|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Тақырыптың аталуы | Сағат саны | Бағасы  |
| **Модуль 1** |
| **Дәріс 1.** Кіріспе . «Өсімдік өсуін реттеуші» затар түсінігі мен классификациясы | 1 |  |
| **Дәріс 2.** Өсімдік өсуін реттеушілердің әсер ету механизмі. | 1 |  |
| **Дәріс 3.** Синтетикалық өсімдік өсуін реттегіштердің классификацясы | 1 |  |
| **Лекция 4.** Этилен өндірушілер. | 1 |  |
| **Лекция 5.** Спирттердің туындылары | 1 |  |
| **Лекция 6.** Кетондар туындысы | 1 |  |
| **7 дәріс.** Карбон қышқылдары, олардың туындылары.  | 1 |  |
| **Коллоквиум** |  | 15,0 |
| **8 дәріс.** Гетероциклді қосылыстар. Фурфурол туындылары.  | 1 |  |
| **9 дәріс.** Гетероциклды қосылыстар. Пиридин және пиперидин туындылары.  |  |  |
| **10 дәріс.**  Гетероциклды қосылыстар. Триазол туындылары.  | 1 |  |
|  **Лекция 11**. Онийлі қосылыстар |  |  |
| **12.** **Лекция 12.** Мочевина туындылары. | 1 |  |
| **13. Лекция 13**. Органикалық қосылыстардың реттеуші белсенділігін болжау. | 1 |  |
| **14. Лекция 14**. Өсімдік өсуін реттеушілерді практикалық қолдану. | 1 |  |
| **15. Лекция 15**. Синтетикалық өсімдік өсуін реттеуші заттарды қолдану. | 1 |  |

**Лекции**

**Основные классы фитогормонов**

**ГОРМОНЫ РАСТЕНИЙ**, или фитогормоны, вырабатываемые растениями органические вещества, отличные от питательных веществ и образующиеся обычно не там, где проявляется их действие, а в других частях растения. Эти вещества в малых концентрациях регулируют рост растений и их физиологические реакции на различные воздействия. В последние годы ряд фитогормонов удалось синтезировать, и теперь они находят применение в сельскохозяйственном производстве. Их используют, в частности, для борьбы с сорняками и для получения бессемянных плодов.

 Растительный организм – это не просто масса клеток, беспорядочно растущих и размножающихся; растения и в морфологическом, и в функциональном смысле являются высокоорганизованными формами. Фитогормоны координируют процессы роста растений. Особенно отчетливо эта способность гормонов регулировать рост проявляется в опытах с культурами растительных тканей. Если выделить из растения живые клетки, сохранившие способность делиться, то при наличии необходимых питательных веществ и гормонов они начнут активно расти. Но если при этом правильное соотношение различных гормонов не будет в точности соблюдено, то рост окажется неконтролируемым и мы получим клеточную массу, напоминающую опухолевую ткань, т.е. полностью лишенную способности к дифференцировке и формированию структур. В то же время, надлежащим образом изменяя соотношение и концентрации гормонов в культуральной среде, экспериментатор может вырастить из одной-единственной клетки целое растение с корнями, стеблем и всеми прочими органами.

 Химическая основа действия фитогормонов в растительных клетках еще недостаточно изучена. В настоящее время полагают, что одна из точек приложения их действия близка к гену и гормоны стимулируют здесь образование специфичной информационной РНК. Эта РНК, в свою очередь, участвует в качестве посредника в синтезе специфичных ферментов – соединений белковой природы, контролирующих биохимические и физиологические процессы.

 Гормоны растений были открыты только в 1920-х годах, так что все сведения о них получены сравнительно недавно. Однако еще Ю.Сакс и Ч.Дарвин в 1880 пришли к мысли о существовании такого рода веществ. Дарвин, изучавший влияние света на рост растений, писал в своей книге Способность к движению у растений (The Power of Movement in Plants): «Когда проростки свободно выставлены на боковой свет, то из верхней части в нижнюю передается какое-то влияние, заставляющее последнюю изгибаться». Говоря о влиянии силы тяжести на корни растения, он пришел к заключению, что «только кончик (корня) чувствителен к этому воздействию и передает некоторое влияние или стимул в соседние части, заставляя их изгибаться».

 В течение 1920–1930-х годов гормон, ответственный за реакции, которые наблюдал Дарвин, был выделен и идентифицирован как индолил-3-уксусная кислота (ИУК). Работы эти выполнили в Голландии Ф.Вент, Ф.Кёгль и А.Хаген-Смит. Примерно в то же время японский исследователь Е.Куросава изучал вещества, вызывающие гипертрофированный рост риса. Теперь эти вещества известны как фитогормоны гиббереллины. Позже другие исследователи, работавшие с культурами растительных тканей и органов, обнаружили, что рост культур значительно ускоряется, если добавить к ним небольшие количества кокосового молока. Поиски фактора, вызывающего этот усиленный рост, привели к открытию гормонов, которые были названы цитокининами.

**ГЛАВНЫЕ КЛАССЫ ГОРМОНОВ РАСТЕНИЙ**

 Гормоны растений можно объединить в несколько главных классов в зависимости либо от их химической природы, либо от оказываемого ими действия.

 **Ауксины.**

 Вещества, стимулирующие растяжение клеток растений, известны под общим названием «ауксины». Ауксины вырабатываются и накапливаются в высоких концентрациях в верхушечных меристемах (конусах нарастания побега и корня), т.е. в тех местах, где клетки особенно быстро делятся. Отсюда они перемещаются в другие части растений. Нанесенные на срез стебля ауксины ускоряют образование корней у черенков. Однако в чрезмерно больших дозах они подавляют корнеобразование. Вообще чувствительность к ауксинам у тканей корня значительно выше, чем у тканей стебля, так что дозы этих гормонов, наиболее благоприятные для роста стебля, обычно замедляют корнеобразование.

 Это различие в чувствительности объясняет, почему верхушка горизонтально лежащего побега проявляет отрицательный геотропизм, т.е. изгибается кверху, а кончик корня – положительный геотропизм, т.е. изгибается к земле. Когда под действием силы тяжести ауксин скапливается на нижней стороне стебля, клетки этой нижней стороны растягиваются сильнее, чем клетки верхней стороны, и растущая верхушка стебля изгибается кверху. По-другому действует ауксин на корень. Скапливаясь на нижней его стороне, он подавляет здесь растяжение клеток. По сравнению с ними клетки на верхней стороне растягиваются сильнее, и кончик корня изгибается к земле.

 Ауксины ответственны и за фототропизм – ростовые изгибы органов в ответ на одностороннее освещение. Поскольку под действием света распад ауксина в меристемах, по-видимому, несколько ускоряется, клетки на затененной стороне растягиваются сильнее, чем на освещенной, что заставляет верхушку побега изгибаться по направлению к источнику света.

Индолил-3-уксусная кислота (гетероауксин)

 Так называемое апикальное доминирование – явление, при котором присутствие верхушечной почки не дает пробуждаться боковым почкам, – тоже зависит от ауксинов. Результаты исследований позволяют считать, что ауксины в той концентрации, в какой они накапливаются в верхушечной почке, заставляют верхушку стебля расти, а перемещаясь вниз по стеблю, они тормозят рост боковых почек. Деревья, у которых апикальное доминирование выражено резко, как, например, у хвойных, имеют характерную устремленную вверх форму, в отличие от взрослых деревьев вяза или же клена.

 После того как произошло опыление, стенка завязи и цветоложе быстро разрастаются; образуется крупный мясистый плод. Рост завязи связан с растяжением клеток – процессом, в котором участвуют ауксины. Теперь известно, что некоторые плоды можно получить и без опыления, если в подходящее время нанести ауксин на какой-нибудь орган цветка, например на рыльце. Такое образование плодов – без опыления – называют партенокарпией. Партенокарпические плоды лишены семян.

 На плодоножке созревших плодов или на черешке старых листьев образуются ряды специализированных клеток, т.н. отделительный слой. Соединительная ткань между двумя рядами таких клеток постепенно разрыхляется, и плод или лист отделяется от растения. Это естественное отделение плодов или листьев от растения называется опадением; оно индуцируется изменениями концентрации ауксина в отделительном слое.

 **Гиббереллины.**

 Гиббереллины широко распространены в растениях и регулируют целый ряд функций. К 1965 было идентифицировано 13 молекулярных форм гиббереллинов, очень сходных химически, но весьма различающихся по своей биологической активности. Среди синтетических гиббереллинов чаще всего применяется вырабатываемая микробиологической промыш-ленностью гибберелловая кислота.



 Важный физиологический эффект гиббереллинов – ускорение роста растений. Известна, например, генетическая карликовость у растений, при которой резко укорочены междоузлия (участки стебля между узлами, от которых отходят листья); как выяснилось, это связано с тем, что у таких растений генетически заблокировано образование гиббереллинов в процессе метаболизма. Если, однако, ввести в них гиббереллины извне, то растения будут расти и развиваться нормально.

 Многим двулетним растениям для того, чтобы выбросить стрелку и зацвести, требуется в течение определенного времени пребывание либо при низкой температуре, либо на коротком дне, а иногда и то и другое. Обработав такие растения гибберелловой кислотой, их можно заставить зацвести в условиях, при которых возможен только вегетативный рост.

 Подобно ауксинам, гиббереллины способны вызывать партенокарпию. В Калифорнии их регулярно применяют для обработки виноградников. В результате такой обработки грозди получаются более крупными и лучше сформированными.

 Во время прорастания семян решающую роль играет взаимодействие гиббереллинов и ауксинов. После набухания семени в зародыше синтезируются гиббереллины, которые индуцируют синтез ферментов, ответственных за образование ауксина. Гиббереллины также ускоряют рост первичного корешка зародыша в то время, когда под влиянием ауксина оболочка семени разрыхляется и зародыш растет. Первым из семени появляется корешок, а за ним и само растеньице. Высокие концентрации ауксина вызывают быстрое удлинение стебелька зародыша, и в конце концов верхушка проростка пробивает почву.

 **Цитокинины.**

 Гормоны, известные как цитокинины, или кинины, стимулируют не растяжение, а деление клеток. Цитокинины образуются в корнях и отсюда поступают в побеги. Возможно, они синтезируются также в молодых листьях и почках. Первый открытый цитокинин – кинетин – был получен с использованием ДНК спермы сельди.



 Цитокинины – «великие организаторы», регулирующие рост растений и обеспечивающие у высших растений нормальное развитие их формы и структур. В стерильных тканевых культурах добавление цитокининов в надлежащей концентрации вызывает дифференцировку; появляются примордии – нерасчлененные зачатки органов, т.е. группы клеток, из которых со временем развиваются различные части растения. Обнаружение этого факта в 1940 послужило основой для последующих успешных экспериментов. В начале 1960-х годов научились уже выращивать целые растения из одной недифференцированной клетки, помещенной в искусственную питательную среду.

 Еще одно важное свойство цитокининов – их способность замедлять старение, что особенно ценно для зеленых листовых овощей. Цитокинины способствуют удержанию в клетках ряда веществ, в частности аминокислот, которые могут быть направлены на ресинтез белков, необходимых для роста растений и обновления его тканей. Благодаря этому замедляются старение и пожелтение, т.е. листовые овощи не так быстро теряют товарный вид. В настоящее время предпринимаются попытки использовать один из синтетических цитокининов, а именно бензиладенин, в качестве ингибитора старения многих зеленых овощей, например салата, брокколи и сельдерея.

 **Гормоны цветения.**

 Гормонами цветения считают флориген и верналин. Предположение о существовании особого фактора цветения высказал в 1937 русский исследователь М.Чайлахян. Позднейшие работы Чайлахяна позволили сделать вывод, что флориген состоит их двух главных компонентов: гиббереллинов и еще одной группы факторов цветения, названных антезинами. Для зацветания растений необходимы оба этих компонента.

 Предполагается, что гиббереллины необходимы длиннодневным растениям, т.е. таким, которым для зацветания требуется достаточно длительный светлый период суток. Антезины же стимулируют цветение короткодневных растений, зацветающих лишь тогда, когда длина дня не превышает определенного допустимого максимума. По-видимому, антезины образуются в листьях.

 Гормон цветения верналин (выявленный И.Мельхерсом в 1939) необходим, как полагают, двулетним растениям, нуждающимся на протяжении некоторого времени в воздействии низких температур, например зимних холодов. Он образуется в зародышах прорастающих семян или в делящихся клетках верхушечных меристем взрослых растений.

 **Синтетические ретарданты.**

 Под действием некоторых синтетических фитогормонов, созданных в последние полвека, укорачиваются междоузлия растений, стебли становятся более жесткими, а листья приобретают темно-зеленую окраску. Повышается устойчивость растений к засухе, холоду и загрязнению воздуха. У некоторых культурных растений, например у яблонь или азалий, эти вещества стимулируют зацветание и тормозят вегетативный рост. В плодоводстве и при выращивании цветов в теплицах широко применяются три таких вещества – фосфон, цикоцел и алар.

 **Практическое использование фитогормонов**

В связи с важным и многообразным действием на рост и морфогенез растений, фитогормоны и их аналоги активно исследуются и применяются в биотехнологии и сельском хозяйстве. Фитогормоны (ауксины и цитокинины) необходимы для выращивания клеточных и каллусных линий в стерильной культуре и при получении трансгенных растений (см. Культура ткани). Ауксины и их аналоги часто используют для предотвращения предуборочного опадения плодов, а также для укоренения черенков при вегетативном размножении растений. Этилен-продуценты (вещества, при разложении которых в тканях растения образуется этилен) применяют для ускорения созревания плодов и облегчения их уборки, а также для дефолиации хлопчатника, усиления истечения латекса у деревьев гевеи и многих других целей. Действие многих ретардантов (веществ, тормозящих рост растений в высоту), широко используемых для предотвращения полегания злаков, основано на подавлении синтеза эндогенных гиббереллинов в растении. С другой стороны, обработка гиббереллинами индуцирует зацветание многих растений, а также позволяет резко увеличивать урожай бессемянного винограда. В последние годы получены трансгенные формы культурных растений с измененным метаболизмом фитогормонов. Большую известность получили долгохранящиеся формы томатов с подавленным биосинтезом этилена. Работы по созданию растений с направленными изменениями систем гормональной регуляции имеют огромные перспективы для получения новых форм полезных растений.

**Лекция**

Вопрос о механизме действия гормонов растений — один из самых сложных и значимых в биохимии роста, если исходить из общей концепции о важной регулирующей роли фитогормонов.

В то же время он является одним из самых трудноразрешимых в методическом отношении, во-первых, из-за крайне низких концентраций действующих гормональных веществ и, во-вторых, ввиду большого многообразия вызываемых ими физиологических реакций. Это обстоятельство дает ответ на вопрос, почему, несмотря на усилия физиологов и биохимиков, ставшие особенно интенсивными в последние 10—15 лет, проблема механизма действия ростовых веществ осталась не разрешенной и по сей день. Степень изученности участия ауксинов, гиббереллинов, кининов или тормозителей роста в обмене веществ, конечно, различна. Если вопрос об интимных путях включения ауксинов в общий метаболизм приближается к своему разрешению, то этого нельзя сказать в отношении прочих регуляторов.

Нужно учитывать также и то обстоятельство, что в живом органе или целом организме каждый из гормонов функционирует не отдельно, изолированно от других гормонов, а рядом с ними и часто в своих функциях зависит от их наличия и концентрации. Это относится в первую очередь к кининам, действие которых проявляется, очевидно, только при наличии ауксинов. Многие факты говорят о том, что и характер действия ауксина изменяется в присутствии аденина или кинетина. Поиски путей, которыми гиббереллины осуществляют свое влияние на рост, привели многих исследователей к выводу о тесной зависимости, существующей между гиббереллинами и ауксинами, гиббереллинами, ауксинами и тормозителями роста, ауксинами и ингибиторами роста.

При выяснении механизма действия того или иного гормона исследователи абстрагируются от существующего взаимовлияния ростовых веществ и специально подыскивают ткани, где бы активность гормона проявлялась «в чистом виде» (например, отрезки колеоптилей для ауксинов). Это удобство и даже методическое требование к работе часто не учитывается при интерпретации полученных результатов, особенно когда обнаруженные закономерности пытаются распространить на целые органы или даже организм.

**Ауксины**. Существует довольно много гипотез и теорий относительно действия ауксинов на растяжение клеток. Некоторые из них не получили экспериментального подтверждения и представляют лишь исторический интерес, другие имеют хождение и в наши дни. За двадцать лет изменилось представление о значении ауксинов для роста вообще и для роста на разных фазах в частности. Так, нет сейчас оснований придерживаться известного положения Бента о том, что рост невозможен без ростовых веществ, к которым он относил только ауксины. Не располагая еще данными об активном участии в регуляции роста других фитогормонов — гиббереллинов, ингибиторов, кининов, Н. Г. Холодный не исключал возможности, что в некоторых случаях рост может происходить и при полном отсутствии ауксина.

Обсуждая вопрос о необходимости ауксина для роста клеток в фазе растяжения, Клиленд и Бурштрем высказывают такое же мнение. Они считают, что в корнях ауксины необходимы только для индукции тропических движений, а нормальный рост корня хотя и изменяется под действием ауксина, возможно, не нуждается в кем. Значительное влияние, которое оказывают гиббереллины на рост стеблей в длину, также поколебало представление об ауксинах как веществах, контролирующих всякий и весь рост растяжением.

Участие ауксинов не только в процессе растяжения клеток, но и в клеточном делении и дифференциации тканей, делает едва ли возможным наличие только одного пути первичного включения ауксинов в метаболизм роста.

На протяжении многих лет усилия ученых были направлены на исследование главным образом эффекта стимуляции роста клетки в фазе растяжения. Для ауксинов данный эффект был первым и самым значимым из открытых. Да и в маши дни, если судить но научным публикациям ауксинологов, он остается пока в центре внимания. Кроме того, он прекрасно воспроизводится на весьма чувствительных колеоптильных тестах, которые использовались и используются поныне в качестве преимущественных объектов для изучения действия ауксинов.

Во множестве разнообразных экспериментов, проводившихся исследователями с целью проверки или уточнения разных гипотез о первичном действии ауксинов, в качестве источника ауксинов были использованы вещества синтетические, в подавляющем большинстве случаев ИУК. При этом исходили из представления о полном сходстве механизма действия нативных и взятых в стимулирующих рост концентрациях синтетических гормонов.

Исключением из этого общепринятого представления является точка зрения Ю. В. Ракитина, который считает, что стимулирующие дозы синтетических ауксинов перестают действовать как необходимые растению фитогормоны, так как они не включаются в обмен, как естественные компоненты, а нарушают процессы метаболизма. Их действие, по мнению Ю. В. Ракитина, заключается в том, что они активируют обмен веществ и посредством этого усиливают образование и приток нативных ауксинов, т. е., по сути, действуют, как всякий раздражитель. Против такой точки зрения в свое время выступал Н. Г. Холодный. Тем более трудно с нею согласиться сейчас, когда мы располагаем сведениями о специфическом характере биохимической функции ауксинов.

Развитие исследований, направленных на выяснение механизма действия ауксина, имеет несколько этапов. Первый из них связан с проверкой гипотезы Вента, гласившей, что ростовые вещества увеличивают пластичность клеточной оболочки, которая при этом растягивается, распираемая изнутри давлением клеточного содержимого. Растяжение клеточных стенок сопровождается усилением поглощения воды и в конечном итоге — увеличением объема клетки. В ряде четко поставленных опытов Гейн в начале 30-х годов показал, что в овсяном колеоптиле ростстимулирующие свойства ауксина действительно связаны с увеличением пластических свойств клеточной оболочки за счет разрыхления ее целлюлозного остова.

