

Министерство образования Республики Беларусь  
Учреждение образования «Витебский государственный  
университет имени П.М. Машерова»  
Кафедра ботаники

**Л.Н. Шандрикова, Н.В. Вогулкина,  
С.В. Хамцова**

**ФИЗИОЛОГИЯ И БИОХИМИЯ  
РОСТА И РАЗВИТИЯ  
РАСТЕНИЙ**

*Методические рекомендации*

*Витебск  
ВГУ имени П.М. Машерова  
2013*

УДК 581.1(075.8)  
ББК 28.573я73  
Ш20

Печатается по решению научно-методического совета учреждения образования «Витебский государственный университет имени П.М. Машерова». Протокол № 4 от 20.12.2012 г.

Авторы: доцент кафедры ботаники ВГУ имени П.М. Машерова, кандидат биологических наук **Л.Н. Шандрикова**; преподаватель кафедры ботаники ВГУ имени П.М. Машерова, магистр естествознания **Н.В. Вогулкина**, магистр естествознания **С.В. Хамцова**

Рецензент:  
заведующий кафедрой ботаники ВГУ имени П.М. Машерова,  
кандидат биологических наук, доцент *Л.Н. Мержвинский*

**Шандрикова, Л.Н.**

**Ш20** Физиология и биохимия роста и развития растений : методические рекомендации / Л.Н. Шандрикова, Н.В. Вогулкина, С.В. Хамцова. – Витебск : ВГУ имени П.М. Машерова, 2013. – 32 с.

Настоящие методические рекомендации содержат краткий теоретический материал и указания по выполнению лабораторных занятий в соответствии с программой курса «Физиология и биохимия роста и развития растений», перечень основной и дополнительной литературы.

Издание предназначено для студентов биологического факультета.

УДК 581.1(075.8)  
ББК 28.573я73

© Шандрикова Л.Н., Вогулкина Н.В., Хамцова С.В., 2013  
© ВГУ имени П.М. Машерова, 2013

## ВВЕДЕНИЕ

Курс «Физиология растений» является важным звеном в профессиональной подготовке специалиста биолога. Чтобы научиться управлять растением, необходимо изучить физические и химические явления, которые лежат в основе проявления жизни растительного организма. Каждый живой организм подвергается количественным и качественным изменениям, т. е. растет и развивается, но оба этих процесса при известных условиях прерываются периодами покоя. В жизненном цикле растений начальные этапы развития представлены вегетативным ростом, после чего наступает фаза размножения.

Вегетативное размножение – это бесполое воспроизводство растений за счет обособленных частей материнского организма. Этот способ размножения (отводками, черенками, клубнями, луковицами) широко используется в сельскохозяйственной практике.

В данном методическом пособии представлены рекомендации по использованию как вегетативного, так и семенного размножения.

В последнее время в практике сельского хозяйства для успешного размножения растений используются биологически активные вещества. В данном пособии предлагается перечень и способ применения новых биологически активных препаратов в зависимости от вида и стадии развития растений. Такой подход позволит глубже изучить растительный организм и поможет студентам биологам приобрести практические навыки по управлению ростом и развитием растений.

Авторы данного издания стремились дать наиболее важные представления о росте и развитии растений, которые сопровождаются различными биохимическими реакциями. Материал разбит на три раздела, в которых рассматривается: рост, развитие и вегетативное размножение; покой и способы выведения из состояния покоя; семя и биохимическая характеристика сухих и проросших семян.

В методическом пособии также приводятся задания и методика эксперимента и рекомендуемая литература

## РАЗДЕЛ 1. РОСТ И РАЗВИТИЕ РАСТЕНИЙ

Рост – это количественное новообразование элементарных структур, массы, размера и площади растительного организма.

Развитие – это качественное изменение новообразований элементарных структур, но связанные с прохождением определенных этапов в жизненном цикле растительного организма.

Эти два процесса связаны друг с другом и находятся под контролем генома и регулируются внешними факторами.

Лабораторная работа № 1. Методы учета роста. Определение абсолютной скорости роста и относительного прироста побегов древесно-кустарниковых растений или комнатных растений

**Цель:** Изучить динамику роста побегов и графическое отображение проростка.

### Ход работы

1. Определение абсолютной скорости роста побега.

Определение скорости производят по формуле:

$$K = \frac{W_2 - W_1}{t_2 - t_1},$$

где K – абсолютная скорость роста;

$W_1$  и  $W_2$  – размеры органа в исходный и конечный моменты времени;  
 $t_1$  и  $t_2$  – в сутках.

Данные заносят в таблицы № 1 и № 2

Таблица № 1

### Длина побегов древесно-кустарниковых растений в период наблюдений

Вид растения и повторности	Дата измерения побегов	Длина (высота) побегов во время измерений (см)							

**Динамика относительной и абсолютной скорости роста побегов  
различных видов растений в вегетационный период**

Вид растения, повторности	Дата измерения	Абсолютная скорость роста, см/сутки	Относительная скорость роста, %

2. Определение относительного роста побегов.

Относительный рост растений вычисляется по формуле:

$$R = \frac{W_1 - W_0}{W_0} \times 100\%,$$

где R – относительный рост;

$W_1$  – параметр, характеризующий размеры побега в момент измерения

$W_0$  – исходный параметр при каждом последующем измерении

3. Определение площади листьев.

Существует несколько способов определения площади листьев:

А) Получением высечек из листьев.

Срезают опытные листья растения (без черешков) и взвешивают на весах ( $P_1$ ). Затем из каждого листа делают по 1 – 2 высечки с помощью сверла диаметром 0,5 – 1 см в зависимости от размера листа. Подсчитывают общее число высечек ( $n$ ) и взвешивают их ( $P_2$ ). Находят площадь всех высечек ( $S_2$ ) учитывая диаметр высечки и их число:

$$S_2 = \pi r^2 n.$$

Площадь всех листьев растения находят из пропорции:

$$\frac{S_1}{S_2} = \frac{P_1}{P_2},$$

где,  $S_1$  – искомая площадь всех листьев растений;

$S_2$  – площадь высечек;

$P_1$  – вес листьев;

$P_2$  – вес высечек.

Б) С учётом поправочного коэффициента (пригоден для указанных ниже растений).

Расчет ведётся по линейным размерам листа. В зависимости от формы листа площадь его равна произведению длины на ширину у его основания на определенный поправочный коэффициент, который равен:

Ячменя – 0,65

Огурца – 0,56

Сахарной свеклы – 0,76

В) Контур листа по линии и на миллиметровой бумаге.

Срезанный с растения лист кладут на миллиметровую бумагу. Обводят на ней контур листа карандашом. Считают количество квадратных миллиметров, пришедшихся на площадь листа. По краю листа за целый миллиметр принимают больше  $0,5 \text{ мм}^2$ , а меньше  $0,5 \text{ мм}^2$  – в расчет не принимается.

Данные систематического учета площади листьев вносят в таблицы для побега приведенные выше.

## ВЕГЕТАТИВНОЕ РАЗМНОЖЕНИЕ

Вегетативное размножение древесных растений осуществляется прививкой, зимними и летними стеблевыми черенками, корневыми черенками, корневыми отпрысками, отводками, деление кустов и др. наиболее прост и удобен в широкой производственной практике способ размножения стеблевыми черенками.

