

ВСЕРОССИЙСКИЙ КОНКУРС

Юных исследователей окружающей среды
«Открытия 2030»



Областная государственная бюджетная нетиповая
образовательная организация «Дворец творчества детей и молодёжи»

Муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение
города Ульяновска
«Средняя школа №48 имени Героя России Д.С. Кожемякина»



Номинация «Зеленая инженерия»

ВОЗМОЖНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЖИДКИХ ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ В ГИДРОПОННЫХ СИСТЕМАХ

АВТОР:

Яковлева Дарья Васильевна, обучающаяся детского объединения
«Дубравушка», ОГБН ОО «ДТДМ»

РУКОВОДИТЕЛЬ:

Вихирева Светлана Владимировна, педагог дополнительного
образования ОГБН ОО «ДТДМ»

г. Ульяновск

2023

Содержание

1. Введение. Проблема и ее анализ	3
2. Обзор литературы по проблеме исследования	
2.1. Земельные ресурсы Ульяновской области	5
2.2. Понятие о гидропонике	5
2.2.1. История гидропоники	6
2.2.2. Гидропоника: за и против.....	7
2.2.3. Гидропонные культуры	7
2.2.4. Субстраты, используемые при беспочвенном выращивании.....	8
2.2.5. Значение гидропоники.....	8
2.3. Ботаническое и агротехнологическое описание экспериментальных гидропонных культур	8
3. Методики проведенных исследований	
3.1. Алгоритм проведения работ	10
3.2. Методика исследования кислотности питательного раствора.....	10
3.3. Методика определения нитратов.....	10
3.4. Методика определения фосфат-ионов	11
3.5. Методика определения нитрит-ионов.....	11
3.6. Методика определения аммоний-ионов	11
3.7. Методика определения аминокислотного состава	12
4. Результаты исследований и их обсуждение	
4.1. Участие во Всероссийском проекте	13
4.2. Сборка экспериментальной установки и подготовка субстрата	13
4.3. Приготовление питательной среды	14
4.4. Подбор и посев гидропонных культур	16
4.5. Исследование кислотности питательного раствора	16
4.6. Определение нитратов	16
4.7. Определение фосфат-ионов	17
4.8. Определение нитрит-ионов.....	17
4.9. Определение аммоний-ионов	18
4.10. Определение аминокислотного состава	18
4.11. Оценка морфометрических показателей	
4.11.1. Оценка всхожести семян	19
4.11.2. Измерение морфометрических показателей	20
4.11.3. Органолептическая диагностика	20
4.12. Экономический эффект проекта	21
5. Выводы.....	24
6. Заключение	25
7. Список использованной литературы.....	25

1. Введение. Проблема и ее анализ

Проблема. В последние годы из-за желаний получить максимальные урожаи растет антропогенное давление на почвы. Оно связано с использованием физиологически кислых удобрений, пестицидов, гербицидов, химических мелиорантов разной степени качества, а также с применением в качестве «заменителей» навоза сидератов, которые вследствие быстрой минерализации их свежего высоколабильного органического вещества, обуславливают подкисление почвы.

Применение современных органических и минеральных удобрений имеет свои особенности. Так, простые минеральные удобрения, например, азот, дают быстрый эффект и так же быстро вымываются из почвы в поверхностные водоёмы, вызывая в них процессы антропогенной эвтрофикации. Фосфор же наоборот долго растворяется и не сразу действует. Кроме того, минеральные удобрения влияют на свойства почвы, например, на кислотность, степень засоленности и т.п. Использование органических удобрений даёт неплохой эффект, но требует большого объёма в связи с низкой концентрацией питательных веществ, что приводит к высоким финансовым затратам.

Немаловажным моментом является то, что потребность растений в питательных элементах, во-первых, различна на разных стадиях вегетации, во-вторых, зависит от содержания таковых в почве изначально, до внесения удобрений. Следует помнить, что избыток минеральных веществ может иметь негативные последствия: передозировка какого-либо вещества в почве (особенно нитратов) может привести к гибели растения, большинство минеральных удобрений характеризуется физиологической кислотностью, поэтому их применение в избыточных количествах приводит к подкислению почв.

Вместе с этим почвы подвержены стрессу в связи с глобальными изменениями климата, поскольку прогнозируемое повышение температуры почвы усиливает в ней диссоциацию органических кислот, интенсивность воздействия почвенной биоты на минерализацию органического вещества и дополнительное образование кислотообразующих оксидов азота, серы и углерода.

Кроме того, доля естественных земель значительно сокращена по причине роста городов, строительства инфраструктуры и увеличения промышленных зон в последнее время.

Актуальность. Почва — это бесценный невозобновляемый ресурс, который поддерживает бесчисленные экосистемы и обеспечивает нас необходимой пищей и ресурсами.

Треть почвы в мире находится в состоянии деградации от умеренной до высокой, что угрожает глобальным запасам продовольствия, увеличивает выбросы углерода и предвещает массовую миграцию.

Изменение методов ведения сельского хозяйства никогда не было столь актуальным.

Таким образом, вопрос применения современных высокоэффективных технологий для выращивания сельскохозяйственных культур остается на сегодняшний день открытым во всем мире.

Альтернативные решения. Одним из альтернативных решений является использование гидропонных систем для получения сельскохозяйственной продукции. Эффективность данной технологии уже доказана многочисленными фактами. Например, на Земле достаточно много мест, где живут или работают люди, но не имеют возможности заниматься земледелием. Это научные станции в Антарктиде, Арктике и прочих негостеприимных местах, часто с непригодной для выращивания почвой. Засушливые районы, пустыни, вечная мерзлота, территории экстремального земледелия. Еще 50 лет назад выращивать растения в таких условиях было невозможным. Все изменилось благодаря появлению разных методов гидропонного выращивания. Гидропоника позволяет производить продукты питания в любой точке мира, в любое время года и получать более высокие урожаи с меньшими затратами.

Новизна нашей идеи заключается в том, что в гидропонике традиционно используют минеральные удобрения, а мы предлагаем использовать органические удобрения нового поколения.

Под словом органические удобрения традиционно подразумевают непосредственные продукты жизнедеятельности живых организмов, например, птичий помет, навоз, которые могут содержать антибиотики и гормоны. А жидкие органические удобрения нового поколения легки в применении и внесении, дозировке, имеют сбалансированный состав и, что самое главное, проходят контроль параметра безопасности. Жидкие органические удобрения нового поколения - это продукт ферментативного воздействия микроорганизмов, поэтому могут усваиваться растениями, выращиваемыми на гидропонике.

Цель работы.

Исследовать возможность выращивания растений на гидропонике с применением органических удобрений нового поколения.

Задачи.

1. Изучить имеющийся опыт и выделить региональные особенности земледелия Ульяновской области.
2. Сравнить эффективность применения органических и минеральных удобрений при выращивании овощных культур в гидропонных системах.
3. Изучить эффективные методики диагностики свойств субстрата и конечной продукции, их насыщенность питательными элементами.
4. Рассчитать экономический эффект проекта.

