**ПОЧВЫ КАК ИСТОЧНИК ПИТАНИЯ РАСТЕНИЙ**

План занятия

1 Механизм поглощения элементов питания растениями.

2.Внешние условия поглощения растениями питательных веществ.

3. Почва как сложная саморегулирующаяся единая система. Фазы почвы. Минеральная и органическая часть почвы и их химический состав. Гумусовые вещества.

1. Механизм поглощения элементов питания растениями.

**Теории корневого питания растений.**

История развития теорий корневого питания растений раскрывается в основополагающих постулатах исследователей, творивших эту историю. Основных теорий корневого питания растений, получивших в свое время признание, можно назвать шесть: питание растений готовой пищей; водная теория питания растений; углеродное питание; гумусовая теория питания растений; теория минерального питания растений; теория азотного питания растений.

**Теория питания растений готовой пищей.** Она связана с именем древнегреческого философа Аристотеля (384-322 гг. до н.э.), увидевшего разницу между растениями и животными в том, что животные выделяют экскременты, а растения нет. Отсюда заключение: «Растения корнями всасывают из земли уже готовую пищу - поэтому в их внутренностях не образуются экскременты, а в качестве желудка они пользуются землей и ее теплотой». Несмотря на примитивность, антинаучность, взгляды Аристотеля продержались почти 20 веков.

Бернард Палисси (1510-1589) в 1563 г. высказал, одним из первых, принципиально новый и правильный, с нынешней точки зрения, взгляд на питание растений и роль удобрений в повышении урожаев и сохранении плодородия почв: «Навоз, который вывозится на поля, не имел бы никакого значения, если бы не содержал соли, которые остаются от разложения сена и соломы». «Соль - есть основа жизни и роста всех посевов». Но это было всего лишь гениальной догадкой, не подкрепленной достоверными фактами, полученными в экспериментах.

**Водная теория питания растений.** Эту новую, совершенно отличную от взглядов Аристотеля, теорию сформулировал Л.Б. Ван-Гельмонт (1577-1644). Теория опиралась на экспериментальные данные, полученные в опыте, проведенном в 1629 г., а их наглядность и убедительность не оставляли никакого основания для сомнений.

Вот как описывает опыт Ван-Гельмонта его сын: «Я взял глиняный сосуд, в который насыпал 200 фунтов (около 91 кг) высушенной в печи земли, увлажнил ее дождевой водой и плотно втиснул в нее ветку ивы весом 5 фунтов (2,25 кг), ровно через пять лет выросшее дерево весило 169 фунтов (77 кг) и около 3 унций (57 г). В сосуд вводилась только дождевая вода или дистиллированная вода для увлажнения земли, когда это было необходимо; сосуд оставался наполненный землей, которая все еще туго была набита, причем во избежание проникновения в эту землю пыли извне, сосуд был накрыт листом луженого железа с проделанными в нем отверстиями. Я не учитывал веса листьев, падающих осенью. В конце этого срока я снова высушил землю и получил те же 200 фунтов, с которыми я начал опыт, минус около двух унций. Таким образом, 169 фунтов (77кг) дерева, коры и корней получилось от одной воды». Блистательно, безупречно, но получены ложные суждения и выводы, в силу того, что не было известно о воздушном питании и роли элементов корневого питания. Таким образом, сами по себе факты еще не отражают объективной истины.

Только Д. Вудворду экспериментально удалось доказать несостоятельность водной теории питания растений в том виде, как она была предложена Ван-Гельмонтом. «Растения образуются не из воды, а из особого землистого вещества, большая часть жидкой массы, проникающей в растения, не остается в них, а выходит через их поры и испаряется в атмосферу». «Земля, а не вода, есть тот материал, из которого строятся растения».

**Теория углеродного питания**. Как, нередко, бывает развитие теории углеродного (воздушного), питания началось с гениальной догадки изложенной М.В. Ломоносовым в работе «Слово о явлениях воздушных» (1753), - «Преизобильное ращение тучных деревьев, которые на бесплодном песку корень свой утвердили, ясно изъявляют, что жирными листами жирный тук из воздуха впитывают». Догадка получила развитие – во второй половине XVIII английским химиком Дж. Пристли (1733-1804) и швейцарским физиологом Ж. Сенабье (1742-1809), показано, что растения на свету выделяют кислород, оставляя себе углерод.

Вот как через 50 лет после выхода выше названной работы М.В. Ломоносова (1711-1765) в 1800 г. писал Ж. Сенебье: »Земля, вода, воздух доставляют растениям, как элементы угольной кислоты, так и ее растворителя; эта кислота представляется главной пищей растений…Она проникает, вместе с водой в корни, которые ее всасывают, поднимается вместе с соком, в составе которого восходит до самых листьев, где разлагается под действием света. Угольная кислота, распространенная в парах атмосферы, оседает также вместе с водою на листьях, в которые поступает непрерывно, что также представляет для растений питание постоянное, обильное, однородное». Так по существу был открыт фотосинтез растений, хотя его механизм был расшифрован значительно позже.