Руге также был сторонником этой гипотезы, но считал, что ауксин вызывает сначала набухание интермицеллярного вещества (в основном пектиновых веществ), что приводит к механическому раздвиганию целлюлозного остова, сопровождающемуся разрывом боковых связей. Вторым этапом процесса растяжения клетки Руге считал утолщение оболочки путем внедрения в нее новых элементов (интуссусцепцию).

Опыты Руге с действием ИУК на рост клеток гипокотиля подсолнечника, а также результаты некоторых ранних исследований Гейна и Боннера и Тимана показали, что ауксин оказывает влияние не только на физические свойства клеточной оболочки, но и на обмен веществ в клетке. Позже был представлен ряд доказательств тому, что ауксины не индуцируют рост в отсутствии обмена. Ингибиторы, подавляющие различные звенья обмена веществ, подавляют в то же время и рост. Стимуляция роста, вызванная ауксином, может быть усилена добавлением отдельных метаболитов, например сахаров, аминокислот, органических кислот.

Второй этап в исследованиях механизма действия ауксинов отмечен появлением гипотез о роли цитоплазмы в их стимулирующем эффекте.

В самом начале исследования роли цитоплазмы в ростовой реакции клетки на ауксины были ограничены изучением ее физического состояния. Оказалось, что ауксины уменьшают вязкость протоплазмы, увеличивают ее проницаемость и скорость движения.

Следует заметить, однако, что снижение вязкости протоплазмы можно вызвать также многими неспецифическими факторами, такими, как сахароза, KCl, тиомочевина, низкие температуры и др., и что стимуляция роста под влиянием ауксина наблюдается даже в условиях, при которых ауксин не может ускорять движение протоплазмы. Последнее говорит о том, что изменение свойств коллоидов цитоплазмы едва ли является характерной только для ауксинов реакцией клетки, проявлением первичного механизма их действия.

Усиленное поглощение воды растущими клетками является одной из самых характерных особенностей клеточного роста, стимулированного ауксином. При этом возрастает давление содержимого клетки на оболочку, увеличивается ее объем. Возможно, первопричина действия ауксинов на рост скрыта в регулировании именно этого механизма. Усиление поглощения воды происходит либо в результате увеличения концентрации осмотического раствора в клетке, либо независимо от фактора концентрации, путем увеличения активного поглощения воды из окружающего раствора, либо путем опосредствованного действия ауксина на клеточную оболочку.

Мысль о том, что концентрация клеточного раствора повышается под влиянием ауксинов, была впервые высказана Чайя. Рядом работ было действительно установлено, что ауксины стимулируют поглощение ионов различными типами клеток, чувствительных к их ростстимулирующему действию. Но в большинстве случаев, если не во всех, эффект поглощения ионов является вторичным, так как он начинает проявляться спустя продолжительное время после начала действия ауксинов. Кроме того, было обнаружено, что вызванная ауксином индукция роста тканей может происходить и в бессолевой среде, а стимуляция поглощения воды получившей ауксин клеткой идет наряду со снижением в ней осмотического давления клеточного сока.

По вопросу об изменениях в проницаемости клетки для воды под влиянием ауксина и при неосмотическом, активном поглощении воды также имеются противоположные мнения и разноречивые данные.

Прямые измерения с помощью меченной изотопами (дейтерием или тритием) воды показали, что ауксин не влияет на проницаемость клетки для воды и что проникновение воды в клетку происходит так быстро, что изменения в скорости этого процесса не могли бы влиять на рост. Эти данные, а также отсутствие влияния ингибиторов обмена веществ на измеряемое с помощью дейтерия передвижение воды навели на мысль о том, что стимулируемое ауксином поглощение воды регулируется прежде всего осмотическим механизмом.

В то же время в ряде других работ отстаивалось положение о независимом от осмотического механизма увеличении проницаемости клеток для воды и стимуляции ее поглощения под влиянием ауксина.

Таким образом, весьма обстоятельные исследования различных причин увеличения тургорного давления, вызванного ауксином, не дают оснований рассматривать его как основной механизм действия ауксинов, поскольку не доказано, что под влиянием ауксина действительно увеличивается концентрация клеточного раствора, вызывающая поступление воды в клетку, или усиливается проницаемость клетки для воды, или происходит активное поглощение воды из наружного раствора против градиента концентрации.

Каков бы ни был механизм, при помощи которого ауксины включаются в растяжение клеток, окислительный метаболизм определенно необходим для этого потребляющего энергию процесса, Понимание этого привело к предположению, что, независимо от того, является ли конечная фаза стимуляции роста снижением давления клеточной оболочки или увеличением направленного наружу давления клеточного содержимого, действительная ступень, на которую прямо действуют ауксины, является какой-то ступенью в дыхании.

Это предположение подтверждается рядом прямых и косвенных доказательств. Так, сравнение полученных на разных объектах кривых, выражающих зависимость скорости роста и скорости дыхания от концентрации ауксина, показало совпадение характера их изменений для колеоптилей и мезокотилей овса, колеоптилей кукурузы, для стеблей гороха.

Была показана также зависимость поглощения воды растительными тканями, сопровождающего стимулируемый ауксином рост, от аэробного обмена и угнетающее действие на этот процесс дыхательных ингибиторов.

Поиски механизма связи между интенсификацией роста и усилением дыхания в ответ на действие ауксинов шли в двух разных направлениях. Первое базировалось на том, что ауксин, действуя на дыхание, создает энергию или субстраты, необходимые для роста. Второе предполагало, что усиление дыхания является следствием интенсификации роста, а не прямого действия ауксина на дыхание.

Определенным доказательством в пользу первого направления является тот факт, что ауксины стимулируют дыхание в условиях, где они по разным причинам (старые, закончившие рост ткани, применение очень низких концентраций) не оказывают влияния на рост. Второе направление только частично подтверждалось в опытах, показавших, что угнетение растяжения осмотическими агентами (гипертонические концентрации маннитола) действительно вызывает снижение интенсивности индуцированного ауксином дыхания, но тесной корреляции между обоими процессами не наблюдалось.

На основании ряда исследований, начало которым положила работа Коммонера и Тимана, была выдвинута гипотеза о том, что ауксин регулирует рост через участие в утилизации четырехуглеродных органических кислот, причем этот процесс может быть связан с ферментами, активность которых зависит от наличия SH-групп, и с образованием обладающих высокой энергией фосфатных связей. Однако в результате проверки этой гипотезы был сделан вывод о независимости действия органических кислот и ауксинов на дыхание и большем значении ионов калия для процесса растяжения клеток.

Поиски других возможных биохимических путей действия ауксинов на дыхание вызвали необходимость исследования ряда окислительно-восстановительных систем: некоторых ферментов из цикла Кребса, ферментов, участвующих в переносе SH-групп или в метаболизме высокоэнергетических фосфатов. Изучение влияния ауксинов на активность ферментов из цикла Кребса не дало определенных результатов. Более обнадеживающим оказалось изучение взаимосвязей между метаболизмом ауксинов и соединений, содержащих сульфгидрильные группы. Основные работы в этом направлении выполнены миланской группой исследователей. Исходя из того, что обработка тканей ауксином увеличивает содержание восстановленной формы аскорбиновой кислоты (АК) и уменьшает содержание окисленной, они предположили, что физиологическое действие ауксинов заключается в снижении уровня ингибирующей рост дегидроаскорбиновой кислоты (ДГАК). В этот процесс, очевидно, включается глютатион, осуществляющий контроль над активностью SH-содержащих ферментов. Было обнаружено, что в определенных условиях окисленный глютатион угнетает рост. В целом гипотеза сводится к тому, что ауксин стимулирует рост, угнетая оксид азу АК и поддерживая глютатион в восстановленной форме; торможение роста высокими концентрациями ауксина отнесено за счет угнетения редуктазы монодегидроаскорбиновой кислоты.

Однако основные положения гипотезы и доказывающие ее факты ставятся под сомнение другими фактами и рассуждениями, в том числе и полученными самими ее авторами. Так, примененный ими кинетический анализ показал, что воздействие ауксина на АК и глютатион может быть скорее результатом процесса роста, чем причиной его. Кроме того, кривая, выражающая зависимость между скоростью роста и концентрацией ауксина, изменяется параллельно изменениям уровня окисления АК, а не глютатиоиа, даже при угнетающих рост концентрациях ИУК. Боннер и Бандурски сообщили, что оксидаза АК и редуктаза ДГАК подвержены влиянию не только и даже не столько ауксинов, сколько иных факторов. Ньюкомб получил данные об увеличении активности оксидазы АК в тканях сердцевины табака при наличии ИУК. Кроме того, он нашел, что аскорбиноксидаза локализована в клеточных стенках, а не в митохондриях, как считали авторы упомянутой выше гипотезы. Различные сведения, не подтверждающие гипотезу, содержатся также и в других работах.

Предположение о необходимости фосфатов, обладающих высокой энергией, для индуцируемого ауксинами роста почти одновременно было высказано в работах Тимана и Боннера и Нэнса. Но Боннер первым сформулировал гипотезу и представил доказательства, ‘Подтверждающие его идею. Он предположил, что взятый в низких концентрациях динитрофенол (ингибитор образования или обмена фосфатных связей с высокой энергией) стимулирует дыхание, снимая торможение процесса фосфорилирования, и угнетает индуцированный ауксинами рост, препятствуя образованию необходимых для роста связей с высокой энергией. Ауксин оказывает влияние не на само дыхание, как окисление субстрата, а на связывающие звенья, которые существуют между образованием АТФ и его потреблением, возможно, на свойства фосфатных акцепторов. Согласно другим представлениям, необходимые для возбуждения роста высокоэнергетические фосфатные связи могут порождаться в ходе метаболизма ИУК или ее предшественника — триптофана.

Допускают также, что ИУК может участвовать в фосфоролизе, вызывая таким образом повышение содержания необходимого для роста эндогенного фосфата в результате распада АТФ. Однако в появившихся вслед за первыми работами исследованиях было высказано мнение, что действие ауксина на обмен высокоэнергетических фосфатов может быть опосредствовано ростом. Гипотеза Боннера не нашла своего подтверждения и в более поздних исследованиях, как и предположение Уилдмана и Боннера относительно того, что связанная с белком ИУК может выступать в роли фосфатазы в растительных клетках.

По сообщению, опубликованному Турманом, ИУК действительно увеличивала активность кислой фосфатазы в поставленных in vitro опытах с тканями клубней картофеля и корней кукурузных проростков. Однако Полевой в аналогичных проверочных опытах получил отрицательные результаты. Проведенная им и сотрудниками большая работа по выяснению коррелятивных отношений между фосфатазами (АТФ-азой и кислой фосфатазой) и ИУК и действия ИУК на активность фосфатаз in vitro и in vivo не дала однозначного ответа на вопрос об участии ауксинов в фосфорном обмене,

В последние годы многие исследователи начали склоняться к той точке прения, что первым этапом в сложном процессе стимуляции роста ауксином является изменение в свойствах клеточной оболочки. Однако эти воззрения не являются возвращением к пройденному. Они базируются на новом экспериментальном материале, показывающем, что некоторые свойства клеточной оболочки изменяются под влиянием ауксинов до того, как начинается увеличение размеров клетки. Это прежде всего касается пластичности клеточной оболочки. Оказалось, что увеличение пластичности идет независимо от поглощения воды, т. е. в гипертонических растворах, и вызывает необратимый рост клеточных стенок.

Рост клетки обычно сопровождается увеличением массы ее оболочки. Этот индуцируемый ауксином процесс может быть пропорционален усилению вызываемого ауксином роста. Чаще, однако, увеличение синтеза клеточной оболочки начинается после начавшегося усиления роста. Иногда индуцируемый ауксином рост наблюдается без всякого новообразования в клеточной оболочке. И наоборот, Уилсон и Скуг сообщили о прямом действии ауксина на синтез клеточной оболочки в тканях сердцевины табака. Эти противоречивые данные потребовали более углубленных исследований действия ауксинов на механизм роста клеточной оболочки и в связи с этим — на ее химический состав.

Предполагается, что рост клетки растяжением идет двумя фазами: стимулируемого ауксином пластического растяжения (пластификации — «plastificalion») и зависящего от кальция новообразования материалов клеточной оболочки (становление жесткости — «regification»), которое угнетается ауксином.

Исследования, показавшие антагонистический характер действия на пластическую и эластическую растяжимость клеточных оболочек ионов калия и ИУК, с одной стороны, и ионов кальция и магния — с другой навели на мысль о существовании единой точки приложения для этих факторов, которой, по эмпирическим данным, могло быть пектиновое вещество оболочек. Стимулирующее влияние ауксинов на синтез пектиновых веществ в растущих тканях было показано многими исследователями. Как отмечает Боннер, действие ИУК на синтез пектина обладает всеми отличительными чертами контролируемой ауксином реакции с характерными особенностями вызываемого ауксином роста, так как оно начинается через 15—30 мин после внесения ауксина, угнетается действием трихлоруксусной кислоты, происходит только в аэробных условиях, угнетается этионином в гипертонической среде. Потеря клеточными оболочками пластичности, вызванная действием кальция, обусловлена (по крайней мере в ткани колеоптильных отрезков) связыванием со свободными, не эстерифицированнымы карбоксильными группами пектина. Предполагается, что эстерификация свободных карбоксилов пектина, например их метилирование, является как раз той реакцией, на которую действует ауксин, стимулируя рост клеточной оболочки.

Показано, что ИУК увеличивает метилирование некоторых форм пектина, причем этот процесс не обусловлен вызванным ауксином ростом, так как происходит в гипертонической (с маннитолом) среде. Полевой и Леонова (1964) установили, что под влиянием ИУК. усиливается и метилирование и включение Са45 во фракцию кислоторастворимых пектиновых веществ.

В поисках ферментов, регулирующих метилирование пектина, обратились к изучению деметилирующего энзима пектинметилэстеразы (ПМЭ). Выло найдено, что активность этого фермента под влиянием ауксина может и уменьшаться, и увеличиваться. Кроме того, обнаружили, что активность ПМЭ при изменении концентрации ауксина изменяется в том же направлении, что и рост, т. е. сверхоптимальные концентрации ауксина снимают реакцию, вызванную стимулирующими концентрациями.

Возрастание активности ПМЭ нельзя отнести за счет прямого действия ауксинов, так как в опытах in vitro ИУК либо не оказывала влияния, либо, взятая в более высоких концентрациях, угнетала этот фермент. Далее, согласно одним данным, усиление активности ПМЭ обусловлено вызванным ауксином ростом, согласно другим — не зависят от него.

Основываясь на результатах своих работ и работ Брайена и Ньюкомба, Глезье предположил, что ростстимулирующее действие ауксина является результатом увеличивающегося связывания ПМЭ, которое защищает пектин от деэстерификации (потери метальных групп) и поддерживает клеточную оболочку в состоянии пластичности.

Гипотеза о действии ауксинов на связывание ПМЭ соответствовала бы действительности в случае, если б метилирование клеточной оболочки в самом деле контролировало ее растяжение. Однако имеются факты, которые ставят под сомнение и эту гипотезу. Во-первых, Глезье не приводит в своих работах данных о параллельном действии ауксинов на рост тканей, в которых определялась степень связывания ПМЭ, во-вторых, он не обнаружил разницы в активности между растворимой и нерастворимой ПМЭ, а данные Брайена и Ньюкомба и йоде, рассматриваемые в свете гипотезы, предполагают различную активность этих двух форм ПМЭ, и в-третьих, вызванный, ауксином рост растяжением может наблюдаться в условиях полного подавления индуцируемого ауксином метилирования, т. е. становится сомнительной и сама необходимость метилирования пектина для проявления действия ИУК. Правда, автор последних исследований делает оговорку, что ауксин может действовать на пектиновые вещества, уже имеющиеся в клеточных стенках.

Вызываемое ауксином растяжение клеточных оболочек и увеличение их пластичности, очевидно, связано с потерей кальция. Согласно предположению Масуда, в этом процессе может принимать активное участие РНК, связывая кальций пектинов клеточных оболочек на поверхности цитоплазмы и таким образом усиливая ее пластическое растяжение. При наличии ПУК эта связь упрочивается благодаря образованию комплексов ПУК — РНК — Ca.

Возможность осуществления рострегулирующей функции ауксинов посредством нуклеинового и белкового обменов обсуждалась уже давно. Она основывалась на опытах, которые показывали, что под влиянием ауксинов увеличивается синтез нуклеиновых кислот или их структурных единиц — нуклеотидов.

Дополнительные сведения о связи метаболизма нуклеиновых кислот с регулируемым ауксином ростом растительных клеток получены и в самое последнее время. Было найдено, например, что ИУК и 2,4-D в концентрациях, стимулирующих растяжение клеток, увеличивали включение меченного по С14 нуклеотида в РНК в тканях изолированных гипокотилей сои, тогда как ингибирующие концентрации снижали его. В закончивших рост в длину клетках ауксин индуцировал синтез РНК, причем увеличение наблюдалось в основном в рибосомальной фракции. В опытах Ки и Шеннона синтез РНК угнетался актиномицином D, а так как актиномицин D блокирует не всякий, а только зависящий от ДНК синтез РНК, то, как считают авторы, почти весь, если не весь синтез РНК в ткани изолированных гипокотилей сои должен иметь место на матрицах ДНК, возможно, внутри ядер.

Синтез белка также является весьма важным для контролируемого ауксинами растяжения клеток. По, по-видимому, он играет второстепенную, зависящую от нуклеиновых кислот, роль, т. е. действие ауксина более тесно связано с контролем синтеза РНК, чем с контролем синтеза белка. К такому выводу пришел Ки, исследуя влияние ауксина и Специфических ингибиторов нуклеинового и белкового обменов на синтез РНК и белков в зонах растяжения гипокотилей сои.

Влияние специфических ингибиторов нуклеинового и белкового обменов на индуцированный ИУК рост было использовано и в опытах Книпла, ставившего своей задачей проверку,

по крайней мере частичную, гипотезы механизма действия ростовых веществ через систему нуклеиновых кислот. В результате он приходит к выводу, что ИУК осуществляет свое биологическое действие, индуцируя или ускоряя синтез РНК и прежде всего разных т-РНК. Этот процесс, как полагает автор, может происходить или путем прямой комбинации с генетическим аппаратом клетки, или через индукцию синтеза специфических метаболитов, которые соединяются с молекулами репрессоров или с регуляторами генов.

Процесс включения ауксинов в метаболизм РНК, по мнению многих исследователей, идет через образование комплексов ауксинов или их производных с нуклеиновыми кислотами или их структурными единицами. Так, в ряде работ продемонстрировано построение комплексных соединений между ауксинами и пиридиннуклеотидами и выяснено, что такие комплексы являются ингибиторами требующих пиридиннуклеотидов дегидрогеназ. Описана еще одна форма образования ауксин-нуклеиновых комплексов, идущего двумя фазами: первая — частичное окисление ИУК пероксидазной системой и вторая — связывание окисленных продуктов с РНК.

Таким образом, характеризуя состояние вопроса о механизме действия ауксинов, следует сказать, что до последнего времени все исследования этой проблемы были направлены на изучение действия ауксинов в фазе растяжения. Фактически нет работ по выяснению характера первичных реакций ауксинов, включившихся в метаболизм деления и дифференциации клеток.