Объект исследования. Овощные культуры: огурцы, перец; зеленные культуры: салат, базилик.

Предмет исследования. Влияние факторов среды (свет, климат, субстрат, питание) на рост и развитие культурных растений и их химический состав.

Гипотеза. Мы предполагаем, что в гидропонных системах при заданных условиях возможно эффективное использование жидких органических удобрений.

Методы исследования. Анализ литературы по проблеме исследования, эксперимент, биотестирование.

2. Обзор литературы по проблеме исследования

2. 1. Земельные ресурсы Ульяновской области

В Ульяновской области под сельскохозяйственными угодьями занято более 60% территории (2212,6 тыс. га). Распаханность сельскохозяйственных угодий области составляет 81,3%.



Рис. 1. Распределение земельного фонда Ульяновской области по категориям земель

Почвенный покров области составляют по большей части достаточно бедные питательными веществами лесные (серые лесные, подзолистые) и степные (оподзоленные и выщелоченные, долинные, обыкновенные и тучные чернозёмы) почвы. 606,9 тыс. га сельхозугодий подвержены водной и ветровой эрозии, или 29%, 6,5 тыс. га - засолены, 18,5 тыс. га с солонцовыми комплексами, 106,9 га заболочены и переувлажнены, 79,6 тыс. га каменистые, 15,5 тыс. га заросли кустарниками и мелколесьем, 871,4 тыс. га являются кислыми. Немаловажным фактором является то, что наша область находится в зоне рискованного земледелия.

Использование современных альтернативных технологий ведения сельского хозяйства является оправданным и перспективным.

2.2. Понятие о гидропонике

«Гидропоника» — выращивание растений в жидком питательном растворе с использованием или без использования искусственных сред. Обычно используемые среды включают керамзит, кокосовое волокно, перлит, вермикулит, кирпичные осколки, полистироловую упаковку, арахис и древесное волокно. Гидропонные растения растут в богатой питательными веществами, насыщенной кислородом воде, которая подается к корневой

системе. Вода насыщается кислородом с помощью насоса, кислородного камня или аэрируется через капельную систему — кислород жизненно важен для поддержания жизни и процветания растений.

Гидропоника была признана жизнеспособным методом выращивания овощей (помидоры, салат, огурцы и перец), а также декоративных культур, таких как травы, розы, фрезии и листовые растения. Из-за запрета на использование бромистого метила в почвенной культуре спрос на продукцию, выращенную методом гидропоники, за последние несколько лет резко вырос.

(Справка. Бромистый метил использовался для фумигации почвы — уничтожение болезнетворных микроорганизмов и различных вредителей (насекомых и грызунов), обитающих в верхних слоях грунта.)

2.2.1. История гидропоники

Слово «гидропоника» произошло от греч. υδρα — вода и πόνοσ — работа, «рабочий раствор». Это слово впервые использовал в 1929 году Уильям Фредерик Герике, биолог из Беркли, в 1930-х годах ввел гидропонике в широкое сознание. Впервые он произвел фурор статьей 1929 года под названием «Аквакультура — средство выращивания сельскохозяйственных культур», которая была опубликована в Американском журнале ботаники. Его заявление о том, что фермеры и садоводы могут выращивать растения в воде без почвы, вызвало насмешки и недоверие как у ученых, так и у садоводов.

Но Герике не отступил. Вместо этого он сделал то, что попытался бы сделать любой уважающий себя ученый — доказал это. В 1936 году Герике продемонстрировал растения помидоров, выращенные без использования почвы, которые были до 25 футов в высоту и давали до 17 фунтов плодов с растения. Он смог собрать почти одну тонну помидоров всего с 10 квадратных футов. Этой поразительной демонстрацией и ее публикацией в престижном журнале Nature в 1938 году гидропоника захватила воображение фермеров и ученых, которые увидели в этой технологии шанс произвести революцию в сельском хозяйстве и накормить мир более полно и эффективно.

Армия США использовала гидропонную культуру для выращивания свежих продуктов для войск, дислоцированных на неплодородных островах Тихого океана во время Второй мировой войны. К 1950-м годам в Америке, Европе, Африке и Азии существовали жизнеспособные коммерческие фермы.

В древних цивилизациях есть примеры гидрокультурных садов. Некоторые историки считают, что Висячие сады Вавилона полагались на систему цепного натяжения, по которой речная вода поднималась вверх, чтобы просачиваться через сад. Египетские иероглифы также указывают на то, что водные сады использовались, когда древние цивилизации развивались вдоль реки Нил. В X-м и XI-м веках ацтеки построили чинампас, систему плавучих садов на озере Теночтитлан, Мексика, для орошения

сельскохозяйственных культур на плотках в болотистых условиях этого района. В 13 веке Марко Поло писал о плавающих садах в Китае.

Однако гидропоника — это далеко не просто инновация древних веков. В 1990-х годах NASA вырастил рассаду аэропонной фасоли в условиях невесомости на борту космической станции, открыв возможность устойчивого ведения сельского хозяйства в космосе.

В настоящее время гидропоника активно изучается как средство производства пищи и кислорода.

2.2.2. Гидропоника: за и против

Преимущества

- Быстрый рост.
- Высокая урожайность.
- Подходит для небольших участков.
- Защита от сорняков.
- Эффективность использования воды: гидропонные системы потребляют меньше воды, чем обычные сады.
- Его можно использовать в местах, где невозможно земледелие или садоводство.
- Более полный контроль содержания питательных веществ, pH и среды выращивания.
- Устранение или сокращение количества насекомых, грибков и бактерий, связанных с почвой.
- Регулярное тестирование питательных веществ гарантирует, что все элементы присутствуют в желаемых концентрациях.
- Контроль над факторами окружающей среды означает получение растительного продукта с превосходной питательной ценностью.

Недостатки

- Первоначальные и эксплуатационные затраты выше, чем при обработке почвы.
- Для правильной работы необходимы навыки и знания.
- Некоторые болезни, такие как фузариоз и вертициллез, могут быстро распространяться по организму. Однако выведено много сортов, устойчивых к вышеперечисленным заболеваниям.

2.2.3. Гидропонные культуры

Хотя почти любую культуру можно выращивать на гидропонике, наиболее распространенными являются листовая салат, помидоры, перец, огурцы, клубника, кресс-салат, сельдерей и некоторые травы. Одним из ключевых факторов при проектировании системы для конкретной культуры является то, как она поддерживается в питательном растворе.

