

Частное общеобразовательное учреждение религиозной организации
«НЕРПЦ (Московский Патриархат)»
«Сормовская Православная Гимназия имени святого апостола и
евангелиста Иоанна Богослова»

Исследовательская работа
тема: **«Растения –
живые существа,
им тоже
свойственно
движение!»**



Выполнил:
ученик 7 класса
Кузьмин Иван

Руководитель:
учитель биологии
Скобелева
Евгения Алексеевна



г. Нижний Новгород
2019г.

СОДЕРЖАНИЕ:

	Стр.
ВВЕДЕНИЕ	3
ГЛАВА 1. ВИДЫ ДВИЖЕНИЙ У РАСТЕНИЙ	5
ГЛАВА 2. ТРОПИЗМЫ	8
2.1. ФОТОТРОПИЗМЫ	8
2.2. ГЕОТРОПИЗМЫ	11
2.3. ГИДРОТРОПИЗМЫ	13
2. 4. ХЕМОТРОПИЗМЫ	15
ГЛАВА 3. НАСТИИ	18
3.1. ТЕРМОНАСТИИ	20
3.2. ФОТОНАСТИИ	22
3.3. СЕЙСМОНАСТИИ	24
ГЛАВА 4. НУТАЦИИ	28
ГЛАВА 5. ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ ЧАСТЬ РАБОТЫ	31
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	43
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	44
ПРИЛОЖЕНИЯ	

ВВЕДЕНИЕ

Обычно человек разделяет окружающую среду на две группы: подвижные и неподвижные объекты. И в первую, как правило, относят животных, рыб, птиц и насекомых – то есть, всех тех, кто способен ходить, бегать, плавать и летать. Обладание именно этими способностями позволяет говорить о движении. Деревья, кустарники, цветы и прочие представители флоры попадают в «неподвижную группу».

Но что если и растения способны двигаться, только по-другому, своим особым образом? Статичны ли растения на самом деле?

У живых существ самое заметное проявление жизни – движение. Это относится и к растениям, у которых оно совершается гораздо медленней, по сравнению с животными. В растительном мире свойством свободно передвигаться обладают лишь низшие растения – одноклеточные водоросли или некоторые грибы. Но это не типично для остальных растений. Следует подчеркнуть, что способность к быстрым движениям не является признаком высокой организации. Это следствие способа питания. Растению нет необходимости гоняться за пищей, так как углекислый газ, минеральные соли, вода и свет есть повсюду в окружающей среде. Поэтому у растений очень медленно движутся органы: листья, стебли, корни, цветы. Двигутся они путем изгиба или скручивания. У вьющихся растений, например, хмеля, вьюна или декоративной фасоли, растущие верхушки стеблей в поисках опоры совершают круговые движения. Это легко можно наблюдать с помощью замедленной киносъемки.

Как-то в начале учебного года мои одноклассники сказали, что растения не умеют двигаться. Я задумался... Я был с ними не согласен.

Мы привыкли к тому, что животные активно передвигаются, в отличие от растений. Меня заинтересовало такое различие, и я решил проверить, насколько это верно. Мне очень захотелось побольше узнать о том, как же движутся растения. Не без помощи дополнительных информационных источников, я буду искать ответ на вопрос: «Как движутся растения?» Эти

обстоятельства во многом для меня и определили актуальность темы данной работы.

Гипотеза исследования – Растение растет, изгибается – значит, оно находится в движении.

Объектом исследования в работе выступает совокупность способностей тех или иных видов растений к движениям.

Предмет исследования – изучение особенностей и видов движений, осуществляемых растениями.

Цель работы – является изучение и анализ особенностей разновидностей движений растений, в том числе как движение отдельных частей растений, так и движение растений в ответ на различные виды раздражителей (свет, вода, почва, удобрение и т.д.).

Для достижения данной цели необходимо будет решить следующие задачи:

- изучить и дать характеристику видов движений у растений;
- проанализировать совокупность видов движения растений и их отдельных частей, в том числе в ответ на различные раздражители;
- провести исследования и опыты, подтверждающие наличие движения у растений;
- провести исследование, как растения реагируют на различные виды раздражителей.

Во время написания работы планируется изучить, проанализировать и систематизировать данные научной и методической литературы по теме исследования, а также обобщить их и сделать выводы. Кроме того, планируется применить такие методы исследования, как эксперимент, провести опыты и осуществить наблюдения, доказывающие гипотезу исследования.

ГЛАВА 1. ВИДЫ ДВИЖЕНИЙ У РАСТЕНИЙ

Характерной особенностью всех живых организмов является способность к активному движению всего организма или его частей в пространстве. Двигательная активность необходима для питания, защиты и размножения.

Еще в XIX веке Жан батист Ламарк в труде «Философия зоологии» писал: «Растения никогда и ни в одной из своих частей не обладают чувствительностью, не обладают способностью переваривать пищу и не совершают движений под влиянием раздражений».

Да, действительно – у растений нет нервной и мышечной систем, но все они, несомненно, обладают способностью к движению, которое обычно не удается увидеть непосредственно, так как происходят они очень медленно.

Однако, если присмотреться к растениям, можно заметить:

- верхушки побегов совершают круговые движения – их называют нутации;
- побеги и листовые пластинки возвращаются в направлении односторонне падающего света – это тропизмы;
- при смене дня и ночи открываются и закрываются цветки – это так называемые настии.

Существующие способы движения у растений ученые классифицируют следующим образом (рис. 1).

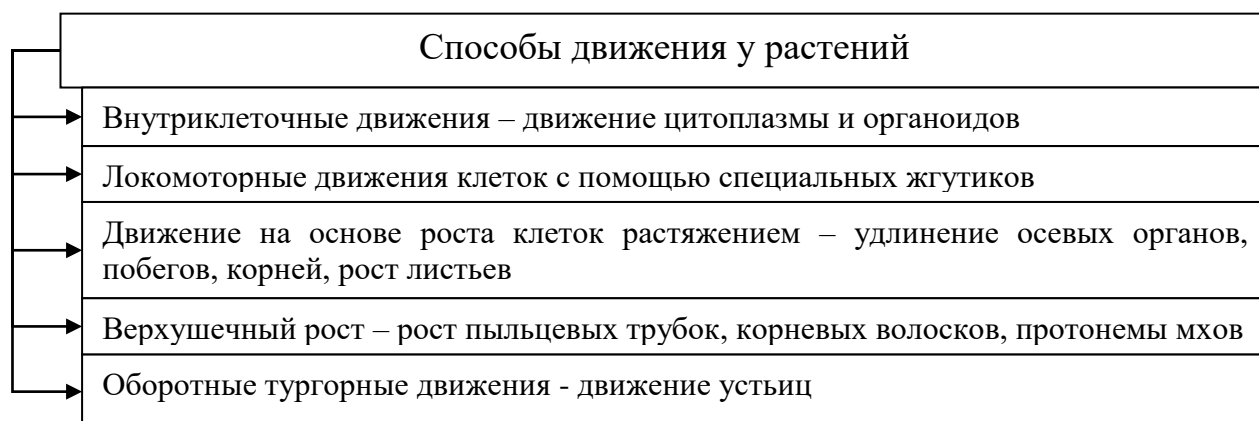


Рис. 1. Способы движения у растений

Движение цитоплазмы и локомоторные движения являются общими для растительных и животных клеток. Остальные типы движений присущи

только растениям.

Цитоплазма в растительных клетках находится в постоянном внутриклеточном движении. Внешние и внутренние воздействия изменяют скорость этого движения вплоть до его остановки. Средняя скорость движения цитоплазмы варьируется от 2-5 мкм / сек в пыльцевых трубках и корневых волосках до 50-80 мкм / сек в междоузлии харовых водорослей, в которых движение цитоплазмы изучается наиболее всего.

В основе локомоторных движений лежит функционирование системы сократительных белков, тубулина и динеина, входящих в состав микротрубочек жгутиков. Оно характерно для одноклеточных и колониальных форм классов зеленых водорослей, зооспор и гамет, для зооспор бурых водорослей, а также для сперматозоидов мхов, плаунов и хвощей. Движение цитоплазмы и локомоторные движения у растений принципиально не отличаются от животных организмов.

Ростовые движения осуществляются на основе роста клеток растяжением. Рост растяжением включает в себя образование в клетке центральной вакуоли, накопление в ней осмотически активных веществ (ионов, сахаров, органических кислот и др.). Гидростатическое (тургорное) давление является основной силой, растягивающей клеточную стенку. Растяжение клеточных стенок поддерживается включением в них новых молекул полисахаридов. Одновременно с растяжением клетки происходит синтез компонентов цитоплазмы – растет число митохондрий, рибосом и других внутриклеточных структур.

Если тот или иной фактор среды действует на растение или его орган однонаправленно, то в зависимости от силы (градиента концентрации вещества, света и т.д.) и длительности действия фактора возникает ростовой изгиб (тропизм) или от действующего фактора (отрицательный), или в его сторону (положительный). С помощью тропизмов осуществляется такая ориентация органов в пространстве, которая обеспечивает наиболее эффективное использование растением факторов питания и служит для

защиты от вредных воздействий.

Примером медленных тургорных движений является движение замыкающих клеток устьиц, которые открывают или закрывают продиховую щель. Степень открытия устьиц зависит от освещенности, уровня CO_2 в тканях листа и их обводнению. Это важный механизм регуляции газового и водного режимов растения и процесса фотосинтеза. С восходом солнца устьица открываются при небольшой интенсивности света. Подобные механизмы лежат в основе всех тургорных движений органов растений в ответ на изменение диффузно действующих факторов внешней среды: светло-тьма, тепло-холод. К типу быстрых тургорных движений относят движения, индуцированные сотрясением, ударом сложных листьев некоторых бобовых (мимозы), венериной мухоловки.

Обобщая все выше сказанное, можно составить следующую классификацию движений у растений (рис. 2).

