

**Областной конкурс юных
исследователей окружающей среды**

**Номинация «Ботаника и экология
растений»**

*Влияние экологических факторов на
скорость всасывания воды корнями
растений*

**Выполнила: Зайкина Алиса Сергеевна,
учащаяся 7 класса МОУ СОШ № 124,**

**Руководитель: Подгузов Н.А., учитель
высшей квалификационной категории МОУ
СШ № 124**



Волгоград-2023

Оглавление:

Введение	3
1. Обзор литературы	4
1.1. Поступление воды в растение	4
1.2. Интенсивность поглощения воды корневой системой растений.	6
2. Исследования. Влияние факторов на поглощение воды растением	7
2.1. Определение влияния температуры на скорость поглощения воды.	8
2.2. Определение влияния содержания воздуха в воде на скорость ее поглощения.	9
2.3. Определение влияние растворов минеральных удобрений на скорость поглощения воды.	10
Заключение.	10
Используемые источники.	12
Приложение.	13

Введение

Вода является основной составной частью растительных организмов. Её содержание доходит до 90 % от массы организмов, и она участвует прямо или косвенно во всех жизненных проявлениях. Вода- это та среда, в которой протекает все процессы обмена веществ. Она составляет основную часть цитоплазмы, поддерживает ее структуру. Вода – непосредственный участник многих химических реакций.[1] Водный ток обеспечивает связь между отдельными органами растений. Питательные вещества передвигаются по растению в растворенном виде. Насыщенность водой (тургор) обеспечивает прочность тканей, сохранение структуры травянистых растений, определенную ориентировку организмов растений в пространстве.

Таким образом, вода обеспечивает протекание процессов обмена, коррелятивные взаимодействия, связь организма со средой.

Основным источником влаги является вода, находящаяся в почве, и основным органом поглощения воды является корневая система. Роль этого органа, прежде всего, заключается в том, что благодаря огромной поверхности обеспечивается поступление воды в растения из возможно большого объема почвы. [1].То есть в первую очередь поступление воды в организм растения зависит от степени развития его корневой системы. Вторым моментом связан со скоростью всасывания. Насколько полно будет обеспеченность водой растения, настолько хорошо будет его состояние и развития в целом.

От чего же зависит скорость всасывания воды корнями растений и можно ли влиять на нее при выращивании сельскохозяйственных и декоративных культур? Это и стало **целью** нашей работы - выявить влияние различных факторов на скорость всасывания воды корневой системой.

При этом нам необходимо было решить следующие **задачи**

- изучить литературу и другие источники информации о корневом питании растений;
- освоить методику при определении скорости всасывания воды;
- провести эксперименты;
- полученные результаты довести до общественности.

Объект исследования- однонедельные растения кукурузы, выращенные в водной культуре.

Предмет исследования- интенсивность всасывания воды корнями.

Методика-методика определения скорости поглощения воды растениями (транспирации) приборами потометрами.

Актуальность работы заключается в том, что в условиях даже переизбыточной влажности почвы растения могут всасывать воду в очень небольших количествах, не смотря на активный вегетативный период. При этом может происходить увядание растения. Определить, что может повлиять на интенсивность поглощения воды и развития растения при выращивании сельскохозяйственных или декоративных культур нами считается очень важно, особенно в условиях нашего засушливого климата и не всегда доступного полива зеленых насаждений.

1. Обзор литературы

1.1. Поступление воды в растение.

Как известно растения поглощают воду из почвы корнями. Корневая система распространяется в почве в вертикальном и горизонтальном направлениях. Особенности распространения зависят от видовых особенностей растения. Запас воды в почве, особенно в засушливом климате, часто бывает очень скудным, и добывание ее в значительных количествах, какие нужны растениям — задача трудная. Каким же путем она решается? Прежде всего, развитием большой разветвленной корневой системы. Обычно мы имеем приблизительные представления об истинных размерах корней растения, так как судим о них по тем жалким остаткам, которые видим, например, у выкопанного дерева. Если же выращивать растения в специальных ящиках и затем тщательно отмывать от почвы все мельчайшие корешки и учитывать их длину, то только у одного растения ржи общая длина всех корней оказывается равной 600 км. Ежедневный прирост корней достигает 10 км. Из древесных у яблони 2—3 лет, по подсчетам В. А. Колесникова [4], имеется уже 45 тыс.