Стеблевые черенки представляют собой отделенную от материнского растения часть стебля в виде годичного прироста с верхушечной и боковыми почками или отрезок годичного побега с боковыми почками, а также двух-, трехлетний прирост в виде ветви со всеми боковыми побегами. Если нижний конец черенка опустить в воду, влажный песок или почву, то при благоприятных температуре, влажности воздуха и субстрата на нижнем конце черенка появляются придаточные корни и черенок становится самостоятельным растением.

Черенкование не требует выращивания подвоев, как при размножении прививкой, снимает проблему несовместимости привоя и подвоя, плохого срастания прививки, исключает нежелательное влияние подвоя на привой. Растения, выращенные из укоренных черенков, генетически однородны и физиологически целостны, они полностью воспроизводят признак и свойства маточных растений. Черенкование не требует больших площадей для создания специальной плантации и трудоемких процессов, как при отводковом размножении. Коэффициент использования культивационной площади при черенковании почти такой же, как и при семенном размножении, – до 500 черенковых саженцев с 1 грядки.

Однако не все древесные растения одинаково успешно размножаются черенками. Черенки одних видов легко и быстро образуют придаточные корни, другие же – медленно и в небольшом количестве, а черенки третьих совсем не укореняются или укореняются в единич-

ных случаях. Применяемые в декоративном садоводстве, плодоводстве и лесоводстве древесные растения по способности стеблевых черенков к укоренению (процент укоренившихся от числа посаженных) можно разделить на следующие группы.

### **Легкоукореняющиеся растения (укоренение 80–100%)**

Айва японская	Ива ломкая и формы
Актинидия коломикта	Ива пурпурная и формы
Барбарис Тунберга и формы	Калина обыкновенная и формы
Бересклет европейский	Кольквиция прелестная
Бирючина обыкновенная	Роза (виды и сорта)
Бузина черная и формы	Сирень венгерская
Вейгела ранняя	Смородина альпийская
Виноград амурский	Смородина черная и сорта
Виноград девичий пятилисточковый	Тополь берлинский
Дейция шершавая	Тополь волосистоплодный
Дерен белый и формы	Тополь канадский
Древогубец лазающий	Тополь китайский и формы
Ива белая и формы	Тополь корейский
Ива Ледебура и формы	Тополь лавролистный
	Тополь черный пирамидальный

### **Среднеукореняющиеся растения (укоренение 40–70%)**

Вишня обыкновенная и сорта	Можжевельник казацкий и формы
Гортензия древовидная	Можжевельник обыкновенный и формы
Гортензия метельчатая	Облепиха крушиновая
Ель канадская коническая	Ольха серая рассеченнолистная
Жимолость съедобная	Платан кленолистный
Карагана древовидная форма Лорберга	Самшит вечнозеленый
Кизильник блестящий	Слива обыкновенная и сорта
Кипорисовик горохоплодный и формы	Тис ягодный и сорта
Клен гиннала	Тополь белый
Клен ясенелистный и формы	Тополь Боллеана
Крыжовник европейский и сорта	Тополь советский пирамидальный
Курильский чай	Туя западная и формы
Лимонник китайский	Форзиция овальная
Липа войлочная	Чубушник вечный и формы
Лох узколистный	Чубушник Лемуана и сорта
Магнолия падуолистная	Шелковица белая и сорта
Миндаль трехлопастный	Яблоня домашняя и сорта

### Плохоукореняющиеся растения (укоренение 10–30%)

Белая акация и формы	Клен остролистный и формы
Береза повислая и формы	Осина
Бук лесной и формы	Лещина обыкновенная и формы
Дуб черешчатый и формы	Лиственница американская
Ель колючая и формы	Тсуга канадская
Ель обыкновенная и формы	Сирень обыкновенная

### Неукореняющиеся растения (укоренение менее 10%)

Дугласия Мензиса	Сосна кедровая корейская
Пихта бальзамическая	Сосна горная
Пихта сибирская	Сосна обыкновенная

Приведенное деление древесных растений на группы по укореняемости стеблевых черенков в значительной степени условно, потому что восстановительная, или регенерационная, способность их определяется не только принадлежностью к тому или иному виду, разновидности, форме и сорту, но зависит также от многих других факторов. Ниже описаны важнейшие из них.

*Возраст маточного растения.* Самой высокой укореняемостью отличаются черенки с 1–2-летних семян или черенковых саженцев. В этом возрасте укореняются черенки даже самых трудноукореняющихся видов. С увеличением возраста маточного растения укореняемость черенков снижается, причем особенно резко при достижении половой зрелости.

Чем труднее черенкуются растения, тем раньше оно теряет способность к придаточному корнеобразованию. У видов, хорошо размножающихся черенками, снижение укореняемости с увеличением возраста более постепенное. Во многих случаях черенки плодоносящих маточников укореняются хуже, чем с маточников в ювенильном возрасте.

### Укореняемость зимних черенков в зависимости от возраста маточных растений, %

Растение	Возраст маточников, лет		
	5-6	15-20	40
Туя западная	100	64	74
Можжевельник казацкий	78	39	16
Можжевельник обыкновенный	68	29	62
Тис остроконечный	87	64	75



*Происхождение маточного растения.* Черенки с особой семенного происхождения хуже укореняются, чем с особой, возникших вегетативным путем. Маточники, выращенные из черенков даже старых деревьев, омолаживаются и укореняемость черенков с них возрастает.

*Пол маточного растения.* У раздельнополых двудомных растений (ивы, тополя, облепихи, тиса, можжевельника и др.) черенки с женских экземпляров укореняются лучше, чем с мужских.

*Место побега в кроне дерева.* Укореняемость черенков из разных частей кроны неодинакова. Черенки из нижней части кроны укореняются лучше, чем из верхней.

*Сроки черенкования.* Способность черенков к придаточному корнеобразованию сильно зависит от физиологического и анатомо-морфологического состояния, связанного с фазами роста и развития маточного растения. Максимальную укореняемость имеют черенки, заготовленные весной в начале активизации физиологических процессов в растениях после зимнего покоя (начало роста корней или набухание почек) и в период полуодревеснения побегов (начало лета).

При одновременной заготовке летом черенков из разных частей кроны дерева укореняемость их будет неодинаковой не только вследствие биологической разнокачественности, но и по причине различного физиологического и анатомо-морфологического состояния из-за разного возраста. В нижней части кроны дерева и у основания каждой ветви побеги раньше заканчивают рост, чем в верхней. Побеги высших порядков ветвления раньше заканчивают рост, чем побеги низших.

В процессе роста каждого конкретного побега вызревание и одревеснение его тканей начинаются с нижней части, затем распространяются на среднюю и заканчиваются в верхней части. Поэтому если черенкование начать раньше, то большей способностью к укоренению будут обладать черенки из нижней части побега. Несколько позднее нижняя часть побега уже одревесневает и снижает способность к укоренению, а верхняя часть еще продолжает рост и находится в травянистом состоянии с очень малой способностью к укоренению. Наиболее качественными в этом случае будут черенки из средней части побега. При запоздалом черенковании лучше черенки из верхней части побега, хуже из средней, а нижнюю часть побега как перезревшую и утратившую способность к корнеобразованию, выбрасывают.

*Условия произрастания маточных растений.* Укореняемость черенков в значительной мере зависит от условий минерального питания и освещения маточного растения. Черенки из кроны дерева, растущего на богатой, оптимально увлажненной почве при нормальном освещении, всегда укореняются лучше, чем черенки с дерева, растущего на сухой и бедной почве или в затенении.

*Внешние условия укоренения черенков.* На укореняемость стеблевых черенков влияют не только внутренние факторы, определяемые биологическими свойствами и физиологическим состоянием маточного растения, но и внешние условия, в которых происходит укоренение. Скорость корнеобразования, рост корней и надземной части черенка тесно связаны с температурой, влажностью воздуха и почвы, газообменом почвы, освещенностью. Чем ближе эти условия к оптимальным, тем успешнее протекают процессы укоренения и последующая зимовка черенковых саженцев.

Внешние условия укоренения поддаются регулированию. В открытом грунте можно регулировать влажность почвы и воздуха поливом, воздухообмен почвы – обработкой и добавкой песка, пищевой режим – внесением удобрений, освещенность – притенением. Температурные условия в открытом грунте регулированию практически не поддаются. В закрытом грунте (в парниках, отапливаемых и неотапливаемых теплицах) представляется возможным активно регулировать все факторы среды и оптимизировать условия укоренения, роста и развития черенковых саженцев. В благоприятных условиях закрытого грунта укореняемость стеблевых черенков резко возрастает, и становится возможным размножение черенкованием в производственных масштабах ценных растений, которые в открытом грунте не размножаются.

При строгом учете и умелом использовании всех факторов, влияющих на корнеобразование, можно добиться высокой укореняемости стеблевых черенков почти всех видов древесных растений.

## ЗИМНИЕ И ЛЕТНИЕ ЧЕРЕНКИ

Стеблевые черенки, заготовленные в период зимнего покоя маточного растения (от листопада до распускания почек), называют зимними, или одревесневшими. Ими размножают в открытом грунте легкоукореняющиеся растения: пну, тополя, виноград, смородину, дерен, жимолость, спиреи и др. Нарезают черенки по возможности крупных размеров – до 30 см длины и до 2,0 см толщины – из одно-двулетних побегов. Чем крупнее черенок, тем больший в нем запас питательных веществ и тем лучше будет укореняемость. Высаживают зимние черенки ранней весной на большую глубину, оставляя над поверхностью почвы 1–2 почки. Укореняются они быстро и при нормальном увлажнении к осени превращаются в хорошо развитые саженцы, пригодные для пересадки в школу или на постоянное место.

Зимними черенками размножают также вечнозеленые хвойные растения, которые отличаются весьма длительным периодом укоренения даже в оптимальных условиях закрытого грунта. Черенкование их ранней весной позволяет к началу зимы получить хорошо укоренив-

шиеся и развитые черенковые саженцы, легко переносящие зимовку. При летнем черенковании результаты, как правило, получаются хуже.

### Укореняемость зимних и летних черенков, %

Растение	Зимние	Летние
Тис остроконечный	89,3	6,3
Кипарисовик горохоплодный	71,2	39,3
Туя западная	87,5	50,6
Можжевельник обыкновенный	89,7	54,0
Можжевельник казацкий	90,6	2,0
Пихта сибирская	2,6	0
Тсуга канадская	5,2	0
Ель колючая	17,9	2,4
Лиственница американская	0	45,7
Тополь белый	76,2	94,4
Тополь Болле	12,0	45,3
Тополь советский пирамидальный	17,7	92,0
Липа войлочная	13,3	72,2
Облепиха крушиновая	76,8	83,3

Укореняемость хвойных черенков и развитие корневой системы, как и у лиственных, зависит от величины черенка.

На укореняемость зимних черенков и последующий рост черенковых саженцев значительное влияние оказывает срок их заготовки. Для доказательства этого зимние черенки кипарисовика горохоплодного, можжевельника казацкого и туи западной заготавливали в три срока, отличающиеся температурой почвы и уровнем жизнедеятельности корней маточных растений: 1-й – оттаивание почвы на глубину 10 см; 2-й – оттаивание почвы на глубину 30 см; 3-й – переход температуры почвы на глубине 10 см через 5°C. Заготовленные черенки до посадки хранили на льду и укореняли в условиях искусственного тумана.

Исходя из оценки укореняемости черенков, развития корневой системы и надземной части черенковых растений лучшим сроком заготовки зимних черенков следует считать весенний период от оттаивания почвы на глубину 30 см до перехода температуры почвы на глубине 10 см через 5°C

Фенологическим индикатором начала этого срока является набухание, а индикатором окончания – распускание почек черемухи обыкновенной.

Зеленые черенки представляют собой часть полуодревесневшего побега текущего года с листьями длиной в одно или несколько междоузлий. Молодые ткани растущего побега, особенно камбий, отличаются высокой физиологической активностью и регенерирующей способностью. Они наиболее легко и быстро восстанавливают недостающие органы. Наличие на черенках листьев обеспечивает накопление в процессе фотосинтеза питательных и ростовых веществ, стимулирующих регенерацию корней. Поэтому у большинства древесных растений зеленые-черенки укореняются лучше, чем одревесневшие. Важным преимуществом размножения зеленым черенкованием наиболее ценных и редких растений является возможность использовать черенки малых размеров, благодаря чему маточными могут служить растения самого раннего возраста и можно получать большое количество посадочного материала при ограниченном количестве маточных растений.

Недостаток способа размножения зелеными черенками - обязательное наличие защищенного грунта (парников, теплиц) и слабое развитие черенковых саженцев к началу зимы вследствие посадки на укоренение в середине лета.

Лучший срок черенкования чаще всего совпадает с периодом, когда побеги находятся в полуодревесневшем состоянии. Это состояние определяется по следующим признакам: нижняя и средняя части побегов, которые раньше были светло-зелеными, изменяют окраску, прекращается появление молодых листьев, боковые почки заложены, видна формирующаяся верхушечная почка или она уже полностью сформирована. Согнутый побег пружинит в руке, но не ломается.

Наиболее благоприятные сроки черенкования приурочены к определенным фазам сезонного развития маточных растений. У некоторых видов (лещины, сирени, жимолости съедобной, сливы, вишни) они совпадают с периодом самого интенсивного роста побегов в длину, у других (чубушника, калины, форзиции, таволги, облепихи, крыжовника) приурочены к концу фазы интенсивного роста. Фаза бутонизации является оптимальным сроком черенкования рябинника рябинолистного, таволги белой иволистной, японской, снежноягодника кистевого, фаза цветения – сирени обыкновенной и венгерской, розы, калины обыкновенной, чубушника тонколистного. Дерен белый, курильский чай, жимолость алтайскую, кизильник блестящий лучше черенковать в фазе затухания цветения и появления зеленых плодов, а в фазе отцветания – таволгу дубравколистую, жимолость золотистую, бересклет европейский, ракитник двухцветный. Большинство растений группы легкоукореняющиеся сохраняют высокую корнеобразовательную способность в течение всего вегетационного периода.

## **Влияние внешних факторов на укореняемость стеблевых черенков**

*Влажность.* У зеленых черенков с листьями поступление воды прекращается, а транспирация сохраняется, что грозит быстрым их иссушением и отмиранием. Для сохранения черенков живыми до образования корней нужно до минимума снизить транспирацию. Это возможно, если поддерживать высокую относительную влажность воздуха – в пределах 80-100%. Достигается это частым поливом или опрыскиванием и притенением высаженных черенков в парниках и теплицах. Оптимальная влажность субстрата для укоренения черенков большинства древесных пород не превышает 60–70% полной влагоемкости. Более высокая влажность вредна для черенков.

*Температура.* Для укоренения зеленых черенков большинства древесных растений благоприятной является температура воздуха днем 20–30°C, ночью 15–20°C.

