

Серегин Михаил Васильевич, заведующий кафедрой ботаники и физиологии растений, канд.с.-х. наук, ФГБОУ ВО «Пермский государственный аграрно-технологический университет имени академика Д.Н. Прянишникова», Россия, г. Пермь

ТЕХНОЛОГИЯ МИКРОЗЕЛЕНИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ЕЕ ВИДА И СПОСОБОВ ПОДАЧИ ГИДРОПОННОГО РАСТВОРА

Аннотация: В статье проведено сравнение двух технологий выращивания микрозелени. Изучено два способа подачи раствора – проточная гидропоника и аэропоника. Наибольшая продуктивность видов микрозелени была сформирована при использовании гидропоники с проточным способом подачи раствора. Урожайность при данном способе составила 2,03 кг/м², что существенно больше на 0,28 кг/м², чем при использовании аэропоники. Было выявлено, что крупносемянные культуры горох и подсолнечник, лучше отзываются на проточную гидропонику по сравнению с аэропоникой, что подтверждается большей высотой растений 12,1 см (горох) и 13,3 см (подсолнечник), а также сформированной площадью листьев на 1 растение - увеличение по гороху составило 0,73 см² (+9 %), подсолнечнику – 2,5 см² (+52 %). При этом мелкосемянная горчица хорошо отзывается на аэропонное питание, что подтверждается большей высотой растений (7,8 см), количеством листьев (3,8 шт.), а также сформированной площадью листьев на 1 растение 0,48 см² (+22 %).

Ключевые слова: технология, проточная гидропоника, аэропоника, микрозелень, урожайность.

Abstract: The article compares two technologies for growing microgreens. Two methods of solution delivery have been studied – flow hydroponics and

aeroponics. The greatest productivity of micro-greenery species was formed when using hydroponics with a flow-through method of solution supply. The yield with this method was 2.03 kg / m², which is significantly more by 0.28 kg/ m² than when using aeroponics. It was found that large-seeded peas and sunflower crops respond better to flowing hydroponics compared to aeroponics, which is confirmed by the higher plant height of 12.1 cm (peas) and 13.3 cm (sunflower), as well as the formed leaf area per 1 plant - the increase in peas was 0.73 cm² (+9%), sunflower – 2.5 cm² (+52%). At the same time, small-seeded mustard responds well to aeroponic nutrition, which is confirmed by the higher plant height (7.8 cm), the number of leaves (3.8 pcs.), as well as the formed leaf area per 1 plant of 0.48 cm² (+22%).

Keywords: technology, flow hydroponics, aeroponics, micro-greenery, productivity.

Введение. Популяризация бизнеса по выращиванию видов вегетативной массы культур, используемых для получения продукта «Микрозелень», в последнее время стал очень популярен среди сити-фермеров [1]. Технологичность получения данного продукта постоянно совершенствуется и появляется очень много способов выращивания микрозелени. Каждый из этих технологических решений имеет свои особенности достоинства и недостатки [3, 4].

В настоящее время существует несколько технологических решений в подаче раствора при выращивании растений методом гидропоники. Гидропонная система (фитильная) - очень простая, к каждому горшочку привязывается поводок (фитиль), по которому осуществляется подача раствора. Преимущество этого способа – это защита при снижении уровня питательного раствора в растворном баке. Раствор подается к растению по принципу капиллярных сил. Однако данная система не совсем подходит для выращивания культур микрозелени, т.к. в этой технологии используются контейнеры. Гидропоника периодического затопления – используется более массово при выращивании микрозелени. В этом случае используется насос, который подает раствор к растениям микрозелени и далее под действием силы тяжести раствор

сливается обратно в бак. Данная система эффективна, но трудно контролировать количество поступающего раствора к корням растений, возникает постоянное переувлажнение субстрата (необходимо более тщательно подбирать субстрат для выращивания) и т.д. Гидропоника аэропонная, является более технологичной, т.к. в разы снижается количество необходимого раствора для выращивания растений. При этом важно правильно установить таймер в периодичности обработки растений, чтобы исключить их пересыхания. Также следует обращать внимание на чистоту раствора в баке, чтобы избежать засорения форсунок, подающих раствор [5].

Соответственно у каждого из этих гидропонных систем есть свои достоинства и недостатки, которые нужно учитывать, делая выбор в пользу одного из них.

Поэтому *рабочей гипотезой* наших исследований было изучение технологии культур микрорзелени при разных способах гидропонного выращивания (подачи раствора) в получении продукта «Микрорзелень».

