

7-Лекция

Виды внешних факторов, Биологические факторы, Вирусы, Бактерии, грибы, насекомые, нематоды, болезни растений.

ПЛАН:

1. Неспецифические изменения (стрессы), возникающие у растений под действием неблагоприятных факторов.
2. Устойчивость растений к засухе.

Основные фразы:

Неблагоприятными факторами (стрессорами) являются физические, химические, биологические, неспецифические процессы, засуха, атмосферная засуха, почвенная засуха, устойчивость, методы повышения устойчивости.

- Учебная литература:** 1. Бекназаров Б.О. Физиология растений. Страницы 424-435
2. Ходжаев Дж. Физиология растений. Страницы 198-204

С самого начала жизни стали происходить приспособления и устойчивость организмов к неблагоприятным факторам внешней среды. Потому что неблагоприятные факторы влияют на скорость физиологических и биохимических процессов в организмах, в том числе и в растениях. Особенно: отсутствие воды, температура ниже минимальной или выше максимальной, сильная концентрация почвенного раствора из-за накопления различных солей, размножение болезнетворных микроорганизмов, вредных газов и радиации, превышающей норму, и т. д. на процессы не окажут негативного влияния. Возникновение таких факторов является неблагоприятными условиями для растений. Реакция растений на воздействие таких неблагоприятных факторов определяет их устойчивость. Уровень устойчивости имеет индивидуальный характер, он также меняется в зависимости от вида растения, влияния других факторов условий обитания. Даже разные клетки, ткани и органы одного и того же растения могут отличаться друг от друга по уровню резистентности.

Воздействие неблагоприятных факторов внешней среды может быть краткосрочным и долгосрочным. В ходе эволюции растения приспосабливаются к влиянию таких неблагоприятных факторов. В тканях растений происходят специфические физиолого-биохимические изменения, в результате которых растение приспосабливается к этим условиям и повышается устойчивость будущих поколений к неблагоприятным условиям. То есть появляется способность защитить себя и они развиваются. Приспособление растений к определенной среде обитания называется адаптацией. Наличие таких функций необходимо, как и все физиологические процессы. Обменные процессы растений, не приспособленных к кратковременному или длительному воздействию неблагоприятных факторов, сильно повреждаются и они могут погибнуть.

Стресс – это совокупность неспецифических изменений, происходящих в организме под влиянием неблагоприятных факторов, причем сильно влияющие факторы, вызывающие эти изменения, называются стрессорами. Факторы, вызывающие стресс в организме растений, можно разделить на три основные группы:

1. Физические – недостаток или избыток воды, изменения света и температуры, радиоактивные лучи и механические воздействия.

2. Химические – различные соли, газы, гербициды, фунгициды, промышленные отходы и т.п.

3. Биологические – вредные насекомые, болезнетворные микроорганизмы, паразиты, конкуренция с другими растениями и т. д.

Устойчивость растений к воздействию стрессоров также различна на этапах роста и развития. В период покоя их выносливость наиболее высока. Наибольшая непереносимость наблюдается у молодых газонов растений. В дальнейшем, по мере роста и развития растений, уровень их устойчивости повышается вплоть до стадии зрелости. Но критической считается фаза цветения растений, особенно период образования гамет. Потому что в этот период растения могут сильно пострадать от воздействия стрессоров и урожайность может резко снизиться.

Неспецифические процессы, возникающие под воздействием сильных и быстро нарастающих стрессоров, можно обозначить следующим образом:

1. Увеличивается проницаемость мембраны и в результате изменения мембранного потенциала нарушается ионный обмен.

2. Изменяется поступление Ca^{2+} в цитоплазму.

3. pH цитоплазмы изменяется в кислую сторону.

4. Увеличивается вязкость протоплазмы.

5. Увеличивается поглощение кислорода и расход АТФ.

6. Ускоряются гидролитические процессы.

7. Стресс активизирует образование белков.

8. Повышается активность N^+ -насосов в плазмолемме.

9. Ускоряется синтез этилена и АБК, замедляется деление и рост клеток, изменяются физиологические и метаболические процессы.

Перечисленные выше стрессовые реакции могут быть вызваны любым стрессором. Они направлены на защиту клеточных структур и удержание их от неблагоприятных изменений (Полевой, 1989). В свою очередь, наряду с неспецифическими изменениями, появляются и специфические изменения (на них мы остановимся позже при объяснении влияния конкретных факторов).

Помимо ослабления общего синтеза белков под действием стрессоров, интересным считается синтез специальных стрессовых белков. Например: В кукурузе такие белки образуются при температуре 45 °С, и их называют белками теплового шока. Эти белки имеют продолжительность жизни до 20 часов и контролируют выносливость клеток. Такие белки также присутствуют в цитоплазме и активируются в условиях стресса. Они выполняют защитные функции в ядре, ядре и мембранах.

Под действием неблагоприятных факторов количество углеводов и особенно пролина (аминокислоты) в клетке увеличивается и участвует в защитных реакциях. Установлено, что концентрация пролина в цитоплазме клеток (ячменя, шпината, хлопка) увеличивается до 100 раз при недостатке воды растениями. Пролин защищает белки от денатурации. Поскольку пролин является осмотически активным органическим веществом, при накоплении он также служит для хранения воды в клетке.

В целом при проживании растений в неблагоприятной среде в их организме увеличивается количество этилена и АБК, снижается обмен веществ, замедляются рост и развитие, ускоряются процессы старения, снижается количество ауксина, цитокинина и гиббереллинов в тканях, рост останавливается, ускоряется.

УСТОЙЧИВОСТЬ РАСТЕНИЙ К ЗАСУХЕ И ВЫСОКОЙ ТЕМПЕРАТУРЕ

УСТОЙЧИВОСТЬ РАСТЕНИЙ К ЗАСУХЕ

Недостаток воды самым пагубным образом влияет на растения. Недостаток воды – засуха прежде всего отрицательно влияет на процессы водного обмена растений, а также проявляется и на других физиологических процессах растения (фотосинтез, дыхание, усвоение минеральных элементов через корни, транспорт веществ в организме растения). и т. д.) будет В результате рост и развитие растений замедляются или прекращаются.

Засухи бывают трех типов: почвенная, атмосферная и физиологическая. Почвенная засуха наблюдается преимущественно в середине и конце лета. В это время в результате прихода горячего и сухого воздуха вода в почве быстро испаряется с поверхности земли и растений, и почва высыхает. В результате начинается засуха почвы.

СУХОСТЬ АТМОСФЕРА – характеризуется очень высокой температурой и низкой относительной влажностью (10-20%). В это время процесс транспирации в растении идет очень быстро. В результате баланс между скоростью поступления воды в растение и скоростью испарения воды из него нарушается и растение начинает увядать. Более опасна

для растений атмосферная засуха, вызванная жарким и суховеем (гармселем). Во время засухи, несмотря на наличие воды в почве, вода в надземных органах растения расходуется много, и засухоустойчивые растения погибают.

ФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ ЗАСУХА характеризуется неспособностью растений по каким-либо причинам поглощать воду, даже если в почве достаточно воды для поддержания растений. К ним относятся накопление солей в почве (засоленные почвы), очень низкая температура почвы, почвы с сильной кислой реакцией (R_h 3-5) и другие. Одной из причин, по которой большинство сельскохозяйственных культур не может расти на таких почвах, является неспособность поглощать воду.

В сухой почве нарушается процесс водоснабжения растений. В результате растение долгое время находится в состоянии нехватки воды и увядает. Нарушение водного баланса на длительное время также вызывает изменение физиологических процессов в растении. В результате обезвоживания нарушаются коллоидные и химические свойства протоплазмы. Синтез белка резко снижается. Поскольку активируется аденозинтрифосфатаза, разрывающая цепи информационных РНК, полисомы начинают распадаться.

Увядание растения приводит к нарушению нормального обмена веществ, осмотических свойств клеток, потере состояния тургора, прекращению синтеза новых веществ, усилению процессов гидролиза и разложения. В большинстве случаев недостаток влаги отрицательно влияет на процесс фотосинтеза. Снижение скорости фотосинтеза вызвано: 1) недостатком SO_2 в результате закрытия устьиц, 2) нарушением структуры хлоропластов, 3) прекращением синтеза хлорофилла, 4) нарушением транспорта электронов в процессе флуоресценции на свету, 5) фотохимические реакции и нарушение ассимиляции SO_2 , 6) остановка транспорта ассимиляторов и др. Следовательно, засуха влияет или останавливает рост растений.

Они уменьшают общую площадь листьев, что замедляет образование органических веществ в растениях и снижает урожайность. Даже растения погибнут, если недостаток воды продлится.

Увядание поражает почву молодых растений, молодых органов растений и особенно молодых генеративных (почек, цветков) органов. Задерживается формирование цветковых органов, увеличивается осыпание генеративных органов, резко снижается продуктивность. В Узбекистане стадия цветения хлопчатника (критическая к воде) также совпадает со временем, когда температура самая высокая, влажность воздуха самая низкая, а почва сухая. Несоблюдение этого требования приведет к потере многих элементов сельскохозяйственных культур и снижению урожайности.

Вредные последствия дефицита воды не одинаковы для всех растений. Устойчивость к этому зависит от вида растения. Например, даже когда светолюбивые растения (подсолнечник, картофель и др.) теряют 25-30% воды в своем организме, у них не

появляются признаки увядания. Теневыносливые растения увядают, когда теряют 13-15% воды. Растения водно-болотных угодий наиболее выносливы и вянут при дефиците воды 7%.

Уровень устойчивости растений к засухе сформировался в ходе эволюции в результате влияния среды их обитания. Морфологическое, анатомическое строение и физиолого-биохимические характеристики засухоустойчивых растений резко отличаются от таковых у хорошо политых растений.

Растения, обитающие в маловодных условиях и устойчивые к засухе, называются ксерофитами, а их признаки, отличающиеся от свойств растений, обитающих в водообеспеченных условиях, — ксерофитными. Листья ксерофитов очень мелкие, некоторые из них превратились в колючки (кактусы, колючки) и зерна. Кутикула листьев у них хорошо развита — толстая, а устья глубоко в ткани листа. Одной из важных характеристик ксерофитов является небольшое содержание водяного пара (см. 9.7).

Повышение устойчивости культурных растений к засухе является актуальной проблемой, и в этой области имеются некоторые разработки.

Устойчивость растений к засухе меняется под влиянием внешних условий. Исследования И.И.Туманова показывают, что повысить устойчивость растений можно методом воздействия засухи. Тумановские опыты показывают, что растение, однажды обезвоженное, более устойчиво к последующему обезвоживанию, а повторное обезвоживание и увядание оказывают на них гораздо более слабое воздействие. П.А.Генкель рекомендовал проводить обработку во время прорастания семян. В этом методе семена сушат один-три раза, пока они еще прорастают. По его информации, такая предпосевная обработка значительно повышает урожайность пшеницы в период засухи. По объяснению П.А.Генкеля, организм сильнее тренируется на ранних стадиях своего развития.

Определенное значение для повышения устойчивости растений к засухе имеет также применение удобрений. Исследования, проведенные в последние годы, показали, что устойчивость растений к засухе повышается за счет действия калия, фосфора, отчасти азота и некоторых микроэлементов (бора, цинка, меди, алюминия и др.). А вот при большем использовании азота, наоборот, отмечается снижение устойчивости.

Большое значение имеет также подбор и использование сортов, устойчивых к воздействию засухи. Такие сорта отличаются высокой синтетической способностью ферментов, большим количеством связанной воды, относительно высокой концентрацией клеточного сока, мощной пигментной системой, сильной способностью к запасанию воды и высокой способностью накапливать органические вещества. Эти показатели характеризуют физиолого-биохимическую природу засухоустойчивости.

Обзор вопросов

1. Почва и атмосферная засуха?
2. Физиологические и биохимические изменения в тканях растений в результате обезвоживания?
3. Ускорение процессов повреждения?
4. Атмосферная засуха?
5. Физиологическая засуха?
6. Неспецифические процессы, формирующиеся под воздействием стрессора?

ВЛИЯНИЕ ВЫСОКИХ И НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУР НА РАСТЕНИЯ

Все растения также различаются по отношению к уровню температуры. Некоторые водоросли 80⁰С встречаются в источниках с температурой 60°С. Максимальная температура для большинства высоких растений 50⁰С– 40-. Для сельскохозяйственных культур максимальная температура 40⁰ С равна 39 градусам, и повышение температуры нанесет им ущерб.

При повреждении растений высокой температурой биохимические процессы, происходящие в их клетках перед их гибелью, нарушаются, образуются ненужные вещества, отравляющие протоплазму. В.Ф.Альтергот и другие ученые считают, что воздействие высоких температур ускоряет распад белков, производит и накапливает аммиак, отравляющий клетки. Оказывая негативное влияние на микроструктуру цитоплазмы, разрушаются ее белково-липидные соединения и пластиды. Эффективность химической энергии, образующейся при дыхании, резко снижается, и основная ее часть распределяется во внешнюю среду в виде тепла.

Вязкость и эластичность протоплазмы термостойких растений высокая. Белки с большим количеством связанной воды термостойки и не быстро коагулируют. При дыхании жаростойких растений образуется больше органических кислот, которые реагируют с аммиаком с образованием таких аминокислот, как аспарагин и глутамин. В результате свободный аммиак нейтрализуется и не вредит растениям. Растения с высоким содержанием РНК также устойчивы к жаре. Большинство хорошо поливаемых мезофитных растений защищены от сильной жары за счет увеличения скорости транспирации. Температура листьев этих растений ниже температуры воздуха, 6⁰С до 4.

