

УДК 634.75

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТРЁХ СОРТОВ ЗЕМЛЯНИКИ САДОВОЙ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ В УСЛОВИЯХ ГИДРОПОННОЙ КУЛЬТУРЫ

О.А. Киселева¹✉, В.В. Бахтина², Е.А. Говоруха³

¹Свердловская селекционная станция садоводства – структурное подразделение ФГБНУ «Уральский федеральный аграрный научно-исследовательский центр Уральского отделения Российской академии наук», 620061, ул. Главная, 21, г. Екатеринбург, Россия, kiselevaolga@inbox.ru

²ФГБОУ ВО «Уральский государственный медицинский университет», 620028, ул. Репина, 3, г. Екатеринбург, Россия, rebus256@rambler.ru

³ФГБУН Ботанический сад УрО РАН, 620061, ул. 8 Марта 202А, г. Екатеринбург, Россия, aumildar@gmail.com

Аннотация

Выращивание земляники садовой в условиях защищенного грунта актуально в регионах с суровым климатом, в том числе на Урале. Специализированные сити-фермы для выращивания фреш-сырья востребованы в связи с его популярностью. На Среднем Урале в Свердловской области впервые проведено сравнительное изучение трёх сортов земляники садовой зарубежного происхождения (Альба, Альбион, Милан) при возделывании в условиях искусственного освещения и полива на установке Vefarm Green. Закладку плантации проводили усами. В качестве субстрата использовали смесь агроперлита и торфа, подкормки методом периодического затопления с помощью универсального комплексного минерального трёхкомпонентного удобрения. Поддерживали рН питательного раствора в пределах от 5,5 до 6,5; электропроводность от 1,3 до 1,8 миллисименс, температура воздуха от +16°C до +24°C, влажность от 15% до 35%. Длина светового дня 16 часов, уровень фотосинтетически активной радиации 400 мкМоль/м²с. Укоренение усов произошло за 14 дней. Самая высокая выживаемость наблюдалась у сорта Милан, но полноценных плодов он не дал. Цветение растений наблюдалось в условиях сити-фермы на 21 день после закладки опыта. Темпы развития растений в условиях эксперимента соответствовали описанным в литературе исследованиям, где землянику садовую возделывали без почвы в условиях светокультуры на фоне искусственного полива. Удовлетворительные результаты по урожаю получены только по двум сортам. Первый урожай был получен спустя почти два месяца после закладки опыта и составил для сорта Альба 0,9...3,6 кг/м², для сорта Альбион 0,9...2,4 кг/м². Продуктивность сити-ферм при получении урожая ягод земляники садовой сопоставима с урожайностью уральских сортов в полевых условиях. Однако масса полученных ягод была ниже, чем указано в сортовых характеристиках. Необходима дальнейшая работа по разработке более эффективных технологических карт возделывания земляники садовой на сити-фермах.

Ключевые слова: *Fragaria* × *ananassa* Duch., сорта земляники, гидропонное возделывание, урожай, сити-фермы, беспочвенное выращивание

COMPARATIVE CHARACTERISTICS OF THREE STRAWBERRY VARIETIES WHEN HYDROPONIC CULTIVATED

O.A. Kiseleva¹ , V.V. Bahtina², E.A. Govorukha³

¹Sverdlovsk Breeding Station of Horticulture – the Structural Subdivision of Ural Federal Agrarian Scientific Research Centre, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, 620061, Glavnaya st., 21, Yekaterinburg, Russia, kiselevaolga@inbox.ru

²Ural State Medical University, 620028, Repina st., 3, Yekaterinburg, Russia, rebus256@rambler.ru

³Institute Botanic Garden, Ural Branch, Russian Academy of Sciences, 620061, March 8 st., 202A, Yekaterinburg, Russia, aumildar@gmail.com

