

САДОВОДСТВО, ОВОЩЕВОДСТВО, ВИНОГРАДАРСТВО И ЛЕКАРСТВЕННЫЕ КУЛЬТУРЫ /
HORTICULTURE, VEGETABLE GROWING, VITICULTURE AND MEDICINAL CROPS

DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2024.51.2>

АГРОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СОРТОВ ЛИСТОВОГО САЛАТА ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ В
УСЛОВИЯХ ИНТЕНСИВНОЙ СВЕТОКУЛЬТУРЫ

Научная статья

Волкова Е.Н.^{1,*}

¹ ORCID : 0000-0001-7429-4046;

¹ Агрофизический научно-исследовательский институт, Санкт-Петербург, Российская Федерация

* Корреспондирующий автор (ele-ven[at]yandex.ru)

Аннотация

Целью работы было выделение из коллекции сортов листового салата наиболее пригодных для выращивания в условиях светокультуры. В статье представлены результаты изучения 18 сортов листового салата различного происхождения, морфологическим характеристикам, которые выращивали по методу малообъемной технологии на верховом торфе. По величине биомассы и скороспелости выделились сорта Шоколадный лист, Шоколадный заяц, Victoria Verano, которые можно рекомендовать для выращивания при полном искусственном освещении. По содержанию витамина С отличились сорта Диаболтин и Шоколадный лист. По минеральному составу выделился сорт Лолло Росса, который существенно превосходил средние значения показателей концентрации макро- и микроэлементов элементов в выборке.

Ключевые слова: салат (*Lactuca sativa* L.), светокультура, сорта, биомасса, химический состав.

AGROECOLOGICAL SPECIFICS OF LEAF LETTUCE VARIETIES UNDER INTENSIVE LIGHT CULTURE
CONDITIONS

Research article

Volkova E.N.^{1,*}

¹ ORCID : 0000-0001-7429-4046;

¹ Agrophysical Research Institute, Saint-Petersburg, Russian Federation

* Corresponding author (ele-ven[at]yandex.ru)

Abstract

The aim of the work was to select from a collection of leaf lettuce varieties most suitable for growing under light culture conditions. The article presents the results of the study of 18 lettuce varieties of different origin, morphophysiological characteristics, which were grown by low-volume technology on top peat. The varieties Chocolate Leaf, Chocolate Hare, Victoria Verano, which can be recommended for cultivation under full artificial light, were distinguished by biomass value and early maturity. Diabolitin and Chocolate Leaf varieties were distinguished for their vitamin C content. In terms of mineral composition, the variety Lollo Rossa stood out, which significantly exceeded the average values of macro- and microelements concentration indicators of elements in the sample.

Keywords: lettuce (*Lactuca sativa* L.), light culture, varieties, biomass, chemical composition.

Введение

Регулярное употребление свежих овощей, в том числе салата, в научно-обоснованных количествах является одним из элементов рациона здорового питания всех групп населения [1]. В условиях умеренного и холодного климата большей части территории нашей страны круглогодичное и внесезонное обеспечение населения свежими овощами с учетом ситуации с импортозамещением является важной задачей. По данным Ивановой М.И., в РФ производство салата-латука не покрывает потребности рынка и увеличению производства листовых овощей будет способствовать растущий спрос на экологически безопасные органические продукты для правильного и здорового питания [2]. Большую роль в этом играет рациональное и экономически выгодное использование защищенного грунта, который при использовании искусственного освещения позволяет получать до 12 урожаев в год с единицы площади [3]. Салат (*Lactuca sativa* L.) является поливитаминным, скороспелым растением, успешно выращиваемым как в открытом, так и в защищенном грунте. Листья салата богаты биологически активными веществами: витаминами, пигментами, органическими кислотами, фенолами, макро- и микроэлементами, легко усваиваются организмом. Различные исследования предоставили научные доказательства фармакологического потенциала салата, включая противомикробный, антиоксидантный, нейропротекторный и снотворный эффект [4] Поскольку салат-латук обычно употребляют в сыром виде, в нем сохраняется больше питательных веществ по сравнению с другими приготовленными или переработанными овощами, или картофелем [5] Для этой культуры характерно наличие разнообразных по морфологии сортотипов (листовые, полукочанные и кочанные), способных удовлетворить любые потребительские запросы. Селекция салата ведется как для открытого так и для защищенного грунта по следующим направлениям: устойчивость к болезням и вредителям, увеличение урожайности и однородности, повышение содержания питательных веществ, низкое накопление нитратов, устойчивость к цветущности, пригодность для выращивания во всех световых зонах, селекция на качество (консистенция, цвет, форма листа), транспортабельность

[6]. В производственных условиях проточной гидропоники к достоинствам сортов относят скороспелость, устойчивость к стеблеванию и краевому ожогу, технологичность и низкий процент отхода [7].

