Питание растений

Питанием растений называется поглощение минеральных веществ, содержащихся в почве, корневой системой и дальнейшее усвоение их самим растением. Для нормального прохождения процессов поглощения минеральных элементов растению необходимы дыхание корневой системы, подходящие температура окружающей среды, кислотность почвы, концентрация и состав питательных растворов. Важнейшими элементами для питания растений являются: фосфор, калий, азот, железо, кальций, магний, и бор. Все элементы, входящие в состав растений, выполняют определенные функции. Роль минеральных веществ в процессе роста растений очень разнообразна. Кроме кислорода, углерода и водорода (органогенов) всем растениям требуется фосфор, сера, азот, магний, кальций и железо. В результате различных исследований было открыто, что для оптимального роста и развития растений обязателен целый набор веществ, находящихся в почве в микроскопических количествах. Помимо железа, усваиваемого растением, ему необходимы также медь, цинк, бор, кобальт, марганец и молибден.

Все вышеназванные элементы, используемые в питательных растворах, по характеру потребления разделены на три группы:

1) ультрамикроэлементы - серебро, радий, ртуть, кадмий и т. д. (миллионные доли процента);

2) микроэлементы - медь, бор, цинк, марганец, кобальт, молибден, и другие, потребляемые в малых количествах (от стотысячных до тысячных долей процента);

3) макроэлементы - фосфор, азот, кальций, калий, сера, железо, магний, потребляемые в относительно больших количествах (от сотых долей процента до нескольких процентов).

Растение для своего нормального развития должно получать все необходимые ему минеральные вещества в нужных концентрациях в растворенном виде. Если растение не получает нужного количества какого-то элемента, то проявляются признаки голодания. При добавлении этого элемента эти признаки устраняются. Если же растение получает какой-либо микроэлемент в избытке, то получается отравление растения. Бор и медь, например, при концентрациях свыше 1 мг на 1 килограмм почвы затормаживают рост у многих растений. Если концентрация становится ниже 0,5 мг на 1 килограмм, то начинается голодание. Это можно объяснить тем, что эти минеральные элементы участвуют в процессе построения клеточных органоидов и протоплазмы. Кроме того, они обеспечивают определенную структуру биоколлоидов живого вещества, без которых жизненные процессы не могут протекать.

**Фосфор** содержится в почве в органической и в минеральной форме. Минеральные формы фосфора преобладают в подзолистых и кислых почвах. Поэтому известкование таких почв повышает для растений доступность фосфоросодержащих веществ. Если наступает фосфорное голодание, листья растений становятся зелено-желтыми, задерживается процесс закладки цветочных почек и начало цветения растений, ухудшается и качество цветов.

**Азот** необходим для нормального развития растений. При недостатке этого элемента листья растения становятся бледными желто-зелеными с красноватыми пятнышками. В случае азотного голодания листья становятся более тонкими. Обычно азот в плодородном слое почвы содержится в форме, которая растениям недоступна. Однако в результате микробиологических процессов азот из недоступных форм преобразуется в усвояемую растениями форму. В почве присутствуют некоторые микроорганизмы, которые усваивают азот из воздуха и делают его доступным для растений. Тем не менее, подкормка растений азотистыми удобрениями в большинстве случаев необходима, так как почвы этим элементом бедны.

**Магний** - элемент, включающийся в состав хлорофилла растений. При недостатке этого элемента листья приобретают хрупкость, становятся "мраморными". Магний создает нейтральную реакцию почв, а также помогает устранить вредное действие избыточного количества извести. Калий требуется растениям для разнообразных физиологических процессов, протекающих в них. Этот элемент отвечает за развитие корневой "системы. Его наличие делает корневые системы растений более морозоустойчивыми. Как правило, калия содержится в почве от 1 до 2,5 процента. В очень тяжелых и средних почвах калий содержится в поглощенном виде. Это основной источник питания растений калием. Особенно нужны калийные удобрения для легких, подзолистых и торфяных почв. При калийном голодании больше всего страдают верхние листья растений. Они осветляются, по краям желтеют, а зелеными остаются только участки листа, окружающие сосуды.

**Кальций** присутствует в почве в виде фосфатов, карбонатов и других солей. Наличие кальция в почве улучшает ее свойства. Однако, для питания растений этот элемент идет в небольшом количестве. Кальций вносят в почву с целью нормализации ее кислотности.