По данным Ю. Г. Молотковского и И. М. Жестковой, проникновение в ткани листьев растворов сахаров (глюкозы, галактозы, сахарозы, лактозы, мальтозы, раффинозы) повышает их термостойкость.

По рекомендациям П.А.Генкеля обработка 0,25% раствором хлористого кальция за 20 часов перед посадкой семян также повышает жароустойчивость растений.

Чтобы повысить жароустойчивость растений, рекомендуется также обрабатывать их солями микроэлементов.

По данным, полученным сотрудниками кафедры физиологии растений и микробиологии Самаркандского государственного университета (профессор Ж.Х.Ходжаев и др.) в фазу цветения хлопчатника, 0,01% кислоты H_3BO_3 и соли $ZnSO_4$, 0, Опрыскивание 05% растворы (опрыскивание проводят вечером) повышает их устойчивость к жаре и засухе. В результате опыление цветков увеличивается и урожайность увеличивается до 10-12%. Качество волокна и семян улучшится.

ТЕРПИМОСТЬ РАСТЕНИЙ К ВЛИЯНИЮ НИЗКОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ

Понижение температуры ниже минимально необходимой для растений приведет к их повреждению. Следовательно, выживаемость растений зависит от их устойчивости к холоду. По уровню устойчивости все растения можно разделить на две группы: растения, устойчивые к холоду и сильные холода.

ХОЛОДОСТОЙКИЕ РАСТЕНИЯ. К этой группе можно отнести теплолюбивые растения, распространенные во всех регионах с умеренным климатом (огурцы, помидоры, фасоль, дыни, арахис и др.), если их $5^{\circ}C$ Составить при температуре $+3^{\circ}$, они погибнут через несколько дней. Тропические и субтропические растения $0^{\circ}C$ сильно повреждаются и погибают при температуре чуть выше. Растения какао погибают $8^{\circ}C$ при $+$, а пушица при $+1 + 3^{\circ}C$ в течение одного дня. При воздействии холода на теплолюбивые растения (температура выше) они первыми начинают вянуть и терять тургорное состояние. $0^{\circ}C$ Например: Листья огурца $3^{\circ}C$ вянут и отмирают на третий день, поэтому скорость переноса воды также ухудшается. Но листья погибнут от холода даже при достаточном запасе воды.

Основными причинами гибели теплолюбивых растений от воздействия холода являются: нарушение синтеза нуклеиновых кислот и белков, повышение вязкости протоплазмы и, как следствие, нарушение проницаемости мембран, прекращение ассимиляционного потока, изменение повышается активность ферментов и, как следствие, процессы диссимиляции, что приводит к накоплению токсических веществ в клетке и т. д. Под действием холодной температуры процесс фотосинтеза останавливается, процессы гидролиза ускоряются по сравнению с процессами синтеза. Патогенные микроорганизмы развиваются в ослабленной холодом корневой шейке, повреждая и губя растение. Растения, имеющие слабые или отсутствующие подобные изменения в организме, устойчивы к холоду.

Рекомендуются также методы повышения холодоустойчивости теплолюбивых растений.

По рекомендации Х.Х. Енилеева (1955) для повышения морозостойкости хлопковых газонов перед посадкой семена замачивают в 0,25%-ном растворе аммиачной селитры на 20 часов. По рекомендации Ю.Х.оджаева (1985) для повышения морозостойкости хлопковых газонов за 24 часа до посадки их замачивают в растворе 0,001%-ного медного купороса и 0,05%-ной сернокислой марганцевой соли. Уровень вязкости цитоплазмы травы, проросшей из этих семян, снижается, повышается активность ферментов, ускоряется процесс синтеза хлорофилла и фотосинтеза, в результате ускоряется обмен веществ и трава нормально развивается. Калийные удобрения также повышают морозоустойчивость. Предложены также способы акклиматизации проросших семян теплолюбивых растений к холоду. Например, при обработке проросших семян таких растений, как огурцы, томаты, дыни, температурами $+1+^{50^{\circ}\text{C}}$ и $+10+200^{\circ}\text{C}$ в течение 12 часов в течение нескольких дней их холодоустойчивость значительно возрастает.

РАСТЕНИЯ, ТЕРПИМЫЕ К ОЧЕНЬ ХОЛОДНЫМ. В естественных условиях к группе растений, устойчивых к сильным холодам, можно отнести те, которые не повреждаются при температуре ниже 0°C . Экстремальные холода наблюдаются преимущественно осенью и зимой.

Большинство растений проводят осенние и зимние месяцы в виде семенных коробочек и корневищ и не повреждаются. Осенние культуры и деревья осенью также зимуют на открытом воздухе. Поэтому они подвергаются сильному холоду, некоторые из них получают травмы или умирают.

Пораженные холодом растения теряют тургор, их листья бурют и засыхают. Из-за сильного холода их сок замерзает, в результате начинаются негативные изменения в клетках и тканях. Растения, недостаточно устойчивые к негативным изменениям в своих тканях, часто повреждаются и даже погибают.

Исследования Н. А. Максимова (1913) показывают, что под действием сильного холода кристаллы льда образуются не только в межклеточных пространствах, но и в цитоплазме. Цитоплазматические биокolloиды, лишённые воды кристаллами льда, обезвоживаются и повреждаются.

На основании большинства исследований, проведенных в последние годы, процессы льдообразования в тканях растений при сильных холодах можно разделить на три группы.

ГРУППА ПЕРВАЯ – сильные холода бывают интенсивными и очень слабыми, поражающими растения сразу. Цитоплазматическая вода от этого эффекта

оно замерзает. Образовавшиеся кристаллы льда повреждают мицеллы белка. В результате обезвоживания цитоплазмы микроструктуры повреждаются и такие клетки погибают.

ВТОРАЯ ГРУППА – поскольку сильный холод очень слабый и быстро поражает растения, между клеточной стенкой и плазмолеммой образуются кристаллы льда. Если в результате этого воздействия образуются более крупные кристаллы льда, клеточная мембрана повреждается и избирательная проницаемость нарушается. Даже после того, как кристаллы льда снова растают, клетка не может запастись водой и веществами. Такие клетки погибают. Если образовавшиеся кристаллы льда небольшие, их мембрана не повредится и они останутся живыми после повторного таяния.

ТРЕТЬЯ ГРУППА – если температура начинает постепенно и продолжительно снижаться, то первой замерзает вода в межклеточном пространстве. В свою очередь, эти льды поглощают воду в цитоплазме и увеличиваются в размерах. Но сильного негативного воздействия на клетку он не оказывает. Во время повторного плавления вода возвращается в цитоплазму и сохраняет клетки живыми. Например, под руководством И.И.Туманова в холодильниках «Фитотрон» Института физиологии растений медленно и последовательно замораживали, -195°C а затем оттаивали ветки белой березы и сосны, сохраняя стволовые клетки живыми.