2.2.4. Субстраты, используемые при беспочвенном выращивании

- | | |
|--------------|---------|
| Органические | • Кокос |
| • Торф | • Ждут |

- Шелуха
- Минеральные
- Минеральная вата
- Перлит
- Пеностекло
- Керамзит
- Песок

2.2.5. Значение гидропоники

Существует множество причин для использования гидропоники для выращивания свежих продуктов: от здоровья нашего тела до здоровья окружающей среды. Гидропоника исключает заражение почвы и появление почвенных вредителей и болезни, поэтому нет необходимости использовать большое количество пестицидов. Это, в свою очередь, уменьшает эрозию почвы, а также загрязнение воздуха и воды. Пестициды от традиционного почвенного земледелия попадают в реки и ручьи, нанося вред популяциям рыб. Сокращение загрязнения жизненно важно для защиты растений и животных, обитающих в районах, расположенных рядом с фермами. Комплексная борьба с вредителями, или IPM, является очень распространенным методом борьбы с насекомыми-вредителями и болезнями в гидропонике. IPM — это план, который производители используют для тщательного мониторинга популяций вредителей и используют биологические средства контроля или методы борьбы с вредителями, одобренные OMRI.

Сохранение и устойчивость являются важной частью гидропонного выращивания. Гидропонные питательные растворы перерабатываются в рециркуляционных системах и могут повторно использоваться в других садовых участках, таких как горшечные растения или газоны. Многие типы питательной среды можно стерилизовать и повторно использовать в вашей гидропонной системе.

Гидропоника дает надежду на производство продуктов питания в районах мира с бедными или неплодородными почвами. Это дает населению этих районов доступ к здоровым продуктам. Овощи, выращенные в этих и других местах с гидропонными системами, свежие, вкусные и ароматные, даже в большей степени, чем их земляные аналоги. Гидропоника расширяет возможности сообществ, которые в противном случае не имели бы доступа к свежей и вкусной еде.

2.3. Ботаническое и агротехнологическое описание экспериментальных гидропонных культур

Огурец «Детский F1 Аэлита экстра»

Описание растения



Очень интересная форма куста с длинными плетями, покрытыми маленькими листьями. Во время цветения всё растение усеяно цветами, которые позже превращаются в миниатюрные огурчики.

Гибрид раннеспелый, самоопыляемый.

Гибрид устойчив: к вирусу огуречной мозаики, к

настоящей и ложной мучнистой росе, к оливковой пятнистости, мишеневидной пятнистости листьев, к вирусу пожелтения жилок огурца.

Агротехника

Для огурца пригодны плодородные среднесуглинистые, воздухопроницаемые почвы. Огурцы выращивают, высевая семенами в грунт или через рассаду.

Посев: семенами огурец высевают в прогретую до 14-15°C почву. Глубина заделки 2-3 см.

Сбор урожая: в плодоношение вступает через 50-55 дней после массовых всходов.

Бasilik овощной «Зеленый Ароматный»

Описание растения

Среднеспелый урожайный сорт. Куст прямостоячий, компактный, хорошо облиственный, высотой 40-50 см. Масса одного растения 200-250 г. Аромат зеленых листочков особенно силен, когда растение вот-вот зацветет, в этот момент содержание в них эфирного масла максимально.



Агротехника

Посев: Посев на рассаду в апреле, пикировка в фазе 1-2 настоящих листьев. Рассаду высаживают в открытый грунт в конце мая – начале июня.

Сбор урожая: от всходов до сбора около 50 дней.

Перец сладкий «Гогошары»

Описание растения

Мясистые томатовидные перцы. Стенка толщиной 10 миллиметров - толще не бывает! Растения компактные, высотой 40-80 см. Плоды плоскоокруглые, ребристые, средней массой 100 г. Вкус и аромат более интенсивный и концентрированный, чем у перцев других групп.



Агротехника

Посев: в средней полосе рекомендуется выращивать в пленочных теплицах, в южных регионах - в открытом грунте.

Данные сорта нуждаются в усиленном калийном питании.

Сбор урожая: зеленые плоды в технической спелости снимают через 90-100 дней от всходов.

Капуста пекинская «РИЧИ F1»

Описание растения

Розетка листьев полупрямостоячая. Лист среднего размера, темно-зеленый, широкообратнояцевидный, пузырчатый, опушение слабое, жилка плоская, средней ширины. Кочан эллиптический, полуоткрытый, на разрезе желтый, средней плотности до плотного. Имеет устойчивость к слизистому бактериозу.



Агротехника

Посев: лето.

Сбор урожая: созревание раннее, вегетативный срок 50-60 дней. Урожайность гибрида очень высокая.

3. Методики проведенных исследований

3.1. Алгоритм проведения работ

1. Сборка экспериментальной установки в соответствии с инструкцией.
2. Подготовка субстрата.
3. Приготовление питательной среды.
4. Подбор и посев гидропонных культур.
5. Настройка таймера искусственного освещения.

3.2. Методика исследования кислотности питательного раствора

Кислотность обусловлена присутствием в растворе диссоциированных ионов H^+ и OH^- , измеряется электрометрически и обозначается водородным показателем pH, который представляет собой отрицательный десятичный логарифм концентрации водородных ионов. При увеличении концентрации ионов водорода величина pH уменьшается. При $pH > 7$ – раствор имеет щелочную среду, а при $pH < 7$ – кислую.

В исследуемых растворах определяют величину pH на pH-метре. Результаты фиксируются.

3.3. Методика определения нитратов (Руководство по эксплуатации нитратомера)

Нитратомер бытовой предназначен для экспресс-анализа на наличие нитратов. Время измерения не превышает 3 сек.

Бытовой нитратомер оснащен встроенной базой ПДК на 56 продуктов. Количество нитратов выводится на ЖК-дисплей в цифровом виде, допустимость применения продукта в пищу отображается количественно и цветом. Управление прибором — через сенсорный экран с русскоязычным интерфейсом. Таким образом есть возможность оценить уровень опасности потребления в пищу конкретного плода.

Подготовка исследуемого продукта включает его измельчение и растирание до жидкой субстанции.

Для начала измерений достаточно выбрать анализируемый продукт из списка, снять пластиковый колпачок, защищающий измерительный элемент прибора от внешних воздействий, и проткнуть изучаемый продукт зондом. В результате измерений определяется не только содержание нитратов, но и уровень опасности путем автоматического сравнения полученных данных измерения со стандартным уровнем содержания нитратов для тестируемого продукта из памяти анализатора.

3.4. Методика определения фосфат-ионов

Методика выполнения измерений массовой концентрации фосфат-ионов МВИ-05-240-10.

Методика предусматривает использование комплектов и реактивов в составе переносного тест-комплекта «Ортофосфаты» и предназначена для применения, как в полевых, так и в лабораторных условиях.

Определение является визуально-колориметрическим и основано на реакции ортофосфатов с молибдатом аммония в кислой среде. Образующийся при этом продукт далее под действием восстановителя превращается в фосфорномолибденовый комплекс, окрашенный в интенсивно синий цвет. В качестве восстановителя используется раствор хлорида олова (II).

Концентрацию ортофосфатов в анализируемой воде определяют по окраске пробы, визуально сравнивая ее с окраской образцов на контрольной шкале. В реакцию не вступают полифосфаты и сложные эфиры фосфорной кислоты.

Метод определения полифосфатов основан на их кислотном гидролизе в сернокислом растворе, в результате чего они переходят в растворенные ортофосфаты.