**Железо** поддерживает нормальное развитие хлорофилла и хлоропластов в растениях. Если в почве недостаточно железа, то листья приобретают мраморность, цвет их становится неровным, наступает хлороз и старение листьев, так как разрушается хлорофилл, содержащийся в них.

**Кобальт** также увеличивает устойчивость хлорофилла в растениях.

**Цинк** нормализует дыхание растений.

**Бор** необходим для хлоропластов. Недостаточное количество этого элемента в почвах приводит к дегенерации хлоропластов растений.

**Молибден**, присутствующий в почвах в микроскопических количествах отвечает за нормализацию функций пластид.

**Медь** отвечает за окислительно-восстановительные реакции, протекающие в клетках растений.

Промышленность выпускает таблетки микроудобрений марки «2А». Они весят 0,36-0,4 г и содержат: бора - 20 мг, меди -5 мг, молибдена - 0,4 мг, остальное - биологически активные вещества (БАВ).

Для корневой подкормки в одном 10-литровом ведре растворяют 3 таких таблетки. Для опрыскивания листьев 1 таблетка растворяется в 1 л воды. Опрыскивание производят перед цветением растений и через месяц после него.

Высшие растения являются автотрофными организмами, т. е они сами синтезируют органические вещества за счет минеральных соединений, в то время как для животных и подавляющего большинства микроорганизмов характерен гетеротрофный тип питания — использование органических веществ, ранее синтезированных другими организмами. Накопление сухого вещества растений происходит благодаря усвоению углекислого газа через листья (так называемое «воздушное питание»), а воды, азота и зольных элементов — из почвы через корни («корневое питание»).

Воздушное питание

Фотосинтез является основным процессом, приводящим к образованию органических веществ в растениях. При фотосинтезе солнечная энергия в зеленых частях растений, содержащих хлорофилл, превращается в химическую энергию, которая используется на синтез углеводов из углекислого газа и воды. На световой стадии процесса фотосинтеза происходит реакция разложения воды с выделением кислорода и образованием богатого энергией соединения (АТФ) и восстановленных продуктов. Эти соединения участвуют на следующей темновой стадии в синтезе углеводов и других органических соединений из СО2.

При образовании в качестве продукта простых углеводов (гексоз) суммарное уравнение фотосинтеза выглядит следующим образом:

6 СО2+6Н2О+ 2874 кДж С6 Н12 O6 +6 O2

Путем дальнейших превращений из простых углеводов в растениях образуются более сложные углеводы, а также другие безазотистые органические соединения. Синтез аминокислот, белка и других органических азотсодержащих соединений в растениях осуществляется за счет минеральных соединений азота (а также фосфора и серы) и промежуточных продуктов обмена — синтеза и разложения — углеводов. На образование разнообразных сложных органических веществ, входящих в состав растений, затрачивается энергия, аккумулированная в виде макроэргических фосфатных связей АТФ (и других макроэргических соединений) при фотосинтезе и выделяемая при окислении — в процессе дыхания — ранее образованных органических соединений. Интенсивность фотосинтеза и накопление сухого вещества зависят от освещения, содержания углекислого газа в воздухе, обеспеченности растений водой и элементами минерального питания. При фотосинтезе растения усваивают углекислоту, поступившую через листья из атмосферы. Лишь небольшая часть СО2. (до 5% общего потребления) может поглощаться растениями через корни. Через листья растения могут усваивать серу в виде SО2. из атмосферы, а также азот и зольные элементы из водных растворов при некорневых подкормках растений. Однако в естественных условиях через листья осуществляется главным образом углеродное питание, а основным путем поступления в растения воды, азота и зольных элементов является корневое питание.

Корневое питание

Азот и зольные элементы поглощаются из почвы деятельной поверхностью корневой системы растений в виде ионов (анионов и катионов). Так, азот может поглощаться в виде аниона NO3 и катиона NH4+ (только бобовые растения способны в симбиозе с клубеньковыми бактериями усваивать молекулярный азот атмосферы), фосфор и сера — в виде анионов фосфорной и серной кислот — Н2РО4- и SO42- , калий, кальций, магний, натрий, железо — в виде катионов К+ , Са2+ , Mg2+ , Fe2+ , а микроэлементы — в виде соответствующих анионов или катионов.

