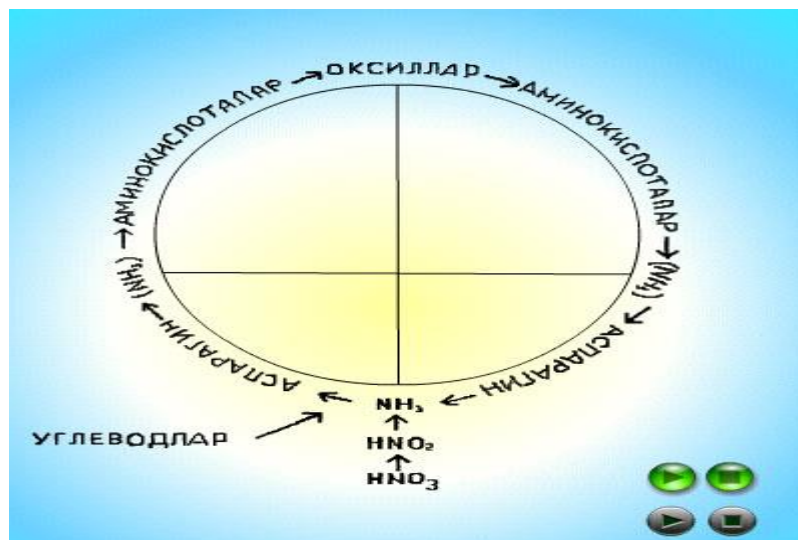


аминокислота аспартат фумаровой кислоты

Так, при наличии в почве аммиака, полученного из солей аммония или в результате восстановления нитратов, образуются только три аминокислоты: аспартат, аланин и глутамат. Остальные аминокислоты в растениях образуются путем реаминирования этих трех аминокислот. Реакции реаминации в 1937 г. А.Е. Его открыли Браунштейн и М.Г. Крисман. То есть в результате переноса аминогрупп от одной молекулы к другой в присутствии ферментов образуются новые аминокислоты :

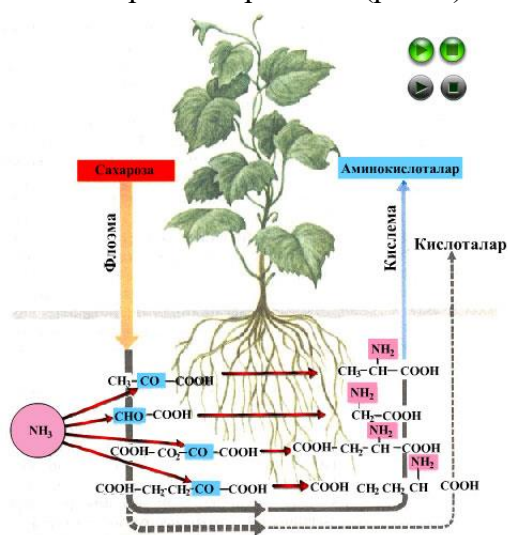


В целом реаминация у растений является основным способом образования аминокислот в живых тканях (рис. 2).



Фигура 2. Схема превращения азотистых веществ в растениях (по Д.Н.Прянишникову)

При выращивании растений в растворе, содержащем только соли аммония, катион NH_4^+ поглощается корнями и превращается в амиды. Образовавшиеся амиды распространяются на надземные части растений в составе корневого сока. Сначала Д. А. Сабинин, а затем академик А. Л. Курсанов показали, что быстрое поглощение поступившего в корень катиона аммония свидетельствует об активном характере корневой системы. В целом в корнях установлено образование более 25 азотистых соединений в результате процессов аминирования и реаминирования (рис. 3).



3 – картинка. Схема образования соединений азота в корне (А.Л.Курсанов, 1976).

Поэтому катион аммония реагирует с органическими кислотами, образующимися при гликолизе и цикле Кребса в корнях, и распространяется к поверхностным частям в виде аминокислот или амидов. При подкормке растений нитратами полученный анион (NO_3^-) поглощается листьями. В этом процессе роль акцепторов выполняют первичные продукты фотосинтеза и светового дыхания. В целом количество белков, образующихся в присутствии азота в зеленых растениях составляет 80-95%, нуклеиновых кислот - 10%, аминокислот и амидов - 5%. Большую часть белков составляют ферменты, определяющие

характер реакций обменного процесса у растений. Белки также накапливаются без резерва. Кроме того, азот входит в состав фосфолипидов, коферментов, хлорофиллов, фитогормонов и др. Поэтому азот усваивается в несколько раз больше, чем другие минеральные элементы. Если в почве недостаточно азота, рост замедляется, листья начинают осыпаться и желтеть, травмируется корневая система, начинают опадать цветки и молодые плодовые узлы. Если азота будет слишком мало, растения завянут.

Обзор вопросов

1. Азотные удобрения и их усвоение растениями?
2. Источники азота в природе. Усвояемый азот?
3. Физиологическое значение азота в организме растений?
4. Микроэлементы, участвующие в процессе всасывания нитратов?
5. Основные органические соединения, содержащие азот?