Основная часть. Целью проведения исследований является изучение технологии возделывания микрорзелени методом гидропоники в условиях сити-фермерства.

Для достижения цели исследования были поставлены следующие задачи:

- установить наиболее урожайный вид культуры для получения микрорзелени (среди исследуемых видов);
- установить оптимальный способ гидропонного выращивания;
- провести наблюдения за формированием урожайности вегетативной массы культур микрорзелени;

Для осуществления цели и представленных задач исследования в 2023 году в лаборатории гидропоники МБОУ СОШ «Шерьинская – Базовая школа» Нытвенского района Пермского края, был заложен двухфакторный вегетационный опыт по следующей схеме.

В исследовании два фактора:

- 1) Фактор А: способ гидропонного выращивания: А1-проточная; А2-

аэропоника;

2) Фактор В: вид микрозелени: В1) горох; В2) подсолнечник; В3) горчица.

В опыте четыре повторности. Посев видов микрозелени проводили на гидропонной установке, которая имеет два вида подачи питательного раствора (разные стеллажи на установке) - проточная гидропоника и аэропоника. Изучаемые виды микрозелени сеяли в контейнеры, в качестве субстрата использовали минеральную вату. В качестве освещения использовали светодиодные лампы. Опыт проводили в соответствии с общепринятой методикой [2].

Данные по урожайности видов культур микрозелени в зависимости от способов технологии гидропонного выращивания (подачи раствора) приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Продуктивность видов культур микрозелени в зависимости от способов ее гидропонного выращивания (подачи раствора)

Способ гидропонного выращивания (А)	Культура (В)	Урожайность кг/м ²
Проточная гидропоника (А ₁) (контроль)	горох (в ₁)	1,61
	подсолнечник (в ₂)	3,47
	горчица (в ₃)	0,99
Среднее по фактору А		2,03
Аэропоника (А ₂)	горох (в ₁)	1,29
	подсолнечник (в ₂)	2,80
	горчица (в ₃)	1,16
Среднее по фактору А ₂		1,75

НСР₀₅ частных различий:

Фактора А 0,27

В 0,15

НСР₀₅ главных эффектов:

Анализируя данные таблицы 1 мы установили, что урожайность микрозелени зависит от способов её выращивания. Установлено, что наибольшая продуктивность видов микрозелени была сформирована при использовании технологии гидропоники с проточным способом подачи раствора. Общая урожайность при данном способе составила $2,03 \text{ кг/м}^2$, что существенно больше на $0,28 \text{ кг/м}^2$, чем при использовании гидропоники с аэропонным способом подачи раствора. Наиболее урожайным видом микрозелени является подсолнечник, который сформировал наибольшую урожайность $3,47 \text{ кг/м}^2$ при проточном способе подачи раствора, что на $1,86-2,48 \text{ кг/м}^2$ больше по сравнению с другими изучаемыми культурами.

При сравнении урожайностей культур между способами подачи раствора (проточная гидропоника и аэропоника), мы также отметили достоверное преимущество в урожайности микрозелени подсолнечника на $0,67 \text{ кг/м}^2$ и гороха на $0,32 \text{ кг/м}^2$. Однако по урожайности микрозелени горчицы существенного преимущества нами было установлено при аэропонном способе выращивания – $0,17 \text{ кг/м}^2$.

Приведенная продуктивность видов культур микрозелени обосновывается в выделившихся вариантах сформированностью её элементов (таблица 2).

Таблица 2 - Сформированность культур видов микрозелени к моменту уборки в зависимости от способа гидропонного выращивания (подачи раствора)

Способ гидропонного выращивания (А)	Культура (В)	Высота растений культур, см.	Кол-во листьев, штук/раст.	S листьев на 1 растении, см^2
Проточная гидропоника (А ₁) (контроль)	горох (в ₁)	12,1	8,3	6,43
	подсолнечник (в ₂)	13,3	4	4,8
	горчица (в ₃)	6,9	2,4	1,7
Среднее по фактору А ₁		10,8	4,9	4,31

Аэропоника (A ₂)	горох (B ₁)	8,1	7,8	5,7
	подсолнечник (B ₂)	10,5	4	2,3
	горчица (B ₃)	7,8	3,8	2,18
Среднее по фактору A ₂		8,8	5,2	3,4

По способам гидропонного выращивания (подачи раствора), лучшее развитие микрозелени было сформировано при проточном способе, что подтверждается большей высотой растений 10,8 см, количеством листьев на 1 растении – 4,9 шт. и площадью листьев на 1 растении – 4,31 см². При аэропонном способе выращивания эти показатели были меньше.