Растения усваивают ионы не только из почвенного раствора, но и ионы, поглощенные коллоидами. Более того, растения активно (благодаря растворяющей способности корневых выделений, включающих угольную кислоту, органические кислоты и аминокислоты) воздействуют на твердую фазу почвы, переводя необходимые питательные вещества в доступную форму.

Корневая система растений и ее поглотительная способность

Мощность корневой системы, ее строение и характер распределения в почве у разных видов растений резко различаются. Для примера достаточно сравнить известные всем слаборазвитые корешки салата с корневой системой капусты, картофеля или томатов, сопоставить объемы почвы, которые охватывают корни таких корнеплодов, как редис и сахарная свекла. Активная часть корней, благодаря которой происходит поглощение элементов минерального питания из почвы, представлена молодыми растущими корешками. По мере нарастания каждого отдельного корешка верхняя его часть утолщается, покрывается снаружи опробковевшей тканью и теряет способность к поглощению питательных веществ. Рост корня происходит у самого его кончика, защищенного корневым чехликом. В непосредственной близости к окончанию корешков располагается зона делящихся меристематических клеток. Выше ее находится зона растяжения, в которой наряду с увеличением объема клеток и образованием в них центральной вакуоли начинается дифференциация тканей с формированием флоэмы — нисходящей части сосудисто-проводящей системы растений, по которой происходит передвижение органически веществ из надземных органов в корень. На расстоянии 1—3 мм от кончика растущего корня находится зона образования корневых волосков, В этой зоне завершается формирование и восходящей части проводящей системы — ксилемы, по которой осуществляется передвижение воды (а также части поглощенных ионов и синтезированных в корнях органических соединений) от корня в надземную часть растений. Корневые волоски представляют собой топкие выросты наружных клеток с диаметром 5—72 мкм и длиной от 80 до 1500 мкм. Число корневых волосков достигает несколько сотен на каждый миллиметр поверхности корня в этой зоне. За счет образования корневых волосков резко, в десятки раз, возрастает деятельная, способная к поглощению питательных веществ поверхность корневой системы, находящаяся в контакте с почвой. Влияние корневой системы распространяется на большой объем почвы благодаря постоянному росту корней и возобновлению корневых волосков. Старые корневые волоски (продолжительность жизни каждого корневого волоска составляет несколько суток) отмирают, а новые непрерывно образуются уже на других участках растущего корешка. На том участке корня, где корневые волоски отмерли, кожица пробковеет, поступление воды и поглощение питательных веществ из почвы через нее ограничивается. Скорость роста корней у однолетних полевых культур может достигать 1 см в сутки. Растущие молодые корешки извлекают необходимые ионы из почвенного раствора на расстоянии от себя до 20 мм, а поглощенные почвой ионы —-до 2—8 мм. По мере нарастания корня происходит, следовательно, непрерывное пространственное перемещение зоны активного поглощения в почве. При этом наблюдается явление хемотропизма, сущность которого заключается в том, что корневая система растений усиленно растет в направлении расположения доступных питательных веществ (положительный хемотропизм) либо ее рост тормозится в зоне высокой, неблагоприятной для растений концентрации солей (отрицательный хемотропизм). Недостаток элементов питания растений в доступной форме вызывает, как правило, образование относительно большей массы корней, чем при высоком уровне минерального питания. Наиболее интенсивно поглощение ионов осуществляется в зоне образования корневых волосков, и поступившие ионы передвигаются отсюда в надземные органы растений. Необходимо отметить, что корень является не только органом поглощения, но и синтеза отдельных органических соединений, в том числе аминокислот и белков. Последние используются для обеспечения жизнедеятельности и процессов роста самой корневой системы, а также частично транспортируются в надземные органы.

Поглощение питательных веществ растениями через корни

За счет сосущей силы, возникающей при испарении влаги через устьица листьев, и нагнетающего действия корней находящиеся в почвенном растворе ионы минеральных солей вместе стоком воды могут поступать сначала в полые межклетники и поры клеточных оболочек молодых корешков, а затем транспортироваться в надземную часть растений по ксилеме — восходящей части сосудисто-проводящей системы, состоящей из омертвевших клеток без перегородок, лишенных живого содержимого. Однако внутрь живых клеток корня (как и надземных органов), имеющих наружную полупроницаемую цитоплазматическую мембрану, поглощенные и транспортируемые с водой ионы могут проникать «пассивно» — без дополнительной затраты энергии — только по градиенту концентрации — от большей к меньшей за счет процесса диффузии либо при наличии соответствующего электрического потенциала (для катионов — отрицательного, а анионов — положительного) на внутренней поверхности мембраны по отношению к наружному раствору.

