Муниципальное автономное общеобразовательное учреждение «Лицей 44»

г. Липецка

Липецкая область, г. Липецк

Проектное объединение учащихся «Школа естественнонаучной культуры»

**Номинация «Ботаника и экология растений»**

**Влияние комплексов минерального питания на развитие растений в гидропонной установке**

**Автор:** Светцова Анастасия Максимовна, 11 класс

МАОУ «Лицей 44» г. Липецка

**Руководитель:** Бутова Анна Валерьевна,

учитель биологии

МАОУ «Лицей 44» г. Липецка

2020 год

**Оглавление**

|  |  |
| --- | --- |
| ВВЕДЕНИЕ | **3** |
| ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРНЫХ ИСТОЧНИКОВ | **4** |
| * 1. Общие сведения о луке | **4** |
| 1.2 Гидропоника | **5** |
| 1.3Аэрация и поглощение корнем питательных веществ | **7** |
| ГЛАВА 2. МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЙ ПОДХОД И ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ИССЛЕДОВАНИЯ | **8** |
| 2.1. Питательный раствор для выращивания растений | **8** |
| 2.2 Влияние стимуляторов роста на развитие растений | **9** |
| ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ | **10** |
| 3.1. Дневник наблюдения | **10** |
| Контрольный эксперимент | **10** |
| Эксперимент с искусственной (водной) средой в условиях постоянной аэрации воды | **11** |
| Эксперимент с искусственной средой, постоянной аэрацией и добавлением питательных веществ в виде комплексных удобрений | **13** |
| ЗАКЛЮЧЕНИЕ | **16** |
| Список литературы | **17** |
| ПРИЛОЖЕНИЯ | **18** |

**Введение**

**Актуальность**: в современном мире в зимний период года люди очень подвержены авитаминозу. Некоторые принимают витамины, специальные добавки. Но потребление свежих фруктов, овощей и зелени может значительно улучшить ситуацию с сезонными авитаминозами, дать питательные вещества и витамины ослабленным организмам городских жителей. Тема проекта актуальна, так как, в настоящее время гидропоника, как способ выращивания зелени широко применим. В то же время постоянно увеличивается процент авитаминозов среди работоспособного населения России. В то же время зеленый лук - это культура, богатая водорастворимыми витаминами, проста в выращивании и популярна среди населения.

Я предлагаю выращивать зелень прямо на подоконнике, но это для многих не ново. Ведь ответственные за свое здоровье люди уже давно практикуют такое. Но в ходе своего проекта я намерена выяснить в каких условиях лук растет быстрее: при постоянном озонировании почвы, при добавлении удобрений и гормона роста в почву или же в обычных условиях. Мои выводы помогут людям сделать правильный выбор в условиях взращивания лука.

**Теоретическая значимость**: мое исследование поможет выяснить лучшие условия для выращивания лука.

**Практическая значимость**: пользуясь результатами моего исследования, люди смогут более эффективно выращивать лук в домашних условиях.

**Проблема**. Как повысить прирост зеленой биомассы и сократить сроки ее прироста?

**Гипотеза:** При постоянной аэрации воды и добавлении удобрений интенсивность роста лука будет самой высокой.

**Цель**: определить оптимальные условия для получения зеленой биомассы лука в гидропонной установке.

**Научность**: научная сторона проекта состоит в раскрытии влияния избыточной аэрации, гормональной стимуляции и удобрений на процессы метаболизма в образовательной ткани растений.

**Задачи:**

1. Провести 3 эксперимента по взращиванию лука.

2. Первый эксперимент провести в нормальных условиях.

3. Второй эксперимент провести в условиях постоянной аэрации воды.

4. Третий эксперимент провести с добавлением удобрений для роста в водной среде.

5. Четвертый эксперимент провести в условиях постоянной аэрации водной среды (гидропонная установка) с добавлением гормона роста.

6. Установить прирост биомассы лука в каждом эксперименте за равное время.

7. Сравнить результаты, полученные за 10 дней каждого эксперимента.

**Предмет:** скорость прироста зеленой биомассы.

**ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРНЫХ ИСТОЧНИКОВ.**

**1.1. Общие сведения о луке**

В демисезонный и зимний периоды года люди чаще всего страдают авитаминозом. Медики рекомендуют пить витамины, но я задалась вопросом: «Как можно поддержать свой организм в городских условиях и без особых усилий? Кроме как принимая витамины.». Ответ пришел очень быстро. Проверенный временем способ- выращивать свежий лук. Свежая зелень — это кладезь полезных веществ, в которых так нуждается организм. Но как максимально эффективно выращивать лук? В ходе моего исследования я это выясню.

Лук — это растение из семейства Allium. Так же это семейство включает в себя чеснок и лук- порей. Все эти растения известны своими лечебными и полезными свойствами. Лук же бывает различным по виду и вкусовым качествам: красный, белый, желтый. Вкус овощей так же различен: от острого и жгучего до сладковато-кислого. Лук широко используется в кулинарии: обжаренный лук, свежий и даже карамелизованный лук.

Лук выращивали веками. В кухнях всего мира так или иначе присутствует лук. По данным Продовольственной и сельскохозяйственной организации Объединенных Наций, Китай является крупнейшим производителем лука в мире.

Лук включает в себя не только аминокислоты и витамины, но и син-пропанетил-S-оксид, из-за которого при резке лука возникает раздражение глаз и слезы. Это вещество содержится в соке лука и действует как слезоточивый агент. Наибольшая концентрация этого вещества во внешнем слое и корнях. Это вещество служит защитой растения.

Лук является эффективной профилактикой заболеваний в том числе и рака. Исследование, проведенное в 2019 году в Азиатско-Тихоокеанском журнале клинической онкологии, сравнило 833 человека с колоректальным раком и 833 человека, у которых этого заболевания не было. Исследователи обнаружили, что риск развития колоректального рака был на 79% ниже у тех, кто регулярно употреблял в пищу лук. Ученые выяснили что в луке содержатся вещества-ингибиторы, которые блокируют рост опухоли. Одна чашка нарезанного лука также обеспечивает по меньшей мере 13,11% рекомендуемой взрослой суточной нормы потребления витамина С. В качестве антиоксиданта этот витамин помогает противостоять образованию соединений свободных радикалов, которые связаны с раком. А также наблюдали влияние кверцетина, вещества содержащегося в кожуре, на артериальное давление.

В одной чаше нарезного лука содержится:

Калории: 64; Углеводы: 14,9 грамм; Жиры: 0,16 грамм; Холестерин: 0 грамм; Клетчатка: 2,72 грамм; Сахара: 6,78 грамм; Белки: 1,76 грамм.