*Субстрат.* Черенки легкоукореняющихся растений, особенно зимние, способны образовывать корни в природной почве, воде. Зимние черенки средне- и плохоукореняющихся видов и летние черенки практически всех видов для регенерации корней требуют более благоприятных условий среды. Такие условия создает специально подобранный субстрат, в который высаживают черенки для укоренения.

Субстрат должен обладать достаточной влагоемкостью, обеспечивающей постоянное увлажнение основания черенка, теплоемкостью, способствующей поддержанию постоянной температуры, воздухопроницаемостью, обеспечивающей постоянный доступ кислорода к основанию черенка, не должен содержать возбудителей болезней (гнили). Этим требованиям в разной степени отвечают многие материалы. В практике черенкования издавна широко применяется отмытый от глинистых и пылеватых частиц крупнозернистый песок. Использовались также и другие материалы минерального (перлит, вермикулит, керамзит, топливный шлак) и органического (торф, сфагновый мох, древесные опилки и др.) происхождения. Исследования показали, что какого-то одного оптимального субстрата для черенкования всех растений не существует.

Внесение минеральных удобрений в минеральные субстраты неэффективно и даже вредно. Органические субстраты обеспечены питательными веществами, но имеют худшие водновоздушные свойства, излишнюю кислотность (торф), малостерильны. Добавка торфа к минеральным субстратам, песка и перлита к торфу, измельченному сфагновому мху резко улучшает их качество. Смесь отмытого крупнозернистого песка с торфом – отличная среда для укоренения большинства видов разводимых древесных растений.

## Укореняемость черенков на разных субстратах, %

Растение	Песок	Перлит	Соотношение песок- низинный торф		Соотношение песок- верховой торф	
			1:1	1:2	1:1	1:2
Тисс остроконечный	44,4	64,0	65,7	83,1	65,8	89,3
Кипарисовик горохоплодный	40,7	57,1	71,2	57,1	61,2	19,0
Туя западная	21,8	50,6	83,7	69,9	87,5	-
Можжевельник обыкновенный	65,5	60,0	74,5	80,0	89,7	64,5
Можжевельник казацкий	2,7	13,4	26,0	7,2	60,6	20,1
Ель колючая	8,0	13,2	17,9	14,8	16,7	13,3
Тсуга канадская	3,6	2,5	5,2	7,3	3,9	1,2
Тополь белый	14,5	94,0	61,9	46,6	48,0	60,3
Липа войлочная	0	37,0	55,8	44,2	72,0	29,6
Облепиха крушиновая	22,4	83,3	81,6	75,9	60,0	70,1
Кольквиция прелестная	2,8	3,6	22,2	14,0	19,0	3,3

Торф для черенкования лучше использовать верховой или сфагновый, хорошо разложившийся. Смесь песка с торфом обычно составляет в соотношении 1:1 и 1:2. Наиболее универсальным субстратом является смесь песка с торфом в соотношении 1:1. В таком субстрате успешно укореняются все декоративные кустарники, лианы, многие лиственные деревья, а также хвойные породы.

### СТИМУЛИРОВАНИЕ КОРНЕОБРАЗОВАНИЯ РОСТОВЫМИ ВЕЩЕСТВАМИ

Регенерация тканей и органов растений происходит под влиянием фитогормонов или ростовых веществ, вырабатываемых растительным организмом (ауксинов, гиббереллинов и др.). Синтетические ростовые вещества повышают процент укореняемости черенков, ускоряют процесс корнеобразования и усиливают развитие корневой системы у них.

## Стимуляторы роста

**Эпин** – регулятор роста растений, антистрессовый адаптоген, стимулятор иммунной системы. Действующее вещество – эпибрассинолид (один из природных фитогормонов, заведующих естественным уравновешенным развитием растений). Раствор в полипропиленовых ампулах ёмкостью 0,25 мг.

Препарат регулирует все защитные функции клетки. Снижает стресс пересадки, стимулирует устойчивость к фитофторозу и другим заболеваниям, повышает устойчивость к засухе, холоду, ожогам и воздействию других неблагоприятных внешних факторов. При обработке семян повышает их всхожесть, усиливает защитные свойства к неблагоприятным условиям внешней среды.

Наиболее выраженной является адаптогенная активность, прежде всего в условиях холодового стресса. Безопасен для человека и животных, полезных насекомых, экологически безвреден. Без запаха, пятен не оставляет. Эпин обладает ещё одним ценным свойством: в значительной степени снижает содержание в растениях пестицидов, нитратов, солей тяжёлых металлов и радионуклидов.

*Способ применения.* Эпин используется в микродозах: он эффективен в концентрациях, близких к естественным. Препарат растворяют в тёплой чистой воде. Рабочий раствор может быть использован в течение 3 суток. Смешивать с другими препаратами запрещается.

– Семена цветочных культур замачивают из расчёта 4 капли на 100 мл. воды на 12–18 часов.

– Клубнелуковицы, луковицы и черенки замачивают на 24 часа (одна ампула на 2 л. Воды).

– Растения в т.ч. рассаду, опрыскивают за сутки до пересадки или сразу после высадки (3 капли на 100 мл воды).

– При стрессовых условиях выращивания (недостаток света, заморозки, болезни и т.п.) опрыскивание повторяются 7–10 дней несколько раз до полного выздоровления рассады или взрослых растений (7 капель на 200 мл воды).

– Взрослые растения в период бутонизации опрыскивают рабочим раствором (3 капли на 100 мл воды).

После обработки эпином количество его в растении повышено в течении 10 суток, затем он полностью выводится.

**Гетероауксин** – калийная соль. Стимулятор корнеобразования. Таблетки гетероауксина не токсичны, но имеют неприятный запах.

Препарат способствует образованию корней и луковичек – деток у луковиц, клубнелуковиц и черенков.

*Способ применения.* Для ускорения укоренения зеленые черенки растений замачивают в растворе гетероауксина (2 таблетки на 10 л воды) на 10–12 часов. Особенно актуально применение гетероауксина при укоренении черенков растений, тяжело поддающихся вегетативному размножению. Применение гетероауксина не заменяет соблюдения температурного и влажностного режима.

– Обработка корневой мочки рассады перед высадкой на постоянное место выдерживается 3–5 часов при температуре 18–22 градуса в растворе (1 таблетка на 4–5 л воды).

– При повреждении корневой системы при пересадке можно полить почву вокруг растений раствором гетероауксина (1 таблетка на 1–3 л воды). Первый полив хорошо провести сразу после посадки, второй и третий – с интервалом 15 дней.

– Выдерживание перед посадкой луковиц и клубнелуковиц гладиолусов в растворе (1 таблетка на 10 л воды) в течение 24 часов увеличивает и ускоряет разрастание корневой системы.

– При размножении луковичных и клубнелуковичных растений частями луковиц и клубнелуковиц их обрабатывают раствором (1 таблетка на 1 л воды) в течение 4–5 часов.

После работы с препаратом необходимо тщательно вымыть руки.

**Корневин.** Стимулятор корнеобразования, аналог гетероауксина. Порошок. Корневин используется для укоренения саженцев деревьев и кустарников, черенкования различных культур, улучшения приживаемости рассады при пересадках, выведения из состояния покоя луковиц и клубнелуковиц тюльпанов, бегоний и т.п.

*Способ применения.* Препарат применяется в сухом виде для опудривания корневой системы или черенков, а также в виде раствора для полива саженцев и рассады, замачивания луковиц и клубнелуковиц.