В то же время хорошо известно, что концентрация отдельных ионов в клеточном соке, как и в пасоке растений (транспортируемой по ксилеме из корней в надземные органы) чаще всего значительно выше, чем в почвенном растворе. В этом случае поглощение питательных веществ растениями должно происходить против градиента концентрации и невозможно за счет диффузии.

Растения одновременно поглощают как катионы, так и анионы. При этом отдельные ионы поступают в растение совсем в другом соотношении, чем они содержатся в почвенном растворе. Одни ионы поглощаются корнями в большем, другие — в меньшем количестве и с разной скоростью даже при одинаковой их концентрации в окружающем растворе. Совершенно очевидно, что пассивное поглощение, основанное на явлениях диффузии и осмоса, не может иметь существенного значения в питании растений, носящем ярко выраженный избирательный характер. Исследования с применением меченых атомов убедительно показали также, что поглощение питательных веществ и дальнейшее их передвижение в растении происходит со скоростью, которая в сотни раз превышает возможную за счет диффузии и пассивного транспорта по сосудисто-проводящей системе с током воды. Кроме того, не существует прямой зависимости поглощения питательных веществ корнями растений от интенсивности транспирации, от количества поглощенной и испарившейся влаги. Все это подтверждает положение, что поглощение питательных веществ растениями осуществляется не просто путем пассивного всасывания корнями почвенного раствора вместе с содержавшимися в нем солями, а является активным физиологическим процессом, который неразрывно связан с жизнедеятельностью корней и надземных органов растений, с процессами фотосинтеза, дыхания и обмена веществ и обязательно требует затраты энергии. Схематически процесс поступления элементов питания в корневую систему растений выглядит следующим образом. К внешней поверхности цитоплазматической мембраны корневых волосков и наружных клеток молодых корешков ионы минеральных солей передвигаются из почвенного раствора с током воды и за счет процесса диффузии. Клеточные оболочки имеют довольно крупные поры или каналы и легкопроницаемы для ионов. Более того, целлюлозно-пектиновые стенки обладают высокой сорбирующей способностью. Поэтому в пространстве каналов клеточных оболочек и межклетников не только свободно передвигаются, но и концентрируются ионы из почвенного раствора. Здесь создается как бы своеобразный фонд ионов минеральных солей для последующего поступления внутрь клетки. Первым этапом поступления является поглощение (адсорбция) ионов на наружной поверхности цитоплазматической мембраны. Она состоит из двух слоев фосфолипидов, между которыми встроены молекулы белков. Благодаря мозаичной структуре отдельные участки цитоплазматической мембраны имеют отрицательные и положительные заряды, за счет которых может происходить одновременно адсорбция необходимых растению катионов и анионов из наружной среды в обмен на другие ионы. Обменным фондом катионов и анионов у растений могут являться ионы Н+ и ОН- , а также Н+ и НСО-3 , образующиеся при диссоциации угольной кислоты, выделяемой при дыхании. Адсорбция ионов на поверхности цитоплазматической мембраны носит обменный характер и не требует затраты энергии. В обмене принимают участие не только ионы почвенного раствора, но и ионы, поглощенные почвенными коллоидами. Вследствие активного поглощения растениями ионов, содержащих необходимые элементы питания, их концентрация в зоне непосредственного контакта с корневыми волосками снижается. Это облегчает вытеснение аналогичных ионов из поглощенного почвой состояния в почвенный раствор (в обмен на другие ионы). Транспорт адсорбированных ионов с наружной стороны цитоплазматической мембраны на внутреннюю против градиента концентрации и против электрического потенциала требует обязательной затраты энергии. Механизм такой «активной» перекачки весьма сложен. Она осуществляется с участием специальных «переносчиков» и так называемых ионных насосов, в функционировании которых важная роль принадлежит белкам, обладающим АТФ-азной активностью. Активный транспорт внутрь клетки через мембрану одних ионов, содержащих необходимые растениям элементы питания, сопряжен с встречным транспортом наружу других ионов, находящихся в клетке в функционально избыточном количестве. Первоначальный этап поглощения питательных веществ растениями из почвенного раствора — адсорбция ионов на поглощающей поверхности корня — постоянно возобновляется, поскольку адсорбированные ионы непрерывно перемещаются внутрь клеток корня. Поступившие в клетку ионы в неизменном виде либо уже в форме транспортных органических соединений, синтезируемых в корнях, передвигаются в надземные