

4.1.4. САДОВОДСТВО, ОВОЩЕВОДСТВО, ВИНОГРАДАРСТВО И ЛЕКАРСТВЕННЫЕ КУЛЬТУРЫ (СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ)

Научная статья
УДК 635:631.544

DOI: 10.53914/issn2071-2243_2026_1_66

EDN: UNJAMQ

Урожайность и качество микрозелени овощных культур при выращивании в регулируемых условиях микроклимата

Наталья Анатольевна Адрицкая^{1✉}, Мехди Раифович Гейбатов²

^{1, 2} Санкт-Петербургский государственный аграрный университет, Санкт-Петербург, Россия

¹ natali.adritska@mail.ru ✉

Аннотация. Представлены результаты экспериментальных исследований, выполненных в 2023–2025 гг. с целью оценки урожайности и качества микрозелени различных овощных культур при выращивании в регулируемых условиях микроклимата в гроубоксе в течение 18 циклов. Посев семян осуществляли в пластиковые лотки размером 18×11 см, а в качестве субстрата для выращивания на гидропонике использовали джутовые коврики. Установлено, что цикл выращивания микрозелени до сбора урожая длится 8–11 дней у капустных, 10–11 дней у амаранта, 14–16 дней у гороха и 18–20 дней у кориандра. В зависимости от вида культуры ростки достигали высоты 6–10 см, а у гороха 12–15 см. Максимальная урожайность сформировалась у гороха – 3775 г/м² (75,5 г/лоток) и у редьки дайкон – 2354 г/м² (47,1 г/лоток), минимальная – у амаранта овощного – 950 г/м² (19,0 г/лоток). Высокая урожайность микрозелени получена у брюквы – 2060 г/м² (41,2 г/лоток), листовой горчицы – 1865 г/м² (37,3 г/лоток) и брокколи – 1775 г/м² (35,5 г/лоток). Высокий уровень антиоксидантных веществ, таких как аскорбиновая кислота и каротиноиды, фиксировали у брокколи, редиса и гороха. В микрозелени указанных овощных культур отмечали низкий уровень нитратов – от 2,19 до 24,37 мг/кг сырой массы. Результаты исследований позволяют сделать вывод, что при производстве микрозелени следует использовать посевной материал с энергией прорастания более чем 90% и всхожестью не менее 95%, так как от качества семян зависят скорость и равномерность прорастания и, как следствие, конечный результат цикла выращивания. По вариантам опыта получен высокий уровень рентабельности, который варьировал от 117% у кориандра до 235% у индау посевного, на основании чего можно сделать вывод, что выращивание микрозелени овощных культур экономически выгодно.

Ключевые слова: микрозелень, овощные культуры, гроубокс, урожайность, биохимические показатели, экономическая эффективность

Для цитирования: Адрицкая Н.А., Гейбатов М.Р. Урожайность и качество микрозелени овощных культур при выращивании в регулируемых условиях микроклимата // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2026. Т. 19, № 1(88). С. 66–75. https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2026_1_66–75.

4.1.4. HORTICULTURE, OLERICULTURE, VITICULTURE AND MEDICINAL PLANTS (AGRICULTURAL SCIENCES)

Original article

Yield and quality of microgreens of vegetable crops while cultivating under controlled microclimate conditions

Natalia A. Adritskaya^{1✉}, Mehdi R. Gaybatov²

^{1, 2} Saint Petersburg State Agrarian University, Saint Petersburg, Russia

¹ natali.adritska@mail.ru ✉

Abstract. The results of experimental studies conducted in 2023–2025 for the purpose of a comprehensive assessment of the cultivation of microgreens of various vegetable crops under controlled microclimate conditions in a growbox for 18 cycles are presented. The seeds were sown in 18×11 cm plastic trays, and jute mats were used as a substrate for growing on hydroponics. It has been established that the cycle of growing microgreens before harvest lasts 8–11 days for *Brassicaceae*, 10–11 days for *Amaranthaceae*, 14–16 days for *Fabaceae* and 18–20 days for *Apiaceae*. Depending on the type of culture, the sprouts reached a height of 6–10 cm, and the peas reached 12–15 cm. The maximum yield was formed in peas – 3775 g/m² (75.5 g/tray) and daikon radish – 2354 g/m² (47.1 g/tray), the minimum was registered in amaranth – 950 g/m² (19.0 g/tray). High yields were obtained from microgreens of swede (2060 g/m² / 41.2 g/tray), curled mustard (1865 g/m² / 37.3 g/tray) and broccoli – 1775 g/m² / 35.5 g/tray). High levels of antioxidant substances such as ascorbic acid and carotenoids were recorded in broccoli, radishes and peas. In the microgreens of the studied vegetable crops, a low level of nitrates was noted, i.e. from 2.19 to 24.37 mg/kg of wet weight. The results obtained allows for the conclusion that in the production of microgreens, seed material with a germinating energy of more than 90% and a germination rate of at least 95% should be used, since the speed and evenness of germination and, as a result, the final result of the growing cycle depend on seed quality. According to the experimental variants, a high level of profitability was obtained, which ranged from 117% for coriander to 235% for rocket salad. Based on the data obtained, it can be concluded that the cultivation of microgreens of vegetable crops is economically valuable.