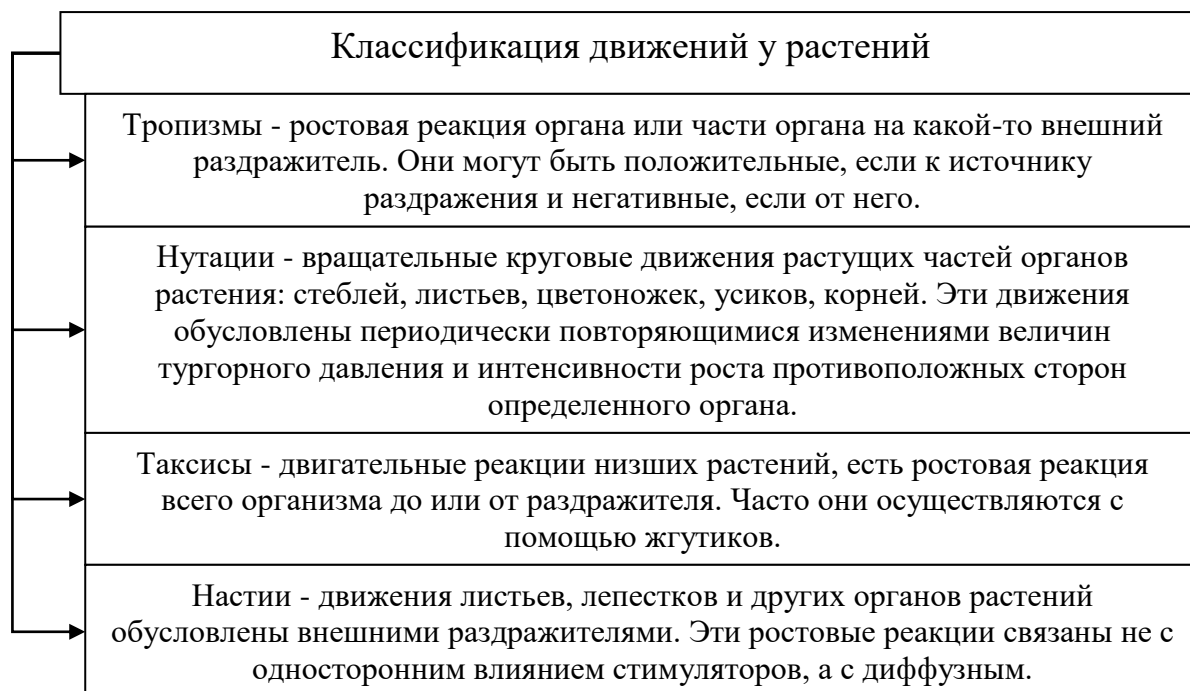


Рис. 2. Классификация движений у растений

Краткая характеристика подвидов данных видов движений, представлена в Приложении 1 к работе.

ГЛАВА 2. ТРОПИЗМЫ

Тропизмы (от греч. Tropos – поворот, направление), движения органов растения, вызванные односторонним действием факторов внешней среды (света, силы тяжести и др.) (рис. 3).

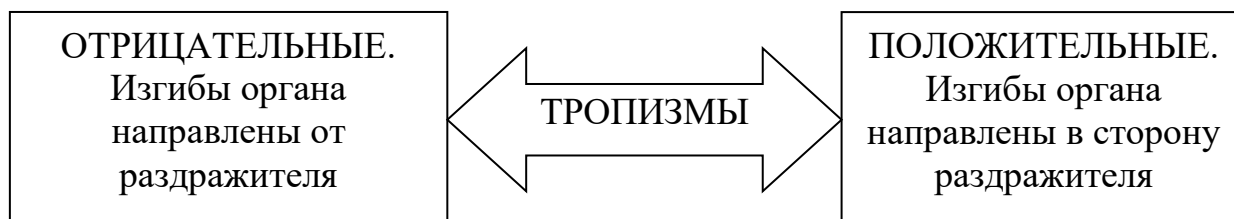


Рис. 3. Виды тропизмов

Тропизмы являются результатом более быстрого роста клеток на одной стороне побега, корня или листа. В основе тропизмов лежит явление раздражимости.

Процесс начинается с реакции восприятия внешнего раздражения, которая осуществляется с помощью системы рецепторов в верхушках изгибаемых органов (в меристемах). Внешнее раздражение индуцирует физиологические различия между двумя сторонами растительного органа, затем следует передача сигнала и в завершение наступает изгиб органа в результате дифференцированной скорости роста клеток.

Внутренние механизмы тропизмов до конца не изучены. Наибольшее распространение получила гормональная теория, предложенная в конце 20-х гг. советским ученым Н. Г. Холодным и голландским Ф. Вентом, согласно которой изгибы органов растений, возникающие в результате направленного их роста, обусловлены асимметричным распределением ауксина в органе.

2.1. ФОТОТРОПИЗМЫ

Фототропизм (от др.-греч. Φῶς - свет и τρόπος - поворот) - изменение направления роста органов растений или положения тела (органов) у животных, в зависимости от направления падающего света (рис. 4). Растениям нужен свет, чтобы обеспечить производство своей энергии. Этот процесс называется фотосинтезом. Свет, создаваемый солнцем или из других

источников, вместе с водой и двуокисью углерода необходим для производства сахаров, которые используются растениями в качестве энергии. В процессе фотосинтеза, также образуется кислород, и многие жизненные формы на Земле нуждаются в нем для дыхания. Фототропизм является механизмом выживания растений, позволяющим



получать как можно больше света. Когда листья растений направлены к свету, фотосинтез может происходить гораздо активней, позволяя генерировать больше энергии.

Ранние мнения о причинах фототропизма варьировались среди различных ученых. Теофраст (371 г. До н.э.-287 г. До н.э.) считал, что фототропизм вызывает уменьшение жидкости с освещаемой стороны стебля растения, а позднее Фрэнсис Бэкон (1561-1626) предположил, что фототропизм вызван увяданием. Роберт Шаррок (1630-1684) полагал, что растения изгибаются в ответ на «свежий воздух», а Джон Рэй (1628-1705) думал, что растения склоняются к более прохладным температурам ближе к окну.

Чарльз Дарвин (1809-1882) решил провести первые соответствующие эксперименты по фототропизму. Он предположил, что кривизну вызывает вещество, вырабатываемое в верхушке растения. Дарвин экспериментировал, накрывая верхушки некоторых растений и оставлял другие открытыми. Растения с накрытыми верхушками не сгибались к свету. Когда он накрыл нижнюю часть стеблей, но оставил открытым верх, то растения двигались к свету. Дарвин не знал, какое «вещество» вырабатывается в верхушках растений, а также как оно вызывает изгиб.

Тем не менее, Николай Чолодный и Фриц Вент в 1926 году обнаружили, что высокие концентрации этого вещества перемещаются на затененную

сторону стебля растения, приводя к его изгибу, чтобы верхушка двигалась к свету. Точный химический состав вещества, признанного первым идентифицированным растительным гормоном, не был выяснен до тех пор, пока не был выделен Кеннетом Тиманн (1904-1977), идентифицировавшим его как индол-3-уксусная кислота (ИУК) или ауксин.

Современные теории о механизме фототропизма заключаются в следующем. Свет, на длине волны около 450 нанометров (сине-фиолетовый свет), освещает растение. Белок, называемый фоторецептором, улавливает свет, реагирует на него и вызывает ответ. Группа белков фоторецептора синего света, ответственных за фототропизм, называется фототропинами. Неясно, как именно фототропины сигнализируют о движении ауксина, но известно, что ауксин перемещается на более темную затененную сторону стебля в ответ на световое воздействие. Ауксин стимулирует выделение ионов водорода в клетках затененной стороны стебля, что приводит к снижению pH клеток. Снижение pH активирует ферменты (называемые экспансинами), которые вызывают набухание клеток и приводят к изгибу стебля в направлении света.

Знак и величина фототропизма может зависеть от уровня освещённости. Типичным является положительная фототропичность при слабом свете, отрицательная — при сильном и отсутствие фототропичности при среднем (рис. 5).

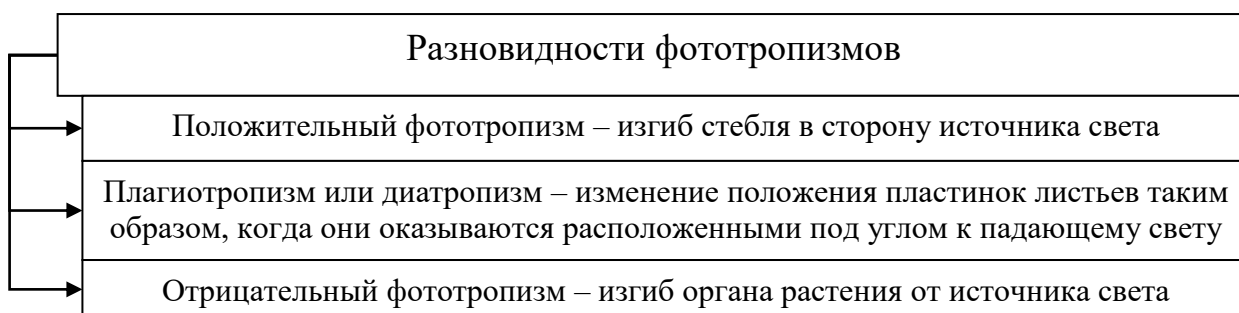


Рис. 5. Разновидности фототропизмов

Растения различных видов имеют различный фототропизм. Возраст растений в пределах одного вида также вносит коррективы. У молодых растений, в особенности бурно растущих, способность к фототропизму

больше, чем у взрослых. В пределах одного и того же растения фототропизм сильнее проявляется в более молодых органах. Фототропизм стеблей и листьев приводит к более равномерному расположению листьев в пространстве, они меньше затевают друг друга.

Положительный фототропизм в сочетании с отрицательным геотропизмом выводит верхушки проростков на поверхность почвы даже при очень глубокой заделке семян.

Положительный фототропизм позволяет использовать многие растения и в условиях невесомости, при отсутствии действия геотропизма.

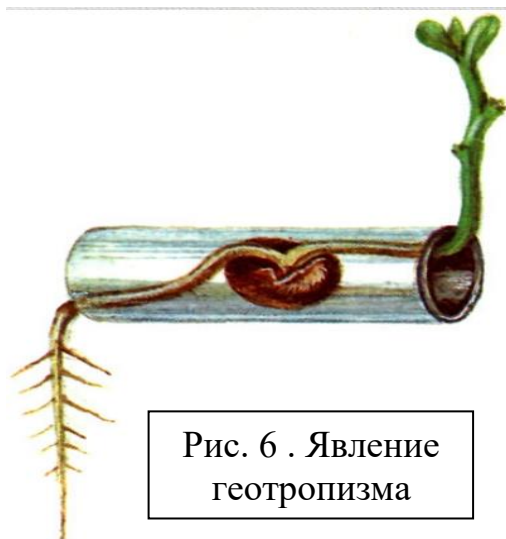
Фототропизм схож с настиями, поскольку оба этих вида движения связаны с присутствием раздражителя, однако, настии осуществляются не к световому стимулу, а в заданном направлении, движение определяется самим растением, а не светом.

2.2. ГЕОТРОПИЗМЫ

Геотропизм - способность различных органов растения располагаться и расти в определённом направлении по отношению к центру земного шара (рис. 6).