органы — стебли и листья, в места наиболее интенсивной их ассимиляции. Активный транспорт питательных веществ из клетки в клетку осуществляется по плазмодесмам, соединяющим цитоплазму клеток растений в единую систему — так называемый симпласт. При передвижении по симпласту часть ионов и метаболитов может выделяться в межклеточное пространство и передвигаться к местам усвоения пассивно с восходящим током воды по ксилеме. Поглощение корнями и транспорт питательных веществ тесно связаны с процессами обмена веществ и энергии в растительных организмах, с жизнедеятельностью и ростом как надземных органов, так и корней. Процесс дыхания является источником энергии, необходимой для активного поглощения элементов минерального питания. Этим обусловливается тесная связь между интенсивностью поглощения растениями элементов питания и интенсивностью дыхания корней. При ухудшении роста корней и торможении дыхания (при недостатке кислорода в условиях плохой аэрации или избыточном увлажнении почвы) поглощение питательных веществ резко ограничивается. Для нормального роста и дыхания корней необходим постоянный приток к ним энергетического, материала — продуктов фотосинтеза (углеводов и других органических соединений) из надземных органов. При ослаблении фотосинтеза уменьшается образование и передвижение ассимилятов в корни, вследствие чего ухудшается жизнедеятельность и снижается поглощение питательных веществ из почвы. Избирательное поглощение ионов растениями. Физиологическая реакция солей. Различные элементы питания в неодинаковой степени используются в процессах внутриклеточного обмена в растении для синтеза органических веществ и построения новых органов и тканей. Этим определяется неравномерность поступления отдельных ионов в корни, избирательное поглощение их растениями. Больше поступает в растение из почвы тех ионов, которые более необходимы для синтеза органических веществ, для построения новых клеток, тканей и органов. Если в растворе присутствует NH4Cl, то растения будут интенсивнее и в больших количествах поглощать (в обмен на ионы водорода) катионы NH4+ поскольку они используются для синтеза аминокислот, а затем и белков В то же время ионы Cl - необходимы растению в небольшом количестве, и поэтому поглощение их будет ограниченным В почвенном растворе в этом случае будут накапливайся ионы H+ и CI- (соляная кислота), произойдет ею подкисление Если в растворе содержится Na NO3, то растение будет в больших количествах и быстрее поглощать анионы NO3- , в обмен на анионы НСO3- В растворе будут накапливаться ионы Na+ и НСO3- (Na НСO3), произойдет его подщелачивание Избирательное поглощение ранениями катионов и анионов из состава соли обусловливает ее физиологическую кислотность или физиологическую щелочность Соли, из состава которых в больших количествах поглощается анион, чем катион,— Na NO3, K NO3, Ca(NO3)2 — и в результате происходит подщелачиванне раствора, являются физиологически щелочными. Соли, из коюрых катион поглощается растениями в больших количествах, чем анион,— NH4Cl, (NH4)2SO4, (NH4)2CO3, KC1, K2SO4, — и в результате происходит подкисление раствора, являются физиологически кислыми. Физиологическая реакция солей, используемых в качестве минеральных удобрений, обязательно должна) учитываться во избежание ухудшения условий роста и развития сельскохозяйственных культур. Влияние условий внешней среды и микроорганизмов на поглощение питательных веществ растениями Поглощение растениями пита1ельиых веществ в большой степени зависит от свойств почвы — реакции и концентрации почвенною раствора, температуры, аэрации, влажности, содержания в почве доступных форм питательных веществ, продолжительности и интенсивности освещения и других условий внешней среды. Поступление питательных веществ в растение заметно снижается при плохой аэрации почвы, низкой температуре, избытке или резком недостатке влаги в почве. Особенно сильное влияние на поступление питательных веществ оказывают реакция почвенного раствора, концентрация и соотношение солей в нем. При избыточной концентрации солей в почвенном растворе (например, в засоленных почвах) поглощение растениями воды и питательных вещее IB резко замедляется. Корни растений имеют очень высокую усвояющую способность и могут поглощать питательные вещества из сильно разбавленных растворов. Важное значение для нормального развития корней имеет также соотношение солей в растворе, его физиологическая уравновешенность. Физиологически уравновешенным называется раствор, в котором отдельные питательные вещества находятся в таких соотношениях, при которых происходит наиболее эффективное использование их растением Раствор, представленный какой-либо одной солью, физиологически неуравновешен.

