Обзор / Review

https://doi.org/10.18619/2072-9146-2020-3-21-30
УДК 635.5:631.5:005.932

Иванова М.И., Бухаров А.Ф., Разин А.Ф., Кашлева А.И.

Всероссийский научно-исследовательский институт овощеводства – филиал ФГБНУ «Федеральный научный центр овощеводства»
140153, Московская область,
Раменский район, д. Верея, стр. 500
E-mail: ivanova_170@mail.ru, afb56@mail.ru, 777razin@rambler.ru

Конфликт интересов: Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Иванова М.И., Бухаров А.Ф., Разин А.Ф., Кашлева А.И. Традиционные и новые технологии производства салатных культур: структура затрат. *Овощи России.* 2020;(3):21-30. https://doi.org/10.18619/2072-9146-2020-3-21-30

Поступила в редакцию: 03.04.2020
Принята к печати: 24.04.2020
Опубликована: 25.07.2020

Традиционные и новые технологии производства салатных культур: структура затрат

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Овощи все чаще признаются востребованными для обеспечения продовольственной безопасности. Производство овощей обеспечивает сокращение бедности и безработицы и является ключевым компонентом стратегий диверсификации фермерских хозяйств. Сейчас настало время уделять приоритетное внимание инвестициям в производство овощей, предоставляя расширенные экономические возможности мелким фермерам и обеспечивая здоровое питание. Цель исследований – анализ традиционных и новых технологий производства салатных культур (пучковая зелень, микрозелень, baby leaf), определить структуру себестоимости продукции.

Методы. Использованы методы, применяемые в экономической науке. Информационную базу исследования составили справочные материалы специализированных изданий по исследуемой тематике; материалы, поступающие от участников рынка овощей открытого и защищенного грунта, собственные исследования; данные Интернет (отраслевые порталы, сайты производителей продукции открытого и защищенного грунта, статьи и обзоры).

Результаты. Представлен ассортимент салатных культур, технологические параметры для производства пучковой зелени, микрозелени и сеянцев (baby leaf). Показано, что при правильном планировании и организации труда производство пучковой зелени, микрозелени и baby leaf может обеспечить стабильный доход. Сочетание традиционных и новых технологий выращивания зеленных овощных культур в условиях открытого и защищенного грунта позволяет обеспечить потребности рынка высококачественной продукцией. Постоянное совершенствование новых технологий, снижение стоимости расходных материалов, экономное расходование энергии, воды и повышение производительности труда способствуют снижению себестоимости и цены продукции.

Ключевые слова: салатные культуры, микрозелень, сеянцы, пучковая зелень, диетический продукт, экономическая эффективность, структура затрат.

Maria I. Ivanova, Aleksandr F. Bukharov, Anatoly F. Razin, Anna I. Kashleva

All-Russian Scientific Research Institute of Vegetable Growing – Branch of the FSBSI Federal Scientific Vegetable Center
500, Vereya, Ramensky district,
Moscow region, Russia
E-mail: ivanova_170@mail.ru, afb56@mail.ru, 777razin@rambler.ru

Conflict of interest: The authors declare no conflict of interest.

For citation: Ivanova M.I., Bukharov A.F., Razin A.F., Kashleva A.I. Traditional and new technologies for producing salad crops: structure of costs. *Vegetable crops of Russia.* 2020;(3):21-30. (In Russ.) https://doi.org/10.18619/2072-9146-2020-3-21-30

Received: 03.04.2020
Accepted for publication: 24.04.2020
Accepted: 25.07.2020

Traditional and new technologies for producing salad crops: structure of costs

ABSTRACT

Relevance. Vegetables are increasingly recognized as being in demand for food security. Vegetable production reduces poverty and unemployment and is a key component of farm diversification strategies. Vegetables are the most affordable source of vitamins and minerals necessary for good public health. Now is the time to give priority to investments in the production of vegetables, providing enhanced economic opportunities to small farmers and providing healthy nutrition. The purpose of the research is to analyze traditional and new technologies for the production of salad crops (bunch greens, microgreens, baby leaf), to determine the structure of production costs.

Materials and methods. The methods used in economic science were used. The information base of the study was reference materials from specialized publications on the subject under study; materials coming from open and greenhouse vegetable market participants, own research; Internet data (industry portals, sites of manufacturers of open and protected ground products, articles and reviews).

Results. The assortment of lettuce crops, technological parameters for the production of bunch greens, microgreens and seedlings (baby leaf) are presented. It is shown that with proper planning and organization of labor, the production of bunch greenery, microgreen and baby leaf can provide a stable income. The combination of traditional and new technologies for growing green vegetables in open and protected ground conditions can provide the market with high-quality products. Continuous improvement of new technologies, reducing the cost of consumables, economical use of energy, water and increasing labor productivity contribute to lower costs and product prices.

Keywords: salad crops, microgreens, seedlings, bunch greenery, diet product, economic efficiency, cost structure.

Введение

Индустриализация продуктов питания стимулировала развитие глобальной продовольственной системы, которая крупномасштабно производит широко распространенные продукты питания. Продукция доступна по всему миру круглый год. Между тем, по оценкам специалистов, к 2050 году население планеты составит 9,5 млрд человек, каждый из которых требует минимум 1500 калорий в день. Чтобы произвести такое количество калорий, необходимо приблизительно 2,1 млрд акров пашни. Кроме того, из-за использования удобрений и пестицидов 70% доступной в мире пресной воды не пригодны для питья в результате интенсивного сельского хозяйства (Despommier, 2009). При этом во всем мире число голодающих снизилось к 2015 году до 795 млн (FAO, IFAD, WFP, 2015), что свидетельствует о прогрессе в обеспечении адекватного доступа к основным продуктам питания, измеряемым с точки зрения потребления калорий. Но примерно 2 млрд человек страдают от недостаточного потребления питательных микроэлементов (WHO, 2016) и еще 2,1 млрд человек имеют избыточный вес или страдают ожирением (Ng et al., 2014). Тем не менее, благодаря научно-техническому прогрессу в пищевой промышленности и аграрной сфере, сельскохозяйственная продукция и производительность достигают максимального уровня для удовлетворения мировых потребностей (Rosin et al., 2013).

К сожалению, в последние десятилетия человечество начало сталкиваться с изменением климата и урбанизацией, которые напрямую влияют на пищевую промышленность. С 20-го века урбанизация идет быстрыми темпами, особенно в Европе, где городское население увеличилось с 50% в 1950 году до 70% в 2009 году, ожидается, что к 2030 году вырастет до 80% (Heikkild, Kashinoro, 2009). Урбанизация часто связана с высокой концентрацией населения, высокой экономической активностью, расширением технологического и цифрового развития, повышением занятости и выполнением функций центров образования, инновации, распределения, потребления и экономики, основанных на знаниях (Madlener, Sunak, 2011). Средний потребитель становится все более критичным по отношению к качеству и происхождению пищи, что увеличивает потребительский спрос на более качественные продукты питания на всех уровнях пищевой цепи (Vermeir, Verbeke, 2006).

Сочетание урбанизации и изменения модели питания в пользу здорового рациона привели к созданию городских продовольственных систем (ГПС). Основным видом деятельности ГПС является обеспечение в городских районах едой и охват различных форматов переработки, производства, продажи в черте города. Экологическими издержками являются рост населения, урбанизация, изменение рациона питания, дефицит и истощение ресурсов, изменение климата и общественного здравоохранения (de Zeeuw, Drechsel, 2015).