Контрольная шкала для визуально-колориметрического определения ортофосфатов отградуирована по концентрациям (мг/л): 0; 0,5; 1,0; 3,5; 7,0.

3.5. Методика определения нитрит-ионов

Определение нитритов проводилось по тест-комплекту «Нитриты». Тест-комплект предназначен для количественного экспрессного определения массовой концентрации нитрит-ионов в питьевой, природной и нормативно-очищенных сточных водах в полевых, лабораторных и производственных условиях.

Методика определения массовой концентрации нитрит-аниона основана на реакции нитрит-аниона с реактивом Грисса. Концентрацию нитрит-ионов определяют визуально-колориметрическим методом, сравнивая окраску раствора с контрольной шкалой образцов окраски

Контрольная шкала для визуально-колориметрического определения нитрит-аниона приведена для концентраций NO₂⁻ (мг/л): 0; 0,02; 0,1; 0,5; 2,0.

3.6. Методика определения аммоний-ионов

Тест-комплект «Аммоний» предназначен для количественного экспрессного определения массовой концентрации иона аммония в питьевой, природной и нормативно-очищенной сточной водах в полевых, лабораторных и производственных условиях.

Методика определения массовой концентрации катиона аммония основана на его реакции с реактивом Несслера с образованием окрашенного в щелочной среде в желтый цвет соединения. Используемый метод

определения массовой концентрации катиона аммония является унифицированным на основе ГОСТ 4192-82 и ПНД Ф 14.1:2:4.262-10

Контрольная шкала для визуально-колориметрического определения аммония отградуирована по концентрациям (мг/л): 0; 1,0; 2,6; 5,0; 7,0.

3.7. Методика определения аминокислотного состава методом тонкослойной хроматографии (ОФС.1.2.1.2.0003.15 Тонкослойная хроматография)

Метод разделительной (тонкослойной) хроматографии на бумаге является одной из модификаций хроматографического метода, предложенного русским ученым М.С. Цветом в 1903 году.

С помощью разделительной хроматографии легко осуществляется разделение аминокислот и определение их в смеси. Метод заключается в том, что каплю смеси аминокислот или гидролизата белка наносят на фильтровальную бумагу, по которой пропускают органический растворитель. При движении он увлекает за собой нанесенные на бумагу аминокислоты.

Скорость перемещения аминокислот зависит от их химического строения и от способности растворяться в подвижном и неподвижном растворителе. Первым является, как правило, органические растворители, а неподвижным - вода, пары которой насыщают фильтровальную бумагу. Чем меньше растворимость аминокислот в воде и чем больше их растворимость в органическом растворителе, тем быстрее они движутся за его фронтом.

Положение аминокислот на бумаге можно обнаружить при помощи реакции с нингидрином. Отдельные аминокислоты обнаруживаются в виде пятен, окрашенных в голубой, фиолетовый или оранжевый цвет. Скорость перемещения аминокислот может быть выражена посредством коэффициента распределения:

$$R_f = \frac{\text{расстояние, пройденное аминокислотой (в мм)}}{\text{расстояние, пройденное растворителем (в мм)}}$$

Значение R_f является характерной величиной для каждой аминокислоты и постоянно при данных условиях опыта (растворитель, температура, сорт бумаги и т.д.).

1. Подготовка экстракта (вытяжки) растительного сырья. В химический стакан помещают мелко измельченное сырье, заливают 10%-ным изопропиловым спиртом и оставляют на 1-1,5 часа.

2. Подготовка бумаги. На фильтр диаметром 12,5 см помещают кружочек картона диаметром 2 см и обводят его простым карандашом. Окружность делят на 4 части и наносят карандашом точки. По часовой стрелке обозначают точки цифрами 1,2,3,4. В центре фильтра прокалывают отверстие. Кроме того, готовят фитилек, скручивая его из полоски фильтровальной бумаги размером 3x4 см.

3. Нанесение на бумагу экстракта растительного сырья. В каждую точку на фильтре, который называют хроматограммой, наносят небольшую каплю спиртовой вытяжки. Просушив хроматограмму, операцию нанесения растворов повторяют еще 2 раза. Записывают в тетради, какие растворы аминокислот нанесены в какие точки.

4. Проявление хроматограмм. Вставляют в отверстие хроматограммы фитилек и помещают ее между двумя одинаковыми по размеру чашками Петри. Предварительно фитилек подрезают так, чтобы он касался дна нижней чашки, а верхнюю часть его почти нацело срезают. В нижнюю чашку наливают органический растворитель - смесь н-бутанола, уксусной кислоты и воды в соотношении 15:3:7 с добавлением 50 мг нингидрина на каждые 100 мл раствора. Растворитель поднимается по фитильку и распределяется радиально по хроматограмме. Через 30-40 мин, когда пятно растворителя на хроматограмме достигнет края крышки (верхняя часть чашки Петри), хроматограмму снимают, выдергивают фитилек и отмечают карандашом в нескольких местах границу фронта растворителя.

5. Обнаружение аминокислот. Сушат хроматограмму над плиткой до тех пор, пока появятся окрашенные пятна.

6. Определение R_f аминокислот. Измеряют в мм расстояние от старта до центра пятна и границы фронта растворителя. Находят R_f по выше приведенной формуле.

4. Результаты исследований и их обсуждение

4.1. Участие во Всероссийском проекте

В апреле 2022 года мы подали заявку на участие во Всероссийском проекте, инициированном Фондом «Поддержка проектов в области образования» совместно с негосударственным институтом развития «Иннопрактика», по научному направлению «Биоинженерные технологии» (исследование технологий беспочвенного выращивания растений и разработка технологических карт для сити-фермерства).

Наша заявка была одобрена, мы успешно прошли конкурсный отбор на участие в проекте.

Как победители, получили бесплатный исследовательский набор для проведения экспериментов (элементы гидропонной установки, лампы, регулятор освещенности), из которых собрали свою индивидуальную установку и провели свои уникальные эксперименты, приближаясь к профессии будущего «Ситифермер».

4.2. Сборка экспериментальной установки и подготовка субстрата



Рис.2-3. Сборка гидропонной установки



Рис.4-6. Подготовка субстрата

Наш субстрат состоит из торфа и перлита в соотношении 3:1.

Торфяные наполнители имеют преимущества:

- одинаково хорошо удерживают влагу и пропускают воздух;
- не требуют частого увлажнения;
- влага распределяется по глубине слоя равномерно;
- растения могут использовать питательные вещества самого торфа.




Перлит представляет собой особо легкую (в 4 раза легче воды), имеющую кислую реакцию, породу вулканического происхождения. В процессе производства перлита осуществляется измельчение и сортировка породы с последующим ее калением при температуре, достигающей 1000С. В результате формируются мелкие (до 5 мм) обезвоженные гранулы, имеющие пористую структуру. В субстратах, изготовленных с применением перлита, минеральные компоненты находятся в формах, которые недоступны для усвоения растениями.