Abstract

Growing strawberries in protected plant house conditions is important in regions with severe climates, including the Urals. City farms for growing fresh raw materials are in demand due to its popularity. In the Middle Urals (Sverdlovsk region), a comparative study of three strawberries varieties (Alba, Albion, Milan) on city farms was carried out for the first time. Plants were cultivated under conditions of artificial lighting and irrigation on the Vefarm Green installation. The setting up of the plantation was carried out with runners of strawberry using varieties of foreign origin. Agroperlite and peat mixture was used as a substrate; top dressing was carried out by periodic flooding using a universal complex mineral three-component fertilizer. The pH of the nutrient solution was maintained between 5.5 and 6.5; electrical conductivity – from 1.3 to 1.8 millisiemens, air temperature – from +16°C to +24°C and humidity – from 15% to 35%. The duration of daylight was 16 hours; the level of photosynthetically active radiation was 400 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$. The rooting occurred in 14 days. The highest survival rate was observed for the Milan, but it did not produce healthy ordinary fruits. Flowering of plants started on 21 days after the beginning of the experiment. The plant flowering under our experimental conditions was similarly like studies with soilless culture of strawberries cultivated in made-up lighting and irrigation. Satisfactory results were obtained only for two varieties. The first harvest was obtained almost two months after the start of the experiment. Yield of strawberry Alba amounted 0.9–3.6 kg/m^2 and Albion 0.9–2.4 kg/m^2 . The productivity of the strawberries on city farms was comparable with the productivity of Ural varieties in the field conditions. However, the weight of the berries was lower than indicated in the varietal characteristics. Further work is necessary to develop more effective technological process for cultivating garden strawberries on city farms.

Key words: *Fragaria* × *ananassa* Duch., strawberry varieties, hydroponics, yield, city farms, soilless culture

Введение

Новые технологии промышленного растениеводства активно внедряются в аграрную практику. В регионах с суровым климатом выращивание многих культурных растений ограничено коротким периодом вегетации, резкими колебаниями погодных условий (Невоструева, Андреева, 2018; Слепнева и др., 2019). Нередко усугубляет проблемы возделывания неблагоприятная фитосанитарная обстановка (Стольников, Лутов, 2009; Bulgakov, Shiryaev, 2021). В то же время спрос на фрэш-продукцию у населения велик и постоянно растет (Киселева и др., 2022).

Одной из крайне популярных культур, потребляемых в свежем виде, является земляника садовая (Benke, Tomkins, 2017; Ramírez-Gómez et al., 2012). Эта ягодная культура на Среднем Урале хорошо известна в любительском садоводстве (Невоструева, Андреева, 2018; Слепнева и др., 2019). Долгое время промышленных плантаций в регионе не было. Для почвенно-климатических условий Свердловской области, например, подходят сорта: Альтаир, Бова, Дуэт, Италмас, Первоклассница, Солнечная полянка, Соловушка, Форсаж,

Pandora (Невоструева, Андреева, 2018). Однако в последние годы не только условия перезимовки, но и летние продолжительные засухи стали угрожать возможности получения урожая в открытом грунте (Невоструева, Андреева, 2018; Стольникова, Лутов, 2009). Даже высоко адаптированные сорта земляники показывают неудовлетворительные результаты на фоне контрастных условий вегетационных периодов последних лет на Среднем Урале (Невоструева, Андреева, 2018).

Возможность получать урожай земляники садовой в искусственных условиях с использованием гидропонных установок различной конструкции обсуждается иностранной литературе довольно широко (Alvarado-Chávez et al., 2020; Ramírez-Arias et al., 2018; Ramírez-Gómez et al., 2012). Однако в России широкое распространение сити-фермы получили сравнительно недавно. Использование промышленных автоматизированных клубничников – гидропонных установок для возделывания земляники садовой с целью получения ягод – перспективное направление развития инженерно-технической мысли в растениеводстве.

Для получения плодов земляники садовой на гидропонных сити-фермах необходим здоровый посадочный материал, четкое соблюдение режимов освещения и питания растений в зависимости от субстрата (Hofkens et al. 2021; Ramírez-Arias et al., 2018; Ramírez-Gómez et al., 2012). Важно, что в силу специфики каждого конкретного инженерного решения для возделывания земляники садовой в искусственных условиях требуется предварительный подбор сортов (Bentvelsen, Souillat, 2017; Murthy et al., 2016) и разработка специфических режимов культивирования (Ramírez-Arias et al., 2018; Ramírez-Gómez et al., 2012).

Цель исследования – изучение особенностей роста и плодоношения трёх сортов земляники садовой зарубежного происхождения на отечественной гидропонной сити-ферме с временным затоплением Vefarm Green.