Различают традиционные системы выращивания растительной продукции (например, общественные / домашние хозяйства), инновационные системы земледелия (например, беспочвенные культуры, органопоника) и системы выращивания в помещении (например, горизонтальное и вертикальное земледелие). Тем не менее, городское сельское хозяйство не может полностью заменить сельское хозяйство (Mougeot, 2000). В настоящее время большинство городских инициатив в области сельского хозяйства все еще являются небольшими, трудоемкими и имеют низкоуровневое производство (Mougeot, 2000). Население продолжает расти, а климат меняться (Despommier, 2009). Это говорит о том, что мелкомасштабное городское сельское хозяйство не может решить проблему цивилизации, даже с постоянными исследованиями и оптимизацией сельского хозяйства.

Таким образом, актуален поиск новых агротехнологий с низким уровнем воздействия на окружающую среду, которые способствуют укреплению продовольственной и пищевой безопасности и здоровому образу жизни нынешнего и будущих поколений. Такие агротехнологии отличает бережный и внимательный подход к биоразнообразию и экосистемам. Они приемлемы в культурном плане, доступны физически и с экономической точки зрения, достаточны в плане питательной ценности, безопасны, а также характеризуются оптимальным использованием природных и людских ресурсов.

Цель настоящей статьи – проанализировать традиционные и новые технологии производства салатных культур (пучковая зелень, микрозелень, baby leaf), определить структуру себестоимости продукции.

Методы исследований

В процессе работы использованы методы, применяемые в экономической науке: общенаучные (диалектический, анализа и синтеза, сравнения и аналогии, табличный, графический); специальные (системный, сравнительного анализа). Информационную базу исследования составили справочные материалы специализированных изданий по исследуемой тематике; материалы, поступающие от участников рынка овощей открытого и защищенного грунта, собственные исследования; данные Интернет (отраслевые порталы, сайты производителей продукции открытого и защищенного грунта, статьи и обзоры).

Результаты исследований

Пучковая зелень различных овощных культур традиционно пользуется широкой популярностью. Это обусловлено, с одной стороны, простотой производства, а с другой, - высокой биологической ценностью данного продукта. Активно вегетирующие растения продуцируют большое количество витаминов, минералов, сахаров, аминокислот, белков, ферментов и антиоксидантов. Эти вещества жизненно необходимы самим развивающимся растениям и одновременно чрезвычайно полезны организму человека, особенно ослабленному или находящемуся в экстремальных условиях. Существует большой спрос на пучковую зелень, производство которой постоянно растет. Поэтому разработаны многочисленные высокоэффективные технологии для производства такой продукции как в открытом, так и в защищенном грунте. Пучковой зеленью считают растения более 15 см в высоту и выращиваемые для этого в течение 40-60 суток. Выращивают в открытом или защищенном грунте при высокой густоте стояния растений с применением укрывного материала, который

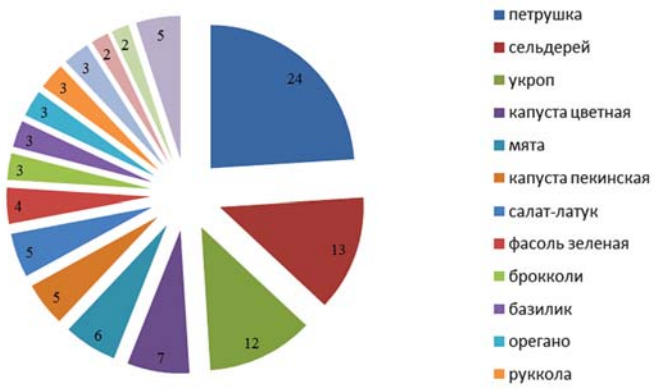

Рис. 1. Потребление зеленных культур в России, % (https://www.agroxxi.ru/)
Fig. 1. Consumption of green crops in Russia, % (https://www.agroxxi.ru/)

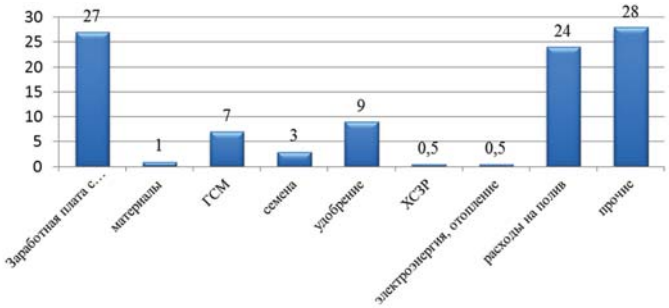

Рис. 2. Структура затрат на производство салата-латука в открытом грунте, % (Шатилов и др., 2019)
Fig. 2. Cost structure for the production of lettuce in open ground, % (Shatilov et al., 2019)

Рис. 3. Структура затрат на производство салата-латука в открытом грунте в ООО «Весёлый агроном» Дмитровского района Московской области, % (Солдатенко и др., 2018)
Fig. 3. Cost structure for the production of lettuce in open ground in OOO "Veselyi Agronomist" Dmitrovsky district of the Moscow region, % (Soldatenko et al., 2018)

обеспечивает защиту растений от неблагоприятных условий, болезней и вредителей, повышает урожай.

Зеленные культуры выращивают либо в открытом грунте, либо под пластиковыми туннелями, либо в теплицах круглый год. Наиболее востребованы нашими соотечественниками укроп, петрушка, салат и другие виды зеленных культур (рис. 1). При этом рынок сбыта зелени и салатов остается стабильным. Примечательно, что укроп и петрушка являются для россиян традиционными продуктами питания, но на их производстве специализируется не так много отечественных тепличных хозяйств, поскольку большая их часть делает ставку на листовой салат.

Выращивание салатных культур в открытом грунте является сезонным (Шатилов и др., 2019). При этом отмечены относительно небольшие первичные капитальные и операционные технологические издержки (рис. 2). Однако наблюдаются высокие риски погодных условий, поражаемости болезнями и повреждаемости вредителями. Цена на зелень в сезон минимальна. Средняя рентабельность по чистой прибыли составляет в среднем 23,5%.

Таблица 1. Распределение затрат по категориям при производстве традиционного листового салата (Seavert et al., 2007)
Table 1. The Distribution of costs by category in the production of traditional leaf lettuce (Seavert et al., 2007)

Категория затрат Cost category	Общие затраты, % Total costs, %	Трудовые затраты, % Labor costs, %
Подготовка почвы	2,5	2,7
Удобрение, ХСЗР	7,6	1,5
Высадка рассады	21,4	12,7
Полив	2,1	1,4
Уборка	26,5	77,2
Упаковка и материалы	27,4	4,5
Прочие затраты	4,6	-
Всего переменных затрат	92,1	100,0
Всего постоянных затрат (аренда земли, амортизация)	7,9	0,0
Суммарные затраты	100,0	100,0

Таблица 2. Распределение затрат по категориям при производстве органического листового салата (Seavert et al., 2007)
Table 2. The distribution of costs by category in the production of organic leaf lettuce (Seavert et al., 2007)

Категория затрат Cost category	Общие затраты, % Total costs, %	Трудовые затраты, % Labor costs, %
Подготовка почвы	9,5	17,9
Удобрение, средства защиты растений	11,2	0,5
Высадка рассады	16,0	10,1
Полив	2,0	1,1
Органическая сертификация	0,9	0,0
Уборка	28,4	67,8
Упаковка и материалы	19,4	2,6
Прочие затраты	4,5	0,0
Всего переменных затрат	92,0	100,0
Всего постоянных затрат (аренда земли, амортизация)	8,0	0,0
Суммарные затраты	100,0	100,0

На рисунке 3 приведена структура затрат производства салата-латука в открытом грунте в ООО «Весёлый агроном» Дмитровского района Московской области (Солдатенко и др., 2018). В структуре затрат семена и рассада составляют 24%, удобрения и средства химической защиты растений – 27%, амортизация – 15%, кредиты – 5%, а доля заработной платы – 29%.

