

МИНЕРАЛЬНОЕ (КОРНЕВОЕ) ПИТАНИЕ РАСТЕНИЙ

- 1. Значение изучения корневого питания растений. История изучения.**
- 2. Классификация элементов. Макро-и микроэлементы. Физиологическая роль. Внешние признаки дефицита. Особенности минерального питания растений.**
- 3. Методы исследования минерального питания растений.**
- 4. Поступление минеральных солей через корневую систему.**
- 5. Почва как источник питательных веществ.**
- 6. Физиологические основы применения удобрений.**

Аннотация лекции

Теоретическое и практическое значение изучения корневого питания растений. История изучения. Содержание и химический состав золы. Методы исследования минерального питания. Макро- и микроэлементы и их физиологическая роль.

Поступление минеральных солей через корневую систему. Минеральные соли как основная форма питания растений. Корневая система как орган поглощения минеральных веществ. Влияние факторов на поступление солей. Роль клеток корня в жизнедеятельности растений. Синтетическая функция корня.

Почва как источник питательных веществ. Роль контактного обмена между коллоидами почвы и клеткой корня. Роль корневых выделений для усвоения веществ.

Физиологические основы применения удобрений. Особенности потребления минеральных веществ растениями. Физиологические свойства удобрений.

Термины

Антагонизм ионов, аэропоника, вегетационный метод, гидропоника, зольность, зольные элементы, кальмодулин, контактный обмен, макроэлементы, микроэлементы, незольные элементы, почвенный поглощающий комплекс, синергизм, удобрения физиологически кислые, удобрения физиологически щелочные.

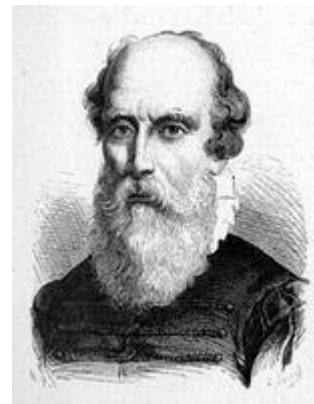
1. Значение изучения корневого питания растений. История изучения.



Подсечно-огневая практика земледелия
(1893, Финляндия)



ПАЛИССИ Бернар
ок. 1510 г. – 4 июля 1589 г.



Утверждал, что минеральные соли необходимы для жизни растений, и рекомендовал примешивать растворимые соли и мергель к навозу и другим органическим удобрениям.

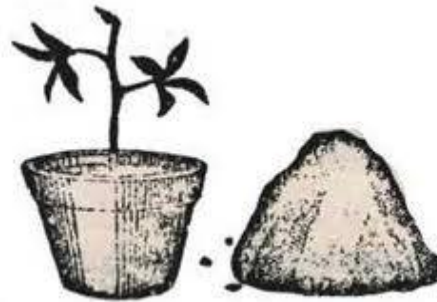
Экспериментальный этап



Ян Баптист ВАН ГЕЛЬМОНТ
1579–1644

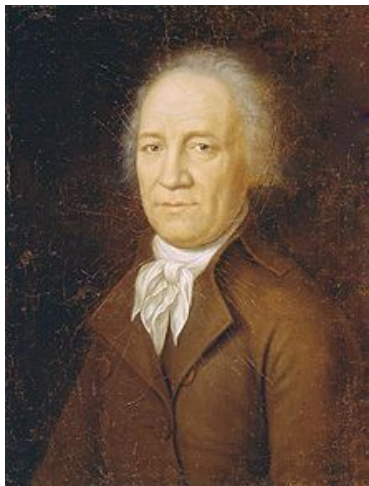


Иоганн Рудольф ГЛАУБЕР
(1604 (?) – March 10, 1670)



Антуан ЛАВУАЗЬЕ (1743-1794)

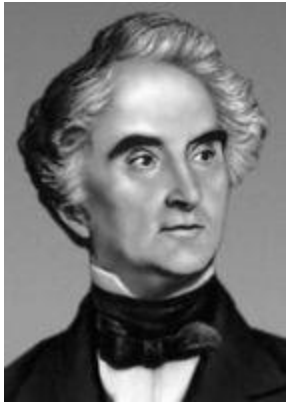
«растения черпают материалы, необходимые для своей организации, в воздухе, который их окружает, в воде, вообще в минеральном царстве»



Андрей Тимофеевич Болотов (1738-1833) - писатель, мемуарист, философ-моралист, учёный, ботаник и лесовод, один из основателей агрономии в России. Первый селекционер и помолог России, основоположник русского научного садоводства. «О рублении, поправлении и заведении лесов», «О разделении полей», «О удобрении земель», «О разделении полей», «Примечания о тартофеле и о делании из тартофеля муки» «Руководство к познанию лекарственных трав», «Жизнь и приключения Андрея Болотова, описанные им самим, т. I – III», «Изображения и описания разных пород яблок и груш, родящихся в Дворяниновских, а отчасти и в других садах»

Комов Иван Михайлович (1750-1792)

Афонин Матвей Михайлович (1739-...)