Материалы и методы

В качестве модельных объектов были выбраны современные крупноплодные сорта земляники садовой: Альба, Альбион, Милан. Альба – итальянский короткодневный сорт, Альбион – калифорнийский нейтральнодневный ремонтантный сорт, Милан – итальянский нейтральнодневный ремонтантный сорт.

Опыт был поставлен в условиях сити-фермы Vefarm Green (производства ООО «Агроаспект плюс», Екатеринбург, модель 2014 года), технические характеристики которой представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Технические характеристики отечественной сити-фермы Vefarm Green

Параметр	Значение
Потребляемая мощность, кВт/час	0,8
Размер (ш × в × д), мм	600 × 2000 × 4100
Светодиодное освещение, Вт/м ²	160
Осветительная система, мкМоль/м ² с	400
Объём бака, л	400
Число ярусов, шт.	3
Число поддонов в каждом ярусе, шт.	2
Размер поддона (ширина × длина), мм	600 × 2000
Расстояние между ярусами, мм	400
Вместимость одного поддона (количество растений в сосудах 0,5 л), шт.	89
Вместимость установки (количество растений в сосудах 0,5 л на всех ярусах), шт.	534

Установка разделена на две половины, каждая из которых разделена на три яруса, что позволяет при закладке опытов использовать две повторности, число опытных делянок в опытах всего шесть (по 3 в каждой повторности).

В качестве субстрата выращивания на сити-ферме был использован верховой торф Klasmann TS1 (рецептура 085) и агроперлит в пропорции 1:1. Полив производили питательным раствором методом временного затопления ежедневно 2 раза в день. Для приготовления питательного раствора было использовано универсальное концентрированное комплексное минеральное трёхкомпонентное удобрение Tripart Flora Series (GHE). Соотношение каждого из трёх компонентов меняли в зависимости от фазы развития растения в соответствии с рекомендациями производителя.

Оптимальное значение pH раствора и его электропроводность (ЕС) измеряли датчиками и контролировали согласно инструкции к удобрению. Во время культивирования pH раствора варьировал в пределах от 5,5 до 6,5; электропроводность – от 1,3 до 1,8 миллисменс. Измерения проводили с помощью карманных портативных тестеров (ЕС/TDS/°C/°F Milwaukee EC 60 и Milwaukee pH55).

Микроклиматические условия поддерживали, исходя из рекомендаций, выработанных зарубежными коллегами при возделывании земляники садовой на сити-фермах (Bentvelsen, Souillat, 2017; Hofkens et al. 2021; Ramírez-Arias et al., 2018; Ramírez-Gómez et al., 2012). Во время плодоношения обеспечили оптимальную дневную температуру +24°C, при этом ночная опускалась не ниже +16°C. Все время культивирования использовали искусственное светодиодное освещение. Длина светового дня – 16 часов, уровень фотосинтетически активной радиации – 400 мкМоль/м²с. Проветривание проводили по мере необходимости. Влажность в помещении составляла от 15% до 35%.

Посадочный материал для закладки вегетационных опытов был предоставлен ООО «Агроаспект плюс». Возделывание началось с обработки розеток земляники садовой первого порядка, которые использовались нами в качестве посадочного материала. Их перебирали, выбраковывали, наиболее жизнеспособные розетки с заметными зачаточными корешками замачивали для обеззараживания в препарате «Превикур» по инструкции.

Объем материала, использованного для закладки опыта, представлен в таблице 2.

Таблица 2 – Схема опытов

Показатели	Сорта		
	Альба	Альбион	Милан
Опыт №1			
Общее количество взятых розеток, шт.	95	135	60
Количество розеток в повторности 1, шт.	47	67	30
Количество розеток в повторности 2, шт.	48	68	30
Число сосудов с растениями (0,2 л) на одном поддоне (опытная делянка), шт.	15...16	22...23	10
Опыт №2			
Количество укорененных растений для дальнейших наблюдений, шт.	38	90	60
Количество растений в повторности 1, шт.	19	45	30
Количество растений в повторности 2, шт.	19	45	30
Число сосудов с растениями (0,5 л) на одном поддоне (опытная делянка), шт.	6...7	15	10

Эксперимент состоял из двух опытов: опыт №1 – наблюдение за укоренением розеток земляники садовой, опыт №2 – наблюдение за полноценными укорененными растениями.