Рассмотрим затраты на производство органической и обычной (традиционной) салатной листовой продукции (табл. 1 и 2). Упаковка и материалы, сбор урожая и высадка рассады являются тремя наиболее важными затратами как обычного, так и органического листового салата. Во-первых, затраты на гектар для органического производства только на 2% выше, чем затраты на производство обычного салата. Во-вторых, затраты на рабочую силу на гектар значительно выше при органическом производстве, чем для обычного салата. Стоимость органического производства обусловлена, прежде всего, снижением урожайности. Производственные затраты на картонную коробку на 41% выше для органической продукции по сравнению с обычной, при этом трудовые затраты при органическом производстве на 74% выше, чем при обычном.

Подготовка поля, удобрения и средства защиты растений являются более значительными статьями затрат для органического производства, чем для обычного.

Затраты на оплату труда составляют в большинстве своем разницу в затратах на подготовку к полевым работам. Задача борьбы с сорняками вручную, которая присутствует в качестве позиции в органическом, но не традиционном производственном бюджете, является основной причиной этой разницы.

Удобрения и средства защиты при органическом производстве стоят дороже (например, органический инсектицид), чем при традиционном.

Процесс сбора органического урожая также гораздо более трудоемкий, чем традиционное производство. Затраты на уборку органической продукции на 10% больше, чем традиционной.

Несмотря на более низкие урожаи, органическое сельское хозяйство часто приносит более высокую прибыль с гектара из-за высоких ценовых показателей. Этот результат отмечен по всему миру (Crowder, Reganold, 2015; Philpot, 2015). В защищенном грунте урожайность на грунтах (8 кг/м²) относительно открытого грунта в 2-3 раза выше. Средняя рентабельность по чистой прибыли – 25,2%.

Технология выращивания салатных культур гидропонным методом при непрерывном процессе на конвейерной линии на передвигающихся вегетационных желобах при подаче питательного раствора и круглосуточном электродосвечивании обеспечивает высокую урожайность при средней рентабельности 39,3% (табл. 3).

Таблица 3. Урожайность салатных культур на гидропонике (www.schetelig.com)
Table 3. Yield of salad crops in hydroponics (www.schetelig.com)

Культура Crop	Продолжительность цикла развития Development cycle duration	Выход горшков с продукцией, шт./м² The output of pots with products, pcs/m²	Масса зелени, г Mass of greenery, g	Урожайность за один культурооборот, кг/м² Yield in one crop rotation, kg/m²
Салат хрустящий, ромэн, Лолло Россо	17	550	150	82
Салат листовой, дуболистный	17	500	150	75
Салат маслянистый	14	450	150	68
Индау посевной	26	1000	50	50
Базилик	13	750	50	37
Мелисса	14	800	50	40
Укроп	17	800	50	40
Лук-резанец	17	700	50	35
Петрушка	14	700	50	35

В последние годы получили распространение вертикальные фермы. Многоярусная конструкция устанавливается в любом закрытом помещении. Стеллажи быстро монтируются и позволяют эффективно использовать площадь для выращивания растений. Все параметры контролируются через IT-платформу. При вертикальном гидропонном выращивании структура себестоимости одного горшка салатной культуры состоит из следующих показателей (%): расходная часть – 7,1, электроэнергия – 18,6, ФОТ персонала – 13,9, амортизация оборудования – 31,1, роялти – 5,7, аренда – 7,1, затраты на логистику – 6,2, общехозяйственные расходы – 10,2 (рис. 4). Средняя рентабельность по чистой прибыли – 5,4%. Ферма посадочной площадью 300 м² имеет следующие входные данные: электричество – 4,2 руб., аренда – 300 руб./м², стоимость сбыта – 60 руб./горшочек, заработная плата рядовых

Рис. 4. Структура себестоимости одного горшка салатной культуры при вертикальном гидропонном производстве, % (https: ifarmproject.ru/)
Fig. 4. The structure of the cost of one pot of salad culture in vertical hydroponic production, % (https: ifarmproject.ru/)

сотрудников – 400 тыс. руб./месяц. Выпуск продукции – 1100 горшков/сутки (1,2 т в месяц).

В целом, в нашей стране выращивание пучковой салатной продукции в открытом грунте носит сезонный характер, горшечной продукции в отапливаемых конструкциях – круглогодично. Цена на зелень в сезон минимальна. Средняя рентабельность по чистой прибыли в открытом грунте составляет около 23,5%, в защищенном – 5,4%.

Новое направление быстрого производства салатных культур – **микрозелень** или ростки **(microgreen)**, имеющие кроме корешков еще и листья (семядоли и первый настоящий лист). Микрозелень имеет возраст от 1 до 3 недель и может достигать от 5 до 8 см в высоту. Выращивают как на субстрате, так и без субстрата. Микрозелень после появления семядолей переходит к автотрофному питанию, поэтому, как правило, требует освещения и дополнительного минерального питания. «Microgreen» – это маркетинговый термин, используемый для описания молодых и нежных съедобных ростков (Иванова и др., 2016). Пищевая ценность микрозелени по уровню содержания витаминов и минералов может превышать уровень зрелых овощей более, чем в 40 раз. Их цена может превышать 100 долларов за 1 кг (Treadwell et al., 2010).

Микрозелень может иметь яркий вкус (горький, сладкий, острый, хрустящий и шелковистый), пряный аромат, нежную текстуру (мягкую, хрустящую, сочную) и форму листьев, разнообразие окрасок (зеленый, желтый, красный, фиолетовый) и общую внешнюю привлекательность. Используют ее в качестве приправ для основных блюд, приготовления салатов, бутербродов, закусок, десертов и напитков. За возможность использования в смеси, которая обеспечивает спектр вкусов, ароматов, цвета и текстуры, ее часто называют «овощное конфетти».

Этот сектор экономики имеет максимальные возможности по эффективному использованию всего биоразнообразия культурных и дикорастущих растений. Для производства ростков (микрозелени) наиболее часто используют виды, принадлежащие к семейству *Brassicaceae* (капуста цветная, брокколи, капуста белокочанная, капуста китайская, капуста пекинская, капуста листовая, капуста савойская, кольраби, капуста японская, репа листовая, кресс-салат, редис, индау посевной, двурядник тонколистный, горчица сарептская). Не меньшей популярностью пользуются представители семейства бобовые (нут, люцерна, фасоль, пажитник сенной, бобы конские, чечевица, горох, клевер). Широко выращивают злаки (овес, пшеница, кукуруза, ячмень, рис). Традиционно выращивают салатные культуры семейства *Asteraceae* (салат-латук, цикорий, эскариол, эндивий, цикорный салат), *Apiaceae* (укроп, сельдерей, кориандр, петрушка, фенхель, кервель, тмин), *Alliaceae* (чеснок, лук репчатый, шнитт, батун, лук-порей), *Amaranthaceae* (амарант, лебеда, мангольд, свекла столовая, шпинат), *Cucurbitaceae* (дыня, огурец, кабачок, тыква), масличные культуры (подсолнечник, лен), пряные ароматические растения, такие как базилик, чабер, иссоп, мелисса и др. из семейства *Lamiaceae* (Xiao et al., 2014; Mir et al., 2017).