Процент питательной ценности для взрослых людей:

Витамин С 13,11% для мужчин.

Витамин С 15,73% для женщин.

Витамин B-6 11,29–14,77%, в зависимости от возраста.

Марганец 8,96% для мужчин.

Марганец 11,44% для женщин.

Так же в луке содержатся такие элементы как: Кальций, Магний, Фосфор, Калий, Сера (соединения).

**1.2. Гидропоника**

В одном из моих экспериментов будет участвовать гидропонная установка для выращивания лука. Поэтому я считаю обязательным раскрыть тему гидропоники и механизма работы установки.

*Гидропоника*- это способ выращивания растений на искусственных средах без почвы. Благодаря гидропоники можно тщательно регулировать условия и следить за развитием корня растения, создать определенный режим питания и покрыть полностью потребность растения в питательных веществах. Создание оптимальных условий для роста растений обеспечивают получение большого урожая и максимальных показателей роста. Так же взращивание таким образом намного легче, так как вода и питательные элементы расходуются экономнее, растение получает максимум полезных веществ, отсутствуют сорняки и вредители. Так же этот метод укорачивает сроки созревания.

*Гидропонные системы:* системы делятся на «активные» и «пассивные». В «Пассивных» системах питательный раствор не подвергается какому-либо механическому воздействию и доставляется к корням за счет капиллярных сил. Такие системы получили название — фитильные. «Активные» системы требуют циркуляции питательной жидкости при помощи насосов.

Так же сейчас существуют различные модификации систем, но все они так или иначе относятся к одной из категории.

Основные гидропонные системы:

1. Фитильная система.
2. Система глубоководных культур.
3. Система периодического затопления.
4. Система питательного слоя.
5. Система капельного полива.
6. Аэропоника.

*Фитильная система:* Этот способ выращивания растений один из простейших в гидропоники. Этот метод основан на использовании капиллярных сил, то есть вода и питательные вещества поступают к корням по фитилю, от чего и происходит название. Но в этом методе есть один большой недостаток- ограниченная пропускная способность фитиля. Эта система востребована в выращивании декоративных растений. В качестве субстрата используются кокогрунт или вермикул.

*Система плавающей платформы или Deep Water Culture (DWC):* В основе этого способа лежит постоянное нахождение корней растений в воде. Вода при этом постоянно аэрируется при помощи насосов, которые подают воздух в среду. Эту систему используют для выращивания небольших растений. Этой системой я буду пользоваться в своих экспериментах так как она лучше всего подходит для выращивания зелени и лука.

Плюсы DWC: простая и экономичная конструкция; компактность и мобильность; достаточно влажности, необходимой для роста растений.

Минусы DWC: необходимость постоянного наблюдения; громко работающий компрессор; регулярный засор компрессора; сложность в замене жидкости.

*Система периодического затопления (EBB & Flow):* Эта система работает по принципу периодического затопления. Питательный раствор поднимается и затопляет субстрат с корнями растения на определенное время. Периоды затопления формируют цикл, выполнение которого обеспечивают таймеры. В перед осушения раствор стекает обратно в бак.

*Техника питательного слоя (NFT):* В этой системе корни растения располагаются в ирригационном канале, дно которого заполнено раствором. В системе постоянный ток питательного раствора. Клан может быть представлен трубкой или же жёлобом, установленном под наклоном. Вся система работает за счет насоса. Растения находятся и удерживаются в горшке с субстратом, корни опущены в канал, где их постоянно омывает питательный раствор. Но есть минус, при резком отключении насоса корни растения очень быстро засохнут. Этот метод дешевый и практичный.

Плюсы NFT: экономичность установки; беспроблемная замена раствора; не требует значительного ухода.

Минусы NFT: в случае прекращения работы помпы растения гибнут за считаные часы; не подходит для растений с развитой корневой системой.

*Аэропоника:* Эта система дает отличные урожаи за короткие сроки. При этом способе корни растений свисают прямо в резервуар с питательным раствором. Раствор распыляется в туман при помощи различных механизмов и окутывает корни. При этом растения получают питательные вещества с микро капельками. При этом способе очень важно следить за влажностью воздуха, чтобы не допустить пересыхания корней и при этом обеспечить доступ кислорода. Так же нужно держать микроклимат системы в постоянстве. Метод аэропоники один из самых сложных высокотехнологичных способов, он требует оборудования. Подобно технике питательного слоя корни находятся в воздушной среде. Они отуманиваются взвесью питательного раствора. Отуманивание происходит каждые несколько минут и контролируется таймером. В случае прерывания цикла отуманивания корни растений быстро пересохнут.

Плюсы аэропоники: корневая система не испытывает недостаток кислорода; проста в уходе; хорошая видимость корней; быстрый прирост.

Минусы аэропоники: при прекращении работы компрессора гибнут все растения; значительные финансовые затраты; низкое содержание витаминов и минеральных веществ в растениях без использования дополнительных препаратов.

*Система капельного полива:* Низкая стоимость и простота конструкции делают эту систему самой востребованной. Она состоит из бака с водой и питательным раствором и через систему трубок подается каждому растению с помощью насоса. Капельный полив широко используется повсеместно: в тепличном бизнесе, на улицах городов. Субстрат в этом случае может быть очень различен.

Плюсы капельного полива: является подходящей для многих культур растений; равномерное и регулярное орошение; автоматическая подача воды; экономичное использование воды.

Минусы капельного полива: необходимость точной регулировки расхода жидкости; требует регулярную чистку капельниц, насоса и трубочек.

**1.3. Аэрация и поглощение корнем питательных веществ.**

Одна из важнейших функций корневой системы является поглощение питательных веществ и минеральных веществ, необходимых для растения. Известно, что способны к наибольшему поглощению только молодые корни длинна которых составляет не более 5 см. Корни с опробовавшими участками не способны всасывать минеральные соли. Из этого можно сделать вывод, что только при росте корней можно получить большие урожаи. А для того чтобы рост корней был более интенсивным нужно создавать правильные условия. Для эффективного поглощения корнем воды с питательными и минеральными веществами требуется кислород. В структурированной почве достаточно кислорода, но в утрамбованной или же бесструктурной кислорода очень мало, в ней практически нет воздушных полостей. Растения, находящиеся в такой почве, страдают от нехватки кислорода. Недостаток кислорода сказывается на росте и развитие растения. Молодой корень очень чувствителен. Он может пересохнуть в недостаточно влажном грунте. Для устранения всех проблем, возникающих при выращивании растений и используются искусственные среды и аэрация. Слежение за постоянством влажности и количеством кислорода дает свои плоды, ведь именно в максимально оптимальных условиях растение приносит максимальный урожай.