Если вдруг быстро воздействовать на очень низкую температуру (-200°C до), вода в организме сразу перейдет в стеклоаморфное состояние. Это явление называется ветрификацией. При этом процессе не образуются кристаллы льда. Клетки остаются живыми, если во время повторного разведения в цитоплазме не образуются кристаллы льда. Следовательно, этот метод можно использовать для длительного хранения некоторых органов. Потому что ткани, затвердевшие в стеклоаморфную форму, длительное время сохраняют жизнеспособность.

ДРУГИЕ НЕБЛАГОПРИЯТНЫЕ ФАКТОРЫ, ДЕЙСТВУЮЩИЕ НА РАСТЕНИЯ ВО ВРЕМЯ ЗИМОВКИ. Зимой помимо холода на растения действуют неблагоприятные факторы. Это может быть связано с жарой, намоканием, зимней засухой и т. д.

Фитофтороз наблюдается у растений, которые в течение нескольких месяцев находились под толстым слоем снега. В большей степени от таких условий страдают зерна, посаженные осенью. Причиной такой задержки роста растений является голодание растений, длительное время находившихся под снегом. В условиях, когда температура близка к 0° , дыхание растений под снегом значительно сильнее. В результате органических веществ потребляется много. Поскольку под снегом темнота, фотосинтеза нет. В условиях длительного отсутствия фотосинтеза и отсутствия образования новых органических веществ дыхание сильное, и в результате быстрого расходования про запас органических

веществ растения голодают и повреждаются. Сильно поврежденные растения начинают погибать. Такие неблагоприятные условия чаще встречаются в северных регионах. Особенно растения, долгое время жившие под снегом и голодавшие, теряют устойчивость к холоду и быстро погибают из-за воздействия ранних весенних заморозков при выпадении снега.

Намокание чаще встречается в районах с обильными весенними осадками или продолжительной теплой зимой. Потому что в такое время осадки и талые снеговые воды прессуют растения, не имея возможности впитаться в мерзлую почву. Анаэробная среда возникает без кислорода. Вместо аэробного дыхания усиливаются процессы брожения, накапливаются спирты и другие полупродукты, губительно действующие на растения. Если морозы повторяются снова, то талая вода снова замерзает и образует новый слой льда. В этом случае ускоряется гибель растений, замерзших подо льдом. Такая ситуация чаще встречается в северных регионах, где зима очень суровая.

Зимняя засуха наносит большой ущерб растениям, особенно фруктовым деревьям. Зимой под действием кратковременного тепла и ветра из тела растения испаряется много воды. В это время из-за низкой температуры почвы поглощение воды корнями прекращается. Поэтому усиление процесса испарения из тела растений приводит к нарушению водного баланса. Нарушение водного баланса, в свою очередь, вызывает дефицит воды. В результате длительного дефицита воды растения повреждаются и даже погибают.

В регионах, где зимой длительное время нет снега и осадков, осенние посевы зерновых также страдают от зимней засухи. Недостаток влаги приводит к тому, что они сильно вянут. Возникновение засухи ранней осенью губительно влияет на рост и развитие осенних культур. В результате корневая система этих растений развивается плохо, а в надземной части не накапливается достаточно органики, которая не может нормально ветвиться.

Выдавливание посевов также является одним из неблагоприятных факторов зимы. Слой льда, образующийся в результате замерзания врывающейся в почву воды, постепенно утолщается и приподнимает верхний слой почвы вместе с находящимися в нем растениями. В результате некоторые глубокие корни отсекаются. Когда погода становится теплой, слой льда тает, и после обработки поднятой почвы верхняя часть корней оголяется и повреждается под воздействием повторных заморозков. В результате нескольких повторений холода и жары вырванные с корнем растения остаются на земле и погибают.

Таким образом, повреждение и гибель зимующих растений зимой вызывается не только холодом, но и другими неблагоприятными факторами. Но холод, особенно сильный холод, может сильно повредить растения и ускорить их гибель из-за влияния других

неблагоприятных факторов. Также за счет воздействия холода ускоряется рост растений, пострадавших от воздействия неблагоприятных зимних факторов.

Учитывая вышесказанное, важно акклиматизировать растения к воздействию холода.

По методике, разработанной И.И.Тумановым, тренировка растений состоит из двух этапов. На первом этапе для осенних культур температура должна быть около 0°C и обеспечено освещение. При температуре $0,5+2^{\circ}\text{C}$ тренировки проходят за 6-9 дней. На подготовку деревьев уходит 30 дней. При температуре, близкой к нулю, рост прекращается, накапливаются соединения, защищающие клетки (сахара, растворимые белки и др.), увеличивается количество некоторых жирных кислот в мембранах, снижается температура замерзания цитоплазмы. В этих условиях процесс фотосинтеза продолжает накапливать органические вещества и собирать необходимые для зимнего сезона питательные вещества. Особенно много накапливается сахаров.

На втором этапе кондиционирования свет не нужен. На этом этапе температура должна быть ниже нуля и должно происходить непрерывное продолжение первого этапа. На втором этапе свободная вода в клетках уменьшается и относительно увеличивается количество коллоидно-связанной воды. Повышается устойчивость растений к воздействию сильного холода.

На втором этапе 20°C сильные морозы пережили выдержанные осенние зерна -15°C , грушевидная яблоня -40°C , можжевельник -50°C и белая береза -65°C

Состояние почвы в месте обитания растений, агротехнические мероприятия, уровень питания и т. д. также влияют на их устойчивость.

Установлено, что проростки семян, посеянных осенью, устойчивы, когда они расположены на глубине 1,5 см, и устойчивы, когда они расположены на глубине 3-4 см.

Макроэлементы и микроэлементы также влияют на морозостойкость растений. Микроэлемент цинк увеличивает количество воды в клетке, с которой связываются сахара. Молибден увеличивает количество белков. Холодостойкость растений повышается за счет воздействия меди.

УСТОЙЧИВОСТЬ РАСТЕНИЙ К ЗАСОЛЕНИЮ ПОЧВЫ, ВРЕДНЫМ ГАЗАМ, РАДИАЦИИ, КСЕНОБИОТИКАМ И ИНФЕКЦИОННЫМ ЗАБОЛЕВАНИЯМ

ЗАСОЛЕНИЕ ПОЧВЫ И ЕГО ВЛИЯНИЕ НА СОЛЕУСТОЙЧИВОСТЬ РАСТЕНИЙ

Изучение влияния засоления на развитие растений и проблемы солеустойчивости имеет большое практическое значение, поскольку 25% суши на земном шаре и около 70% почв Узбекистана в определенном количестве засолены.