Особая заслуга в области учения об углеродном питании растений принадлежит К.А. Тимирязеву (1840-1920). Через 150 лет после догадки высказанной М. В. Ломоносовым он установил зависимость фотосинтеза от качественного состава света. Доказал, что фотосинтез осуществляется в строгом соответствии законом сохранения энергии: энергия солнечного луча поглощается хлорофиллом и используется для образования органических веществ из углекислого газа и воды. Первым показал, что зеленая окраска хлорофилла является приспособлением для поглощения солнечной энергии, а максимум поглощения света хлорофиллом приходится на красную область спектра. Это уже была теория воздушного питания, принятая до сегодняшнего дня и развитая многими поколениями ученых 20 века.

**Гумусовая теория питания.** В 1761 г. шведский ученый И. Валериус высказал гипотезу о питании растений гумусом в основе, которой лежали наблюдения о высоком плодородии почв с высоким содержанием гумуса. Сущность гипотезы заключалась в следующем – растения питаются гумусом и что только органические вещества почвы являются пищей для растений, а другие вещества, например, мел, могут способствовать растворению веществ содержащихся в гумусе. Как видим, она исходила из совершенно неверной мысли о прямом усвоении этого сложного органического вещества.

Значительный вклад в развитие учения о роли органического вещества в питании растений, внес И.М. Комов (1750-1792). В книге «О земледелии», изданной в 1788 г., он впервые высказал мысль, что растения питаются перегнойными веществами, по И.М. Комову, органические вещества почвы есть не что иное, как пища растений, что позволяет считать его основоположником теории гумусового питания растений. И.М. Комов подробно описывает приготовление фекальных компостов, предлагает вносить куриный помет под озимь во время сева вместе с семенами, либо весной, когда сойдет снег в подкормку. Навоз он рекомендует вывозить на поле свежим, а не сгоревшим или сгнившим, так как при этом «сила питания» исчезает. После вывозки в поле навоз непременно должен заделываться в почву. Много внимания уделял известкованию кислых почв, применению золы, торфа и других местных удобрений.

Между тем, творцом гумусовой теории питания растений почитают А. Тэера (1752—1829), который сформулировал ее следующим образом: «Плодородие почвы зависит, собственно, целиком от гумуса, так как кроме воды он представляет единственное вещество, могущее служить пищей растениям». Авторство гумусовой теории могли бы с успехом разделить Валериус, Комов, Деви, Тэер, тем не менее, она целиком приписана Тэеру, и до 1840 г. существовала под названием «Гумусовой теории Тэера».

Гумусовая теория питания растений потеряла свое значение после выхода в свет работ Ю. Либиха, автора теории минерального питания растений. Гумус стал рассматриваться не как прямая пища растений, а как важный материал для питания почвенных организмов и кладовая запасных соединений элементов минерального питания высших растений.

**Теория минерального питания растений.** Особый вклад в развитие теории минерального питания внесли русские ученые: М.И. Афонин, А.Т. Болотов, А.П. Пошман, М.Г. Павлов, оставившие огромное литературное наследие по применению удобрений, плодородию и свойствам почвы. Вопреки гумусовой теории питания растений А.Т. Болотов в книге «Об удобрении земель» (1770) утверждает, что пища растений в почве «состоит в воде и некоторых особливых земельных или паче минеральных частичках».

А.Т. Болотов особую роль навозу отводит, как средству сохранения плодородия и дает некоторые конкретные рекомендации по его использованию. Его рекомендации о хранении навоза в специальных навозохранилищах или в уплотненных кучах не потеряли своей актуальности и в современных условиях.

В становление теории минерального питания большой вклад внесли Т. Сосюр, Рюккерт, Шпренгель, Лавуазье, Буссенго и многие другие, но окончательная формулировка теории минерального питания растений принадлежит Ю. Либиху (1803-1873). В книге «Химия в приложении к земледелию и физиологии растений» (1840) в резкой форме критикуется теория «Гумусового питания растений»: «Перегной... происходит от тления и гниения растений, ...первозданного перегноя не может быть, и, следовательно, растения были раньше перегноя». Он категорически утверждал: «Первым источником пищи для растений служит исключительно неорганическая природа».

