

Муниципальное казённое общеобразовательное учреждение средняя
общеобразовательная школа с углублённым изучением отдельных предметов
им.В.И. Десяткова г. Белая Холуница Кировской области

Изучение движения корней гороха под воздействием внешних факторов

Работу выполнила:

Зырянова Елизавета Александровна,
ученица 7-а класса МКОУ СОШ с УИОП
им. В.И. Десяткова г. Белая Холуница

Руководитель:

Рычкова Елена Анатольевна,
учитель биологии МКОУ СОШ с УИОП
им. В.И. Десяткова г. Белая Холуница

г. Белая Холуница

2025

Содержание

Введение	3
1. Обзор литературы.....	4
1.1 Корень: строение и механизм роста.....	4
1.2. Тропизмы	5
1.2.1. Хемотропизм.....	6
1.2.2. Гидротропизм	6
1.2.3. Причины тропизмов.....	6
2. Практическая часть.....	7
2.1. Методы и материалы исследования.....	7
2.2. Изучение движения корней гороха под воздействием внешних факторов.....	8
2.3. Выводы	10
Список литературы	12
Приложение 1.....	13
Приложение 2.....	14
Приложение 3.....	15
Приложение 4.....	16
Приложение 5.....	19
Приложение 6.....	20
Приложение 7.....	23
Приложение 8.....	24

Введение.

На уроках биологии в 6 классе мы начали изучать ботанику, т.е. раздел биологии, который изучает строение и функции растений. На одном из уроков я узнала, что растения обладают свойствами живых организмов. Я, как и большинство обычных людей, полагала, что растения не двигаются, растут на одном месте. И как же я была удивлена, что растения способны к передвижению! У живых организмов самое заметное проявление жизни - движение. Это относится и к растениям, но оно совершается гораздо медленней, по сравнению с животными.

А поздней осенью мы подготавливали грядки для посадки на них овощей весной. Я обратила внимание на то, что корни растений неодинаковы (по длине, толщине) и растут в разные стороны. Тогда я предположила, что корни растений также способны к движению, и оно зависит от каких-то внешних факторов. Мне стало интересно: почему корни растений одного вида могут иметь разное направление роста, что влияет на движение корней растений, и по какой причине происходит это движение. Я решила изучить это вопрос.

В изученной нами литературе подробно рассмотрен вопрос о видах и клеточном строении корня, о видах и причинах тропизмов, но не достаточно подробно раскрыта проблема механизма образования тропизмов.

Цель работы: изучить влияние внешних факторов на направление движения корней растений.

Задачи:

1. Изучить литературу о клеточном строении корня и механизме его роста.
2. Изучить литературу о тропизмах растения.
3. Изучить движения корней гороха под воздействием внешних факторов: воды, удобрений, соленой воды, растительного гормона (24-эпибрассинолид).
4. Сделать выводы.

Объект исследования: корни гороха.

Предмет исследования: влияние внешних факторов (вода и химические вещества) на движение корней растений.

Гипотеза: предположим, что корни растений растут по направлению к нужным ему химическим веществам и воде.

Методы исследования: сбор информации, наблюдение, эксперимент, анализ полученных данных.

Исследование проведено на территории г. Белая Холуница Кировской области в период с января по февраль 2024 года.

1. Обзор литературы

1.1 Корень: строение и механизм роста

Корень - это подземный орган растения, с помощью которого растением осуществляется получение воды и питательных веществ из почвы, в котором откладываются и накапливаются запасные вещества, а также при помощи которого растение прочно закрепляется и удерживается в почве в течение всей жизни [3, с. 39].

Корни бывают трех видов: главные (развиваются из зародышевого корешка семени и играет в растении роль центральной оси подземной части), придаточные (образуются на стеблях или листьях); боковые (образуются на главном и придаточных корнях). Вся совокупность корней растения называется корневой системой.

Если рассмотреть под микроскопом молодой корешок, то можно увидеть, что разные его участки отличаются формой и размерами (Приложение 1). Кончик корня покрыт *корневым чехликом*, клетки которого образованы покровной тканью. Клетки корневого чехлика покрывают верхушечную образовательную ткань корня и защищают её от повреждения частицами почвы. Клетки корневого чехлика живут недолго, постепенно отмирают и слущиваются. Взамен отмерших клеток образуются новые. Слизь, которая образуется при разрушении клеток корневого чехлика, защищает кончик корня от высыхания и склеивает частицы почвы.