Засоленные почвы чаще встречаются в регионах с жарким и сухим климатом в виде хлористых, сульфатных и карбонатных солей натрия, кальция, магния. По соотношению анионов засоленные почвы могут быть хлоридно-сульфатными, сульфатно-хлоридными, хлоридными, сульфатными, карбонатными (содовыми). Основными катионами в таких почвах являются натрий и кальций, также встречаются карбонат и хлориды магния. Из этих солей более вредное воздействие на растения оказывают карбонат натрия (Na_2CO_3) и бикарбонат натрия (NaHCO_3).

Б. П. Строганов (1958, 1962) делит почвы на несколько групп по количеству солей в них:

Нет	Засоление почвы	100 в зависимости от количества соли в почве (г).
1	Кислая почва	менее 0,1
2	Очень мало соли	0,20-0,25
3	Слегка соленый	0,25-0,50
4	Умеренно соленый	0,50-0,70
5	Сильно соленый	0,71-2 и более

В зависимости от количества и распределения накопленных солей различают засоленные и засоленные почвы. Засоленные почвы – соли накапливаются преимущественно в нижних слоях почвы. Их верхние слои могут иметь мало или отсутствовать. Но верхний слой отличается отсутствием структуры, сильной адгезией, затвердеванием и растрескиванием. Особенно это распространено в сухих степях и полупустынях. Засоленные почвы – включают почвы с концентрацией солей 1-3%. На таких почвах культурные растения развиваться не могут.

Из-за малого количества осадков и сильной жары в регионах Средней Азии много засоленных почв, содержащих хлорид натрия (NaCl), сульфат натрия (Na_2SO_4), хлорид кальция (CaCl_2), хлорид магния (MgCl_2), соли карбоната натрия (Na_2CO_3) и магния (MgCO_3) являются обычными.

Чрезмерное засоление почвы для растений

(особенно сельскохозяйственных культур) вреден вдвойне. Во-первых, увеличение соли увеличивает осмотическое давление почвенного раствора и отрицательно влияет на скорость поглощения воды корнями. Растения с низким осмотическим давлением не могут

поглощать воду из таких почв. Во-вторых, избыточное накопление растворимых солей в почве оказывает токсическое воздействие на растения. Соли, не оказывающие отрицательного действия в слабых концентрациях, накапливаются в клетке и становятся токсичными при высокой концентрации. К ним относятся соли хлорида натрия (NaCl) и сульфата натрия (Na_2SO_4).

Разные растения в природе обладают разной устойчивостью к засолению. Хотя засоленные почвы вредны для большинства растений, некоторые дикие растения хорошо растут в таких почвах. По этому признаку растения делятся на две группы: гликофиты и галофиты.

Гликофиты – растения, не переносящие засоления. К ним относятся некоторые дикорастущие и большинство сельскохозяйственных культур. Среди возделываемых культур нет по-настоящему солеустойчивых. Возделываемые культуры не устойчивы к засолению, и между их видами и сортами существуют лишь относительные характеристики устойчивости. По некоторым наблюдениям, хлопок, люцерна, свекла, подсолнечник и арбузы более устойчивы к соли, чем томаты, капуста, огурцы, лен, просо, гречка и другие.

Галофиты - в природе в засоленных почвах.

(даже к высокой концентрации) адаптирован к живым растениям. Греческое слово «ореол» означает соль, а «фитон» — растение. По отношению к солям галофиты делятся на три группы: эвгалофиты, криногалофиты и гликогалофиты.

Эугалофиты — наиболее солеустойчивые растения, накапливающие соли в своем организме и обладающие способностью накапливать большое количество соли в клеточном соке. Им могут быть показаны соль черная (*Salicornia herbacea*), соль (*Suaeda maritima*), олабота (*Atriplex confertifolia*) и другие. Их клетки способны накапливать до 7—10% соли (Бейкеллер, 1940). За счет накопления солей осмотическое давление клеточного сока повышается до 100-200 атмосфер. В результате их поглотительная способность очень высока и они легко поглощают воду из раствора засоленных почв. Листья растений этой группы толстые мясистые, имеют множество признаков ксерофитии.

Криногалофиты – солевывделители. Они поглощают соль, но не накапливают ее в тканях. Избыток соли в их органах выводится через специальные железы, расположенные на их листьях. Выведение солей осуществляется с помощью ионных насосов и задействован большой объем водного транспорта. Часть солей отделяется и от тканей листьев, накопивших много солей. Примерами растений с такой способностью являются кермек (*Statice ymeliri*), имбирь (*Tamarix laxa*) и тысячелистник (*Elaeagnus angustifolia*).

Гликогалофиты – приспособлены к жизни в почвах умеренного и слабого засоления. Их плазматическая мембрана непроницаема для солей, поэтому соли не накапливаются в организме растения. Они создают высокое осмотическое давление в своих клетках за счет

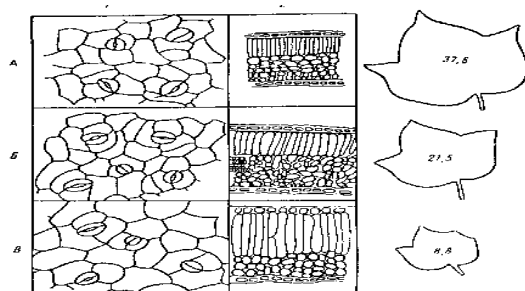
продуктов фотосинтеза (углеводов) и поглощают воду из раствора засоленных почв на основе своей сильной поглотительной способности. Примерами галиофитов являются полынь приморская (*Artemisia maritima*) и различные кохии (*Kochia*).

Как мы показали выше, культурные растения в большей степени повреждаются от воздействия засоленных почв. Прежде всего, он препятствует впитыванию воды семенами, их прорастанию и развитию корневой системы на молодых газонах. Накопление солей в клетках отравляет протоплазму и замедляет все биохимические процессы, фотосинтез и синтез белка. Аммиак от распада белков

(NH_3) высвобождается. В результате аммиак накапливается в тканях и отравляет их. Меньше поражаются растения, приспособленные к засоленной почве.

Под влиянием засоления не изменяются физико-химические свойства биокolloидов клеток хлопчатника, обменные процессы, наблюдаются изменения в морфологическом и анатомическом строении органов растений, особенно листьев. Уровень листа хлопчатника, выросшего в засоленной почве, снизился и утолщился слой мезофилла (рис. 1). Для повышения солеустойчивости и продуктивности растений предложено несколько методов:

- промывка и опреснение почвы на посевных полях, для этого широкое использование дренажа и канав, улучшение мелиорации земель.
- повышение продуктивности возделываемых полей, используя для этого наряду с основными удобрениями микроудобрения;
- чтобы повысить устойчивость растений к хлорному засолению, перед посадкой обработать семена, для этого выдержать их в 3-6% растворе поваренной соли (NaCl) в течение часа, затем промыть в течение 1,5 часов и высадить (рекомендовано П.А.Генкелем и другими).



1 - картинка. Изменения анатомического строения хлопкового листа в зависимости от типа засоления почвы.