Питание в водных средах и питательных растворах намного легче чем почвенное питание. Для почвенного питания необходима большая, разветвлённая корневая система, охватывающая достаточную территорию почвы, а также запас дыхательного материала. В почве питательные вещества такие как азот и фосфор находятся в форме органических соединений, что достаточно сильно осложняет процесс всасывания. Растения могут получить эти компоненты только после разложения веществ. Органические соединения разлагаются чаще всего под действием микроорганизмов и бактерий. Из этого можно сделать вывод что благоприятные условия нужно создать не только для растения, но и для развития и размножения полезных микроорганизмов. Чем лучше условия для бактерий, тем больше органических соединений они охватят, а значит тем больше питательных веществ и минералов пойдет для питания растениям. Удобрения, вносимые в почву (торф, навоз, азотистые удобрения и т.д.) может обогатить почву и сделать ее более плодородной. Но все эти удобрения так или иначе все равно будут подвергаться обработке. Все эти факторы создают большую трудность. Проблема прикормки и усвоения, а также вопросы, связанные с почвенным питанием можно легко решить заменой почвенной среды на искусственную.

«Выращивание растений без почвы легко разрешает задачу рационального питания растений, так как в любое время простой количественный анализ позволит дать точный ответ, в каком количестве то или иное вещество находится в растворе»

Сколько кислорода требуется корню для нормального функционирования выяснили экспериментально в 1950 году. Базырина провела опыт над корнем взрослого томата. Эксперимент показал, что при сухом весе корня в 2 грамма количество поглощенного кислорода в час составляет примерно 15-16 мг. При этом в одном литре воздуха содержится около 300 мг кислорода. Этот эксперимент может служить доказательством, что корень, помещенный в среду с высокой влажностью и при этом хорошо проветриваемую будут всегда обеспечены кислородом.

Так же был проведен эксперимент, в ходе которого корень полностью погрузили в питательный раствор. Через несколько часов наблюдается острая нехватка кислорода, завядание верхушки, так как очень резко прекратилось снабжение растения и в частности корней кислородом. Этот процесс объясняется тем, что в воде на один литр приходится только 8-9 мг кислорода. Это мизерное количество не сможет обеспечивать растение. Такая концентрация кислорода быстро закончится. У растения началось кислородное голодание. В дальнейшем в воду путем диффузии будет поступать в среднем 0,5 мг на 100 квадратных сантиметров, этого количества не хватит корню чтобы насытится части растения будут отмирать, рост затормозиться.

Для нормального развития растения в водных растворах необходима аэрация, так как нужно насыщать среду кислородом. Только при обеспечении условий рост растения в воде или питательных растворах возможен.

**ГЛАВА 2. МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЙ ПОДХОД И ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ИССЛЕДОВАНИЯ**

**2.1. Питательный раствор для выращивания растений**

При выращивании растений на искусственных средах и питательных растворах необходимо изучить состав и химические свойства искусственного субстрата. Есть важные правила, которые нужно соблюдать при составлении искусственной среды:

1. В состав питательного раствора должны входить необходимые микро и макроэлементы, обеспечивающие рост и развитие растения.
2. Для составления питательного раствора нужно подбирать соотношение веществ по фактическому содержанию их в среде, степени всасывания тех или иных элементов, по потребности растения в них.
3. Подобрать правильную концентрацию раствора, таким образом, чтобы растение не испытывало нехватку полезных элементов. Но и раствор не был слишком перенасыщенным.
4. Следует подбирать такие смеси солей, чтобы средняя скорость всасывания анионов и катионов не сильно рознились по времени. Иначе раствор может стать слишком кислотным или же наоборот слишком щелочной.
5. Необходимо тщательно выбирать соли, в состав которых входят нужные катионы и анионы так как сопутствующие вещества не всегда могут быть полезны для растения, а в некоторых случаях может замедлить рост и даже привести к гибели.
6. Так же нужно рассчитывать правильное количество воды, содержащиеся в питательном растворе.
7. Состав может варьироваться в зависимости от растения или же времени года. Так же состав может быть одинаков в некоторых случаях.

В ходе исследования я изготовлю питательный раствор руководствуясь вышеприведёнными правилами. Длину пера лука ябуду измерять линейкой. Массу итогового урожая буду измерять на кухонных весах предназначенных для взвешивания продуктов.

**Объект исследования:** Лук репчатый сорта «Халцедон». Особенности биологии лука «Халцедон». Острый сорт лука репчатого представляется плодами; покрытыми несколькими слоями шелухи; разряд спелости – средний; зеленое перо лука достигает 30см; стойкость к минусовым температурам, иммунитет к различному роду болезней; родина- Молдавия.

**Предмет:** Прирост биомассы зеленого листа (в см и в гр.)

**Методы:** Эмпирические (эксперимент, измерение, взвешивание), теоретические (анализ источников литературы, сравнение результатов и их объяснение, формулирование выводов и оценка гипотезы).

**2.2 Влияние стимуляторов роста на развитие растений**

Физиологические процессы растений регулируются ростовыми веществами, их не всегда можно назвать гормонами. Открыто достаточно много ростовых веществ, но не до конца изучены механизмы воздействия на объект. Так как, рост растений происходит в три стадии-деление клеток, растяжение клеток и дифференцировка клеток, а все выше перечисленные этапы в определенной части растения протекают по-разному, то следует пользоваться гормонами роста с осторожностью, ведь ещё не известно, как поведет себя определенный орган растения.

Основные классы стимуляторов роста: ауксины, гиббереллины, цитокинины, абсцизовая кислота, этилен. Каждый из этих классов отвечают за определенный этап роста. Цитокинины отвечают за деление клеток, ауксины и гиббереллины- за растяжение и дифференцировку клеток, абцизовая кислота -за стадии покоя, а этилен -за старение. Разберем класс ауксинов, так как он используется в данном проекте. [I.1]

Ауксины. Данный класс был открыт в ходе изучения фототропизма, который показал, что рост проростков в направлении света определен тем, что от верхней части стебля передается какое-то «влияние», в дальнейшем оно было названо ауксином, а в 1934 г. идентифицировано как индолилуксусная углекислота или ИУК. Ауксины постоянно образуются в точке роста стебля и молодых листьев и движутся путём диффузии. Таким образом, ауксины способствуют росту клеток, это обусловлено её набуханием благодаря осмотическому поступлению воды и синхронным отложением нового материала клеточной мембраны, улучшают развитие корневой системы и распределяют нужные вещества по всем тканям растения. Так же ауксины активизируют секрецию ионов водорода, что несет за собой понижение внеклеточного pH и разрыхление клеточной стенки. Для действия данного стимулятора роста необходимы такие условия, как поддержание высокого внутриклеточного осмотического давления и преобладание достаточного количества воды, которая бы создавала тургорное давление. Но также существуют и соединения ауксина с другими химическими элементами, так называемые «синтетические ауксин». Они более активны, чем природные, так как, в растениях нет фермента, расщепляющего ИУК, и их дешевле синтезировать. Наиболее известные препараты с ауксином- это «Корневин» и «Гетероауксин»

**ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ**

**3.1. Дневник наблюдения**

1. ***Контрольный эксперимент.***

Первый эксперимент провожу контрольный. Выращивание лука в нормальных условиях. Наполняю почвой ящик для выращивания лука. Ежедневно поливаю лук и слежу за состоянием зеленых перьев лука.