Преимущества перлита:

- хорошо удерживает кислород;
- химически и физически стабилен;
- обладает хорошей глубинной и продольной капиллярностью.

4.3. Приготовление питательной среды

Таблица1. Источник питательных веществ и состав

Название	Состав	Торговая марка
Азофоска	Азот, фосфор, калий 16:16:16	
Удобрение универсальное OrganicMix	Ферментированная мука бобовых, перьевая мука, рыбная костная мука, костная мука обезжиренная, жмых рапсовый, меласса, экстракт сахарной свеклы, шелуха какао, жмых кофе, жмых арахиса, мука люцерны, барда кукурузная, барда пшеничная, пивная дробина, водоросли морские микронизированные. N-5%, P-5%, K-2%, Ca, Mg, S, Zn, Fe, B, Mo	
Эликсир №1 для рассады OrganicMix	Натуральные концентрированные растительные экстракты глубокой ферментации. Легкоусваиваемая формула NPK 2-3-3. Mg, Ca, S, Fe, Zn, фульвовые и гуминовые кислоты, витамины, аминокислоты.	

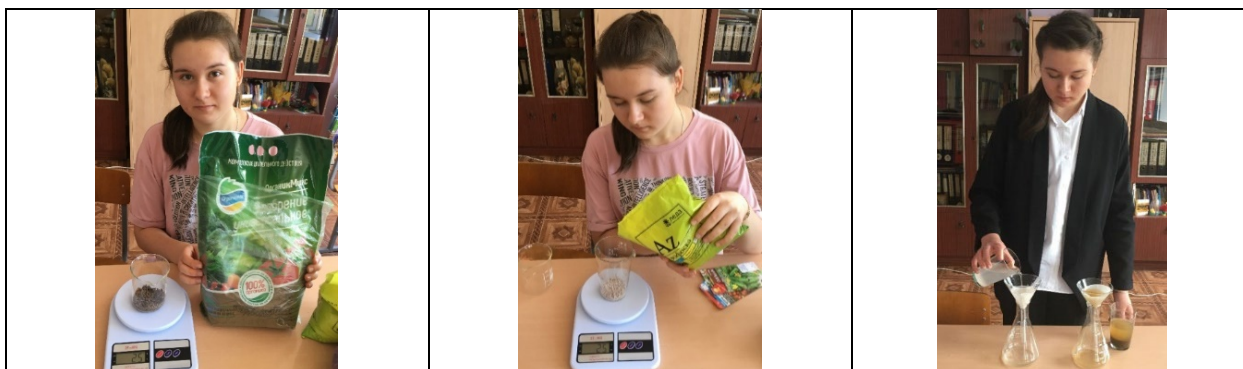


Рис.7-9. Подготовка питательного раствора (1 эксперимент)



Рис.10. Вспенивание питательного раствора (2 эксперимент)



Рис.11-12. Подготовка питательного раствора (3 эксперимент)

Кратность эксперимента – 3.

Таблица 2. Эксперименты

№	Сроки	Питательный раствор	Результат
1 эксперимент	14.06 - 06.08	1 емкость - органическое удобрение в гранулах "Organic Mix" 10г/л (с фильтрованием) 2 емкость - минеральное удобрение Азофоска 5г/л (с фильтрованием)	Доказана возможность применения органических удобрений.
2 эксперимент	06.08 - 08.08	1 емкость - органическое удобрение в гранулах "Organic Mix" 10г/л (без фильтрования) 2 емкость - минеральное удобрение Азофоска 5г/л (с фильтрованием)	Столкнулись с проблемой применения гранулированных удобрений в гидропонике. Наблюдалось вспенивание, раствор начал издавать отвратительный запах. Опыт пришлось прервать.
3 эксперимент	08.08 - по	1 емкость - органическое	Получены

	настоящее время	удобрение "Organic Mix"- Эликсир №1 универсальный 2,4 г/л. 2 емкость - органическое удобрение "Organic Mix"- Эликсир №1 универсальный 1,6 г/л	жизнеспособные, плодоносящие растения.
--	-----------------	---	---

4.4. Подбор и посев гидропонных культур



Рис.13. Выбор овощных культур

Что касается выбора культуры, вначале был соблазн попробовать что-либо экзотическое. Но мы решили спуститься с небес на землю. В настоящее время важной задачей является насыщение рынка в первую очередь овощными культурами. Поэтому наш выбор был в пользу распространенных: базилик, огурцы, перец. Из экзотики решили попробовать выращивание пекинской капусты.

4.5. Исследование кислотности питательного раствора

Мы контролировали pH рабочего раствора, его электропроводность рН-метром.

При контроле pH, во время 1 эксперимента, когда мы сравнивали минеральные удобрения с органическими, рабочий раствор с минеральными удобрениями был - слабощелочным, а с органическими - слабокислым.

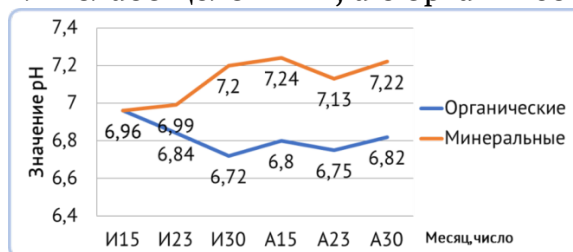


Рис.14. Определение pH и ЕС



Рис.15. Контроль pH

4.6. Определение нитратов

В результате измерений определили содержание нитратов в исследуемых продуктах с помощью «Greentest», сравнили полученные

данные со стандартным уровнем содержания нитратов для тестируемого продукта из памяти анализатора.



Рис.16-17. Определение нитратов

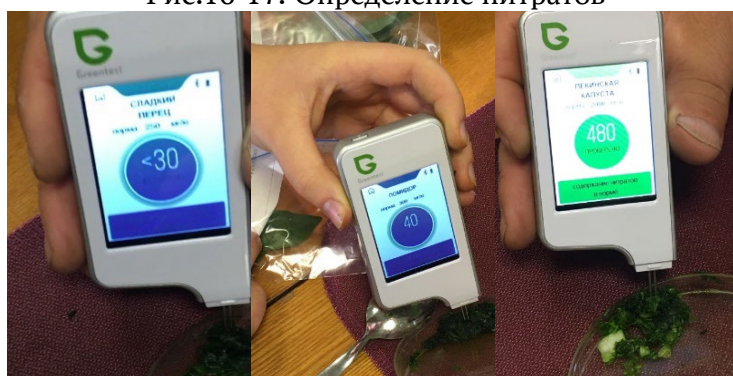


Рис.18. Показания нитратомера

Вывод: содержание нитратов в исследуемых продуктах значительно ниже ПДК.