Среди съедобных дикорастущих растений некоторые виды интересны для производства микрозелени, например, щирица запрокинутая (*Amaranthus retroflexus* L.), амарант багряный (*Amaranthus cruentus* L.), мангольд (*Beta vulgaris* L. subsp. *maritima* (L.) Arcang.), хвостосемянник Далешампа (*Urospermum dalechampii* (L.), хвостосемянник горчаковидный (*Urospermum picroides* (L.) Scop. Ex F.W. Schmidt), бораго (*Borago officinalis* L.), марь белая (*Chenopodium album* L.), цикорий (*Cichorium intybus* L.), критмум морской (*Crithmum maritimum* L.), двурядник тонколистный (*Diplotaxis tenuifolia* (L.) DC.), двурядник эрукоидный (*Diplotaxis erucoides* (L.) DC.), фенхель обыкновенный (*Foeniculum vulgare* Mill.), жеруха обыкновенная (*Nasturtium officinale* R. Br. subsp. *officinale*), портулак огородный (*Portulaca oleracea* L.), редька дикая или полевая (*Raphanus raphanistrum* L.), солерос (*Salicornia patula* Duval-Jouve), горчица белая (*Sinapis alba* L.), гиршфельдия серая (*Hirschfeldia incana* (L.) Lagr.-Foss.), одуванчик лекарственный (*Taraxacum officinale* Weber), козлобородник пореелистный или овсяной корень (*Tragopogon porrifolius* subsp. *australis* (Jord.) Nymam) (Pinto, 2015).

В зависимости от консистенции различают сочные виды (солерос, фенхель, мангольд, подсолнечник), хрустящие (сельдерей) и виды нормальной консистенции (*Brassicaceae* и *Asteraceae*). В зависимости от вкуса, можно различить нейтральный (шпинат), слегка кисловатый (свекла и солерос) и пряный вкус (кресс-салат, редис, двурядник, горчица, индау). Микрозелень из тыквенных часто бывает горькой. Запах микрозелени может быть интенсивным, как и

Таблица 4. Биологические особенности культур, влияющие на экономическую эффективность их выращивания (https://www.johnnyseeds.com/vegetables/microgreens/)
Table 4. Biological characteristics of crops that affect the economic efficiency of their cultivation (https://www.johnnyseeds.com/vegetables/microgreens/)

Культура Crop	Расход семян, г/м² Seed consumption, g/m²	Период роста, сутки Growth period, day	Урожайность, г/м² Yield, g/m²
Базилик	50,4	19	1648
Индау посевной	77,5	14	2196
Горчичная смесь	58,1	13,5	2197
Смесь редечных культур	195	8	2160
Смесь капустных культур	85,2	13,5	2526

для многих ароматических трав, а также тонким или едва уловимым, как и для многих видов овощей. В зависимости от цвета виды микрозелени различают – это зеленый (брокколи, редис, двурядник, индау, сельдерей, шпинат), желтый (этиолированный горох, этиолированная кукуруза), красный (лебеда, амарант, марь), малиновый (капуста краснокочанная, редис, перилла, базилик фиолетовый) или пестрый (свекла, щавель, горчица) (Di Gioia, Santamaria, 2015).

Все перечисленные категории овощной продукции убирают в стадии начального роста растений. Поэтому выращивать их предпочтительно в контейнерах или лотках, чтобы предохранить от соприкосновения с внешней средой (механических повреждений, патогенов и других факторов). Большим преимуществом всех перечисленных технологий является возможность культивирования растений без почвы (Kyriacou et al., 2019). Субстратом может служить торф, торфосодержащие смеси, перегной, кокосовая стружка. Слой субстрата 0,8-1,0 см. Все большую популярность завоевывают инертные (лишенные питательных веществ) субстраты: вата, пакля, измельченная бумага или материя, войлок, верховой торф, треста льна. Все используемые материалы должны обладать значительной влагоемкостью. В качестве подложки используют специально разработанные синтетические фибровые среды, такие как полиэтилентерефталат (ПЭТ). Кроме того, разработаны низкозатратные волокнистые среды природного возобновляемого происхождения из целлюлозы, отходов хлопка, джута, кенафа, конопли и смеси материалов, сочетающих их полезные свойства.

В последние годы при выращивании стали использовать энергосберегающие лампы со специально подобранным спектром излучения для эффективного фотосинтеза, в связи с чем поддоны, лотки, контейнера можно располагать на разных уровнях, один над другим – система «многослойного» выращивания. Однако даже для выращивания микрозелени необходимо наличие минимального уровня светового излучения (плотность потока фотонов ФАР не менее 100 мкмоль/м^{2}с) (Di Gioia et al., 2016).

За короткий срок в экологически чистых условиях болезни и вредители не успевают развиваться до критического уровня. Однако выращивание проростков, микрозелени и сеянцев происходит в условиях значительной влажности. Это усиливает риск поражения фитопатогенными микроорганизмами, что повышает требования к микробиологическому качеству семян (Xiao et al., 2015). Семена должны быть обработаны для устранения патогенных бактерий. Чем длительнее период выращивания, тем большую актуальность приобретает борьба с болезнями. Для стерилизации поверхности семян и противомикробного воздействия, подходящего для производства органической микрозелени, необходимо использовать эффективные и устойчивые, нехимические методы обработки (Kaiser, Ernst, 2018; Moran, 2017).

Урожайность зависит от культуры (сорта), густоты стояния растений, времени, в течение которого выращивают растения, а, следовательно, и нормы высева семян. Ориентировочные данные для микрозелени некоторых культур приведены в таблице 4.

Увеличение плотности высева, чтобы максимизировать доходность, отразится на стоимости производства. Однако чрезмерная плотность может привести к нежелательным удлиненным побегам и ограниченной циркуляции воздуха, способствующей развитию грибковых заболеваний. На коммерческие цели микрозелень, как

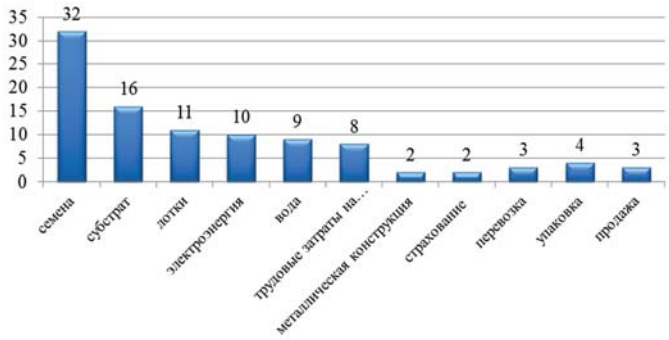

Рис. 5. Сметная стоимость основных видов затрат на производство микрозелени, % (https://www.microveggy.com/selling-microgreens/)
Fig. 5. Estimated cost of the main types of costs for the production of microgreen, % (https://www.microveggy.com/selling-microgreens/)

Таблица 5. Перечень культур, выращиваемых в системах ВСХ на коммерческих предприятиях и в академических исследованиях
Table 5. Examples of crops grown in agricultural production systems in commercial enterprises and in academic research