А – контрольный; В-сульфатированный; Б – хлорофилл в почвах 1 – верхний эпидермис; 2-створчатая толщина, 3-створчатый уровень

- отбор и использование сортов, устойчивых к засолению;
- 0,2% сернокислого магния ($MgSO_4$) или 0,25% сернокислого марганца ($MnSO_4$) и т. д.

УСТОЙЧИВОСТЬ РАСТЕНИЙ К ВРЕДНЫМ ГАЗАМ, РАДИАЦИИ И КСЕНОБИОТИКАМ

В современный период научно-технического и экономического развития проблемы, связанные с взаимодействием природы и общества, становятся основными и сложными. Среди них проблема загрязнения природной среды вредными газами, радиоактивными веществами и ядохимикатами и их предотвращение.

УСТОЙЧИВОСТЬ К ГАЗАМ

В результате деятельности промышленности, транспорта и других производственных процессов в атмосферу выбрасывается большое количество отходов. В результате в воздух добавляется более 200 различных химических компонентов. К ним относятся газообразные соединения: сера (SO_2), оксиды азота (NO , NO_2), углекислый газ (CO), соединения фтора и другие. Также выделяют сернистую, хлороводородную кислоты, пары фенола.

В странах с хорошо развитой промышленностью 52,6% загрязнения атмосферного воздуха обусловлено деятельностью транспорта, 18,1% - системами отопления, 17,9% - промышленными отходами, 1,9-9,5% - сжиганием мусора и другими процессами. По способности оказывать токсическое действие на растения эти газы можно расположить в следующем порядке: 1) $F_2 > Se_2 > SO_2 > NO > CO > CO_2$ или 2) $Se_2 > SO_2 > NH_3 > HCN > H_2S$ (И.И. Полевой, 1989) поступает в ткани и оказывает отрицательное влияние на обменный процесс. Такое негативное воздействие чаще всего наблюдается в листьях, которые являются наиболее активным органом растений. Ядовитые газы, попавшие в ткани листа, растворяются в воде и превращаются в кислоту или щелочь. Образующиеся токсичные соединения в первую очередь поражают клеточную стенку и мембрану. Нарушаются проницаемость и транспортные процессы мембраны. Они снижают резистентность цитоплазматических биокolloидов, разрушают молекулы хлорофилла, изменяют pH тканей листа. В результате нарушаются обменные процессы в клетках, снижается скорость фотосинтеза, скорость дыхания сначала увеличивается, а затем

замедляется. Более негативное воздействие газов SO_2 и Se_2 оказывают на мембраны хлоропластов и пигментную систему растений.

Рост и развитие растений под воздействием токсичных газов замедляется, процессы старения ускоряются. Прежде всего, некоторые ткани листа сильно отравляются и отмирают. Хвойные растения больше страдают от кислых газов, чем широколиственные растения.

Устьица газоустойчивых растений (особенно к газам SO_2 и Se_2) очень чувствительны, они быстро закрывают устьица и ограничивают проход токсичных газов в свои ткани. Многие исследования показали, что растения, устойчивые к засолению и засухе, также устойчивы к газам.

Загрязнение атмосферы сернистыми газами происходит преимущественно в районе крупных городов и промышленных центров. Вот почему важно иметь научный подход к процессу озеленения, то есть выбирать и рекомендовать растения, устойчивые к воздействию газов. Потому что растения являются основным фактором, обладающим способностью очищать атмосферный воздух. В свою очередь, можно использовать методы повышения устойчивости растений к воздействию газов. К ним относятся: протравливание семян, модерация процессов минерального питания растений, правильная подача воды и т. д. Даже замачивание семян в жидком растворе серной и соляной кислот перед посадкой повышает устойчивость растений к газам.

РАДИАЦИОННАЯ УСТОЙЧИВОСТЬ РАСТЕНИЙ

Одной из наиболее опасных ситуаций природной среды является ее отравление радиоактивными веществами. Именно поэтому большое внимание уделяется его профилактике.

Определенное количество радиоактивности на Земле производится естественной и искусственной радиоактивностью. Радиоактивные элементы: уран-238, уран-235, торий-232, калий-40, углерод-14 и другие распространены на нашей планете в определенных количествах, постоянно распадаются и изменяются с течением времени. Некоторые из них имеют очень длительные периоды распада, период полураспада урана-238 составляет 4,51 миллиарда лет, период полураспада урана-235 — 713 миллионов лет, а период полураспада тория-232 — 14,4 миллиарда лет. равен году.

Естественная радиоактивность возникает в почве, воде и воздухе в результате распада радиоактивных элементов на земле. Пыль, содержащая калий, уран, торий и другие радиоактивные изотопы, поднимается с поверхности земли в атмосферу с ветром и с течением времени распространяется по воздуху на большие территории.

В последнее время общая радиоактивность увеличивается за счет увеличения искусственно создаваемой радиоактивности с помощью различных ядерных реакций. Основные источники радиоактивного загрязнения окружающей среды: заводы и предприятия по переработке радиоактивных руд; предприятия по переработке ядерного топлива; атомная электростанция; ядерные реакторы и другие. В результате некоторых неисправностей, аварий и детонации атомного, водородного и другого ядерного оружия в этих источниках происходит загрязнение внешней среды радиоактивными веществами. Загрязнение также увеличивается из-за отходов таких предприятий.

Особенно сильное радиоактивное излучение возникает при взрыве ядерного оружия для испытаний. Радиоактивные вещества обычно отравляют живые организмы. В живых организмах концентрация радиоактивных веществ увеличивается и становится опасной для организма. Радиоактивность некоторых планктона до 1000 раз выше, чем в воде.

Биологические эффекты радиации многогранны: от молекул до организмов и даже популяций. Механизм действия радиоактивных лучей аналогичен живому, эти лучи не разрушают молекулы напрямую. Он сильно повреждает клеточные мембраны, органоиды и особенно нуклеиновые кислоты, ферменты и мембранные липиды.

УСТОЙЧИВОСТЬ РАСТЕНИЙ К ВОЗДЕЙСТВИЮ КСЕНОБИОТИКОВ

Актуальной проблемой является также система защиты растений от воздействия чужеродных соединений – ксенобиотиков. Ксенобиотик означает по-гречески - ксенос - чужой и биотос - жизнь, то есть чуждый организму. К ним относятся химические вещества, созданные хозяйственной деятельностью человека и токсичные для организмов: пестициды – гербициды, дефолианты, десиканты и др.

Ядохимикаты, накапливаясь в почве, воде и воздухе, загрязняют окружающую среду и разрушают биологические системы. При этом мир растений участвует в очистке атмосферы. Поэтому изучение биологических эффектов ксенобиотиков и механизмов детоксикации в растительном организме имеет большое теоретическое и практическое значение.

В частности, можно изучать и использовать их метаболический, ингибирующий и летальный уровни на основе их характеристик, сферы воздействия и норм.