Либих Юстус (1803 —1873), немецкий химик.
В 1840 высказал теорию минерального питания растений, способствовавшую широкому внедрению минеральных удобрений в земледелии.



Прянишников Дмитрий Николаевич (1865 — 1948)
сформулировал теорию азотного питания растений, разработал научные основы фосфоритования почв, дал физиологическую характеристику калийных солей, апробированы различные виды азотных и фосфорных удобрений. Работал над вопросами известкования кислых почв, гипсования солонцов, применения органических удобрений. Усовершенствовал методы изучения питания растений, анализа растений и почв, вегетационного опыта.



Сабинин Дмитрий Анатольевич(1889 — 1951)
Основные труды по значению корневой системы в водном и минеральном питании растений. Показал активное участие корней в процессах метаболизма и влияние круговорота элементов минерального питания на рост и формообразование растений. Дал ряд практических рекомендаций по применению удобрений. Премия им. К. А. Тимирязева (1945, за монографию «Минеральное питание растений»).

Минеральное питание – это та сторона жизнедеятельности, которая легче всего управляется человеком.

- 17 век – водная теория питания
- 18 век – гумусовая теория питания
- 19 век – теория минерального питания

2. Классификация элементов.

1. Зольные и незольные элементы:

- *органогены (незольные)* – C, O, H, N – 95 % сух.массы тканей растений.
- *зольные* - P, S, K, Na, Mg, Ca, Fe, Si и др. - 5 % сухой массы

2. Необходимые и полезные элементы:

- *необходимые* - элементы, без которых организм не может завершить свой жизненный цикл. Оказывают прямое влияние на организм и являются незаменимыми. N, P, S, K, Ca, Mg и Fe.
- *полезные* - элементы, которые необходимы только в определенных условиях или для некоторых видов растений (Na, Si, Co, Se, Al)

3. Макро- и микроэлементы:

- *макроэлементы* (содержание более 0,01%) — N, P, S, K, Ca, Mg, Fe
- *микроэлементы* (содержание менее 0,01%) — Mn, Si, Zn, B, Mo, Cl.

Классификация химических элементов по К. Менгелю (1987)

Элемент питания	Поглощение	Биохимические функции
Группа 1. N, S	Из атмосферы в форме N_2 , SO_2 . Из почвенного раствора в форме ионов NO_3^- , NH_4^+ , SO_4^{2-} .	Образуют важнейшие органические соединения, выполняющие структурную и ферментативную функцию. Участие в окислительно-восстановительных реакциях.
Группа 2. P, B, Si	Из почвенного раствора в форме фосфатов, борной кислоты или боратов, силиката.	Входят в состав веществ, выполняющих ключевую роль в энергетическом обмене и структурную функцию.
Группа 3. K, Na, Mg, Ca, Mn, Cl	Из почвенного раствора в форме ионов.	Активируют ферменты, участвуя в конформационных изменениях. Регулируют осмотический потенциал вакуоли, электрический потенциал мембран и их проницаемость.
Группа 4. Fe, Cu, Zn, Mo	Из почвенного раствора в форме ионов, хелатов	Входят в состав ферментов. Участвуют в транспорте электронов

Значение элементов. Особенности минерального питания растений.

Значение питательных элементов:

1. Структурное
2. Участвуют в создании определенной ионной концентрации, стабилизации макромолекул и коллоидных частиц (электрохимическая роль- потенциалобразующая, осмотические свойства)
3. Каталитическое.

Особенность минерального обмена растений:

1. Накопление элементов в тканях в концентрациях значительно более высоких, чем во внешней среде.
2. Специфичность в потребности, накоплении и распределении по органам отдельных элементов у разных растений.