Под корневым чехликом расположена *зона деления*. Её основу составляет образовательная ткань корня (группа мелких живых клеток, которые активно делятся). Клетки, которые образуются в результате делений, обеспечивают рост корня. То есть корень растет верхушкой. Протяженность зоны деления около 1 мм.

Выше расположена *зона растяжения (зона роста)*. Здесь деление клеток прекращается, клетки вытягиваются, в результате чего корень растет в длину.

За зоной растяжения расположена *зона всасывания*. В этой зоне корень покрыт особой покровной тканью – ризодермой. Она образует боковые выросты, которые называются *корневыми волосками*. Корневой волосок – это относительно длинный вырост наружной клетки корня. Под клеточной оболочкой в нем находятся цитоплазма, ядро, бесцветные пластиды и вакуоль с клеточным соком. Через них в корень поступает вода с растворёнными в ней минеральными веществами. Корневые волоски развиваются быстро, но через 10 – 20 суток отмирают и заменяются новыми, которые возникают из более молодых поверхностных клеток, расположенных ближе к кончику корня. Корневые волоски могут иметь различные размеры: от 0,05 до 10 мм. У многих растений корневые волоски напоминают лёгкий пушок, покрывающий часть корня.

Далее следует *зона проведения*. В этой зоне вода с минеральными веществами доставляется к стеблю. Здесь нет корневых волосков, на

поверхности находится покровная ткань. В состав проводящих тканей этой зоны входят сосуды, по которым вода и растворенные в ней вещества поступают в стебель и листья. В проводящих тканях коры корня также находятся клетки, по которым в корень поступают органические вещества, которые образовались в листьях и стебле. Прочность и упругость корня обеспечивает механическая ткань, которую составляют вытянутые вдоль корня клетки с толстыми оболочками. Они рано теряют содержимое и заполнены воздухом. У двудольных растений в зоне проведения располагается слой клеток образовательной ткани - камбий. Его клетки постоянно делятся, образуя клетки луба и древесины. Благодаря этому делению корень растёт в толщину

Рассмотрим внутреннее строение корня (Приложение 1). Снаружи корень покрыт особой покровной тканью – ризодермой. Под ризодермой располагается кора корня. Она образована паренхимой - живой тканью. По клеткам коры вода и растворённые в ней минеральные вещества перемещаются в горизонтальном направлении от корневых волосков в центр корня. В центре корня располагается центральный цилиндр. В него входят клетки проводящей ткани: ксилема и флоэма. По ксилеме из корня вверх передвигается вода с растворёнными в ней веществами. По флоэме в корень поступают вещества, образованные в процессе фотосинтеза.

1.2. Тропизмы

Почти для всех растений характерно передвижение всего организма, но также у растений возможны движения отдельных органов, и они определяются тем, насколько чувствительно данное растение к внешним раздражителям. Движения у растений является проявлением жизнедеятельности организма. Они могут быть пассивными и активными. Пассивные движения (или гигроскопические движения) связаны с изменением содержания воды в коллоидах, составляющих оболочку клетки[5].

В основе активных движений лежат явления раздражимости и сократимости белков цитоплазмы растений, а также ростовые процессы. Воспринимая влияния окружающей среды, растения реагируют на них усилением интенсивности обмена, ускорением движения цитоплазмы, а также ростовыми движениями. Воспринятое растением раздражение передается по цитоплазматическим телям - плазмодесмам, затем происходит ответ растения как целого на раздражение. Слабое раздражение вызывает усиление, сильное - угнетение физиологических процессов в растении. Активные движения бывают медленными (ростовыми) и быстрыми (сократительными).

Одним из видов движения растений является тропизм. Тропизм – это перемещение части растения, вызываемое и направляемое внешним стимулом [2, с. 224]. Это перемещение является ростовым движением органов растения под воздействием света (фототропизм), силы тяжести

(геотропизм), влажности (гидротропизм), химических веществ (хемотропизм), тепла (термотропизм) и др. [6].