Длительность эксперимента- 10 дней.

Таблица 1.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| День 1 | День 2 | День 3 | День 4 | День 5 | День 6 | День 7 | День 8 | День 9 | День 10 |
| 0 см | 0,5-1 см | 2-3 см | 4-6 см | 7см | 8-10см | 12-13см | 14см | 14,5см | 15 см |

Результаты первого контрольного эксперимента отображены в таблице № 3. Она показывает зависимость длинны зелени лука от дня исследования. В 1 эксперименте участвовало 4 белых луковицы. (синий лук не учитывался).

За первую половину эксперимента рост был медленный, перо лука достигло длины в 7 см. Порастали корни. При постоянном поливе лука и максимально оптимальных условиях лук за 10 дней достиг общей длинны в 15 см.

По качеству зелени могу отметить, что перья достаточно широкие, приятные на ощупь и плотные.

Контрольный эксперимент проводился в условиях ежедневного полива. Растения в достаточном количестве получали свет.

Контрольный замер массы показал, что масса лука составила всего 45 грамм. Это очень маленькая масса по отношению к другим экспериментам.

День 3: [См. приложение 1.]

День 4: [См. приложение 2.]

День 8: [См. приложение 3.]

День 10. [См. Приложение 4.]

Результаты итогового замера: [См. приложение 5.]

В результате первого эксперимента длина составила: 15 см.

Итоговая масса: 45 грамм.

ВЫВОД:

Контрольный эксперимент показал, как растет лук в привычных всем условиях. Именно так выращивают лук большинство людей. Примерный урожай, который можно получить таким способом равен всего 15 см.

Рост лука медленный, плавный. Качество лука и перьев хорошее. Но 15 см за 10 дней слишком малое количество лука.

Этот способ самый распространенный, но вместе с тем самый не эффективный. Он простой и удобный. Для создания условий произрастания нужно только обеспечить ежедневный полив и хорошие солнечные условия.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *11* | *+12* | *744* | *https://st4.gismeteo.ru/static/diary/img/suncl.png* |  | *https://st6.gismeteo.ru/static/diary/img/w6.gif З 3м/с* | *+8* | *746* | *https://st8.gismeteo.ru/static/diary/img/sunc.png* |  | *https://st5.gismeteo.ru/static/diary/img/w6.gif З 3м/с* |
| *12* | *+14* | *747* | *https://st7.gismeteo.ru/static/diary/img/sunc.png* |  | *https://st4.gismeteo.ru/static/diary/img/w5.gif ЮЗ 9м/с* | *+12* | *746* | *https://st6.gismeteo.ru/static/diary/img/dull.png* |  | *https://st8.gismeteo.ru/static/diary/img/w5.gif ЮЗ 9м/с* |
| *13* | *+16* | *745* | *https://st5.gismeteo.ru/static/diary/img/suncl.png* |  | *https://st7.gismeteo.ru/static/diary/img/w6.gif З 7м/с* | *+12* | *746* | *https://st4.gismeteo.ru/static/diary/img/sunc.png* |  | *https://st6.gismeteo.ru/static/diary/img/w6.gif З 7м/с* |
| *14* | *+18* | *749* | *https://st8.gismeteo.ru/static/diary/img/sunc.png* |  | *https://st5.gismeteo.ru/static/diary/img/w5.gif ЮЗ 4м/с* | *+16* | *746* | *https://st7.gismeteo.ru/static/diary/img/sun.png* |  | *https://st4.gismeteo.ru/static/diary/img/w5.gif ЮЗ 4м/с* |
| *15* | *+18* | *748* | *https://st6.gismeteo.ru/static/diary/img/suncl.png* |  | *https://st8.gismeteo.ru/static/diary/img/w7.gif СЗ 5м/с* | *+11* | *751* | *https://st5.gismeteo.ru/static/diary/img/dull.png* |  | *https://st7.gismeteo.ru/static/diary/img/w7.gif СЗ 5м/с* |
| *16* | *+11* | *755* | *https://st4.gismeteo.ru/static/diary/img/sun.png* |  | *https://st6.gismeteo.ru/static/diary/img/w2.gif В 2м/с* | *+6* | *754* | *https://st8.gismeteo.ru/static/diary/img/sunc.png* |  | *https://st5.gismeteo.ru/static/diary/img/w2.gif В 2м/с* |
| *17* | *+18* | *750* | *https://st7.gismeteo.ru/static/diary/img/sun.png* |  | *https://st4.gismeteo.ru/static/diary/img/w4.gif Ю 8м/с* | *+12* | *749* | *https://st6.gismeteo.ru/static/diary/img/sun.png* |  | *https://st8.gismeteo.ru/static/diary/img/w4.gif Ю 8м/с* |
| *18* | *+18* | *748* | *https://st5.gismeteo.ru/static/diary/img/sunc.png* |  | *https://st7.gismeteo.ru/static/diary/img/w7.gif СЗ 4м/с* | *+12* | *749* | *https://st4.gismeteo.ru/static/diary/img/sunc.png* |  | *https://st6.gismeteo.ru/static/diary/img/w7.gif СЗ 4м/с* |
| *19* | *+18* | *751* | *https://st8.gismeteo.ru/static/diary/img/sunc.png* |  | *https://st5.gismeteo.ru/static/diary/img/w5.gif ЮЗ 2м/с* | *+11* | *752* | *https://st7.gismeteo.ru/static/diary/img/sun.png* |  | *https://st4.gismeteo.ru/static/diary/img/w5.gif ЮЗ 2м/с* |
| *20* | *+18* | *753* | *https://st6.gismeteo.ru/static/diary/img/sunc.png* |  | *https://st8.gismeteo.ru/static/diary/img/w5.gif ЮЗ 4м/с* | *+12* | *753* | *https://st5.gismeteo.ru/static/diary/img/dull.png* |  | *https://st7.gismeteo.ru/static/diary/img/w5.gif ЮЗ 4м/с* |
| *21* | *+19* | *752* | *https://st4.gismeteo.ru/static/diary/img/sun.png* |  | *https://st6.gismeteo.ru/static/diary/img/w5.gif ЮЗ 7м/с* | *+12* | *750* | *https://st8.gismeteo.ru/static/diary/img/sunc.png* |  | *https://st5.gismeteo.ru/static/diary/img/w5.gif ЮЗ 7м/с* |

Таблица 2. Сентябрь 2019. (день, вечер). Дневник погоды во время эксперимента.