Таблица 3. Содержание нитратов

Культура	Значение	ПДК
Базилик	400 мг/кг	2000 мг/кг
Огурец	90 мг/кг	150 мг/кг
Перец	<math><30</math> мг/кг	250 мг/кг
Пекинская капуста	480 мг/кг	2000 мг/кг

4.7. Определение фосфат-ионов

Мы сравнили концентрацию эликсира №1 (2,4 г/л и 1,6 г/л) и проверили субстрат и раствор на содержание фосфатов. В 1 контейнере, где концентрация была больше - фосфатов оказалось в 2 раза больше.



Рис.19. Определение фосфат-ионов

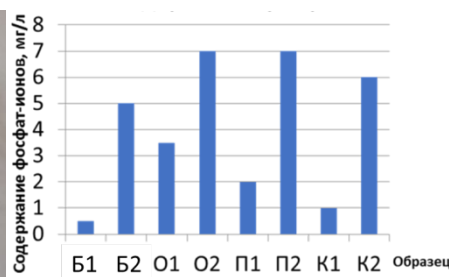


Рис.20. Результаты определения фосфатов

4.8. Определение нитрит-ионов

Определение нитритов проводилось по тест-комплекту «Нитриты».

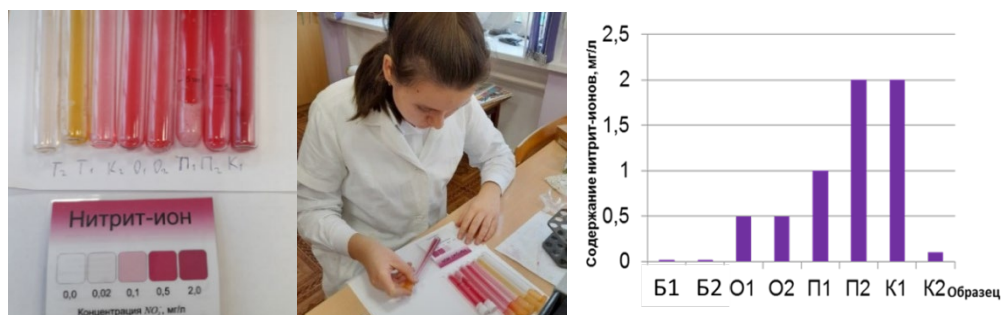


Рис.21-23. Определение нитрит-ионов и результаты

4.9. Определение аммоний-ионов

Количественное экспрессное определение массовой концентрации иона аммония определили с помощью тест-комплекта «Аммоний».

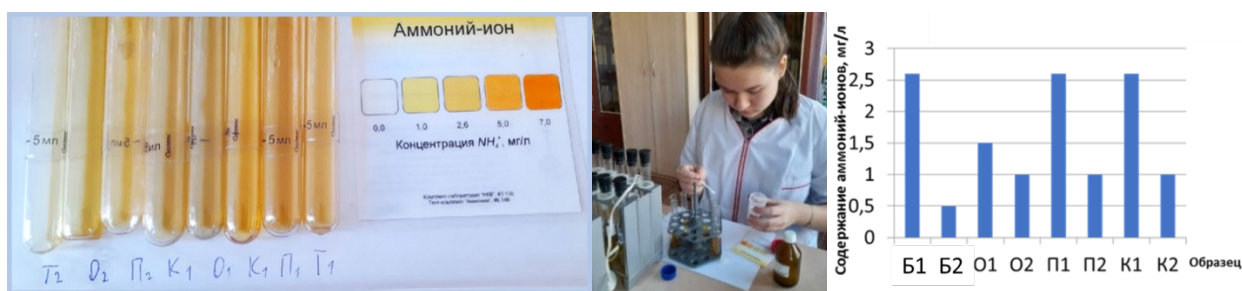


Рис.24-26. Определение аммоний-ионов и результаты

4.10. Определение аминокислотного состава методом тонкослойной хроматографии

Определили аминокислотный состав растений: базилика, выращенного на грунте, базилика, перца, огурца и капусты, выращенных на гидропонике с применением органических удобрений. Содержание обнаруженных аминокислот в исследуемых образцах достаточно высокое, что подтверждается качественной нингидриновой (цветной) реакцией, представленной на рисунках. Найдено 4 незаменимые аминокислоты лейцин, фенилаланин, валин и метионин. Содержание аминокислот извлечений базилика на грунте оказалось меньше, чем на гидропонике.



Рис.27-28. Нанесение на бумагу экстракта растительного сырья и проявление хроматограммы

Таблица 4. Аминокислотный состав

Rf	Окраска	Вещество	Хроматограмма
Извлечение из базилика1			
0.28	розовая	Глутаминовая кислота	
0.45	жёлто-фиолетовая	Тирозин	
0.69	розово-фиолетовая	Лейцин	
0.66	фиолетовая	Фенилаланин	
Извлечение из базилика2			
0.04	бледно-розовая	Цистин	
0.66	фиолетовая	Фенилаланин	
0.69	розово-фиолетовая	Лейцин	
Извлечение из огурца			
0.45	жёлто-фиолетовая	Тирозин	
0.5	фиолетовая	Метионин	
0.69	розово-фиолетовая	Лейцин	
Извлечение из перца			
0.28	розовая	Глутаминовая кислота	
0.45	жёлто-розовая	Тирозин	
0.66	фиолетовая	Фенилаланин	
0.5	зелено-фиолетовая	Валин	
0.04	бледно-розовая	Цистин	
Извлечение из пекинской капусты			
0.04	бледно-розовая	Цистин	
0.45	жёлто-фиолетовая	Тирозин	
0.5	фиолетовая	Метионин	
0.69	розово-фиолетовая	Лейцин	

4.11. Оценка морфометрических показателей

4.11.1. Оценка всхожести семян

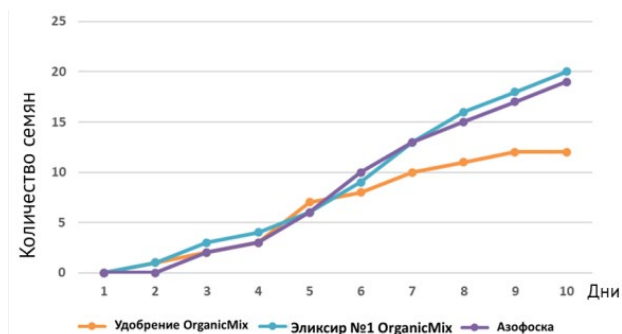


Рис.29. Оценка всхожести семян

При оценке всхожести семян наилучший результат показало применение Эликсира №1.