Верная и своей основе теория минерального питания Ю. Либиха нуждалась, в пополнении и экспериментальном уточнении. Огромный; вклад в этом направлении внесли Ф. Вигманн (1770-1853), Л. Польсторф, С. Горстмар (1799-1865), Кноп (1817-1891), Сакс (1832-1897), Г. Гельригель, Вагнер, А.Н. Энгельгардт, Д.И. Менделеев, П.А. Костычев, К.А. Тимирязев и многие другие. К шестидесятым годам XIX столетия в основном была завершена разработка теории минерального питания.

**Теория азотного питания.** Это самостоятельная ветвь теории минерального питания растений, связанная с выяснением вопросов о роли и источниках азота, которыми пользуются растения. И.Р. Глаубер (1604-1665) высказал мысль: «Соль и азотная кислота (может быть, соли азотной кислоты) являются единственным началом роста, порождающей все растительное и животное, и минеральное». Ж.Б. Буссенго на основании балансовых опытов пришел к выводу, что растениям недостаточно атмосферного азота, им необходим азот почвы, что подтвердил точными опытами с земляной грушей.

В противоположность Ю. Либиху Ж.Б. Буссенго, отвергая гумусовую теорию питания, доказал, что культура бобовых приводит к улучшению азотного баланса в хозяйстве. Первый среди многих провел статистический учет круговорота веществ в сельском хозяйстве. Установил, что источником углерода для растений служит CO2 воздуха.

Г. Гельригель (1831-1895), М.С. Воронин (1833-1903), М. Бейеринк (1851-1931), С.Н. Виноградский внесли большой вклад в развитие теории симбиотической азотфиксации, азотфиксации свободноживущими микроорганизмами почвы, назвав еще один важнейший источник азота для питания растений.

Добавим, что промышленность не производила аммиачные удобрения, не существовало надежной теории, объясняющей возможность питания растений аммиаком.

Теория исключительно нитратного питания растений была поколеблена П.С. Коссовичем, крупным русским агрохимиком-почвоведом. П.С. Коссович в 1897 г. в стерильных условиях доказал, что аммиак растения усваивают без перевода его микроорганизмами в селитру. Одновременно Д.Н. Прянишников, исходя из своего положения, что растения могут использовать для синтеза аспарагина аммиак, получившийся при распаде белка, пришел к выводу, что синтетические процессы возможны за счет аммиака, поступившего в растения извне. Многочисленные опыты полностью подтвердили это. Больше того, было установлено, что если молодые растения обеспечивать аммиаком и нитратами одновременно, то они быстрее поглощают аммиак.

Особая роль в разработке теории азотного питания растений принадлежит Д.Н. Прянишникову. Он доказал равнозначность аммонийного и нитратного азота для питания растений, дал глубокий анализ процессам, происходящим в организме растений в связи с азотистым обменом, им подготовлено решение вопроса о применении аммонийных солей в качестве азотных удобрений, а затем и развития азотно-туковой промышленности в нашей стране.

**2.** Внешние условия поглощения растениями питательных веществ. **Теории поглощения элементов питания растениями.** Питание растений осуществляется путем взаимодействия внутренних и внешних условий питания в определенной экологической среде. Под внутренними условиями питания подразумевают механизм поступления элементов питания в растения и метаболизм их в сложные органические соединения типа белков, жиров, углеводов, ферментов и тому подобных соединений. Внутренние условия питания растений предопределяются наследственными особенностями организма и обусловливаются характе­ром анатомического и морфологического строения, темпами роста и на­ступления фаз развития способом размножения, продуктивностью и хи­мическим составом урожая, соответствием их свойствам среды, стойкостью к ее изменениям.

На внутренние условия питания и жизнедеятельность растений влия­ют влажность почвы, концентрация питательного раствора, соотношение макро- и микроэлементов в питательной среде, реакция почвенной среды, аэрация почвы, свет, тепло, почвенные микроорганизмы и т. д., выступающие как внешние условия питания растений.

В настоящее время можно с определенной долей риска назвать **7 теорий** поглощения питательных веществ корневой системой: поступление питательных веществ в корень с массовым током воды; диффузионно-осмотическая теория поглощения элементов питания корневой системой; липоидная теория поглощения элементов питания корнем; ультрафильтрационная теория корневого питания растений; адсорбционная теория поглощения элементов питания; теория поглощения элементов питания посредством переносчиков, электронейтральных и ионообменных насосов, позво­ляющих осуществлять поглощение против электрохимического градиента; поглощение питательных веществ в процессе пиноцитоза.