Всем известно, что стебель растёт вверх, а корень вниз. Но так как понятия «вверх» и «вниз» относительны, то точнее это явление нужно формулировать так: стебель и корень растут по направлению земного радиуса. Уже на основании этого повсеместно наблюдаемого факта можно заключить, что причина такой

ориентировки кроется в силе земного притяжения, или силе тяжести (рис. 7). Если перевернуть проросток корнем вверх, а стеблем вниз, то через небольшой промежуток времени корень изогнется вниз, а стебель вверх, т. е. они примут нормальное для себя положение. Совершенно ясно, что если бы



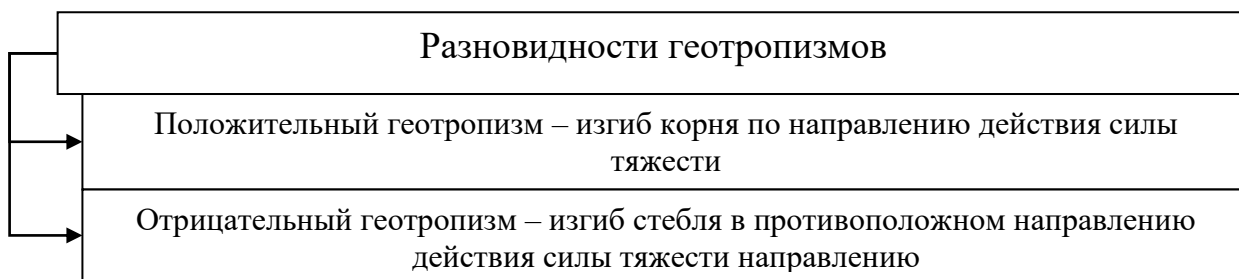


Рис. 7. Разновидности геотропизма

растения не обладали такой способностью, то должны были бы погибать в массовом количестве. Очевидно, в процессе естественного отбора сохранились лишь растения, выработавшие в себе эту способность. Вернее будет сказать, что само образование стебля и корня стало возможным лишь благодаря наличию геотропической реакции, возникшей, очевидно, вместе с образованием данных органов, а может быть, и еще раньше, так как многие водоросли обладают отрицательным геотропизмом.

В понимании геотропизма до середины XX века царила гипотеза Холодного – Вента, объяснявшая следующим образом неравномерный рост стебля и корня: неравномерно распределяющийся ауксин вызывает различную реакцию стебля и корня. По их мнению, корень очень чувствителен к высокой концентрации ауксина, и те его концентрации, которые ускоряют рост стебля, замедляют рост корня. Поэтому нижняя поверхность корня, где скапливается больше ауксина, растет медленнее, и корень изгибается книзу, а у стебля, наоборот, быстрее, и он поэтому изгибается кверху.

Особенно бросающийся в глаза пример геотропной ответной реакции – это направление роста деревьев, развивающихся на горном склоне. Деревья расположены вовсе не перпендикулярно к тому конкретному участку поверхности Земли, на котором растут, а совершенно независимо от крутизны склона – в направлении, от центра Земли (рис. 8).

При положительной геотропной реакции органов или их частей, например, главных корней высших растений, ризоидов водорослей, печеночных мхов и заростков папоротников, обнаруживается рост в

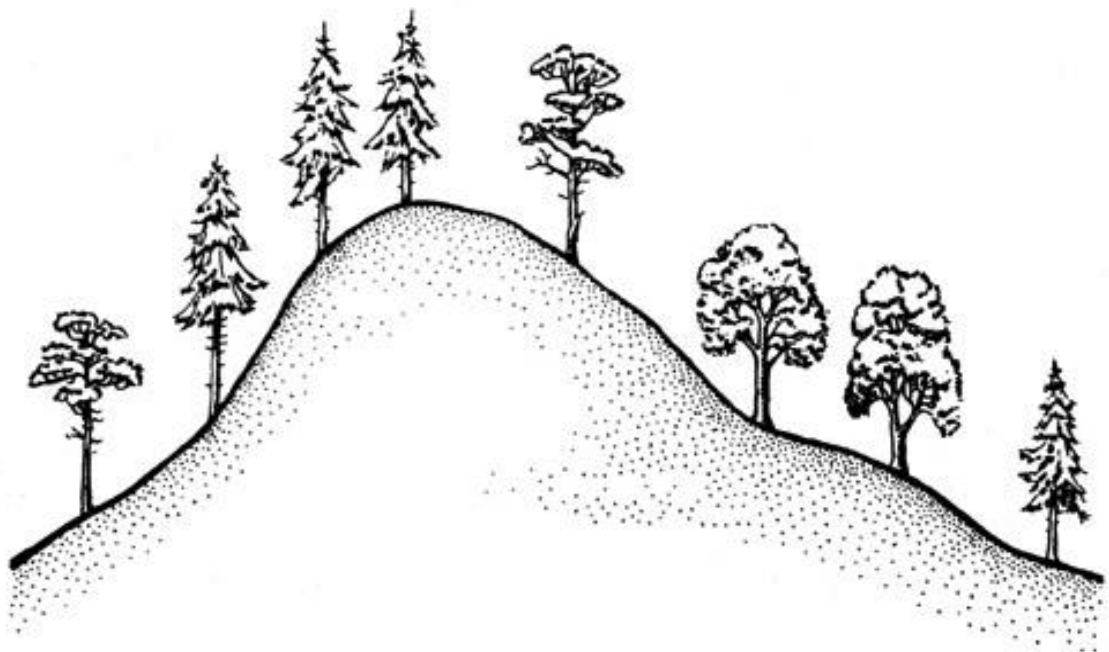


Рис. 8. Направление роста стволов деревьев на горных склонах, обусловленное отрицательным геотропизмом

направлении к центру Земли. А отрицательно геотропные органы или их части, напротив, растут в направлении от центра Земли.

Таковы прежде всего оси главных побегов, но также ножки плодовых тел шляпочных грибов и спорангиеносцы видов Мисог (наземных плесневых грибов) и другие объекты. Уже при прорастании семени, которое происходит в темноте, то есть вне влияния света, и независимо от положения самого семени, наблюдается изгиб зародышевого корешка вниз, а проросткового побега – вверх. Известны также случаи возвращения в вертикальное положение надломленных или полегших растений, обусловленного геотропизмом.

2.3. ГИДРОТРОПИЗМЫ

Гидротропизм (от гидро и греч. Τρόπος - поворот, направление) - изгибание некоторых органов растений под влиянием неравномерного распределения влажности в окружающей их среде (рис. 9,10).



Рис. 9. Явление гидротропизма

Впервые явления гидротропизма обнаружены Ю. Саксом в 1872 году на корнях, которые дают отклонение в сторону большей влажности. Способность к гидротропным ответным реакциям особенно явно выражена у низших растений. Например, спорангиеносцы фикомицетов

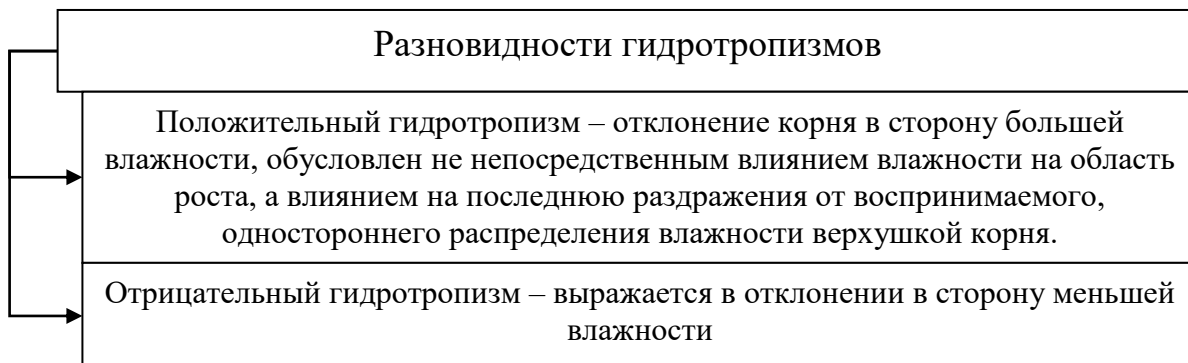


Рис. 10. Разновидности гидротропизма

отрицательно гидротропны. Но с другой стороны, при общем увеличении влажности воздуха возрастает скорость роста этих организмов. Речь идет об обусловленной присутствием влаги ростовой реакции, которая в противоположность иной, вызванной действием света, для продолжения своего проявления нуждается, однако, в продолжении действия вызвавшего ее фактора. Положительно гидротропны, в частности, гифы грибов, ризоиды печеночных мхов и пыльцевые трубки. Эта способность осуществлять гидротропные ответные реакции позволяет, например, гифам паразитических грибов проникать через устьичные щели внутрь растения-хозяина. Однако часто наблюдаемая взаимная приуроченность гриба и растения-хозяина не зависит от гидротропизма гриба.

Из многоклеточных организмов (или их органов) гидротропизм обнаруживают прежде всего талломы печеночных мхов и корни. Горизонтальное положение гидротропных талломов способствует их контакту с влажным субстратом. Корни гороха, например, нормально растущие вертикально вниз, при перепадах влажности могут отклоняться от вертикального положения. Очевидно, в этих случаях гидротропизм проявляется сильнее, чем геотропизм. Боковые корни обладают слабо выраженным геотропизмом и поэтому значительно более гидротропны, чем

главные корни. Восприятие раздражения, обуславливающего гидротропизм, происходит обычно в самом кончике корня. В отличие от корней у стеблей лишь в немногих случаях удастся обнаружить способность к гидротропным реакциям. Таковы, в частности, нитевидные побеги проростков одного из видов повилики (*Cuscuta gronovii*), которые могут, изгибаясь, проявлять положительный гидротропизм.

Гидротропные ответные реакции экологически рациональны. В связи с этим следует отметить особое значение воды, которая оказывает едва ли меньшее, чем какой-либо другой фактор, влияние на жизнь растений всей нашей планеты. Так, обладающие положительным гидротропизмом части растений могут оказаться в пространстве с достаточной влажностью, а отрицательно гидротропные, в свою очередь, получают возможность подняться над влажным субстратом. О механизме восприятия раздражений, обуславливающих проявление гидротропизма, известно очень мало. Вероятно, у листостебельных растений при этом некоторую роль играет различие в тургорном давлении клеток разных сторон органа. А в последующих процессах, должно быть, участвуют ростовые вещества.

2. 4. ХЕМОТРОПИЗМЫ

Хемотропизм вызывает движение растений под влиянием химических соединений. Наиболее яркий пример хемотропизма – рост корней в сторону больших концентраций питательных веществ в почве (рис. 11).