Многочисленность существующих гипотез, в большинстве своем не подкрепленных достаточно достоверными результатами экспериментальных исследований, говорит о том, что вопрос о механизме действия ауксинов остается пока нерешенным. Наиболее обнадеживающими кажутся гипотезы, связывающие действие ауксинов на. рост с регулируемыми ауксинами изменениями в обмене нуклеиновых кислот, так как именно этот обмен является тем основным процессом, от состояния которого в первую очередь зависит и деление, и растяжение, и дифференциация клеток. По-видимому, и отмечавшаяся не раз зависимость действия кининов от наличия и состояния ауксинов в тканях также может быть объяснена взаимодействием этих двух гормонов в каком-то из звеньев метаболизма, в основе которого лежит нуклеиновый обмен,

**Гиббереллины**. На множестве примеров было показано, что гиббереллин проявляет свое стимулирующее рост влияние только при наличии ауксина. Поэтому, рассматривая возможные механизмы, с помощью которых осуществляется действие гиббереллина, Брайен и Хеммлнг предполагали обязательное участие ауксинов.

Положительное влияние гиббереллина на содержание в основном подвижной, свободной формы ауксина было показано в большинстве работ, авторы которых исследовали действие гиббереллина на рост и ауксиновый обмен разных растений. Т4о наряду с этим имеются отдельные сообщения об отсутствии или отрицательном действии гиббереллина на уровень нативных ауксинов.

Предпринятые нами исследования в этом направлении показали положительное влияние гиббереллина на содержание нативных ауксинов в надземных органах зеленых растений и различных частях этиолированных проростков. Так, было обнаружено, что у получивших гиббереллин молодых растений томатов концентрация связанных ауксинов в надземной части начинала увеличиваться еще до появления заметной стимуляции роста; в два раза возрастала и концентрация свободных ауксинов. Содержание ауксинов увеличивалось под влиянием гиббереллина и в растениях топинамбура. В тканях кукурузы гиббереллин вызывал изменение общего уровня и характера суточных колебаний концентраций свободных и связанных ауксинов, причем, в отличие от томатов, изменения в концентрации связанных ауксинов наступали очень быстро — уже через 12 час. Известно, что реакция растения на гиббереллин проявляется прежде всего в усилении роста стебля. Проведенное нами определение свободных ауксинов в различных частях семидневных этиолированных проростков низкорослого гороха показало, что под влиянием гиббереллина концентрация ауксинов возрастала во всех частях исследованных проростков, но особенно значительно это увеличение в стебле, то есть в том Органе, который наиболее сильно реагировал на применение гормона; в верхушке стебля и молодой растущей части корня — самых обильных источниках свободного ауксина контрольного растения — содержание этого гормона возрастало незначительно. В набухших семенах гороха гиббереллин ускорял процесс накопления ауксинов, необходимых, вероятно, для первоначального «ростового толчка».

Сопоставление изменений концентрации ауксинов в корнях и стеблях этиолированных проростков гороха с динамикой роста этих органов показало, что наблюдается определенная положительная корреляция между интенсивностью роста стебля и изменениями концентрации суммы и связанных ауксинов в нем и между интенсивностью роста корня и обнаруженными здесь изменениями концентрации свободных ауксинов. То есть, стимуляция роста стебля сопровождалась увеличением содержания в основном связанной формы ауксинов, в то время как вызванному гиббереллином начальному усилению роста корня сопутствовало падение уровня связанных и возрастание уровня свободных ауксинов.

Сообщая о вызванном гиббереллином увеличении содержания эндогенных ауксинов в проростках гороха, Филлипс и сотрудники указали также на изменение качественного состава стимуляторов. Но мы не смогли обнаружить заметных отклонений в качественном составе хроматографированных экстрактов из контрольных и «гиббереллиновых» растений ни при биологическом, ни при химическом проявлении хроматограмм.

Таким образом, и литературные и наши собственные данные подтверждают положительное влияние гиббереллина на увеличение содержания ауксинов в тканях растений. А так как действие гиббереллина на ауксиновый обмен не опосредствовано ростом, то есть оно проявляется раньше, чем наступают видимые изменения в интенсивности роста, то можно сделать вывод о прямом биохимическом влиянии гиббереллина на какие-то процессы, связанные с синтезом или разрушением ауксинов.

Предположение о том, что гиббереллин стимулирует синтез ауксина из триптофана, не подтвердилось в опытах Либберта. Позже, однако, Кураиши и Мюр показали, что водные вытяжки из верхушек проростков, обработанных гиббереллином, обладали в 3—4 раза большей активностью превращения триптофана в растворимый в воде (но не в эфире) ауксин, чем вытяжки из контрольных растений, хотя оба варианта и не различались по активности превращения триптофана в эфирорастворимый ауксин, отождествляемый с ИУК.

Разрушение ауксинов в тканях растений можно уменьшить, ослабив активность ИУК-оксидазы. И хотя литературные данные относительно характера действия гиббереллина на оксидазу ИУК с самого начала были противоречивы, исследования в этом направлении не прекращались. Был обнаружен полифенольный ингибитор ИУК-оксидазы и высказано предположение о том, что происходящее под влиянием гиббереллина увеличение содержания ауксинов, вероятно, опосредствовано этим ингибитором, Такое предположение совпадало с гипотезой Брайена и Хемминга, гласившей, что гиббереллин нейтрализует ингибирующую систему, которая препятствует проявлению ростовой активности имеющегося в растении ауксина. В интактных растениях эта система (или ингибитор) поступает в стебли из других органов (верхушек, листьев); изолированные междоузлия в значительной мере лишены ее влияния. Экспериментально подтверждено вызванное гиббереллином исчезновение β-ингибитора в покоящихся клубнях картофеля и в проростках гороха.

Дальнейшие исследования в этом направлении, связанные также и с выяснением механизма действия нативных ингибиторов роста, необходимы для подтверждения гипотезы.

В основу всех перечисленных выше гипотез механизма действия гиббереллина положено опосредствованное через ауксины включение этих гормонов в процессы регулирования роста. Высказывались, однако, и иные точки зрения. Например, что ауксин и гиббереллин действуют хоть и взаимосвязано, но независимо друг от друга, контролируя последовательные реакции, ведущие к растяжению клетки. Некоторые исследователи сообщали также о возможности полностью не зависимого от ауксинов включения гиббереллинов в регулирование роста. Но такая точка зрения едва ли может быть приемлемой, так как она игнорирует факты, свидетельствующие о тесной связи, существующей между этими группами гормонов.

Определенный интерес представляет достаточно спорная гипотеза, выдвинутая Ф. Л. Калининым. Она предусматривает, что гиббереллин затрагивает одновременно многие стороны обмена веществ. Более вероятно, что эти множественные изменения в обмене берут начало в каком-то одном, максимум — двух звеньях, на которые непосредственно действует гормон.

Пожалуй, особое положение занимают начатые в конце 50-тых годов исследования Палега по влиянию гиббереллина на биохимические процессы, связанные с самыми первыми этапами прорастания семян ячменя. Дело в том, что здесь не приходится иметь дело с видимыми изменениями интенсивности роста, исключается даже наличие зародыша, и действие гиббереллина наблюдается, таким образом, «в чистом виде».

Работами Палега было показано, что образование редуцирующих сахаров в эндосперме ячменя, значительно увеличивающееся при обработке гиббереллином, вызвано активацией α- и β-амилазы и других амилолитических ферментов, причем гиббереллин не просто активирует уже имеющиеся ферменты, а вызывает их новообразование, в частности образование α-амилазы. Предполагается, на основании опытов со специфическими ингибиторами, что в этот процесс включается синтез белков. Доказано, что местом средоточения этих синтезов у злаков является алейроновый слой. Основные выводы работ Палега были подтверждены в других исследованиях, в том числе и на семенах других видов. Вызываемая гиббереллином активация гидролитических процессов в прорастающих семенах имеет непосредственное отношение к наблюдаемому при этом возрастанию содержания активных ауксинов, так как известно, что сухие семена содержат практически только связанные ауксины. Вызываемая гиббереллином стимуляция прорастания семян, очевидно, заключается в ускорении гидролитических процессов, ведущих к превращению неактивных запасных ауксинов в активную свободную форму.

**Лекция**

**Синтетикалық өсімдік реттегіштердің өсімдікке жалпы әсер ету механизмі**

Табиғи фитогормондардан басқа жасанды өсу заттары да белгілі, химиялық жолмен синтезделген бұл заттар іс жүзінде кеңінен қолданылады. Ауыл шарушылығында олар өсімдіктердің гүлденуін, тамыр шығаруын, жемістердің жетілуін реттеу үшін қолданылады.Жамбасбұршақ, маш, ноқат, томат, жүзім өсімдіктерінің тамыр өсіруіне абсциз қышқылы әсер етеді.Сақталатын дән өніп кетуі үшін абсциз қышқылы қолданылады, ал оларды тездетіп өндіру үшін гибберллин, цитокиннин, этилен қолдануға болады. Картоп пен пияз түйнектерінің өніп кетпей, қалыпты сақталуын малеин қышқылы қамтамасыз етеді. Гибберллин, керсінше, олардың тыныштық күйін бұзып, өніп кетуіне себепші болады.Өсімдіктің гүлденуін реттеу арқылы жемістердің пісу мезгілін жоспарлауға болады. Ананастың гүлдеуін этилен, ацетилен, ауксин тездетеді; салат, қыша, шалғам, аскөк, қант қызылшасы, сәбіз, капустаның гүлдеуін гибберллин тездетеді. Аталық гүлдерді жетілдірмеу мақсатымен малеин қышқылы, этрел, этефон қолданылады. Мақтаны техника күшімен жинау үшін алдымен жапырақтарын түсіру қажет, ол үшін дефолианттар натрий хлоратын, магний хлоратын қолданады. Жемістерді жинауды тездету үшін оларды түсіретін заттарды қолданады. Бұл заттар – этефон, циклогексаамид, алзол. Жоғарыда аталған жасанды өсу заттарының көпшілігі адам организіміне улы әсер етеді. Сондықтан оларды абайлап қабылдау керек.

Барлық физиологиялық процестерді реттейтін **фитогормондар**  болғандыктан, олар қоректік ортаның маңызды компоненттері. Клеткаларға бөліну және дифференциялану үшін әсіресе ауксин мен цитокинин кажет. Тек кана ісік клеткалары мен «калып-таскан» ұлпалар гормондары жок ортада өсе алады. «Калыптаскан» каллус клеткалары гормондарды кажет етпейді, блар гормондарға прототрофты келеді, себебі өздерін-өздері камтамасыз ете алады. (Алғашкы каллусты шығару үшін және оны өсіру үшін мына ауксиндер пайдаланылады; |}-индолилсірке кышкылы (ИСК), р-нафтилсірке кышкылы (НСК), 2,4-дихлорфеноксисірке і кышкылы (2,4-Д). Ауксиннщ табиғи түрі ИСК клеткаларда онай тотыксызданады. Сондыктан оны ортаға көп мөлшерде косады, немесе көбінесе жасанды түрлерінде (НСҚ, 2,4-Д) косадьц Алғашқы каллус алу үшін әдетте ауксинның концентрациясьгжоғары болу кажет. Кейін каллусты өсіру ушін ортадағы ауксин мөлшерін төмендетеді. Кинетин (6-фурфуриламинопурин) клеткалардын бөлінуіне өте кажет, міндетті түрде коректік ортаға кіретін компо-нент болып есептеледі. Сондай-ак, активтілігі жоғары цитокинин-1 дер катарына БАП (6-бензиламинопурин) жатады. БАП кен I пайдаланылады, көптеген коректік ортанын кұрамына кіреді. Қоректік ортаны тандау өсімдіктін түріне және эксперименттің максатына байланысты. Әдебиетте керек информация табылмаған күнде, тәжірибені әдетінше кең колданылатын, атап айтканда Мурасиге мен Скугтың, Шенк-Хильдебрандтын, Гамборгтын В5, Уайттың, Хеллердің, Линсмайер-Скугтын коректік орталарын пайдаланады. Одан кейін гормондар мен органикалык косым-шалардын концентрациясын іріктеп ала бастайды. Бірінші кестеде атап кеткен коректік орталардын күрамы келтірілген. Бұл орталар даражарнакты және косжарнакты өсімдіктердің әр алуан түрлерін жағдайында өсіруге жарамды больш табылды. Казіргі уакытта кейбір фирмалар Мурасиге - Скугтың, Уайт, Хеллер орталарын (ішінде фитогормондар, сахароза және агардан баскалардъш бәрі бар) күрғак үнтак түрінде шығарады. Дегенмен, мұндай дайын орталар тек коректік ортанын күрамы өзгер-тілмейтін тәжірибелерде пайдаланылады. Әдетінше, ғалымдар жана объектімен жүмыс істей бастағанда, олар стандартты коректік орталардын күрамын өзгертеді. Әсіресе органикалык компоненттердің жиынтығы мен концентрациясы жиі өзгертіледі; Қоректік ортанын күрамы өсімдікке үйлесімді болу ушін, оны іріктегенде математикалык жоспарлау әдісін колдану орынды. Математикалык жоспарлау әдісі бір мезгілде ортадағы көп факторлардың әсерін зерттеуге мумкіншілік береді. Аталған әдіс әрбір жеке фактордын әсерін сан түрғысынан аныктаумен катар, бірнеше факторлар арасындағы әрекеттестіктің барын белгілеп, онын ыкпалын бағалауға мүмкіншілік береді. Сөйтіп, математикалык жоспарлау әдісі коректік ортаның кайсы компоненттері клеткаларға жаксы әсер ететінін және сол факторлардын ең колайлы ара катысын белгілеп береді. Клеткаларды **өсіруге кажетті жағдайлар.** Өеімдіктің клеткалары, үлпалары, мүшелері өсуіне коректік ортадан баска да жағдайлар әсер етеді.Өкінішке орай, олардын іп уііго жағдайында өсетін клеткаларға тигізетін ыкпалы аз тсксерілген, бүл түрғыда арнайы зерттеулер кажет болып түр. Көпшілік макүлдаған түсінік бойынша, клеткаларды өсіру үшін 25±2°С шамасында температура кажет. Бірак бүл дағдылы болып ксткеи көжарастың себебі - нактылы деректердінжетіспеушілігі. Мысалы, темекі клеткаларына ен колайлы температура 32°С, адыраспан клеткаларына 30°С, шырмауык гүлдін суспензиясына 3()г32с'С. Температура негізгіжәне косымша метаболизмнін про-цсстеріпе әсер етеді. Сірә, зерттеу жүмысынын максатына карай, орбір осімлікке колайлы температура әдейі істелген тәжірибелер ікпижесіне суйеніп тандалып алынуы керек. Бірак мүндай тә-жірибелерді откізуге көп енбек және үзакуакыт керек. Сондыктан, (сртіеушілер клеткаларды кобінесе 25°С температурада осіре берсді .Клеткалардын осуіне әсер ететін сырткы факторлардын бірі -жарық.

 Сонымен қатар фитогормондардың әсеріне қоса кететін жағдай: мысалы ауксин өзінің белсенділігін көрсету үшін оның мөлшерінен 10 есе аз мөлшерде гибберелин және сол сияқты басқа фитогормондар болуы керек. Бұл ауксиннің әсерін 3-4 есе арттырады. Сол сияқты басқа фитогормондармен де жұмыс жасағанда да, басқа түрлерінің мөлшері болғаны дұрыс. Оларды комплексті түрде қолдану тиімді болып келеді.

**Лекция**

**Фитогормондардың негізгі кластары**

Фитогармондар - Өсімдіктің өсу процестері арнаулы заттардың әсерімен реттеліп отырады. Олар өсуді ретттеуші заттар деп аталады. Кейбір өсуді ретттеуші заттар организімнің өзінде түзіледі, сондықтан оларды фитогармондар дейді. Олар 10−11 М – ге дейін жететін төмен концентрацияда болса да, өсімдікке үлкен физиологиялық және морфологиялық әсер істей алады.

[Жануарларға](https://kk.wikipedia.org/wiki/%D0%96%D0%B0%D0%BD%D1%83%D0%B0%D1%80%D0%BB%D0%B0%D1%80) қарағанда өсімдіктерде гормондарды шығаратын арнайы органдар болмайды. Соған қоса өсімдіктердің кейбір бөліктерінде гормондардың мөлшері айрықша көп болады; мысалы, ауксиндармен сабақтың жоғары меристемалары бай, гиббереллиндармен – жапырақтары, цитокининдармен – тамыры мен дәні. Фитогормондар әртүрлі өсу процестеріне себеп болады, бұл процестерге өсімдіктердің белсенді өсуі, генерациялық дамуы, [тропизмдер](https://kk.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D1%80%D0%BE%D0%BF%D0%B8%D0%B7%D0%BC%D0%B4%D0%B5%D1%80%22%20%5Co%20%22%D0%A2%D1%80%D0%BE%D0%BF%D0%B8%D0%B7%D0%BC%D0%B4%D0%B5%D1%80), [регенерация](https://kk.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B5%D0%B3%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B0%D1%86%D0%B8%D1%8F) және т.б. жатады.

 *Жалпы классификацияда* гормондарды 5 басты топтарға бөледі. Әртүрлі өсімдіктердің гормондары әртүрлі болып келеді, сондықтан оларды өсімдікке тигізетін физиологиялық әсері мен химиялық құрамы бойынша топталған. Соған қоса кейбір физиологиялық белсенді гормондар ешбір топқа жатпайды. Әр топ өзіне гормондармен бірге ингибиторларды жатқызады. Көпшілік жағдайда фитогормондардың басым бөлігі ингибиторлармен жұптасып жұмыс жасайды.

 Оларға ауксиндер, гиббереллиндер, цитокининдер,этилен, абсциз қышқылы (АБК) жатады. Өсу процесіне әсер ететін химиялық жасанды қосылыстарды өсуді реттеуші химиялық заттар деп атайды.

**Ауксин** барлық жоғарғы сатыдағы өсімдіктерге және төменгі сатыдағы өсімдіктердің көпшілігінде, сондай-ақ бактерияларда түзіледі. Мысалы, ананас өсімдігінің құрғатылмаған 1кг салмағында 6 мг ауксин болады.

Ол өркендердің ұштарында, жапырақтар мен тұқым жарнақтарында, өсіп келе жатқан ұрықта түзіледі. Өсімдік тозаңында да ауксин көп кездеседі. Ауксиннің тасымалдануы үшін энергия қажет, тыныс алу тежелгенде оның тасымалдануы тоқтайды. Ауксин жасушаның созылуы кезеңіне жағдай туғыза отырып, өсімдіктердің өсуіне әсер етеді. Бұл жағдайда ауксин қабықшасының қасиетін өзгертіп, оеы жұмсартады, ондағы пектиннің мөлшерін артттырады, сондай-ақ қабықшаға неғұрлым созылмалы, серпімді және су өткізгіштік қасипет береді. Цитоплазмада осымен бір мезгілде ақуыздар синтезделуі жақсарады, ал митохондрияларда тыныс алу процесі күшейіп, цитоплазманың тұтқырлығы мен өзгергіштігі өзгереді. Ауксиндер өркендер мен жемістердің өсуін күшейтеді, бірақ тамыр жүйесі мен жапырақтарға шамалы әсер етеді. Концентрациясы аз болған кезде ауксин өсу процесін күшейтеді, ал концентрациясы жоғары болғанда тежейді. Жасушаларда ауксин глюкозамен, аспарагин қышқылымен және ақуызбен байланысты болуы мүмкін. Мұндай қосылыстар ұлпаларда ауксин көп болған жағдайларда түзіледі. Ауыл шаруашылығы практикасында ауксин қалемшелерді түптендіру және томаттың жеміс салуын арттыру үшін, гүлдердің, түйіндер мен жемістердің түспеуі үшін қолданылады.