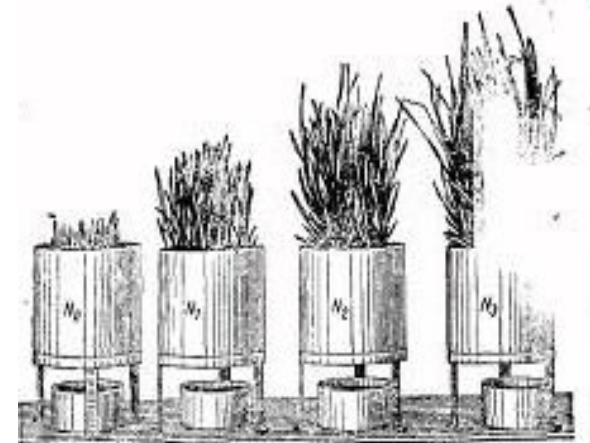
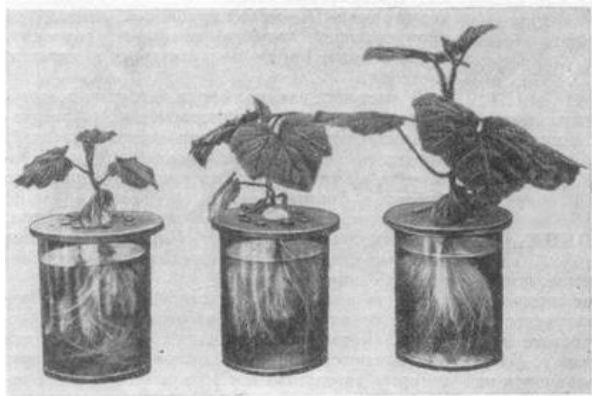
**Физиологическая роль макро-и микроэлементов.
Внешние признаки дефицита. самостоятельно**

Признаки дефицита минеральных элементов



3. Методы исследования минерального питания растений.

- 1) 1859 г. – опыты И.Кнопа, Ю.Сакса метод водных или песчаных культур.
- 2) вопрос о доступных формах питательных веществ был решен И. С. Шуловым в лаборатории Д. Н. Прянишникова в опытах, проведенных в стерильных условиях.
- 3) Катионы и анионы поступают в растения независимо друг от друга с разной скоростью. Скорость поступления иона определяется быстротой его использования. Это было установлено путем определения изменения концентрации рН в водных культурах.



Овес. Песчаные культуры. Сосуды: 1—чистый песок; 2— даны все питательные соли; 3— исключен азот; 4— исключен фосфор; 5— исключен калий

4. Поступление минеральных солей через корневую систему

4.1. Корневая система как орган поглощения солей.

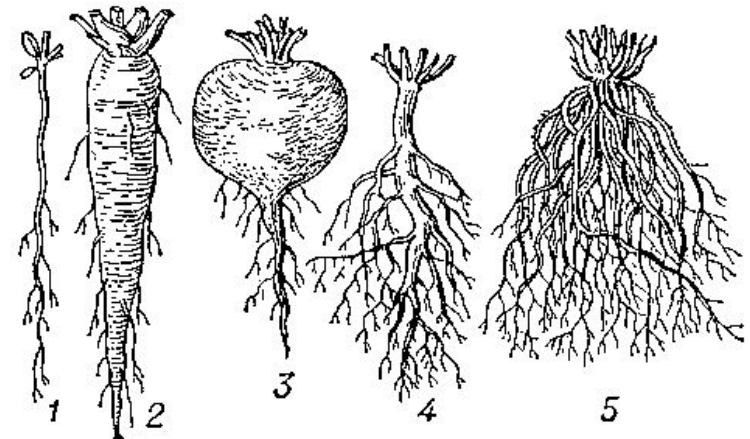
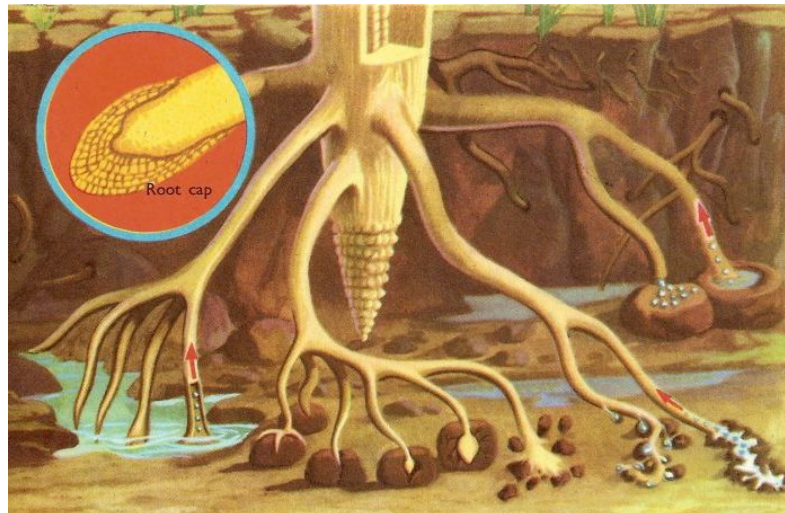
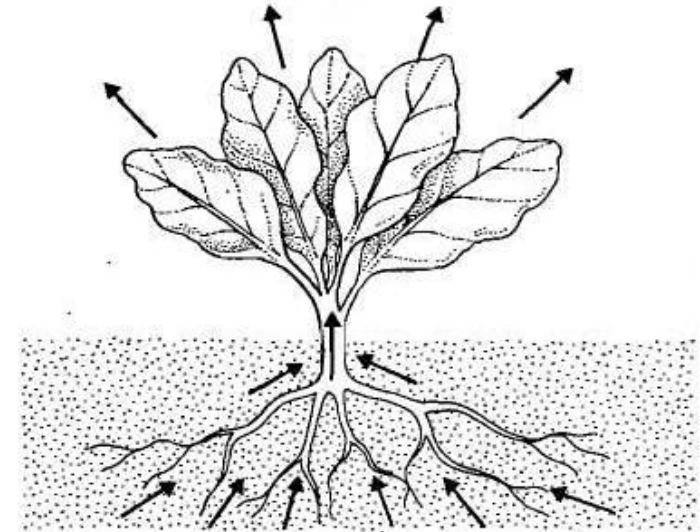
Функции корня

