ВСЕРОССИЙСКИЙ КОНКУРС НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ И ТВОРЧЕСКИХ РАБОТ МОЛОДЁЖИ

«МЕНЯ ОЦЕНЯТ В XXI ВЕКЕ»

Секция: **СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО**

Тема: «Сравнительный анализ роста микрозелени гороха сорта «Мадрас» на разных типах субстратов»

Соискатель:: Белозёрова Полина Дмитриевна
Научный руководитель: Коломыцева Лилия Николаевна
Место выполнения работы: Муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение «Прохоровская гимназия» Прохоровского муниципального округа

2026 год

Оглавление

Введение……..3
Основная часть……3
Ботаническая характеристика гороха……4
Виды субстратов……..4
Практическая часть……..6
Методика исследований……..6
Описание результатов …….8
Расчет показателей для оценки эффективности субстратов……9
Оценка урожайности……..11
Заключение……..12
Список литературы……..……...…13

Введение

В условиях глобальных изменений климата и растущих потребностей населения в продовольствии вопросы устойчивого сельского хозяйства становятся все более актуальными. В последние десятилетия наблюдается растущий интерес к альтернативным субстратам и методам их использования в агрономии, которые могут стать основой для стабильного развития сельского хозяйства. Одним из перспективных направлений в агрономии является выращивание микрозелени.

Культивирование микрозелени – перспективный способ обеспечить людей полезными продуктами и витаминами в течение всего года.

Актуальность: выявить лучшие альтернативные субстраты для выращивания микрозелени гороха сорта «Мадрас». Результаты помогут оптимизировать производство микрозелени, сделав его более эффективным и экологичным, что особенно важно на сегодняшний день. Данные исследования, позволят нам, не имея большой площади, оптимизировать использование гидропонной установки, в условиях гимназии.

Цель: проведение сравнительного анализа динамики роста проростков микрозелени гороха сорта «Мадрас» при использовании разных типов субстратов.

Задачи:

- провести биометрический анализ проростков;
- сравнить какие субстраты обеспечивают наиболее быстрый рост микрозелени;
- сравнить какие субстраты обеспечивают наиболее высокий урожай микрозелени.

Объект: микрозелень гороха сорт «Мадрас»

Предмет: процессы роста микрозелени гороха сорт «Мадрас» в зависимости от используемых субстратов.

Гипотеза: некоторые субстраты окажутся более благоприятными для роста и развития микрозелени гороха, чем другие. Это может быть связано с их способностью удерживать влагу, обеспечивать доступ воздуха к корням или содержать необходимые питательные вещества.

Методы:

- наблюдения;
- измерения;
- сравнения;
- статистический;
- лабораторный эксперимент

Сроки: 21.03- 04.04.2026г.

Оборудование и материалы:

- семена микрозелени гороха сорта «Мадрас»;
- гидропонная установка;
- лотки для посадки;
- субстрат (перлит, кокосовый коврик, минеральная вата);
- лабораторные весы.

Микрозелень гороха *(Pisum sativum)* – это молодые, нежные побеги растения, которые собирают на ранней стадии развития, через 10-14 дней после посева.

Исследованиями по выращиванию микрозелени гороха сорта «Мадрас», на разных субстратах с применением питательного раствора методом гидропоники занимались ученые из Красноярского государственного аграрного университета (Красноярск) и ООО

«Норильскникельремонт»: Ступницкий Дмитрий Николаевич, Мистратова Наталья Александровна, Марков Дмитрий Александрович. Ученые использовали метод проточной гидропоники с досвечиванием и применением удобрений. При выращивании микрозелени использовали три вида субстрата: минеральная вата (контроль), кокосовое волокно, джутовый коврик. После проведенного эксперимента ученые пришли к выводу, что лучшим субстратом для выращивания микрозелени гороха сорта «Мадрас» является кокосовое волокно, которое способно выдерживать много циклов выращивания, обладает долговечностью. Использование минеральных удобрений приводит к повышению урожайности независимо от типа субстрата.

Основная часть

Ботаническая характеристика гороха

Горох (*Pisum sativum*) относится к семейству Бобовые (*Fabaceae*). Это однолетнее травянистое растение.