В зависимости от того, куда направлено ответное движение (по направлению к фактору, стимулирующему рост, или от него) тропизмы бывают положительными или отрицательными. Если растение под влиянием раздражителя изгибается к источнику раздражителя, то это положительный тропизм, а если оно изгибается в противоположную сторону от раздражителя, то это отрицательный тропизм [10].

1.2.1. Хемотропизм.

Хемотропизм - изменение направления роста органов растения под влиянием химических веществ, действующих с одной стороны. Как и другие виды тропизмов, хемотропизм происходит вследствие неравномерного роста противоположных сторон органа. Многие вещества, стимулирующие в небольших концентрациях, вызывают положительный хемотропизм (рост органов в сторону химического раздражителя), в высоких концентрациях могут вызвать отрицательный хемотропизм (рост органов в сторону, противоположную раздражителю) [11].

Раздражающими стимулами служат ионы H^+ и OH^- , трофические факторы (минеральные соли и органические вещества), гормоны и др. соединения. Катионы в растворах почвенных солей вызывают отрицательный хемотропизм, а анионы - положительный. На этом основании происходит рост корней в сторону удобренных участков почвы.

Хемотропизм важен для корней, так как они изгибаются в поисках минеральных веществ, что необходимо для роста и развития растения.

1.2.2. Гидротропизм

Гидротропизм - (от «гидро» - вода и греч. *trópos* — поворот, направление) изгибы растущих органов растений, в особенности корней, по направлению от менее влажной среды к более влажной. Впервые явления гидротропизма обнаружены Ю.Саксом в 1872 году на корнях, которые дают отклонение в сторону большей влажности. Благодаря гидротропизму при неравномерном распределении влажности в почве корни растений направляются в более влажные её участки [6].

1.2.3. Причины 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 физиологически 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.

Начало изучению причин, вызывающих тропизмы, положил великий английский ученый Чарлз Дарвин [8]. Он установил, что восприятие раздражения происходит в точке роста растения, а изгиб - ниже, в зоне растяжения клеток. Дарвин высказал предположение, что в точке роста образуется вещество, которое притекает затем к зоне растяжения, где и происходит изгиб. Эта мысль Дарвина не была понятна современникам и подверглась резкой критике.

Только в XX в. опытным путем было доказано, что Дарвин был прав. В конце 20-х гг. советским ученым Н. Г. Холодным и голландским Ф. Вентом была предложена гормональная теория, согласно которой изгибы органов растений, возникающие в результате направленного их роста, обусловленного асимметричным распределением ауксина (гормона роста) в органе [8].

Оказалось, что в верхушках (конусах нарастания) стебля и корня образуется гормон ауксин. Под влиянием освещения происходит его неравномерное распределение в растении: на освещенной стороне гормона меньше, а на теневой больше. Ауксин вызывает усиленный обмен веществ в цитоплазме и этим способствует более интенсивному росту растения, так как он тесно связан с обменом веществ. Поэтому теневая сторона растения растет сильнее и оно изгибается в сторону света.

2. Практическая часть.

2.1 Методы и материалы исследования

Методику выполнения опыта мы нашли в книге Батурицкой Н.В., Фенчук Т.Д. «Удивительные опыты с растениями» [1, с. 120-121]. Для опыта нужно 10-20 наклюнувшихся семян гороха (люпина, ячменя, ржи), 2 чаши Петри, немного пластилина. Плотным прикреплённым ко дну пластилиновым барьером нужно разделить площадь чаши на 2 равные части. На барьер нужно положить наклюнувшиеся семена, слегка вдавливая их в пластилин, чтобы при росте корня семена не сдвинулись с места. Корешки должны быть направлены строго вдоль барьера. Эти этапы работы в контрольной и опытной чашках одинаковы. Теперь предстоит создать различные условия увлажнения. В контрольной чашке влажность в левой и правой частях должна быть одинакова. В опытной чашке вода наливается только в одну половину, а вторая остается сухой. Обе чашки нужно накрыть крышками и поместить в теплое место. Ежедневно наблюдать за положением корешков. Когда ориентация их станет хорошо заметной, необходимо подсчитать количество семян, корни которых проявили положительный гидротропизм (рост органа в сторону воды).