**Циркон.** Стимулятор роста, корнеобразования, цветения и болезнеустойчивости. Действующее вещество – гидроксикоричные кислоты. Раствор в полипропиленовых ампулах.

Препарат оказывает выраженное защитное действие против фитопатогенов различной природы (грибов и бактерий), а также обладает противовирусным действием. Циркон активизирует процессы синтеза хлорофилла, защищает клетки от УФ-излучения.

Препарат стимулирует корнеобразовательные процессы при укоренении черенков, значительно повышает эффективность действия гетероауксина (ИУК) при совместной обработке.

Кроме того, циркон ускоряет переход декоративных растений в фазу цветения.

*Способ применения* аналогичен эпину.



**Гумисол-Н.** Биостимулятор роста растений, жидкий эликсир, полученный из биогумуса – экологически чистого органического сырья.

Препарат улучшает прорастания семян, усиливает корнеобразование, стимулирует рост и развитие растений, повышает устойчивость к заболеваниям, подавляет рост патогенной микрофлоры.

Не допускается промерзание и смешивание с нефтепродуктами.

*Способ применения.* Препарат разбавляют водой комнатной температуры.

– Семена, луковицы, клубни, черенки замачивают на сутки в растворе гумисола 1:5.

– Для внекорневой подкормки в период интенсивного роста растений опрыскивают раствором препарата 1:25.

– Корневая подкормка растений проводится препаратом, разбавленным 1:50, 1-2 раза за вегетационный период. Гумисол можно использовать и для подкормки комнатных растений 1 раз в месяц раствором 1:10.

– Для сохранения срезанных цветов срезы наживить и окунуть в раствор препарата 1:10, держать цветы в растворе 1:50.

**Силк.** Стимулятор роста и индикатор иммунитета растений. Действующая часть препарата выделена из хвои пихты сибирской и близка по составу действующему веществу женьшеня.

Препарат предназначен для обработки семян перед посевом и опрыскивания в период вегетации с целью увеличения жизнеспособности растений в экстремальных климатических условиях (засуха, заморозки, и пр.), сокращения заболеваемости растений грибными, бактериальными и вирусными болезнями.

*Способ применения.* Для приготовления рабочего раствора необходимое количество препарата растворяют в течение 10–15 минут в небольшом (100–200 мл) объеме теплой воды с температурой 35–60 °С.

– Семена замачивают в небольшом объеме рабочего раствора на 2 ч. Или опрыскивают, после чего дают семенам высохнуть.

– При использовании раствора для опрыскивания растений его предварительно тщательно перемешивают, добавляя воду до нужного объема частями.

**Гумат натрия.** Регулятор роста растений. Действующее вещество – натриевые соли гуминовых кислот. Растворимый порошок или таблетки темного цвета.

Препарат стимулирует биохимические процессы в организме растения, активизирует фотосинтез и углеводный обмен при интенсивном нарастании зелёной массы, повышает коэффициент использо-

вания элементов питания из почвы. Повышается влажность семян, улучшается приживаемость рассады и растений при пересадке, увеличивается сопротивляемость растений болезням, заморозкам и засухе.

Кроме того, гуматы участвуют в формировании почвенной структуры, улучшает аэрацию почвы, её водоудерживающую и водопрпускную способности.

Гуматы безвредны для здоровья человека, не накапливаются в растениях, не содержат семян сорных трав и болезнетворных микроорганизмов.

*Способ применения.* 10 г. препарата растворить в 3 литрах горячей воды и дать настояться в течение 10 часов. Затем приготовить рабочий раствор добавлением чистой воды.

- Для замачивания семян добавьте к 0,5 л концентрата 4,5 л воды.
- Для опрыскивания растений к 0,25 л концентрата доливают 5 л воды.
- Для полива (корневая подкормка) к 1 л концентрата добавляют 4 л воды.

## Лабораторная работа № 2. Укоренение черенков с площадью стимуляторов роста

**Цель:** Изучение влияния гетероауксина на черенки.

### Ход работы

Вегетационное размножение черенками, обработанными стимуляторами роста, в настоящее время приобретает большое практическое значение, особенно для трудно – укореняющихся растений. Для обработки черенков можно применять различные стимуляторы роста, чаще применяют гетероауксин, индомилмасляная и нафтилуксусная кислоты.

Таблица № 1

### Влияние стимуляторов роста на укоренение черенков.

Название растения	Состояние черенков и время года	Стимуляторы роста растений	Оптимальная концентрация	Оптимальные сроки обработки
Георгина	Зелень, лето	Нафтилуксусная кислота	0,01	4 – 5
Герань розовая	Зелёные, весна, лето	Гетероауксин	0,01 – 0,02	24 – 48
Ель	Лето		0,005	24 – 32
Ива козья			0,01	24
Картофель	Весна, лето		0,01	3

Крыжовник	Осень	Нафтилуксусная кислота	0,005	24
Плющ	Зима	Нафтилуксусная кислота, гетероауксин	0,01	24
Роза – культурная	Полудревесные, лето	Гетероауксин	0,01	5
Рододендрон		Нафтилуксусная кислота, гетероауксин	0,01	48
Сирень	Полудрев., лето		0,002 – 0,006	24
Смородина черная	Зелёные, весна, лето	Гетероауксин	0,01	4
Сосна		Индомилмасляная кислота	0,004 – 0,008	24
Таволга	Одревесневшие, весна		0,05	24
Тополь серебристый	Одревесневшие, зелёные, весна, лето	Гетероауксин	0,005 – 0,01	18 – 32 24
Тополь черный	Одревесневшие, весна		0,005	24 – 36
Хризантема		Нафтилуксусная кислота	0,006	18 – 24
Вишня владимирская	Зелёные, лето	Гетероауксин, индомилмасляная кислота	0,005	24
Яблоня		Гетероауксин	0,02	24

Стимуляторы ризогенеза берутся в следующих концентрациях:  
 для травянистых и зелёных черенков 100 мг/л воды.  
 для одревесневших черенков 50–200 мг/100 мл.

Стимуляторы роста вначале растворяют в спирте 10,5 мл спирта на каждые 10 мг вещества, затем доливают водой до нужного объема.

Нахождение черенков в растворе гетероауксина более 24 часов может вызвать обратную реакцию.

Для опыта берутся черенки размером 20-40 см с двумя или тремя почками. Срез делают под водой под углом 45° под нижней почкой острым ножом или скальпелем, удалив нижние листья и цветки. Опытные (в гетероауксине) и контрольная (в воде) побеги помещают

в стакан или банку на 250–500мл при температуре – 20–25°С на рассеянный свет, предварительно обернув банку бумагой для затенения корневой системы. Желательно опыт закладывать весной до цветения побегов или осенью после плодоношения. Черенки погружают на 2/3 длины и после прохождения соответствующего срока пребывания в растворе (см. табл. 1) черенки оставляют в воде для образования корневой системы.

### **Лабораторная работа № 3. Действие вытяжки дрожжей на ускорение роста листовых черенков комнатных растений**

**Цель:** Выяснить действие вытяжки дрожжей на ускорение роста листовых черенков комнатных растений.

#### **Ход работы**

Готовят исходную 1% вытяжку дрожжей: 1 г прессованных дрожжей тщательно растирают в фарфоровой ступке с кварцевым песком и 1–2 мл воды, переносят в мерную колбу или цилиндр на 100 мл, тщательно встряхивают и фильтруют через воронку Брюхнера под вакуумом при помощи насоса Камовского. В этикетированные стаканчики с соответствующей растворимостью дрожжей погружают черенки листьев на глубину 2–3 см. Через сутки черенки вынимают и тщательно споласкивают водой, затем их переносят в стаканчик с водой, погружают не более чем на 2–3 см (для лучшей аэрации). Один раз в 4–5 дней меняют воду.