Сорт «Мадрас» – это результат селекционной работы датской компании *Toft Plant Breeding*, путем скрещивания сортов *Akwa* и *Pinochio.* В 2016 году сорт включен в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию в Российской Федерации.

Систематика гороха сорта «Мадрас» *(Madras)*

Царство – Растения *(Plantae)*

Отдел – Покрытосеменные *(Magnoliophyta)*

Класс – Двудольные *(Magnoliopsida)*

Порядок – Бобовоцветные *(Fabales)*

Семейство – Бобовые *(Fabaceae)*

Род – Горох (*Pisum*)

Вид – Горох посевной (*Pisum sativum L.*)

Микрозелень гороха сорта «Мадрас» имеет крупные парно-перистые, матово-зеленые, поочередно расположенные листья. Стебель – плотный, четырехгранный, сочный. Усы – нежные, хрустящие. Семена округлые, светло-зелёного цвета. Микрозелень гороха сорта «Мадрас» имеет сладковатый вкус с характерным свежим гороховым ароматом и хрустящую текстуру, что делает её популярным ингредиентом для различных блюд. Она так же содержит витамины группы В, С, А, РР, Е, К, минералы – калий, кальций, железо, магний, цинк, фосфор, марганец, растительный белок, аминокислоты и клетчатку.

В отличие от обычного гороха его ростки лучше усваиваются организмом и не вызывают метеоризм (скопление в пищеварительном тракте избыточного количества газов). Регулярное употребление помогает поддержать иммунитет. Ростки гороха обладают антиоксидантными свойствами, способствуют выведению токсинов, улучшают пищеварение. Благотворно влияют на кровеносную систему, укрепляют сосуды, нормализуют давление, понижают уровень сахара в крови.

Виды субстратов.

Для достижения оптимального роста и развития растений необходимо учитывать выбор субстрата, на котором они будут выращиваться. Субстрат *(от латинского Substratum – подстилка, основа)* – основа для существования живых организмов. Субстраты служат местом прикрепления растения и играют ключевую роль в обеспечении

растений необходимыми питательными веществами, воздухом и влагой, а так же создание условий для их роста.

Общей характеристикой большинства субстратов для гидропоники является то, что их пористость на единицу объема выше, чем в любой почве. Увеличение пористого пространства может составлять в среднем на 35%. Дополнительные поры обеспечивают больше кислорода в корневой зоне.

Ученые подробно изучают множество параметров, являющихся отличительными чертами субстратов. Это физические, химические и биологические параметры, например, объемная плотность, пористость, размер частиц, а также обмениваемые ионы, pH среда, фитотоксичность. Наиболее весомыми являются влагоудерживающая способность и влагоемкость.

Влагоемкость – это количество воды, которое данный объем субстрата способен впитать. Влагоудерживающая способность – это сила, удерживающая воду в субстрате.

Разновидности субстратов.

Субстраты бывают двух типов - неорганические и органические.

Неорганические субстраты: минеральная вата, стекловата, вермикулит, перлит, лавовые породы, пемза, гравий, гранитный щебень, песок.

Органические субстраты: торф, сфагновый мох, джутовый, коксовый субстрат, опилки, древесная кора.

Можно использовать комбинированные субстраты состоящие из неорганического и органического вида, например коксовый субстрат и вермикулит.

Минеральная вата – это неорганический, легкий и пористый субстрат, который получают путем плавления горных пород при очень высокой температуре (около 1500-1700^{0}C).

Основные характеристики:

- пористость – около 95-97% объема занято порам, из которых примерно 35-40% удерживают воду, остальное пространство заполнено воздухом, обеспечивая аэрацию корневой системы;
- влагоемкость – удерживает до 80% воды, доступная для растений влага составляет в среднем 55-70%. Из-за высокой влагоемкости и пористой структуре, при поливе влага может неравномерно распределиться, нижняя часть субстрата насыщается влагой, в верхняя быстро пересыхает;
- химическая инертность – не вступает в реакцию с питательным раствором, не влияет на его pH и электропроводимость, что позволяет точно контролировать питание растений;
- биологическая инертность – при термической обработке на производстве в субстрате отсутствуют патогенные микроорганизмы, грибки и вредители.