Фактором во всех опытах выступал сорт растений. В первом случае в качестве учетных растений служили розетки земляники садовой трех сортов, на втором – развитые растения. В обоих опытах использовали рандомизированное размещение пронумерованных растений в поддонах (опытные делянки). Каждую неделю растения с одного яруса перемещали на другой ярус.

Первоначально, укоренение розеток производили в технологических стаканчиках объемом 0,2 л, далее растения обрабатывали стимулятором роста («Эпин»). После укоренения провели перевалку укоренившихся растений из стаканчиков объемом 0,2 л в сосуды объемом 0,5 л. Опыление растений проводили кисточкой. Урожай определяли весовым методом и учетом количества ягод с 1 растения.

В ходе проведения опыта проводили учеты показателей: количество листовых пластинок на кусте, количество плодов на кусте, масса каждого плода. Результаты вегетационного опыта оценивали с использованием программ Microsoft Excel 2013 и Statistica 10.0, сделан подсчет среднего значения ($\bar{X}$) и среднеквадратического отклонения (σ), коэффициентов вариации (CV) изученных морфометрических признаков.

Результаты и их обсуждение

В условиях сити-фермы укоренение сортов произошло за 14 дней, что соответствует литературным данным об особенностях выращивания культуры на гидропонике (Bentvelsen, Souillat, 2017). В процессе укоренения наблюдался большой выпад растений у сортов Альба и Альбион. Наибольшее число укоренённых растений наблюдали у сорта Милан (100%), наименьшее – у сорта Альба (40%). У растений сорта Альбион укореняемость составила 66,7%.

Динамика прироста количества листьев отражена в таблице 3. У сортов Милан и Альбион формирование новых листьев происходило быстрее, чем у сорта Альба. Наибольшее количество листьев к концу эксперимента наблюдали у растений сорта Милан (до 16 листовых пластинок на одном кусте). Компактные кусты сформировались у растений сорта Альба (до 9 листовых пластинок на одном кусте).

Таблица 3 – Результаты учета листьев земляники садовой

Сорт	Количество листовых пластинок, шт.					
	14 день		28 день		42 день	
	$\bar{X} \pm \sigma$	CV, %	$\bar{X} \pm \sigma$	CV, %	$\bar{X} \pm \sigma$	CV, %
Альба	2,92±0,88	30,18	5,21±0,77	14,91	6,7±0,97	14,35
Альбион	5,19±1,37	26,44	9,04±1,56	17,22	14,43±1,55	10,75
Милан	5,27±1,10	20,94	8,92±1,17	13,11	14,56±1,72	11,81

Рассчитаны значения $HCP_{0,5}$ для сравнения сортов по числу листовых пластинок 14, 28 и 42 день опыта, представленные в таблице 4. Обработка результатов не показала статистически достоверной разницы между сортами Милан и Альбион по количеству листьев на протяжении эксперимента, в отличие от попарных сравнений сортов Альба и Милан, Альба и Альбион.

Таблица 4 – Существенность различия между выборками по количеству листьев

Варианты сравнения сортов	$HCP_{0,5}$		
	14 день	28 день	42 день
Милан – Альба	0,40	0,39	0,54
Милан – Альбион	0,42	0,44	0,55
Альба – Альбион	0,42	0,41	0,45

Примечание: полужирным выделена существенная разница между сортами при уровне значимости 0,05

Через три недели после закладки опыта сорта Милан и Альбион сформировали первые цветки (таблица 5). Важно, что первую спелую ягоду у сорта Милан удалось собрать на две с половиной недели раньше, чем у остальных сортов. У растений сорта Альба начало фаз цветения и плодоношения наблюдали позже на неделю.

Таблица 5 – Прохождение фаз развития у растений земляники садовой, выращенных из розеток, дней

Сорт	Количество дней от укоренения до начала фазы развития		Начало сбора урожая
	Бутонизация	Плодообразование	
Альба	28	35	51
Альбион	21	28	51
Милан	21	28	34

По особенностям плодоношения сорта Альба и Альбион имели близкие показатели (таблица 5). Несмотря на раннее начало плодоношения, на опытных растениях земляники садовой сорта Милан сформировался единственный цветок и один плод необычной формы массой 5,52 г. Больше цветения и плодоношения у этого сорта не наблюдалось. Возможно, для закладки цветковых почек растениям сорта Милан необходимо больше времени от укоренения до цветения.