ГЕРБИЦИДЫ. Гербициды, останавливающие рост растений и используемые для борьбы с сорняками, представляют собой соединения, принадлежащие к разным группам химических веществ. Гербициды делятся на несколько групп. Их разделяют на оказывающие общее воздействие на растения и оказывающие избирательное действие.

Большинство из них действуют избирательно, убивая только растения определенных семейств и видов. Характер действия гербицидов зависит от способа их применения и концентрации. Например, если один гербицид оказывает избирательное действие при

слабой концентрации, то при увеличении его концентрации он может воздействовать на все растение в целом.

Гербициды попадают в клетку – цитоплазму, растворяются в жировых веществах (липоидах) и нарушают нормальные физиологические процессы. В результате растение погибает. Широкое применение получили гербициды, особенно 2,4-дихлорфенилоксиацетат (2,4 Д) и 2-метил-4-хлорфеноксиацетат (2М – 4 Х). 2,4D - ($C_6H_3Cl_2O_2$). CH_2COOH и 2 М- 4 Х - ($CH_3C_6H_4ClO_2$). CH_2COOH убивает дикie растения, не причиняя вреда однодольным, таким как лен, ячмень и пшеница. Особенно если в организм двудольного растения ввести количество менее 2,4 Д (даже менее 1 мг), физиологические процессы быстро нарушаются, растение перестает расти и погибает.

В целом 2,4 Д не влияет на большинство однодольных. Оказывает сильное воздействие на амфипод. Основная причина этого – разница в их химическом составе. Они также различаются по характеру обмена веществ.

Траву симазина можно использовать против сорняков на кукурузных полях. В растения этот препарат попадает преимущественно через корни, поэтому симазин вносят в почву. Симазин оказывает вредное влияние на процесс митоза клеток, синтез простых углеводов, реакцию Хилла и другие. Некоторые химические вещества в клетках кукурузы способны нейтрализовать симазин. Следовательно, на кукурузу это не влияет.

Гербициды также используются для борьбы с сорняками на хлопковых полях. Важнейшими из них являются моноурон, диурон, кухтар и другие. Эти гербициды также сильно влияют на изменения процессов фотосинтеза и дыхания сорняков.

В настоящее время выявлено более 200 гербицидов, которые можно использовать для борьбы с сорняками в сельском хозяйстве.

ДЕФОЛИАНТЫ И ДЕСИКАНТЫ. В группу искусственных ингибиторов также входят дефолианты, опадающие листья растений, и десиканты, быстро иссушающие растения.

В последние годы в производстве хлопка широко используются дефолианты, поскольку механизация процесса уборки урожая увеличивает потребность в дефолиантах. Дефолиация создает разделительный слой в полоске листьев хлопка и обеспечивает быстрое опадение листьев. Кроме того, дефолиация ускоряет созревание и раскрытие цист.

В 1940 году Ю. В. Ракитин создал гипотезу ауксин-этиленового баланса, объясняющую причины опадания листьев и плодов. Согласно этой гипотезе, если этилена накапливается в тканях больше, чем ауксинов, синтетические процессы замедляются и активируются гидролитические процессы, в результате чего в плодовых или листовых полосках образуется разделительный слой и они опадают. Исходя из этой гипотезы,

ускорить их искусственное опадение можно, увеличив количество этилена в листьях или уменьшив количество ауксина.

В настоящее время хлорат магния $Mg(ClO_3)_2 \cdot 6H_2O$ широко применяется для искусственного осыпания листьев хлопчатника. Это бесцветное кристаллическое вещество, очень гигроскопичное водорастворимое соединение. Хорошие результаты дает растворение 10% этого состава 12 кг в 100-200 л воды и опрыскивание им одного гектара хлопка.

Гербицид бутифос, применявшийся много лет, в настоящее время не применяется, так как имеет осложнение сильного отравляющего характера.

Десикация используется для сбора урожая таких растений, как сахарная свекла и картофель, с помощью машин.

Здесь используется раствор хлората магния более высокой концентрации. То есть готовится 25% раствор гербицида и распыляется на гектар 30 кг.

В результате правильного использования методов дефолиации и десикации можно с помощью машин собирать с растений высокие и качественные урожаи.

ФИЗИОЛОГИЯ БОЛЕЗНЕЙ РАСТЕНИЙ УСТОЙЧИВОСТЬ РАСТЕНИЙ К ИНФЕКЦИОННЫМ БОЛЕЗНЯМ

Растения, как и неблагоприятные факторы, повреждают урожай. Из-за болезни урожай не только снижается, но и ухудшается его качество. Во всем мире ежегодные потери сельскохозяйственных культур из-за болезней оцениваются в 25 миллиардов долларов.

Болезни растений делятся на две группы: неинфекционные и инфекционные.

Неинфекционные заболевания вызываются преимущественно абиотическими факторами внешней среды. К ним относятся нарушения процессов минерального питания растений, нарушения водного режима, воздействие на растения чрезвычайно низких или высоких температур (см. разделы 8.1 и 8.2). Также такие заболевания вызывают токсичные соединения в воздухе и почве, гербициды, накопившиеся в почве, некомфортные и сильные источники света, радиационные лучи, токсины, выделяемые некоторыми паразитическими растениями и грибами.

Инфекционные заболевания вызываются вирусами, бактериями, грибами и другими биотическими факторами. Растения поражаются такими организмами в процессе онтогенеза и болеют. В ходе эволюции большинство дикорастущих растений выработали

различные механизмы защиты от таких заболеваний. Но у культурных растений защитные механизмы развиты очень слабо. Поэтому большое значение имеет установление механизма естественной устойчивости высших растений к патогенным микроорганизмам и использование их для определения методов борьбы с болезнями сельскохозяйственных культур.

Нормальные обменные процессы зараженных растений нарушаются. Нарушаются фотосинтез, дыхание, минеральное питание и другие физиологические процессы. В результате некоторые органы растения сильно повреждаются или растения преждевременно погибают.

Устойчивость – это скорость реакции растительного организма на инфекцию. Характеризуется способностью растений не заражать, не ограничивать и не предупреждать свое развитие. Потому что микроорганизм, попадая в живой организм, встречает его сопротивление. Поэтому они могут погибнуть сами, не вызвав заболевания (если организм устойчив к этому виду микроорганизмов). Нетолерантные растения неспособны проявить такую устойчивость. В результате они заболевают и могут даже умереть. Устойчивость может быть неспецифической или видоспецифичной, специфичной или сортоспецифичной.

Неспецифический – на основе видоспецифической устойчивости растения защищены от воздействия большого количества сапрофитных микроорганизмов. Такая форма устойчивости называется фитоиммунитетом.

(лат. – *immunitas* – свобода). Такая устойчивость неспецифична и характерна только для конкретных видов. Поэтому каждый вид поражается небольшим количеством возбудителей.