Keywords: microgreens, vegetable crops, growbox, yield, biochemical parameters, economic efficiency

For citation: Adritskaya N.A., Geybatov M.R. Yield and quality of microgreens of vegetable crops while cultivating under controlled microclimate conditions. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2026;19(1):66-75. (In Russ.). https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2026_1_66-75.

Введение
Микрозелень – это проростки семян культурных растений, обладающие противовоспалительными, антисептическими и общеукрепляющими свойствами, что делает ее новым функциональным продуктом питания [8, 18]. Выращивание микрозелени за последние годы приобрело широкую популярность в мире и является трендом здорового питания, в основе которого лежит использование экологически чистой и полезной продукции. Использование микрозелени в технологии функциональных продуктов питания открывает новые возможности в сфере общественного питания и позволяет говорить о ней как о перспективном источнике природных нутриентов в связи с высокой концентрацией биологически активных веществ [8, 9].

Микрозелень содержит большое количество витаминов, обогащает рацион питания ферментами, антиоксидантами, минеральными веществами, микроэлементами и полисахаридами [8, 12] и, как следствие, позволяет повысить иммунитет организма, что является особенно актуальным в условиях распространения сезонных заболеваний, эпидемий (в том числе пандемий) [12].

Микрозелень отличается низкой калорийностью, ее употребление нормализует работу пищеварительной системы, снижает кровяное давление, уровень триглицеридов и холестерина, а также риск сердечно-сосудистых заболеваний. Опубликованы данные, в соответствии с которыми микрозелень следует употреблять как средство профилактики онкологических заболеваний, благодаря присутствию сульфорафана и большого количества антиоксидантов [17]. В научной литературе приводятся результаты исследований, свидетельствующие о том, что количество антиоксидантных соединений в микрозелени в 10 раз выше по сравнению с традиционными овощами, собранными на стадии технической спелости [14, 16].

В настоящее время для выращивания микрозелени пригодно около 100 видов культурных растений. Наиболее часто используемые виды овощных культур для производства микрозелени относятся к семействам *Brassicaceae*, *Asteraceae*, *Apiaceae*, *Amaranthaceae*, *Chenopodiaceae*. Для получения питательной зелени также можно использовать горох и бобы овощные [8, 9].

Микрозелень с ее коротким циклом вегетации и высокой урожайностью можно выращивать с использованием органических методов и с минимальным воздействием на окружающую среду, что соответствует запросам потребителей, которые отдают приоритет органическим и экологически чистым продуктам питания [2].

В современных условиях одним из перспективных направлений является выращивание микрозелени в фитоустановке, или гроубоксе. Гроубокс – это высокотехнологичная автономная замкнутая система выращивания растений в условиях контролируемого микроклимата и полива. Она позволяет создать идеальные условия для роста растений, будь то почвенное или гидропонное выращивание [6, 7]. Ключевое преимущество – возможность круглогодичного выращивания растений. Самостоятельно организовать подходящие условия для жизни и функционирования растений крайне проблематично. Применение гроубоксов является высокоэффективным и исключительно выгодным решением. Как правило, гроубоксы состоят из следующих основных систем: освещения, полива, климат-контроля и воздушной фильтрации. Лампы в гроубоксе создают имитацию солнечных лучей, а ирригационная система распределяет воду и питательные вещества для растений из резервуара [6]. Преимущества выращивания микрозелени в гроубоксе: экологичность, круглогодичное выращивание, удобство эксплуатации.

Цель представленных исследований заключалась в оценке выращивания микрозелени различных овощных культур в регулируемых условиях микроклимата в гроубоксе.

Материалы и методы исследований

С ноября 2023 г. по август 2025 г. на кафедре плодовоовощеводства и декоративного садоводства Санкт-Петербургского ГАУ были проведены исследования по выращиванию микрозелени в регулируемых условиях микроклимата в гроубоксе в течение 18 циклов. Управление гроубоксом автоматизировано и осуществляется платформой Arduino.

Объектом исследований были семена и микрозелень таких растений, как брокколи, брюква, редис (сорт Виолетта и Ред Корал), редис зеленый, дайкон (редька японская), горчица листовая, кресс-салат, индау посевной, амарант овощной, кориандр и горох. Брокколи, брюква, редис, редька дайкон, горчица листовая, кресс-салат и индау посевной относятся к семейству Капустные, или Капустовые, или Брассиковые (лат. *Brassicaceae*), или Крестоцветные (*Cruciferae*). Амарант овощной относится к семейству Амарантовые (*Amaranthaceae*), кориандр – к семейству Зонтичные (*Apiaceae*), горох – к семейству Бобовые (*Fabaceae*).

В опыте использовали откалиброванные семена, без признаков болезней, не поврежденные вредителями, которые не протравливались химическими препаратами.

Посев семян осуществляли в трехкратной повторности в пластиковые лотки размером 18×11 см (200 см²). Норма высева семян для капустных составляла 4–6 г, амаранта – 2 г, кориандра – 5 г, гороха – 50 г на лоток. Плотность посева варьировала от 1 до 4 шт./см² соответственно для гороха и для мелких семян.