Дальнейшие наблюдения за характером плодоношения проводили только у сортов Альба и Альбион. Внешний вид плодоносящего растения сорта Альбион в условиях сити-фермы показан на рисунке 1.



Рисунок 1 – Растение сорта Альбион в условиях гидропонной культуры

Стоит отметить, что даже в пределах одного сорта наблюдалось широкое варьирование массы плодов (таблица 6). Средняя масса плодов у растений сортов Альба и Альбион в опыте была ниже, чем заявленная в их сортовых характеристиках. Наличие мелких плодов делает выращивание земляники садовой на сити-ферме маловыгодным. Именно поэтому следует сосредоточить дальнейшие усилия на подборе условий для получения более крупных, выравненных по массе плодов у исследуемых сортов.

Таблица 6 – Продуктивность земляники садовой в условиях сити-фермы

Сорт	Масса плодов, г		Количество плодов с куста, шт.		Продуктивность, г	Урожайность, кг/ м ²
	$\bar{X} \pm \sigma$	CV, %	Min	Max		
Альба	5,91±4,72	79,97	2	8	18,76±11,65	0,9...3,6
Альбион	6,30±3,25	51,57	2	5	15,11±5,29	0,9...2,4

Дисперсионный анализ по массе одного плода для сортов Альба и Альбион показал, что $HCp_{0,5} = 3,26$. Таким образом, по данному показателю не удалось зафиксировать статистически достоверной разницы между сортами при возделывании в условиях гидропонной культуры.

По сравнению с сортами и гибридами, которые созданы для культивирования на гидропонике (Bentvelsen, Souillat, 2017), урожайность и продуктивность изученных сортов оказалась значительно ниже (более чем в три раза). В условиях проведенного эксперимента, который длился 10 недель, растения не достигли максимальной продуктивности. Однако удалось установить их сортовые особенности, связанные с приживаемостью, окоренностью, ростом и развитием надземной массы.

Таким образом, для оптимизации технологических процессов выращивания земляники садовой на базе сити-фермы Vefarm Green, требуются дополнительные поисковые работы, более длительные опыты. Также необходимо испытание иных составов питательного раствора, влияния светового режима и условий отбора розеток с маточных растений.

Заключение

В результате проведенного рекогносцировочного исследования было показано, что в искусственных условиях гидропонной сити-фермы возможно возделывание земляники садовой сортов Альба, Альбион, Милан. Для укоренения растений изученных сортов из розеток первого порядка потребовалось две недели, при этом наименьший период укоренения наблюдали у сорта Милан, наибольший – у сорта Альба. Динамика прироста количества листьев, отражающая скорость наращивания наземной массы, была схожа у растений сортов Милан и Альбион, статистически достоверно отличался от них тугорослый сорт Альба. В условиях проведенного эксперимента не удалось достигнуть нормального развития генеративной сферы у растений сорта Милан, урожай удалось собрать только с растений сортов Альба, Альбион. У этих сортов наблюдалась высокая вариабельность показателей продуктивности – широкие диапазоны варьирования не только массы плодов, но и их количества на кусте. Наибольшая масса одного плода наблюдалась у сорта Альбион, наибольшее количество ягод и масса ягод с одного растения – у сорта Альба. Низкая полученная урожайность свидетельствует о необходимости дальнейшей оптимизации технологического процесса гидропонного возделывания земляники садовой изученных сортов на сити-фермах Vefarm Green.

Финансирование

Исследование выполнено в соответствии с государственным заданием по теме «Создание конкурентоспособных, высокоурожайных сортов зерновых, зернобобовых, кормовых, плодово-ягодных культур и картофеля мирового уровня на основе перспективных генетических ресурсов, устойчивых к био- и абиотическим факторам» (№ 0532-2021-0008).

Конфликт интересов: Оборудование и расходные материалы для проведения исследований предоставлены компанией «ООО Агроаспект плюс» на безвозмездной

основе. Компания не участвовала и не оказывала влияния на проведение исследований, сбор данных, их обработку, интерпретацию, подготовку рукописи.