Культура Crop	Ссылка Citation
Микрозелень	(growing-underground.com; www.verticrop.com)
Листовые салатные культуры	(growing-underground.com; www.verticrop.com; aerofarms.com)
Земляника	(www.verticrop.com; Murthy et al., 2016; www.saturnbioponics.com)
Салат-латук	(www.saturnbioponics.com; www.skygreens.com; Touliatos et al., 2016)
Шпинат	(www.skygreens.com)
Тропические листовые овощи	(www.skygreens.com)
Смесь листовых овощей	(Saini et al., 2017; Song et al., 2018)
Кулинарные травы	(www.verticrop.com; www.saturnbioponics.com)

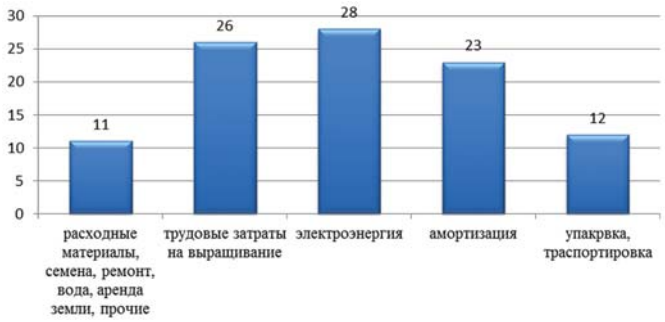

Рис. 6. Составляющие производственных затрат в вертикальных фермах, % (Kozai et al., 2015)
Fig. 6. Components of production costs in vertical farms, % (Kozai et al., 2015)

правило, выращивают в системах без почвы, то есть в системах, в которых грунт заменяется подложкой, или в которых культивирование происходит в жидкой среде с питательным раствором, содержащим все элементы, необходимые для роста и развития растения. Выращивают в контейнерах или лотках высотой 3-5 см. Нижняя часть лотка может быть с отверстиями или перфорированная для оттока лишней влаги, снабжена системой притока и оттока питательного раствора. Возможна полная автоматизация дождевания сверху. Вместо пластиковых лотков можно использовать биоразлагаемые материалы (из полимолочной кислоты (ПМК), производные крахмала).

Структура затрат на производство микрозелени представлена на рис. 5. В структуре затрат из-за высокой плотности семян затраты на семена составляют 32%, субстрат и лотки – 16 и 11% соответственно, металлические конструкции – 2%. Электроэнергия и вода вместе формируют 19% затрат, страхование – 2%. Послеуборочные затраты (перевозка, упаковка, продажа) составляют 10% (https://www.microveggy.com/selling-microgreens/).

С объединением традиционного сельского хозяйства и связанных с едой проблем в урбанизированных регионах, вертикальное сельское хозяйство (ВСХ) было предложено в качестве одного из возможных решений ГПС для мегаполисов (Despommier, 2009; Besthorn, 2013; Tornaghi, 2017). Вертикальное земледелие определяется как «выращивание» овощей вертикально с помощью новых методов ведения сельского хозяйства, который сочетает в себе дизайн здания и фермы все вместе в высотном здании внутри городов (Al-Chalabi, 2015; Kalantari et al., 2018). В настоящее время ВСХ развивается в мегаполисах, таких как Сингапур (например, Sky Green) и Нью-Йорк (например, Aerofarms) с растущими тенденциями в Европе (Al-Kodmany, 2018) и даже отмечено на 30% увеличение продаж продуктов ВСХ в Канаде (Sharma, Patil, 2018).

Повышенный интерес создал несколько типов ВСХ, отличающихся различными типами организации, размерами, интеграцией, целью и т.д. (AVF, 2017). Инвестирование в ВСХ имеет смысл, учитывая их потенциальные выгоды, такие как более короткая цепочка поставок, низкое воздействие на окружающую среду, участие сообщества, образовательные возможности, а главное, расширение ассортимента салатных культур.

Как правило, в конструкциях ВСХ можно управлять влажностью, температурой и газами, необходимыми для эффективного сельскохозяйственного производства (Brin et al., 2016; Zelenkov et al., 2018). Некоторые источники также называют эту концепцию заводом с искусственным освещением в зависимости от типа вертикальной фермы (Goto, 2012; Kozai et al., 2015). Перспектива «зеленой городской архитектуры» - это ВСХ, которое иногда называют нулевым земледелием (Specht et al., 2014; Thomaier et al., 2015).

Перечень культур, выращиваемых в системах ВСХ на коммерческих предприятиях и в академических исследованиях, представлен в таблице 5.

Составляющие производственных затрат в искусственно освещенной вертикальной ферме в Японии представлены на рисунке 6.

Электричество, рабочая сила и амортизация являются тремя основными составляющими производственных затрат. Однако следует отметить несколько аспектов: налогооблагаемое время списания основного оборудования различается по странам (в Японии это 15 лет для вертикальной фермы, 10 лет для оборудования и 5 лет для светодиодного освещения). В зависимости от отдаленности от крупных городов-потре-

Таблица 6. Среднее число семян на 0,3 метровую гряду (Grahn et al., 2015)
Table 6. Average number of seeds per 0.3 meter ridge (Grahn et al., 2015)

Культура	Число семян на 0,3 метровую гряду, шт.	Число дней от посева до сбора урожая baby leaf
Двурядник тонколистный	302400	32
Свекла столовая	28550	54
Капуста листовая	122600	37
Салат-латук	378000	45
Горчица листовая сарептская	151200	29
Горчица листовая японская	226800	29
Капуста китайская	174450	29
Шпинат	48250	36

Таблица 7. Урожайность зелени (baby leaf) двурядника тонколистного в зависимости от сроков посева семян и срезки в открытом грунте (Московская область), кг/га
Table 7. Yields of baby leaf of the perennial rocket on the timing of sowing seeds and cutting in the open ground (Moscow region), kg / ha

	Срезка зелени	2014 год	2015 год	В среднем за 2 года
Всего за 13 сроков посева	1	35222	43953	39587,5
	2	14192	12699	13445,5
	за 2 срезки	49414	56652	53033,0
В среднем за один срок посева	1	2709,4	3381,0	3045,2
	2	1091,7	976,8	1034,3
	за 2 срезки	3801,1	4357,8	4079,5

Таблица 8. Экономическая эффективность выращивания двурядника тонколистного (baby leaf) в открытом грунте Московской области (Литнецкий и др., 2019b)
Table 8. the Economic efficiency of growing perennial rocket (baby leaf) in the open ground of the Moscow region (Litnetsky et al., 2019b)

Показатель	2015 год	2016 год
Урожайность, т/га	4,9	5,6
Цена реализации (без НДС), руб./кг	164	182
Сумма реализации, тыс. руб./га	803,6	1019,2
Затраты, тыс. руб./га	448,3	532,3
Прибыль, тыс. руб./га	355,3	486,9
Себестоимость, тыс. руб./т	91,5	95,1
Рентабельность, %	79,3	91,5

бителей на упаковку и доставку приходится около 12% производственных расходов. Эти затраты могут составить всего 6-8%, если местоположение будет ближе к точке потребления. В США структура затрат аналогична, однако затраты на оплату труда выше и являются основными составляющими в издержках производства. Затраты на оплату труда, как правило, составляют 35-40% от общих затрат, а энергия 30%, как правило, делятся между освещением и климатом (отопление, вентиляция и кондиционирование). Важным моментом в США является стоимость городской рабочей силы: некоторые операции довольно трудоемки и стоят значительно дороже, чем в сельской местности. В городских условиях наемные работники работают постоянно, по сравнению с обычным сельским хозяйством, которое в Северной и Южной Америке на него могут повлиять более низкие расходы на рабочую силу нелегальных иммигрантов.