В качестве субстрата для выращивания на гидропонике использовали джутовые коврики, которые увлажняли перед посевом. Джутовые коврики – это органическая основа из натурального растительного волокна, предназначенная для проращивания семян. По сути, это специальная подложка для удержания влаги и фиксации корней молодых проростков. Семена высеивали плотно и равномерно на поверхность коврика в один слой, а затем помещали в гроубокс для прорастания в темноте при температуре 22–24 °С и влажности 70%. После появления всходов лотки в гроубоксе устанавливали на гидропонный поддон, из которого к корням растений через отверстия в нижней части лотков поступала вода. От появления всходов до срезки микрозелени поддерживали температуру +22 °С днем и + 20 °С ночью при относительной влажности воздуха в гроубоксе 60–65%. После появления проростков для обеспечения оптимальных условий их развития уровень аэрации составлял 20–30% от общего объема.

Свет является критически важным фактором для роста всех растений, и микрозелень – не исключение. Ростовые процессы и фотосинтез тесно связаны друг с другом, так как от их сбалансированности зависит конечный урожай. Оба эти процесса находятся в тесной зависимости от интенсивности и спектрального состава света [1]. Интенсивность освещения оказывает значительное влияние на структуру пигментного аппарата растений, за счет которого осуществляется накопление фотоассимилятов. Оптимальный свет для микрозелени должен быть близок к полному спектру солнечного света [10]. В гроубоксе для выращивания микрозелени установлены фитолампы полного спектра. На каждой полке расположены 2 лампы по 20 Вт с интенсивностью около 320 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$. Освещали растения в течение 12–14 часов в день. Расстояние между лампами и микрозеленью составляло 30 см.

При выращивании микрозелени необходимо регулярно контролировать pH, так как даже небольшие отклонения могут повлиять на доступность питательных веществ и качество урожая. Оптимальный уровень pH для большинства видов микрозелени, выращиваемых на джутовых ковриках, составляет от 5,5 до 6,5. В этом диапазоне большинство питательных веществ находятся в легкоусвояемой для растений форме. Минеральные удобрения не применяли.

При выполнении экспериментальной работы проводили учеты по энергии прорастания и всхожести семян в соответствии с ГОСТ 12038-84 [3].

Урожайность определяли путем взвешивания микрозелени при срезке по повторностям в каждом цикле выращивания, затем находили среднюю урожайность по каждой культуре.

Биохимические анализы выполняли в биохимической лаборатории университета согласно принятым методикам:

- сухую массу микрозелени определяли по ГОСТ 33977-2016 [4];
- содержание сухого вещества – гравиметрически после высушивания образцов при 105 °С до постоянной массы;
- сумму сахаров – по Бертрану;
- содержание аскорбиновой кислоты – по методике Мурри;
- нитраты – потенциометрическим методом [11].

Количественное определение суммы каротиноидов и хлорофилла проводили методом прямой спектрофотометрии. Для расчета количества хлорофилла *a*, хлорофилла *b*, общего хлорофилла и каротиноидов использовали расчетные формулы методики Лихтенбергера (1987) [11, 13].

Органолептический анализ проводили методом оценки микрозелени по внешнему виду, а вкусовые качества – при дегустации.

Статистическую обработку результатов исследований выполняли методом дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову [5].

Результаты и их обсуждение

Данные по посевным качествам семян исследуемых в опыте культур представлены в таблице 1.

Таблица 1. Энергия прорастания и лабораторная всхожесть семян микрозелени, %, среднее

Культуры	Энергия прорастания, %	Лабораторная всхожесть, %
Брокколи	96 ± 1,5	97 ± 1,0
Брюква	97 ± 1,0	97 ± 2,0
Редис Виолетта	97 ± 1,0	97 ± 2,0
Редис Ред Корал	96 ± 2,0	96 ± 1,0
Редька дайкон	96 ± 1,5	96 ± 1,0
Листовая горчица	97 ± 1,0	97 ± 2,0
Кресс-салат	92 ± 2,0	92 ± 2,0
Индау посевной	94 ± 2,0	96 ± 2,0
Амарант овощной	97 ± 1,0	92 ± 2,0
Кориандр	86 ± 2,0	89 ± 2,0
Горох	95 ± 2,0	93 ± 2,0

Самые высокие показатели энергии прорастания отмечены у редиса изучаемых сортов, брюквы, редьки дайкон, листовой горчицы и индау посевного – 94–98%. У кресс-салата этот показатель был ниже и составил 90–94%. Высокой энергией прорастания обладают семена амаранта овощного – 96–98%. Самый низкий показатель энергии прорастания фиксировался у кориандра – 84–88%. Высокой лабораторной всхожестью отличались семена семейства капустных – 95–99%, за исключением кресс-салата. У амаранта овощного и гороха лабораторная всхожесть находилась в пределах 90–95%, а у кориандра – 87–91%.