Особенности корня как органа поглощения.

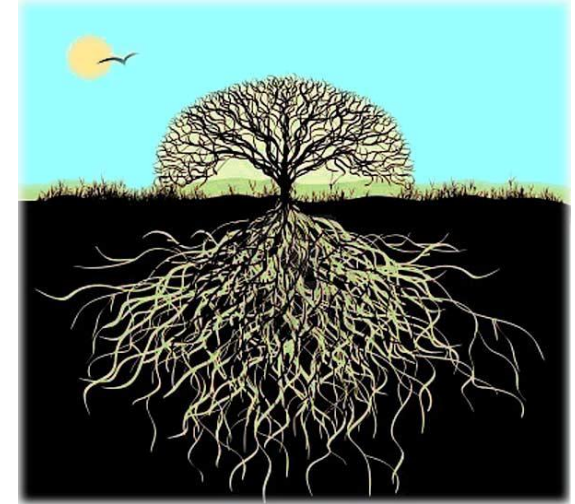
Строение корня.

Эволюция корня.

Синтетическая функция корня.



Особенности корня как органа поглощения

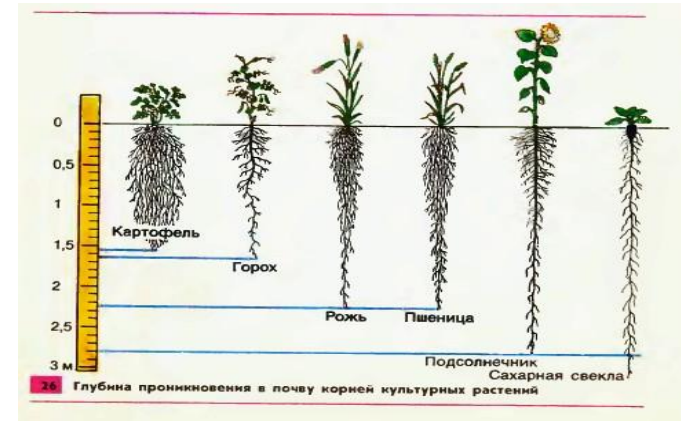
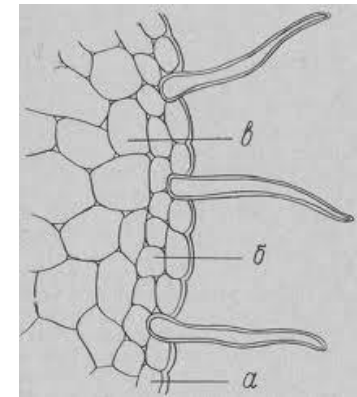


1) Огромная поверхность, обеспечивающая поступление воды из возможно большего объема почвы является результатом:

- Глубина проникновения;
- Большие размеры и сильная разветвленность. Корневые волоски, которые усиливают контакт с почвой. Поверхность корней больше поверхности надземных органов в 140-150 раз.

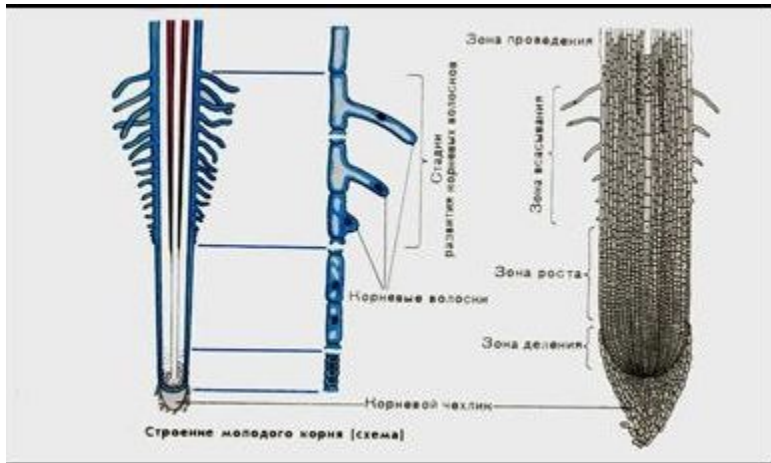
2) Непрерывный рост:

- Высокая скорость роста 1-10 см/сут, что в 100-130 раз интенсивнее надземных органов (0, 72 см/сут).
- Корневая система в течение жизни сохраняет множество меристем, которые в корне составляют 10 % по массе (в стеблях 1 %).