Теория поступления питательных веществ с массовым током воды основана на том, что корневая система растений имеет так называемое свободное пространство, в которое ионы поступают и из которого выделяются вследствие диффузии. На долю свободного пространства приходится около 4-6% общего объема корневой системы, и локализовано оно в рых­лой первичной оболочке клеточных систем вне протопласта снаружи от плазмалеммы. Свободное пространство делится на «водное пространство», из которого ионы могут путем диффузии переходить в воду, и «доннановское пространство», из которого ионы путем обмена выделяются в солевой раствор. Следовательно, свободное пространство является тем непосредственным участком приема массового потока воды с растворенными в ней химическими веществами и одновременно зоной поглощения, из ко­торой жизнедеятельная часть клетки черпает необходимые для нормального обмена элементы питания. Как мы подчеркнули выше, Н20 в по­чвенном растворе представляет сложнейший полиэлектролит, содержа­щий в своем составе минеральные, органические, органоминеральные соединения, характеризующиеся самыми различными электрическими и химическими свойствами.

Диффузионно-осмотическая теория исходит из того, что поглощение клет­кой воды и растворенных в ней веществ происходит путем диффузии через пористые цитоплазматические мембраны, а клетка рассматривается как осмотическая система. Допускается одновременное поглощение корневой системой воды и питательных веществ, совершенно исключается активная роль растения. Таким образом, поглощение питательных веществ связыва­ется с транспирацией растениями воды.

Согласно липоидной теории (Овертон, конец XIX в.), вещества растворяются в липидных компонентах цитоплазменных мембран и поглощаются корнем; предполагается раздельное поглощение воды и питательных веществ, и в этом ее прогрессивность по сравнению с диффузионно-осмотической теорией.

Суть ультрафильтрационной теории в том, что поглощающий аппарат корней представлен подобием тонкого сита (R минеральных солей 0,4-0,6 нм; а средний размер каналов в клеточной стенке 5-20 нм). Скорость проникновения ионов при этом ставится в прямую зависимость от диа­метра пор и объема поглощаемых молекул.

Началом развития адсорбционной теории поглощения ионов корнями было установление очень быстрого связывания растительными клетками катионов из сильно разбавленных растворов. Связанные катионы на основе взаимного эквивалентного обмена вытесняются обратно из тканей другими катионами в зависимости от концентрации их в растворе и времени кон­такта.

Механизм поглощения химических соединений из внешней среды связывают не только с амфотерными свойствами приграничных белков, но и с уровнем метаболизма веществ растением, с процессом дыхания. Последнее в обобщенном виде можно выразить уравнением, обратным фото­синтезу: Благодаря наличию Н+ и НС03-, на различных участках плазмолеммы одновременно появляются и положительно, и отрицательно заряженные участки. Возникшие в результате дыхания на внешней поверхности корней положительно заряженные участки (Н+) способны обмениваться на катионы солей, а отрицательно заряженные участки (НС03-) - на анионы.

Из изложенного допускается возможность сочетания всех рассмотренных выше теорий поглощения: пассивное движение ионов питательных веществ в корень, не зависящее от энергии дыхания, - пассивное поглощение ионов по электрохимическому градиенту, зависящее от энергии дыхания, - активное поглощение ионов против электрохимического градиента, зависящее от энергии дыхания.

В поисках объяснения, что же проталкивает ионы в корни против градиента электрохимического потенциала, исследователи пришли к выводу, что существуют какие-то ионные «насосы», отсюда сложилось представление о том, что питательные вещества поступают в корень, в основном, в виде ионов с обязательным проходом через плазмолемму клетки (фосфолипидную мембрану). Согласно этой теории, ион прохо­дит мембрану не в «чистом» виде, а в виде комплекса с молекулой пе­реносчика.

Предполагается, что существуют К+-, Na+-, СГ-, Н-насосы и, воз­можно, другие. Считается, например, чтобы закачать в корень два иона К+, растению необходимо выбросить три иона Na+.

Теория пиноцитоза опирается на открытую И. И. Мечниковым способность лейкоцитов «заглатывать» бактерии. Все, что связано с «заглатыванием» клетками твердых частиц, получило название фагоцитоз; в случае «заглатывания» капель жидкости - пиноцитоз.

**2. Внутренние и внешние факторы питания.** Характер и интенсивность поглощения веществ тесно связаны с множеством внешних факторов, среди которых особое место занимает: свет, тепло, вода, концентрация и состав раствора, реакция среды, аэрация.

**Свет.** Корневое питание связано с солнечной радиацией – интенсивность корневого питания зависит от интенсивности фотосинтеза, а последний в свою очередь – от минерального питания. Удлинение светового периода положительно влияет на урожайность кукурузы овса, выращиваемой на нитратном фоне, и снижается на аммиачном. Максимально К, Са, Р поглощается в дневные часы, а ночью скорость поглощения снижается в 1,5-3 раза.

Путем изменения питания – с освещения можно регулировать – географией посева, геометрий и нормой высева.

**Влажность почвы.** Она влияет на поступление в растение элементов питания следующими факторами.

1.Улучшениее общего физиологического состояния растений (фотосинтез, биосинтез белков т.д.)