2.2 Изучение движения корней гороха под воздействием внешних факторов

Для проведения опытов нам понадобились (Приложение 2):

- проросшие семена гороха. Мы взяли сухие семена гороха, положили на увлажненную марлю, поставили в теплое место, через сутки горох пропитался влагой, набух, а еще через сутки у него появился зародышевый корешок, после чего мы приступили к выполнению опытов,

- чаши Петри с крышками,

- пластилин,

- вода,

- комплексное удобрение (содержащее азот, свободные аминокислоты, органический углерод, органическое вещество, золу, кальций, натрий, хлориды, сульфаты), развели его согласно инструкции с соблюдением мер безопасности;

- препарат «Эпин-экстра». Его действующее вещество согласно инструкции - 24-эпибрассинолид – это растительный гормон, являющееся регулятором роста растений и использующийся для усиления ростовых и формообразовательных процессов, повышения устойчивости растений к болезням, улучшение качественных и количественных характеристик урожайности. Данное вещество было разведено согласно инструкции с соблюдением мер безопасности;

- соленая вода (развели 2 чайные ложки соли на $\frac{1}{2}$ стакана воды);

- фотоаппарат.

Для проведения опытов нами были созданы одинаковые условия: температура, влажность, освещенность (все образцы стояли на подоконнике), одинаковое количество налитой в чаши жидкости (по 20 мг).

Мы взяли 5 чаш Петри и подготовили их в соответствии с методикой постановки опыта.

Заполнили чаши различными жидкостями:

1-ая чаша: в обе половины налили по 20 мг воды в каждую;

2-ая чаша: в одну половину налили 20 мг воды, вторую половину оставили пустой;

3-я чаша: в одну половину налили 20 мг воды, во вторую 20 миллиграмм концентрированной соленой воды;

4-ая чаша: в одну половину налили 20 мг воды, во вторую столько же приготовленного в соответствии с инструкцией удобрения.

5-ая чаша: в одну половину налили 20 мг воды, во вторую 20 мг приготовленного препарата «Эпин-экстра».

На барьер положили по 4 наклюнувшихся семени гороха, слегка вдавливая их в пластилин. После этого мы накрыли чаши Петри крышками, поставили их на подоконник.

По истечении трех дней зародышевые корешки во всех чашах высохли. Мы считаем, что опыт не удался, так как для развития корешков растений необходима влага.

Мы вновь взяли 5 чаш Петри и подготовили их в соответствии с методикой постановки опыта. Но для того, чтобы корешки вновь не засохли, на каждое проросшее семя мы пипеткой капнули по две капли воды. Ежедневно наблюдали за происходящим, данные занесли в таблицу 1 (Приложение 3).

Опыт был остановлен через 5 дней, поскольку никаких других изменений с корешками больше не происходило.

Результат опыта (приложение 4):

1. В опыте с чашей, наполненной водой с обеих сторон, а также с водой и пустотой, мы наблюдали положительный гидротропизм, т.к. у шести семян из восьми корни растут по направлению к воде, два семени остались в том же состоянии, как и в начале опыта (рост корней отсутствует);

2. В опыте с чашей, наполненной с одной стороны водой, а с другой Эпиноммы наблюдали положительный хемотропизм: 3 корешка повернулись к Эпину, 1 корешок – к воде.

3. В опыте с чашей, наполненной с одной стороны простой водой, а с другой стороны соленой водой, мы наблюдали, что 2 корешка в каждой из чаш повернулись к воде, 2 к соленой воде - погибли;

4. В опыте с чашей, наполненной водой и удобрением, мы наблюдали, что 2 корешка растут по направлению к удобрению, 2- по направлению к воде.

Поскольку в опытах с чашами, наполненными удобрением, соленой водой и Эпином не удалось достоверно установить, в сторону какого вещества корешки поворачиваются больше, то мы решили увеличить выборку на удобрение, соленую воду и Эпин и заложили опыт повторно.

Мы взяли 9 чаш Петри и подготовили их в соответствии с методикой постановки опыта.