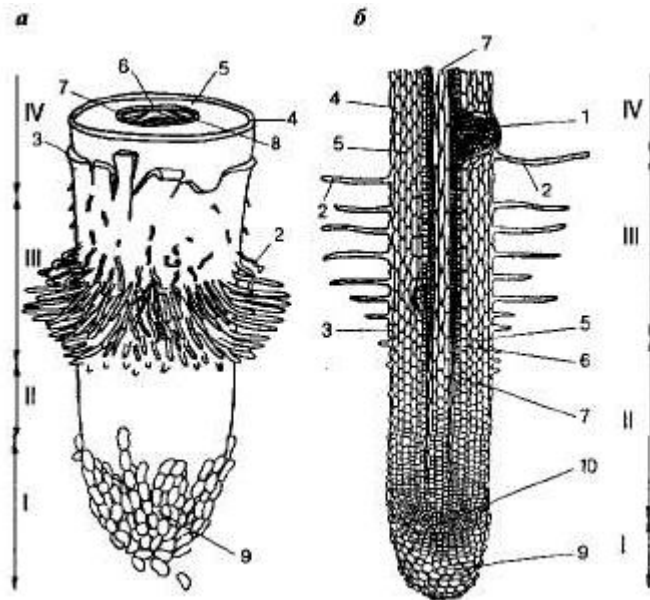


Глубина проникновения в почву корней культурных растений

Строение корня



Основной зоной поглощения питательных веществ, снабжающей и надземные органы растения, является зона растяжения клеток и зона корневых волосков.



Поглощающие поверхности корня

- Общая адсорбирующая поверхность (адсорбирует).
- Рабочая адсорбирующая поверхность (адсорбирует и передает в сосуды ксилемы)

Эволюция корня

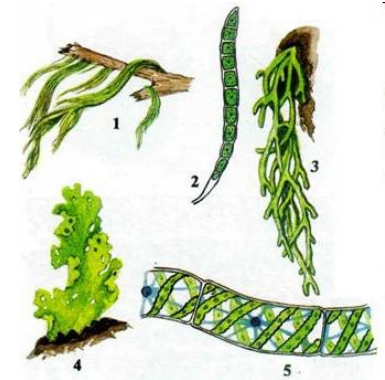
Зеленые водоросли:

1-2. Улотрикс.

3. Кодиум.

4. Ульва (морской салат).

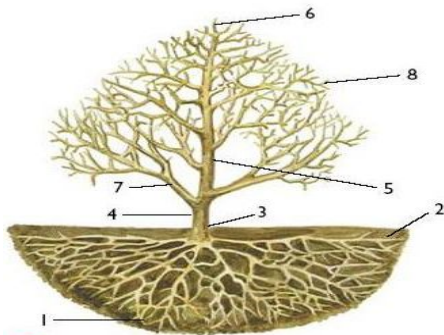
5. Спиросира



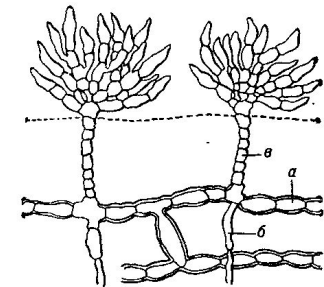
1 этап – водоросли, лишайники поглощают всей поверхностью (у высших частично сохранилась).

2 этап – выход на сушу – формирование органов воздушного и почвенного питания.

- Корень как специализированный орган появился не сразу. Начало ему дали клетки базальной части стебля, погруженного в субстрат. У древнейших растений суши, обитающих в условиях избыточной влажности, роль корня выполняли особые расширения или выросты (ризоиды) – функция закрепления и частично поглощения. В менее оводненных участках суши формирование корнеподобных выростов или настоящих корневищ с придаточными корнями.
- Поглощающая система впервые появляется у мхов, затем плауны, хвощи, папоротники. Увеличение всасывающей способности. Метаболическая специализация корня сформировалась позже. Впервые настоящая корневая система – у саговниковых (голосеменные), но корни не ветвятся. Совершенные – у голосеменных и покрытосеменных. Синтетическая функция корня сложилась позже. Соответственно ей сформировалась и анатомическая структура корня.



Строение яблони: 1 — вертикальный корень; 2 — скелетный корень; 3 — корневая шейка; 4 — штамб; 5 — ствол; 6 — проводник; 7 — скелетная ветвь; 8 — обрастающие ветви



Фритчиелла клубневидная:

а — стелющиеся нити;

б — ризоиды

Синтетическая функция корня

Какие вещества образуются в корне?