При сравнении анализируемых элементов урожайности по видам микрозелени среди способов гидропонного выращивания (подачи раствора) было установлено, что по все изучаемые культуры отреагировали на проточный способ выращивания, за исключением горчицы. Следует отметить, что крупносемянные культуры горох и подсолнечник, лучше отзываются на проточный способ выращивания по сравнению с аэропонным способом подачи раствора, что подтверждается большей высотой растений 12,1 см (горох) и 13,3 см (подсолнечник), а также сформированной площадью листьев на 1 растение - увеличение по гороху составило 0,73 см² (+9 %), подсолнечнику – 2,5 см² (+52 %).

Преимущество этих культур объясняется постоянным требованием к подаче раствора и его объему при проточном способе гидропонного выращивания по сравнению с аэропонным способом подачи раствора. У горчицы с мелкими семянами таких требований нет и ей достаточно мелкодисперсного (аэропонного) питания, что подтверждается большей высотой растений (7,8 см), количеством листьев (3,8 шт.), а также сформированной площадью листьев на 1 растение 0,48 см² (+22 %). Также отмечаем, что при проточном способе выращивания у горчицы мелкие семена очень сильно обводняются подающим раствором, что и приводит к снижению урожайности при данном способе.

Выводы. 1. Цель исследований в опыте достигнута, проведено изучение технологии возделывания микрозелени методом гидропоники в условиях сити-фермерства.

2. Наибольшая продуктивность видов микрозелени была сформирована при использовании гидропоники с проточным способом подачи раствора. Общая урожайность при данном способе составила 2,03 кг/м², что существенно больше на 0,28 кг/м², чем при использовании гидропоники с аэропонным способом подачи раствора.

3. При сравнении урожайностей культур между способами подачи раствора (проточной и аэропоники), мы также отметили достоверное преимущество в урожайности микрозелени подсолнечника на 0,67 кг/м² и гороха на 0,32 кг/м². Однако по урожайности микрозелени горчицы существенного преимущества нами было установлено при аэропонном способе выращивания – 0,17 кг/м².

4. Лучшее развитие микрозелени было сформировано при проточном способе, что подтверждается большей высотой растений 10,8 см, количеством листьев на 1 растение – 4,9 шт. и площадью листьев на 1 растение – 4,31 см².

5. Крупносемянные культуры горох и подсолнечник, лучше отзываются на проточный способ выращивания по сравнению с аэропонным, что подтверждается большей высотой растений 12,1 см (горох) и 13,3 см (подсолнечник), а также сформированной площадью листьев на 1 растение - увеличение по гороху составило 0,73 см² (+9 %), подсолнечнику – 2,5 см² (+52 %).

6. Мелкосемянная горчица хорошо отзывается на мелкодисперсное (аэропонное) питание, что подтверждается большей высотой растений (7,8 см), количеством листьев (3,8 шт.), а также сформированной площадью листьев на 1 растение 0,48 см² (+22 %).

7. Рекомендуем выращивать крупносемянные культуры (горох, подсолнечник) с использованием проточного способа, т.к. при этом способе была выявлена большая декоративность получаемого продукта (высота

растений, площадь листьев).

Библиографический список:

1. Зеленая ниша российского овощеводства / Рамблер. Финансы [Электронный ресурс] – URL: <https://finance.rambler.ru/other/43501116-zelenaya-nisha-rossiyskogo-ovoshevodstva/> (дата обращения: 02.07.2023).
2. Моисейченко В.Ф. Основы научных исследований в агрономии: Учебник / В.Ф.Моисейченко и др.; под редакцией А.А.Белоусовой. - М.: Колос, 1996. 336 с.
3. Мячикова Н.И., Сорокопудов В.Н., Биньковская О.В. Пророщенные семена как источник пищевых и биологически активных веществ для организма человека // Современные проблемы науки и образования. 2012. № 5. [Электронный ресурс] - URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=7007> (дата обращения: 02.07.2023).
4. Серегин М. В. Урожайность микрозелени в зависимости от ее вида и способов освещения при гидропонном выращивании // E-Scio [Электронный ресурс]: Электронное периодическое издание «E-Scio.ru» — Эл № ФС77-66730 — Режим доступа: <http://e-scio.ru/wp-content/uploads/2023/03/Серегин-М.-В.pdf>: Загл. с экрана
5. Тексье У. Гидропоника для всех/ У. Тексье, перевод с английского А. Оганян. Paris, France. Изд-во Mama Editions., 2013. – 277 с.