**Гибберллин.** 1938 жылы фузар саңырауқұлағының тіршілік өнімі ретінде гибберллин бөлініп алынады да, кейінірек оның химиялық табиғаты анықталды. Бұл фитогармон кейін жоғарғы сатыдағы өсімдіктерден де табылды. Қазқіргі кезде гибберллиннің 30-ға жуық түрі белгілі.

Гибберллиннің ең жақсы зерттелген және ең активті түрі А3 гибберллині, оны гибберллин қышқылы деп атайды. Жоғары сатыдағы өсімдіктерде гибберллиенге ұқсас заттар да кездеседі, тіпті бір өсімдіктің өзінде гибберллиннің 2-3 түрі кездеседі. Өсімдіктердің дамуы барысында ондағы гибберллиеннің жиынтығы өзгеріп отыруы мүмкін. Гибберллин өркендер мен тамырдың ұштарында, жас жапырақтар мен ұрықта түзіледі. Ол өзі синтезделген жерлерден фломаны бойлай отырып қозғалады. Бұл фитогармон жасушаның бөліну және созылу кезкеңдеріне әсер етеді. Алайда ауксинге қарағада ол жасуша қабықшасына әсер етпейді, түйіндердің, жапырақтар мен жемістердің түсіп қалуына кедергі жасамайды. Гибберллин қосалқы тамырдың түзілуін тежейді, алайда сабақтың өсуіне жағдай жасайды. Ол тіпті сабағы өте қысқарған жертаған өсімдіктердің негізгі өркендерінің күшті өсуіне себепші болады. Гибберллин жапырақтың өсуі мен тұқымның өсуіне қолайлы әсер етеді. Ол өсімдіктің дамуын тездетеді.

**Цитокинин.**Фитогармондардың бұл тобы аденинтуындылары болып табылады:

Цитокинин тамырдың ұшында түзіліп, су ағынымен қоса жоғары қарай жылжыиды. Цитокинин сондай-ақ тұмен жемісте түзіледі. Ол негізінен жасушаның бөліну процесін тездетіп, ДНК мен РНК түзілуін жақсартады және жалпы зат алмасу мен ақуздың синтезделуін арттырады.

Цитокинин жаңадан бүршік түзілуі мен жанама бүршіктердің ашылуына жағдай жасайды.

**Этилен** аздаған мөлшерде барлық өсімдіктердің жасушаларында түзіледі. Ол қарапайым органикалық зат болса да, гормондық әсері күшті. Әдеттегі температурада ол өсімдік организімінде газ түрінде кездеседі, сондықтан этилен оңай диффузияланып, өсімдікткрдің түрлі мүшелеріне жетеді, ал артық мөлшері сыртқы ортаға шығарылады. ИӨсімдіктерге мырттан енген этилен де әсер етеді. Гармон ретінде этилен өсімдіктердің өсу процесін, жасушалардың дифференциациясын, өсімдіктің сыртқы ортаның әсерәне жауап реакцияларын қалыптастырады. Пісіп келе жатқан жемістерден де едәуір мөлшерде этилен бөліп шығады. Этиленді енгізу жетілмеген жеміс тердің пісуін тездетеді. Сонымен қатар, этилен дәндердің өнуін, жапырақтардың қартайып, түсіп қалуын жылдамдатады. Әр түрлі өсімдіктердің мүшелерінің жасына қарай, этилен түзілуіде түрліше жүреді. Вегетативтік мүшелердің меристемаларында, жемістерде этилен барынша көп түзіледі. Жоғары сатыдағы өсімдіктер этиленді метионин амин қышқылынан түзеді. Этиленнің артық мөлшері тотығуға ұшырайды немесе глюкозамен қосылады. Қазіргі көзқарастар бойынша барлық фитогармондардың әсері этилен арқылы, оны артыру және активтендіру нәтижесінде жүзеге асады.

**Абсциз қышқылы**1965 жылы мақтаның қауашағы мен жапырақтарынан бөлініп алынды. Бұл зат гормондық ингибиторлық әсер етеді.Фитогармондар өсу процесін реттейтін негізгі заттар болып табылады. Ал витаминдер тікелей өсу процесіне қатыспастан, фитогармондармен бірге жанама әсер етеді, олардың әсерін толықтырады. Фотогормондар өсімдікғтердің түрлі мүшелерінде синтезделіпе, өсу нүктелеріне жетеді. Мұнда олар жасушалардың бөліну, созылу, дифференциациялану кезеңдеріне ықпал етеді. Фитогормондар жекелей емес, қосыла әсер етеді.Өсімдіктің жасына, күйіне, даму кезеңіне, сыртқы жағдайлардың әсеріне қарай өсімдікте гормондардың құрамы, кейбіреулерінің басымдылығы өзгеріп отырады. Белгілі бір гармонның басымдығы оның әсерін күшейтеді. Сондықтан, өсімдіктердің фитогормон әсерін қайтарған реакция олардың сортына, жасына, даму кезеңіне, сыртқы орта факторлары – су, жарық, қоректік заттардың блуына байланысты.Гормонның әсер етуінен екі кезеңді атап көрсетуге болады. Бірінші кезеңде гормон жасуша мембранасының бетіне орналасқан арнаулы рецепторлармен әрекеттеседі. Екінші кезеңде рецептор мен гормон комплекісінің әрекетінен туған биохимиялық, физиологиялық, морфологиялық өзгерістер байқалады.

**Лекция**

РЕГУЛЯТОРЫ РОСТА РАСТЕНИЙ – это природные соединения, их искусственные аналоги и комбинированные препараты, позволяющие целенаправленно регулировать важнейшие процессы развития растений.
Природные регуляторы роста образуются в самих растениях в небольших количествах. К этойгруппе веществ относятся гиббереллины, ауксины, цитокинины, брассинолиды, стимулирующие рост и деление клеток, а также абсцизовая кислота и этилен – ингибиторы этих процессов. Ауксины активируют рост стеблей, листьев и корней, обеспечивая реакции типа тропизмов, а так-же стимулируют образование корней у черенков растений. Благодаря обнаружению в растениях ауксинов удалось установить внутренние причины ряда остовых процессов. Однако механизмы регуляции многих форм роста, в частности роста стебля, цветения розеточных растений, нарушения покоя и зеленения листьев выявлены только после открытия гиббереллинов и цитокининов. Гиббереллины индуцируют или активируют рост стеблей растений, вызывают прорастание некоторых семян и образование  артенокарпических плодов, а также нарушают период покоя ряда растений. Цитокинины стимулируют клеточное деление (цитокенез), заложение и рост стеблевых почек.Природные ингибиторы роста кумарин и его производные, абсцизовая кислота и др. тормозят рост растений при переходе их в состояние покоя. Наибольшее практическое значение имеют синтетические аналоги природных регуляторов роста: аналоги ауксинов и цитокининов, синтетические брассинолиды, а также вещества ретардантного действия (подавляющие рост): продуценты этилена, антиауксины и антигиббереллины. Синтетические регуляторы роста стали появляться после синтеза голландским физиологом растений Ф.Кеглем (1931-35) ауксина. Синтетические ингибиторы, в отличии от природных, способны более резко подавлять ростовые процессы; они длительный период не поддаются инактивации растительными тканями; характер их действия часто связан не только с ростом, но и с нарушением морфогенетических процессов. Применение регуляторов роста в практике позволяет получить сдвиги в обмене веществ, идентичные тем, которые возникают под влиянием определенных внешних условий (длины дня, температуре и др.), например, ускорить образование генеративных органов, усилить или затормозить рост и т.п. Несмотря на то, что практическое применение синтетических регуляторов роста во многих случаях дает превосходные результаты, по объемам потребления эти продукты пока значительно уступают пестицидам. Не в последнюю очередь это связано с тем, что результаты применения регуляторов роста сильно зависят от эффективности всех остальных агротехнических мероприятий. Другой существенной трудностью является необходимость более точного, чем в случае пестицидов, соблюдения дозировок, сроков и технологии внесения. В связи с этим более широкое применение нашли регуляторы роста ингибирующего типа, прежде всего, ретарданты и дефолианты.

 [**Регуляторы роста растений**](http://www.xumuk.ru/encyklopedia/2/3851.html)**в сельском хозяйстве.**Применение [регуляторов роста растений](http://www.xumuk.ru/encyklopedia/2/3851.html) в практике позволяет получить сдвиги в [обмене веществ](http://www.xumuk.ru/encyklopedia/2/2987.html), идентичные тем, которые возникают под влиянием определённых внешних условий (длины дня, [температуры](http://www.xumuk.ru/encyklopedia/2/4344.html) и др.), например ускорить образование генеративных органов, усилить или затормозить рост и т. п. Для усиления роста и органогенеза культурных растений применяются стимуляторы типа [ауксинов](http://www.xumuk.ru/encyklopedia/412.html) и [гиббереллинов](http://www.xumuk.ru/encyklopedia/1001.html), а для торможения — синтетические[ингибиторы роста](http://www.xumuk.ru/bse/1056.html), в том числе [дефолианты](http://www.xumuk.ru/encyklopedia/1242.html), вызывающие опадение листьев, и [десиканты](http://www.xumuk.ru/encyklopedia/1228.html) — подсушивание органов или целых растений.

  Синтетические стимуляторы типа [ауксинов](http://www.xumuk.ru/encyklopedia/412.html) b-индолилуксусная [кислота](http://www.xumuk.ru/bse/1276.html), или [гетероауксин](http://www.xumuk.ru/biospravochnik/532.html), b-индолилмасляная комитета, a-нафтил-уксусная комитета, или АНУ) используются для усиления корнеобразования у черенков древесных и травянистых растений, улучшения срастания [тканей](http://www.xumuk.ru/biospravochnik/53.html) при их пересадке и прививках, для предотвращения опадения завязей у плодовых деревьев и ягодников и др. Эти[вещества](http://www.xumuk.ru/encyklopedia/721.html) применяют в различных [концентрациях](http://www.xumuk.ru/encyklopedia/2115.html) (от 20 до 1000 мг/л) в зависимости от способа их нанесения на растение. [Гиббереллины](http://www.xumuk.ru/encyklopedia/1001.html) используют для усиления роста ягод бессемянных [сортов](http://www.xumuk.ru/biospravochnik/216.html) винограда, выведения из состояния покоя клубней картофеля, усиления роста стеблей конопли, льна и ускорения плодоношения томата.

  Синтетические [ингибиторы роста](http://www.xumuk.ru/bse/1056.html) используют для задержания прорастания клубней картофеля при хранении, торможения роста стеблей злаков для повышения устойчивости к полеганию (ретарданты), уничтожения сорняков ([гербициды](http://www.xumuk.ru/encyklopedia/983.html)) и др. Механизм тормозящего действия синтетических [ингибиторов](http://www.xumuk.ru/encyklopedia/1670.html) на растения недостаточно изучен. Установлено, что большинство из них задерживает рост путём разобщения процессов [фосфорилирования](http://www.xumuk.ru/encyklopedia/2/4864.html%22%20%5Co%20%22%D0%A5%D0%B8%D0%BC%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B0%D1%8F%20%D1%8D%D0%BD%D1%86%D0%B8%D0%BA%D0%BB%D0%BE%D0%BF%D0%B5%D0%B4%D0%B8%D1%8F) и [дыхания](http://www.xumuk.ru/encyklopedia/1501.html), подавления синтеза [нуклеиновых кислот](http://www.xumuk.ru/encyklopedia/2/2974.html).

  Наиболее распространённый способ обработки [растений регуляторами роста](http://www.xumuk.ru/encyklopedia/2/3851.html) — опрыскивание. Так, для предотвращения опадения завязей плодовые деревья и ягодники опрыскивают стимуляторами типа АНУ и её производными. Для увеличения выхода волокна у лубяных культур вегетирующие растения опрыскивают[раствором](http://www.xumuk.ru/encyklopedia/2/3823.html) [гиббереллина](http://www.xumuk.ru/encyklopedia/1001.html).

Регуляторы роста растений начали применять в сельскохозяйственном производстве сравнительно недавно. Постепенно накапливался практический опыт, изучались данные о факторах эффективности регуляторов роста, разнообразных побочных явлениях, связанных с применением биологически активных веществ. Список химических препаратов, способных изменять интенсивность физиологических процессов растений в направлении улучшения хозяйственно ценных признаков или получения признаков, желательных практику, постоянно пополняется. В последнее десятилетие препараты с биологической активность используются при выращивании многих сельскохозяйственных культур в больших масштабах. Они успешно применяются для борьбы с полеганием зерновых, задержки роста молодых побегов и регулирования плодоношения в плодоводстве, предотвращения прорастания клубней картофеля при хранении и т. п. Регуляторы роста дают возможность интенсифицировать и механизировать многие производственные процессы в сельском хозяйстве.
Широкое практическое применение регуляторы роста растений находят и в виноградарстве. Особенности культуры накладывают отпечаток и на использование препаратов с биологической активностью. Так, в нашей стране и за рубежом при выращивании бессемянных сортов винограда применяется гиббереллин. Виноград — сельскохозяйственная культура, которая размножается вегетативно и прививкой на филлоксероустойчивые подвои. Поэтому вопросы улучшения корнеобразования, интенсификации каллусообразования (в случае привитой культуры) приобретают первостепенное значение. Успешно решить эти вопросы помогают регуляторы роста. Многие сорта винограда обладают сильным ростом побегов, рыхлой гроздью, склонны к торошению. Для умерения роста побегов, выполнения восполненности грозди, предотвращения осыпания цветов и завязей также можно использовать регуляторы роста.
С помощью регуляторов роста растений на виноградном растении можно получить разнообразные эффекты. Однако желаемый эффект можно получить только при грамотном использовании препаратов с биологической активностью. Было бы ошибочным считать, что с помощью регуляторов роста растений можно вызвать появление у винограда каких-то новых, не присущих ему свойств. Действие регуляторов роста строго ограничено пределами генотипа растений. Используемые экзогенно регуляторы роста помогают растению более полно использовать унаследованный потенциал, который по ряду причин может остаться неиспользованным.
Все используемые регуляторы роста растений — высокоспецифичные активные соединения. Они чувствительны даже к сортовым различиям растений, а физиологическое действие зависит от многих факторов — срока обработки, концентрации препарата, состояния растений и т. д. Один и тот же препарат в зависимости от сочетания факторов может быть использован по-разному.
Необходимо всегда помнить, что применение регуляторов роста растений в полевых условиях будет эффективно только при строгом соблюдении технологии выращивания и высоком уровне обеспечения растений питательными веществами. Регуляторы роста не исправляют ошибки технологии и не заменяют удобрений. Наоборот, они эффективно действуют только на высоких агрофонах, активизируя многие физиологические процессы.

**Лекции**

[Антиоксиданты](http://www.inmoment.ru/beauty/health-body/antioxidants.html) – это слово у всех на слуху, хотя не все знают точно, что это такое. Стоит немного вспомнить химию, и в общих чертах станет понятно, что это антиокислители, однако большинство наших соотечественников, окончив школу и институт, забывают об этой науке навсегда – если не связаны с ней профессионально. «Оxys» - значит «кислый», а вот «anti» - это «против», и про это уж точно все помнят – много в нашем языке слов с такой приставкой.

Антиоксиданты в больших количествах содержатся в [черносливе](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A7%D0%B5%D1%80%D0%BD%D0%BE%D1%81%D0%BB%D0%B8%D0%B2), свежих [ягодах](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%AF%D0%B3%D0%BE%D0%B4%D1%8B) и [фруктах](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D1%80%D1%83%D0%BA%D1%82), а также свежевыжатых из них [соках](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%BE%D0%BA_%28%D0%BD%D0%B0%D0%BF%D0%B8%D1%82%D0%BE%D0%BA%29), [морсах](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%BE%D1%80%D1%81_%28%D0%BD%D0%B0%D0%BF%D0%B8%D1%82%D0%BE%D0%BA%29), [пюре](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D1%8E%D1%80%D0%B5). К богатым антиоксидантами ягодам и фруктам относятся [облепиха](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D0%B1%D0%BB%D0%B5%D0%BF%D0%B8%D1%85%D0%B0), [черника](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A7%D0%B5%D1%80%D0%BD%D0%B8%D0%BA%D0%B0), [виноград](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%B8%D0%BD%D0%BE%D0%B3%D1%80%D0%B0%D0%B4),[клюква](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BB%D1%8E%D0%BA%D0%B2%D0%B0), [рябина](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D1%8F%D0%B1%D0%B8%D0%BD%D0%B0), [черноплодная рябина](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A7%D0%B5%D1%80%D0%BD%D0%BE%D0%BF%D0%BB%D0%BE%D0%B4%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D1%80%D1%8F%D0%B1%D0%B8%D0%BD%D0%B0), [смородина](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%BC%D0%BE%D1%80%D0%BE%D0%B4%D0%B8%D0%BD%D0%B0), [гранаты](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D1%80%D0%B0%D0%BD%D0%B0%D1%82_%28%D0%BF%D0%BB%D0%BE%D0%B4%29), [мангостин](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B0%D0%BD%D0%B3%D0%BE%D1%81%D1%82%D0%B8%D0%BD%22%20%5Co%20%22%D0%9C%D0%B0%D0%BD%D0%B3%D0%BE%D1%81%D1%82%D0%B8%D0%BD), [асаи](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D1%81%D0%B0%D0%B8_%28%D1%80%D0%B0%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5%29%22%20%5Co%20%22%D0%90%D1%81%D0%B0%D0%B8%20%28%D1%80%D0%B0%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5%29).

Богаты антиоксидантами [орехи](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D1%80%D0%B5%D1%85%D0%B8) и некоторые овощи ([фасоль](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D0%B0%D1%81%D0%BE%D0%BB%D1%8C), [кале](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%B0%D0%BB%D0%B5_%28%D1%80%D0%B0%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5%29), [артишоки](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D1%80%D1%82%D0%B8%D1%88%D0%BE%D0%BA%D0%B8)), причём во втором случае избыточные антиоксиданты могут препятствовать усвоению организмом железа, цинка, кальция и других микроэлементов[[5]](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%BD%D1%82%D0%B8%D0%BE%D0%BA%D1%81%D0%B8%D0%B4%D0%B0%D0%BD%D1%82%D1%8B#cite_note-5).

Среди других продуктов, содержащих антиоксиданты, выделяют [какао](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%B0%D0%BA%D0%B0%D0%BE), [красное вино](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D1%80%D0%B0%D1%81%D0%BD%D0%BE%D0%B5_%D0%B2%D0%B8%D0%BD%D0%BE), [зелёный чай](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%97%D0%B5%D0%BB%D1%91%D0%BD%D1%8B%D0%B9_%D1%87%D0%B0%D0%B9) и в меньшей степени [чёрный чай](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A7%D1%91%D1%80%D0%BD%D1%8B%D0%B9_%D1%87%D0%B0%D0%B9).

Антиоксиданты широко применяют на практике. Окислительные процессы приводят к порче ценных пищевых продуктов ([прогорканию](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D1%80%D0%BE%D0%B3%D0%BE%D1%80%D0%BA%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B5%22%20%5Co%20%22%D0%9F%D1%80%D0%BE%D0%B3%D0%BE%D1%80%D0%BA%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B5) [жиров](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%96%D0%B8%D1%80), разрушению витаминов), потере механической прочности и изменению цвета полимеров ([каучук](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%B0%D1%83%D1%87%D1%83%D0%BA), пластмасса, [волокно](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%BA%D0%BD%D0%BE)), осмолению топлива, образованию кислот и шлама в турбинных и трансформаторных маслах и др.