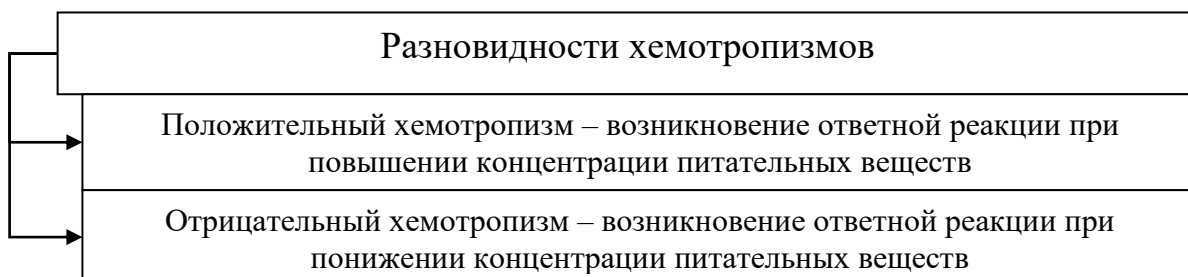


Рис. 11. Разновидности гидротропизма

Не только свет и сила тяжести, но и химические вещества тоже могут вызвать направленные ростовые движения. Раздражение вызывают как

растворенные, так и газообразные вещества (рис. 12). Нередко какое-либо хемотропно активное вещество при низких концентрациях действует привлекающе, а при высоких, напротив, отталкивающе. Движения, вызываемые или управляемые воздействием

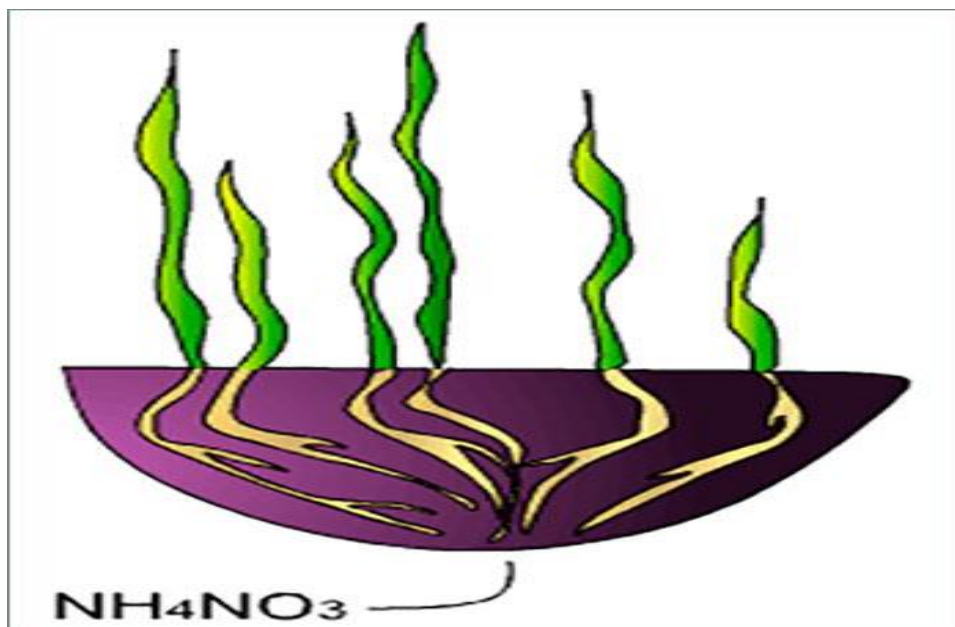


Рис. 12. Пример хемотропизма (движение корней к удобрению) химических веществ, обнаруживаются и у низших, и у высших растений.

Гифы гетеротрофных грибов обычно проявляют положительный хемотропизм по отношению к аминокислотам, белкам, сахару, а также к аммиаку и фосфатам, но отрицательный – к кислотам и продуктам собственного обмена веществ. Порог раздражимости часто очень невысок. Например, у широко распространенного плесневого гриба *Mucor mucedo*, образующего на хлебе и других пищевых продуктах белый налет, он достигает 0,01%. Практически особенно интересно внедрение паразитических грибов в тела растений-хозяев с помощью хемотропных реакций. На этом основана специфическая приуроченность определенного гриба соответствующему хозяину. Однако часто нелегко отличить такого рода перемещения от движений, обусловленных гидротропизмом.

Важную роль хемотропные реакции играют и при слиянии гиф, то есть при соматогамии, и при слиянии гаметангиев (гаметангиогамия). Так, у *Mucor* при половом процессе под воздействием привлекающего летучего

вещества сближаются гаметангии (+) и (-) гиф. Корни проявляют положительный хемотропизм в первую очередь к фосфатам, двуокиси углерода и кислороду. Это помогает им находить богатые питательными веществами и хорошо проветриваемые почвы.

Паразитические цветковые растения могут обнаруживать своих хозяев тоже благодаря хемотропным ответным реакциям. Например, проростки повилики прикрепляются к растению-хозяину уже над поверхностью почвы, а их ориентировка происходит под влиянием эфирного масла. Этот часто встречающийся на деревьях и многолетних травах паразит обвивает растение-хозяина как лиана. Затем с помощью гаусторий (присосок) паразит внедряется в тело хозяина, проникая вплоть до его ситовидных трубок, по которым передвигаются органические питательные вещества. При этом источником раздражений оказываются химические соединения. Но в общем, у стеблей проявления хемотропизма менее значительны, чем у корней.

Еще пример ответных реакций, связанных с получением пищи, - это положительно хемотропные изменения положения «волосков», находящихся на верхних сторонах листьев росянки. Анатомически это эмергенцы (выросты не только кожицы, но и глубже лежащих тканей), состоящие каждый из головки и стерженька. Их изгибы могут быть вызваны ничтожным количеством вещества-раздражителя, но движения краевых «волосков» листьев этого насекомоядного растения имеют характер хемонастий.

Все хемотропные ответные реакции представляют собой ростовые движения. У клеток с верхушечным ростом, таких, как гифы грибов и пыльцевые трубки, область роста располагается сбоку от верхушки, а многоклеточные органы изгибаются в результате неравномерного роста противоположных сторон органа. Восприятие химических раздражений у корней и у «волосков» росянки происходит лишь на самой верхушке, тогда как изгиб возникает в зоне растяжения. Следовательно, между местом восприятия раздражения и местом проявления ответной реакции должно осуществляться проведение возбуждения.

ГЛАВА 3. НАСТИИ

Настии, или настические движения (от др.-греч. Σλαθητός ‘уплотнённый’) – движения дорсовентральных органов растений, которые обусловлены особенностями самого растения и проявляются при воздействии факторов окружающей среды (температура, свет, влажность и др.)(рис. 13).

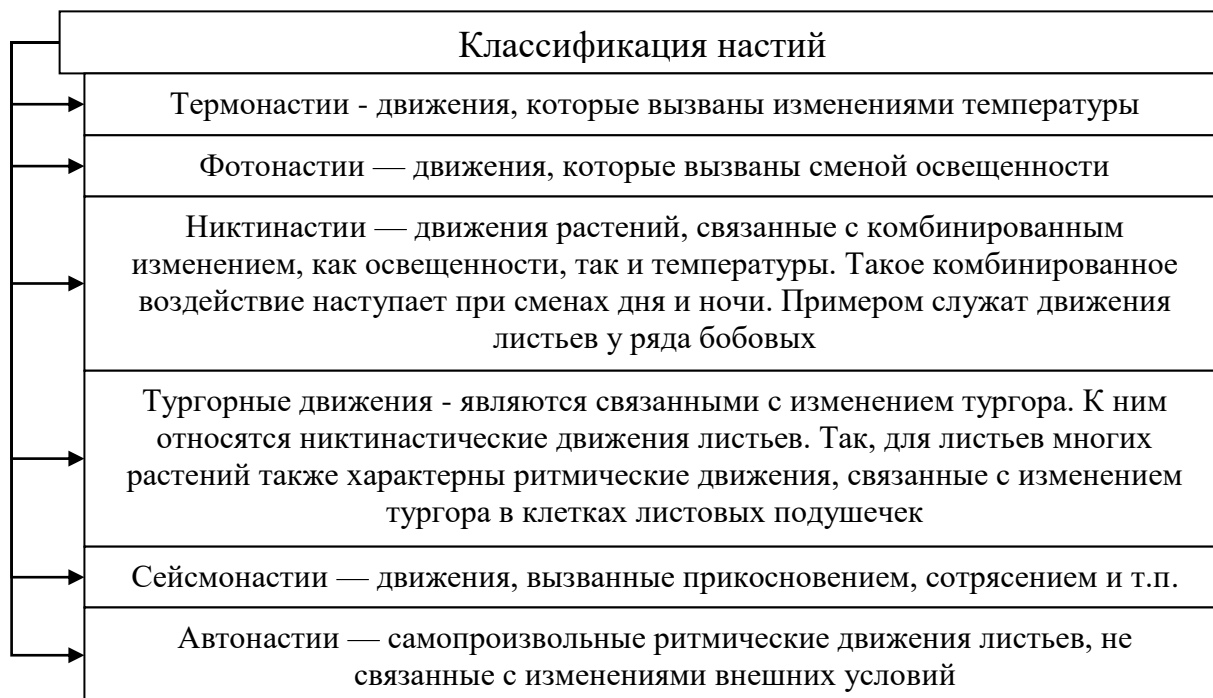


Рис. 13. Классификация настий

В отличие от тропизмов, настии являются более быстрыми и возникают в ответ на ненаправленные, рассеянные в окружающей среде раздражители (рис. 14).

К примеру, цветки шафрана и тюльпана открываются и закрываются в ответ на изменение температуры окружающей среды (термонастии). В тепле происходит ускорение роста внутренней стороны лепестков – и цветки раскрываются, а при холоде происходит ускорение роста их внешней стороны – происходит закрытие цветка. Непосредственно связаны с настиями суточные ритмы открывания и закрывания цветков и соцветий. Например, открытые рано утром корзинки козлобородника обычно закрываются к 10-11 часам, а цветки белой кувшинки, напротив, открыты только днём. Соответствующие настии вызываются происходящими в течение суток изменениями температуры и влажности.



Рис. 14. Фотонастия *Oxalis triangularis* в ответ на свет. При снижении уровня освещённости листья складываются.

Настии, не связанные с процессами роста тканей, вызываются изменениями клеток. Например, так называемый «сон листьев» кислицы; её тройчатые листья на рассеянном свете располагаются в горизонтальной плоскости, но при попадании солнечных лучей они быстро складываются «зонтиком» (фотонастии и термонастии). Листья же мимозы складываются при различного рода сотрясениях (сейсмонастия) и даже при лёгком прикосновении; при этом черешки сложных перистых листьев этого растения поникают. Сейсмонастии не только обеспечивают защиту органов растения, но могут также иметь важное адаптивное значение: открытие цветков табака в вечернее время обусловлено появлением насекомых, опыляющих данные растения, а у насекомоядной росянки настические движения листовой пластинки, покрытой выделяющими слизь железистыми волосками, возникают при посадке на эту пластинку насекомого, причём после того, как оно прилипло к слизи, края листа быстро закрываются, и начинается процесс переваривания жертвы (так росянка добывает азотистую пищу).

3.1. ТЕРМОНАСТИИ

Колебания температуры могут вызвать настические движения, например, листочков околоцветника (в их число входят также и чашелистики, и лепестки) цветков многих растений. Поскольку температура, оптимальная для роста верхней стороны каждого из таких листочков, выше оптимальной температуры для роста их нижних сторон, при повышении температуры закрытый цветок открывается.