Одностороннее преобладание (высокая концентрация) в растворе одной соли, особенно избыток какого-либо одновалентного катиона, оказывает вредное действие на растение Развитие корней происходит лучше в многосолевом растворе. В нем проявляется антагонизм ионов, каждый ион взаимно препятствует избыточному поступлению другого иона в клетки корня Например, Са3+ в высоких концентрациях тормозит избыточное поступление K+, Na+ Mg2+ и наоборот Такие же антагонистические отношения существуют и для ионов K+ и Na +, K+ и NH4+, K+ и Mg2+, NO3- и H2PO4, Cl- и H2PO4- и др.

Физиологическая уравновешенное IB легче всего восстанавливается при введении в раствор солей кальция При наличии кальция в растворе создаются нормальные условия для развития корневой системы, поэтому в искусственных питательных смесях Са2+ должен преобладать над другими ионами. Особенно сильно ухудшается развитие корней и поступление в них питательных веществ при высокой концентрации ионов водорода, т е при повышенной кислотности раствора Высокая концентрация в растворе ионов водорода оказывает отрицательное влияние на физико-химическое состояние цитоплазмы клеток корпя Наружные клетки корня ослизняются, нарушается их нормальная проницаемость, ухудшается рост корней и поглощение ими питательных веществ. Отрицательное действие кислой реакции сильнее проявляется при отсутствии или недостатке других катионов, особенно кальция, в растворе Кальций тормозит поступление ионов H+,, поэтому при повышенном количестве кальция растения способны переносить более кислую реакцию, чем без кальция

Реакция раствора оказывает влияние на интенсивность поступления отдельных ионов в растение и обмен веществ.

**Влияние СаСl2 на рост корней пшеницы при различной кислотности раствора**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Варианты опытов | Элемент питания, в расчете на | | | | |
| 5,3 | 4,9 | 4,7 | 4,3 | 4,0 |
| Без СаСl2 | 25 | 29 | 24 | 3 | 0 |
| С СаСl2 | 64 | 64 | 70 | 67 | 48 |

При кислой реакции повышается поступление анионов (вместе с ионами Н+), но затрудняется поступление катионов, нарушается питание растений кальцием и магнием и тормозится синтез белка, подавляется образование Сахаров в растении. При щелочной реакции усиливается поступление катионов и затрудняется поступление анионов. Основной запас питательных веществ находится в почве в форме различных труднорастворимых соединений, для усвоения которых необходимо активное воздействие корней на твердую фазу почвы и тесный контакт между корнями и частицами почвы. В процессе жизнедеятельности растений корпи выделяют в окружающую среду углекислоту и некоторые органические кислоты, а также ферменты и другие органические вещества. Под влиянием этих выделений, концентрация которых бывает особенно высокой в зоне непосредственного контакта корней с частицами почвы, происходит растворение содержащихся в ней минеральных соединений фосфора, калия и кальция, вытеснение в раствор катионов из поглощенного почвой состояния, высвобождение фосфора из его органических соединений. Питательные вещества наиболее активно усваиваются растениями из той части почвы, которая находится в непосредственном контакте с корнями. Поэтому все мероприятия, способствующие лучшему развитию корней (хорошая обработка почвы, известкование кислых почв и т. д.), обеспечивают и лучшее использование растениями питательных веществ из почвы. Питание растений осуществляется при тесном взаимодействии с окружающей средой, в том числе с огромным количеством разнообразных микроорганизмов, населяющих почву. Количество микроорганизмов особенно велико в ризосфере, т. е. в той части почвы, которая непосредственно соприкасается с поверхностью корней. Используя в качестве источника пищи и энергетического материала корневые выделения, микроорганизмы активно развиваются на корнях и вблизи них и способствуют мобилизации питательных веществ почвы. Ризосферные и почвенные микроорганизмы играют важную роль в превращении питательных веществ и вносимых в почву удобрений. Микроорганизмы разлагают находящиеся в почве органические вещества и вносимые органические удобрения, в результате чего содержащиеся в них элементы питания переходят в усвояемую для растений минеральную форму. Некоторые микроорганизмы способны разлагать труднорастворимые минеральные соединения фосфора и калия и переводить их в доступную для растений форму. Ряд бактерий, усваивая молекулярный азот воздуха, обогащает почву азотом. С жизнедеятельностью микроорганизмов связано также образование в почве гумуса. При определенных условиях в результате деятельности микроорганизмов питание и рост растений могут ухудшаться. Микроорганизмы, как и растения, потребляют для питания и построения своих тел азот и зольные элементы, т. е, являются конкурентами растений в использовании минеральных веществ. Не все микроорганизмы полезны для растений. Некоторые из них выделяют ядовитые для растений вещества или являются возбудителями различных заболеваний. В почве имеются также микробы, восстанавливающие нитраты до молекулярного азота (денитрификаторы), в результате их деятельности происходят потери азота из почвы в газообразной форме. В связи с этим одна из важных задач земледелия — создание соответствующими приемами агротехники благоприятных условий для развития полезных микроорганизмов и ухудшение условий для развития вредных.