Литература

1. Киселёва О.А. Клобуков Г.И., Будевич В.А. Количество фенольных соединений в пряно-ароматических растениях, выращенных в условиях гидропоники // Субтропическое и декоративное садоводство. 2022. 81. 127-136. <https://doi.org/10.31360/2225-3068-2022-81-127-136>
2. Невоструева Е.Ю., Андреева Г.В. Исследования сортообразцов земляники в нестабильных условиях вегетационных периодов Среднего Урала // Современное садоводство. 2018. 3. 90-94 <https://doi.org/10.24411/2312-6701-2018-10313>
3. Слепнева Т.Н., Макаренко С.А., Котов Л.А., Тарасова Г.Н., Тележинский Д.Д., Исакова М.Г., Чеботок Е.М., Евтушенко Н.С., Невоструева Е.Ю., Андреева Г.В. Районированные и перспективные сорта для садоводства Урала. Екатеринбург: УрФАНИЦ УрО РАН, 2019. 171. <https://elibrary.ru/kjltwt>
4. Стольникова Н.П., Лутов В.И. Промышленная культура земляники в Сибири. Новосибирск: НГАУ, НИИСС им. М.А. Лисавенко, 2009. 207.
5. Alvarado-Chávez J.A., Gómez-González A., Lara-Herrera A., Díaz-Pérez J.C., García-Herrera E.J. Yield and quality of strawberry fruit grown in a greenhouse in a pyramidal hydroponic system // Revista mexicana de ciencias agrícolas. 2020. 11, 8. 1737-1748. <https://doi.org/10.29312/remexca.v11i8.2460>
6. Benke K., Tomkins B. Future food-production systems: vertical farming and controlled environment agriculture // Sustainability: science, practice and policy. 2017. 13, 1. 13-26. <https://doi.org/10.1080/15487733.2017.1394054>
7. Bentvelsen G.C.M. Souillat D. Delizzimo: development of a sustainable strawberry production system in winter season // Acta horticulturae. 2017. 1156. 603-610. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2017.1156.89>
8. Bulgakov T.S., Shiryayev A.G. New finds of phyllostrophic plant pathogenic microfungi in Ekaterinburg city and its suburbs // Mycology and phytopathology. 2021. 55, 6. 405-410. <https://doi.org/10.31857/S0026364821060064>
9. Hofkens M., Melis P., Laurijssen S., Baets D., Van Delm T. Four layer strawberry cultivation // Acta horticulturae. 2021. 1309. 663-670. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2021.1309.96>
10. 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, 2. 300-303. <http://dx.doi.org/10.5958/0974-0112.2016.00066.9>
11. Ramírez-Arias J.A., Hernández-Ibarra U., Pineda-Pineda J., Fitz-Rodríguez E. Horizontal and vertical hydroponic systems for strawberry production at high densities // Acta horticulturae. 2018. 1227. 331-338. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2018.1227.41>
12. Ramírez-Gómez H., Sandoval-Villa M., Carrillo-Salazar A., Muratalla-Lúa A. Comparison of Hydroponic Systems in the Strawberry Production // Acta horticulturae. 2012. 947. 165-172. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2012.947.20>

References

1. Kiseleva, O.A., Klobukov, G.I., & Budevich, V.A. (2022). The total phenolic content in aromatic plants grown in hydroponics. *Subtropical and ornamental horticulture*, 81, 127-136. <https://doi.org/10.31360/2225-3068-2022-81-127-136>. (In Russian, English abstract).