При постоянной комнатной температуре 25 градусов по Цельсию.

1. ***Эксперимент с искусственной (водной) средой в условиях постоянной аэрации воды***

Длительность эксперимента- 10 дней.

Ящик заполнила водой и поместила туда промытый чистый компрессор, через который будет осуществляется аэрация среды. В лунки на крышке поместила головки лука. У лука отсутствует корневая система. Приготовила луковицы: обрезала верхушку для лучшего роста зелени и погрузила их в лунки так чтобы нижняя часть луковицы находилась прямо над водой.

Корни начали отрастать и уже на *2 день* эксперимента показались первые корешки. На второй день так же начали пробиваться зеленые перья. [См. приложение 6], [См. приложение 7].

На *третий день* длинна пера была равна уже 2-3 см.

Корни появились у всех луковиц. Рост корней очень легко отслеживать. [См. приложение 8], [См. приложение 9].

На *4 день* зелень появилась у всех луковиц. Длина перьев достигла 5-6 см. [См. приложение 10], [См. приложение 11].

*На пятый день* начался активный рост. Корневая система хорошо развилась, зелень начала очень быстро прибавлять объемы. Длина 7-9,5 см. [См. приложение 12], [См. приложение 13].

На *шестой день* перья снова сильно прибавили в объеме. Я сфотографировала результат утром и вечером. На фото видна разница между перьями лука. Длинна лука достигла 10-12см. [См. приложение 14], [См. приложение 15].

Рост лука очень ускорился и на *7 день* перо достигло 14-16 см, увеличилась за ночь на целых 4 см. Так же перья увеличились в объёме и стали плотные. [См. приложение 16].

*На 8 день* длина лука была 16 см. [См. приложение 17].

На *9 день* лук снова прибавил в размерах. Зелень стала более плотная. Длинна 18-22 см.

На *10 день* я производила замеры. Итоговая длинна показала, что лук достиг длины в 24 см за 10 дней эксперимента. А масса зелени равняется 137 грамм. За 10 дней я получила урожай, превосходящий в три раза по массе лук, росший в земле.

*Результаты итогового замера:*

Итоговая длинна: 24 см.

Итоговая масса: 81 грамм. [Cм. приложение 18], [См. приложение 19],

[См. приложение 20].

Таблица 2.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 день | 2 день | 3 день | 4 день | 5 день | 6 день | 7 день | 8 день | 9 день | 10 день |
| 0 см | 0.5-1 см | 2-3 см | 5-6 см | 7-9,5 см | 10-12 см | 14-15 см | 16 см | 18-22 см | 24 см |

Показывает темп развития растения. Отношение длины и дня эксперимента. Из этой таблицы можно сделать вывод что в первую половину эксперимента рост идет плавно, а в промежутке между 5-10 днем темп роста скачкообразный, длина увеличивалась на 2-4 см в день.

ВЫВОД:

Второй эксперимент дал урожай в 1,6 раз больше, полученного в первом. Длина перьев достигла 24 см. Масса в итоговом взвешивании равна 81 грамм.

Такой рост можно обосновать заменой среды. Вода позволяет корню более эффективно поглощать растворенные в ней вещества, постоянная аэрация делает возможным функционирование корней. (информация см стр. 7).

Этот метод менее экономичен, так как работа компрессора требует постоянной электрозатраты, но это компенсируется полученным урожаем. Техника гидропоники широко используется для получения быстрых и больших урожаев. В ходе эксперимента длина пера увеличивалась быстро, но все еще более-менее плавно. Качество зелени хорошее.

Этот метод не требует особого внимания к растению. Требуется только постоянное подключение к электросети так как при отключении компрессора через несколько часов у растения возникает острая нехватка кислорода, а также нужно следить за уровнем воды.