Однако в процессе всасывания воды участвует не вся корневая система. Всасывают воду в основном молодые, растущие светлоокрашенные корневые окончания (мочки) толщиной не более 0,4 мм, каждое из которых несет многочисленные корневые волоски — непосредственные органы всасывания (Рис 1) [3].

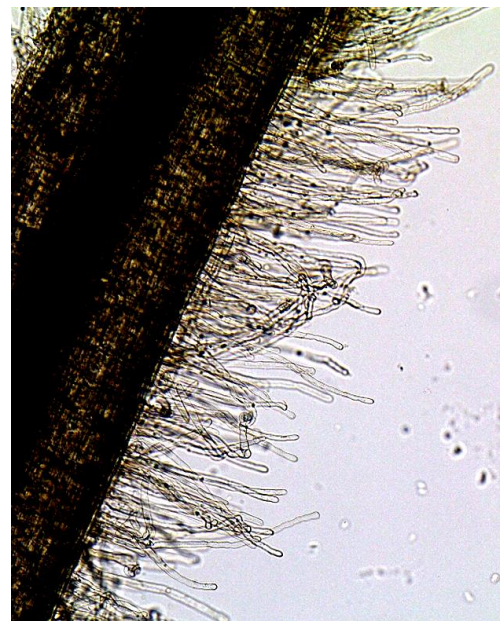
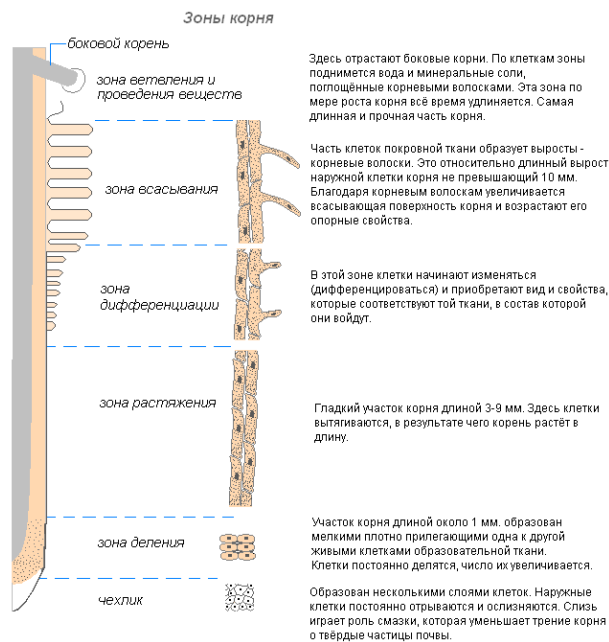


Рис.1 Схема строения корня.

Рис.2. Корневые волоски под микроскопом

При свободном росте - при развитии корней в воде или во влажном воздухе - волоски имеют форму цилиндра или конуса с закруглением на конце. Это можно увидеть на фото, полученной нами в ходе нашей работы (Рис.2). Между твердыми частицами почвы волосок становится искривленным и кое-где сплюсненным. После того как вода поступает в корневой волосок она становится частью живой системы – клеток растений - и подчиняется закономерностям, действующим в живой клетке. Передвижение по растению определяется двумя основными двигателями водного потока в растении:

- нижним двигателем водного потока или корневым давлением (осмос),
- верхним двигателем водного потока или испарением в листьях (транспирация).

Клетка корневого волоска поглощает воду благодаря тому, что содержащиеся в ней неорганические и органические вещества создают высокую концентрацию раствора, превышающую концентрацию почвенного раствора, окружающего корневой волосок. Вода (по законам осмоса) передвигается из менее концентрированного почвенного раствора в более концентрированный раствор, который находится в корневом волоске (Рис. 3). В засуху концентрация почвенного раствора возрастает, и поглощение воды корневыми волосками затрудняется. Большое значение в поглощении элементов питания играют корневые выделения, которые растворяют труднодоступные минеральные вещества.