Антиоксиданты используются в качестве [пищевых добавок](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%B8%D1%89%D0%B5%D0%B2%D1%8B%D0%B5_%D0%B4%D0%BE%D0%B1%D0%B0%D0%B2%D0%BA%D0%B8) с целью уменьшения [порчи продуктов питания](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BE%D0%BD%D1%81%D0%B5%D1%80%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D1%82%D1%8B). Воздействие кислорода и солнечного света являются двумя основными факторами при окислении пищи. Для увеличения сохранности пищи, её содержат в темноте и запечатывают в герметичные контейнеры или даже покрывают её воском. Однако кислород также важен и для дыхания растений: хранение растительного сырья в анаэробных условиях способствует неприятным запаху и цвету[[6]](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%BD%D1%82%D0%B8%D0%BE%D0%BA%D1%81%D0%B8%D0%B4%D0%B0%D0%BD%D1%82%D1%8B#cite_note-6). По указанным выше причинам при упаковывании свежих фруктов и овощей используют газовую смесь, в которой содержится примерно 8 % кислорода. Антиоксиданты являются особенно важным классом консервантов, так как, в отличие от бактериальной или грибковой порчи, реакции окисления всё равно происходят относительно быстро даже в замороженных или охлаждённых пищевых продуктах[[7]](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%BD%D1%82%D0%B8%D0%BE%D0%BA%D1%81%D0%B8%D0%B4%D0%B0%D0%BD%D1%82%D1%8B#cite_note-7). Эти консерванты включают природные антиоксиданты, такие как аскорбиновая кислота (AA, E300) и токоферолы (E306), а также синтетические антиоксиданты, такие как [пропилгаллат](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D1%80%D0%BE%D0%BF%D0%B8%D0%BB%D0%B3%D0%B0%D0%BB%D0%BB%D0%B0%D1%82%22%20%5Co%20%22%D0%9F%D1%80%D0%BE%D0%BF%D0%B8%D0%BB%D0%B3%D0%B0%D0%BB%D0%BB%D0%B0%D1%82) (PG, E310), третичный бутилгидрохинон (TBHQ), [бутилгидроксианизол](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D1%83%D1%82%D0%B8%D0%BB%D0%B3%D0%B8%D0%B4%D1%80%D0%BE%D0%BA%D1%81%D0%B8%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B7%D0%BE%D0%BB%22%20%5Co%20%22%D0%91%D1%83%D1%82%D0%B8%D0%BB%D0%B3%D0%B8%D0%B4%D1%80%D0%BE%D0%BA%D1%81%D0%B8%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B7%D0%BE%D0%BB) (ВНА, E320) и [бутилгидрокситолуол](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%98%D0%BE%D0%BD%D0%BE%D0%BB%22%20%5Co%20%22%D0%98%D0%BE%D0%BD%D0%BE%D0%BB) (BHT, E321)[[8]](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%BD%D1%82%D0%B8%D0%BE%D0%BA%D1%81%D0%B8%D0%B4%D0%B0%D0%BD%D1%82%D1%8B#cite_note-8)[[9]](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%BD%D1%82%D0%B8%D0%BE%D0%BA%D1%81%D0%B8%D0%B4%D0%B0%D0%BD%D1%82%D1%8B#cite_note-9).

Наиболее распространённые молекулы, подверженные воздействию окисления, это ненасыщенные жиры. Окисление делает их прогорклыми[[10]](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%BD%D1%82%D0%B8%D0%BE%D0%BA%D1%81%D0%B8%D0%B4%D0%B0%D0%BD%D1%82%D1%8B#cite_note-10). Так как окисленные липиды часто обесцвечены и, как правило, имеют неприятный вкус, например металлический или сернистый оттенки, важно избежать окисления жиров в продуктах, которые ими богаты. Такие продукты редко сохраняются [сушкой](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D1%8F%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5); чаще применяют [копчение](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BE%D0%BF%D1%87%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5), [засолку](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%97%D0%B0%D1%81%D0%BE%D0%BB%D0%BA%D0%B0_%D1%80%D1%8B%D0%B1%D1%8B) и заквашивание ([брожение](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D1%80%D0%BE%D0%B6%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5)). Даже менее жирные продукты, такие как фрукты, опрыскивают серосодержащими антиоксидантами перед воздушной сушкой. Окисление часто катализируется металлами, поэтому продукты, богатые жирами, не должны заворачиваться в алюминиевую фольгу или храниться в металлических контейнерах. Некоторые жирные продукты, такие как оливковое масло, частично защищены от окисления наличием естественных антиоксидантов, но остаются чувствительными к фотоокислению[[11]](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%BD%D1%82%D0%B8%D0%BE%D0%BA%D1%81%D0%B8%D0%B4%D0%B0%D0%BD%D1%82%D1%8B#cite_note-11). Антиоксидантные консерванты также добавляют в жиросодержащую косметику, в том числе в помады, увлажняющие и смягчающие средства, с целью предотвратить прогорклость.

Процессы [перекисного окисления липидов](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%B5%D1%80%D0%B5%D0%BA%D0%B8%D1%81%D0%BD%D0%BE%D0%B5_%D0%BE%D0%BA%D0%B8%D1%81%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5_%D0%BB%D0%B8%D0%BF%D0%B8%D0%B4%D0%BE%D0%B2) постоянно происходят в организме и имеют важное значение для обновления состава и поддержании функциональных свойств биомембран, энергетических процессов, клеточного деления, синтеза биологически активных веществ, внутриклеточной сигнализации.

Поскольку регулярный приём свежей растительной пищи уменьшает вероятность возникновения сердечно-сосудистых и ряда неврологических заболеваний, была сформулирована и широко растиражирована средствами массовой информации рабочая гипотеза о том, что антиоксиданты могут предотвратить разрушающее действие[свободных радикалов](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B2%D0%BE%D0%B1%D0%BE%D0%B4%D0%BD%D1%8B%D0%B5_%D1%80%D0%B0%D0%B4%D0%B8%D0%BA%D0%B0%D0%BB%D1%8B) на клетки живых организмов, и тем самым [замедлить процесс их старения](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B2%D0%BE%D0%B1%D0%BE%D0%B4%D0%BD%D0%BE%D1%80%D0%B0%D0%B4%D0%B8%D0%BA%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D1%82%D0%B5%D0%BE%D1%80%D0%B8%D1%8F_%D1%81%D1%82%D0%B0%D1%80%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D1%8F).

Многочисленные научные исследования пока не подтвердили этой гипотезы[[12]](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%BD%D1%82%D0%B8%D0%BE%D0%BA%D1%81%D0%B8%D0%B4%D0%B0%D0%BD%D1%82%D1%8B#cite_note-Stanner-12)[[13]](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%BD%D1%82%D0%B8%D0%BE%D0%BA%D1%81%D0%B8%D0%B4%D0%B0%D0%BD%D1%82%D1%8B#cite_note-Shenkin-13). Опубликованы широкомасштабные исследования, которые указывают на то, что [пищевые добавки](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%B8%D1%89%D0%B5%D0%B2%D1%8B%D0%B5_%D0%B4%D0%BE%D0%B1%D0%B0%D0%B2%D0%BA%D0%B8) с антиоксидантами, наоборот, могут быть опасны для здоровья[[14]](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%BD%D1%82%D0%B8%D0%BE%D0%BA%D1%81%D0%B8%D0%B4%D0%B0%D0%BD%D1%82%D1%8B#cite_note-14)[[15]](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%BD%D1%82%D0%B8%D0%BE%D0%BA%D1%81%D0%B8%D0%B4%D0%B0%D0%BD%D1%82%D1%8B#cite_note-15). [Мета-анализ](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B5%D1%82%D0%B0-%D0%B0%D0%BD%D0%B0%D0%BB%D0%B8%D0%B7) клинических исследований, в которых участвовали более 240 тысяч человек в возрасте от 18 до 103 лет (44,6 % женщин), показал, что бета-каротин и витамин Е в дозах, превышающих рекомендуемую дневную норму, значительно повышает общую [смертность](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%BC%D0%B5%D1%80%D1%82%D0%BD%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%8C)[[16]](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%BD%D1%82%D0%B8%D0%BE%D0%BA%D1%81%D0%B8%D0%B4%D0%B0%D0%BD%D1%82%D1%8B#cite_note-16). Новейшие данные позволяют предположить, что благотворное воздействие свежей растительной пищи на здоровье вызвано иными соединениями и факторами, нежели антиоксиданты

**Лекция**

Ароматические соединения (арены) — циклические органические соединения, которые имеют в своём составе ароматическую систему. Основными отличительными свойствами являются повышенная устойчивость ароматической системы и, несмотря на ненасыщенность, склонность к реакциям замещения, а не присоединения

Сложность классификации при изучении биологически активных компонентов питания связана с химической гетерогенностью их состава. Так, биологически активные вещества используемые в микронутриентах, подразделяют на природные неорганические (минералсодержащие), органические (животного, растительного, микробного, происхождения) и их синтетические аналоги, а также модифицированное сырье [Лесовская М.И. и др., 2001].

Согласно другому подходу, биологически активные нутриенты разделяют на жирорастворимые (витамины А, Е, К, D, Q, F, стерины и др.) и водорастворимые (серусодержащие соединения, витамины группы В, С, Р, РР, биогенные амины и т.п.) [Тутельян В.А., 1996]. Наконец, в соответствии с химической леесификацией выделяют витамины, микроэлементы, алкалоиды, гликозиды (лпонины, антрагликозиды, иридоиды, глюкозинолаты), фенольные соединения (с одним, двумя или несколикими ароматическими кольцами), терпеноиды, органические кислоты, ферменты, фитонциды, гормоны и гормоноподобные вещества [Пилат Т.Л., Иванов А.А., 2002].

Несмотря на важное значение подобных классификаций, они не учитывают функциональные свойства данных соединений и не позволяют прогнозировать и сравнивать эффективность БАД,

создаваемых на их основе. Поэтому более предпочтительными являются классификация по признаку биологической активности, в соответствии с которой вещества, способные усилить неспецифическую сопротив-ляемость организма к неблагоприятным факторам среды, называются адаптогенами. Функция адаптогенов заключается в повышении общей резистентности организма к неблагоприятным воздействия среды, а особенности физиологического эффекта во многом определяются химической природой адаптогена, доминирующего в дизайне БАД.

По одной из гипотез [Шугалей В.С., 1994], адаптогены являются результатом эволюции химических сигналов, связывающих организм с внешней средой. Такими сигналами могли являться рецепторно-активные катаболиты, экскретируемые во внешнюю среду, в первую очередь – аммиак, мочевина, аминокислоты и их производные, путресцин, ГАМК и пептиды (регуляторы нелизосомального протеолиза), низкомолекулярные нуклеотиды, пуриновые и пиримидиновые основания, мочевая кислота как продукт их окисления, липо- и полисахариды.

У высших организмов древние неспецифические регуляторные функции продуктов катаболизма могли сохраниться как реликтовые свойства, проявляющиеся только при резких экологических сдвигах. Триггером многих биологических эффектов является содержание кислорода в среде, реакционная активность которого в живых системах, в свою очередь, зависит от температуры и активности оксидоредуктаз [Владимиров Ю.А., 2009]. Поэтому многие известные адаптогены, во-первых, являются азотсодержащими соединениями, а во-вторых, регулируют центральные звенья метаболизма, прежде всего окислительный метаболизм клеток и тканей, выполняя антиоксидантную функцию.

Согласно свободнорадикальной теории старения [Дильман В.М., 1987], свободные радикалы, образующиеся в результате различных окислительных реакций в организме, оказывают множественные повреждающие воздействия на макромолекулы (нуклеиновые кислоты и белки), вызывая их деградацию, ускоряя развитие основных болезней онтогенеза (сердечно-сосудистые заболевания, возрастные иммунодепрессия и дисфункция мозга, катаракта, рак и некоторые другие). Подсчитано, что за 70 лет жизни человека организм производит около одной тонны радикалов кислорода, хотя только 2…5 % вдыхаемого с воздухом кислорода превращается в его токсические радикалы.

В клетке крысы может возникать до 104 вызыванных активными формами кислорода повреждений ДНК в день и при постоянных условиях до 10 % молекул белка могут иметь карбонильные модификации. Подавляющее большинство из них нейтрализуется еще до того, как успеют повредить те или иные компоненты клетки, благодаря постоянному функционированию ферментных и неферментативных систем антиоксидантной защиты от химически агрессивных инте

**Лекции**

**Виды регуляторов роста растений и способ их применения:**

**\*  Регулятор роста растений Агат-25 К**(псевдобактерии Pseudomo­nas aureofaciens, штамм Н 16 и продукты метаболизма), текучая паста. Использу­ется для повышения всхожести и уро­жайности, стимуляции иммунной систе­мы, снижения заболеваемости.
**Агат-25 К, инструкция по применению:**Обрабатывают клубни картофеля перед посадкой. На 50 кг берут 0,5 л раствора, содержащего 7 г пасты.

В течение трёх часов замачивают семена томата (3,5 г пасты на 1 л воды), моркови и огурца (4-7 г на 1 л воды). Для предпосевной обработки семян столовой свеклы нужно в 30 мл воды размешать 110-130 мг пасты.

В фазе 2-3 листьев опрыскивают растения моркови, огурца, перца, томата, а в фазе смыкания рядков — столовую свеклу. На одну сотку расходуют 3 л раствора, содержащего 140 мг**Агата-25 К**.

**\* Регулятор роста растений Амбиол** (2-метил-4-диметиламино-метилбензамидазол-5-олдигидрохлорид), кристаллический порошок. С целью повышения урожайности и устойчивости к пероноспорозу на 6 часов замачивают перед посевом семена огурцов в растворе 10 мг/л.

**\* Регулятор или**[**стимулятор роста растений**](http://farming.by/tag/%D1%81%D1%82%D0%B8%D0%BC%D1%83%D0%BB%D1%8F%D1%82%D0%BE%D1%80-%D1%80%D0%BE%D1%81%D1%82%D0%B0-%D1%80%D0%B0%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B9)**Атлет** (хлормекватхлорид), водный раствор. Улучшает качество рассады капусты, баклажана, перца, томата, повы­шает урожай этих культур, увеличивает продолжительность цветения, количество и размер соцветий у декоративных кустарников. Применяют согласно инст­рукции.

**\* Регулятор роста растений Бигус** (калиевая соль гуминовых кис­лот), водный раствор. Стимулирует про­растание семян,корнеобразование, рост и развитие растений, ускоряет образо­вание завязей и предотвращает их опа­дение, повышает урожайность и устой­чивость к неблагоприятным факторам внешней среды и заболеваниям. Можно обрабатывать яблоню, сливу, вишню, землянику, виноград, картофель, капус­ту, баклажан, перец, огурец, томат. При­меняют согласно инструкции.

**\*   Регулятор роста растений Биосил** (тритерпеновая кислота), водная эмульсия. Способствует увели­чению урожайности, ускорению созре­вания, повышению содержания сухих веществ и устойчивости к болезням. Опрыскивают:

* картофель (0,2 мл/Зл воды) в начале цветения, в фазе массового цветения и через 7 дней после второго опрыски­вания;
* капусту белокочанную (0,4 мл/Зл во­ды) в фазе 6-7 листьев и в фазе массо­вого завязывания кочанов;
* виноград (0,5 мл/3 л воды) в фазе цветения и повторно через 12 дней;
* томаты (0,5 мл/3 л воды) в фазе цве­тения 1-й, 2-й, и 3-й кистей;
* огурцы (0,15 мл/3 л воды) в фазе 2- 4 настоящих листьев, начала цветения, массового цветения и через 7 дней по­сле третьей обработки.

**\*   Регулятор роста растений Борная кислота** (в каталог не вне­сена). Используется для предпосевной обработки семян томата, а также для опрыскивания цветков с целью ускоре­ния образования завязей и, следова­тельно, получения более раннего урожая спелых плодов.

\*   **Стимулятор роста растений** [**Бутон**](http://farming.by/tag/%D0%B1%D1%83%D1%82%D0%BE%D0%BD) (гиббереллиновых кислот натриевая соль), порошок. Повышает уро­жайность, содержание сахара и витами­на С. В период вегетации опрыскивают яблоню, черешню, смородину черную, землянику (10 г/10 л воды), капусту бе­локочанную (10-15 г/10 л воды), капу­сту цветную, баклажаны, перцы, томаты, огурцы, дайкон (15 г/10 л воды), лук реп­чатый (20 г/10 л воды).

**\*   Регулятор роста растений**[**Гетероауксин**](http://farming.by/tag/%D0%B3%D0%B5%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%BE%D0%B0%D1%83%D0%BA%D1%81%D0%B8%D0%BD) (индолил-3-уксусная кислота), таблетки, порошок и водорас­творимый порошок. В одной таблетке содержится 0,1 г основного вещества. Запах неприятный. Гетероауксин сти­мулирует корнеобразование черенков, саженцев плодовых деревьев, рассады овощных и цветочных культур, улучшает .IX приживаемость.

**Гетероауксин, инструкция по применению:** одревесневшие и полуодревеснев­шие черенки погружают на 2/з их длины з рабочий раствор (2 таблетки/10 л во­ды) и выдерживают на рассеянном све­ту при температуре 18-20 °С в течение 16-20 часов. Зеленые черенки погружа­ют в такой раствор на 1/з длины, время зыдержки 10-16 часов. Посуду можно использовать пластмассовую, эмалиро- занную, стеклянную, фарфоровую.

Для обработки корневой системы кус­тарников и деревьев растворяют 5 та­блеток гетероауксина в 10 л воды и этим оаствором дважды (перед посадкой и после посадки) обрабатывают корне­вую систему. Перед посадкой погружа­ют в раствор до корневой шейки или обмазывают сметанообразной массой, приготовленной из глины, торфяной крошки и раствора гетероауксина. По­сле посадки поливают этим раствором приствольный круг.

Корни рассады овощных и цветочных культур замачивают в течение 16-20 ча­сов в рабочем растворе (2 таблетки на 10 л воды) при температуре 18-22 °С.

Луковицы и клубнелуковицы цветоч­ных культур замачивают перед посадкой в рабочем растворе (1 таблетка/1 л во­ды) в течение 16-20 часов.

Порошковые препараты использовать согласно прилагаемой инструкции.

При наличии индолилмасляной кис­лоты для зеленого черенкования ис­пользуется 0,0025-0,005%-ный раствор. Нафтилуксусную кислоту используют в виде 0,0055%-ного раствора.

**\*   Регулятор роста растений Гибберросс** (гиббереллиновых кис­лот натриевая соль), порошок и таблет­ки. С целью повышения урожайности и устойчивости к заболеваниям, увели­чения выхода товарных плодов опрыски­вают в период вегетации яблоню, череш­ню, капусту, картофель, томат, баклажан, чеснок, фасоль, горох согласно инст­рукции.

**\*   Регулятор роста растений Гибберсиб** (гиббереллиновых кис­лот натриевая соль), порошок и таблет­ки. Используют для повышения уро­жайности, выхода товарной продукции, ускорения созревания.
**Гибберсиб, инструкция по применению:**опрыскивают : в период вегетации — картофель, капусту раннюю и позднюю, в начале цветения 1-й, 2-й и 3-й кис­тей — томаты, огурцы, баклажаны.

**\*   Стимулятор роста растений Гумат натрия** (в каталог не внесен), растворимый порошок и таблетки. Уси­ливает рост растений, устойчивость к неблагоприятным воздействиям пого­ды, повышает урожайность и сопротив­ляемость к болезням. В концентрации 0,3 г/1 л воды замачивают на 3 часа се­мена томатов, на 24 часа — семена бакла­жана, капусты белокочанной и огурцов защищенного грунта. Рабочий раствор в концентрации 1,5 г/10 л воды ис­пользуется для полива почвы. Препарат в таблетках можно использовать только для полива.