Заполнили чаши жидкостью следующим образом:

В 3 чаши, в одну половину налили по 20 мг воды, во вторую по 20 миллиграмм концентрированной соленой воды. В каждую чашу поместили по 4 семени (итого 12 семян)

В 3 чаши, в одну половину, налили по 20 мг воды, во вторую столько же приготовленного в соответствии с инструкцией удобрения. В каждую чашу поместили по 4 семени (итого 12 семян)

В 3 чаши, в одну половину налили по 20 мг воды, во вторую по 20 мг приготовленного в соответствии с инструкцией препарата «Эпин-экстра». В каждую чашу поместили по 4 семени (итого 12 семян)

Ежедневно наблюдали за происходящим, данные занесли в таблицу (Приложение 5).

Результаты опыта (Приложение 6):

1. В чашах, наполненных обычной водой и соленой водой, мы наблюдали, что 6 корешков не развиваются, рост корня не происходит, 5 корешков растут по направлению к воде. Соль пагубно влияет на рост и развитие корней растений.

2. В чашах, наполненных водой и удобрением, мы наблюдали положительный хемотропизм, поскольку большая часть корешков (восемь из двенадцати) развернулись к удобрению.

3. В чашах, наполненных водой и Эпином, мы также наблюдали положительный хемотропизм, поскольку 7 корешков из 12 развернулись и стали расти по направлению к Эпину, 5 – к воде.

Мы решили измерить длину корешков и вычислить их среднюю длину. Результаты заносили в таблицу (Приложение 7).

Результаты опыта по измерению длины корешков растения гороха:

1. Самые длинные корни у растений, которые развивались в чашах, наполненных водой (с одной стороны) и Эпином (с другой), (длина составила 4 см). Также на корнях в этих чашах раньше всего стало заметно развитие корневых волосков (Приложение 8), тогда как на корнях в других чашах, корневые волоски либо стали появляться позднее, либо не появились вовсе.

2. Самые короткие корни у растений гороха, которые развивались в чашах, наполненных простой водой (с одной стороны) и соленой водой (с другой стороны) – 2 см.

3. Корни, которые повернулись к простой воде и к удобрению, одинаковы в размере – по 3 см.

4. Таким образом, Эпин (ростовой гормон) положительно влияет на рост и развитие корней растений. Соль - губительна для растений.

2.3 Выводы

В ходе проведенного исследования мы изучили литературные источники о клеточном строении корня и механизме его роста, о тропизмах растения.

Провели опыты по изучению движения корней гороха под воздействием внешних факторов: воды, удобрения, соленой воды, растительного гормона (24-эпибрасинолид).

Мы наблюдали положительный гидротропизм.

Соленая вода с избыточной концентрацией веществ вызывает отрицательный хемотропизм либо отравление и гибель корней растений.

В чаше с раствором удобрения корни проявили положительный хемотропизм.

В чашах с растительным гормоном проявился положительный хемотропизм. Растительный гормон оказывает положительное влияние на рост и развитие корней растений, поскольку на опытных образцах мы наблюдали развитие корневых волосков, чего не было в других чашах.

Важно, что для развития корней растений необходима вода.

В ходе проведения опытов наша гипотеза подтвердилась: корни растений растут по направлению к нужным ему химическим веществам и воде. Некоторые вещества (соль) вызывают гибель корней растений.

Таким образом, мы достигли цели своего исследования: изучили влияние внешних факторов на направление движения корней растений.

В соответствии с полученными результатами мы разработали рекомендации по созданию условий для быстрого наращивания корневой системы у культурных растений с целью повышения урожая. Необходимо:

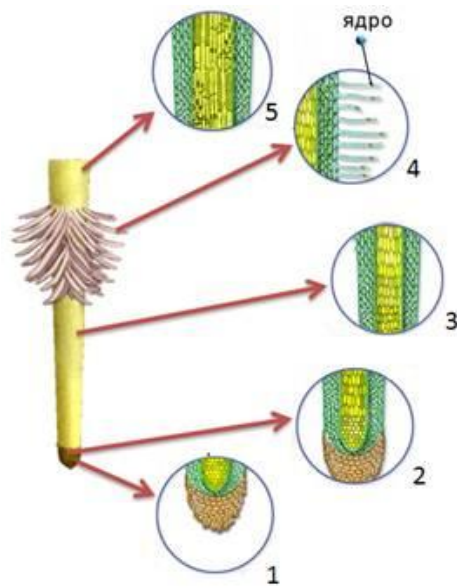
- использовать растительные гормоны на этапе проращивания семян;
- поддерживать достаточное увлажнение почвы;
- обеспечить снабжение корней сбалансированным комплексом минеральных соединений;
- избегать избыточного использования удобрений;
- соблюдать агротехнику выращивания культуры с сочетанием правил обработки почвы.

В перспективе мы планируем изучить влияние химических реагентов (например, хлорида и ацетата кальция и магния, хлорида натрия в виде галита), применяемых для обработки дорог в зимний период, на развитие корневой системы растений и, как следствие, на их жизнеспособность.

Список литературы

1. Батурицкая Н.В., Фенчук Т.Д. Удивительные опыты с растениями: Кн. для учащихся : книга / Н.В. Батурицкой, Т.Д. Фенчука- Мн.: Нар света, 1991. - 208 с.
2. Грин Н., Стаут У., Тейлор Д. Биология: в 3-х т., т. 2: Пер. с англ./ Под ред. Р. Сопера. – 2-е изд., стереотопное – М.: Мир, 1996. – 325 с.
3. Пасечник В.В. Биология: Многообразие покрытосеменных растений. 6 кл.: Учебник – М.: Дрофа, 2019 – 207 с.
4. РейнхольдВайнар Движения у растений: книга / В.С. Рейнхольда- М.: Знание, 1987. - 176 с.
5. Большая советская энциклопедия. Электронный ресурс. Режим доступа <https://www.booksite.ru/fulltext/1/001/008/020/252.htm>.
6. Гидротропизм – Биология. Современная энциклопедия (gufo.me) [Электронный ресурс]. Режим доступа https://gufo.me/dict/biology_modernenc/гидротропизм (дата обращения 08.02.2024).
7. Движения у растений. Универсальная энциклопедия Кирилла и Мефодия[Электронный ресурс]. Режим доступа <https://megabook.ru/article/%D0%94%D0%B2%D0%B8%D0%B6%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D1%8F%20%D1%83%20%D1%80%D0%B0%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B9> (дата обращения 08.02.2024).
8. Движения растений. Энциклопедия природы. [Электронный ресурс]. Режим доступа<https://clow.ru/a-priroda/1540.htm> (дата обращения 08.02.2024).
9. Тропизмы – Биология. Современная энциклопедия (gufo.me) [Электронный ресурс]. Режим доступа https://gufo.me/dict/biology_modernenc/тропизмы (дата обращения 08.02.2024).
10. Тропизмы – Википедия (wikipedia.org) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https:// ru / wikipedia. org / wiki /Тропизмы](https://ru.wikipedia.org/wiki/Тропизмы) (дата обращения 08.01.2024).
11. Хемотропизм – Биология. Современная энциклопедия (gufo.me) [Электронный ресурс]. Режим доступа https://gufo.me/dict/biology_modernenc/хемотропизм (дата обращения 08.04.2024).