## РАЗДЕЛ 2. ПОКОЙ У РАСТЕНИЙ

Для роста растений на любых этапах онтогенеза характерен период покоя. Согласно Н.А. Максимова, *период покоя* – наследственно закрепленное приспособление к перенесению неблагоприятного времени года, периодически наступающего в большинстве районов земного шара. Однако временная приостановка ростовых процессов характерна и для тропических растений, несмотря на круглогодичные благоприятные условия. Если растение не прошло периода покоя, в последующем темпы его роста снижаются, ухудшается плодоношение. Таким образом, период покоя можно рассматривать не только как приспособление к неблагоприятным условиям внешней среды, но и как необходимое звено онтогенеза растений. Различают *вынужденный покой*, вызванный отсутствием необходимых для роста условий, и *глубокий*, или *органический покой*, когда рост растения не возобновляется даже при наличии всех благоприятных условий.

У деревьев и кустарников умеренного климата к зиме рост прекращается, они теряют листья (кроме ряда хвойных пород) и переходят в состояние покоя. В это время все жизненные процессы в организме протекают чрезвычайно медленно, что делает его более устойчивым к неблагоприятным внешним воздействиям. Глубина покоя у разных видов неодинакова. Осенью, после опадения листьев, покой наиболее, глубокий, органический. Одни растения раньше выходят из этого состояния, но остаются в вынужденном покое, обусловленном неблагоприятными для роста условиями внешней среды. У других видов органический покой сохраняется более длительный период и завершается, как правило, к концу зимы. Эти растения также остаются в состоянии вынужденного покоя. Если органический покой завершен, то у растений (или их побегов), перенесенных в благоприятные условия, почки трогаются в рост и отрастают новые побеги

### Лабораторная работа № 1. Выведение из состояния покоя древесно-культурных растений

**Цель:** выявить различия в глубине и продолжительности органического покоя у разных видов деревьев и кустарников, произрастающих в одном районе.

**Материалы и оборудование:** банки вместимостью 200–500 мл ветки древесных и кустарниковых растений (черемуха, береза, липа, клен, лещина, крушина и т.д.).

#### Ход работы

Собранные в природе ветки ставят в банки с водой. Предварительно подрезают под водой проксимальные концы веток. На банку

наклеивают этикетку с указанием исполнителей и даты сбора растений в природе.

Таблица 1

**Сравнение глубины покоя генеративных и вегетативных**

Растения	Дата				Примечания
	Постановки опыта	Зацветания мужских цветков и высыпание пыльцы	Зацветания женских цветков	Развертывание вегетативных почек и роста побега	
Облепиха					
Береза					

В последующем не менее чем раз в неделю регулярно срезают в природе ветки тех же видов растений и следят за сроком выхода их из состояния покоя. Ветки этикетировать с указанием срока сбора. Главная задача – не пропустить время «пробуждения» почек (их набухание и развертывание) и начало роста новых побегов. Данные наблюдений заносят в тетрадь. При их анализе надо обратить внимание на скорость развертывания почек у побегов одного вида, но собранных в разные сроки. Одинаков ли отрезок времени от сбора их в природе до развертывания почек? На каждом занятии в таблицу заносят полученные данные. Их анализируют и делают вывод о глубине и продолжительности покоя у разных видов древесных и кустарниковых растений, произрастающих в одной местности.

**Лабораторная работа № 2. Покой вегетативных и генеративных почек**

**Цель:** установить, одинаковая или разная глубина покоя у вегетативных и генеративных почек одного и того же вида.

**Материалы и оборудование:** банки вместимостью не менее 1 л, вода, ветки ясеня обыкновенного, ивы козьей, клена американского, лещины обыкновенной, вишни, сливы, черемухи.

**Ход работы**

Во второй половине зимы (февраль–март) собранные в природе ветки ставят по 10 штук каждого вида в банки с водой. Предварительно срезы веток обновляют под водой. Результаты заносят в таблицу.

**Лещина обыкновенная** – однодомное растение. Мужские цветки собраны в соцветия сережки. Цветение их и созревание пыль; пропустить трудно. Следует быть внимательными к пробуждению; вегета-

тивных почек и почек с женскими цветками. К периоду цветения генеративная почка с пестичными цветками набухает и вскоре на ее верхушке между несколько разошедшимися чешуями появляется «пучок» красно-бордовых рыльцев, готовых «поймать» пыльцу.

Задание: для оформления работы надо сделать рисунки побегов до начала опыта и по его завершении. Обратит внимание на размеры сережек в начале опыта и в конце, на внешний вид женского соцветия, отрастающие вегетативные побеги после разворачивания почек. Дать биологические объяснения наблюдаемому явлению. Отметить, совпадает ли порядок разворачивания вегетативных и генеративных побегов в помещении и в природе. Полученные в опыте данные занести в таблицу 1.

### Лабораторная работа № 3. Выведение из состояния покоя побегов древесных растений

**Цель:** изучить методы выведения из состояния покоя.

Работа рассчитана на два занятия с интервалом не менее одного месяца. На первом – заложение опыта и обсуждение проблемы, на втором – подведение итогов и обсуждение результатов опыта. В остальное время ведут наблюдения за растениями и ухаживают за ними.

**Материалы и оборудования:** побеги древесных растений желательно вишни, сливы, яблони, сирени, груши, чубушника. Банки на 250 мл, 3 литра воды, эфир, смесь Кноппа, 0,01 % р-р лимонной к-ты, 1% сахарозы, термометр.

#### Ход работы

Опыт можно начинать с декабря месяца и наблюдать результат желательно через 25-40 дней в зависимости от вида растения. Предпочтительная длина побегов до 40 см. Их концы погружают в раствор на 15 см, предварительно срезав под водой и под углом 45<sup>0</sup> острым скальпелем или ножом во избежание закупорки сосудов. Выгонку проводят при температуре 20 – 22 °С. С началом распускания почек температуру снижают до 16–18 °С. Продолжительность светового периода 10–12 ч в сутки (возможно и круглосуточное). Чтобы предупредить засыхание почек, ветки каждые 2–3 дня опрыскивают водой. При постановке опыта в феврале букет будет готов через 15-20 дней. Выгонке некоторых растений способствует добавление 0,01% лимонной кислоты или 1 % сахарозы. Каждый вид растений устанавливают в отдельный сосуд.

Методы выведения:

1. Тепловая ванна – очень действенный прием. Чем выше ее температура, тем меньше продолжительность выдерживания в ней

растений: при 33–36°C – 10–12 ч; при 18–20°C – 15–18 ч; при 15–20°C – 24 ч;

2. Эфиризация. Применяют обработку 0,5 мл диэтилового эфира на 1 л воздуха при температуре 18–20 °С в течение 12 ч. Под стеклянный колпак помещают побеги и склянку с эфиром ставят в сосуде водой, насыщая таким образом воздух его парами. Вместо стеклянного колокола можно использовать плотный полиэтиленовый пакет.

3. Воздействие аммонийных солей  $\text{NH}_4\text{Cl}$  и  $\text{H}_4\text{NO}$  способствует выходу побегов из покоя.

Заполните таблицу и сделайте соответствующие выводы.