- 1) аминокислоты и амиды. Имеются данные, что 50-70% поступившего азота включается в метаболизм в корнях.
- 2) алкалоиды, порфирины, каучук, витамины (B_1 , B_6 , никотиновая кислота, аскорбиновая кислота).
- 3) фитогормоны цитокинины. Опыты К. Мотеса (1958). Установил, что если изолированные листья табака поместить в питательную среду и на них образуются корни, то они долгое время сохраняют зеленую окраску. Если корни обрывать, то при выдерживании на питательной смеси листья желтеют. Влияние корней оказалось возможным заменить нанесением на листья раствора кинетина.



Задержка старения листа нанесением кинетина (верхняя часть изолированного листа табака 10 дней назад была обработана раствором кинетина концентрации 30 мг/л).

4.2. Особенности поступления солей в корневую систему.

Влияние внешних условий на поступление солей.

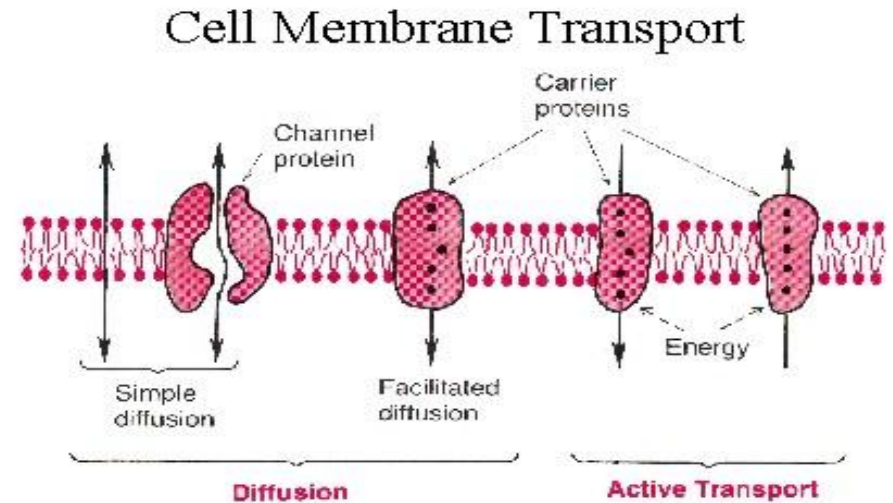
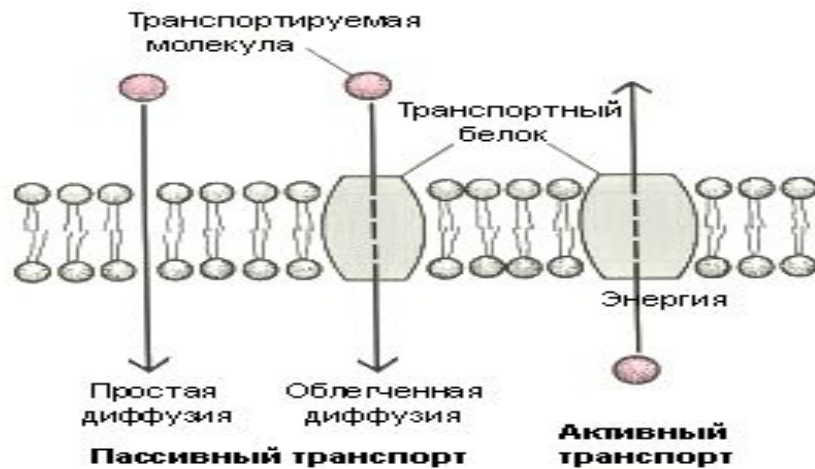
- Температура (при t близкой к 0°C поглощение солей идет медленно, до 40°C усиливается. Увеличение температуры на 10°C может вызвать возрастание поглощения в два и даже три раза).
- Свет (в темноте поглощение солей замедляется и постепенно прекращается, под влиянием освещения ускоряется)
- Кислород (при уменьшении содержания до 2—3% интенсивность поступления солей остается на одном уровне, снижение ниже 3% вызывает падение поглощения примерно в два раза)
- рН
- Присутствие других ионов.