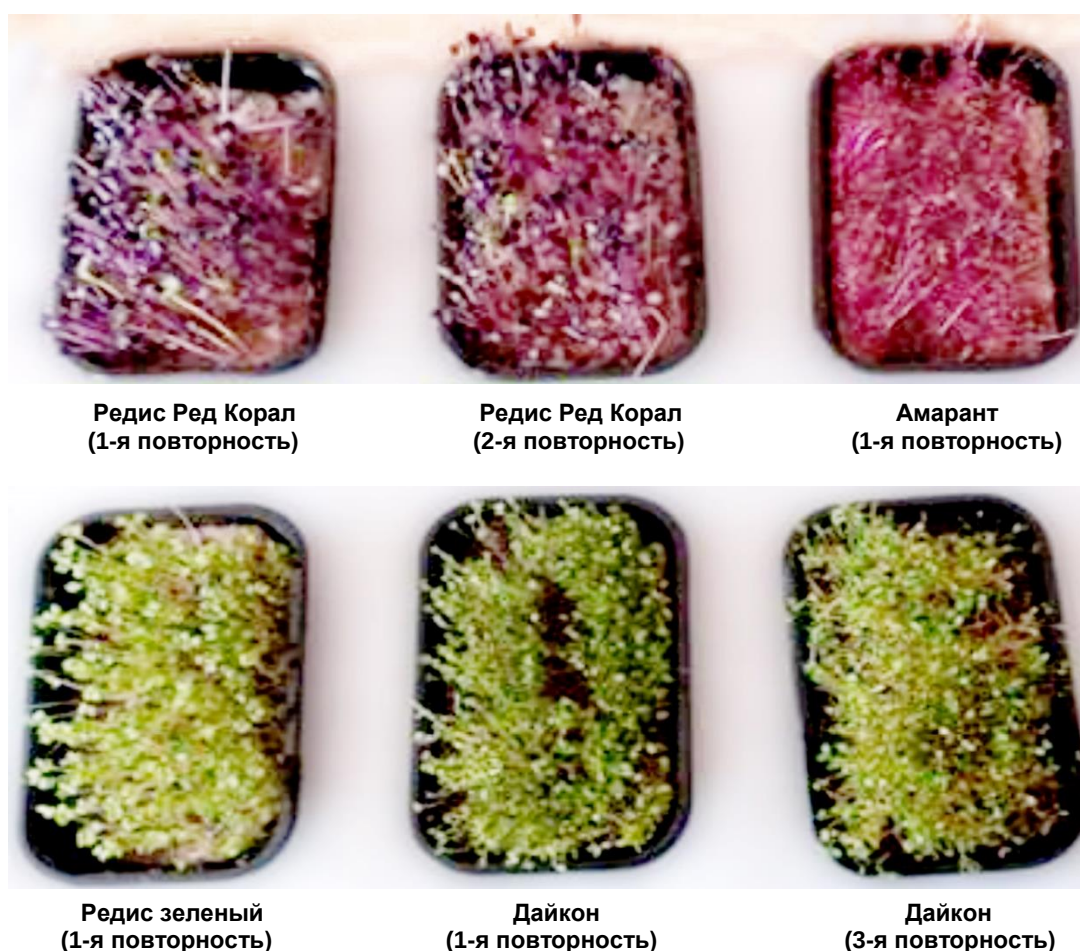
При производстве микрозелени от качества семян зависят скорость и равномерность прорастания, а также конечный результат цикла выращивания. Проведенная оценка посевного материала позволяет сделать вывод о высоком биоэнергетическом потенциале семян исследуемых культур.

Время прорастания семян микрорезелени семейства Капустные составило 1–3 дня, амаранта и кориандра – соответственно 3–4 и 5–6 дней, а гороха 4–5 дней после предварительного замачивания в течение 12 часов (табл. 5).

Выращенную микрорезелень срезали и взвешивали после формирования семядольных листьев у семейства Капустные через 8–9 дней после посева, за исключением индау посевного и брюквы, у которых этот период составил соответственно 9–10 и 10–11 дней. Амарант овощной срезали также после формирования семядольных листьев через 10–11 дней, а горох и кориандр – при образовании 2-х настоящих листьев, соответственно через 14–16 и 18–20 дней (табл. 5).

Высота микрорезелени у культур семейства Капустные составляла 6–7 см, у амаранта овощного и кориандра – 8–10 см, у гороха – 12–15 см.

Альтернативой срезке является реализация микрорезелени непосредственно в лотках (см. рис.). Критическим моментом в данном случае является достаточный уровень увлажнения, обеспечивающий выживание ростков при транспортировке до продажи.



Образцы микрорезелени исследуемых культур разных повторностей опыта, отобранные как лучшие для реализации

Урожайность микрорезелени зависит от посевных качеств семян и от вида культуры. Расчет урожайности микрорезелени проводили на 1 лоток, а при расчете на 1 м² исходили из возможности размещения 50 лотков. Максимальная урожайность сформировалась у гороха – 3775 г/м² и редьки дайкон – 2355 г/м². Отмечены высокие показатели урожайности микрорезелени брюквы – 2060 г/м², листовой горчицы – 1865 г/м² и брокколи – 1775 г/м². Самые низкие значения урожайности были у амаранта овощного – 950 г/м². У кресс-салата и кориандра урожайность составляла соответственно 1125 и 1140 г/м² (табл. 2).