Отношение растений к условиям питания в разные периоды роста

В разные периоды роста растения предъявляют неодинаковые требования к условиям внешней среды, в том числе и к питанию. Поглощение растениями азота, фосфора и калия в течение вегетации происходит неравномерно. Следует различать критический период питания (когда размеры потребления могут быть ограниченными, но недостаток элементов питания в STO время резко ухудшает рост и развитие растений) и период максимального поглощения, который характеризуется наиболее интуитивным потребле иием питательных веществ.

Рассмотрим общие закономерности в потреблении питательных веществ растениями в течение вегетации. В начальный период развития растения потребляют относительно небольшие абсолютные количества всех питательных веществ, но весьма чувствительны как к недостатку, так и к избытку их в растворе. Начальный период роста — критический в отношении фосфорного питания. Недостаток фосфора в раннем возрасте настолько сильно угнетает растения, что урожай резко снижается даже при обильном питании фосфором в последующие периоды. Вследствие высокой напряженности синтетических процессов при слаборазвитой еще корневой системе молодые растения особенно требовательны к условиям питания. Следовательно, в прикорневой зоне в этот период питательные вещества должны находиться в легкорастворимой форме, но концентрация их не должна быть высокой, с преоблала-нием фосфора над азотом и калием. Обеспечение достаточного уровня снабжения всеми элементами с начала вегетации имеет важное значение для формирования урожая. Так, у злаковых зерновых культур уже в период развертывания первых трех-четырех листочков начинается закладка и дифференциация репродуктивных органов — колоса или метелки. Недостаток азота в этот период даже при усиленном питании в последующем приводит к уменьшению числа колосков в метелке или колосе и снижению урожая. Размеры потребления всех элементов питания растениями значительно возрастают в период интенсивного роста надземных органов — стеблей и листьев. Темпы накопления сухого вещества могут опережать поступление питательных веществ, а относительное их содержание в растениях снижается по сравнению с предшествующим периодом. Ведущая роль в ростовых процессах принадлежит азоту. Повышенное азотное питание способствует усиленному рос ту вегетативных органов, формированию мощного ассимиляционного аппарата. Недостаток же азота в этот период приводит к угнетению роста, а в последующем — к снижению урожая и его качества. Ко времени цветения и начала плодообразования потребность в азоте у большинства растений уменьшается, но возрастает роль фосфора и калия. Это обусловлено физиологической ролью последних — их участием в синтезе и передвижении органических соединений, обмене энергии, особенно интенсивно происходящих при формировании репродуктивных органов и образовании запасных веществ в товарной части урожая. В период плодообразования, когда нарастание вегетативной массы заканчивается, потребление всех питательных веществ постепенно снижается, а затем их поступление приостанавливается. Дальнейшее образование органического вещества и другие процессы жизнедеятельности обеспечиваются в основном за счет повторного использования (реутилизации) питательных веществ, ранее накопленных в растении. Различные сельскохозяйственные культуры отличаются по размерам и интенсивности поглощения питательных элементов в течение вегетационного периода Все зерновые злаковые (за исключением кукурузы), лен, конопля, ранний картофель, некоторые овощные культуры отличаются коротким периодом интенсивного питания — основное количество питательных веществ потребляют в сжатые сроки. Например, озимая рожь уже за осенний период поглощает 25—30% всего количества питательных веществ, тогда как сухая масса растений за это) период достигает всего лишь 10% конечного урожая. Яровая пшеница за сравнительно короткий