2. Улучшение развития и расположения корней и увеличение общей поглотительной способности.

3. Увеличение общего поступления в растения N, P, K, Ca, Mg, Zn, Cu, Mn, Co, Fе, Mo и B при оптимальном увлажнении почвы.

Избыток или недостаток влаги нарушает нормальный процесс корневого питания, способствует развитию грибных болезней. Оптимальная влажность почвы в условиях естественного увлажнения колеблется в пределах 60-70 % Н.В. Оптимальная влажность воздуха для поглощения элементов питания корневой системой, колеблется в пределах 70-80 %.

Всего 0,2 % поглощенной корнями воды расходуется на построение всех органов растений, а свыше 99 %ее идет на испарение.

Удобрения не оказывают влияния на валовый расход воды урожаем, но резко сокращают затраты воды на формирование единиц урожая.

**Температура.** Между повышением температуры до оптимального уровня и интенсивностью поглощения иона существует прямая зависимость: при повышении температуры почвенного раствора с 10 до 24 ºC испарение воды увеличивается в 1,4 раза, а поглощение ионов: кальций – в 15, NO3 в 5,2; магний – в 5раз, калий в 3,2 раза.

Для поглощения N и Р зерновыми хлебами оптимальная температура 23-25 ºC. Для южных культур лучше поглощают питательные вещества при температуре 30-35 ºC.

Играет важную роль при прорастании семян, генеративных органов формирования.

Для поглощения и усвоения NH4 приемлемы более низкие температуры. Отсюда предпочтение сульфату аммония, аммиачной селитры, мочевине при проведении ранних подкормок озимых культур.

Понижение температуры до 5-7 ºC сильно сокращает поглощение корнями N. P, Ca и S, практически не оказывают влияние на поглощении К.

Оптимальная температура воздуха для южных районов колеблется в пределах 15-30 ºC.

Таким образом, в условиях оптимального минерального питания температура около 5-6 ºC является критической для поступления основных элементов минерального питания в растения.

**Концентрация и состав раствора.** Под оптимальной концентрацией почвенного раствора следует понимать ту, при которой в конкретных условиях обеспечивается наибольшая продуктивность растений. Оптимальная суммарная концентрация солей почвенного раствора не должна превышать 3,5 – 4 г/л воды или 1 г/ кг почвы, или 16-26 моль/л.

Корневая система обладает способностью усваивать питательные вещества из сильно разбавленных растворов (0,01-0,05 %). В полевых условиях концентрация почвенного раствора колеблется в пределах 0,02-0,2 %. Корневой системой лучше поглощаются ионы из умеренно – концентрированных растворов, а вода из неудобренной зоны.

Каждому виду растений необходимо определенное соотношение питательных элементов, изменяющиеся в течении вегетации. Решающее значение принадлежит специфическим особенностям корневой системы. Например, калий поступает в корневую систему быстрее, чем рубидий и цезий, хотя диаметр ионов последних двух элементов меньше.

Нормальное функционирование растительного организма осуществляется при строго определенном соотношении катионов и анионов во внешней среде. Рост надземных органов растений и развития корневой системы зависят от физиологической уравновешенности питательного раствора. Физиологически уравновешенным называется раствор, в котором отдельные элементы питания находятся в таких соотношениях, при которых происходит наиболее эффективное их использование растением.

Выяснение причин изменения в поглощении элементов минерального питания растениями в зависимости от состава и концентрации питательных веществ в среде имеет важное теоретическое и практическое значение. Повышение уровня азотного питания увеличивает поступления в растения Р, Са, Mg, Cu, Fe.Mn и Zn. Отклонение концентрации одного элемента на 30-100 % от его оптимального содержания в субстрате ведет к изменению поглощения других элементов питания: увеличения количества элемента, находящегося в недостаточной концентрации способствует поглощению других элементов, называется синергизмом. Явление синергизма характерно между Su, Mn, Zn;Cu и Co, B, Zn, Co;Мo и Mn; Mo и Cu; Cu и Mn; Ca и Co.

Антагонизм ионов возможен только в случае наличия у обоих ионов одинаковых химических свойств. а также способности образовывать ковалентные с одними и теми же переносчиками. Явление антагонизма установлено между Fe и Ca; Al и Na; Fe и Zn; Mn и Zn; Cu и Zn; Zn и Fe, Mn, Cu, Mo. В составе почвенного раствора весьма токсичен Al, Мn, Н. Они угнетают рост корней, особенно в кислой среде при низком содержании Са и Мg. Содержание Al 2 моль/кг почвы угнетают большинство культур, особенно озимую пшеницу.