Понижение температуры приводит к закрыванию цветка. В этом можно убедиться, если, проведя наблюдения и утром, и днем, и вечером, внести закрытые цветки известных декоративных растений, например крокуса (*Crocus*), подснежника (*Galanthus*) или тюльпана (*Tulipa*), из прохладного сада в теплую комнату.

У подснежника в движениях, связанных с открыванием и закрыванием цветка, участвуют только три листочка наружного круга околоцветника (рис. 15), тогда как у крокуса и тюльпана – все листочки (рис. 16).

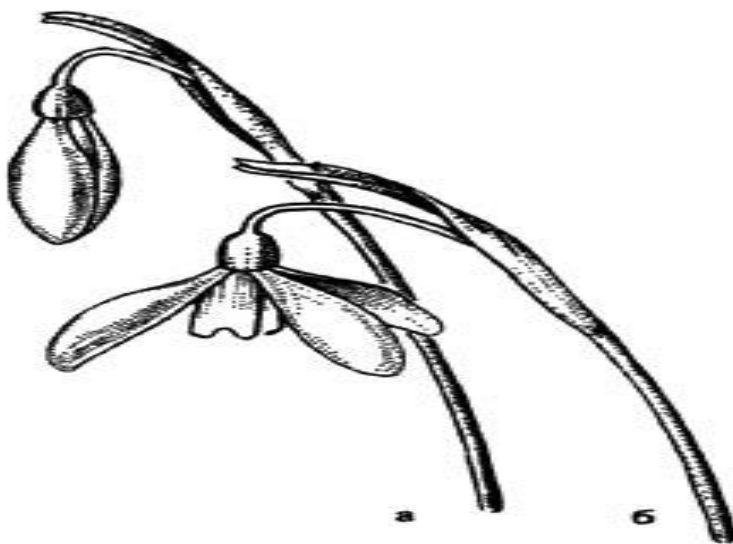


Рис. 15. Термонастические движения закрывания (а) и открывания (б) листочков наружного круга околоцветника у *Galanthus nivalis*

При проведении простых опытов, наглядно показывающих влияние температуры, вам может помочь ваш домашний холодильник. Открывшиеся цветки тюльпанов, положенные в холодильник, вскоре закрываются и

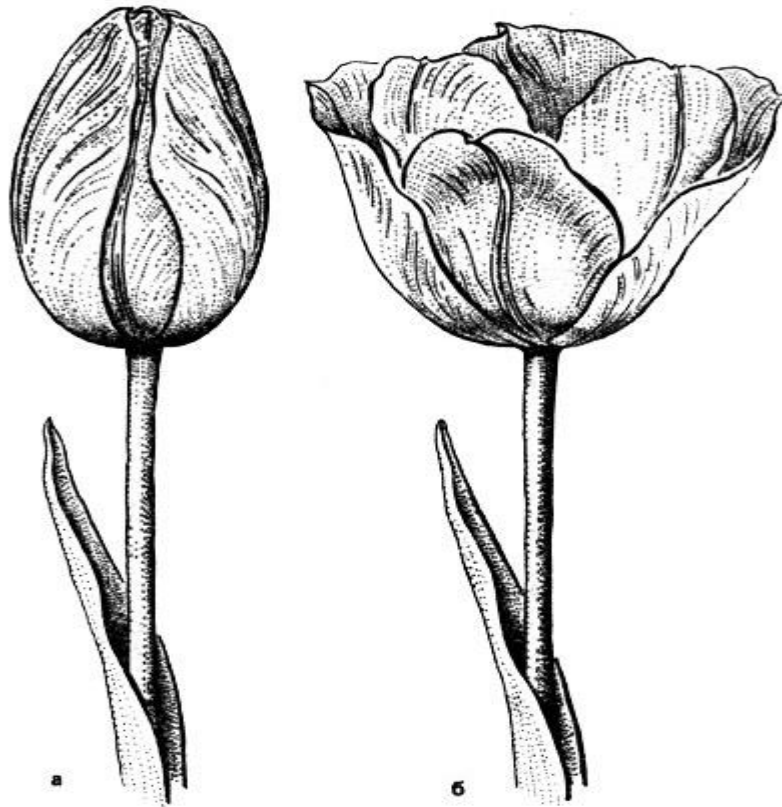


Рис. 16. Термонастические движения открывания (б) и закрывания (а) листочков околоцветника у *Tulipa gesneriana*

остаются на холоду закрывшимися. Но после того как их вынут из холодильника, в течение нескольких минут они откроются. Особенно быстро (частично даже уже при открывании дверцы) открываются цветки тюльпана, выдержанные в течение суток при температуре 4°C , а затем перенесенные в тепло. При этом степень открывания зависит от того, насколько быстро меняется температура. Например, сравнительно высокая температура (в частности, близ мощного источника света) вызывает, во-первых, очень быстрое, а во-вторых, необычно широкое открывание цветков. Чувствительность к температуре довольно высока. Так, цветки крокуса и тюльпана реагируют на различия равные соответственно $0,2^{\circ}\text{C}$ и 1°C .

Открывание и закрывание цветков повторяются неоднократно. При однократном движении цветоножка тюльпана удлиняется примерно на 7%, а в течение всего времени цветения – почти на 100%. Существует тесная взаимосвязь между солнечным освещением, повышением температуры,

открыванием цветков и опылением их насекомыми. Термонастические тургорные движения происходят лишь у растений, листья которых имеют сочленения. Известными примерами тому могут служить восточноазиатский род семейства бобовых *Desmodium*, а также роды *Mimosa* и *Oxalis*.

В тесной взаимосвязи с фото- и термонастическими движениями находятся те проявления изменений положения органов у растений, которые происходят прежде всего под влиянием смены дня и ночи. Поэтому их называют никтинастиями, или «движениями сна». Поскольку освещение и температура, а также смены дня и ночи в природе часто тесно взаимосвязаны и воздействуют на растения единообразно, нередко трудно провести границу между фото-, термо- и никтинастическими ответными реакциями растений. Но если фото- и термонастические движения вызываются раздражениями, приходящими извне, то при никтинастических реакциях определенную роль играют прежде всего внутренние раздражения. Следовательно, это не настии, а автономные движения.

3.2. ФОТОНАСТИИ

Фотонастии – движения, которые вызваны сменой освещенности. Иногда цветки не всегда выглядят одинаково: в природе в солнечные и теплые дни они, как правило, открыты, а при пасмурной и холодной погоде, напротив, преимущественно закрыты. Как показали эксперименты, проведенные исследователями, эти разные состояния цветков обусловлены колебаниями интенсивности освещения. Речь идет о фотонастиях, которые особенно широко проявляются в виде открывания и закрывания цветков. Освещение часто ведет к усилению роста верхней стороны листочков околоцветника и в результате – к открыванию цветков. Это можно наблюдать у растений из семейств кактусовых (*Cactaceae*), сложноцветных (*Asteraceae*) кисличных (*Oxalidaceae*) и др. Растения, цветущие ночью, такие, например, как поникшая и белая смолевки (*Silene nutans* и *Silene alba*), ведут себя противоположным образом. Открывание и закрывание цветков могут повторяться в определенном ритме. Однако обратимость этого движения

лишь кажущаяся, так как увеличение размеров отдельных клеток необратимо. При каждом новом открывании и закрывании происходит рост в длину клеток соответственно верхней и нижней сторон. Если процессы повторяются многократно, то это приводит к значительному удлинению листочков околоцветника.

Молодые, то есть еще способные расти, листья могут совершать настические ростовые движения. Пример – молодые листья видов недотроги, поникающие при затемнении в результате усиления роста верхней стороны каждого из них. При освещении положение их восстанавливается из-за усиления роста нижних сторон. В основе движений листьев, окончивших рост, всегда лежат колебания тургорного давления. Уже в древности обращали внимание на такого рода движения; еще римский ученый Плиний старший (23-79) писал о листьях клевера, листочки которого поникают при надвигающейся непогоде. Одно из обычных растений нашей флоры – кислица обыкновенная (*Oxalis acetosella*); листочки ее тройчатых листьев вечером опускаются, а утром поднимаются (рис. 17).



Рис. 17. Фотонастические движения листочков кислицы (*Oxalis acetosella*): при затемнении они поникают, а на свету поднимаются

Чувствительность растений, обнаруживающих фотонастические движения весьма высока. Так, цветки видов горечавки (*Gentiana*) могут реагировать на раздражение, вызванное даже затемнением растения

проплывающими облаками. Для перехода листьев мимозы в то положение, которое они занимают при затемнении и которое напоминает их положение, наступающее после сотрясения, необходим, в частности, фитохром 730. Если перед окончанием периода освещения устранить фитохром 730, используя двухминутное облучение темно-красным светом, то листья останутся в том положении, в каком они были при освещении.

3.3. СЕЙСМОНАСТИИ

Сейсмонастические движения – самые быстрые и наиболее заметные в мире растений. Особенно раздражающе действуют сотрясения и удары. Об этом свидетельствует и их название, поскольку «сеймос» по-гречески означает «сотрясение» или «землетрясение». Уже падающая дождевая капля или порыв ветра может вызвать раздражение.

В зависимости от того, воздействует ли раздражитель непосредственно или в результате проведения возбуждения, различают прямое и непрямое раздражения. Раздражим весь побег, и сотрясение всего растения тоже приводит к проявлению соответствующей ответной реакции. К прикосновению особенно чувствительны нижние стороны первичных сочленений, поскольку здесь находятся жесткие раздражимые щетинки, передающие давление подушечкам сочленений. Речь идет о трихомах (волосках), имеющих длину от 1 до 2,5 мм. Они состоят из продольно вытянутых клеток с плотными одревесневшими оболочками. Такого рода стимулятор расположен на паренхимном основании, которое при прикосновении к щетинке растягивается и придавливается.

Для сейсмонастических движений характерно быстрое и бросающееся в глаза проведение возбуждения. Оно относительно просто может быть продемонстрировано на следующих друг за другом движениях листочков. При сильном раздражении отдельного листа или даже листочка возбуждение, распространяясь вверх и вниз по стеблю (примерно на 50 см), может дойти до других листьев. При этом, ответные реакции проявляются сначала в первичных, затем во вторичных и, наконец, в третичных сочленениях.

Скорость проведения возбуждения достигает – в зависимости от температуры – от 0,4 до 3 см/с. Если же растение ранено, максимальная скорость проведения возбуждения может достигать даже до 10 см/с.

Для сейсмонастических движений типичны также стадии абсолютной и относительной невосприимчивости, в течение которых после нового раздражения возбуждение вовсе не наступает или проявляется лишь в меньшей степени. Специалисты различают стадии невосприимчивости не только в отношении возбудимости, но и в отношении движений. Такая стадия абсолютной невосприимчивости продолжается до тех пор, пока снова не станет проявляться ответная реакция (около 90 с). Стадия относительной невосприимчивости (в отношении движений) заканчивается лишь через 10-30 мин, когда лист вернется в первоначальное положение.