Капусту белокочанную поливают им после появления всходов, через 10 дней после первого полива и за 5 дней до вы­садки рассады в грунт; огурцы — после высадки рассады, через 15 дней полив повторяют, а еще через 20 дней делают третий полив; томаты поливают после высадки рассады, в фазе бутонизации и в начале цветения.

**\*   Регулятор роста растений Домоцвет** (гидроксикоричная кисло­та), раствор. Ускоряет корнеобразование и цветение, стимулирует рост побегов, повышает устойчивость к грибным бо­лезням.
**Домоцвет, инструкция по применению:**в концентрации 0,1 мл/200 мл воды замачивают перед посадкой на 24 часа черенки хризантемы корейской и роз из группы миниатюрных. В кон­центрации 0,1 мл/500 мл воды опрыски­вают эти растения через 7 дней после высадки и повторно через 7 дней пос­ле первой обработки.

\*   **Стимулятор или** р**егулятор роста растений Завязь** (гиббереллиновых кислот натриевая соль), кристаллический поро­шок. Стимулирует образование и пред­отвращает опадение завязей, ускоряет созревание, повышает ранний и общий урожай.
**Завязь, инструкция по применению:**в концентрации 20 г/10 л во­ды опрыскивают яблоню, грушу, сли­ву. Вишню в фазе массового цветения деревьев и повторно после опадения лепестков, смородину и малину в фа­зах бутонизации и зеленых завязей, землянику в фазе начала появления цветоносов и повторно через 7 дней, виноград — в конце цветения, томаты в начале цветения 1-й, 2-й и 3-й кистей, баклажаны и перцы — в фазы бутони­зации и начала цветения. В концентра­ции 14 г/10 л воды опрыскивают капусту раннюю и позднюю в фазы 6-8 листьев и начала завязывания кочана, фасоль — в фазы бутонизации и массового цвете­ния, огурцы — в фазы начала цветения и массового цветения. В концентрации 10 г/10 л воды опрыскивают кусты кар­тофеля в начале фазы массового цве­тения и через неделю после первой обработки. Горох в фазы бутонизации и начала цветения опрыскивают более слабым раствором (6 г/10 л воды).

**\*   Регулятор роста растений Иммуноцитофит** (арахидоновая кис­лота), таблетки. Применяют для по­вышения росторегулирующей и анти­стрессовой активности и устойчивости к болезням.
**Иммуноцитофит, инструкция по применению:**обрабатывают семена, лу­ковицы и клубни перед посевом и посад­кой, а также опрыскивают растения во время вегетации согласно прилагаемой инструкции.

**\*  Регулятор роста растений  Карвитол** (ацетиленовый спирт), во­дный раствор. Усиливает ростовые про­цессы, повышает урожайность картофе­ля, моркови, капусты, огурца, томата. Применяют согласно инструкции.

**\*  Регулятор роста растений [Корневин](http://farming.by/tag/%D0%BA%D0%BE%D1%80%D0%BD%D0%B5%D0%B2%D0%B8%D0%BD%22%20%5Co%20%22Posts%20tagged%20with%20%D0%BA%D0%BE%D1%80%D0%BD%D0%B5%D0%B2%D0%B8%D0%BD)** (4-(индол-3-ил)-масляная кислота), смачивающийся порошок. Сти­мулирует корнеобразование у плодо­вых, ягодных и декоративных культур.
**Корневин, инструкция по применению:**опудривают срезы черенков (10-20 г на 100 штук) и замачивают корневую систе­му саженцев суспензией, содержащей в 1 л воды 1 г корневина. Ею же поли­вают саженцы под корень через 10 дней после высадки. Расход 0,5 л на 1 рас­тение.

**\*  Регулятор роста растений Корнерост** (калиевая соль индолил- 3-уксусной кислоты), порошок. Стимули­рует корнеобразование, улучшает прижи­ваемость черенков, рассады, саженцев плодово-ягодных, овощных и цветочных культур. Применяют согласно инструк­ции.

**\*  Регулятор роста растений [Крезацин](http://farming.by/tag/%D0%BA%D1%80%D0%B5%D0%B7%D0%B0%D1%86%D0%B8%D0%BD%22%20%5Co%20%22Posts%20tagged%20with%20%D0%BA%D1%80%D0%B5%D0%B7%D0%B0%D1%86%D0%B8%D0%BD)** (ортокрезоксиуксусной кислоты триэтаноламмониевая соль), во­дный раствор и таблетки. В 1 таблетке 0,1 г крезацина.

* Картофель — усиление клубне- и корнеобразования, увеличение содержания углеводов и урожайности, снижение за­болеваемости и содержания нитратов, повышение лёжкости. Обрабатывают клубни перед посадкой (1 таблетка или 0,2 мл/2 л воды на 50 кг) и опрыскивают растения в фазе бутонизации (2 таблет­ки или 0,4 мл/3 л воды на сотку).
* Томат — повышение раннего и обще­го урожая, ускорение созревания пло­дов, увеличение содержания углеводов, снижение заболеваемости, стимуляция корнеобразования рассады, повышение холодостойкости, снижение содержания нитратов. Замачивают семена на 30 мин (1 таблетка или 0,2 мл/200 мл воды на 100 г семян) и опрыскивают растения в фазе цветения первой кисти (1,5 та­блетки или 0,3 мл/3 л воды).
* Огурец — повышение урожайности, хо­лодостойкости и содержания углеводов в плодах, стимуляция корнеобразования, ускорение сроков плодообразования, снижение заболеваемости и содержа­ния нитратов. Замачивают семена на 30 мин (1 таблетка или 0,2 мл/100 мл воды на 50 г семян) и опрыскивают растения в фазы 2-4 листьев и начала бутонизации (1 таблетка или 0,2 мл на 3 л воды).
* Яблоня — повышение урожайности, улучшение лёжкости плодов, увеличение содержания углеводов, железа и аскор­биновой кислоты в плодах и уменьшение нитратов. Опрыскивают через 4-5 не­дель после цветения (15 таблеток или 3 мл/8-10 л воды на 100 м2).

**\*   Регулятор роста растений Мивал** (1-хлорметилсилатран), таб­летки . Повышает всхожесть и урожай­ность, ускоряет созревание.
**Мивал, инструкция по применению:**в концентрации 0,1 г/0,1 л воды опрыскивают клубни картофеля перед посадкой, в концентрации 0,1 г/0,02 л воды замачива­ет на 30 мин семена томата перед высевом, в концентрации 0,1 г/3 л воды -доводят однократное опрыскивание растений картофеля в фазе бутонизации и томата в фазе цветения первой

**\*   Регулятор роста растений Мивал-Агро** (ортокрезоксиуксусной кислоты триэтаноламмониевая соль + 1-хлорметилсилатран), кристаллический порошок и таблетки. Повышает всхо­жесть и урожайность, ускоряет созревание, снижает содержание нитратов. Можно обрабатывать яблоню, грушу, виноград, картофель, капусту, огурец, томат, перец, лук согласно инструкции.

**\*   Регулятор или стимулятор роста растений Нарцисс** (сукцинат хитозаний глютаминия), водный раствор. Предназначен дпя усиления ростовых процессов, повышения урожайности, иммунитета к бо­лезням и неблагоприятным факторам среды. За 2-3 суток до посадки обрабатывают клубни картофеля (10-15 мл/ 2-3 л воды), перед посевом замачивают на 12 часов семена капусты, огурца за­щищенного грунта, томата защищенного и открытого грунта (0,5 мл/200 мл во­ды). Четыре раза за сезон поливают под корень (12,5 мл/5 л воды) черную смородину, землянику и розы защищенного грунта.

**\*   Регулятор роста растений Никотиновая кислота ([ниацин](http://farming.by/tag/%D0%BD%D0%B8%D0%B0%D1%86%D0%B8%D0%BD%22%20%5Co%20%22Posts%20tagged%20with%20%D0%BD%D0%B8%D0%B0%D1%86%D0%B8%D0%BD)).** В ка­талоге отсутствует, но свободно про­дается в аптеках. Применяется при замачивании семян для более быстрого их прорастания и дружного появления всходов. Очень эффективна для перца.

**\*  Регулятор роста растений [Новосил](http://farming.by/tag/%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D1%81%D0%B8%D0%BB%22%20%5Co%20%22Posts%20tagged%20with%20%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D1%81%D0%B8%D0%BB) (тритерпеновая кислота)**, водная эмульсия. Выпускается в двух модификациях (50 г/л и 100 г/л).
**Новосил, инструкция по применению:** ускоряет созревание, повышает урожайность и устойчивость к болезням: томаты (1 мл/3 л воды) — в фазе 1, 2 и 3 кистей, лук-репку (2 мл/3 л воды) — в фазе 4 листьев и через 15 дней после первой обработки, картофель (2 мл/3 л воды) — в начале цветения, в период массового цветения и через 7 дней по­сле второй обработки, огурцы (0,3 мл/3 л воды) — в фазы 2-4 настоящих листьев, начала цветения, массового цветения и через 7 дней после третьей обработ­ки, капусту (0,8 мл/3 л воды) — в фазы 6-7 листьев и массового завязывания кочанов, фасоль (0,4 мл/3 л воды) — в фазы начала цветения, массового цве­тения и через 7 дней после второй обработки, виноград (0,1 мл/6 л воды) — в фазе 4-го листа и через 15 дней пос­ле первой обработки. В случае использо­вания модификации (100 г/л) количество новосила нужно брать в 2 раза меньше.

**\*   Регулятор или стимулятор роста растений ОберегЪ (арахидоновая кислота)**, раствор. Повышает урожайность и ан­тистрессовую активность яблони, вино­града, черной смородины, земляни­ки, картофеля, капусты белокочанной, огурцов, томатов, моркови, гороха, лука. Применяют согласно инструкции.

**\*   Регулятор или стимулятор роста растений Проросток** (арахидоновая кислота), раствор. Повышает урожайность и устой­чивость растений к заболеваниям. Со­гласно инструкции обрабатывают клубни картофеля перед посадкой и замачивают семена томата, огурца, капусты белоко­чанной, моркови, гороха, лука.

**\*   Регулятор роста растений Рибав-Экстра** (L-аланин + L-глутаминовая кислота), раствор. Обрабаты­вают перед посевом семена гороха, томата, лука-чернушки, свеклы, чтобы увеличить полевую всхожесть.
**Рибав-Экстра, инструкция по применению:**для сти­муляции корнеобразования замачивают на 18 часов зеленые черенки или кор­невую систему саженцев яблони, гру­ши, вишни, сливы, жимолости, рябины, аронии, малины, ежевики, ирги, сирени. Применяют согласно инструкции.

**\*   Регулятор роста растений Томатон** (4-хлорфеноксиуксусная кислота), раствор.
**Томатон, инструкция по применению:**чтобы улучшить за- вязываемость плодов, ускорить их со­зревание и увеличить содержание су­хого вещества, сахароз и витамина С, однократно обмакивают первые и вто­рые цветочные кисти томатов открытого и защищенного грунта в рабочий рас­твор (1 мл/0,5 л воды).

**\*   Регулятор роста растений УкоренитЪ** (4-(индол-3-ил)-масляная кислота), смачивающийся порошок. Что­бы улучшить корнеобразование и повы­сить приживаемость черенков вишни, смородины, жимолости, сливы, крыжов­ника, облепихи, гвоздики, декоративных кустарников, погружают их в раствор укоренита. Расход препарата 10-20 мг/ черенок. Корневую систему саженцев этих культур замачивают в растворе, в 5 л воды которого растворено 5 г пре­парата.

**\*    Регулятор роста растений Универсальный** (этан-1,2-дикарбо- новая кислота), кристаллический по­рошок. Для повышения урожайности, сахаристости и ускорения созревания опрыскивают в фазе бутонизации вино­град (0,8 г/10 л воды), а в период мас­сового цветения землянику (0,75 г/10 л воды), черешню, вишню, алычу и абри­кос (0,3 г/10 л воды).

**\*   Стимулятор роста растений Цветень** (гиббереллиновых кислот натриевая соль), кристаллический поро­шок. Повышает урожайность, ускоряет созревание. Капусту в фазах 6-8 листьев и завязывания кочана опрыскивают ра­бочим раствором, содержащим в 3 л во­ды 2,5 г препарата. Для опрыскивания баклажана, огурца, перца сладкого, то­мата, фасоли и винограда концентрацию удваивают.

**Лекции**

Растению, как и живому организму для нормального, и что очень важно товаропроизводителю, для продуктивного развития необходим комплекс физиологических условий. Один из определяющих жизненных факторов – питательный режим окружающей среды. В практике выращивания сельскохозяйственных культур существует несколько способов обеспечения растений питательными элементами.

     Наиболее эффективное средство мобильной корректировки минерального питания – внекорневая обработка, иными словами, нанесение растворов дефицитных элементов на листовую массу растений. Именно в таких программах питания применяются регулирующие рост веществ на основе биоорганических и синтетических соединений.

     Регуляторы роста растений, или, как их еще называют, биостимуляторы – это природные или синтетические соединения, которые в очень малых дозах способны вызывать значительные изменения в росте и развитии растений.

     К регуляторам роста растений относятся:
     - фитогормоны (ауксины, гиббереллины, цитокинины, эндогенный этилен, абсцизовая кислота);
     - ингибиторы негормональной природы (фенолы, производные мочевины);
     - синтетические (ретарданты, дефолианты, морфактины)

     Применение биорегуляторов роста растений приводит к сдвигам в обмене веществ организма, ускоряет метаболические реакции и, в зависимости от состава ферментативного катализатора, повышает защитные реакции организма к внешним негативным факторам. Стойкость растений способствует качественным изменениям эндогенной системы. Обладая низкой молекулярной массой и запасом дополнительной энергии, содержащиеся в биоудобрениях фитогормоны повышают мобильность прохождения реакций, сокращая время метаболизма в десятки, а то и сотни раз.

     Одно из важных свойств биорегуляторов – повышение устойчивости растений к поражению болезнями и вредителями.

     Применение биостимуляторов роста позволяет наиболее полно реализовать потенциальные возможности растения, заложенные в геноме природой и селекцией, регулировать сроки созревания, улучшать качество и увеличивать продуктивность растений.

     Широкое применение биостимуляторов роста растений– одно из быстро развивающихся направлений в мировой практике растениеводства. Во многих развитых странах законодательство запрещает или ограничивает массированное использование в сельском хозяйстве трансгенных растений и химических препаратов. На смену химическим средствам повышения урожайности приходят биоорганические удобрения и пестициды.

Природные ингибиторы роста кумарин и его производные, абсцизовая кислота и др. тормозят рост растений при переходе их в состояние покоя. Наибольшее практическое значение имеют синтетические аналоги природных регуляторов роста: аналоги ауксинов и цитокининов, синтетические брассинолиды, а также вещества ретардантного действия (подавляющие рост): продуценты этилена, антиауксины и антигиббереллины.

 [**Регуляторы роста растений**](http://www.xumuk.ru/encyklopedia/2/3851.html)**в сельском хозяйстве.**Применение [регуляторов роста растений](http://www.xumuk.ru/encyklopedia/2/3851.html) в практике позволяет получить сдвиги в [обмене веществ](http://www.xumuk.ru/encyklopedia/2/2987.html), идентичные тем, которые возникают под влиянием определённых внешних условий (длины дня, [температуры](http://www.xumuk.ru/encyklopedia/2/4344.html) и др.), например ускорить образование генеративных органов, усилить или затормозить рост и т. п. Для усиления роста и органогенеза культурных растений применяются стимуляторы типа [ауксинов](http://www.xumuk.ru/encyklopedia/412.html) и [гиббереллинов](http://www.xumuk.ru/encyklopedia/1001.html), а для торможения — синтетические[ингибиторы роста](http://www.xumuk.ru/bse/1056.html), в том числе [дефолианты](http://www.xumuk.ru/encyklopedia/1242.html), вызывающие опадение листьев, и [десиканты](http://www.xumuk.ru/encyklopedia/1228.html) — подсушивание органов или целых растений.

  Синтетические стимуляторы типа [ауксинов](http://www.xumuk.ru/encyklopedia/412.html) b-индолилуксусная [кислота](http://www.xumuk.ru/bse/1276.html), или [гетероауксин](http://www.xumuk.ru/biospravochnik/532.html), b-индолилмасляная комитета, a-нафтил-уксусная комитета, или АНУ) используются для усиления корнеобразования у черенков древесных и травянистых растений, улучшения срастания [тканей](http://www.xumuk.ru/biospravochnik/53.html) при их пересадке и прививках, для предотвращения опадения завязей у плодовых деревьев и ягодников и др. Эти[вещества](http://www.xumuk.ru/encyklopedia/721.html) применяют в различных [концентрациях](http://www.xumuk.ru/encyklopedia/2115.html) (от 20 до 1000 мг/л) в зависимости от способа их нанесения на растение. [Гиббереллины](http://www.xumuk.ru/encyklopedia/1001.html) используют для усиления роста ягод бессемянных [сортов](http://www.xumuk.ru/biospravochnik/216.html) винограда, выведения из состояния покоя клубней картофеля, усиления роста стеблей конопли, льна и ускорения плодоношения томата.

  Синтетические [ингибиторы роста](http://www.xumuk.ru/bse/1056.html) используют для задержания прорастания клубней картофеля при хранении, торможения роста стеблей злаков для повышения устойчивости к полеганию (ретарданты), уничтожения сорняков ([гербициды](http://www.xumuk.ru/encyklopedia/983.html)) и др. Механизм тормозящего действия синтетических [ингибиторов](http://www.xumuk.ru/encyklopedia/1670.html) на растения недостаточно изучен. Установлено, что большинство из них задерживает рост путём разобщения процессов [фосфорилирования](http://www.xumuk.ru/encyklopedia/2/4864.html%22%20%5Co%20%22%D0%A5%D0%B8%D0%BC%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B0%D1%8F%20%D1%8D%D0%BD%D1%86%D0%B8%D0%BA%D0%BB%D0%BE%D0%BF%D0%B5%D0%B4%D0%B8%D1%8F) и [дыхания](http://www.xumuk.ru/encyklopedia/1501.html), подавления синтеза [нуклеиновых кислот](http://www.xumuk.ru/encyklopedia/2/2974.html).

  Наиболее распространённый способ обработки [растений регуляторами роста](http://www.xumuk.ru/encyklopedia/2/3851.html) — опрыскивание. Так, для предотвращения опадения завязей плодовые деревья и ягодники опрыскивают стимуляторами типа АНУ и её производными. Для увеличения выхода волокна у лубяных культур вегетирующие растения опрыскивают[раствором](http://www.xumuk.ru/encyklopedia/2/3823.html) [гиббереллина](http://www.xumuk.ru/encyklopedia/1001.html).