Перлит – это природный материал, получаемый путем термической обработки вулканического стекла. Субстрат легкий, пористый, используется для улучшения структуры почвы и создания оптимальных условий для роста растений. Может выступать как самостоятельный субстрат, выращивание растений на гидропонике, удерживая влагу и воздух у корней без риска засоления питательного раствора.

Основные характеристики:

- пористость – множество воздушных камер в гранулах не дает почве слеживаться, улучшает аэрацию корневой системы и предотвращает загнивание корней;

- влагоемкость – гранулы впитывают влагу (в 3-4 раза больше собственного веса) и постепенно отдают ее растениям по мере подсыхания;
- химическая инертность – материал не вступает в реакцию с удобрениям, не меняет кислотность pH почвы. Перлит имеет нейтральный уровень кислотности pH 6,5-7,5;
- биологическая инертность – при термической обработке на производстве в субстрате отсутствуют патогенные микроорганизмы, грибки и вредители.

Кокосовый коврик – это спрессованное полотно из кокосового волокна (койры). Изготавливается из натурального сырья – оболочки кокосового ореха, разлагается без вреда для окружающей среды. Коврики могут быть слабо промыты от морских солей (хлорида натрия, хлорида калия), что может навредить молодым растениям.

Основные характеристики:
- пористость – рыхлая, обеспечивает корням доступ к кислороду, что снижает риск загнивания корней;
- влагоемкость – впитывает и удерживает значительное количество воды (до 7-9 раз больше собственного веса). Важно не допускать застоя воды, чтобы не спровоцировать гниение корней;
- химическая инертность – нейтральный уровень кислотности pH 5,5-6,8, что подходит для выращивания микрозелени;
- биологическая инертность – обладает природными антисептическими свойствами, в составе есть компоненты, которые подавляют развитие некоторых патогенных грибков.

Практическая часть

Методика исследований

Наши исследования мы проводили в лаборатории Прохоровской гимназии. Для выращивания микрозелени гороха сорта «Мадрас» были выбраны доступные и дешевые субстраты: перлит, кокосовый коврик, минеральная вата. Полив производился водопроводной водой на протяжении всего вегетационного периода. Температура в помещении постоянная 21-22^{0}С.

Подготовка семян к посеву. Семена гороха перед высадкой в субстрат несколько раз промыли, замочили в воде на 8-10 часов. При замачивании поддерживали температуру воздуха 21-22^{0}С, температуру воды – 18-20^{0}С. Температура выше 22-24^{0}С может привести к активизации микрофлоры поверхности семян и последующему поражению проростков колониями плесневых грибков.

Посев. Слегка увлажнили субстрат. В три стандартных контейнера тонким слоем распределили семена по 100 штук на поверхность с разным субстратом: перлит, кокосовый коврик, минеральная вата. Слегка придавили, чтобы обеспечить плотный контакт с субстратом. Произвели опрыскивание водопроводной водой.

Наблюдение. Микрозелень гороха проходит несколько фаз развития, каждая из которых характеризуется определёнными стадиями роста и изменениями внешнего вида растения. Для обобщения данных наблюдения за проростками заполняли таблицу фенологических фаз.

Таблица №1

Фенологические наблюдения за проростками микрозелени гороха сорта «Мадрас»

Дата	Фаза развития	Образцы субстратов		
		Перлит	Минеральная вата	Кокосовый коврик

Биометрические показатели проростков. В качестве критериев оценки используем длину и интенсивность роста проростков. Всхожесть и энергию прорастания семян.

Энергия прорастания – способность семян к дружному прорастанию, определятся процентом нормально проросших за короткое время. Энергию прорастания семян гороха определяли на 3 день.

Всхожесть семян – количество нормально проросших семян в пробе, взятой для анализа, выраженное в процентах. Процент всхожести семян гороха определяли на 7 день.