4.11.2. Измерение морфометрических показателей

Таблица 5. Измерение морфометрических показателей

Культура	Органика 12 мл	Органика 8 мл
Базилик	Лист: Длина – 2,5-3,5 см Ширина – 1-1,5 см Стебель: Длина – 30-40 см Толщина – 3,97 мм	Лист: Длина – 2,3-3 см Ширина – 1-1,5 см Стебель: Длина: 10-15 см Толщина – 2,59
Перец	Лист: Длина – 4-6 см Ширина – 3-4,5 см Стебель: Длина – 11-13 см Толщина – 2,68 мм	Лист: Длина 13-16 см Ширина – 8,5-11 см Стебель: Длина – 20 см Толщина 12,83 мм Диаметр плода: 3 см
Огурец	Лист: Длина – 3-7 см Ширина – 4-6 см Стебель: Длина – 50-60 см Толщина – 3,15 мм Диаметр цветка: 3 см Длина плода: 2 см	Лист: Длина – 8-11 см Ширина – 9-11 см Стебель: Длина – 50-60 см Толщина – 3,17 мм Диаметр цветка: 3,5 см
Пекинская капуста	Лист: Длина – 5-14 см Ширина – 4-7,5 см	Лист: Длина – 3-7 см Ширина – 2-3 см

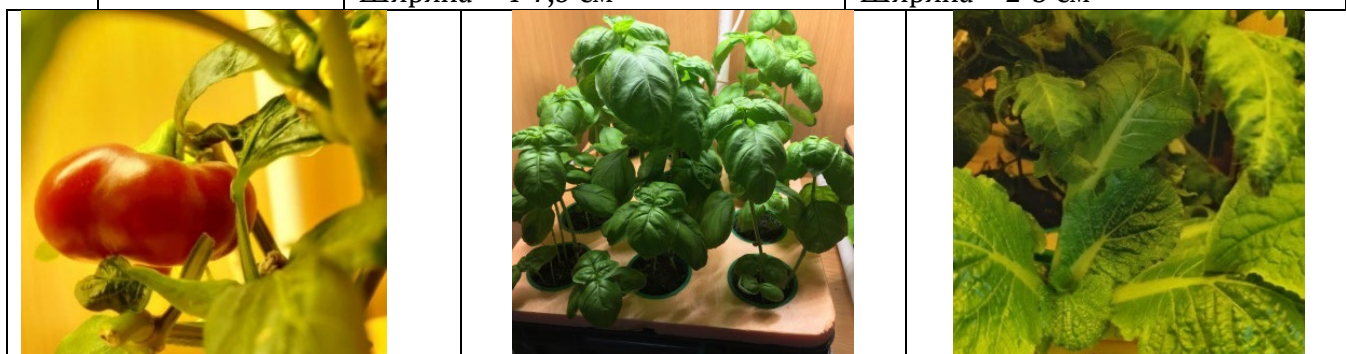


Рис.30-32. Полученная сельскохозяйственная продукция

4.11.3. Органолептическая диагностика

Мы провели органолептическую диагностику готовой экологически чистой продукции среди учащихся школы. Наши эксперты высоко оценили ее качество. Огурец, перец и пекинская капуста не получили ни одной оценки ниже 4 баллов. Единогласно всем понравился вкус и общая оценка продуктов 5 баллов.

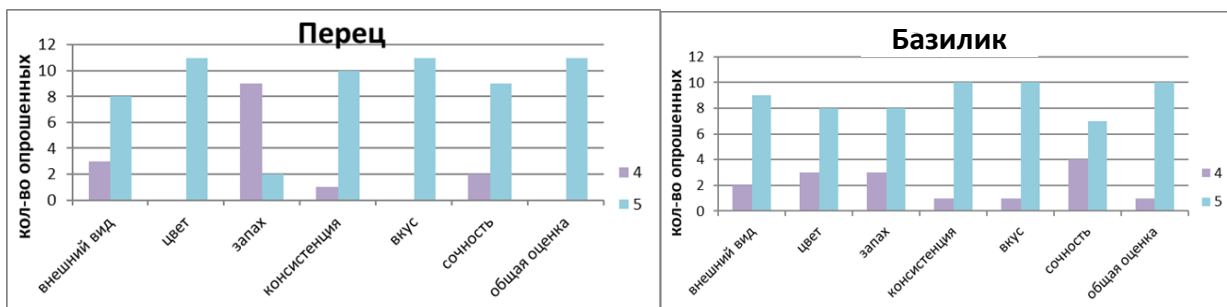


Рис.33-34. Оценка перца и базилика



Рис.35-36. Органолептическая диагностика

4.12. Экономический эффект проекта

Расчет стоимости готовой гидропонной установки

Для начала выбрали пластмассовые контейнеры GrowEd, где будет находиться готовый раствор. Контейнер изготовлен из нейтрального материала, устойчив к воздействию удобрений и не пропускает свет.

Далее – каркас, нужен, чтобы установить фитолампу над контейнером. Каркас должен быть практичным, легким, но прочным, чтобы лампа не падала, также каркас должен быть разборным, для удобства использования. Для каркаса выбрали полипропиленовые трубы.

Полипропиленовые трубы имеют следующие плюсы:

RPR-труба белого цвета не подвержена коррозии, не зарастает, устойчива к антисептическим и дезинфицирующим растворам, длительный срок службы, доступная цена, безопасность. Полипропиленовые трубы мало весят, а потому их просто переносить и перевозить. Следовательно каркас получится легким и прочным. Поэтому они соответствуют всем нашим требованиям каркаса

Для одной установки нужно 2 полипропиленовой трубы 20 мм, 2м и 2 полипропиленовых угла 90°, 20 мм и 1 тройник 20*20*20.

Чтобы разместить гидропонные горшочки над контейнером, мы использовали пенополистирол, где вырезали отверстия под размер горшочков. Выбор пал на пенополистирол, так как он обладает легкостью и влагостойкостью.

Для насыщения кислородом раствор, решили использовать аквариумный воздушный компрессор AIR 009«BARBUS» с двумя выходами, чтобы обеспечить кислородом сразу две гидропонные установки.

В качестве освещения использовалось освещение лампами 10.1 Quantum line 3000 К.

Чтобы автоматизировать включение и выключение фитолампы, установили таймер еженедельный с розеткой и с LCD дисплеем для включения/выключения электрических приборов.

Гидропонная установка рассчитана на выращивание сразу 30 горшочков с растениями.




Таблица 6. Затраты на гидропонную установку

Предмет	Количество, шт	Цена, 1шт	Цена всего
Труба полипропиленовая Equation 20 мм 2 м, армированная стекловолокном	4	153 Р	612 Р
Угол 90° 20мм полипропилен	4	4,70 Р	18,8 Р
Тройник 20*20*20 мм полипропилен	2	6,60 Р	13,2 Р
Пробка, 20 мм, полипропилен	6	7 Р	42 Р
Контейнеры GrowEd	2	550 Р	1100 Р
Экструдированный пенополистирол 30 мм Penoplex Комфорт® Т 585x1185 мм 0.69 м ²	2	202 Р	404 Р
Фитолампа 10.1 Quantum line 3000 К	2	560 Р	1120 Р
Таймер включения/выключения TGE-2B_RU	1	1193 Р	1193 Р
Компрессор BARBUS AIR 009	1	827 Р	827 Р

Итого за две готовых гидропонных установки: 5 330 Р.