Таблица 2. Урожайность и сухая масса микрозелени в исследованиях (в среднем)

Культуры	Урожайность		Сухая масса	
	г/м ²	г/лоток	г/м ²	г/лоток
Брокколи	1775	35,5	180,0	3,60
Брюква	2060	41,2	223,5	4,47
Редис Виолетта	1690	33,8	186,5	3,73
Редис Ред Корал	1565	31,3	164,5	3,29
Редька дайкон	2355	47,1	260,5	5,21
Листовая горчица	1865	37,3	201,1	4,02
Кресс-салат	1125	22,5	110,5	2,21
Индау посевной	1485	29,7	146,5	2,93
Амарант овощной	950	19,0	124,6	2,49
Кориандр	1140	22,8	129,1	2,58
Горох	3775	75,5	419,0	8,38
НСР ₀₅	61,5	3,3	12,1	0,3

Установлено сильное варьирование по сухой массе микрозелени в зависимости от культуры – от 110,5 г/м² у кресс-салата до 419,0 г/м² у гороха.

Наибольшее содержание сухого вещества отмечали у микрозелени гороха – 11,21%, редьки дайкон – 9,54% и брюквы – 9,37%. Самые высокие показатели содержания суммы сахаров были у гороха – 7,6%, самые низкие – у листовой горчицы – 2,3%. У микрозелени семейства Капустные содержание суммы сахаров составляло 2,9–3,5% (табл. 3). Содержание аскорбиновой кислоты в микрозелени зависит от вида используемой культуры. Высокий уровень антиоксидантных веществ, таких как аскорбиновая кислота и каротиноиды, фиксировали у брокколи, редиса и гороха (табл. 4, 5). Полученные результаты согласуются с данными других исследователей [16, 17].

Таблица 3. Биохимические показатели микрозелени (в среднем)

Культуры	Сухое вещество, %	Сумма сахаров, %	Аскорбиновая кислота, мг/100 г	Нитраты, мг/кг
Брокколи	8,54	3,5	68,9	3,73
Брюква	9,37	3,1	54,5	10,57
Редис Виолетта	8,79	3,3	49,0	2,26
Редис Ред Корал	8,27	2,9	62,5	2,97
Редька дайкон	9,54	3,4	48,5	3,84
Листовая горчица	7,08	2,3	40,2	7,85
Кресс-салат	7,11	3,0	29,5	2,19
Индау посевной	7,35	3,2	38,3	3,92
Амарант овощной	8,63	3,7	44,5	6,54
Кориандр	7,73	3,4	32,3	12,34
Горох	11,21	7,6	50,7	24,37
НСР ₀₅	0,29	0,15	2,72	0,22

В исследуемой микрозелени отмечали невысокий уровень нитратов – от 2,19 (кресс-салат) до 24,37 мг/кг сырой массы (горох). В исследованиях других авторов сообщается о практически полном отсутствии нитратов в микрозелени [15].

Для эффективной работы растений по накоплению фотоассимилятов необходим развитый пигментный аппарат в листьях. Интенсивность освещения оказывает значительное влияние на структуру пигментного аппарата растений [10, 14].

Оценка содержания пигментов выявила, что наименьшее содержание хлорофилла *a* и *b* фиксировалось в микрозелени кресс-салата (40,43 мг/100 г) и листовой горчицы

(45,60 мг/100 г). Максимальные показатели накопления зеленых фотосинтезирующих пигментов были отмечены у микрозелени брокколи – 139,06 мг/100 г, достаточно высокие у редьки дайкон (88,43 мг/100 г) и гороха (81,09 мг/100 г). Анализ данных, приведенных в таблице 4, указывает на приоритетную роль хлорофилла *a*.

Таблица 4. Содержание пигментов в микрозелени (в среднем)

Культуры	Хлорофилл <i>a</i> , мг/100 г	Хлорофилл <i>b</i> , мг/100 г	Хлорофилл <i>a + b</i> , мг/100 г	Каротиноиды, мг/100 г
Брокколи	102,31	36,75	139,06	45,1
Брюква	33,28	17,78	51,06	26,8
Редис Виолетта	44,60	12,83	57,43	32,4
Редис Ред Корал	40,04	11,35	51,39	37,3
Редька дайкон	67,88	20,55	88,43	35,2
Листовая горчица	30,98	14,62	45,60	30,1
Кресс-салат	30,13	10,30	40,43	21,3
Индау посевной	36,08	12,92	49,00	18,8
Амарант овощной	38,04	23,70	61,74	31,6
Кориандр	49,01	18,75	67,76	25,4
Горох	58,75	22,34	81,09	51,3
НСР ₀₅	5,63	3,25	4,43	2,7

Органолептические показатели микрозелени всех изучаемых культур соответствовали данным ботаническим видам, посторонние запахи и привкус отсутствовали (табл. 5).