Специфическая – сортоспецифическая устойчивость – это реакция на паразитов, которые могут преодолеть неспецифическую устойчивость и заразить растения. Эта устойчивость особенно важна для культурных растений, поскольку более 90% из них повреждаются специфическими возбудителями. Обычно сорта устойчивы к одним возбудителям и могут поражаться другими возбудителями. Это зависит от вида микроорганизмов, уровня их вирулентности, устойчивости сорта растения к действию этого микроорганизма, стадий развития обоих организмов, условий и продолжительности взаимодействия.

Уровень устойчивости растений к болезням основан на различных защитных механизмах. В основном это две группы: конституциональные и индуцированные.

Конституциональные механизмы присутствуют в растительной ткани до инфекционного процесса: 1) растительная ткань имеет свои особенности строения и обеспечивает механический барьер на пути инфекции; 2) выделяет вещества с

антибиотической активностью (фитонциды, фенолы и др.), 3) очень мало вырабатывает веществ, поддерживающих рост и развитие паразитов и др.

Механизм индуцированной устойчивости характеризуется реакцией растения на инфекцию: 1) усиление процессов дыхания и энергетического обмена растений; 2) обеспечивает накопление веществ, направленных на повышение общей неспецифической резистентности (фитонциды, фенолы, хиноны, различные дубильные вещества и др.); 3) образуются дополнительные механические защитные барьеры; 4) появляются реакции высокой чувствительности; 5) синтезируются фитоалексины. В растительной клетке с такой устойчивостью развитие паразита затрудняется и может даже погибнуть, не имея возможности развиваться.

Механизмы устойчивости к некротрофным и биотрофным паразитам различаются. Некротрофные возбудители поражают растительную клетку своими гидролитическими ферментами и токсинами. Они убивают растительную клетку с помощью токсинов и оседают в клетке. Затем с помощью гидролитических ферментов происходит расщепление содержащихся в клетке веществ. Токсины, выделяемые некротрофами, называются фитотоксинами. Фитотоксины могут нанести вред многим растениям. Биотрофы не выделяют токсинов, вредных для растений. Они преимущественно располагаются в межклеточных пространствах и высасывают питательные вещества из клетки с помощью своих гаусторий-сосунов. Они живут с растением определенный период времени. Однако как только грибы образуют споры, растения начинают страдать.

Устойчивость к биотрофным паразитам: выявление паразита, высокая чувствительность, формирование круга некроза и лишение необходимых для жизнедеятельности возбудителя компонентов питания, уничтожение паразита путем синтеза фитоалексинов.

Механизм устойчивости к некротрофным возбудителям в основном состоит из: нейтрализации или деградации токсинов паразитов; снижение восприимчивости растений к особым патотоксинам, остановка активности экзоферментов с помощью неспецифических ингибиторов (фенолы и др.), повреждение стенок клетки паразита с помощью растительных ферментов (хитиназа, глюконаза и др.) , растительные белки против гидролитических ферментов паразитарного синтеза антиферментов и др.

Возбудители (грибы, бактерии, вирусы) попадают в ткани растений преимущественно двумя путями: 1) через устьица, оспа и кутикулу; 2) механическое повреждение поверхности и корней. Болезнетворные микроорганизмы сначала оседают на верхних частях растения, а затем перемещаются внутрь, поэтому покровная ткань является не только механическим барьером, но и выполняет роль токсического барьера. Потому что они содержат различные антибиотические вещества (фитонциды и фенолы).

Фитонциды - антибиотические вещества, открытые Б.П. Токиным в 20-х годах нашего столетия.

(хиноны, фенольные гликозиды, спиртовые гликозиды и др.) останавливают развитие патогенных микроорганизмов или убивают их. На возбудителей воздействуют летучие фитонциды, выделяющиеся в результате растрескивания или резки лука и чеснока.

В клетках, поврежденных инфекцией, активируется фермент полифенолоксидаза, расщепляющий фенолы на высокотоксичные хиноны. Образующиеся фенольные соединения нейтрализуют (т.е. снижают активность) экзоферменты, вырабатываемые болезнетворными микроорганизмами.

Биотрофные клетки сорта, устойчивые к паразитам

(например: ржавчинный гриб в зерне) погибают при попадании возбудителя. То есть образуется некроз. Такая реакция растений называется высокой чувствительностью. Клетки устойчивых разновидностей выживают, и паразит распространяется на все ткани. Устойчивые сорта не допускают развития паразита путем формирования некроза. Основная функция высокой восприимчивости – предотвращение образования спор паразитами. Потому что они обладают способностью образовывать споры только при контакте с живой клеткой.

В ответ на фитопатогены в тех частях тела растения, где формируется некроз, образуются специальные антибиотические вещества, выполняющие защитные функции. Эти вещества получили название фитоалексины (К. Мюллер, Г. Бьёргер, 1940). Фитоалексины не вырабатываются в здоровых тканях. Они обладают антибактериальными, фунгитоксическими и противонематодными свойствами. Фитоалексины разнообразны (изофлавоноиды в бобовых, полиацетилены в сложных цветках и др.) и синтезируются в живых клетках вокруг мертвых. Затем он перемещается к некротизированным клеткам, где находится паразит. Их транспорт к клеткам происходит методом апопласта. Фитоалексины подавляют рост фитопатогенов и инактивируют их экзоферменты.

В целом устойчивость растений к инфекционным заболеваниям делится на три типа:

1. Морфоанатомическая выносливость. Сюда входят прочность структуры ткани растения, толщина клеточных стенок покровной ткани и кутикулы, наличие шипиков и волосков, малость клеток и отсутствие межклеточных пространств и т. д.

2. Физиологическая выносливость. Такое сопротивление обеспечивается особенностями устьичного движения, САМ-обмена, кислотностью клеточного сока и величиной осмотического давления.

3. Химическая стойкость. Характеризуется накоплением в клетках тканей различных защитных веществ (защитных белков, углеводов, пролина, фитонцидов, алкалоидов, фенольных соединений, фитоалексинов и др.).

Для повышения устойчивости растений к инфекционным заболеваниям большое значение имеет доведение внешних факторов среды (температура, освещенность, влажность почвы и плодородие) до умеренного уровня. Больше внимания уделяется минеральному питанию растений. В последующие годы было установлено, что устойчивость растений к патогенным микроорганизмам повышается за счет воздействия фосфора, калия и микроэлементов. Правильное использование количества, соотношения и времени внесения питательных веществ активизирует обменные процессы и, как следствие, усиливается устойчивость растений к болезням.

Обзор вопросов

1. Виды растений, устойчивые к соли?
2. лучше всего живет на засоленных почвах ?
3. Физиологическое воздействие засоленной почвы на растения ?
4. Типы солёности?
5. Основные группы галофитов?
6. Устойчивость растений к вредным газам?
7. Устойчивость растений к воздействию радиации .
8. Физиология больных растений?