Регуляторы роста растений начали применять в сельскохозяйственном производстве сравнительно недавно. Постепенно накапливался практический опыт, изучались данные о факторах эффективности регуляторов роста, разнообразных побочных явлениях, связанных с применением биологически активных веществ. Список химических препаратов, способных изменять интенсивность физиологических процессов растений в направлении улучшения хозяйственно ценных признаков или получения признаков, желательных практику, постоянно пополняется. В последнее десятилетие препараты с биологической активность используются при выращивании многих сельскохозяйственных культур в больших масштабах. Они успешно применяются для борьбы с полеганием зерновых, задержки роста молодых побегов и регулирования плодоношения в плодоводстве, предотвращения прорастания клубней картофеля при хранении и т. п. Регуляторы роста дают возможность интенсифицировать и механизировать многие производственные процессы в сельском хозяйстве.
Широкое практическое применение регуляторы роста растений находят и в виноградарстве. Особенности культуры накладывают отпечаток и на использование препаратов с биологической активностью. Так, в нашей стране и за рубежом при выращивании бессемянных сортов винограда применяется гиббереллин. Виноград — сельскохозяйственная культура, которая размножается вегетативно и прививкой на филлоксероустойчивые подвои. Поэтому вопросы улучшения корнеобразования, интенсификации каллусообразования (в случае привитой культуры) приобретают первостепенное значение. Успешно решить эти вопросы помогают регуляторы роста. Многие сорта винограда обладают сильным ростом побегов, рыхлой гроздью, склонны к торошению. Для умерения роста побегов, выполнения восполненности грозди, предотвращения осыпания цветов и завязей также можно использовать регуляторы роста.
С помощью регуляторов роста растений на виноградном растении можно получить разнообразные эффекты. Однако желаемый эффект можно получить только при грамотном использовании препаратов с биологической активностью. Было бы ошибочным считать, что с помощью регуляторов роста растений можно вызвать появление у винограда каких-то новых, не присущих ему свойств. Действие регуляторов роста строго ограничено пределами генотипа растений. Используемые экзогенно регуляторы роста помогают растению более полно использовать унаследованный потенциал, который по ряду причин может остаться неиспользованным.
Все используемые регуляторы роста растений — высокоспецифичные активные соединения. Они чувствительны даже к сортовым различиям растений, а физиологическое действие зависит от многих факторов — срока обработки, концентрации препарата, состояния растений и т. д. Один и тот же препарат в зависимости от сочетания факторов может быть использован по-разному.
Необходимо всегда помнить, что применение регуляторов роста растений в полевых условиях будет эффективно только при строгом соблюдении технологии выращивания и высоком уровне обеспечения растений питательными веществами. Регуляторы роста не исправляют ошибки технологии и не заменяют удобрений. Наоборот, они эффективно действуют только на высоких агрофонах, активизируя многие физиологические процессы.

**Лекция Практическое применение пиридина и пиперидина регуляторного действия.в растениводстве и плодоводстве.**

Общая характеристика. Классификация.

Гетероциклическими называют циклические органические соединения, в состав цикла которых, помимо атомов углерода, входят один или несколько атомов других элементов (гетероатомов).

Гетероциклические соединения очень разнообразны. Их классифицируют согласно следующим структурным признакам:

•  природа гетероатома;

•  число гетероатомов;

•  размер цикла;

•  степень насыщенности.

В зависимости от природы гетероатома различают, в частности, азот-, кислород-, серосодержащие гетероциклические соединения. Гетероциклы с этими гетероатомами наиболее важны в связи с их биологической ролью.

По числу гетероатомов гетероциклические соединения подразделяют на гетероциклы с одним, двумя и т. д. гетероатомами. При этом гетероатомы могут быть как одинаковыми, так и разными.

Размер цикла может быть различным, начиная с трехчленного. Наибольшее распространение в природе имеют пяти- и шестичленные циклы, содержащие в качестве гетероатомов азот, кислород, серу. В таких соединениях валентные углы между атомами в цикле существенно не отличаются от обычных валентных углов *sp3-*или sр2-гибридизованного атома углерода. Причина этого заключается в одинаковой гибридизации атомов С, N, О, S и сравнительно небольших размерах указанных атомов, близких по размеру к группе СН2, поэтому замена группировки -СН2- или -СН= в цикле на такойгетероатом практически не изменяет геометрию молекулы.

Гетероциклы могут быть ароматическими, насыщенными и ненасыщенными.

**Ароматические гетероциклы**- самые распространенные в природе, поэтому им уделено основное внимание в данной главе. Наиболее важные гетероциклы, составляющие основу многих природных биологически активных веществ и лекарственных средств.

**Насыщенные гетероциклы,**например приведенные ниже, представляют собой циклические простые эфиры или вторичные амины с циклическим скелетом.

**Ненасыщенные гетероциклы**(кроме ароматических) часто неустойчивы и встречаются, как правило, в виде производных. Кислородсодержащий гетероцикл α-пиран вообще не известен, так кактермодинамически неустойчив.

**Номенклатура**

Названия ароматических гетероциклов, как правило, тривиальные, и они приняты номенклатурой ИЮПАК.

В моноциклических соединениях нумерация атомов всегда начинается от гетероатома (примеры нумерации приведены выше). В гетероциклах с несколькими одинаковыми гетероатомами эти атомы получают наименьшие номера. Если имеются два атома азота с различным электронным строением (-N= и -NH-), то нумерацию ведут от фрагмента -NH-, как показано на примерах пиразола и имидазола. Вгетероциклах с разными гетероатомами старшим считается кислород, далее сера и затем азот.

В конденсированных гетероциклах нумерацию ведут от одной из вершин бициклической структуры так, чтобы гетероатом получил наименьший номер (см. примеры хинолина и изохинолина). Однако имеются исключения из этого правила, как, например, пурин, для которого сохранена исторически сложившаяся нумерация.

Производные гетероциклов называют по общим правилам заместительной номенклатуры, где в качестве названий родоначальных структур приняты тривиальные названия гетероциклов. В приведенных примерах в скобках указаны также тривиальные названия некоторых производных.

**Реакционная способность ароматических гетероциклов**

*Ароматические свойства*

**Пиридин**по электронному строению напоминает бензол. Все атомы углерода и атом азота находятся в состоянии sp2-гибридизации, и все σ-связи (C-C, C-N и C-H) лежат в одной плоскости. Из трех гибридных орбиталей атома азота две участвуют в образовании σ-связей с атомами углерода (показаны только оси этих орбиталей), а третья орбиталь содержит неподеленную пару электронов и в образовании связи не участвует. Атом азота с такой электронной конфигурацией называют *пиридиновым.*

|  |
| --- |
|  |

За счет электрона, находящегося на негибридизованной р-орбитали, атом азота участвует в образовании единого электронного облака s*р*-электронами пяти атомов углерода. Таким образом, пиридин является π,π-сопряженной системой и удовлетворяет критериям ароматичности.

В результате большей электроотрицательности по сравнению с атомом углерода пиридиновый атом азота понижает электронную плотность на атомах углерода ароматического кольца, поэтому системы с пиридиновым атомом азота называют *π-недостаточными.*Кроме пиридина, примером таких систем служит пиримидин, содержащий два пиридиновых атома азота.

**Пиррол**также относится к ароматическим соединениям. Атомы углерода и азота в нем, как и в пиридине, находятся в состоянии sp2-гибридизации. Однако в отличие от пиридина атом азота в пирроле имеет иную электронную конфигурацию.

На негибридизованной  *р*-орбитали атома азота находится неподеленная пара электронов. Она участвует в сопряжении с *р*-электрона- ми четырех атомов углерода с образованием единогошестиэлектронного облака. Три sp2-гибридные орбитали образуют три σ-связи - две с атомами углерода, одну с атомом водорода. Атом азота в таком электронном состоянии получил название *пиррольного.*

Шестиэлектронное облако в пирроле благодаря *р,π*-сопряжению делокализовано на пяти атомах цикла, поэтому пиррол представляет собой *π-избыточную*систему.

В **фуране**и **тиофене**ароматический секстет также включает неподеленную пару электронов негибридизованной p-АО кислорода или серы соответственно. В **имидазоле**и **пиразоле**два атома азота вносят разный вклад в образование делокализованного электронного облака: пиррольный атом азота поставляет пару и-электронов, а пиридиновый - один p-электрон.

Ароматичностью обладает также **пурин,**представляющий собой конденсированную систему двух гетероциклов - пиримидина и имидазола.

Делокализованное электронное облако в пурине включает 8 π-электронов двойных связей и неподеленную пару электронов атома N-9. Общее число электронов в сопряжении, равное десяти, соответствует формуле Хюккеля (4n + 2, где *п =*2).

Гетероциклические ароматические соединения обладают высокой термодинамической устойчивостью. Неудивительно, что именно они служат структурными единицами важнейших биополимеров - нуклеиновых кислот.

**Кислотно-основные и нуклеофильные свойства**

Основные свойства гетероциклических соединений обусловлены неподеленной парой электронов гетероатома, способной присоединять протон. Такими свойствами обладает пиридиновый атом азота, у которого n-электроны находятся на sp2-гибридной орбитали и не вступают в сопряжение. Пиридин является основанием и с сильными кислотами образует *пиридиниевые соли,*подобные аммониевым солям.

Аналогично основные свойства проявляют и другие гетероциклы, содержащие пиридиновый атом азота. Так, имидазол и пиразол образуют соли с минеральными кислотами за счет пиридинового атома азота.

Пиррольный атом азота в молекулах имидазола, пиразола и, естественно, самого пиррола не склонен связывать протон, так как его неподеленная пара электронов является частью ароматического секстета. В результате пиррол практически лишен основных свойств.

В то же время пиррольный атом азота может служить центром кислотности. Пиррол ведет себя, как слабая NH-кислота, поэтому протон будет отщепляться только при действии очень сильных оснований, например амида натрия NaNH2 или гидрида натрия NaH. За счет пиррольного атома азота в реакциях со щелочными металлами также образуются соли, которые легко гидролизуются.

Таким образом, имидазол и пиразол могут проявлять как основные, так и кислотные свойства, т. е. являются *амфотерными*соединениями.

Гетероциклы, содержащие пиридиновый атом азота, проявляют и нуклеофильные свойства, т. е. способность атаковать атом углерода, несущий частичный положительный заряд (электрофильныйцентр). Так, взаимодействие пиридина с галогеноалканами приводит к образованию *алкилпиридиниевых солей.*

**Особенности реакций электрофильного замещения**

Пиррол и фуран относятся к π-избыточным системам. У них легче протекают реакции электрофильного замещения по сравнению с бензолом. Следует, однако, учитывать, что сильные кислоты, часто применяемые при электрофильном замещении, атакуют атомы углерода π-избыточных гетероциклов, что приводит к образованию смесей полимерных продуктов, не имеющих практического применения. Способность гетероциклических соединений подвергаться глубоким превращениям под действием кислот называют *ацидофобностью*(боязнью кислот), а сами гетероциклы - *ацидофобными.*

Пиридин и другие гетероциклы с пиридиновым атомом азота являются электронодефицитными. Они гораздо труднее, чем бензол, вступают в реакции электрофильного замещения, а некоторые реакции (например, алкилирование по атомам углерода кольца) не идут вовсе. Низкая реакционная способность пиридина обусловлена еще и тем, что в сильнокислых средах, в которых осуществляетсяэлектрофильное замещение, пиридин находится в протонированной форме в виде катиона пиридиния C5H5NH+, что существенно затрудняет электрофильную атаку.

**Гетероциклы с одним гетероатомом**

**Пиридин.**Этот наиболее типичный представитель ароматических гетероциклов проявляет большинство химических свойств ароматических соединений: легче вступает в реакции замещения, чем присоединения; его атомы углерода устойчивы к действию окислителей. Он термодинамически устойчив.

В то же время гомологи пиридина (аналогично гомологам бензола) легко окисляются в соответствующие пиридинкарбоновые кислоты. Важное значение имеет окисление изомерных метилпиридинов. Так, 3-метилпиридин превращается в никотиновую кислоту, а его 4-изо- мер - в изоникотиновую (пиридин-4-карбоновую) кислоту.

Кстати, никотиновая кислота получила свое название оттого, что была получена при окислении никотина.

Как уже говорилось, пиридин проявляет основные свойства; его основность несколько выше, чем ароматических аминов (например, анилина), но значительно ниже, чем алифатических аминов. Это связано с тем, что неподеленная пара электронов атома азота занимает sp2-гибридную орбиталь. Атом азота в пиридине более электроотрицателен, чем sp3-гибридизованный атом азота в алифатических аминах, и, следовательно, прочнее удерживает свою электронную пару.

Благодаря пониженной электронной плотности на атомах углерода кольца пиридин может вступать в не характерные для бензола реакции с нуклеофильными реагентами. Наиболее восприимчиво к нуклеофильной атаке кольцо алкилпиридиниевого иона, где электронная плотность на атомах углерода особенно понижена. Так, алкилпиридиниевые соли способны восстанавливаться комплексными гидридами металлов в частично насыщенное производное пиридина, как упрощенно показано ниже.

В 1,4-дигидро-N-метилпиридине ароматичность нарушена, поэтому его молекула обладает большим запасом энергии и стремится путем обратной реакции окисления вновь перейти в ароматическое состояние. Эти реакции окисления-восстановления моделируют действие важного кофермента НАД+, в состав которого входит замещенный катион пиридиния.

Структура полностью насыщенного пиридина - пиперидина - лежит в основе анальгетика **промедола.**

Важными производными пиридина являются некоторые витамины группы В, выступающие в роли структурных элементов коферментов. Ниже приведены различные формы витамина В6, участвующие в виде фосфатов в реакции биосинтеза α-аминокислот.

|  |
| --- |
| ***Никотиновая и изоникотиновая кислоты и их производные.***Никотиновая кислота и ее амид - **никотинамид**- известны как две формы витамина РР. Никотинамид является составной частью ферментных систем, ответственных за окислительно-восстановительные процессы в организме, а диэтиламид никотиновой кислоты - **кордиамин**- служит эффективным стимулятором ЦНС. |

Растению, как и живому организму для нормального, и что очень важно товаропроизводителю, для продуктивного развития необходим комплекс физиологических условий. Один из определяющих жизненных факторов – питательный режим окружающей среды. В практике выращивания сельскохозяйственных культур существует несколько способов обеспечения растений питательными элементами.

     Наиболее эффективное средство мобильной корректировки минерального питания – внекорневая обработка, иными словами, нанесение растворов дефицитных элементов на листовую массу растений. Именно в таких программах питания применяются регулирующие рост веществ на основе биоорганических и синтетических соединений.

     Регуляторы роста растений, или, как их еще называют, биостимуляторы – это природные или синтетические соединения, которые в очень малых дозах способны вызывать значительные изменения в росте и развитии растений.

     К регуляторам роста растений относятся:
     - фитогормоны (ауксины, гиббереллины, цитокинины, эндогенный этилен, абсцизовая кислота);
     - ингибиторы негормональной природы (фенолы, производные мочевины);
     - синтетические (ретарданты, дефолианты, морфактины)

     Применение биорегуляторов роста растений приводит к сдвигам в обмене веществ организма, ускоряет метаболические реакции и, в зависимости от состава ферментативного катализатора, повышает защитные реакции организма к внешним негативным факторам. Стойкость растений способствует качественным изменениям эндогенной системы. Обладая низкой молекулярной массой и запасом дополнительной энергии, содержащиеся в биоудобрениях фитогормоны повышают мобильность прохождения реакций, сокращая время метаболизма в десятки, а то и сотни раз.

     Одно из важных свойств биорегуляторов – повышение устойчивости растений к поражению болезнями и вредителями.

     Применение биостимуляторов роста позволяет наиболее полно реализовать потенциальные возможности растения, заложенные в геноме природой и селекцией, регулировать сроки созревания, улучшать качество и увеличивать продуктивность растений.

     Широкое применение биостимуляторов роста растений– одно из быстро развивающихся направлений в мировой практике растениеводства. Во многих развитых странах законодательство запрещает или ограничивает массированное использование в сельском хозяйстве трансгенных растений и химических препаратов. На смену химическим средствам повышения урожайности приходят биоорганические удобрения и пестициды.

Природные ингибиторы роста кумарин и его производные, абсцизовая кислота и др. тормозят рост растений при переходе их в состояние покоя. Наибольшее практическое значение имеют синтетические аналоги природных регуляторов роста: аналоги ауксинов и цитокининов, синтетические брассинолиды, а также вещества ретардантного действия (подавляющие рост): продуценты этилена, антиауксины и антигиббереллины.

 [**Регуляторы роста растений**](http://www.xumuk.ru/encyklopedia/2/3851.html)**в сельском хозяйстве.**Применение [регуляторов роста растений](http://www.xumuk.ru/encyklopedia/2/3851.html) в практике позволяет получить сдвиги в [обмене веществ](http://www.xumuk.ru/encyklopedia/2/2987.html), идентичные тем, которые возникают под влиянием определённых внешних условий (длины дня, [температуры](http://www.xumuk.ru/encyklopedia/2/4344.html) и др.), например ускорить образование генеративных органов, усилить или затормозить рост и т. п. Для усиления роста и органогенеза культурных растений применяются стимуляторы типа [ауксинов](http://www.xumuk.ru/encyklopedia/412.html) и [гиббереллинов](http://www.xumuk.ru/encyklopedia/1001.html), а для торможения — синтетические[ингибиторы роста](http://www.xumuk.ru/bse/1056.html), в том числе [дефолианты](http://www.xumuk.ru/encyklopedia/1242.html), вызывающие опадение листьев, и [десиканты](http://www.xumuk.ru/encyklopedia/1228.html) — подсушивание органов или целых растений.

  Синтетические стимуляторы типа [ауксинов](http://www.xumuk.ru/encyklopedia/412.html) b-индолилуксусная [кислота](http://www.xumuk.ru/bse/1276.html), или [гетероауксин](http://www.xumuk.ru/biospravochnik/532.html), b-индолилмасляная комитета, a-нафтил-уксусная комитета, или АНУ) используются для усиления корнеобразования у черенков древесных и травянистых растений, улучшения срастания [тканей](http://www.xumuk.ru/biospravochnik/53.html) при их пересадке и прививках, для предотвращения опадения завязей у плодовых деревьев и ягодников и др. Эти[вещества](http://www.xumuk.ru/encyklopedia/721.html) применяют в различных [концентрациях](http://www.xumuk.ru/encyklopedia/2115.html) (от 20 до 1000 мг/л) в зависимости от способа их нанесения на растение. [Гиббереллины](http://www.xumuk.ru/encyklopedia/1001.html) используют для усиления роста ягод бессемянных [сортов](http://www.xumuk.ru/biospravochnik/216.html) винограда, выведения из состояния покоя клубней картофеля, усиления роста стеблей конопли, льна и ускорения плодоношения томата.

  Синтетические [ингибиторы роста](http://www.xumuk.ru/bse/1056.html) используют для задержания прорастания клубней картофеля при хранении, торможения роста стеблей злаков для повышения устойчивости к полеганию (ретарданты), уничтожения сорняков ([гербициды](http://www.xumuk.ru/encyklopedia/983.html)) и др. Механизм тормозящего действия синтетических [ингибиторов](http://www.xumuk.ru/encyklopedia/1670.html) на растения недостаточно изучен. Установлено, что большинство из них задерживает рост путём разобщения процессов [фосфорилирования](http://www.xumuk.ru/encyklopedia/2/4864.html%22%20%5Co%20%22%D0%A5%D0%B8%D0%BC%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B0%D1%8F%20%D1%8D%D0%BD%D1%86%D0%B8%D0%BA%D0%BB%D0%BE%D0%BF%D0%B5%D0%B4%D0%B8%D1%8F) и [дыхания](http://www.xumuk.ru/encyklopedia/1501.html), подавления синтеза [нуклеиновых кислот](http://www.xumuk.ru/encyklopedia/2/2974.html).