2. Nevostruyeva, Ye.Yu., & Andreeva, G.V. (2018). The study of varieties of strawberry in the unstable conditions of the vegetation periods of the Middle Urals. *Contemporary horticulture*, 3, 90-94. <https://doi.org/10.24411/2312-6701-2018-10313>. (In Russian, English abstract).
3. Slepneva, T.N., Makarenko, S.A., Kotov, L.A., Tarasova, G.N., Telezhinskij, D.D., Isakova, M.G., Chebotok, E.M., Evtushenko, N.S., Nevostrueva, E.Yu., & Andreeva, G.V. (2019). *Zoned and perspective varieties for Ural horticulture*. UrFASRC UrB of RAS. <https://elibrary.ru/kjjtwl>. (In Russian).
4. Stolnikova, N.P., & Lutov, V.I. (2009). *Industrial strawberry culture in Siberia*. Novosibirsk: NSAU SRIHS named after M.A. Lisavenko. (In Russian).
5. Alvarado-Chávez, J.A., Gómez-González, A., Lara-Herrera, A., Díaz-Pérez, J. C., & García-Herrera, E.J. (2020). Yield and quality of strawberry fruit grown in a greenhouse in a pyramidal hydroponic system. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 11(8), 1737-1748. <https://doi.org/10.29312/remexca.v11i8.2460>
6. Benke, K., & Tomkins, B. (2017). Future food-production systems: vertical farming and controlled environment agriculture. *Sustainability: science, practice and policy*, 13(1), 13-26. <https://doi.org/10.1080/15487733.2017.1394054>
7. Bentvelsen, G.C.M., & Souillat, D. (2017). Delizzimo: development of a sustainable strawberry production system in winter season. *Acta horticulturae*, 1156, 603-610. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2017.1156.89>
8. Bulgakov, T.S., & Shiryayev, A.G. (2021). New finds of phyllotrophic plant pathogenic microfungi in Ekaterinburg city and its suburbs. *Mycology and phytopathology*, 55(6), 405-410. <https://doi.org/10.31857/S0026364821060064>.
9. Hofkens, M., Melis, P., Laurijssen, S., Baets, D., & Van Delm, T. (2021). Four layer strawberry cultivation. *Acta horticulturae*, 1309, 663-670. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2021.1309.96>
10. Murthy, B.N.S., Karimi, F., Laxman, R.H., & Sunoj, V.S.J. (2016). Response of strawberry cv. Festival grown under vertical soilless culture system. *Indian journal of horticulture*, 73(2), 300-303. <https://doi.org/10.5958/0974-0112.2016.00066.9>
11. Ramírez-Arias, J.A., Hernández-Ibarra, U., Pineda-Pineda, J., & Fitz-Rodríguez, E. (2018). Horizontal and vertical hydroponic systems for strawberry production at high densities. *Acta horticulturae*, 1227, 331-338. <https://doi.org/10.5958/0974-0112.2016.00066.9>
12. Ramírez-Gómez, H., Sandoval-Villa, M., Carrillo-Salazar, A., & Muratalla-Lúa, A. (2012). Comparison of Hydroponic Systems in the Strawberry Production. *Acta horticulturae*, 947, 165-172. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2012.947.20>

Авторы:

Ольга Анатольевна Киселева, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник Свердловской селекционной станции садоводства – структурного подразделения ФГБНУ «Уральский федеральный аграрный научно-исследовательский центр Уральского отделения Российской академии наук», kiselevaolga@inbox.ru

ORCID 0000-0002-8619-6416

SPIN 3772-1768

Вероника Валерьевна Бахтина, лаборант кафедры фармации ФГБОУ ВО «Уральский государственный медицинский университет», rebus256@rambler.ru

Екатерина Александровна Говоруха, младший научный сотрудник ФГБУН Ботанический сад УрО РАН, aumildar@gmail.com

ORCID 0009-0008-7573-2958

SPIN 4008-4751

Authors details:

Olga A. Kiseleva, Candidate of Biological Sciences, Senior researcher at the Sverdlovsk Breeding Station of Horticulture – the Structural Subdivision of Ural Federal Agrarian Scientific Research Centre, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, kiselevaolga@inbox.ru

ORCID 0000-0002-8619-6416

SPIN 3772-1768

Veronika V. Bahtina, Laboratory assistant at the Department of Pharmacy in Ural State Medical University, rebus256@rambler.ru

Ekaterina A. Govorukha, Junior researcher in Institute Botanic Garden, Ural Branch of The Russian Academy of Sciences, aumildar@gmail.com

ORCID 0009-0008-7573-2958

SPIN 4008-4751

Отказ от ответственности: заявления, мнения и данные, содержащиеся в публикации, принадлежат исключительно авторам и соавторам. ФГБНУ ВНИИСПК и редакция журнала снимают с себя ответственность за любой ущерб людям и/или имуществу в результате использования любых идей, методов, инструкций или продуктов, упомянутых в контенте.