Осуществлять сейсмонастические движения листьев могут многие растения. Так, например, сейсмонастичны также листья кислицы обыкновенной и робинии. Даже сильные сотрясения вызывают у этих растений нашей флоры слабые ответные реакции, и закон «все или ничего» к таким движениям неприменим. Между раздражимыми и не раздражимыми объектами существуют все переходные ступени. Примеры хорошо заметных изменений положений органов в пространстве, обусловленных сейсмонастиями, - это движения тычинок. Например, у барбариса обыкновенного тычинки резко изгибаются снаружи внутрь (рис. 18), тогда как у видов солнцезвета, у относящейся к семейству липовых комнатной липы и других растений они изгибаются в противоположном направлении. У тычинок барбарис способен воспринимать раздражение только базальный участок внутренней стороны тычиночной нити, а у тычинок солнцезвета – базальный участок ее наружной стороны. В этих местах находятся моторные клетки, и поэтому там происходит изгибание. Движение тычинок барбариса – это одни из самых быстрых движений, известных в мире наших растений. Проведения возбуждения от одной тычиночной нити к другой здесь не бывает. Напротив, в пучке тычиночных нитей липы раздражение одной нити

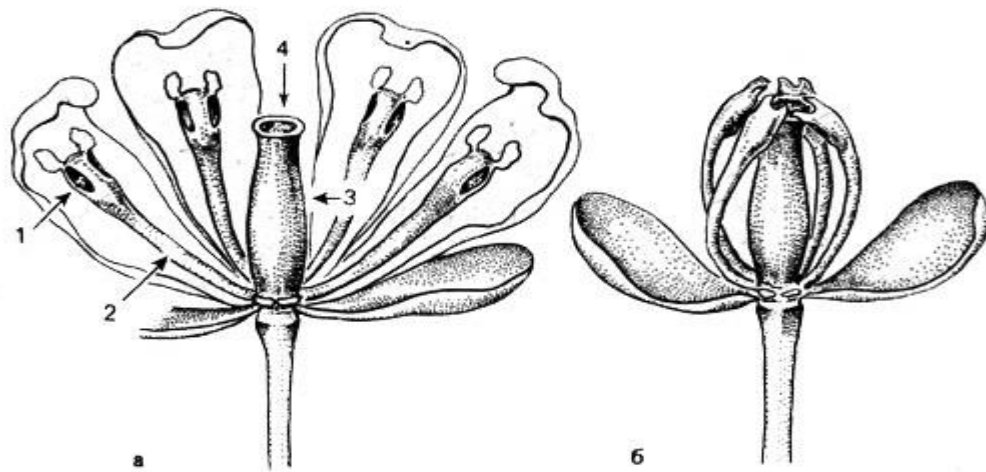


Рис. 18. Цветки *Berberis vulgaris* (чашелистики и лепестки частично удалены) с нераздраженными (а) и раздраженными (б) тычинками, 1 – пыльник, 2 – тычиночная нить, 3 – столбик, 4 – рыльце приводит к изгибанию всех нитей. Несколько по-иному происходит движение сейсмонастически раздражимых тычинок многих сложноцветных. Например, тычиночные нити васильков (виды *Centaurea*), отвечают на прикосновение сильным сокращением. Потеря тургора симметрично расположенными моторными клетками приводит к укорочению тычинок на 20-30% первоначальной их длины. При этом столбик с еще нераскрывшимся рыльцем, находящийся внутри трубки, образованной пыльниками, и действующий как поршень, выдавливает пыльцу из трубки наружу. Затем пыльцу разносят насекомые-опылители. Если латентный (скрытый) период продолжается менее секунды, то на осуществление ответной реакции уходит несколько секунд, а для возвращения к исходному положению требуются уже минуты. В этих случаях настические изменения положения происходят в результате потери тургора моторными клетками, расположение которых обуславливает разные способы осуществления ответных реакций в виде движений тычинок и рылец.

В некоторых специальных приспособлениях, служащих для ловли животных, например, таких, как листья росянок, тоже проявляются сейсмонастические движения. Известные примеры этого – растущая в наших водоемах альдрованда пузырчатая (*Aldrovanda vesiculosa*) и встречающаяся в

приатлантических областях Северной Америки венерина мухоловка (*Dionaea muscipula*). Именно у последней в 1769 г. Была впервые обнаружена насекомоядность растений. Захватывающие листья *Dionaea* могут очень быстро складываться. На верхних, то есть внутренних сторонах половин листовой пластинки, имеющих по краям зубцы, находятся пищеварительные железки, раздражимые сосочки и по три раздражимых щетинки. Когда половины пластинки сближаются, зубцы одной из половин заходят в промежутки между зубцами другой, и добыча удерживается надежно. Раздражение вызывает потерю тургора моторных клеток, имеющих на верхней стороне, и сильное растяжение клеток нижней стороны листовой пластинки. Вслед за этим быстрым ловким движением еще происходит более медленное дальнейшее сближение половин пластинки. Здесь речь идет уже о процессах роста на наружной стороне, и половины листовой пластинки еще крепче смыкаются вокруг насекомого. Если пойманным оказывается живой объект, то половины пластинки остаются сблизившимися в течение дней и даже недель; если же объект «несъедобен», то через несколько часов они снова расходятся. Очевидно, при этом также действуют химические и контактные раздражения. Открывание, т. е. отхождение половин пластинки друг от друга, происходит в результате восстановления осмотического потенциала, а также усиления роста клеток верхней стороны. Служащие стимуляторами раздражимые щетинки передают раздражение специфическим чувствительным клеткам, находящимся в основаниях щетинок. Половины листовой пластинки, лишённые щетинок, теряют способность воспринимать раздражения. Как правило, для проявления движений требуется несколько раздражений.

ГЛАВА 4. НУТАЦИИ

Нутации (от лат. Nutatio – колебание, качание) – осциллирующие (круговые или колебательные) движения цветоносов, листьев, корней, колеоптилей, столонов, спорангиеносцев и других органов растений.

Многие растения во время роста подвержены движению, особенно около верхушки стебля, что подметил ещё Ч. Дарвин, называвший явление «циркумнутацией», так как верхушка стебля совершает почти круговое движение (обычно описывая эллипс с зигзагами).

У большинства растений нутация слаба и прекращается с прекращением роста междоузлий, но у вьющихся растений нутация стебля и у лазающих растений – усиков, весьма сильная и продолжительная, определяет закручивание и извивание этих органов. Основная причина нутации – неравномерность роста стеблей с разных сторон. Если с одной стороны стебель растет быстрее, чем с другой, то стебель загибается в сторону меньшего роста, выпрямляясь, когда прекратится неравномерность роста. Если продольная линия наибольшего удлинения образует винтовую линию вследствие упорядоченных местных ускорений роста клеток под влиянием фитогормонов, то стебель извивается, нагибаясь в сторону наименьшего возрастания постепенно во все стороны горизонта, и вьется вокруг подставок или самого себя.

Круговые движения встречаются, например, у проростков, у молодых усиков и у вьющихся растений. Наиболее ярко они выражены как раз у последних; благодаря нутационным движениям эти растения винтообразно обвивают опору (рис. 19).

У большинства вьющихся растений закручивание идёт против часовой стрелки, реже по часовой, как у хмеля, ещё реже направление нутации меняется, как у горько-сладкого паслёна. Листья тоже подвержены нутации, определяющей их направление то к стороне стебля (в начале развития), то отгибание их от стебля: вначале они растут сильнее у основания и вдоль спинной поверхности, отгибаясь внутрь, затем происходит обратное, и



Рис. 19. Автономные ростовые движения вьющихся растений: а – левовращающегося (*Phaseolus vulgaris*), б – правовращающегося (*Humulus lupulus*)

листья отгибаются наружу. После прекращения роста нутации листьев вызываются изменением тургора клеток листовых сочленений.

О направлении вращения судят, наблюдая описывающую круг верхушку стебля сверху. В большинстве случаев вьющиеся растения обладают левым вращением: их верхушки движутся против хода часовой стрелки. Таковы, например, вьюнок полевой (*Convolvulus arvensis*), фасоль многоцветковая (*Phaseolus coecineus*), а также паразит, обвивающий растение-хозяина, повилика европейская (*Cuscuta europaea*). Правым вращением среди вьющихся растений обладают лишь немногие: жимолость (*Lonicera*) и хмель

(*Humulus lupulus*). Для уже издали заметных плантаций хмеля характерны длинные жерди, по которым эти растения взбираются на высоту до 8 м. Диаметр круга, описываемого верхушкой стебля хмеля, достигает более чем 50 см, а африканского представителя семейства ластовневых *Noya carnos* – более 150 см. У горца вьюнкового (*Polygonum convolvulus*) и растений других видов этого рода могут быть вращательные движения в обоих направлениях. У некоторых растений направление вращения меняется даже в пределах одного и того же побега.

Круговые нутации основываются на одностороннем, перемещающемся вокруг оси органа усилении роста. У вьющихся растений наряду с автономными обнаруживаются и геотропные ответные реакции. Так, например, побеги их проростков реагируют сперва отрицательно, а позже – поперечно-геотропно. Прежде всего проросток начинает совершать круговые автономные движения, вполне достаточные для того, чтобы охватить тонкую, вертикально расположенную опору. При охвате более толстой опоры проявляется еще и латерально-геотропная реакция. При этом наружная сторона растет сильнее. Поэтому обвивание побегом опоры представляет собой очень сложный процесс. Вьющиеся растения очень богаты гиббереллином, и можно считать, что этот фитогормон причастен к осуществлению обвивания. Чувствительности к прикосновениям здесь нет.

Постоянные круговые нутации совершают также усики или даже вся верхняя часть побега у лазающих растений, что необходимо для поиска опоры при движении стебля к свету. В отличие от вьющихся растений усики (особенно кончики) лазающих растений очень чувствительны к прикосновению шершавой опоры (но не стеклянной палочки). Усики гороха отвечают ростовым движением на прикосновение шерстяной нити массой 0,25 мг. В эффекте закручивания усика важно наличие света (в темноте не происходит). Обработкой усиков ауксином или этиленом можно вызвать их закручивание даже без механического стимула.

ГЛАВА 5. ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ ЧАСТЬ РАБОТЫ

Я выяснил, что растения движутся, причем, совокупность этих движений, как показала научная и учебная литература, достаточно многообразна, как и количество раздражителей, вызывающих те или иные виды движения.

Кроме того, вспомнив разнообразные моменты из своего жизненного опыта, я понял, что это действительно так: ведь часто летом я видел, что некоторые растения открывают цветки утром и закрывают их в сумерки (одуванчик), или наоборот, утром закрывают, а вечером открывают (ночная красавица). Мама иногда поворачивает цветы на подоконнике, когда замечает, что они особенно сильно наклонились в сторону света. Бабушка привязывает к усам огурца нити в теплице, чтобы они быстрее тянулись вверх и таких примеров много. Это наверное видят все, хотя иногда и не заостряют на этом внимание.