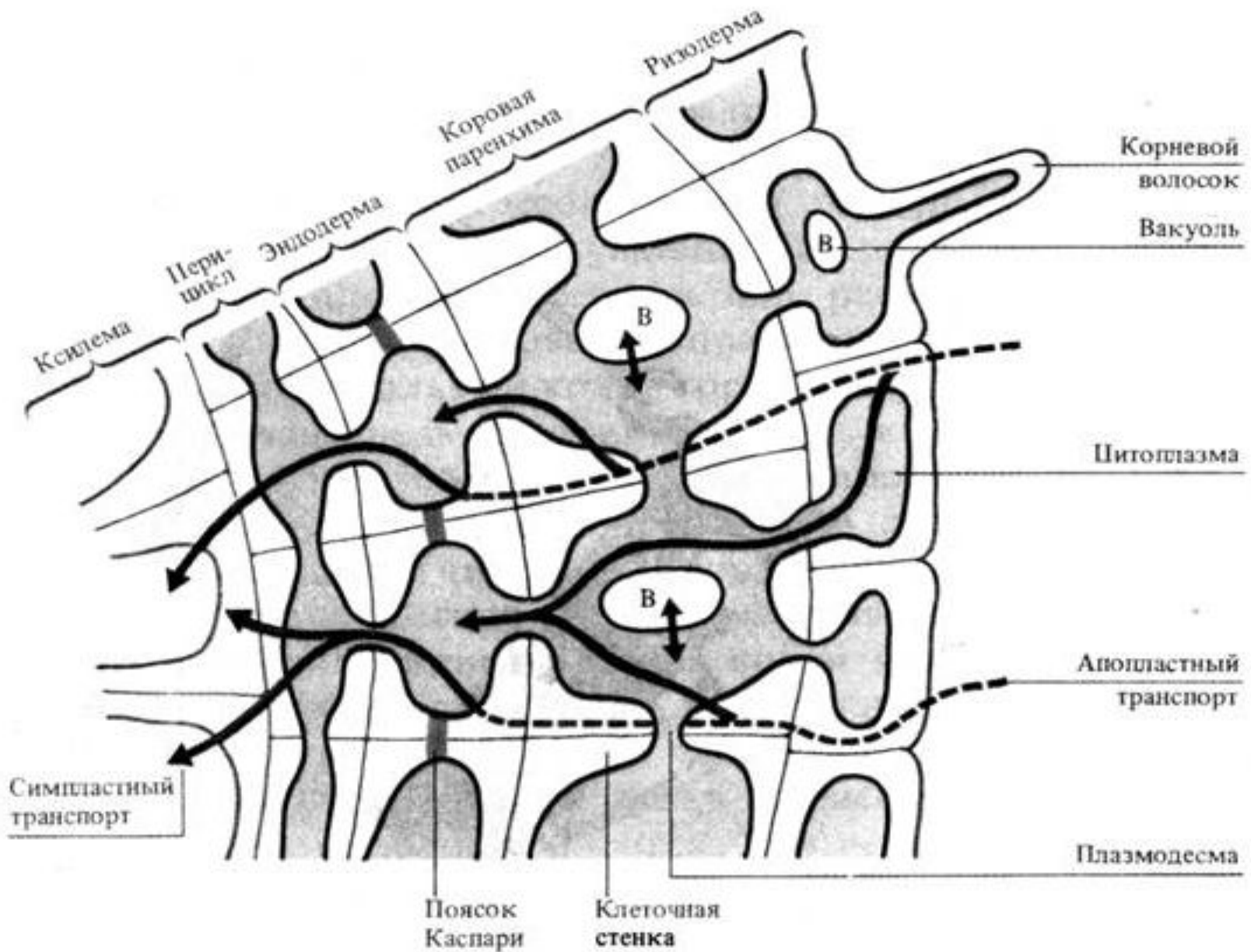
Влияние внутренних факторов на поступление солей.

- интенсивность дыхания.
- транспирация

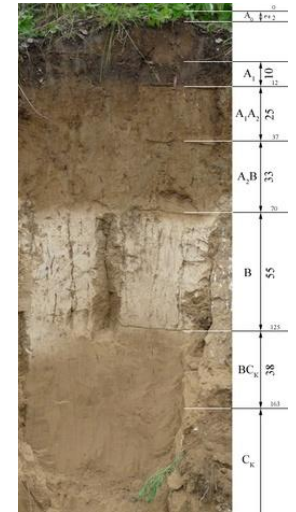
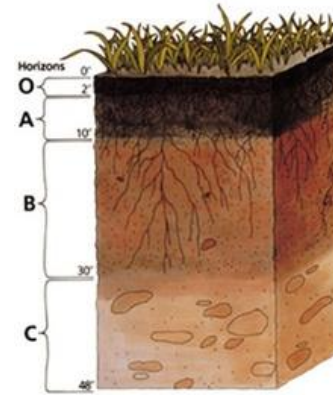
4.3. Механизм и пути поступления минеральных солей через корневую систему