Таблица 5. Органолептическая оценка и продолжительность выращивания микрозелени (в среднем)

Культуры	Цвет	Вкус	Время прорастания, дней	Уборка урожае, дней
Брокколи	Листья и стебли светло-зеленые	Нежный, не острый, с легкой горчинкой	2–3	8–9
Брюква	Листья зеленые, стебли светло-зеленые	Слегка острый, пряный	2–3	10–11
Редис Виолетта	Листья темно-зеленые, стебли светло-зеленые	Острый, перечный	1–2	8–9
Редис Ред Корал	Листья красно-фиолетовые, стебли пурпурные	Острый, перечный	1–2	8–9
Редька дайкон	Листья зеленые, стебли белые	Нежный, с горчинкой	1–2	8–9
Листовая горчица	Листья зеленые, стебли желтовато-белые	Пряно-перечный, горчичный	1–2	8–9
Кресс-салат	Листья зеленые, стебли желтовато-белые	Перечный, острый	2–3	8–9
Индау посевной	Листья зеленые, стебли белые	Ореховый, с горчинкой, пикантный	1–2	9–10
Амарант овощной	Листья красные, стебли полупрозрачные, светло-пурпурные	Ореховый, сладковатый	3–4	10–11
Кориандр	Листья зеленые, стебли светло-зеленые	Яркий, пряный, ароматный	5–6	18–20
Горох	Листья и стебли светло-зеленые	Нежный, сладкий, хрустящий	4–5	14–16

Экономическая оценка результатов проведенных исследований включала в себя расчет всех основных ценообразующих показателей.

Затраты на выращивание микрозелени определяли из расчета на 1 лоток, учитывая стоимость семян микрозелени по культурам, субстрата для выращивания (джутовые коврики), гроубокса, воды.

Эксплуатационные затраты связаны с энергопотреблением гроубокса и включают в себя затраты на люминесцентные лампы (общая сумма затрат при освещении на протяжении вегетации растений), на электроэнергию при работе системы охлаждения (на основе элемента Пельтье), на систему климат-контроля, на насосы для полива, на платформу Arduino, а также затраты на оплату труда, аренду помещения и амортизационные отчисления. В структуре затрат наибольшая доля приходится на стоимость семян, за исключением листовой горчицы. Стоимость продукции определяли исходя из средней закупочной цены микрозелени.

Данные по расчету экономической эффективности выращивания микрозелени приведены в таблице 6. Самая низкая себестоимость микрозелени была у гороха – 0,53 руб./лоток и у листовой горчицы – 0,63 руб./лоток, а самая высокая – у амаранта овощного и кориандра – соответственно 2,36 и 2,23 руб./лоток.

Таблица 6. Экономическая эффективность выращивания микрозелени (расчет на 1 лоток)

Культуры	Урожайность, г	Всего затрат, руб.	Себестоимость, руб.	Цена реализации, руб.	Чистый доход, руб.	Уровень рентабельности, %
Брокколи	35,5	42,3	1,19	120	77,7	183
Брюква	41,2	31,3	0,76	100	68,7	219
Редис Виолетта	33,8	34,5	1,02	100	65,9	191
Редис Ред Корал	31,3	38,1	1,22	100	71,9	188
Редька дайкон	47,1	40,5	0,86	120	79,2	195
Листовая горчица	37,3	23,6	0,63	70	46,4	197
Кресс-салат	22,5	28,4	1,26	90	61,6	216
Индау посевной	29,7	29,8	1,00	100	70,2	235
Амарант овощной	19,0	44,8	2,36	120	75,2	167
Кориандр	22,8	50,8	2,23	110	59,2	117
Горох	75,5	40,0	0,53	100	60,0	150

С учетом закупочной цены и затрат по каждому виду микрозелени получен достаточно высокий чистый доход – от 46,4 до 77,7 руб./лоток, который обеспечил высокий уровень рентабельности по всем вариантам опыта – от 117% у кориандра до 235% у индау посевного. Наиболее высокий уровень рентабельности получен у индау посевного – 235% и брюквы – 219%.

Заключение

При производстве микрозелени от качества семян зависят скорость и равномерность прорастания, а также конечный результат выращивания. Для выращивания микрозелени необходимо иметь качественные семена с энергией прорастания более чем 90% и всхожестью не менее 95%.

Установлено, что цикл выращивания микрозелени до сбора урожая варьирует и составляет в среднем 8–11 дней у капустных и амаранта, 14–16 дней у гороха и 18–20 дней у кориандра. В зависимости от вида культуры ростки в среднем достигали высоты 6–10 см (у гороха 12–15 см).

Максимальная урожайность сформировалась у гороха – 3775 г/м² (75,5 г/лоток), высокая у редьки дайкон – 2354 г/м² (47,1 г/лоток) и минимальная – у амаранта овощного – 950 г/м² (19,0 г/лоток).

Получен высокий уровень рентабельности, который варьировал от 117 до 235% (по вариантам), на основании чего можно утверждать, что выращивание микрозелени овощных культур экономически выгодно.