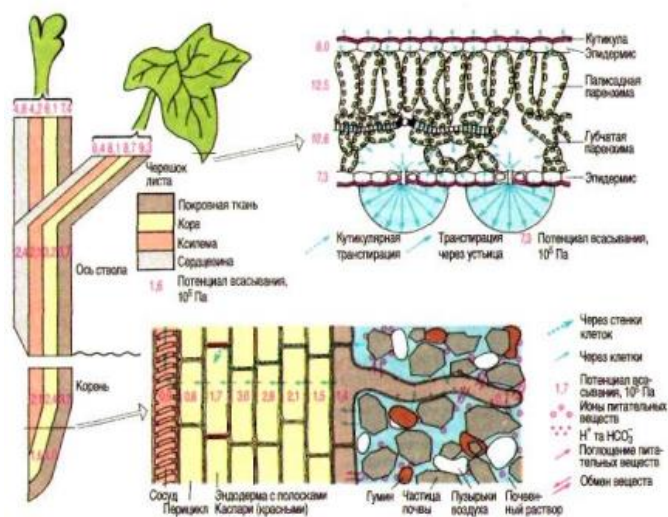


Рис.3 Поглощение и передвижение воды в растениях

Всасывание воды корнем и ее передвижение можно обнаружить по так называемому "плачу" растений и гуттации. "Плачем" растений называют выделение сока (пасоки) из перерезанного стебля. Особенно интенсивно выделяется пасока весной. Гуттация - это выделение капелек воды неповрежденным растением по краям листа у окончания листовых жилок. Гуттацию можно увидеть рано утром у многих растений, например, у садовой земляники, манжетки, розы и др. "Плач" и гуттация свидетельствуют о том, что вода поступает из корня в стебель под давлением. Это корневое давление. Вместе с водой в растение из почвы поступают растворенные в ней минеральные соли. В период интенсивного роста здоровые, с хорошо развитыми корнями растения нуждаются в усиленном питании для формирования зеленых побегов, цветков и плодов [7].

1.2. Интенсивность поглощения воды корневой системой растений.

Скорость всасывания воды растением зависит от внешних условий. Так, с понижением температуры почвы всасывание воды замедляется. Очень наглядно это продемонстрировал ученый-физиолог Ю. Сакс. Горшок с теплолюбивым растением (например, табаком) он обкладывал кусками льда. Растение при этом скоро завяло и вновь оплавлялось, если лед убрали.[3]

Падение всасывания с понижением температуры почвы неодинаково у разных растений. Южные виды резко сокращают или даже прекращают всасывание воды уже при температуре 6—8 °С. Растения средней и особенно северной полосы (зоны вечной мерзлоты) оказываются менее чувствительными к понижению температуры почвы [3].

На всасывание воды деревом влияет содержание кислорода в почве. Вся деятельность корневой системы (поглощение воды, минеральных солей, рост корней) связана с интенсивным дыханием. Корням необходим постоянный приток кислорода. Поэтому на плотных почвах с недостатком кислорода растения сильно страдают, отстают в росте или даже погибают. Так, вытаптывание почвы вокруг деревьев в парках и лесопарках часто приводит их к гибели. К корням перестает поступать живительный для них кислород, и они начинают «задохаться». При этом резко сокращается приток воды в ствол, так что к вершине дерева она не поступает. Дерево начинает сушевершинить, а затем постепенно и отмирать. Уплотнение почв в лесу часто вызывается и неумеренной пастьбой скота, что также может препятствовать свободному доступу кислорода, особенно на глинистых легко уплотняющихся почвах [4].

На интенсивность поглощения воды могут влиять и минеральные вещества (их концентрация) находящиеся как в самой почве, так и в растении. Ведь вода в почве и в самих растениях находится не в чистом виде, а в виде коллоидного раствора с большим количеством в нем минеральных и органических веществ, то от их концентрации создается осмотическое давление. Поступление воды идет по градиенту концентрации, поэтому если в почве концентрация почвенного раствора выше, чем концентрация клеточного сока, то вода будет диффундировать не в растение, а из него, и наступит гибель растения. Такая ситуация может сложиться в результате передозировки минеральных удобрений, небрежного внесения минеральных удобрений, когда они рассыпаются неравномерно [7] (Приложение 3).