Анализ полученных данных в ходе опыта (математическая обработка данных производилась по методике Б. А. Доспехова) по формуле:

Энергия прорастания (А /100) × 100 % = %

% всхожести (А /100) × 100 % = %

где А – количество проросших семян

100 – количество семян в опыте

Результаты подсчетов внесли в таблицу

Таблица №2

Энергия прорастания семян микрозелени гороха сорта «Мадрас»

Дата	Образцы субстратов		
	Перлит	Минеральная вата	Кокосовый коврик

Таблица №3

Всхожесть семян микрозелени гороха сорта «Мадрас»

Дата	Образцы субстратов		
	Перлит	Минеральная вата	Кокосовый коврик

Оценку урожайности производили методом срезки и взвешивания на лабораторных весах. Результаты подсчетов внесли в таблицу

Таблица №4

Урожайность микрозелени гороха сорта «Мадрас»

Дата	Урожайность (г)		
	Перлит	Минеральная вата	Кокосовый коврик

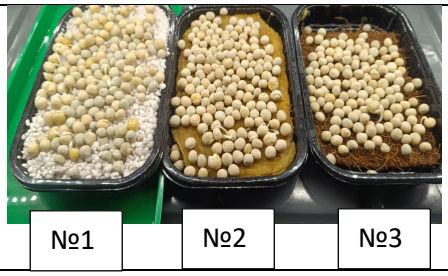
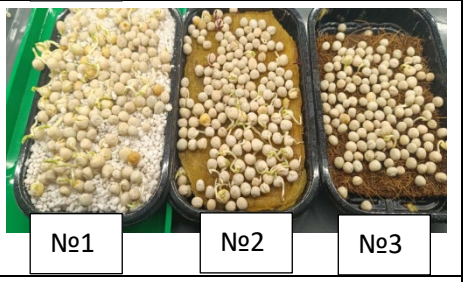
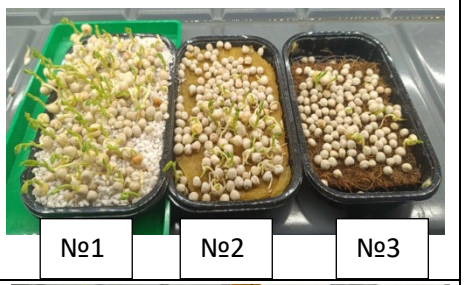
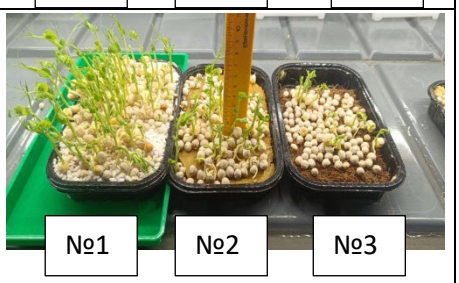
Описание результатов

При выращивании микрозелени гороха сорта «Мадрас» для всех образцов соблюдался одинаковый температурный режим, в лаборатории температура воздуха не превышала 21-22^{0}С, и естественный режим освещенности.

В период с 21.03.2026 года мы начали наблюдать за ростом и развитием микрозелени гороха сорта «Мадрас». После подготовки семян микрозелени гороха к посеву проводились фенологические наблюдения и измерения на каждой фазе развития. Результаты наблюдения вносили в таблицу №5.

Таблица №5

Фенологические наблюдения за проростками микрозелени гороха сорта «Мадрас»

Дата	Фаза развития	Образцы субстратов			Фото
		№1 Перлит	№2 Минеральная вата	№3 Кокосовый коврик	
21.03.2026	Посев семян	100 шт	100 шт	100 шт	
24.03.2026	Появление корешка Длина 5-7мм все образцы	12 шт	10 шт	4 шт	
27.03.2026	Появление стебля	40 шт Длина 15-25мм	30 шт Длина 15-20мм	10 шт Длина 5-15мм	
29.03.2026	Появление 1 пары настоящих листьев	51 шт Длина 35-67мм	21 шт Длина 15-30мм	7 шт Длина 15-20мм	
01.04.2026 02.04.2026	Появление 2 пары настоящих листьев, образование усов	85 шт Длина 40-100мм 40-170мм	30 шт Длина 50-80мм 80-160мм	9 шт Длина 20-90мм 70-110мм	

В качестве критериев оценки биометрических показателей проростков гороха, использовали длину и интенсивность роста. Для выявления лучшего субстрата составили график *(Рис.1)*