промежуток— от выхода в трубку до конца колошения (около месяца) — потребляет 2/3-3/4 всего количества питательных веществ. Средне- и позднеспелые сорта картофеля наибольшее количество питательных вещее IB потребляют в июле: за этот месяц поглощается почти 40% азота, более 50 — фосфора и 60% калия от конечного содержания их в урожае. Ранние сорта картофеля отличаются еще более сжатым сроком интенсивного потребления питательных веществ. Лен имеет ярко выраженный период максимального потребления элементов минерального питания — от фазы бутонизации до цветения, а хлопчатником основное количество питательных веществ потребляется с начала бутонизации до массового образования волокна в коробочках. Некоторые растения, например подсолнечник и сахарная свекла, характеризуются более плавным и растянутым потреблением питательных веществ, поглощение которых продолжается почти до конца вегетации. Отдельные элементы питания поглощаются растениями с различной интенсивностью: у кукурузы, например, наиболее быстрыми темпами идет потребление калия, затем азота и значительно медленнее поглощается фосфор. Поглощение калия полностью заканчивается к периоду образования метелок, а азота — к периоду формирования зерна. Поступление фосфора более растянуто и продолжается почти до конца вегетации. Конопля в первый месяц очень интенсивно поглощает азот и калий. Поступление азота полностью завершается через 3, а калия — через 5 недель после появления всходов, тогда как интенсивное поглощение фосфора продолжается почти до конца вегетации. Потребление основных элементов питания сахарной свеклой также происходит неравномерно. В первую декаду после всходов отношение Р : N : К в растениях равно 1,0 : : 1,5 : 1,4. Затем в период интенсивного нарастания листьев это соотношение изменяется в сторону увеличения поглощения азота и калия, составляя в мае 1,0 ; 2,5 : 3,0, в июне— 1,0 : 3,0 : 3,5, в июле 1,0 : 4,0 : 4,0. В августе, когда происходит образование корней и накопление в них сахара, соотношение между этими элементами становится 1,0 i 3,6 I : 5,5, т. е. особенно сильно увеличивается поглощение калия. Слишком обильное азотное питание в период образования корня и накопления в нем сахара нежелательно, так как стимулирует рост ботвы в ущерб росту корня и сахаронакоплению. В этот период очень большое значение имеет достаточный уровень обеспеченности растений калием и фосфором. Неодинаковая количественная потребность и интенсивность поглощения растениями отдельных элементов питания должна учитываться при разработке системы применения удобрений. Особенно важно обеспечить благоприятные условия питания растений с начала вегетации и в периоды максимального поглощения. Это достигается сочетанием различных способов внесения удобрений: в основное удобрение до посева, при посеве и в подкормки. Задача основного удобрения — обеспечение питания растений на протяжении всей вегетации, поэтому до посева в большинстве случаев применяют полную норму органических удобрений и подавляющую часть минеральных. Припосевное удобрение (в рядки, при посадке в лунки, гнезда) в относительно небольших дозах вносят для снабжения растений в начальный период развития легкодоступными формами питательных веществ, прежде всего фосфора. Для снабжения растений элементами питания в наиболее ответственные периоды вегетации применяются подкормки в дополнение к основному и припосевному удобрению (в отдельных случаях в подкормки может вноситься значительная доля общей нормы удобрений, например азота под озимые, хлопчатник и т. д.). Выбор срока, способа внесения удобрений и заделки их в почву зависит не только от особенностей биологии, питания и агротехники культур, по и от почвенно-климатических условий, вида и формы удобрений. Регулируя условия питания растений по периодам роста в соответствии с их потребностью путем внесения удобрений, можно направленно воздействовать на величину урожая и его качество.