Список источников

1. Абиян М.В., Гиш Р.А., Подушин Ю.В. Влияние периода искусственного освещения на формирование рассады салата // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2014. № 101(07). С. 2199–2210.
2. Бурак Л.Ч., Карбанович В.И. Антиоксидантная активность микрозелени, потенциал использования. Обзор предметного поля // Научное обозрение. Биологические науки. 2023. № 4. С. 58–70. DOI: 10.17513/srbs.1342.
3. ГОСТ 12038-84. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести. Москва: Издательство стандартов, 1984. 64 с.
4. ГОСТ 33977-2016 (Межгосударственный стандарт). Продукты переработки фруктов и овощей. Методы определения общего содержания сухих веществ. Москва: Стандартинформ, 2017. 11 с.
5. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований): учебное пособие. 5-е изд., доп. и перераб. Москва: Агропромиздат, 1985. 351 с.
6. Евсеев Е.А., Васильев С.И., Машков С.В. Разработка конструктивной схемы фитоустановки для малообъемного выращивания микрозелени и овощных культур // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2023. № 4. С. 58–64. DOI: 10.55170/19973225-2023-8-4-58.
7. Евсеев Е.А., Васильев С.И., Машков С.В. Разработка устройства фитобокса для выращивания овощных культур в защищенном грунте // Инновационные достижения науки и техники АПК: сборник научных трудов международной научно-практической конференции (Кинель, 28 февраля – 02 марта 2023 г.). Кинель: Самарский государственный аграрный университет, 2023. С. 112–115.
8. Кайгородова И.М., Ушаков В.А., Луканин В.И. и др. Новый функциональный продукт питания – микрозелень бобов – особенность и питательные свойства // Овощи России. 2024. № 1. С. 5–13. DOI: 10.18619/2072-9146-2024-1-5-13.
9. Кондратенко Т.А., Мирошина С.Н., Витязь С.Н. Опыт выращивания микрозелени семейства *Brassicaceae* // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2022. № 7(213). С. 19–24. DOI: 10.53083/1996-4277-2022-213-7-19-24.
10. Пашкевич А.М., Чайковский А.И., Рупасова Ж.А. и др. Влияние продолжительности светодиодного освещения на биохимический состав микрозелени гороха овощного // Журнал Белорусского государственного университета. Экология. 2022. № 1. С. 37–45. DOI: 10.46646/2521-683X/2022-1-37-45.
11. Первушкин С.В., Куркин В.А., Воронин А.В. и др. Методики идентификации различных пигментов и количественного спектрофотометрического определения суммарного содержания каротиноидов и белка в фитомассе *S. platensis* (Nords.) Geilt. // Растительные ресурсы. 2002. Т. 38, № 1. С. 112–119.
12. Giordano M., El-Nakhel C., Ciriello M. et al. *Brassicaceae* genotype background dominates the qualitative and mineral profile of six microgreens species grown in controlled environment // Acta Horticulturae 1321: III International Symposium on Soilless Culture and Hydroponics: Innovation and Advanced Technology for Circular Horticulture 2021. 1321(1321). Pp. 243–250. DOI: 10.17660/ActaHortic.2021.1321.32.
13. Lichtenthaler H.K. Chlorophylls and Carotenoids: pigments of photosynthetic biomembranes // Methods in Enzymology. 1987. Vol. 148. Pp. 350–382.
14. Mir S.A., Shah M.A., Mir M.M. Microgreens: Production, shelf life, and bioactive components // Critical Reviews in Food Science and Nutrition. 2017. Vol. 57(12). Pp. 2730–2736. DOI: 10.1080/10408398.2016.1144557.
15. Pannico A., Graziani G., El-Nakhel C. et al. Nutritional stress suppresses nitrate content and positively impacts ascorbic acid concentration and phenolic acids profile of lettuce microgreens // Italus Hortus. 2020. Vol. 27(3). Pp. 41–52. DOI: 10.26353/j.itahort/2020.3.4152.
16. Xiao Z., Lester G.E., Luo Y. et al. Assessment of vitamin and carotenoid concentrations of emerging food products: edible microgreens // Journal of Agricultural and Food Chemistry. 2012. Vol. 60(31). Pp. 7644–7651. DOI: 10.1021/jf300459b.
17. Xiao Z., Rausch S., Luo Y. et al. Microgreens of *Brassicaceae*: Genetic Diversity of Phytochemical Concentrations and Antioxidant Capacity // LWT – Food Science and Technology. 2019. Vol. 101. Pp. 731–737. DOI: 10.1016/j.lwt.2018.10.076.
18. Zhang Y., Xiao Z., Ager E. et al. Nutritional quality and health benefits of microgreens, a crop of modern agriculture // Journal of Future Foods. 2021. Vol. 1(1). Pp. 58–66. DOI: 10.1016/j.jfutfo.2021.07.001.

References

1. Abyan M.V., Gish R.A., Podushin Yu.V. Influence of a period of artificial lighting on formation of lettuce seedlings. *Polythematic online scientific journal of Kuban State Agrarian University*. 2014;101(07)2199-2210. (In Russ.).
2. Burak L.Ch., Karbanovich V.I. Antioxidant activity of microgreens, potential use. An overview of the subject field. *Scientific Review. Biological Science*. 2023;4:58-70. DOI: 10.17513/srbs.1342. (In Russ.).