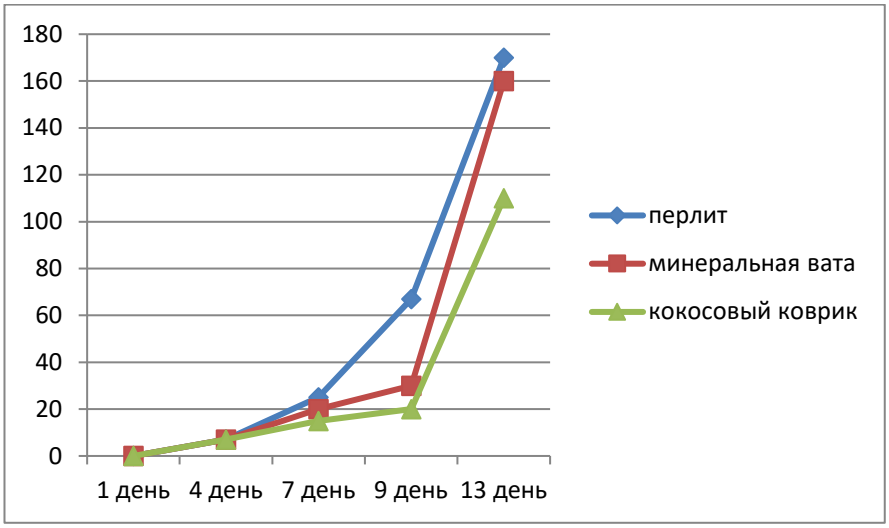


Рис. 1 Биометрические данные проростков гороха в (мм) в различных субстратах

Из таблицы №5 и рисунка 1 видно, что начиная с появления корешка до образования 2 пары листьев и усов, рост проростков микрозелени гороха сорта «Мадрас» происходит не равномерно. В одном и том же образце можно наблюдать как стадию появления корешка, так и появление стебля. Рост стебля тоже варьирует на протяжении 13 дней. При этом во всех образцах можно наблюдать положительную динамику увеличения прироста проростков гороха. Значительно отставали в развитии проростки гороха образец №3 кокосовый коврик, по сравнению с образцами №1 перлит, №2 минеральная вата.

Расчет показателей для оценки эффективности субстратов

Энергия прорастания просчитали на 4 день после посева по формуле

(А /100) × 100 % = %

% всхожести (А /100) × 100 % = %

где А – количество проросших семян

100 – количество семян в опыте

Результаты подсчетов внесли в таблицу №6

Образец №1 Перлит (12/100) × 100 % = 12%

Образец №2 Минеральная вата (10/100) × 100 % = 10 %

Образец №3 Кокосовый коврик (4/100) × 100 % = 4%

Таблица №6

Энергия прорастания семян микрозелени гороха сорта «Мадрас»

Дата	Образцы субстратов		
	Образец №1 Перлит	Образец №2 Минеральная вата	Образец №3 Кокосовый коврик
24.03.2026	12 шт 12%	10 шт 10%	4 шт 4%

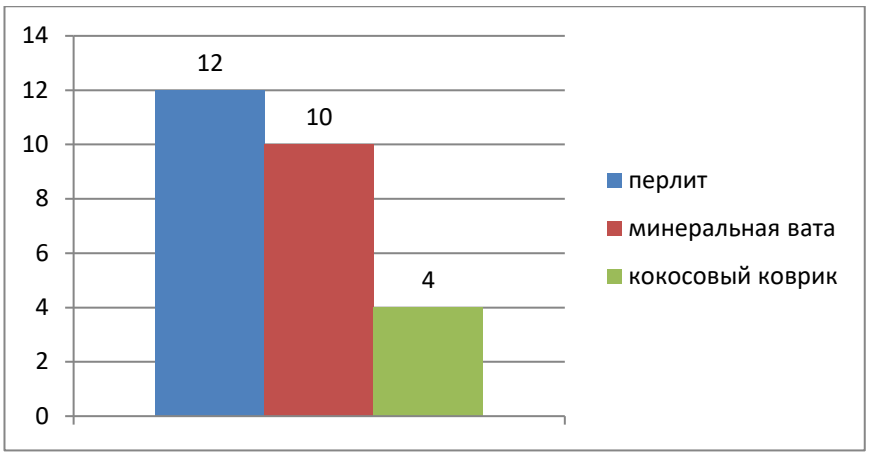


Рис.2 Энергия прорастания семян микрозелени гороха сорта «Мадрас»