По результатам изучения литературы, и, чтобы доказать, что растения движутся я, с помощью учителя биологии, провел несколько опытов.

Для начала, я посеял несколько семян овса, бобов, фасоли и гороха (рис. 20).

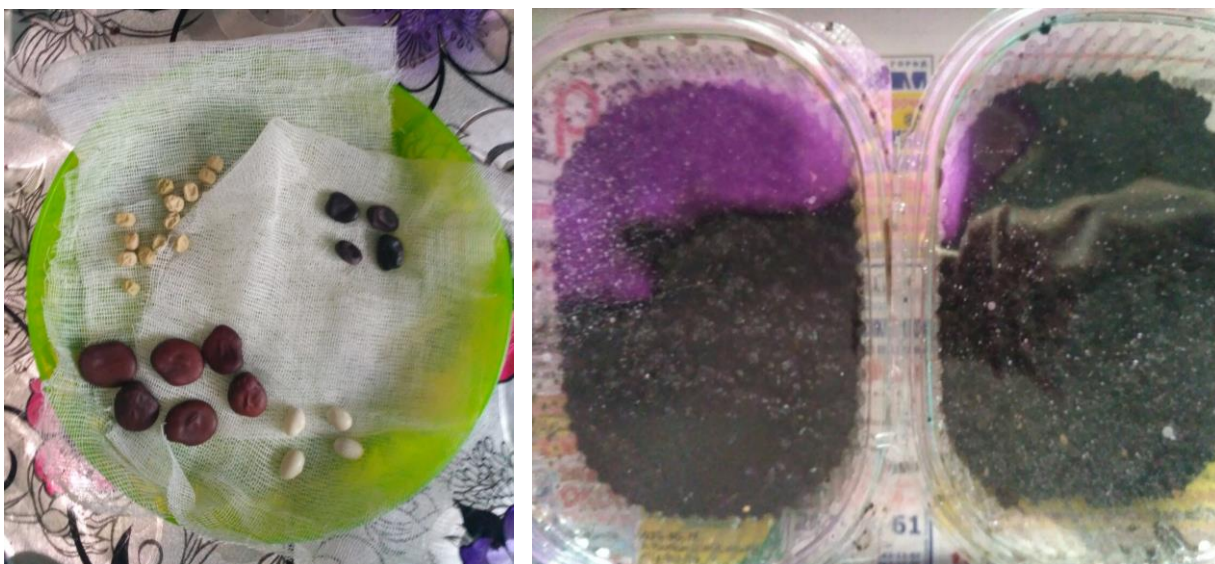


Рис. 20. Первый день опытов: сеяние семян и бобов

Каждый день я наблюдал за изменениями, которые происходят с моими растениями и делал записи и фото, и вот, что получилось!

Опыт № 1.

Цель: выяснить, могут ли демонстрировать побеги бобов явления геотропизма. Если да, то какого – положительного или отрицательного. Определить, какое именно место корня является местом восприятия земного притяжения.

Я прорастил несколько семян бобов. Затем, когда бобы дали корешки, я поместил их, наколов на булавку, воткнутую в губку в отдельные баночки (рис. 21).



Рис. 21. Опыт № 1. Начало

Затем, у проростков в одной банке я отрезал кончики корней ножницами (рис. 22).

Результат: На следующие день я увидел, что изогнулись и стали расти вниз только те корешки, у которых кончики остались целыми. Корешки же с удаленными кончиками остались прямыми, не изогнутыми (рис. 23,24).



Рис. 22. Бобы, с отрезанными кончиками у корня



Рис. 23. Проросшие бобы с отрезанными кончиками корней



Рис. 24. Проросшие бобы с целыми корнями, проросшими еще ниже

Вывод: Данный опыт подтверждает два понятия: во-первых, корни бобов продемонстрировали явление положительного геотропизма, изгибаясь вниз.

Во вторых, этим опытом я наглядно продемонстрировал, что верхушка корня, а именно корневой чехлик, растения является местом восприятия силы тяготения Земли.

Опыт № 2.

Цель: выяснить, могут ли демонстрировать побеги овса явления геотропизма. Если да, то какого – положительного или отрицательного.

Я прорастил несколько семян овса в двух баночках. Затем, когда семена дали проростки, одну из банок я поместил в темное место – накрыл картонной коробкой (рис. 25).



Рис. 25. Проростки овса, помещенные под картонную коробку

Результат: Через несколько дней стало ясно – рост клеток растяжением идет в темноте интенсивно, в результате образуются длинные, вытянутые,

бледной окраски стебли (рис. 26).



Рис. 26. Проросший овес, растущий в темноте

На свету же растяжение клеток тормозилось, поэтому, за один и тот же период времени, стебли на свету выросли меньше, чем в темноте. Кроме того, под действием солнечных лучей стебли имели более яркую окраску (рис. 27).



Рис. 27. Проросший овес, растущий на свету

Вывод: Данный опыт: проростки овса продемонстрировали явление отрицательного геотропизма, когда вытягивались более интенсивно вверх. Во вторых, этим опытом я наглядно продемонстрировал, что наличие света стимулирует процесс фотосинтеза и образование хлорофилла.

Опыт № 3.

Цель: выяснить, могут ли демонстрировать побеги овса явления фототропизма.

Я прорастил несколько семян овса, посадив их в разные баночки. Затем, когда они дали проростки, я поместил одну коробочку на комод, который был удален от окна на расстоянии около двух метров, а вторую коробочку я поместил на подоконнике, то есть максимально приблизив его к раздражителю - источнику света (рис. 28,29).

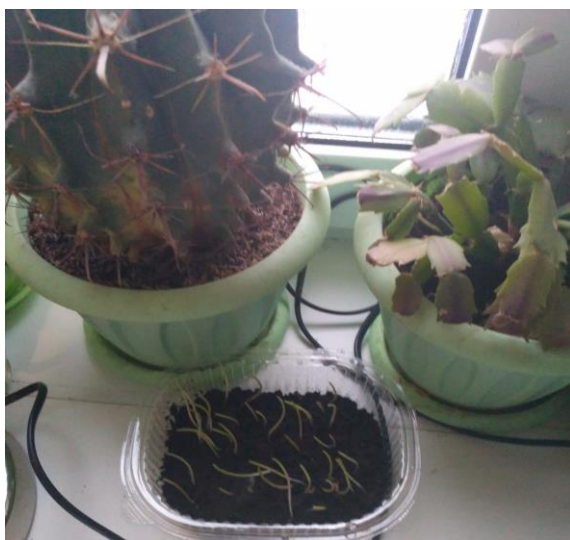


Рис.28. Баночка с проросшим овсом на подоконнике (у источника света) Рис. 29. Баночка с проросшим овсом на комодe (2 – 2,5м от света)

Результат: Через несколько часов я увидел, что те побеги, что были на комодe, стали изогнутыми к источнику света – к окну – более сильно, чем те, что стояли на подоконнике – то есть ближе к источнику света (рис. 30,31).

Вывод: Данный опыт подтверждает, что проростки овса могут демонстрировать явление положительного фототропизма – то есть, за относительно короткое время изменять угол наклона к раздражителю – в данном случае – источнику света.



Рис. 30. Проростки овса, наклоненные к удаленному источнику света

Рис. 31. Проростки овса, стоящие на подоконнике (рядом со светом)

Опыт № 4.

Цель: выяснить, могут ли проростки фасоли и бобов демонстрировать явление геотропизма. Если да – то какого – положительного или отрицательного.

Я посеял проросшие бобы в баночку. Через несколько дней, бобы дали проростки (рис. 32).



Рис. 32. Проросшие бобы фасоли

Затем, я аккуратно извлек один боб, и перевернул его корнем вверх, а

побегом вниз (рис. 33).



Рис. 33. Бобы фасоли, где один перевернут – корешком вверх, побегом к земле

Результат: Через некоторое время я заметил, что и корень и побег изменили свое положение: корень изогнулся и стал расти вниз, и на нем образовались новые корешки, направленность которых тоже была вниз, а побег изогнулся и изменил свое положение, став расти вверх (рис. 34).



Рис. 34. Боб фасоли, изменивший направление роста корня и побега

Вывод: корень бобов способен демонстрировать явление положительного геотропизма, а проростки бобов фасоли способны демонстрировать явление отрицательного геотропизма, то есть проявили

способность различных органов растения располагаться и расти в определённом направлении по отношению к центру земного шара. Всем известно, что стебель растёт вверх, а корень вниз, но так как понятия «вверх» и «вниз» относительны, то точнее это явление нужно формулировать так: стебель и корень растут по направлению земного радиуса. Уже на основании этого повсеместно наблюдаемого факта можно заключить, что причина такой ориентировки кроется в силе земного притяжения, или силе тяжести.

Опыт № 5.

Цель: выяснить, могут ли проростки овса и бобов демонстрировать такое явление, как хемотропизм. Если да, то какое – положительное или отрицательное.

Я посеял несколько семян овса и прорастил несколько бобов. Через некоторое время, после того, как семена проросли, я приготовил раствор желатина. Приготовленный раствор желатина я влил в тарелку, и, после того, как он застыл, по краям тарелки я присадил несколько отростков овса и бобы. В середину тарелки я добавил удобрение: комплексное удобрение «Агрикола» в виде палочек (рис. 35).



Рис. 35. Проростки овса и бобы в растворе желатина с удобрением

Через три дня стало заметно, что все корешки направились к палочке с удобрением. А еще через 2 дня стало видно, что корни опутали таблетку с

удобрением – свой источник пищи! (рис. 36).



Рис. 36. Проростки овса и бобы опутали таблетки с удобрением

Вывод: этот опыт доказал, что проростки фасоли могут демонстрировать такое явление, как положительный хемотропизм.

Опыт № 6.

Цель: выяснить, могут ли корни бобов и гороха демонстрировать

явление гидротропизма. Если да, то какого – положительного или отрицательного.

Я посеял несколько бобов. Когда через несколько дней, они проросли, я взял неглубокие емкости, и в середине каждой из них я закрепил кольцо из пластилина. В одной емкости – контрольной (с красной полоской пластилина) – я залил воду и внутри кольца и снаружи, в другой емкости - опытной (с желтой полоской пластилина) - я налил воду только внутри кольца. На кольцо я закрепил проростки бобов и гороха немного утопив их в пластилине, чтобы не упали (рис. 37).



Рис. 37. Емкости с проростками для выявления явления гидротропизма

Результат: через некоторое время я заметил, что в той тарелке, в которой вода была залита и внутри кольца и снаружи, корни проростков распределились по обе стороны кольца, протянувшись к воде (рис. 38). В той же чашке, где вода была залита только внутри кольца, корешки растений изменили свое положение – изогнулись внутрь кольца (рис. 39).