Дневник погоды во время эксперимента:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *2* | *+1* | *737* | *https://st8.gismeteo.ru/static/diary/img/dull.png* | *https://st5.gismeteo.ru/static/diary/img/rain.png* | *https://st7.gismeteo.ru/static/diary/img/w4.gif Ю 7м/с* | *+3* | *733* | *https://st4.gismeteo.ru/static/diary/img/dull.png* | *https://st6.gismeteo.ru/static/diary/img/rain.png* | *https://st8.gismeteo.ru/static/diary/img/w4.gif Ю 7м/с* |
| *3* | *+1* | *730* | *https://st5.gismeteo.ru/static/diary/img/dull.png* | *https://st7.gismeteo.ru/static/diary/img/rain.png* | *https://st4.gismeteo.ru/static/diary/img/w6.gif З 7м/с* | *+1* | *731* | *https://st6.gismeteo.ru/static/diary/img/dull.png* |  | *https://st8.gismeteo.ru/static/diary/img/w6.gif З 7м/с* |
| *4* | *0* | *734* | *https://st5.gismeteo.ru/static/diary/img/suncl.png* |  | *https://st7.gismeteo.ru/static/diary/img/w6.gif З 6м/с* | *-3* | *736* | *https://st4.gismeteo.ru/static/diary/img/sunc.png* |  | *https://st6.gismeteo.ru/static/diary/img/w6.gif З 6м/с* |
| *5* | *-2* | *744* | *https://st8.gismeteo.ru/static/diary/img/sunc.png* |  | *https://st5.gismeteo.ru/static/diary/img/w6.gif З 5м/с* | *-7* | *746* | *https://st7.gismeteo.ru/static/diary/img/sun.png* |  | *https://st4.gismeteo.ru/static/diary/img/w6.gif З 5м/с* |
| *6* | *-3* | *740* | *https://st6.gismeteo.ru/static/diary/img/dull.png* |  | *https://st8.gismeteo.ru/static/diary/img/w5.gif ЮЗ 10м/с* | *-3* | *738* | *https://st5.gismeteo.ru/static/diary/img/dull.png* | *https://st7.gismeteo.ru/static/diary/img/snow.png* | *https://st4.gismeteo.ru/static/diary/img/w5.gif ЮЗ 10м/с* |
| *7* | *-8* | *742* | *https://st6.gismeteo.ru/static/diary/img/dull.png* |  | *https://st8.gismeteo.ru/static/diary/img/w7.gif СЗ 6м/с* | *-11* | *746* | *https://st5.gismeteo.ru/static/diary/img/suncl.png* | *https://st7.gismeteo.ru/static/diary/img/snow.png* | *https://st4.gismeteo.ru/static/diary/img/w7.gif СЗ 6м/с* |
| *8* | *-11* | *752* | *https://st6.gismeteo.ru/static/diary/img/sunc.png* |  | *https://st8.gismeteo.ru/static/diary/img/w7.gif СЗ 5м/с* | *-15* | *755* | *https://st5.gismeteo.ru/static/diary/img/sun.png* |  | *https://st7.gismeteo.ru/static/diary/img/w7.gif СЗ 5м/с* |
| *9* | *-5* | *758* | *https://st4.gismeteo.ru/static/diary/img/sun.png* |  | *https://st6.gismeteo.ru/static/diary/img/w5.gif ЮЗ 6м/с* | *-6* | *757* | *https://st8.gismeteo.ru/static/diary/img/dull.png* |  | *https://st5.gismeteo.ru/static/diary/img/w5.gif ЮЗ 6м/с* |
| *10* | *-2* | *749* | *https://st7.gismeteo.ru/static/diary/img/sun.png* |  | *https://st4.gismeteo.ru/static/diary/img/w5.gif ЮЗ 11м/с* | *-6* | *746* | *https://st6.gismeteo.ru/static/diary/img/sun.png* |  | *https://st8.gismeteo.ru/static/diary/img/w5.gif ЮЗ 11м/с* |
| *11* | *0* | *738* | *https://st5.gismeteo.ru/static/diary/img/dull.png* | *https://st7.gismeteo.ru/static/diary/img/snow.png* | *https://st4.gismeteo.ru/static/diary/img/w4.gif Ю 10м/с* | *-1* | *740* | *https://st6.gismeteo.ru/static/diary/img/dull.png* | *https://st8.gismeteo.ru/static/diary/img/rain.png* | *https://st5.gismeteo.ru/static/diary/img/w4.gif Ю 10м/с* |

Таблица 2. Февраль. (день, вечер)

При постоянной комнатной температуре 25 градусов по Цельсию.

1. ***Эксперимент с искусственной (водной) средой, постоянной аэрацией и добавлением питательных веществ в виде комплексных удобрений***

Длительность эксперимента- 10 дней.

В соотношении 3 мл на 1 литр воды готовим питательный раствор. Использую высокоэффективное полное удобрение, насыщенное азотом «Унифлор». Это удобрение подходит для гидропоники и оказывает положительное влияние на рост вегетативной части растения. Применяется для подкормки зелени, рассады, азотолюбивых растений. [Cм. приложение 21].[Cм. приложение 22].

Таблица 3. Состав: (г/л с погрешностью в 20%)

|  |  |
| --- | --- |
| Азот (N) | 70 |
| Калий (K) | 70 |
| Фосфор (P) | 26 |
| Магний (Mg) | 5 |

Таблица 4. Микроэлементы (мг/л с погрешностью в 20%)

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Натрий | 620 | Кобальт | 4 |
| Железо | 533 | Хром | 1,9 |
| Марганец | 133 | Никель | 1,6 |
| Бор | 100 | Селен | 0,8 |
| Цинк | 30 | Бром | 0,5 |
| Медь | 27 | Алюминий | 0,1 |
| Молибден | 8,5 | Йод | 6,7 |

Заполняю приготовленным питательным раствором ящик для гидропоники. Помещаю луковицы в лунках крышки.

*День 1:* Подготовила луковицы, срезав верхушки.[См. приложение 23],

На *2 день* уже показались зеленые перья. Достаточно большой длины 2 см. Это в 2 раза больше чем показатель второго эксперимента на тот же день. [См. приложение 24], [См. приложение 25].

На *3 день* зеленые перья лука появились у всех луковиц. [См. приложение 26].

На *4 день* длина пера составляла 7-7,5 см. Длина очень сильно возросла. Перья лука, росшего в земле достигли 7 см только к 6 дню эксперимента. Действие удобрений и аэрации видно с самых первых дней 3 эксперимента. [См. приложение 27], [См. приложение 28].

На *5 день* длина резко возросла до 12 см. Качество перьев лука хорошее. Общая плотность перьев возросла. [См. приложение 29], [См. Приложение 30].

*День 6*. Длина лука увеличилась на 4 см и стала равна 17 см, что на 2 см больше чем итог контрольного эксперимента. При данных условиях длина лука за 6 дней превысила длину лука первого эксперимента. [См. приложение 31], [См. приложение 32].

*День 7.* Длина зеленого пера лука достигла 23-21 см, приблизившись к результату второго эксперимента. Качество зелени хорошее. [См. приложение 33], [См. приложение 34].

*День 8.* Длина зеленого пера лука составила 26- 27 см, превысив результаты второго эксперимента. Качество хорошее. [См. приложение 35], [См. приложение 36].

*День 9*. Длина перьев лука достигла длины в 30-32 см. Качество лука хорошее. Некоторые перья сгибаются из-за длины. [См. приложение 37].

День 10. Длина растения равна 35 см. [См. приложение 38].

*Результаты итогового замера:*

Итоговая длина: 35 см.

Итоговая масса: 110 гамм. [См. приложение 39]. [См. приложение 40].

[См. приложение 41].

Таблица 5.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 день | 2 день | 3 день | 4 день | 5 день | 6 день | 7 день | 8 день | 9 день | 10 день |
| 0  см | 2  см | 4-5 см | 7-7,5  см | 12  см | 17  см | 23-21  см | 26-27  см | 30-32  см | 35  см |

Эта таблица отражает зависимость длины от дня эксперимента. Из нее можем сделать вывод что темп роста скачкообразный, длина быстро увеличивается. Перо увеличивается в размере стремительно.

ВЫВОД:

Третий эксперимент дал максимальный урожай среди всех экспериментов. Я считаю этот метод взращивания самый удачный и эффективный. Но затраты в этом способе тоже больше. К постоянной энергозатрате компрессора добавляется стоимость удобрения.

Но в то же время хочу заметить насколько экономный расход средства. Я использовала 15 мл удобрений на пять литров воды.