Всхожесть семян микрозелени гороха просчитали на 7 день после посева по формуле (А /100) × 100 % = %

% всхожести (А /100) × 100 % = %

где А – количество проросших семян

100 – количество семян в опыте

Результаты подсчетов внесли в таблицу №6

Образец №1 Перлит (40/100) × 100 % = 40%

Образец №2 Минеральная вата (30/100) × 100 % = 30 %

Образец №3 Кокосовый коврик (10/100) × 100 % = 10%

Таблица №7

Всхожесть семян микрозелени гороха сорта «Мадрас»

Дата	Образцы субстратов		
	Образец №1 Перлит	Образец №2 Минеральная вата	Образец №3 Кокосовый коврик
27.03.2026	40 шт 40%	30 шт 30%	10 шт 10%

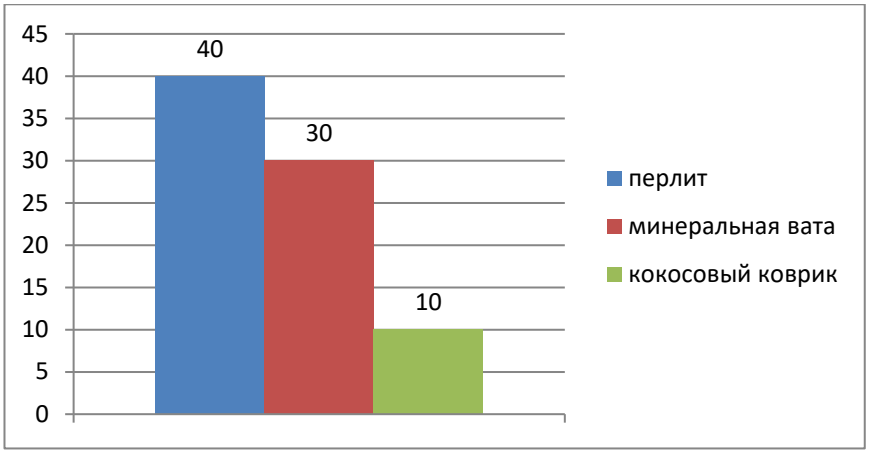


Рис.3 Всхожесть семян микрозелени гороха сорта «Мадрас»

Проанализировав данные таблицы №6-№7, рисунка 2-3 можно отметить неравномерность энергии прорастания и всхожести семян микрозелени. Данный показатель больше зависит от качества семян, чем от состава субстрата.

Тем не менее, наилучшие показатели по двум параметрам показал образец №1 перлит 12% и всхожесть 40%, по отношению к образцу №2 минеральная вата и образцу №3 кокосовый коврик, показавший самые низкие результаты энергия прорастания показала 4%, всхожесть 10%.

Оценка урожайности

Сбор урожая производим на 15 день исследования. Оценку урожайности производили методом срезки и взвешивания на лабораторных весах. Результаты подсчетов внесли в таблицу №8.

Таблица №8

Урожайность микрозелени гороха сорта «Мадрас»

Дата	Урожайность (г)		
	Образец №1 Перлит	Образец №2 Минеральная вата	Образец №3 Кокосовый коврик
04.04.2026	16,9г	6,4г,	4,5г
			