3. GOST 12038-84. Agricultural seeds. Methods for determination of germination. Moscow: Publishing House of Standards; 1984. 64 p. (In Russ.).
4. GOST 33977-2016 (Interstate Standard). Fruit and vegetable products. Methods for determination of total solid content. Moscow: Standartinform; 2017. 11 p. (In Russ.).
5. Dospekhov B.A. Field-plot Technique (with the Basics of Statistical Processing of Results of Research and Experiments): study guide. 5th edition, revised and enlarged. Moscow: Agropromizdat Publishers; 1985. 351p. (In Russ.).
6. Evseev E.A., Vasiliev S.I., Mashkov S.V. Development of a design scheme of a photoinstallation for low-volume cultivation of microgreens and vegetable crops. *Bulletin Samara State Agricultural Academy*. 2023;4:58-64. DOI: 10.55170/19973225_2023_8_4_58. (In Russ.).
7. Evseev E.A., Vasiliev S.I., Mashkov S.V. Development of a phytobox device for growing vegetable crops in protected ground. In: Innovative Achievements of Science and Technology for Agro-Industrial Complex: Proceedings of the International Research-to-Practice Conference (Kinel, February 28 – March 02, 2023). Kinel: Samara State Agrarian University; 2023:112-115. (In Russ.).
8. Kaigorodova I.M., Ushakov V.A., Lukanin V.I. et al. New functional food product – bean microgreens: features and nutritional properties. *Vegetables Crops of Russia*. 2024;1:5-13. DOI: 10.18619/2072-9146-2024-1-5-13. (In Russ.).
9. Kondratenko T.A., Miroshina S.N., Vityaz S.N. Experience in growing microgreens of the *Brassicaceae* family. *Bulletin of the Altai State Agrarian University*. 2022;7(213):19-24. DOI: 10.53083/1996-4277-2022-213-7-19-24. (In Russ.).
10. Pashkevich H.M., Tsaiikovskaya A.I., Rupasova Z.A. et al. The influence of the duration of led lighting on the biochemical composition of the peas microgreens. *Journal of the Belarusian State University. Ecology*. 2022;1:37-45. DOI: 10.46646/2521-683X/2022-1-37-45. (In Russ.).
11. Pervushkin S.V., Kurkin V.A., Voronin A.V. et al. Methods for the identification of various pigments and quantitative spectrophotometric determination of the total protein content in *S. platensis* (Nords.) Geitl phyto-mass. *Plant Resources*. 2002;38(1):112-119. (In Russ.).
12. Giordano M., El-Nakhel C., Ciriello M. et al. Brassicaceae genotype background dominates the qualitative and mineral profile of six microgreens species grown in controlled environment. *Acta Horticulturae* 1321: III International Symposium on Soilless Culture and Hydroponics: Innovation and Advanced Technology for Circular Horticulture 2021;1321(1321):243-250. DOI: 10.17660/ActaHortic.2021.1321.32.
13. Lichtenthaler H.K. Chlorophylls and Carotenoids: pigments of photosynthetic. *Methods in Enzymology*. 1987. Vol. 148. Pp. 350–382.
14. Mir S.A., Shah M.A., Mir M.M. Microgreens: Production, shelf life, and bioactive components. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 2017;57(12):2730-2736. DOI: 10.1080/10408398.2016.1144557.
15. Pannico A., Graziani G., El-Nakhel C. et al. Nutritional stress suppresses nitrate content and positively impacts ascorbic acid concentration and phenolic acids profile of lettuce microgreens. *Italus Hortus*. 2020;27(3):41-52. DOI: 10.26353/j.itahort/2020.3.4152.
16. Xiao Z., Lester G.E., Luo Y. et al. Assessment of vitamin and carotenoid concentrations of emerging food products: edible microgreens. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2012;60(31):7644-7651. DOI: 10.1021/jf300459b.
17. Xiao Z., Rausch S., Luo Y. et al. Microgreens of *Brassicaceae*: Genetic Diversity of Phytochemical Concentrations and Antioxidant Capacity. *LWT – Food Science and Technology*. 2019;101:731-737. DOI: 10.1016/j.lwt.2018.10.076.
18. Zhang Y., Xiao Z., Ager E. et al. Nutritional quality and health benefits of microgreens, a crop of modern agriculture. *Journal of Future Foods*. 2021;1(1):58-66. DOI:10.1016/j.jfutfo.2021.07.001.

Информация об авторах

Н.А. Адрицкая – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, доцент кафедры плодовоощеводства и декоративного садоводства ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный аграрный университет», natali.adritska@mail.ru.

М.Р. Гейбатов – магистрант кафедры плодовоощеводства и декоративного садоводства ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный аграрный университет», cool.geybatov@mail.ru.

Information about the authors

N.A. Adritskaya, Candidate of Agricultural Sciences, Docent, the Dept. of Fruit and Vegetable Growing and Ornamental Horticulture, Saint Petersburg State Agrarian University, natali.adritska@mail.ru.

M.R. Geybatov, Master's Degree Student, the Dept. of Horticulture and Ornamental Gardening, Saint Petersburg State Agrarian University, cool.geybatov@mail.ru.

Статья поступила в редакцию 25.11.2025; одобрена после рецензирования 26.12.2025; принята к публикации 15.01.2026.

The article was submitted 25.11.2025; approved after reviewing 26.12.2025; accepted for publication 15.01.2026.

© Адрицкая Н.А., Гейбатов М.Р., 2026