Открытие или расширение бизнеса в области микрозелени дает производителям возможность использовать существующие рынки и открывать новые. Сорта различных культур можно выгодно продавать в виде отдельных компонентов или в фирменных смесях, сочетающих различные вкусы, цвета и текстуры. В дополнение к универсальности и потенциальной прибыльности, микрозелень насыщена питательными веществами. В России на данный момент рынок микрозелени только формируется. В этом плане растет интерес как потребителей, так и инвесторов. Локальное фермерство с его коротким каналом сбыта позволяет выращивать круглогодично (3 цикла урожая в месяц, 50 недель в году) витаминную продукцию. Средняя рентабельность по чистой прибыли составляет 30 %. Незнакомое потребителю, производство микрозелени предполагает дополнительные затраты на рекламу. Рестораны являются наиболее распространенными каналами сбыта, но магазины специализированной еды и рынки некоторых фермеров также могут иметь спрос.

Сеянцы, или детские листья (baby leaf), убираемые в фазе 2-3 настоящих листьев, достигают в высоту 10-15 см и требуют для выращивания от 3 до 7 недель. Широко востребована в качестве базового компонента смешанных салатов, особенно для готовых к употреблению, потребление которых постоянно растет (Bianco, Boari, 1996; Иванова и др., 2016). Для получения продукции категории baby leaf применяют открытый грунт или пластиковые тунели, выращивают на фабриках с использованием гидропонных, аквапонных и аэропонных технологий. Свет, вода, питание растений, температура воздуха окружающей среды и в зоне корней, влажность и углекислый газ – все это можно контролировать при выращивании в помещении, чтобы оптимизировать рост и производить круглогодично с высокой предсказуемой урожайностью и коротким циклом роста. Сеянцы требуют интенсивного продолжительного освещения и потребляют значительное количество минеральных веществ, что делает выращивание достаточно затратным. Поэтому для каждой конкретной культуры (перечень которых постоянно пополняется) необходимо проводить исследования по оптимизации технологических параметров выращивания baby leaf (табл. 6).

В Италии двурядник тонколистный выращивают с осени до весны, производят от 4 до 5 срезок зелени при достижении высоты розетки листьев 10-15 см. Товарная урожайность колеблется от 500 до 1800 кг/га на каждый цикл выращивания, а общая урожайность в открытом грунте даже превышает 60000 кг/га (Bianco, Boari, 1996), в туннелях – 73000 кг/га (Morra et al., 2015).

В условиях Московской области в среднем за 2 года исследования всего за 13 сроков посева при первой срезке урожайность зелени двурядника тонколистного составила 39587,5 кг/га, при второй – 13445,5 кг/га. При этом в сумме в течение вегетации 1 га посева обеспечила урожайность зелени 53033,0 кг/га. В среднем за один срок посева при первой срезке урожайность была на уровне 3045,2 кг/га, при второй – 1034,3 кг/га, за 2 срезки – 4079,5 кг/га (табл. 7).

Осенью проводили вспашку почвы на глубину 22 см. Весной формировали гряды фрезой-грядоформователем AF 160 Super (Hortech, Италия). Перед посевом вносили азофоску (16:16:16) из расчета 500 кг/га. В открытом грунте в Московской области высевали семена с мая до середины августа, с интервалом 7 дней. Посев осуществляли сеялкой СМ 2000 (Bassi Seminatrici, Италия). Норма высева семян составляла 10 кг/га, глубина заделки – 0,2-0,3 см. Гряда шириной 130 см, 24 строки. Расстояние между строчками 5 см, между растениями в строчке 5-7 см. Семена прорастали на 5-7-е сутки. Сорт «Трция» (Enza Zaden, Нидерланды). За сезон с 25.05 по 12.08 проводили 13 посевов (Литнецкий и др., 2019a). Использование данной технологии обеспечило высокую экономическую эффективность (табл. 8).

Период вегетации (от всходов до готовой продукции: листовая пластинка длиной 10 см) составлял 30 суток. В течение вегетации дважды проводили внекорневую подкормку монокалием фосфата (норма – 2-4 кг/га). Вторую срезку проводили через 10 суток после первой срезки (Литнецкий и др., 2019b).

В защищенном грунте на гидропонике пластины из пенополистирола с различным объемом ячеек и расстоянием между ними обычно используются для производства baby leaf. Типичные объемы ячеек могут варьироваться от 2 см^3 до 10 см^3. При посеве семян шпината на сфагнум при плотности 1,5 семян на ячейку, стоимость подложки достигает 50% от общих затрат (рис. 7).

Baby leaf широко востребована в качестве базового компонента смешанных салатов, особенно для готовых к употреблению. Выращивают виды и сорта в зависимости от их формы, текстуры, вкуса и цвета. Производственный цикл короткий – 30-35 дней. В европейских странах, США и Японии этот продукт уже завоевал потребителей и получил широкое коммерческое распространение. В Италии около 26% производства листовых овощей предназначено для рынка baby leaf (Castoldi et al., 2010). В России немногие фермеры только начинают производить данную категорию продукции. Рентабельность производства в открытом грунте достигает 90%, в защищенном – 30-35%. Ключевой стратегией на будущее будет проведение испытаний в различных средах на разных культурах.

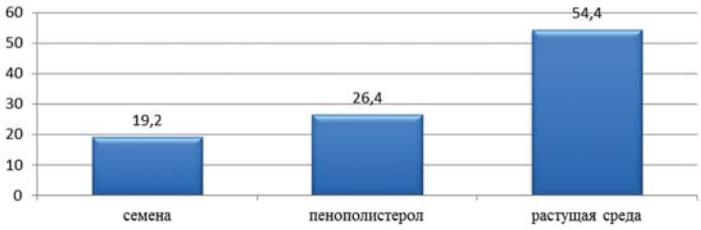

Рис. 7. Затраты на производство baby leaf шпината на гидропонике (Janeczko, Timmons, 2019)
Fig. 7. Costs of producing baby leaf spinach on hydroponics (Janeczko, Timmons, 2019)

Заключение

В настоящее время возрастает интерес потребителей на растительные продукты, которые улучшают физическую работоспособность, снижают риск заболеваний и увеличивают продолжительность жизни. Однако в современном обществе при занятом образе жизни у многих людей не хватает времени для покупки, переработки и приготовления блюд. Поэтому спрос на богатые питательными веществами удобные пищевые продукты постепенно увеличивается во всем мире. Листовые овощи – один из таких продуктов, богатых витаминами, минералами, фенольными соединениями и пищевыми волокнами. Листовые овощи с привлекательным внешним видом, вкусом, ароматом и текстурой, минимальной обработкой являются одним из современных инноваций в этой области. Их собирают на очень ранней стадии созревания и подвергают минимальной кулинарной обработке, в основном едят сырыми. Питательный потенциал связан с содержанием биологически активных соединений, включая белок, жирные кислоты, пищевые волокна, витамины, минералы, каротиноиды и фенольные соединения.

Рынок розничной торговли специальными овощами движется быстрыми темпами, что обусловлено требовательной клиентской базой, которая привыкла получать качественную продукцию круглый год. Такие потребители также хотят свежий местный продукт. При правильном планировании и организации труда производство пучковой зелени, микрозелени и baby leaf обеспечивает стабильный доход. Сочетание традиционных и новых технологий выращивания зеленных овощных культур в условиях открытого и защищенного грунта позволяет обеспечить потребности рынка высококачественной продукцией. Постоянное совершенствование новых технологий, снижение стоимости расходных материалов, экономное расходование энергии, воды и повышение производительности труда способствуют снижению себестоимости и цены продукции.