Экономический эффект при использовании удобрений

Таблица 7. Экономический эффект

Название	Цена	Расход	Количество готового удобрения	Цена за 1 л готового удобрения	Торговая марка
Азофоска 1 кг (ЛЕДА)	120 Р/шт	5г/л	200 л	0,6 Р	
Эликсир №1 для рассады 250 мл	169 Р/шт	1 мл/л	250 л	0,7 Р	
Удобрение универсальное 850 г	470 Р/шт	10г/л	85 л	5,5 Р	

Удобрение универсальное 25000 г	9750 Р/шт	10г/л	2500 л	3,9 Р	
---------------------------------	-----------	-------	--------	-------	--

Окупаемость процесса выращивания на гидропонике на примере базилика

Единоразовые затраты:

5 330 Р за гидропонную установку

Ежемесячные расходы:

1. Горшочки – 90 Р

Покупаем 100 горшочков за 300 Р, $300:100=3$ Р (один горшочек), в нашей установке 30 горшочков $30*3=90$ Р

2. Электроэнергия – 28,8 Р

$0,01$ кВт x 12час/день x 30 дней x 4Р x 2 светильника = 28,8 Р

3. Водопроводная вода (холодная) – 0,8Р

1 кубометр воды в г. Ульяновске стоит 40 Р, 1 кубометр=1000 литров, 1 литр=0,04 Р. Контейнеры вмещают в себя 5 литров воды, у нас 2 таких контейнера, получается 10 литров + 10 литров доливаем воду в течение месяца. Итого 20 литров. $20*0,04=0,8$ Р.

4. Удобрения – 14 Р

Будем использовать Элексир№1, для двух установок нам потребуется 20 литров разведённого удобрения, цена за 1 литр 0,7 Р, $0,7 \times 20=14$ Р

5. Субстрат – 11, 334 Р

Потребуется 900 грамм торфа и 300 грамм перлита.

50000 грамм торфа стоит 298 Р, $298:50000=0,00596$ Р за 1 грамм, $900 \times 0,00596=5,364$ Р.

20000 грамм перлита стоит 398 Р, $398:20000=0,0199$ Р за 1 грамм, $300 \times 0,0199=5,97$ Р.

6. Семена базилика – 20 Р

Потребуется 1 пакетик семян 30 граммов

Итого расходы в месяц: 165 Р

В течение 1месяца у нас получается 10 пакетиков базилика, примерно по 50 граммов, в общей сложности 500 граммов.



Рис.37. Пакет базилика

Для определения окупаемости сравнили цены на базилик в магазинах г. Ульяновска.

Таблица 8. Предложения магазинов

Магазин	Цена, Р	Вес, г	Цена/кг, Р
ВКУСВИЛЛ	73	30	2433,3
Лента	71,99	20	3599,5
Перекресток	129,99	50	2599,8
METRO	149	50	2980

Средняя цена продаваемого свежего зеленого базилика на территории г. Ульяновска 2 903,15 Р.

Таким образом, оптимальная цена при продаже базилика составляет 2 800 Р за 1 кг. Эта цена выше, чем в двух представленных магазинах, но важно учитывать, что наша продукция экологически чистая.

За один месяц выручка с продажи базилика составляет 1400 Р.

Чистая прибыль равна $1400 - 141,134 = 1258,866$ Р

Срок окупаемости установки и выход в плюс составляет: $5330 : 1258,866 = 4,2$ месяца, при урожайности 500 граммов базилика в месяц.

5. Выводы

Эксперимент доказал не только возможность, но и эффективность использования жидких органических удобрений при выращивании сельскохозяйственной продукции в гидропонных системах при заданных условиях. Таким образом, цель достигнута, и гипотеза подтверждена.

В результате проделанной работы выявлено:

1. Ведение эффективного сельского хозяйства в области растениеводства в Ульяновской области наиболее продуктивно с применением новых технологий в связи с тем, что почвенный покров области составляют по большей части достаточно бедные питательными веществами лесные и степные почвы. Наша область находится в зоне рискованного земледелия.

2. Предложенная технология беспочвенного выращивания с использованием органических удобрений нового поколения позволит обеспечивать население круглый год сельскохозяйственной продукцией, соответствующей требованиям безопасности, ресурсосбережения, экономичности, простоты производства и применения. Результаты изучения всхожести семян сельскохозяйственных культур, диагностики конечной продукции установили, что использование гидропонных систем способствует получению экологически чистой продукции без ущерба окружающей среде.

3. Выявлена зависимость содержания нитратов, фосфатов, нитритов в исследуемых продуктах от концентрации рабочего раствора.

4. Расчёты показали, что гидропоника не настолько затратна, как это часто позиционируется в литературе.

Затраты на оборудование: 5330 Р

Затраты на сырье: 141,134 Р

Выручка: 1400Р

Прибыль: 1258,866 Р

Представленное в работе мини-производство окупаемо в течение четырех месяцев.

6. Заключение

Органические удобрения состоят из веществ животного и растительного происхождения, которые, разлагаясь, образуют минеральные вещества.

Их преимущество в том, что они действуют очень мягко и не могут обжечь корни. Это хорошо сбалансированные растворы, действующие медленно и непрерывно.

Основу питания составляет достоверная имитация естественных почвенных процессов: разложения органики до свободно усвояемых веществ. В этом случае создаются условия, при которых процессы разложения проходят как никогда эффективно и превосходят естественные.

Таким образом, органические удобрения оказывают мягкое пролонгированное действие.

Выращивание на гидропонике — это беспроектный вариант, который не имеет зависимости от внешних условий

Перспективы работы. Программа проекта «Биоинженерные технологии» направлена на решение задачи, связанной с одной стороны с разработкой системы выращивания растений в искусственном микроклимате, а с другой, с созданием технологических карт выращивания сельскохозяйственных растений и оценкой их качества и вкуса, что позволит присоединиться к решению глобальных проблем агро- и биогеохимии, связанных с оптимизацией источников питания растений и обеспечения народонаселения России безопасными и свежими продуктами питания круглый год.

Результаты данного исследования опубликованы в международном научном журнале «Юный ученый» №10 (62), ноябрь 2022 г. (стр. 40-45).

7. Список использованной литературы

1. Алиев Э. А. Выращивание овощей в гидропонных теплицах. — 2-е изд., доп. и перераб. — К.: Урожай, 1985. — 160 с.
2. Бондаренко Е.В. Выращивание некоторых видов культур в малообъемной гидропонике // Молодой исследователь Дона. 2018. №4 (13). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vyraschivanie-nekotoryh-vidov-kultur-v-maloobemnoy-gidronike> (дата обращения: 26.09.2022).
3. Джонс, Дж. Б. 2005. Гидропоника: практическое руководство для беспочвенных производителей. КПП Пресс. Бока-Ратон. Флорида.
4. Зальцер, Э. Гидропоника для любителей / Э. Зальцер. — Москва : Колос, 1995. — 109 с.
5. Реш, Х.М. 2004. Производство продуктов питания на гидропонике: полное руководство для продвинутых домашних садоводов и коммерческих производителей гидропоники. Newconcept Press, Inc. Нью-Джерси.