# ПИТАНИЕ РАСТЕНИЙ И МЕТОДЫ ЕГО РЕГУЛИРОВАНИЯ

План лекции:

1. **Питание растений в связи со свойствами почвы.**

**2. Периодичность питания и химический состав растений.**

1. **Питание растений в связи со свойствами почвы.**

**СЛАЙД** 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»).

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: 6СО2+6Н2О+2874Кдж-С6Н12О6+6О2

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.

**СЛАЙД 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+, Fe3+, 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.

**СЛАЙД Корневая система растений и ее поглотительная способность**. Мощность корневой системы, ее строение и характер распределения в почве у разных видов растений резко различаются. 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 органических 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 тонкие 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.

**СЛАЙДЫ** 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.

**2. Периодичность и приёмы регулирования питания растений.**

**СЛАЙД** Питание растений – это обмен веществ между растением и окружающей средой: переход веществ из почвы, воздуха в состав растительной ткани и преобразование их в сложные органические соединения в процессе метаболизма и вывод метаболитов из них.

Корневое питание растений зависит от внутренних и внешних условий питания, интенсивности роста корневой системы, водно-физических и химических свойств почвы, содержания питательных веществ, форм и соотношений элементов в почве, деятельности почвенной биоты, корневых выделений и т. д.

Поглощение элементов питания в течение вегетации растений подчинено определенной периодичности. В настоящее время выделяют три периода питания растений - критический, максимального потребления и реутилизации (повторного использования). Недостаточная обеспеченность питания растений в любой из названных периодов потребления питательных элементов вызывает снижение урожайности при ухудшении качества, или то и другое одновременно.

**СЛАЙД** Под критическим периодом потребления питательных веществ растениями понимают период, когда отсутствие или недостаток какого-либо элемента нельзя восполнить присутствием его в будущем. Как правило, критический период потребления элементов питания совпадает с первыми двумя неделями роста растений после всходов, что объясняется высокой напряженностью синтетических процессов, происходящих в это время в растительном организме, и сопряжено со слаборазвитой корневой системой, закладкой и дифференциацией. А оптимальное питание в последующие периоды роста растений не может восполнить ущерб, нанесенный растению в критический период питания.

Под периодом максимального потребления питательных веществ понимается период, сопряженный с наибольшим поглощением элементов питания и формирования габитусов растений. У растений с законченным циклом развития период максимального потребления совпадает с межфазным периодом весеннее кущение-цветение. За этот период, например, озимая пшеница, кукуруза, подсолнечник, горох усваивают соответственно: азота 85, 85, 72, 83%, фосфора -75, 79, 93, 93%, калия 80, 72, 45, 88% от максимального потребления. Яровые зерновые потребляют максимальное количество элементов в фазы выхода в трубку и колошения. Лен в фазу цветения. Регулирование питания растений в этот период способствует формированию высокого урожая, нередко в ущерб качеству.

**СЛАЙД** Реутилизация. К цветению растений интенсивность поглощения элементов питания из внешней среды резко снижается не только в связи с физиологическим состоянием растительного организма, но и с влагообеспеченностью, и содержанием доступных элементов питания в почве. Растение вынуждено повторно использовать уже поглощенные элементы питания из старых органов на завершение формирования урожая. Иногда запасов и интенсивности реутилизации достаточно для получения высокого урожая, но недостаточно для получения продукции высокого качества. При этом каждому из элементов питания отводится только ему присущая роль. В критический период значимость элементов располагается в следующий ряд: Р≥N>К; в период максимального потребления - N≥К≥Р; в период реутилизации - N >Р>К.

Уровень питания, потребность в питательных веществах связаны не только с периодичностью питания в течение вегетации, но и в разные часы суток - суточная периодичность, сопряженная с фотосинтетической деятельностью растений. Она проявляется как при переменных, так и при постоянных внешних условиях питания растений и носит характер внутреннего эндогенного ритма, связанного с внутренними условиями питания.

Отмечаются годовые, сезонные, суточные ритмы, носящие импульсный характер, с периодами от нескольких часов до секунд. Пульсирующая ритмичность с короткими периодами активности обнаружена в поглощающей и выделительной деятельности корней и в других физиологических процессах у растений.

Неравномерность потребления необходимо учитывать при применении удобрений. Для создания оптимальных условий минерального питания растений на протяжении всего вегетационного периода используют следующие сроки и способы внесения.

**Приемы регулирования питания растений – основное, рядковое удобрение и подкормки.**

Для обеспечения растений элементами питания в критический период используют рядковое (припосевное) удобрение с задачей обеспечить оптимальное питание в течение двух недель после всходов. 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 преобладанием 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. Роль элементов в рядковом удобрении выстраивается в следующий ряд: Р>N>К; РN>NК; NРК>NР>NК, значимость этих рядов предопределяется биологическими условиями питания сельскохозяйственных культур, в связи с чем значение калия в рядковом удобрении резко ограничено, особенно в условиях Юга России. Внесение удобрений одновременно с посевом (посадкой) в невысоких дозах в рядки вместе с семенами или комбинированными сеялками на некотором удалении (на 2,5 см ниже или в сторону). Припосевное удобрение предназначено для усиления питания молодых растений, корневая система которых слабая и не может использовать элементы из почвы и допосевные удобрения. Чаще вносят фосфорные удобрения для предупреждения голодания растений фосфором.

Период максимального поглощения элементов регулируется основным удобрением, которое вносится до посева и рассчитано на обеспечение растений элементами питания от всходов до созревания урожая. Внесение удобрений до посева культур в высоких дозах, рассчитанных на питание растений в течение всей вегетации, особенно в период максимального потребления. До посева применяются все органические и большая часть минеральных удобрений. Удобрения вносят под зяблевую вспашку или предпосевную культивацию в зону распространения основной массы корней.

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 росту 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.

**СЛАЙДЫ** Направленное воздействие на величину и качество урожая осуществляется проведением подкормок на основе почвенной, тканевой (растительной) и листовой диагностики. Подкормки позволяют усилить питание растений в определенные периоды, прежде всего в периоды максимального потребления веществ. Подкормки имеют вспомогательное значение и целесообразны, если оптимальные условия питания растений не удается создать внесением основного удобрения.

Различают подкормки: корневые и не корневые.

При проведении корневых подкормок на культурах сплошного сева (зерновые, травы) удобрения разбрасываются по поверхности поля, на пропашных вносятся на глубину междурядной обработки. Таким образом, растение поглощает элементы питания корнями.

Не корневые подкормки – опрыскивание посевов слабыми растворами удобрений, при этом питательные вещества поступают через листья. Не корневые применяются в защищенном грунте и в интенсивных технологиях. Наиболее распространены некорневые подкормки мочевиной и микроудобрениями. Грамотное сочетание сроков и способов обеспечивает наиболее рациональное применение удобрений.

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 этот 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 веществ 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 : 3,6 : 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.