Кроме того, как было выше сказано, поглощение воды растением обуславливается как активным поглощением корневой системы (нижний концевой двигатель) так и верхним концевым двигателем – испарением транспирирующих листьев. Здесь надо сказать, что было установлено, что количество калия в замыкающих клетках при открытии устьиц повышается в 4—20 раз при одновременном уменьшении этого показателя в сопутствующих клетках. Происходит как бы перераспределение калия. (И.И. Гунар, Л.А. Паничкин) [6]. То есть можно предположить, что отдельные минеральные вещества могут влиять на скорость поглощения воды.

Исходя из всего этого можно сказать, что вопросы, связанные с интенсивностью поглощению воды и факторами, влияющими на нее так важны, особенно при выращивании растений человеком.

2. Исследования. Влияние факторов на поглощение воды растением

Цель исследования: изучить влияние температуры, обеспеченности кислородом на общее и активное поглощение воды растением).

Оборудование: прибор потометр, смонтированный на стенде, часы, термометр, пластилин, линейка, вата, аквариумный нагреватель «Тритон-100», микроскоп «Levenguk D320L», минеральные удобрения.

Объектом исследования во всех экспериментах были однонедельные растения кукурузы, пророщенные и выращенные в водной культуре.

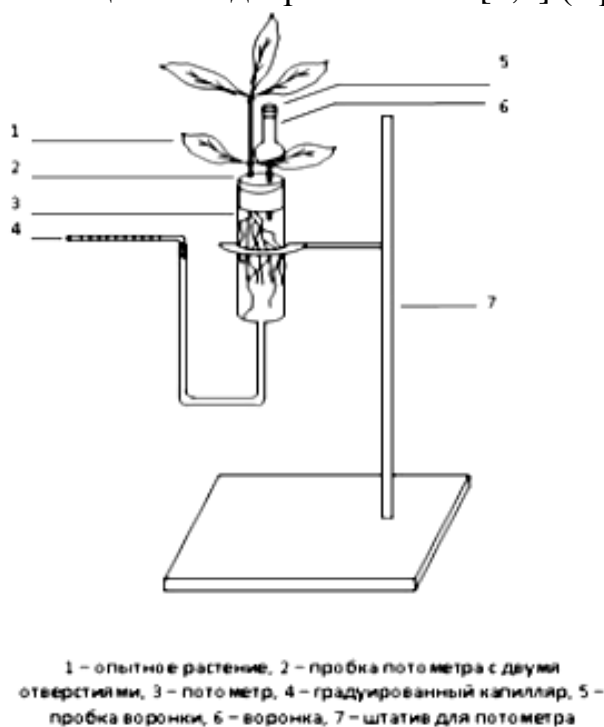
Схема исследования:

1. Влияние температуры воды на поглощение ее растением.
2. Влияние содержание воздуха в воде на ее поглощение растением.

Контролем на всех этапах служили растения находящиеся в обычных условиях среды: комнатная температура, отстоянная водопроводная вода.

Методика исследования:

Поглощение воды за короткие промежутки времени определялись по уменьшению объема воды в приборах - потометрах (рис. 4), представляющих собой U-образную трубку, один конец которой представляет собой капилляр, по изменению уровню воды в котором и измеряли скорость поглощение воды растениями [2,5] (Приложение 2, 4).



1 – опытное растение, 2 – пробка потометра с двумя отверстиями, 3 – потометр, 4 – градуированный капилляр, 5 – пробка воронки, 6 – воронка, 7 – штатив для потометра

Рис.4. Прибор потометр

2.1. Определение влияния температуры на скорость поглощения воды.

В первой серии экспериментов мы выясняли влияние температуры воды на скорость ее всасывания корнями.