#### Лабораторная работа № 4. Выведение луковичных и корневищных растений из состояния покоя

**Цель:** ознакомиться с выведением из состояния покоя луковичных, корневищных и растений.

##### Ход работы

К луковичным выгонным растениям относятся гиацинты, тюльпаны, нарциссы, сциллы, фритиллярии, крокусы, хохлатки, мускари, галантусы, амариллисы, лилии и др. Посаженные осенью (сентябрь, октябрь) в горшки с песком растения помещают в холодильную камеру с температурой 1–4°C. Спустя 2–2,5 месяца их проращивают в помещении с температурой 10 С в темноте (декабрь) до высоты 10 см и, наконец, переносят в оранжерею с подсветкой, где выращивают до цветения. Тюльпаны зацветают через 20 дней (18–20°C), гиацинты через 14 дней (23–25 °С), нарциссы через 20 дней (16–18 °С). В помещение для проращивания их переводят в зависимости от планируемого срока получения цветков (декабрь, январе, февраль).

Из многолетников для выгонки ценится ландыш. В горшки с опилками или песком высаживают корневища ландыша с трехгодичной цветковой почкой, имеющей тупую округлую форму. Предварительно их промораживают 5–6 ч в морозильнике сутки в снегу. В горшок сажают 8–15 побегов и выдерживают в холодильнике до определенной даты, а затем помещают в камеру со светом и достаточной влажностью при температуре 25 С. Поливают водой, нагретой до 25 °С. После появления цветоноса переносят в помещение с температурой 10–12°C для удлинения срока цветения.

Для стимулирования прорастания клубней картофеля осенью их обрабатывают 1–2%-ным раствором тиокарбамида или АБК (30 мг/л) в течение 2–3 ч, а затем высаживают в песок при температуре 20 °С.

Для каждого растения следует сделать свою таблицу (табл. 1), указав время заложения опыта.



**Таблица 1**

Вариант опыта	Кол-во почек на 10 ветках	Дата					Всего Распустившихся почек	% к контролю
		Набухания почек	Распускания листьев	Полного облиствения	Бутозаци	Цветения		
Контроль (вода)								
Тепловая Ванна								
Эфиризация								
ГК								
АБК								

Отметить условия проведения опыта: освещенность температуру, влажность, состав раствора, частоту смены раствора.

Задание: заполнить таблицу; сделать выводы - в глубоком или вынужденном покое находились опытные растения.

## РАЗДЕЛ 3. СЕМЯ

От способа посева и посадки зависят условия питания, освещенность, обеспеченность влагой и продуктивность растений. Способ посева и посадки определяет возможность механизированного ухода за растениями и уборки урожая.

Способы посева делятся на рядовой и разбросной. Разбросной посев – размещение семян без междурядий. Такой способ посева применяют иногда при выращивании рассады в парниках и теплицах.

Рядовой посев, или посев с размещением семян рядами, может быть обычным рядовым, узкорядным, широкорядным, перекрестным, пунктирным, полосным, ленточным, бороздковым, гребневым, гнездовым, квадратно-гнездовым.

Обычный рядовой посев проводят с междурядьями от 10 до 25 см. Расстояние, между семенами в рядке 1,5–3,0 см.

Перекрестный посев проводят рядовыми или узкорядными сеялками в двух пересекающихся направлениях.

При узкорядном посеве ширина междурядий менее 10 см (7,5 см).

Широкорядный посев – посев с междурядьями более 25 см. Ширина междурядий пропашных культур у корнеплодов – 45, 60, 70 см, капусты – 50, 60, 70 см, картофеля – 70 или 90.

При полосном посеве семена располагают полосами шириной не менее 10 см.

Ленточный посев состоит в том, что семена высевают; двумя и более сближенными рядами, образующими ленты. Число рядов (строчек) в ленте может быть от двух до четырех, шести, а иногда и более.

Квадратно-гнездовой способ применяется при посеве кукурузы, подсолнечника и др. Семена располагаются по углам квадрата.

Пунктирный посев – один из наиболее прогрессивных способов. При пунктирном посеве семена в рядке располагаются по одному на строго определенном расстоянии друг от друга.

При бороздковом и гребневом посеве семена высевают в бороздки или на гребнях, что улучшает снабжение посеянных семян водой и воздухом.

Гнездовой способ посева заключается в размещении семян не по одиночке, а группами (гнездами).

## Лабораторная работа № 5. Посевные качества семян

**Цель:** изучить посевные качества семян (всхожесть, влажность, энергия прорастания)

Под посевными качествами семян понимают свойства, которые характеризуют степень их пригодности для посева: чистоту, всхожесть, энергию прорастания, массу 1000 семян, влажность и др.

### Ход работы

Чистота – это содержание семян основной культуры в семенном материале, выраженное в процентах к его массе. Чем меньше в семенах примесей, тем выше их чистота. Примеси, особенно семена сорных растений, ухудшают качество семенного материала. А если в семенном материале встречаются семена карантинных сорняков, то такая партия семян к посеву не допускается.

Определение всхожести:

*А) Всхожесть семян* – важнейший показатель их качества. Под всхожестью семян понимают количество семян, давших в оптимальных условиях за установленный срок нормально развитые проростки. Определяют ее в лаборатории (лабораторная всхожесть), проращивая семена в песке или на фильтровальной бумаге. Опыт ведут в течение 10–12 дней.

Отношение числа проросших семян к общему их количеству, умноженное на сто, дает процент всхожести. Полевая всхожесть, т.е. процент всходов в полевых условиях, обычно ниже лабораторной, т.к. семена прорастают в почве не всегда при оптимальных условиях

В чашку Петри поместить на дно влажную фильтровальную бумагу или мокрую марлю (залит 8-10 мл водой сухих, предварительно взвешенных 100 семян (цветочных культур, злаков и т.д.). Закрыв сверху влажной фильтровальной бумагой и крышкой. Чашку Петри с семенами поместить при  $t = 20^{\circ}\text{C}$ . Через 3 дня подсчитать число проросших семян.

*Б) Энергия прорастания* – это способность семян быстро и дружно прорасти. Для этого подсчитывают число нормально проросших семян за сравнительно короткий (меньший, чем при определении всхожести, как правило, это 3 дня) срок. Результат выражают в процентах.

Проросшими считаются такие семена у которых развились здоровые нормальные корешки размером не менее длины семени или его диаметра (у бобовых); у ржи, пшеницы и кукурузы проросшими считают такие семена, у которых кроме корешков развились и ростки.

*В) Влажность* семян определяют по изменению массы 100 семян до и после трехкратного их высушивания в термостате при  $t=25-45^{\circ}\text{C}$ . Влажность семян отражает процент содержания в них гиг-

роскопической воды. Этот показатель необходимо знать по многим причинам: при хранении, определении нормы высева, яровизации семян и т.д. Семена с повышенной влажностью энергично поглощают кислород воздуха, легко согреваются, портятся, теряют всхожесть. Для нормального хранения влажность не должна превышать 12%.

### Лабораторная работа № 6. Антагонизм ионов

**Цель:** ознакомиться с явлением антагонизма ионов.

**Материалы и оборудование:** растворы  $KCl$  – 9 г/л и  $CaCl_2$  – 6,7 г/л (оба раствора должны быть приготовлены из химически чистых солей на бидистиллированной воде), бидистиллированная вода, кристаллизатор, чашки Петри (4 шт.), пипетки градуированные на 10 мл (3 шт.), пинцет, ножницы, фильтровальная бумага, маркер, миллиметровая бумага или линейка, наклюнувшиеся семена пшеницы, ячменя и других растений.