**Аэрация и питание растений.** Установлено влияние аэрации на поглощение растениями различных элементов питания. Чувствительность элементов к условиям аэрации при поглощении корнями выстраивается в следующий ряд: K < Ca < Mg < N < P . Максимальное поглощение корнями питательных веществ наблюдается при концентрации О в почвенном воздухе в пределах 2-3 %, а дальнейшее увеличение концентрации кислорода вплоть до 100 5 не увеличивает скорость поглощения солей. Содержание СО2 в почвенном воздухе также влияет на скорость роста корня. Наивысшая скорость роста корня. Наивысшая скорость роста отмечается при концентрации углекислого газа 1-2 % в почвенном воздухе. Растения переносят увеличение концентрации СО2 до 16 %, хотя в этих условиях рост может угнетаться и опускаться до 80 % от оптимального.

**Реакция почвенной среды.** Она зависит от соотношения в почвенном растворе ионов Н+ и ОН-. При подщелачивании раствора усиливается поглощения катионов, а при увеличении кислотности раствора улучшается поступление анионов.Так ион NH4+ поступает лучше при нейтральной или слабощелочной среде, а NО3 – при сдвиге рН в сторону подкисления.

Подавляющее число сельскохозяйственных культур положительно реагируют на интервал рН от 5,5 до 7,5. Понижение или повышение рН сопровождается повышением активности вредных ионов, уменьшения доступных форм N, P, Mo, щелочная среда нарушает поглощение B, P, Mn, Zn, Cu.

**Физиологическая реакция солей.** В процессе роста растения избирательно поглощают ионы, и даже при внесении в почву химически нейтральных солей их физиологическая реакция может быть различной. В результате остающиеся в питательном растворе ионы определяют его подкисление или подщелачивание.

Физиологическая кислотность удобрения – свойство его подкислять реакцию среды, связанное с преимущественным использованием растениями катионов из состава соответствующей соли.

Физиологическая щелочность удобрения – свойство удобрения подщелачивать реакцию среды, связанное с преимущественным использованием растениями анионов из состава соли. Интенсивное подкисление питательного раствора происходит вследствие более быстрого подкисления.

3. Почва как сложная саморегулирующаяся единая система. Фазы почвы. Минеральная и органическая часть почвы и их химический состав. Гумусовые вещества.

**Плодородие почвы, его виды. Пути повышения эффективного плодородия.**

Плодородие почвы – это ее способность одновременно обеспечивать растения водой, пищей и воздухом, а также создавать для них наиболее благоприятные (оптимальные) физические, физико-химические, химические, биологические и другие условия роста и развития. Еще в 1840 году Ю. Либих сказал: «Причина возникновения и падения наций лежит в одном и том же. Расхищение плодородия почвы обуславливает их гибель, поддержание этого плодородия – их жизнь, богатство». Если говорить о главных задачах сухого вещества, то их можно сформулировать так: с одной стороны максимально поднимать плодородие почвы, а с другой – создавать все более высокоурожайные сорта. Многочисленные приемы повышения плодородия почвы объединяют в следующие группы:

физические (система правильной обработки почвы, борьба с эрозией, сорняками и т.д.);

агрохимические и биохимические (внесение органических, минеральных, микроудобрений, сидерация и т.д.) целью которых является регулирование круговорота веществ в земледелии;

мелиоративные, направленные на коренное улучшение агрономических свойств почвы (гипсование, орошение, известкование, осушение, лесомелиорация);

биологические (правильный набор сельскохозяйственных культур в хозяйстве, рациональная структура посевных площадей и севооборотов).

Разные типы почв отличаются по составу минеральной части, по количеству и составу органического вещества. В связи с этим содержание основных элементов питания в различных почвах также неодинаково. Валовой запас азота, фосфора и калия в пахотном слое разных почв характеризуется следующими примерными данными.

Общий запас питательных веществ в почве характеризует лишь ее потенциальное плодородие. В большинстве почв общий запас N, Р и К составляет значительные величины в десятки и сотни раз превышает вынос этих элементов одной культуры. Однако основная масса питательных веществ находится в почве в виде соединений недоступных или малодоступных для питания растений (N-в виде гумусовых веществ, белков) Р – в трехзамещенные фосфаты, и органические соединения почвы, а основная часть калия – в нерастворимых алюмосиликатных минералах.

Эффективное плодородие – соединение в почве питательных веществ в доступной для растений формах.

2. **Составные части почвы и их роль в питании растений.**

Почва состоит из твердой фазы, жидкой фазы или почвенного раствора, и газовой фазы, или почвенного воздуха, которые находятся между собой в тесном взаимодействии.