Выращивание салата ромэн на гидропонике

Об авторах:
Иванова Мария Ивановна – доктор с.-х. наук, профессор РАН, главный научный сотрудник отдела селекции и семеноводства, https://orcid.org/0000-0001-7326-2157
Бухаров Александр Фёдорович – доктор с.-х. наук, главный научный сотрудник отдела селекции и семеноводства, https://orcid.org/0000-0003-1910-5390
Разин Анатолий Федорович – доктор экономических наук, главный научный сотрудник отдела экономики, https://orcid.org/0000-0003-4509-6774
Кашлева Анна Ивановна – кандидат с.-х. наук, старший научный сотрудник отдела селекции и семеноводства

About the authors:
Maria I. Ivanova – Doc. Sci. (Agriculture), Professor, Russian Academy of Sciences, Chief Researcher of the Department of Breeding and Seed Production, https://orcid.org/0000-0001-7326-2157
Aleksandr F. Bukharov – Doc. Sci. (Agriculture), Chief Researcher of the Department of Breeding and Seed Production, https://orcid.org/0000-0003-1910-5390
Anatoly F. Razin – Doc. Sci. (Economics), Chief Researcher, Department of Economics, https://orcid.org/0000-0003-4509-6774
Anna I. Kashleva – Cand. Sci. (Agriculture), Senior Researcher of the Department of Breeding and Seed Production