В потометры помещались растения с водой. В одном из них вода была комнатной температуры (А). Второй потометр помещался в банку наполненную льдом (В) и третий помещался в банку, заполненную теплой водой. Температура (30-32 С⁰) поддерживалась с помощью аквариумного нагревателя. Изменение уровня воды в капилляре (в миллиметрах) фиксировалось через 2 часа.

Полученные данные представлены в таблице №1.

Таблица №1. Влияние температуры на поглощение воды корнями растений.

Время	Показатели поглощения (изменения уровня) воды мм		
	Охлажденная вода	Нагретая вода	Контроль
Через 2 час	2 мм	2 мм	2мм
Через 4 часа	3 мм	5 мм	4мм
Через 6 часов	3мм	8 мм	6мм
Через 8 часов	4 мм	11 мм	8мм

Результаты эксперимента показали, что понижение температуры воды сказывается на скорость ее поглощение до 50%. Теплая же вода ускоряет всасывание воды до 30%

2.1. Определение влияния содержания воздуха в воде на скорость ее поглощения.

В этом эксперименте мы рассматривали влияние растворенного воздуха (кислорода) вводе на скорость поглощения ее корнями растений. В один потометр наливали обычную воду в другой охлажденную до комнатной температуры кипяченую воду. Результаты исследования приведены в Таблице №2

Таблица №2. Влияние содержания кислорода в воде на ее поглощение

Время	Показатели поглощения (изменения уровня) воды мм	
	Кипяченая вода	Контроль
Через 2 час	2 мм	2 мм
Через 4 часа	3мм	4мм
Через 6 часов	5мм	7мм
Через 8 часов	7мм	10мм

Данный опыт показал, что кипяченая вода, в которой мало растворенного кислорода, до 30% медленнее всасывается корнями растений по сравнению с контролем.

В ходе нашей работы мы также хотели выяснить влияние температуры на образование корневой системы у черенков сирени и ивы, но по техническим причинам опыт не удался.

Заключение

Один из самых важных процессов, происходящих в растениях – поглощение воды – корневое питание может зависеть от некоторых внешних факторов.

По результатам нашей работы мы можем сделать следующие выводы

1. Скорость всасывания воды корнями растений зависит от ее температуры. При понижении температуры скорость уменьшается. Теплая вода поглощается быстрее.
2. Уменьшение растворенного кислорода в воде ведет к уменьшению скорости поглощения воды.

Исходя из проведенного исследования и полученных результатов, мы можем предложить свои рекомендации.

Рекомендации:

Результаты нашей исследовательской работы могут иметь практическое значение. Мы можем рекомендовать при выращивании рассады или высадки растений в ранневесенний период поливать их теплой водой. Иначе поступление воды в само растение будет затруднено. Кроме того, после полива следить за почвой, чтобы она не была уплотнена – рыхлить ее, обеспечивая доступ воздуха к корням. Если этого не будет, то даже в случае обильного полива и переувлажнения, вода в корни будет поступать значительно хуже. При поливе растений добавлять калийные удобрения, тем более все они хорошо растворимы.

Мы только начали исследования в этом направлении. Поэтому мы планируем накопить больше экспериментального материала, о влиянии различных минеральных добавок или биостимуляторов на процессы всасывания и развития растений. Кроме того, интересно выявить аналогичные закономерности на различных видах растений

Использованные источники:

1. Васильев А.Е., Воронин Н.С., Еленевский А.Г., Серебрякова Т.И., Шорина Н.И. Ботаника: морфология и анатомия растений. – М.: Просвещение, 1988 <http://www.botanik-learn.ru/botanika-3>
2. Водный режим и дыхание растений: метод. рекомендации к лабораторным занятиям по курсу «Физиология растений» для студентов биол. фак. / А. П. Кудряшов [и др.]. Минск: БГУ, 2013. – 45 с
3. Воскресенская О.Л., Грошева Н.П., Скочилова Е.А. Физиология растений: Учебное пособие. / Мар.ГУ. – Йошкар-Ола, 2008. – 148 с.
4. Колесников В. А. «Корневая система плодовых и ягодных растений и методы ее изучения» М.: Колос, 1974. — 509 с.
5. Практикум по физиологии растений : учеб. пособие для пед. вузов по спец. 032400 "Биология" / [В. Б. Иванов [и др.] ; под ред. В. Б. Иванова. - 2-е изд., испр. - М. : Академия, 2004. - 136 с.
6. Серебрякова Т.И., Ботаника с основами фитоценологии: Анатомия и морфология растений / Т.И. Серебрякова, Н.С. Воронин, А.Г. Еленевский. - М. : Академкнига, 2006.<http://www.botanik-learn.ru/#page>
7. Смирнов П.М. Муравин З.А. Агрохимия. - 3-е изд., перераб. и доп. - М: Агропромиздат, 1991. - 288 с