Почвенный воздух отличается от атмосферного повышенным содержанием СО2 и несколько меньшим - кислорода. В почве постоянно происходит потребление кислорода и выделение СО2 при разложении органического вещества микроорганизмами, дыхании корней растениями и в результате некоторых химических реакций. В почвенном воздухе содержится СО2 до 0,3 – 1 % (иногда 2 – 3 % и более). При растворении СО2 в почвенной влаге образуется угольная кислота, которая диссоциирует на ионы.

СО2 + Н2О = Н2СО3 → Н+ + НСО3¯

Это усиливает растворяющее действие на минеральные соединения почвы (фосфаты, карбонаты кальция и др.) способствуя переводу их в усвояемые для растений формы. Избыток СО2 и не достаток кислорода отрицательно влияют на развитие растений и микроорганизмов.

Почвенный раствор – наиболее подвижная часть почвы, в которой совершаются разнообразные химические процессы и из которой растения непосредственно усиливают питательные вещества (соли). В зависимости от типа почвы и других условий в почвенном растворе содержатся анионы: (НСО3¯; СI¯; NO3¯; SO42-; H2PO4¯; OH¯ и другие) катионы (H+, Na+, K+, Ca2+, Mg2+, NH4+ и другие), а также водорастворимые органические вещества и газы (О2, СО2, NН3 и другие).

Обычно содержание водорастворимых солей в почвах составляет около 0,05 %. Избыток их в почве (более 0,2 %) вредны для растений.

Твердая фаза почвы – содержит основной запас питательных веществ для растений. она состоит из минеральной части, на которую в большинстве почв приходится 90 – 99 % массы твердой фазы, и органической части, которая играет очень важную роль в ее плодородии. Почти половина твердой фазы приходится на кислород (49 %) 33 % на кремний, более 10 % на Аl и Fe и только 7 % - на остальные элементы – содержащиеся только в минеральной части. С, Н, О, Р и S – как в минеральной части, так и в органической. N – почти целиком в органической части. По происхождению первичные минералы подразделяют на первичные и вторичные.

Первичные минералы – кварц, полевые шпаты, слюды, роговые обманки и пироксены – содержатся в виде песка (0,05 – 1 мм) и пыли (0,01 – 0,05 мм). По химическому составу минералы подразделяют на кремнекислородные соединения или силикаты (кварц SiO2) и алюмокремниевые соединения (алюмосиликаты), к ним относятся полевые шпаты – калиевые (оргоклазы КАlSi3O8) и натриево-кальциевые СаАlSi3O8. Гуминовые кислоты содержат 52 – 58 % углерода, 34 – 39 % кислорода, 3,3 – 4,8 водорода, 3,6 – 4,1 азота, каждая молекула имеет – 4 карбоксильные группы (СООН), 3 – 6 фенольных (ОН), первичные и вторичные спиртовые (ОН), а также метоксильные (ОСН3) и карбоксильные С=О группы.

Вторичные минералы объединяют в следующие группы:

монтмориллонитовая группа – монмориллонит Аl2Si4O10(ОН)2 · nН2О.

каолинитовая группа – каолинит Аl2Si2O5(ОН)4.

Гидрослюды – гидромусковит (илиит) КАl2[SiАl4О10]ОН2 · nН2О

В почве также содержатся различные соли: карбонаты, сульфаты, нитраты, хлориды, фосфаты, Са, Мg, K и Na. Во всех почвах содержатся малорастворимые слои фосфорной кислоты (фосфаты Са, Мg, Fe, Аl). Содержание в почвах Fe, Са, Мg, К и др. элементов которые входят в минеральную часть почвы, а также Р определяется механическим составом почвы. Более тяжелые глинистые, суглинистые почвы богаче этими элементами питания, чем песчаные и супесчаные.

Органическое вещество почвы. органическая часть почвы представляет собой сложный комплекс органических веществ, которые подразделяются на две группы:

Негумифицированные органические вещества растительного или животного происхождения;

Органические вещества специфической природы – гумусовые или перегной.

К первым относятся – преимущественно отмершие но еще не разложившиеся или полуразложившиеся растительные остатки (растительный опад, корни), а также остатки животных, обитающих в почве микроорганизмов. Являются важнейшими источниками питательных веществ, они сравнительно легко разлагаются в почве – N, P, S и другие переходят в доступную для растений минеральную форму. Однако 85 – 90 % общего количества содержащегося в почвах органического вещества превращается в сложные органические соединения специфической природы и служат источником для образования гумусовых веществ – высокомолекулярных азотсодержащих соединений.

Гумусовые вещества подразделяют на следующие группы: гуминовые кислоты, фульвокислоты и гумины. Гумусовые вещества обладают сравнительно высокой устойчивостью к микробиологическому разложению, они значительно труднее подвергаются минерализации, чем органические соединения.