Зоны корня



1 – корневой чехлик



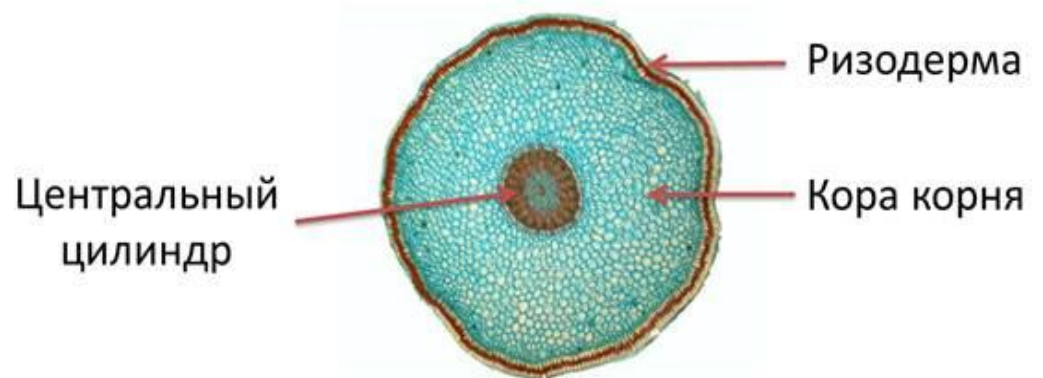
2 – зона деления

3 – зона растяжения

4 – зона всасывания с
корневыми волосками

5 – зона проведения

Клеточное строение корня



Материалы и оборудование для проведения опыта



Вода, чаши Петри, поваренная соль, эпин, пластилин, пипетка, весы, удобрение, мерный стакан, ложка

Приложение 3

Результаты наблюдений за движения корней гороха под воздействием внешних факторов

День	чаша Петри, наполненная водой	чаша Петри, пустой половиной	чаша Петри, наполненная водой и соленой водой	чаша Петри, наполненная водой и удобрением	чаша Петри, наполненная водой и «Эпин- экстра»
09.01.2024	заложен опыт	заложен опыт	заложен опыт	заложен опыт	заложен опыт
10.01.2024	изменений нет	изменений нет	изменений нет	изменений нет	изменений нет
11.01.2024	2 корешка начали поворачивать ся к воде, 2 корешка – без изменений	2 корешка начали поворачивать ся к воде, 2 корешка – без изменений	изменений нет	изменений нет	1 корешок повернулся к Эпину, 3 - без изменений
12.01.2024	3 корешка повернулись к воде, 1 – без изменений;	3 корешка повернулись к воде, 1 – без изменений;	2 корешка повернулись к обычной воде; 2 – без изменений	2 корешка повернулись к воде, 2 – к удобрению	3 корешка повернулись к Эпину, 1 корешок – к воде
13.01.2024	3 корешка повернулись к воде, 1 – без изменений	3 корешка повернулись к воде, 1 – без изменений	2 корешка повернулись к обычной воде; 2 корешка погибли (появилась плесень)	2 корешка повернулись к воде, 2 – к удобрению	3 корешка повернулись к Эпину, 1 корешок – к воде

Приложение 4

Результаты наблюдений за движения корней гороха
под воздействием внешних факторов

начало опыта (09.01.2024)



конец опыта (13.01.2024)



Чашы Петри, обеих половины которых заполнены простой водой

начало опыта (09.01.2024)



конец опыта (13.01.2024)



Чашы Петри пустые с одной стороны и наполненные простой водой с другой стороны

начало опыта (09.01.2024)

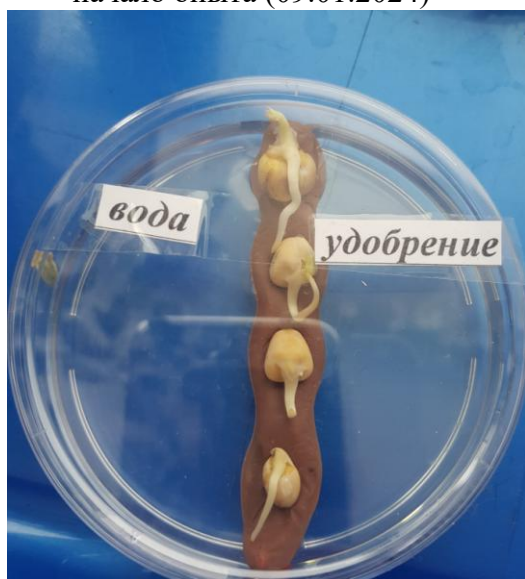


конец опыта (13.01.2024)



Чашы Петри, наполненные с одной стороны простой водой, с другой – соленой водой

начало опыта (09.01.2024)



конец опыта (13.01.2024)



Чашы Петри, наполненные с одной стороны простой водой, с другой – удобрением

начало опыта (09.01.2024)



конец опыта (13.01.2024)



Чашы Петри, наполненные с одной стороны простой водой с другой стороны «Эпином»