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1.

МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ИНТЕНСИВНОСТИ ТРАНСПИРАЦИИ

Методы определения транспирационных потерь широко обсуждались в литературе (Burgerstein, 1920; Максимов, 1926; Stocker, 1928; Az-land, 1929; Иванов, 1946; Hugen, 1951, и др.).

Измерения транспирации могут основываться на прямом учете количества испарившейся воды, на данных по потере веса или на качественных сравнительных определениях.

Существующие способы определения транспирации растений представлены двумя основными группами методов: количественных и качественных. Для получения более четкой характеристики каждой группы удобнее рассмотреть их отдельно.

Количественные методы определения транспирации растений

Группа количественных методов весьма обширна и может быть подразделена следующим образом:

- 1) методы потометрические, основанные на определении транспирации по количеству всосанной растением воды;
- 2) методы, основанные на измерении испарения по потере веса: а) потеря воды у растений, произрастающих в вегетационных сосудах, б) потеря воды отрезанными частями растений, в) потеря воды целыми растениями, г) расход воды растительным покровом;
- 3) методы газометрические, основанные на определении количества водяных паров, выделяемых растениями в процессе транспирации;
- 4) методы актинометрические, основанные на определении количества солнечной энергии, падающей на растения.

Большинство из перечисленных количественных методов может быть использовано при изучении транспирации отрезанных частей растений или целого растения; меньшие возможности представляются для применения ряда этих методов при изучении потерь воды растительным покровом в целом. Поэтому удобнее рассматривать возможности применения тех или иных методов исследования транспирации отдельно для отрезанных частей растений, для целых укорененных растений и для растительного покрова.

Одним из первых применявшихся весовых методов определения транспирации у растений были потометрические методы. В этом случае транспирация изучается по количеству воды, всасываемой за определенный период времени.

Методика.

Прибор до предела заполняют водой. Одно колено прибора закрывают каучуковой пробкой с укрепленным в ней растением. Все щели в пробке промазывают пластилином (воском), чтобы не проходил воздух; другое колено через резиновый шланг соединено с капилляром на 2 мл. В приборе не должно быть пузырьков воздуха, вся капиллярная трубка должна быть заполнена водой. При малейшем уменьшении объема воды в приборе водный мениск в капилляре смещается.

Цену деления в капилляре можно определить. Для этого уровень мениска в капилляре устанавливают в начале отсчета (внизу) и наливают в цилиндр 15 мл кипяченой воды и отмечают число делений, на которое сместился мениск. Допустим, что он сместился на 3 деления. Значит, одно деление равно 1,66 мл.

Объем воды в потометре может сильно изменяться при изменении температуры, что отразится на положении передвижения мениска в пипетке, поэтому во время опыта необходимо следить за постоянством температуры.

Отмечают исходное положение мениска в капилляре, а затем определяют смещение мениска через 10, 20 и 30 мин. Мерой скорости поглощения воды растением является среднее расстояние, на которое сместится мениск в капилляре в единицу времени. Изменяя условия транспирации растения (ветер, влажность воздуха и др.), можно измерить скорость поглощения воды в зависимости от факторов.

Исходя из этого, проведите опыты, согласно схеме исследования.