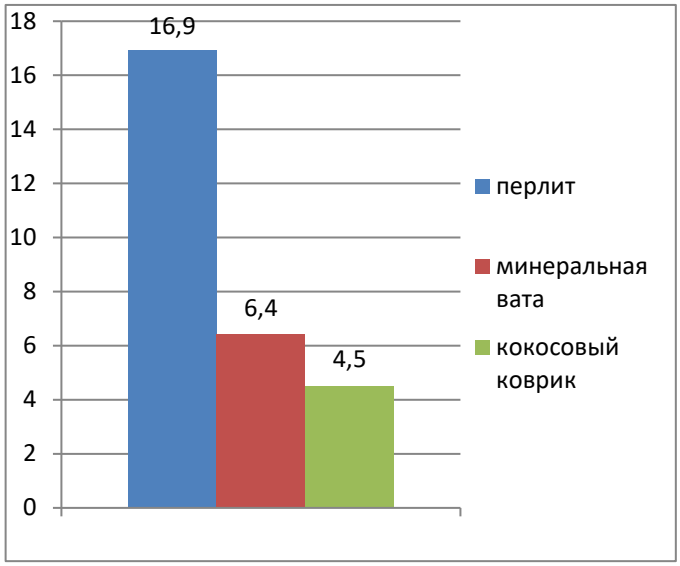


Рис.4 Урожайность микрозелени гороха сорта «Мадрас»

Таким образом, из таблицы №8, рисунка 4 видно, что наибольший урожай микрозелени гороха сорта «Мадрас» с одного лотка получили с образца №1 выращенном на субстрате перлит 16,9г, образец №2 минеральная вата – 6,4г, что на 10,5г меньше, чем образец №1, но на 1,9г больше, чем урожай с образца №3 кокосовый коврик 4,5г.

По вкусовым качествам микрозелень гороха сладкая и сочная во всех образцах.

Заключение

Микрозелень – это органический продукт, не требующий для своего выращивания минеральных удобрений. Она вырастает за счет питательных веществ заложенных в семени и имеет короткий жизненный цикл.

В результате проведенного исследования, мы оценили эффективность различных субстратов для выращивания микрозелени гороха сорта «Мадрас», ориентируясь на такие параметры, как энергия прорастания, всхожесть. Провели сравнительный анализ, чтобы определить, какие субстраты обеспечивают наиболее быстрый рост, максимальную длину стеблей и наибольшую биомассу.

Выводы:

- выращивание микрозелени с использованием неорганического субстрата перлит формирует благоприятные условия для роста и развития путем оптимального поступления воды, кислорода, за счет достаточно крупных гранул, что благоприятно отразилось на урожайности микрозелени гороха сорта «Мадрас»;
- результаты полученные на минеральной вате, показали умеренную эффективность в сравнении с перлитом;
- кокосовый коврик – органический субстрат, показал низкие результаты по всем показателям, хотя характеризуется более высокой влагоемкостью по сравнению с перлитом и минеральной ватой. Мы можем сделать предположение, что растения отставили в росте и развитии за счет высокого содержания солей калия, натрия, хлора, кальция.

Для снижения концентрации солей рекомендуем тщательно промывать субстрат проточной водой.

Список литературы

1. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований).-5-е изд., доп. и перераб. – М.: Агропроиздат, 1985. 351 с., ил. – (Учебники и учеб. Пособия для высш. учеб. заведений).

2.Белоус А.В., Мурашев С.В. Микрозелень – продукт питания для людей с современным ритмом жизни. // Вестник студенческого общества – СПб.: Издательство: Санкт- No1. – С.234-236.2.

3. Иванова М.И., Литнецкий А., Литнецкая О. и др. Микрозелень и сеянцы – новые категории органической овощной продукции. // Новые и нетрадиционные их использования. – М.: Издательство: Федеральное государственное бюджетное научное учреждение "Федеральный научный центр овощеводства". - 2019. No12. – С. 406-415.

Электронные ресурсы точка доступа:

Статья Опыт выращивания микрозелени методом гидропники Д.Н. Ступницкий, Н.А.Мистратова, Д.А.Марков bgsha.ru/files/images/Vestnik

Н.Махаев Агровата (минвата) лучший субстрат или нет? Prosemena.ru

Статья Для чего нужен и как применят перлит для растений znaet.petrvich.ru

http://саженцы52.рф/content/vidyi_mikrozeleni/

http://growplants36.ru/teplichnye-texnologii/22/rol-substratov-pri-razmnozhenii-rastenii/

https://www.laserapr.ru/fitotron

https://gidrostore.ru/pogloshchenie-vody-i-soley-kornevoy-sistemoy-aeraciya-korney/

https://kireevsk.gosuslugi.ru/dlya-zhiteley/novosti-i-reportazhi/novosti_541.html?ysclid=mtjxuy1nv1522472294