#### Ход работы

*Антагонизмом ионов* называют такое явление, когда один ион уменьшает или устраняет действие другого. Например, отдельные соли могут проявлять токсичное действие на живые клетки, тогда как их смесь оказывается нейтральной. Раствор с оптимальным соотношением ионов называется *уравновешенным*.

Антагонизм ионов проявляется и в конкуренции за переносчиков на поверхности плазмалеммы, за активные центры ферментов, а также в противоположном воздействии на гидратацию белков, на вязкость и проницаемость цитоплазмы.

Опыты по антагонизму ионов необходимо проводить с очень чистыми реактивами и посудой, так как даже небольшое загрязнение посторонними ионами может быть причиной получения неправильных результатов.

Отобрать 30–40 семян, находящихся на одинаковой стадии прорастания, и 3–4 раза промыть их бидистиллированной водой. В четыре чашки Петри, сполоснутые также бидистиллированной водой, положить фильтровальную бумагу. На боковой стенке нижней половины чашки написать вариант опыта, а затем пинцетом в каждой из них разложить по 12 проростков и добавить по 10 мл: в первую чашку – бидистиллята (контроль); во вторую – раствор  $KCl$ ; в третью – раствор  $CaCl_2$ ; в четвертую – 8,6 мл раствора  $KCl$  и 1,4 мл раствора  $CaCl_2$ .

Чашки Петри поместить в термостат при температуре 26 °С. Через неделю измерить длину coleoptилей и корней, вычислить средние величины, данные занести в таблицу

Таблица

**Результаты опыта по изучению антагонизма ионов**

Вариант опыта	Длина колеоптиля		Длина главного корня		Число боковых корней	
	см	% к контролю	см	% к контролю	Шт.	% к контролю
Контроль (бидистиллят)		100		100		100
KCl						
CaCl						
KCl+CaCl <sub>2</sub>						

Задание: построить диаграммы по данным таблицы; проанализировать данные таблицы и диаграмм и сформулировать выводы.

**Лабораторная работа № 7. Диагностика заболеваний растений при голодании по элементам минерального питания**

**Цель:** познакомиться с признаками голодания отдельными элементами минерального питания у культивируемых и дикорастущих растений и возможностью их устранения. Дать рекомендации по устранению заболеваний.

**Материалы и оборудование:** гербарий или комнатные растения с признаками голодания того или иного элемента питания.

**Ход работы**

Распознавание признаков голодания растений, вызываемых недостатком тех или иных элементов минерального питания, крайне важно для устранения признаков заболевания путем своевременной подкормки. Внимательное изучение признаков голодания растений парка, леса, окрестных полей поможет сделать вывод дефиците тех или иных элементов в данном районе и дать рекомендации о состоянии почв и внесении недостающих удобрений под культурные растения.

**Признаки заболеваний растений при голодании**

Недостаток элемента	Симптомы недостаточности	Устранение
N	Слабый рост, временное пожелтение, бледность.	
P	Задержка цветения, красно-бурые листья, отмирание точек роста.	
K	Белые и бурые пятна	
S	Отставание в росте, листья бледно-зеленые до желтоватой окраски	
Mg	Белые или желтые пятна, листья бурют и отмирают, наблюдается слабый рост и межжилковый хлороз старых листьев	
Ca	Гофрированные, сморщенные листья с некротическими зонами. Отсутствие верхушечных почек. Нарушение роста связанного с делением и растяжением клеток.	

**Лабораторная работа № 8. Качественная реакция с тетразолием на общую дегидрогеназную активность тканей**

**Цель:** сравнить по общей дегидрогеназной активности функционально разные ткани растения

**Ход работы**

Метод обнаружения дегидрирование дыхательного субстрата. Дыхательный субстрат является донором водорода. Активированный дегидрогеназами водород дыхательного субстрата передается ими на другой фермент – переносчик водорода. Этот фермент передает водород следующему ферменту – акцептору водорода и так далее по дыхательной цепи. Соли тетразолия в силу того, что они имеют низкий окислительно-восстановительный потенциал, способны перехватывать водород, становясь его акцепторами. Чем больше имеется в тканях восстановленных дегидрогеназ, тем больше молекул тетразолия может восстановиться.

Восстановленные формы солей тетразолия – формазаны – представляют собой интенсивно окрашенные соединения. Формазаны не окисляются вновь на воздухе, что делает их незаменимыми в гистохимии. В настоящей работе используется трифенилтетразолийхлористый.

В часовое стекло с небольшим количеством раствора ТТХ (2–3 мл) помещают срезы, сделанные с семян. Толщина срезов 0,5–1 мм. При наличии в тканях активных дегидрогеназ спустя 30–60 мин на срезах появляется окрашивание. Для ускорения окрашивания срезы можно поместить в термостат с температурой 30–35 °С. После появления окраски срезы просматривают под микроскопом или лупой. По интенсивности окраски делают сравнительную оценку дегидрогеназной активности разных тканей.

Для уверенности, что окраска обусловлена активностью ферментов, необходимо ставить контроль со срезами, в которых ферменты инактивированы. Для этого срезы кипятят в воде 2–3 мин, эти убитые срезы используют в тех же реакциях, что и живые.

После образования окраски в срезах их рассматривают под лупой или микроскопом при малом увеличении и устанавливают локализацию дегидрогеназной активности в тканях. Делают рисунки живых и убитых срезов.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Клейн Р.М., Клейн Д.Т. Методы исследования растений. – М., 1974. – 142с.
2. Практикум по физиологии растений: учебное пособие / под ред. В.Б. Иванова. – М.: Изд-во «Академия», 2011. – 144 с.
3. Викторов Д.П. Малый практикум по физиологии растений. – М., 1983. – 35 с.
4. Малюгин Н.И. Выгонка веток декоративных растений // Цветоводство. – 1980. – № 1.
5. Методы биохимического анализа / под ред. В.В. Полевого. – Л., 1978. – 120 с.
6. Шандрикова Л.Н., Марченко Э.А., Кузнецова Е.И. Летняя учебно-полевая практика по физиологии растений. – Витебск.: Изд-во ВГУ, 2000. – 35 с.
7. Миллер М.С., Савицкая И.И. Практические занятия по физиологии растений. – М., 1974. – 56 с.
8. Шандрикова Л.Н., Марченко Э.А., Кузнецова Е.И. Методические рекомендации по физиологии растений. – Витебск.: Изд-во ВГУ, 2001. – 45 с.

Учебное издание

**ШАНДРИКОВА** Людмила Николаевна

**ВОГУЛКИНА** Н.В.

**ХРАМЦОВА** Светлана Валерьевна

**ФИЗИОЛОГИЯ И БИОХИМИЯ РОСТА И РАЗВИТИЯ  
РАСТЕНИЙ**

Методические рекомендации

Технический редактор

*Г.В. Разбоева*

Компьютерный дизайн

*И.В. Волкова*

Подписано в печать 5.09.2013. Формат 60x84<sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Бумага офсетная.

Усл. печ. л. 1,86. Уч.-изд. л. 1,39. Тираж 90 экз. Заказ

Издатель и полиграфическое исполнение – учреждение образования  
«Витебский государственный университет имени П.М. Машерова».

ЛИ № 02330/110 от 30.01.2013.

Отпечатано на ризографе учреждения образования  
«Витебский государственный университет имени П.М. Машерова».

210038, г. Витебск, Московский проспект, 33.