Органическое вещество – важный источник элементов питания растений. В нем содержится почти весь запас азота, значительная часть S и Р, а также небольшое количество К, Са, Мg и др. питательных веществ. Основная масса азота в почве (до 90 %) находится в различных гумусовых веществах.

Органическое вещество служит энергетическим материалом и источником питания для большинства микроорганизмов, оказывает положительное влияние на структуру почвы, ее влажность, водный, воздушный и тепловой режим.

**3. Поглотительная способность почвы, ее роль в питании растений и поглощении удобрений.** Способность почвы поглощать ионы и молекулы различных веществ из раствора и удерживать их называется ее поглотительной способностью. К.К. Гедройц различал пять видов поглотительной способности: биологическую, механическую, физическую, химическую, физико-химическую и тесно увязывал с разработкой теоретических и практических вопросов применения удобрений и питания растений.

Биологическая – она связана с наличием в почве живых корней растений и микроорганизмов, которые избирательно поглощают из почвенного раствора азот и зольные элементы и переводят их в различные органические соединения своих тел. Важная отличительная черта биологической поглотительной способности – ее избирательность – усваивают в основном те элементы, в которых нуждаются. Играет особенно большую роль в предотвращении вымывания почвенных нитратов и нитратных форм азотных удобрений. Легкорастворимые соли азотной кислоты, не усвоенные растениями, удерживается в почве благодаря усвоению их микроорганизмами, так как ни механическим, ни физическим, ни химическим путем нитраты не поглощаются – явление временное, после отмирания микроорганизмов, они минерализуются, а содержание в ней макроэлементы освобождаются и используются растениями. Если процесс поглощение веществ выражен слишком сильно (внесение в почву вещества богатого клетчаткой – соломы), может ухудшиться питание растений азотом, фосфором, серой и другими элементами и снизится урожай.

Механическая поглотительная способность – этот вид поглощения обусловлен свойством почвы, как всякого пористого тела задерживать мелкие твердые частицы, взвешенные в воде. Вносимые в почву тонкоразмолотые удобрения (суперфосфат порошковидный) не вымываются из ее верхнего слоя в следствии механического поглощения.

Физическая поглотительная способность – это положительная или отрицательная адсорбция частицами почвы целых молекул различных веществ. Отрицательное поглощение хлоридов и нитратов обуславливает их высокую подвижность в почве. Поэтому удобрения, содержащие много хлора, предпочтительно вносить с осени, чтобы к посеву произошло хотя бы частичное вымывание хлора из пахотного слоя почвы. для нитратов такое вымывание нежелательно, поэтому их лучше вносить весной, незадолго до посева или в подкормку.

Химическая поглотительная способность – связана с образованием нерастворимых или труднорастворимых соединений в результате химических реакций между отдельными растворимыми солями в почве. Анионы азотной и соляной кислот (NO3¯) и (CI¯) ни с одним из распространенных в почве катионов (K+, Ca2+, Mg2+, AI3+, Fe3+, NH4+) не образуют не растворимых в воде соединений. Анионы Н2СО3 и Н2SО4 с одновалентными катионами дают растворимые соли, а с двухвалентными катионами (Ca2+, Mg2+) – труднорастворимые соединения в воде. В почвах с нейтральной или слабо щелочной реакцией, содержащих обменно-поглощенный кальций или бикарбонат кальция в почвенно растворе происходит химическое связывание.

Са(Н2РО4)2 + Са(НСО3)2 → 2СаНРО4 + 2Н2СО3

2СаНРО4 + Са(НСО3)2 → Са3(РО4)2 + 2Н2СО3

Н

(почва) Са + Са(Н2РО4)2 → (почва) Н + 2СаНРО4

Интенсивное химическое поглощение фосфорной кислоты обуславливает слабую подвижность фосфатов. Поэтому необходимо грануляция удобрения, локальное его внесение или под основную обработку в наиболее влажный слой почвы.

Физико-химическое, или обменное поглощение катионов – это способность мелкодисперсных коллоидных частиц почвы, как минеральных так и органических, несущих отрицательный заряд поглощать различные катионы из раствора.

Если чернозем обработать раствором хлористого калия

Н

(почва) Са + 2КСI → (почва) Н + 2СаСI2

играет существенную роль в почвенных процессах, определяет ее структуру, реакцию, буферность, имеет особо важное значение при взаимодействии с удобрениями:

NH4

(почва) Са + (NH4)2SO4 → (почва) + 2СаSO4

NH4

(почва) Са + КСI → (почва) К + НСI

Nа

(почва) Са + 2NаNО3 → (почва) + 2Са(NО3)2

Nа

Вся совокупность высокодисперсных почвенных частиц, обладающих обменной поглотительной способностью, К.К. Гейдройц назвал почвенным поглотительным комплексом ППК.