Литература / References

1. Despommier D. The rise of vertical farms. *Scientific American.* 2009;30(5):80-87.
2. FAO, IFAD, WFP. The State of Food Insecurity in the World 2015. In: *Proceedings of Meeting the 2015 International Hunger Targets: Taking Stock of Uneven Progress. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Rome.* 2015.
3. WHO. Database on Anaemia, Vitamin and Mineral Nutrition Information System (VMNIS). *World Health Organization, Geneva.* 2016.
4. Ng M., Fleming T., Robinson M., Thomson B., Graetz N. Global, regional, and national prevalence of overweight and obesity in children and adults during 1980–2013: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study. 2013. Lancet. 2014;384:766-781.
5. Rosin C., Stock P., Campbell H. Food systems failure: The global food crisis and the future of agriculture: Routledge. 2013.
6. Heikkilä E., Kashinoro H. Differential urbanization trends in Europe: the European case. International handbook of urban policy: *Issues in the developed world.* 2009;2:25-45.
7. Madlener R., Sunak Y. Impacts of urbanization on urban structures and energy demand: What can we learn for urban energy planning and urbanization management? *Sustainable Cities and Society.* 2011;1(1):45-53.
8. Vermeir I., Verbeke W. Sustainable food consumption: Exploring the consumer "attitude – behavioral intention" gap. *Journal of Agricultural and Environmental ethics.* 2006;19(2):169-194.
9. de Zeeuw H., Drechsel P. Cities and agriculture: Developing resilient urban food systems: Routledge. 2015.
10. Mougeot L.J. Urban agriculture: Definition, presence, potentials and risks, and policy challenges. *Cities feeding people series; rept.* 31. 2000.
11. Агро XXI. Retrieved from https://www.agroxxi.ru
12. Шатилов М.В., Иванова М.И., Разин О.А., Сурихина Т.Н., Кузякин М.В., Соколова Е.С., Буканов В.С. Производство салата: опыт в Московской области. Картофель и овощи. 2019;9:15-17. [Shatilov M.V., Ivanova M.I., Razin O.A., Surikhina T.N., Kuzyakin M.V., Sokolova E.S., Bukanov V.S. Lettuce production: experience in the Moscow region. *Kartofel' i ovoshhi.* 2019;9:15-17. (In Russ.)]
13. Солдатенко А.В., Разин А.Ф., Шатилов М.В., Иванова М.И., Тактарова С.В., Кузякин М.В., Соколова Е.С., Буканов В.С. Проблемы производства салата в открытом грунте и особенности его выращивания в условиях мелкотоварного производства (на примере ООО "Весёлый агроном" Дмитровского района Московской области). Овощи России. 2018;2(40):55-60. https://doi.org/10.18619/2072-9146-2018-2-55-60 [Soldatenko A.V., Razin A.F., Shatilov M.V., Ivanova M.I., Taktarova S.V., Kuzyakin M.V., Sokolova E.S., Bukanov V.S. Problems of lettuce production in open ground and peculiarities of his growing in conditions of small- manufacture production (on the example of LLC "Vesely agronom" Dmitrovskiy district of Moscow region). *Vegetable crops of Russia.* 2018;(2):55-60. (In Russ.) https://doi.org/10.18619/2072-9146-2018-2-55-60]
14. Seavert C., McReynolds R., Bubl C., Andrews N., Freeborn J. Enterprise Budget: Leaf Lettuce, Conventional, Fresh Market, Willamette Valley Region. *Enterprise Budget, Corvallis, OR: Oregon State University,* 2007.
15. Crowder D.W., Reganold J.P. Financial competitiveness of organic agriculture on a global scale. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America.* 2015;7611-7616.
16. Philpot T. There's a Place That's Nearly Perfect for Growing Food. *It's Not California. Mother Jones, April* 20, 2015.
17. Schetelig. Retrieved from www.schetelig.com
18. IFarm. Retrieved from https: ifarmproject.ru
19. Иванова М.И., Кашлева А.И., Михайлов В.В., Разин О.А. Инновационная специфическая продукция: органические ростки (microgreens) и сеянцы (baby leaf). *Овощи России.* 2016;1(30):29-33. https://doi.org/10.18619/2072-9146-2016-1-29-33 [Ivanova M.I., Kashleva A.I., Michailov V.V., Razin O.A. Innovative specific products: organic sprouts (microgreens) and seedlings (baby leaves).*Vegetable crops of Russia.* 2016;(1):29-33. (In Russ.) https://doi.org/10.18619/2072-9146-2016-1-29-33]
20. Treadwell D., Hochmuth R., Landrum L., Laughlin W. Microgreens: A New Specialty Crop; University of Florida IFAS Extension: Gainesville, FL, USA, 2010.
21. Xiao Z., Luo Y., Lester G.E., Kou L., Yang T., Wang Q. Postharvest quality and shelf life of radish microgreens as impacted by storage temperature, packaging film, and chlorine wash treatment. LWT - Food Science and Technology. 2014;55:551–558.
22. 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.
23. Pinto E., Almeida A.A., Aguiar A.A., Ferreira I.M.P.L.V.O. Comparison between the mineral profile and nitrate content of microgreens and mature lettuces. *Journal of Food Composition and Analysis.* 2015;37:38–43.
24. Di Gioia F., Santamaria P. Microgreens: Novel fresh and functional food to explore all the value of biodiversity. *Italy: ECO-logica srl Bari.* 2015;118.
25. Kyriacou M.C., El-Nakhe, C., Graziani G., Pannico A., Soteriou G.A., Giordano M., Ritienei A., De Pascale S., Rouphael Y. Functional quality in novel food sources: Genotypic variation in the nutritive and phytochemical composition of thirteen microgreeens species. *Food Chem.* 2019;277:107–118.
26. Di Gioia F., De Bellis P., Mininni C., Santamaria P., Serio F. Physicochemical, agronomical and microbiological evaluation of alternative growing media for the production of rapini (*Brassica rapa* L.) microgreens. *Journal of the Science of Food and Agriculture.* 2016;96. http://dx.doi.org/10.1002/jsfa.7852.
27. Xiao Z., Lester G.E., Park E., Saftner R.A., Luo Y., Wang Q. Evaluation and correlation of sensory attributes and chemical compositions of emerging fresh produce: microgreens. *Postharvest Biology and Technology.* 2015;110:140–148.
28. Kaiser C., Ernst M. Microgreens. Center for Crop Diversification, University of Kentucky College of Agriculture, Food and Environment. 2018. http://www.uky.edu/ccd/sites/www.uky.edu.ccd/files/microgreens.pdf
29. Moran N. Managing diseases in microgreens. Produce Grower, GIE Media Inc. 2017. http://www.producegrower.com/article/managing-diseases-in-microgreens/
30. Johnnyseeds. Retrieved from https://www.johnnyseeds.com/vegetables/microgreens/
31. Microveggy. Retrieved from https://www.microveggy.com/selling-microgreens/
32. Besthorn F.H. Vertical farming: Social work and sustainable urban agriculture in an age of global food crises. *Australian Social Work.* 2013;66(2):187-203.
33. Tornaghi C. Urban Agriculture in the Food-Disabling City: (Re) defining Urban Food Justice, Reimagining a Politics of Empowerment. *Antipode.* 2017;49(3):781-801.
34. Al-Chalabi M. Vertical farming: Skyscraper sustainability? *Sustainable Cities and Society.* 2015;18:74- 77.
35. Kalantari F., Tahir O.M., Joni R.A., Fatemi E. Opportunities and challenges in sustainability of vertical farming: A review. *Journal of Landscape Ecology.* 2018;11(1):35-60.
36. Al-Kodmany K. The Vertical Farm: A Review of Developments and Implications for the Vertical City. *Buildings.* 2018;8(2):24
37. Sharma M., Patil C. Recent trends and advancements in agricultural research: An overview. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry.* 2018;7(2):1906-1910.
39. AVF. Urban Agriculture Integration Typology. 2017. Retrieved from https://vertical-farming.net/verticalfarming/integration-typology/
40. Brin H., Fesquet V., Bromfield E., Murayama D., Landau J., Kalva P. The state of vertical farming. Association for Vertical Farming. 2016. Retrieved from https://vertical-farming.net/whitepapers/
41. Zelenkov V.N., Petrichenko V.N., Potapov V.V., Eliseeva L.G., Ivanova M.I., Latushkin V.V., Novikov V.B. Verification of the complex preparation of hydrothermal nanosilicon with krezacin for hydroponic growing of lettuce in a closed system of the ITS-1 phytotron. *Current Biotechnology.* 2018;(3):378.
42. Goto E. Plant production in a closed plant factory with artificial lighting. *Paper presented at the VII International Symposium on Light in Horticultural Systems.* 2012. 956 p.
43. Kozai T., Niu G., Takagaki M. Plant factory: an indoor vertical farming system for efficient quality food production: Academic Press. 2015.
44. Specht K., Siebert R., Hartmann I., Freisinger U.B., Sawicka M., Werner A., Dierich A. Urban agriculture of the future: an overview of sustainability aspects of food production in and on buildings. *Agriculture and human values.* 2014;31(1):33-51.
45. Thomaier S., Specht K., Henckel D., Dierich A., Siebert R., Freisinger U.B., Sawicka M. Farming in and on urban buildings: Present practice and specific novelties of Zero-Acreage Farming (ZFarming). *Renewable Agriculture and Food Systems.* 2015;30(1):43-54.
46. Growing Underground. Retrieved from growing-underground.com
47. VertiCrop. Retrieved from www.verticrop.com
48. AeroFarms. Retrieved from aerofarms.com
49. Murthy B.N.S., Karimi F., Laxman R.H., Sunoj V.S.J. Response of strawberry cv. Festival grown under vertical soilless culture system. *Indian Journal of Horticulture.* 2016;73:300–303. doi:10.5958/0974-0112.2016.00066.9
50. Saturn Bioponics. Retrieved from www.saturnbioponics.com
52. Sky Greens. Retrieved from www.skygreens.com
53. Touliatos D., Dodd I.C., McAinsh M.R. Vertical farming increases lettuce yield per unit area compared to conventional horizontal hydroponics. *Food and Energy Security.* 2016;5:184–191. doi:10.1002/fes3.83
54. Song X.P., Tan H.T.W., Tan P.Y. Assessment of light adequacy for vertical farming in a tropical city. *Urban Forestry and Urban Greening.* 2018;29:49–57. doi:10.1016/j.ufug.2017.11.004
55. Saini R.K., Ko E.Y., Keum Y.-S. Minimally processed ready-to-eat baby-leaf vegetables: Production, processing, storage, microbial safety, and nutritional potential. *Food Rev. Int.* 2017;33:644–663.
56. Bianco V.V., Boari F. Up-to-date developments on wild rocket cultivation. In Rocket: A Mediterranean Crop for the World. *Report of a Workshop, Legnaro (Italy)* 13–14 December 1996.
57. Grahn C.M., Benedict C., Thornton T., Miles C. Production of baby-leaf salad greens in the spring and fall seasons of northwest Washington. *HortScience.* 2015;50:1467–1471.
58. Morra L., Bilotto M., Baiano S., Saviello G., Cerrato D. Annual effects of different organic fertilisers in a baby leaf crops system under tunnel in Southern Italy. *Italian Journal of Agronomy.* 2015;10(3):144-150. https://doi.org/10.4081/ija.2015.642
59. Литнецкий А.В., Иванова М.И., Кашлева А.И. Механизированная технология производства baby leaf двурядника тонколистного (*Diplotaxis tenuifolia* (L.) D.C.) в условиях Московской области. *Электротехнологии и электрооборудование в АПК.* 2019a;3(36):56-62. [Litnetskiy A.V., Ivanova M.I., Kashleva A.I. Mechanized production technology of baby leaf perennial rocket (*Diplotaxis tenuifolia* (L.) D.C.) in the Moscow region. *Jelektrotehnologii i jelektrooborudovanie v APK.* 2019a;3(36):56-62. (In Russ.)]
60. Литнецкий А.В., Иванова М.И., Кашлева А.И., Балеев Д.Н., Бухаров А.Ф., Михайлов В.В., Девочкина Н.Л. Выращивание двурядника тонколистного в открытом грунте. *Картофель и овощи.* 2019b;1:16-18. DOI: 10.25630/PAV.2019.61.1.004 [Litnetskiy A.V., Ivanova M.I., Kashleva A.I., Baleev D.N., Bukharov A.F., Mikhailov V.V., Devochkina N.L. Cultivation of perennial rocket in the open ground. *Kartofel' i ovoshhi.* 2019b;1:16-18. DOI: 10.25630 / PAV.2019.61.1.004 (In Russ.)]
61. Janeczko D.B., Timmons M.B. Effects of Seeding Pattern and Cultivar on Productivity of Baby Spinach (*Spinacia oleracea*) Grown Hydroponically in Deep-Water Culture. *Horticulture.* 2019;5:20. doi:10.3390/horticulturae5010020
62. Castoldi N., Bechini L., Ferrante A. Fossil energy usage for the production of baby leaves. *Energy.* 2010;36:86-93.