После определения скорости поглощения воды целым растением в определенных условиях срезают все надземные органы растения. Поглощение воды будет продолжаться, но с меньшей скоростью. Теперь оно будет определяться лишь активным насасыванием корневой системой. Так же, как и при определении поглощения воды целым растением, отмечают смещение мениска воды в капилляре за определенные промежутки времени. Определив поглощение воды целым растением и отдельно корневой системой, рассчитывают долю активного поглощения воды от общего поглощения.

Результаты исследований заносят в табл.

Приложение 2

Прибор для демонстрации всасывания воды корнями

Потометр - прибор, применяемый для учёта транспирации (См. Транспирация) и поглощения воды растением.

Внимание! Прежде чем начать пользоваться прибором, необходимо внимательно ознакомиться с его устройством, правилами эксплуатации и ухода, содержащимися в настоящей инструкции.

1. Назначение прибора

Прибор предназначен для демонстрации явлений: 1.1. Поступления воды в корень растения на уроках ботаники в средней школе. Проводящей способности стебля и явления транспирации листьев.

2. Комплектность

В комплект прибора входят:

1. трубка 1шт
 2. коробка 1шт
 3. инструкция по эксплуатации 1экз.
- #### 3. Устройство прибора

Прибор представляет собой U-образную стеклянную трубку. Одно колено трубки широкое, другое узкое. В широком колене помещают корневую систему растения. Растение закрепляют в приборе с помощью разрезной пробки. Чтобы стебель растения удобно было вводить в пробку, в ней просверлен канал. Узкое колено предназначено для показа изменения уровня воды в приборе по мере поглощения её корнями растения. Для отметки первоначального и конечного уровня воды на узком колене прибора расположены указатели.

4. Подготовка прибора к опыту и демонстрация опытов

1. Опыт по демонстрации поглощения воды корнями. Для демонстрации опыта необходимо иметь растение с неповреждённой корневой системой. Для этого за 2-3 недели до урока проращивают несколько семян культуры с крупной корневой системой (подсолнечник, фасоль). Перед проведением опыта одно из растений осторожно выкапывают, чтобы не повредить корней. Корни у такого растения отмывают от частиц почвы. Из выращенных растений для опыта выбирают наиболее сильные. Нижнюю часть стебля растения вводят в канал пробки. Чтобы стебель плотно прилегал к стенкам канала, их предварительно обмазывают размягчённым воском. Укреплять стебель в пробке следует осторожно, чтобы не повредить его. Наполнив прибор кипячёной остуженной водой (желательно подкрашенной), в его широкое колено опускают корни растения, а затем вращательным движением по возможности плотнее и глубже вводят пробку в горловину трубки. При этом под пробкой не должно оставаться пузырьков воздуха. После этого пробку тщательно обмазывают воском, чтобы предотвратить проникновение воздуха в прибор. После обмазки прибор проверяют на герметичность. Для этого его перевёртывают, закрыв пальцем отверстие узкого колена. Если в этом положении в узкое колено не будут проникать пузырьки воздуха, прибор готов к демонстрации. В противном случае укрепление растения в приборе и обмазку пробки придётся повторить. Перед демонстрацией опыта прибор закрепляют в штативе. Рассказав учащимся о задаче опыта и технике его подготовки, учитель устанавливает верхний указатель на узком колене прибора на ту точку, где находится уровень воды. Через некоторое время учащиеся заметят,



что уровень воды в узкой трубке начинает снижаться. Это указывает на то, что растение поглощает воду из прибора. Конечный уровень воды отмечают вторым указателем. Учитель также должен пояснить, что в данном случае в поглощении воды принимают участие стебель и листья. Чтобы показать поглощение воды только одним корнем, острым ножом либо бритвой срезают стебель с листьями. После удаления стебля уровень воды в узком колене прибора продолжает падать. При изучении вопроса о поглощении воды корнями растения, учитель должен обратить внимание учащихся на тот факт, что растения из почвы поглощают воду с растворёнными в ней минеральными солями. Эти соли являются питательными веществами для растений. Поглощение производится корневыми волосками, а также молодыми частями корня. Старые же части корня, покрытые пробковой тканью, непосредственного участия в поглощении воды не принимают.