Вывод: корни бобов и гороха способны демонстрировать явления положительного гидротропизма – изменять положение к источнику воды.

Опыт № 7.

Цель: обнаружить у Клеродендрума явления нутаций.

У нас есть дома растение – Клеродендрум. Если его ветви не обрезать, оно похоже на вьюн. И когда растение начинает активно расти, его ветви



Рис. 38. Контрольная чашка: корни
распределились по обе стороны кольца

Рис. 39. Опытная чашка: корни
изогнулись внутрь кольца

могут демонстрировать явление нутации. Его ветви обвиваются вокруг друг друга и любой другой удобной для себя опоры, ползя вверх, даже по механизму оконных жалюзи (рис. 40).

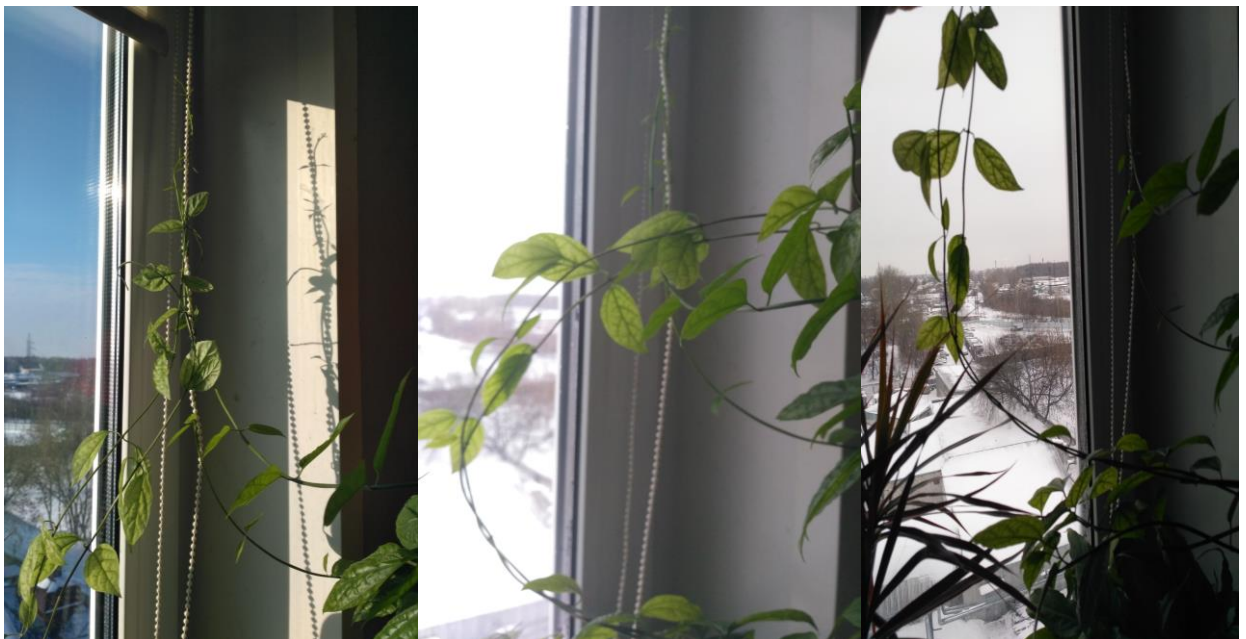


Рис. 40. Явления нутации у Клеродендрума

Вывод: ветви Клеродендрума могут демонстрировать явления нутации.
Вот так я себе и всем доказал, что растения могут двигаться!

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Растения – живые организмы. Они питаются, дышат, растут, размножаются. А теперь, я еще и выяснил и доказал опытным путем, что они могут двигаться! И это происходит не обязательно под порывами ветра!

Движения начинаются с момента прорастания семян и прекращаются только со смертью организма. В этом отношении высшие растения близки к животным организмам. В то же время они коренным образом отличаются от последних по характеру свойственных им движений.

Специфической особенностью движений у растений является то, что все они неразрывно связаны с процессами роста и питания этих организмов. Способность к движениям реализуется у растений, прежде всего, в непрерывном росте надземных и подземных органов (листья и корни), роль которых заключается в добывании необходимой организму пищи и воды. Огромные размеры поверхности листьев и корней, которые высшие растения создают в процессе своей жизнедеятельности, обеспечивают им возможность использовать для целей питания большие массы воздуха и почвы, что играет исключительно важную роль в выживании и самовоспроизведении организмов.

Объектом исследования в работе выступала совокупность способностей растений к тем или иным видам движений.

В качестве главной цели в работе выступала необходимость изучения и анализа особенностей движений растений, в том числе, как движение отдельных частей растений, так и движение растений в ответ на различные виды раздражителей (свет, вода, почва, удобрение и т.д.). Для достижения цели были решены следующие задачи: изучены и охарактеризованы основные виды движений у растений, дана их сравнительная характеристика, проведены опыты, доказывающие способность растений к движению

Таким образом, можно считать, что основные цели и задачи, стоящие в исследовании, выполнены.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Белько Е. Увлекательные опыты с растениями и солнечным светом. СПб: Питер, 2017г. 50 с.
2. Белько Е. Веселые научные опыты. Увлекательные опыты с растениями и солнечным светом. СПб: Питер, 2015г. 64 с.
3. Вайнар. Р. Движения у растений. М.: Знание, 1987, 455 с.
4. Веретенников А.В. Физиология растений. Учебник. М.: Академический проект, 2006г. 480 с.
5. Викторов В.П., Никишов А.И.: Биология. 7 класс. Растения. Бактерии. Грибы и лишайники. Практические занятия . 7 класс М.: Владос, 2013г. 152с.
6. Воскресенская О.Л. Грошева Н.П. Скочилова Е.А. Физиология растений: Учебное пособие. / Мар. Гос. Ун-т. – Йошкар – Ола, 2016г., 148 с.
7. Дикарева Т.В., Леонова Н.Б. В мире растений. М.: Олма Медиа Групп / Просвещение, 2016г., 304с.
8. Иванов С. Животовский Н.П. Ботанический атлас. М.: Белый город, 2015г. – 98 с.
9. Кайгородов Д. Н. Из зеленого царства. Популярные очерки из мира растений. М.: Белый город, 2015г., 305 с.
10. Курдюмов Н.И. Как кормить растения, а не почву. М.: АСТ, 2018г., 200 с.
11. Медведев С.С. Физиология растений. Учебник. М.: ВНУ, 2015г. – 512 с.
12. Цингер А. Занимательная ботаника. Серия: Обо всем на свете. М.: Белый город, 2015г., - 304 с.
13. Шевелуха В.С. Рост растений и его регуляция. М.: ИТРК, 2016г. – 594 с.

Интернет – ресурсы:

1. <https://ru.wikipedia.org/wiki>
2. <http://fizrast.ru/razvitie/rost/dvijeniya.html>
3. http://www.modernbiology.ru/dvijen_rast.htm
4. http://studbooks.net/77292/estestvoznание/dvizheniya_rasteniy
5. <http://worldofscience.ru/biologija/6867-o-dvizheniyakh-rastenij.html>

Классификация движений у растений и их краткая характеристика

Вид движения	Подвид движения и его краткая характеристика
<p>Тропизмы - ростовая реакция органа или части органа на какой-то внешний раздражитель. Они могут быть положительные, если к источнику раздражения и негативные, если от него.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Геотропизм - ориентирование органов растений относительно направления земного притяжения; • Фототропизм - ростовые изгибы органов растений под влиянием одностороннего освещения, при положительном Фототропизм зеленые части растения реагируют на разницу в количестве света между теневой и освещенной сторонами органа. У корней часто наблюдается отрицательный Фототропизм, а листья могут занимать положение, перпендикулярное к падающего света. • Гидротропизмы - вызываются неравномерным распределением воды в почве и в воздухе; • Хемотропизмы - возникают под влиянием химических веществ, то есть органы растений отвечают изменением роста на градиенты различных химических соединений; • Термотропизмы - обусловлены действием температуры. • Тигротропизмы - ростовая ответ растения на изменения давления; • Травмотропизмы - ростовая реакция растения на определенное травмирования своих частей; • Гравитропизмы - ростовые изгибы органов растений под действием вектора гравитационного поля Земли. В наземных растений корни растут в направлении действия силы тяжести (положительный гравитропизм), а надземные органы - против нее (отрицательный гравитропизм).

<p>Нутации - вращательные круговые движения растущих частей органов растения: стеблей, листьев, цветоножек, усиков, корней ... Эти движения обусловлены периодически повторяющимися изменениями величин тургорного давления и интенсивности роста противоположных сторон определенного органа.</p>	<p>Лучше всего они проявляются в вьющихся растений. Хорошо известными примерами этого типа движений служат движения стеблей вьющихся растений. Продолжительность одного оборота в них составляет от 2 до 12 часов. Большинство лиан завиваются влево, а стебель хмеля - вправо. При этом изменяется рост не верхней и нижней, а боковых сторон стебля. У вьющихся растений нет чувствительности стебли к прикосновению.</p> <p>Постоянные круговые нутации совершают также усики или даже вся верхняя часть побега в лазающих растений, что необходимо для поиска опоры при движении стебля к свету. В отличие от вьющихся растений усики (особенно кончики) лазающих растения очень чувствительны к прикосновению шероховатой опоры (но не стеклянной палочки). Усики гороха отвечают ростовым движением на ощупь шерстяной нити массой 0,25 мг. В эффекте закручивания усика важно наличие света (в темноте не происходит). Обработкой усиков ауксином или этиленом можно вызвать их закручивания даже без механического стимула.</p>
<p>Таксисы - двигательные реакции низших растений, есть ростовая реакция всего организма до или от раздражителя. Часто они осуществляются с помощью жгутиков.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Фототаксис - движения вследствие действия света; • Гидротаксисы - движения вследствие воздействия влаги; • Термотаксис - движения вследствие действия температуры; • Хемотаксиса - движения вследствие действия химических веществ; • Баротаксисы - движения вследствие действия механических раздражителей.

<p>Настии - движения листьев, лепестков и других органов растений обусловлены внешними раздражителями. Эти ростовые реакции связаны не с односторонним влиянием стимуляторов, а с диффузным.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Епинастии - движения при быстром росте верхней стороны органа (при раскрытии почек, бутонов цветов); • Гипонастии - при быстром росте нижней стороны органов; • Фотонастии - движения относительно источника света; • Термонастию - движения относительно температуры; • Никтинастии - движения, вызванные сменой дня и ночи; • Сейсмонастию - движения в ответ на механические раздражения, например, закрытия листков у насекомоядных растений, подобные скорости движений животных, также составление листьев при ударе в мимозы стыдливой, движение тычинок в васильки. • Хемонастии - движения, вызванные действием химических веществ.
--	--