При условии, что обновлять и добавлять удобрение следует раз в 10-15 дней я считаю, что затрата на удобрение окупается.

Такой скачек роста и успех можно обосновать сочетанием гидропоники и питательных веществ. Раствор был насыщен полезными для растения элементами, оно получало все для роста. Оптимальные световые условия в совокупности с постоянной аэрации раствора оказало благоприятное воздействие 6на корневую систему, а, следовательно, растение смогло больше поглощать, интенсивнее расти.

Этот метод не требует особого ухода. Необходимо следить за уровнем воды и питательным раствором (см. информацию стр. 9), обеспечить работу компрессора. Но все усилия быстро окупаются хорошим урожаем.

Дневник погоды во время эксперимента:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Число | День | | | | | Вечер | | | | |
| Температура | Давление | Облачность | Явления | Ветер | Температура | Давление | Облачность | Явления | Ветер |
| *1* | *+6* | *751* | *https://st6.gismeteo.ru/static/diary/img/sunc.png* |  | *https://st8.gismeteo.ru/static/diary/img/w5.gif ЮЗ 9м/с* | *+3* | *751* | *https://st5.gismeteo.ru/static/diary/img/sunc.png* |  | *https://st7.gismeteo.ru/static/diary/img/w5.gif ЮЗ 9м/с* |
| *2* | *+5* | *752* | *https://st4.gismeteo.ru/static/diary/img/dull.png* |  | *https://st6.gismeteo.ru/static/diary/img/w5.gif ЮЗ 8м/с* | *+5* | *750* | *https://st8.gismeteo.ru/static/diary/img/suncl.png* |  | *https://st5.gismeteo.ru/static/diary/img/w5.gif ЮЗ 8м/с* |
| *3* | *+3* | *748* | *https://st7.gismeteo.ru/static/diary/img/dull.png* | *https://st4.gismeteo.ru/static/diary/img/rain.png* | *https://st6.gismeteo.ru/static/diary/img/w4.gif Ю 5м/с* | *+3* | *748* | *https://st8.gismeteo.ru/static/diary/img/dull.png* |  | *https://st5.gismeteo.ru/static/diary/img/w4.gif Ю 5м/с* |
| *4* | *+9* | *751* | *https://st7.gismeteo.ru/static/diary/img/suncl.png* |  | *https://st4.gismeteo.ru/static/diary/img/w2.gif В 4м/с* | *+4* | *752* | *https://st6.gismeteo.ru/static/diary/img/dull.png* |  | *https://st8.gismeteo.ru/static/diary/img/w2.gif В 4м/с* |
| *5* | *+9* | *752* | *https://st5.gismeteo.ru/static/diary/img/sunc.png* |  | *https://st7.gismeteo.ru/static/diary/img/w3.gif ЮВ 9м/с* | *+3* | *752* | *https://st4.gismeteo.ru/static/diary/img/sunc.png* |  | *https://st6.gismeteo.ru/static/diary/img/w3.gif ЮВ 9м/с* |
| *6* | *+10* | *748* | *https://st8.gismeteo.ru/static/diary/img/suncl.png* |  | *https://st5.gismeteo.ru/static/diary/img/w3.gif ЮВ 10м/с* | *+9* | *749* | *https://st7.gismeteo.ru/static/diary/img/sunc.png* |  | *https://st4.gismeteo.ru/static/diary/img/w3.gif ЮВ 10м/с* |
| *7* | *+7* | *749* | *https://st6.gismeteo.ru/static/diary/img/suncl.png* | *https://st8.gismeteo.ru/static/diary/img/rain.png* | *https://st5.gismeteo.ru/static/diary/img/w3.gif ЮВ 6м/с* | *https://st7.gismeteo.ru/static/diary/img/still.gif* | *https://st4.gismeteo.ru/static/diary/img/still.gif* | *https://st6.gismeteo.ru/static/diary/img/still.gif* | *https://st8.gismeteo.ru/static/diary/img/still.gif* | *https://st5.gismeteo.ru/static/diary/img/still.gif* |
| *8* | *+13* | *751* | *https://st7.gismeteo.ru/static/diary/img/suncl.png* |  | *https://st4.gismeteo.ru/static/diary/img/w5.gif ЮЗ 6м/с* | *+7* | *752* | *https://st6.gismeteo.ru/static/diary/img/suncl.png* | *https://st8.gismeteo.ru/static/diary/img/rain.png* | *https://st5.gismeteo.ru/static/diary/img/w5.gif ЮЗ 6м/с* |
| *9* | *+10* | *752* | *https://st7.gismeteo.ru/static/diary/img/dull.png* |  | *https://st4.gismeteo.ru/static/diary/img/w2.gif В 3м/с* | *+8* | *752* | *https://st6.gismeteo.ru/static/diary/img/suncl.png* | *https://st8.gismeteo.ru/static/diary/img/rain.png* | *https://st5.gismeteo.ru/static/diary/img/w2.gif В 3м/с* |
| *10* | *+19* | *746* | *https://st7.gismeteo.ru/static/diary/img/sun.png* |  | *https://st4.gismeteo.ru/static/diary/img/w4.gif Ю 4м/с* | *+9* | *745* | *https://st6.gismeteo.ru/static/diary/img/sunc.png* |  | *https://st8.gismeteo.ru/static/diary/img/w4.gif* |

Таблица 6. Март 2020 (день, вечер)

При постоянной комнатной температуре 25 градусов по Цельсию.

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Максимальный прирост длины получила в третьем эксперименте, проводимый в искусственной (водной) среде с постоянной аэрацией и добавлением питательных веществ в виде комплексных удобрений.

Прирост составил *35 см за 10 дней.*

Провели три эксперимента. Сравнили полученные результаты, полученные за 10 дней каждого эксперимента.

Общий график темпов роста зеленого лука в трех экспериментах. [См. приложение 42].

**Эксперименты показали следующие результаты:**

***Первый контрольный эксперимент:***

Итоговая длина- 15 см.

Итоговая масса- 45 грамм.

График отражающий темп роста растения- участника первого эксперимента.

Рост умеренный, плавный, медленный. Качество лука и перьев хорошее. Но 15 см за 10 дней слишком малое количество лука. Такой результат можно объяснить тем, что почвенный субстрат требует хорошей корневой системы, так как земля удерживает питательные вещества и растению сложнее получить их. Так же в контрольном эксперименте не использовались удобрения. Лук- участник первого эксперимента брал все необходимые элементы из почвы. Так же в почве было малое количество кислорода, по сравнению с другими экспериментами.