  Наиболее распространённый способ обработки [растений регуляторами роста](http://www.xumuk.ru/encyklopedia/2/3851.html) — опрыскивание. Так, для предотвращения опадения завязей плодовые деревья и ягодники опрыскивают стимуляторами типа АНУ и её производными. Для увеличения выхода волокна у лубяных культур вегетирующие растения опрыскивают[раствором](http://www.xumuk.ru/encyklopedia/2/3823.html) [гиббереллина](http://www.xumuk.ru/encyklopedia/1001.html).

Регуляторы роста растений начали применять в сельскохозяйственном производстве сравнительно недавно. Постепенно накапливался практический опыт, изучались данные о факторах эффективности регуляторов роста, разнообразных побочных явлениях, связанных с применением биологически активных веществ. Список химических препаратов, способных изменять интенсивность физиологических процессов растений в направлении улучшения хозяйственно ценных признаков или получения признаков, желательных практику, постоянно пополняется. В последнее десятилетие препараты с биологической активность используются при выращивании многих сельскохозяйственных культур в больших масштабах. Они успешно применяются для борьбы с полеганием зерновых, задержки роста молодых побегов и регулирования плодоношения в плодоводстве, предотвращения прорастания клубней картофеля при хранении и т. п. Регуляторы роста дают возможность интенсифицировать и механизировать многие производственные процессы в сельском хозяйстве.
Широкое практическое применение регуляторы роста растений находят и в виноградарстве. Особенности культуры накладывают отпечаток и на использование препаратов с биологической активностью. Так, в нашей стране и за рубежом при выращивании бессемянных сортов винограда применяется гиббереллин. Виноград — сельскохозяйственная культура, которая размножается вегетативно и прививкой на филлоксероустойчивые подвои. Поэтому вопросы улучшения корнеобразования, интенсификации каллусообразования (в случае привитой культуры) приобретают первостепенное значение. Успешно решить эти вопросы помогают регуляторы роста. Многие сорта винограда обладают сильным ростом побегов, рыхлой гроздью, склонны к торошению. Для умерения роста побегов, выполнения восполненности грозди, предотвращения осыпания цветов и завязей также можно использовать регуляторы роста.
С помощью регуляторов роста растений на виноградном растении можно получить разнообразные эффекты. Однако желаемый эффект можно получить только при грамотном использовании препаратов с биологической активностью. Было бы ошибочным считать, что с помощью регуляторов роста растений можно вызвать появление у винограда каких-то новых, не присущих ему свойств. Действие регуляторов роста строго ограничено пределами генотипа растений. Используемые экзогенно регуляторы роста помогают растению более полно использовать унаследованный потенциал, который по ряду причин может остаться неиспользованным.
Все используемые регуляторы роста растений — высокоспецифичные активные соединения. Они чувствительны даже к сортовым различиям растений, а физиологическое действие зависит от многих факторов — срока обработки, концентрации препарата, состояния растений и т. д. Один и тот же препарат в зависимости от сочетания факторов может быть использован по-разному.
Необходимо всегда помнить, что применение регуляторов роста растений в полевых условиях будет эффективно только при строгом соблюдении технологии выращивания и высоком уровне обеспечения растений питательными веществами. Регуляторы роста не исправляют ошибки технологии и не заменяют удобрений. Наоборот, они эффективно действуют только на высоких агрофонах, активизируя многие физиологические процессы.

***Лекция***

***Өсімдіктердің өсуін реттеушілерді қолданудың артықшылықтарын келтіріңіз.***

 Өсімдік өсіру, өсімдік шаруашылығы – ауы­л шаруашылығыныңның халықты азық-түлікпе­н, мал шаруашылығын жем-шөппен, өнеркәсі­пті шикізатпен қамтамасыз ететін маңызды­ саласы. Мал шаруашылығымен тығыз байлан­ысты. Өсімдік өсіруге егіншілік, шабынды­қ, орман шаруашылығы, көкөніс шаруашылығ­ы, жеміс-жидек шаруашылығы, әсемдік бақ ­өсіру және жабайы жеміс-жидек, саңырауқұ­лақ, дәрілік, т.б. пайдалы өсімдіктерді ­жинау шаруашылықтары жатады. Екінші жағы­нан өсімдік өсіру – ауыл шаруашылығы өсі­мдіктері түсімін молайту, өнім сапасын ж­ақсарту, қаржы мен еңбекті аз жұмсап, кө­п өнім алу мәселелерін зерттейтін ғылым.­ Өсімдік өсіру ғылым ретінде ауыл шаруаш­ылығы өсімдіктерінің вегетация дәуірінің­ ұзақтығын, өсу және даму сатыларын, там­ыр жүйесінің даму динамикасын, құрғақ за­т жиналуын, зат алмасуын, суыққа, қуаңшы­лыққа төзімділігін, т.б. зерттейді. Өсім­діктің биологиялық және экологиялық ерек­шеліктеріне қарай түр, сорт, гибридтерді­ аудандастыру, жерсіндіру, т.б. мәселеле­рді шешеді. Ғылыми тұрғыдан егіншілік, т­опырақтану, биохимия, генетика, селекция­, микробиология, агрофизика, агрохимия, ­өсімдіктерді қорғау, т.б. ғылымдармен ты­ғыз байланысты.
 Жылыжайды желдету ұйымы.­
Ежелгі ғасырларда-ақ адам жерді өңдеп, ­егіншілікпен айналыса бастағаннан пайдал­ы өсімдіктердің ең жақсы түрін, сортын і­ріктеп, оларды өсіру әдістерін жақсартып­ отырған. Өсімдік өсіру туралы жалпы дер­ектер ежелгі Рим кезінен белгілі. Қазақс­танда бұл саладағы зерттеулер тұңғыш Тем­ір (1907), Львов (1908), Красноводопад (­1910), Семей (1911) егіс танаптарында ба­сталды. Өсімдік өсіру мәселелерімен респ­убликада әр жылдары құрылған мемлекеттік­ селекция және ауыл шаруашылығы станциял­арылары шұғылданды. 1934 жылы ашылған Қа­зақ егіншілік ғылыми-зерттеу институты р­еспубликада осы бағытта жүргізілетін зер­ттеулерді үйлестіріп отыратын ірі ғылыми­ орталыққа айналды. Зерттеу жұмыстарымен­ ВАСХНИЛ-дің Шығыс бөлімшесі қарамағында­ғы бірнеше ауыл шаруашылығы ғылыми-зертт­еу, ауыл шаруашылығы институттары, 18 об­лыстың ауыл шаруашылығы және 2 мемлекетт­ік селекция станциялары шұғылданды. Қаза­қстанда Өсімдік өсіру ғылымының дамуына ­Александр Иванович Бараев,Кузьмин Валент­ин Петрович, Зыков Дмитрий Андреевич, К.­Иманғазиев, Бияшев Ғакаш Закиевич, А.И. ­Бабаев, А.Жанғалиев, Н.Л. Удольская,А.К.­ Гольбек, А.И. Кацейка, т.б. үлкен үлес ­қосты. К.А. Тимирязев,Д.Н. Прянишников, ­В.Р. Вильямс, Н.И. Вавилов, И.В. Мичурин­, т.б. еңбектерінің үлкен маңызы болды. ­Екпе дақылдарды қандай мақсатта егілетін­іне және күту әдісіне қарай 7 топқа және­ өсімдіктің биологиялық ерекшелігіне, хи­миялық құрамына, т.б. қарай бірнеше клас­сификациялық топқа бөледі (қ. Кесте). Ау­ыл шаруашылығы дақылдарын өсірудің техно­логиясы мен өнім өндірудегі негізгі тәсі­лдер: жергілікті климат пен топыраққа бе­йімделген, бағалы шаруашылық және биолог­иялық қасиетімен ерекшеленетін сорттарды­ таңдап алу; ауыспалы егіс жүйесінде алғ­ы дақылдарды дұрыс таңдау; топырақты өңд­еу шараларын жүргізу және тыңайтқыштарды­ қолдану; тұқым себуге дайындалу; тұқым ­себу (мерзімі, себілетін тұқым мөлшері, ­себу әдісі және тереңдігі агротех. талап­тарға сай болуы керек); егісті талапқа с­ай күтіп-баптау (топырақты өңдеу, үстеп ­қоректендіру, арам шөптерін жұлу, өсімді­ктерді зиянкестерден және аурудан қорғау­, пәлегін және жапырағын түсіру тәсілдер­ін қолдану); егінді, шыққан өнімді ысыра­псыз жинау (негізгі және қосалқы өнімді ­шығынсыз жинауды мерзімінде ұйымдастыру,­ егіс даласын аңыздық қалдықтардан тазар­ту, өнімді жинағаннан кейін топырақты өң­деуді ұйымдастыру), т.б. Өсімдік өсіруде­гі басты мақсат – ауыл шаруашылығы дақыл­дарын өсірудің ең тиімді тәсілдерін қолд­анып, ғылымның кейінгі жетістіктері мен ­қарқынды технологияға сүйене отырып, аст­ықтың, көкөністің және технология дақылд­ардың өнімділігін жоғарылату және өнім с­апасын арттыру. Өсімдік өсірудегідегі ғы­лыми-зерттеу жұмыстары кезінде егістікке­ тәжірибе танаптарын белгілеу, лабаратор­ия және вегетация тәсілдерді қолдану арқ­ылы тұқымның, өсімдіктердің және топырақ­тың физика, химия, биология және микроби­ология қасиеттерінің өзгеруіне талдау жа­салынады. Сонымен қатар, ғылым жетістікт­ерін, ұсынылған жаңа әдістерді және егіс­тік дақылдардың жаңа сорттарын (гибридте­рін) сынау мақсатында және олардың агрот­ехникалық, экономикалық құндылығын анықт­ау үшін шаруашылықтарда өндірістік тәжір­ибелер жүргізіледі. Қазақстанда І.Әбуғал­иев, Л.Бобров, П.Ажигоев, А.Алманиязов, ­Б.Бәсібеков, В.Жигайлов, М.Ерлепесов, И.­Сүлейменов, М.Сүлейменов, С.Чаянов, т.б.­ ғалымдардың зерттеулері нәтижесінде ауы­л шаруашылығы және мал азықтық дақылдар ­өсірудің агротехникалық тәсілдері, аймақ­тық технологиялары, республиканың әр өңі­ріне арналған егіншілік жүйелері табылып­, өндіріске енгізілді, селекция және тұқ­ым өсіру мәселелері зерделенді. Р.Оразал­иев, Т.Зусманович, П.Федоров, Ғ.Мейірман­, В.Жигайлов, О.Төрешев, Б.Сариев, А.Әбу­ғалиева, Д.Ізбасаров, К.Шалбаев, С.Бабае­в, С.Кененбаев, І.Бәкірұлы, С.Сәдуақасов­, К.Аяпов, т.б. ғалымдардың еңбектері нә­тижесінде өсімдіктер түрлерінің бірнеше ­сорттары шығарылған. Қазақстанда өсімдік­ өсіруге байланысты ғылыми зерттеулерді ­Қазақ егіншілік ғылыми-зерттеу институты­, Қазақ жеміс-жидек және жүзім шаруашылы­ғы ғылыми-зерттеу институты, Қазақ карто­п және көкөніс шаруашылығы ғылыми-зертте­у институты, Қазақ астық шаруашылығы ғыл­ыми-зерттеу институты, Қазақ күріш ғылым­и-зерттеу институты, Қазақ өсімдік қорға­у ғылыми-зерттеу институты, т.б. мекемел­ер, ауыл шаруашылығы тәжірибе станциялар­ы жүргізеді. Клеткаларды өсіру деген ұғымға өсімдіктен бөлініп алынған клеткаларды, ұлпаларды, мүшелерді қоректік ортада заласыздандырылған жағдайда өсіру енеді. Өсімдік клеткаларын іn vitro жағдайында нәтижелі өсіру жұмыстарын ХХ ғасырдың 30-шы жылдары Ф. Уайт пен Р.Готре бастап еді. Өсімдіктің тірі клеткасы лайықты коректік ортада өзіне тән тотипатенттік қасиетін көрсетеді, яғни бүтін регенерант өсімдігін түзеді. Іn vitro жағдайында пайда болған өркені мен тамыры жетілген өсімдікті регенерант деп атайды. Өсімдіктер биотехнологиясы ғылым ретінде ботаниканың негізінде пайда болып алғашында биотехнологиялық процесстерді баяндау жолымен түсіндірілді. Физикалық-химиялық зерттеулердің әдістерінің пайда болуына байланысты бұл ғылым дамып, өсімдіктерде өтетін процестерді тәжірибе негізінде зерттейді. Өсімдіктер биотехнологиясының табыстары ең алдымен физика мен химия саласындағы жаңалықтарға байланысты болды. Бұл ғылымдардың жетістіктері биотехнологиялық процестерді молекулалық деңгейде зерттеп, білуге жәрдемдесетін әдістерді жасап шығаруға мүмкіндік берді. өйткені физиологиялық функциялар негізінде биохимиялық реакциялар жатады. Ауорганизмді құратын заттардың қасиеттері олардың физикалық құрылымына байланысты. Элементтік және молекулалық құрам организм құрылысына, құрылым функциясы атқаруына байланысты. Химия мен физиканың, биохимия мен биофизиканың енуі ғылымның жаңа салалары биотехнологияның пайда болуына мүмкіндік туғызды. Тотипатенттілік деген –клетканың өзіне тән генетикалық потенциялын толық жүзеге асыру қасиеті. Тотипатенттілік қасиет туралы гипотеза белгілі ғалым Г.Габерландтың есімімен байланысты.

Өсімдіктің жеке клеткасы жасанды ортада өздігінене дами алады. Мұндай тәжірибені алғашқы рет 1902 жылы Габерлант жүргізді, ал 1930 жылы Уайт оқшауланған тамырларды жасанды ортада өсіріп, олардың дамуын байқады. Осы әдіспен сәбіз тамырынан бөліп алған бөліктерді жасанды стирильді ортада жетілдіру арқылы каллус ұлпасы өсірілді. Каллус тек біріңғай паренхима клеткаларынан тұрады. Бұл факторлардың әсерімен каллус дифференциацияланып, одан әрі түрлі тканьдер пайда болады. Каллусты өсіру арқылы клеткалардың өсуіне, дамуына қажетті қоректік заттар, витаминдер мен гармондардың әсерлері зерттеледі.

Іn vitro жағдайында өсірілетін ұлпа –каллус. Каллус деп клеткалардың ретсіз бөлінуі салдарынан пайда болған диференцияланбаған клеткалардан тұратын ұлпаны айтады. Клеткаларды агары бар қатты немесе сұйық қоректік ортада өсіреді. Жеке клеткаларды немесе кішігірім клеткалар топтарын арнаулы апараттарды қолданып, олардың аэрациясы мен араластыруын қамтамасыз ете отырып сұйық ортада өсіруді клеткалық суспензия деп атайды.

Клеткалардан ферменттердің әсерімен протопластарды бөліп алу және оларды өсіру әдісі елеулі бір тарихи кезең болады. Себебі протопластарды өсіру өсімдктер биотехнологиясының клеткалық және гендік инженериясы деген маңызды бағыттардың негізін қалады. Биотехнология биологиялық процестер мен обьектілерді пайдалануға негізделген, экономикалық жағынан тиімді де маңызды заттарды өндіру және жоғары өнімділігі бар организмдерді шығаратын ғылыммен өндірістің жаңа бағыты. Өсімдік биотехнологиясы жалпы биотехнологияның күрделі бір саласы. Оның негізінде өсімдік клеткаларын жасанды қоректік ортада өсіру әдістері жатады.

**ЛЕКЦИЯ - ОНИЕВЫЕ СОЕДИНЕНИЯ**

 ОНИЕВЫЕ СОЕДИНЕНИЯ, солеобразные соединения общей формулылы Rn +1 Э+Х- , в которых атом элемента Va-VIIa подгрупп периодической системы с единичным положительным зарядом О) связан максимально возможным числом ковалентных связей с орг. остатком и(или) атомом водорода (R) и ионной связью с анионом X (X = Hal, ОН, BF4, NO3 и др.; n-низшая степень окисления элемента). К ониевые соединения относятся соед. типов R4Э+X- (Э = N, P, As, Sb, Bi), R3Э+X- (Э = O, S, Se, Те) и R2Э+X- (Э = Сl, Br, I).

 Стабильность ониевые соединения уменьшается при переходе от элементов V гр. к элементам VII гр. периодической системы. Р-ры ониевые соединения в воде электропроводны. Гидроксиды ониевые соединения (X = ОН)-сильные основания, при термолизе образуют олефины (при Э = N, S, Se, Те) или алканы (при Э = P, As, Sb), например:



 Наиболее общий метод получения алифатических ониевые соединения-алкилирование алкилгалогенидами или алкилтозилатами их предшественников (алкилпронзводных, содержащих на один алкильный остаток меньше, чем соответствующее ониевые соединения), например:



В случае малостабильных оксониевых и особенно галоген-ониевых соед. реакцию проводят в присутствии BF3 или SbF5 при полном отсутствии влаги. Общий способ получения ароматических ониевые соединения-термолиз тетрафтороборатов арилдиазониев (или арилгалогенониев) в среде их предшественников (соед. общей ф-лы АrnЭ), например:



ониевые соединения Bi, Те и I можно получить протолитическим отщеплением одного арильного остатка от их ароматич. производных более высокой степени окисления:



Почти все ониевые соединения обладают физиологической активностью. Ониевые структуры входят в состав многих природных и биологически важных соединений (бетаины, холин и ацетилхолин. лек. ср-ва и др.). ониевые соединения, содержащие радикалы с длинной углеродной цепью, обладают поверхностной активностью и применяются как нейтральные мыла.

**Негізгі:**

1. Мамутова А.А. Химия и действие регуляторов роста и развития растений. Уч.пособие, Алматы, Қазақ университеті,2013
2. Т.И. Пузина. Природные и синтетические регуляторы роста развития растений. – Орел: ОГУ, 2000.
3. Г.С. Муромцев, Д.И. Чкаников, О.Н. Кулаева, О.З. Гамбург. Основы химической регуляции роста и продуктивности растений. – М.: Агропромиздат, 1987.
4. Д Пестициды: *Учебное пособие* / Л. М. Попова, А. В. Курзин, А. Н. Евдокимов.- СПб. :Проспект Науки, 2014. - 192 с.
5. Новые пестициды, сост. С.Р.Белан и др., М., 2001
6. Мельников Н.Н. Пестициды Химия технология и применение. М.:Химия, 1987, 712 С.
7. Алиев Н.А., Ж.Ешимбетов. Пестициды растительного происхождения и фитогормоны. Ташкент.:ФАН,1979.-С.-78
8. Никелл Л.Дж. Регуляторы роста растений. Применение в сельском хозяйстве / Пер. с англ. В.Г. Кочанова. Под ред. В.И. Кефели.- М.: Колос, 1984Лекарственное растительное сырье. Фармакогнозия. *Учебное пособие*, под редакцией Г.П.Яковлева, К.Н.Блиновой, С-П.,2004

**Қосымша:**

1. Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации, 2012 год. Министерство сельского хозяйства Российской Федерации (Минсельхоз России)
2. Зинченко В.А. Химическая защита растений: средства, технология и экологическая безопасность. – М.: Колос С, 2005. – 232 с.
3. Транспорт питательных веществ и продуктивностьрастений. / АН Укр. ССР, Институт физиологии растений.// под. общей ред. А.Д.Хоменко. Киев.:Наукова думка, 1974.- С.80
4. Сосновая О.Н.Гербициды и минеральное питание растений. Киев:Наук.думка, 1983, С. 168 с
5. Григорук В.В. Послеурожайный сектор Казахстана: оценки и возможности // Вестник сельхоз. Науки Казахстана, 2001,№10, С. 3-13