2. Опыт по демонстрации проводящей способности сосудов стебля растения, а также явления транспирации листьев. Для демонстрации опыта требуется побег бальзамина или герани. Полупрозрачные побеги и листья данных растений позволяют продемонстрировать явления проведения воды сосудами стебля и эффект транспирации.

Прибор собирается в последовательности, указанной выше (см. выше). Для демонстрации опыта воду в приборе следует подкрасить каким-либо ярким красителем. При этом следует обратить внимание на то, что краситель не должен задерживаться мембранами проводящих сосудов стебля (можно использовать тушь, чернила). При фиксации стебля растения в приборе следует по возможности избегать проникновение воздуха в проводящие сосуды стебля, так как пузырьки воздуха могут привести к их закупорке. После фиксации стебля прибор герметизируется и проверяется на герметичность. После закрепления в штативе, при условии полной герметичности, прибор готов к работе.

При демонстрации опыта учитель обращает внимание учащихся на то, что снижения уровня жидкости в узком колене прибора сопровождается распространением красителя вначале вверх по стеблю растения, а затем по сосудам листовой пластинки. Учитель должен пояснить, что опыт демонстрирует способность стебля к проведению воды с растворёнными в ней минеральными веществами, и что расположение данных сосудов в стебле и листовой пластине растения можно определить благодаря их окрашиванию содержащимся в воде красителем. Вода поднимается по стеблю к листьям благодаря эффекту её испарения листовой пластинкой, который называется транспирацией.

5. Правила хранения

После окончания опыта прибор очищают от воска, моют и высушивают.

Прибор и пробку хранят в коробке в сухом помещении с температурой 15-25°C при относительной влажности воздуха до 80%

Приложение 4

Фотографии: 1,3 Во время исследовательской работы.

2,4.Потометры с исследуемыми образцами. 5. Пророщенные семена кукурузы

6. Кончик корня и корневые волоски под микроскопом



Фото1.



Фото2.

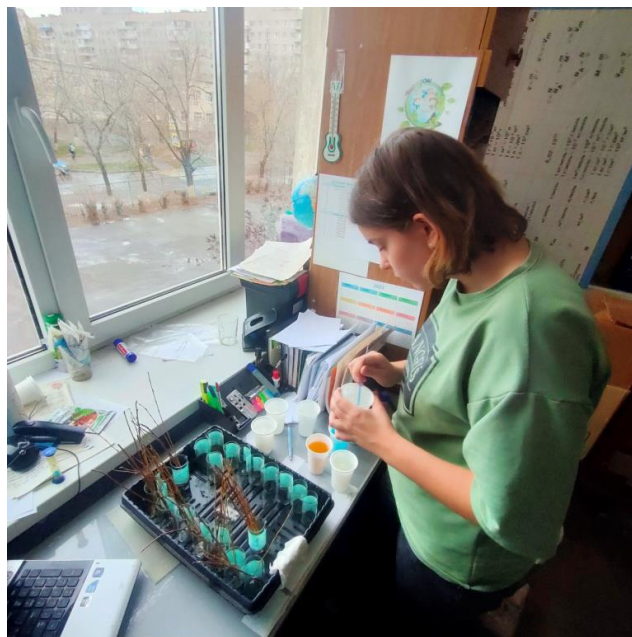
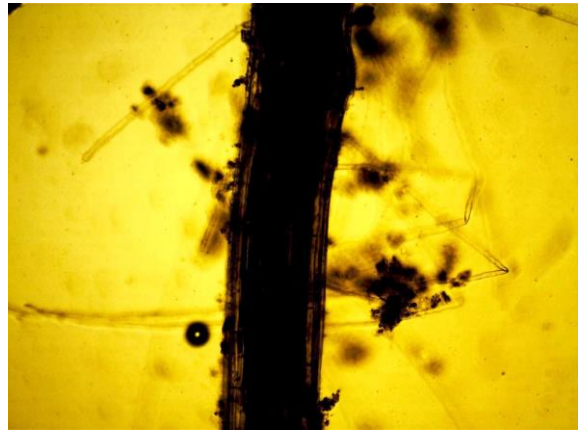


Фото3.



Φοτο 4.



Φοτο 5-6