***Эксперимент с искусственной (водной) средой в условиях постоянной аэрации воды:***

Итоговая длина- 24 см.

Итоговая масса- 81 грамм.

Столбчатая диаграмма отражающая темп роста растения- участника второго эксперимента. [См. приложение 43].

Рост быстрый, скачкообразный во второй половине эксперимента. Метод эффективен. Вода позволяет корню более эффективно поглощать растворенные в ней вещества, постоянная аэрация делает возможным функционирование корней. Так как вода не задерживает и не затрудняет рост корневой системы растение может поглощать питательных веществ, чем в контрольном эксперименте. Постоянная аэрация насыщает воду необходимым для растения кислородом.

Метод менее экономичный.

***Эксперимент с искусственной (водной) средой, постоянной аэрацией и добавлением питательных веществ в виде комплексных удобрений:***

Итоговая длина – 35 см.

Итоговая масса – 110 грамм.

График отражающий темп роста растения- участника третьего эксперимента.

Успешность третьего эксперимента можно обосновать лучшими условиями для растения. Этот эксперимент показал максималь6ные показатели как по длине, так и по весу. Питательные вещества наполняющие водную среду обеспечили быстрый рост и развитие растения.

График соотношения масс трех экспериментов.

**Оценка гипотезы:**

Моя гипотеза верна. Как я и предполагала: при постоянной аэрации воды и добавлении удобрений интенсивность роста лука будет самой высокой.

**Продолжение исследования:**

Я планирую продолжить работу в изучении гидропоники так как в ходе исследования этот метод взращивания растений меня очень заинтересовал.

Я продолжу выращивание растений дома так как свежая зелень — это полезно в городских условиях. Так же за время эксперимента моя семья сэкономила на зелени, так как после 10 дней и финального замера зелень шла в употребление.

**Список источников информации**

1. М. Бентли «Промышленная гидропоника» М.: Книга по Требованию,2012. –376 с. (5)
2. Т.Ю. Серебряков, Н. Воронин, А.Г. Еленевский ««Ботаника с основами фитоценологии: Анатомия и морфология растении» издательство "Академкнига", 2007- 543 с. (2)
3. У. Тексье «Гидропоника для всех. Все о садоводстве на дому.» издательство: HydroScope, 2013- 296 с. (6)
4. В.А. Чесноков, Е.Н. Базырина «Взращивание растений без почвы» Издательство Ленинградского университета, 1960 – 162 с. (7)
5. Wikipedia Inc. (2020) Начальные сведения о гидропонике. <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%B8%D0%B4%D1%80%D0%BE%D0%BF%D0%BE%D0%BD%D0%B8%D0%BA%D0%B0> (3)
6. Промгидропоника (2010). Виды гидропоники. Краткое описание каждого вида. <https://www.promgidroponica.ru/raznovidnostigidroponiki> (4)
7. Статья из зарубежного журнала Medical news today RDN, LD, 15 ноября 2019 г. - Автор Megan Ware, RDN, L.D. <https://www.medicalnewstoday.com/articles/276714> (1)

Приложение 1.

Третий день первого эксперимента.

Приложение 2.

Четвертый день первого эксперимента.

Приложение 3.

Восьмой день первого эксперимента.

Приложение 4.

День 10. Итоговый день эксперимента.

Приложение 5.

Итоговый замер длинны и массы.

Приложение 6.

 Второй день второго эксперимента.

Приложение 7.

 День второй. Появление зелени. Второй эксперимент.

Приложение 8.

День третий. Эксперимент Второй.

Приложение 9.

День третий. Эксперимент Второй.

Приложение 10.

 День четвертый. Эксперимент второй.

Приложение 11.

День четвертый. Эксперимент второй.

Приложение 12.

День пятый. Эксперимент второй.

Приложение 13.

День пятый. Эксперимент второй. Длина 9,5 см,

Приложение 14.

Утро. День шестой. Эксперимент второй.

Приложение 15.

 Вечер. День шестой. Эксперимент второй.

Приложение 16.

День седьмой. Эксперимент второй.

Приложение 17.

 День восьмой. Эксперимент второй.

Приложение 18.

Итоговый замер второго эксперимента.

Приложение 20.

 Вес 81 грамм.

Приложение 21.

Удобрение, которое используется в третьем эксперименте.

Приложение 23.

 День первый. Подготовленные луковицы.

Приложение 24.

День второй. Эксперимент третий.

Приложение 25.

День второй. Эксперимент третий. Длина.

Приложение 26.

День третий. Эксперимент третий.

Приложение 27.

День четвертый. Эксперимент третий.

Приложение 28.

 День четвертый. Эксперимент третий. Длина.

Приложение 29.

День пятый. Эксперимент третий. Длина.

Приложение 30.

День пятый. Эксперимент третий.

Приложение 31.

 День шестой. Эксперимент третий. Длина.

Приложение 32.

День шестой. Эксперимент три.

Приложение 33.

День седьмой. Эксперимент третий. Длина.

Приложение 34.

День седьмой. Эксперимент третий.

Приложение 35.

День восьмой. Эксперимент третий. Длина.

Приложение 36.

День восьмой. Эксперимент третий.

Приложение 37.

День девятый. Эксперимент третий.

Приложение 38.

День десятый. Длина.

Приложение 39.

Итоговый замер длины.

Приложение 40.

Итоговый замер.

Приложение 41.

Итоговый замер массы. Масса равна 110 грамм.

Приложение 42.

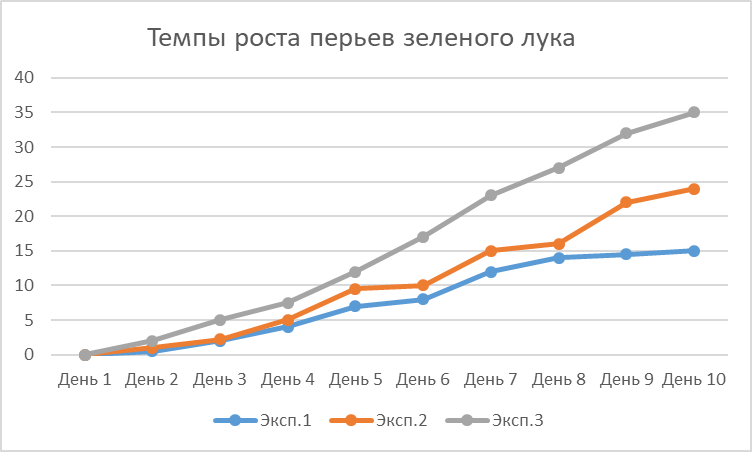


График.

Приложение 43.



Диаграмма.