Механизм поглощения солей клеткой

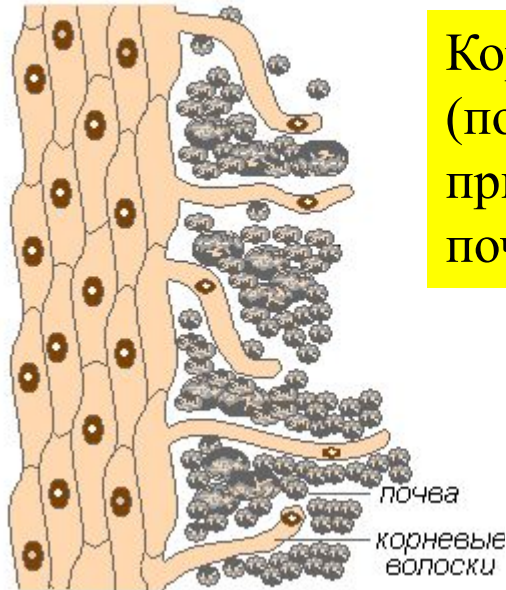




5. Почва как источник питательных веществ.



Корни поглощают вещества из водной фазы (почвенный раствор) и твердой фазы почвы: при контакте с частицами ППК - почвенного поглощающего комплекса.

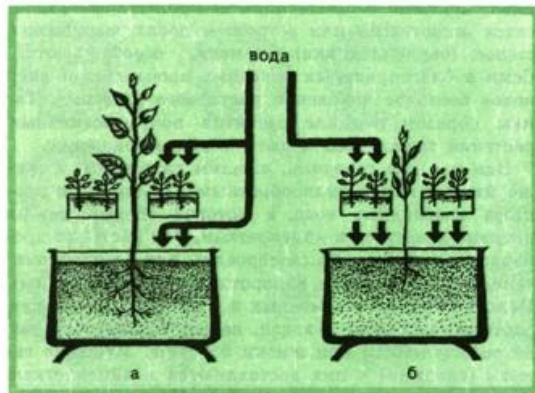


ППК — это мелкодисперсная коллоидная часть почвы, смесь минеральных (алюмосиликатных) и органических (гуминовых) соединений.

Поглощенные ионы адсорбируются на поверхности клеточных оболочек ризодермы. Из адсорбированного состояния ионы могут по коре корня передвигаться двумя путями: по апопласту и симпласту.

Выделительная функция корней

Слизистые вещества корня включают полисахариды, фенолы, аминокислоты, органические кислоты. Локализованы на самом окончании корешка, в зонах чехлика и растяжения, вплоть до корневых волосков



Схема, показывающая действие корневых выделений:

а — вода, омывающая корни одного растения, не попадает на корни другого, и оно развивается нормально;

б — корневые выделения угнетают подопытное растение.

Слизь, которую выделяют корни, способна изменять растворимость гумусовых веществ почвы. Количество растворенного органического углерода при выщелачивании чернозема, предварительно подвергнутого воздействию корневых выделений, повышается на 40,4%. Полагают, что корневые выделения высвобождают катионы металлов из гумуса и тем самым меняют его структуру. Корневой экссудат принимает участие в связывании никеля, кадмия и других тяжелых металлов. Органические выделения корня хелатируют трехвалентное железо, необходимое для метаболизма растений, переводя его из нерастворимой формы в растворимую.



6. Физиологические основы применения удобрений.

Физиологические основы применения удобрений. Внесение удобрений как важнейший фактор управления продуктивностью и качеством урожая сельскохозяйственных растений. Особенности потребления минеральных веществ растениями. Физиологические свойства удобрений.

Контрольные вопросы

1. Какие основные признаки определяют необходимость данного элемента для жизни растения? Как это можно установить?
2. Какие основные функции выполняют питательные элементы?
3. Какая особенность фосфора прежде всего определяет его физиологическую роль? В состав каких необходимых соединений для жизни растений входит сера?
4. Каковы особенности физиологической роли металлов? Приведите примеры влияния отдельных металлов на активность ферментов.
5. Назовите физиологические процессы, которые связаны с присутствием K^+ . В чем специфическая роль Са для зеленых растений?
6. Почему при недостатке Mg нарушается процесс фотосинтеза?
7. Недостаток железа вызывает хлороз молодых листьев, а недостаток азота — старых. Объясните.
8. Что такое антагонизм ионов? Как он проявляется? Каковы его причины?
9. Почему поступление солей через корневую систему зависит от присутствия кислорода; интенсивности дыхания; света? Какой вывод можно из этого сделать?
10. Что такое апопласт и симпласт? Каковы пути и особенности передвижения ионов от поверхности корня до сосудов ксилемы?
11. Где находятся пояски Каспари и как они влияют на передвижение ионов по сосудам ксилемы? Что вызывает десорбцию ионов в сосудах ксилемы?
12. Каково соотношение процессов пассивного и активного поступления ионов в клетки корневой системы в зависимости от возраста растений?
13. Какова физиологическая роль корневой системы? Какие существуют доказательства этого?
14. Какие свойства почвы и растения необходимо учитывать при внесении удобрений?