Приложение 5

Результаты наблюдений за движения корней гороха под воздействием внешних факторов (соль, удобрение, эпин)

День	чаша Петри, наполненная водой и соленой водой	чаша Петри, наполненная водой и удобрением	чаша Петри, напененная водой и «Эпин-экстра»
13.02.24	заложен опыт	заложен опыт	заложен опыт
14.02.24	изменений нет	изменений нет	изменений нет
15.02.24	2 корешка повернулись к обычной воде; 9 корешков остались без изменений; 1 корешок растет прямо	4 корешка повернулись к воде; 1 корешок повернулся к удобрению; 5 корешков растут прямо; 2 корешка - без изменений	3 корешка повернулись к воде; 2 корешка повернулись к Эпину; 2 корешка растут прямо; 5 корешков остались без изменений
16.02.24	5 корешков повернулись к обычной воде; 4 – без изменений; 1 корешок растет прямо; 2 корешка начали разворачиваться к соленой воде	4 корешка повернулись к воде; 7 корешков повернулись к удобрению; 1 корешок растет прямо.	3 корешка повернулись к воде; 7 корешков повернулись к Эпину; 2 корешка растут прямо.
17.02.24	5 корешков повернулись к обычной воде; 4 – без изменений, рост корня не произошел; 2 корешка, которые начали разворачиваться к соленой воде остались без изменений – роста корня не произошло	4 корешка повернулись к воде; 8 корешков повернулись к удобрению.	5 корешков повернулись к воде; 7 корешков повернулись к Эпину;

Приложение 6

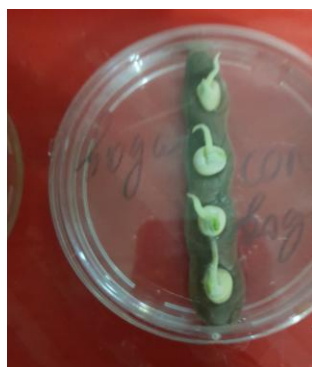
Результаты наблюдений за движения корней гороха под воздействием
внешних факторов (соль, удобрение, эпин)

Чашы Петри, наполненные с одной стороны простой водой,
с другой – соленой водой

Начало опыта 13.02.2024

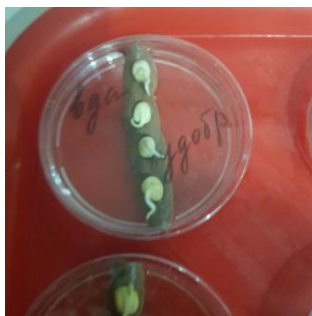


Конец опыта 17.02.2024



Чашы Петри, наполненные с одной стороны простой водой,
с другой – удобрением

Начало опыта 13.02.2024

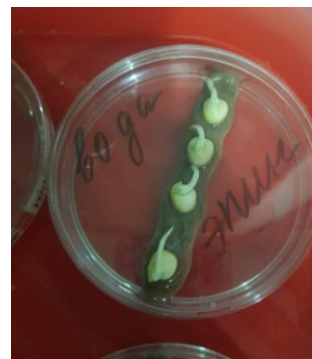


Конец опыта 17.02.2024



Чаша Петри, наполненные с одной стороны простой водой,
с другой стороны препаратом «Эпин»

Начало опыта 13.02.2024



Конец опыта 17.02.2024



Приложение 7

Средняя длина корней гороха в разных условиях

чаша Петри, наполненная водой	чаша Петри с пустой половиной	чаша Петри, наполненная водой и соленой водой (16 штук)	чаша Петри, наполненная водой и удобрением (16 штук)	чаша Петри, наполненная водой и «Эпин-экстра» (16 штук)
Средняя длина корешков, которые повернулись к воде составила – 3 см	Средняя длина корешков, которые повернулись к воде - 3 см.	Средняя длина корешков, которые повернулись к обычной воде – 2 см.	Средняя длина корешков составила по 3 см., как тех, которые повернулись к воде, так и тех, которые повернулись к удобрению	Средняя длина корешков, которые повернулись к Эпину составила 4 см., а корешка, который повернулся к воде – 3 см.

Развитие корневых волосков на корнях гороха (рядом с эпиним)