Несмотря на большое разнообразие сортов *Lactuca sativa L.*, в Реестре селекционных достижений России, допущенных к использованию, в настоящее время отсутствуют сорта, пригодные и адаптированные к выращиванию в условиях полного искусственного освещения [8].

Целью исследования являлось подбор наиболее перспективных сортов листового салата для условий интенсивной светокультуры.

Методы и принципы исследования

Исследования проводили с сортообразцами из коллекции ВИР им. Н.И. Вавилова, а также АО ССПП «Сортсемоощ», отличающимися географическому происхождению и по морфологическим признакам (табл.1).

Таблица 1 - Список изученных образцов листового салата

DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2024.51.2.1>

Вариант	Источник	Название	Происхождение
1	Вр.-к -3220*	Диаболтин	Нидерланды
2	Вр.-к -3295*	Solos F1	Нидерланды
3	Вр.-к -3357*	Без названия -1	Китай
4	Вр.-к -3364*	Без названия -2	Китай
5	Вр.-к -3366*	Без названия -3	Китай
6	АО ССПП «Сортсемоощ»	Меркурий	Россия
7	АО ССПП «Сортсемоощ»	Шоколадный заяц	Россия
8	Вр.-к -3383*	Sadawi	Нидерланды
9	Вр.-к -3391*	Danstar	Нидерланды
10	К-2129*	Анапчанин	Россия
11	К-2345*	Victoria Verona	Испания
12	К-2315*	Лайбахер	Россия
13	АО ССПП «Сортсемоощ»	Шоколадный лист	Россия
14	АО ССПП «Сортсемоощ»	Фиолетовый	Россия
15	АО ССПП «Сортсемоощ»	Вишневая дымка	Россия
16	АО ССПП «Сортсемоощ»	Грюнетта	Россия
17	АО ССПП «Сортсемоощ»	Лолло Росса	Россия
18	АО ССПП «Сортсемоощ»	Вьюга	Россия

Растения выращивали в условиях Агробиополигона ФБГНУ АФИ на светоустановках при регулируемом искусственном освещении, используя в качестве источника света хорошо зарекомендовавшие себя облучатели на основе натриевых ламп высокого давления ДнаЗ-400 (ООО Рефлекс, РФ) [9]. Продолжительность светового периода составляла 14 часов в сутки, относительная влажность воздуха – 65-70%, температура воздуха в дневное время – 20-22°C, ночью – 18-20°C. Посев растений предварительно пророщенными семенами проводили в пластиковые четырехугольные горшки, которые вмещали 95 г сухого торфа фирмы Агробалт С, имеющего следующие показатели: азот общий -120 мг/л, фосфор -80 мг/л, калий – 140 мг/л, магний – 30 мг/л, кальций – 170 мг/л, медь 9 мг/кг, марганец – 40 мг/кг, цинк – 9 мг/кг, кобальт 0,001 мг/кг и содержание органического вещества не менее 80 %. Каждый изучаемый сортообразец имел 6-кратную повторность. После прорезывания в каждом горшочке оставляли по 3 растения. Посев проводили 18 марта, уборку – 16 марта, то есть растения выращивали 29 дней. Полив проводили по мере необходимости.

При уборке салата, после учета биомассы и определения биометрических показателей, определяли микро- и макроэлементный состав растений и биохимические показатели. Сухое вещество определяли высушиванием до постоянной массы при 105°C, витамин С по методу Мурри, нитраты — потенциометрическим методом. Микроэлементы анализировали методом атомно-абсорбционной спектроскопии после микроволновой обработки, макроэлементы — после мокрого озоления. Площадь листьев определяли методом высечек.

Статистическую обработку данных проводили с применением программ Excel 2016 и Origin Lab 7.5. Достоверность различий между вариантами оценивалась при помощи методов параметрической статистики (t-критерий Стьюдента). Различия между вариантами считались достоверными при $p \leq 0,05$.

Результаты и обсуждение

Сорта значительно отличались по форме и цвету листовых пластин – от слабо до сильно гофрированных, от зеленой до пурпурной и светло-коричневой окраски. К моменту уборки растения имели от 6 до 8 листьев, высоту – от 13 до 27 см. Наибольшее количество листьев было у сортов Шоколадный заяц и Sadawi (8-9 шт.) Площадь листьев одного растения изменялась от 32,8 дм² (Sadawi) до 9,5 дм² (Danstar).

Ранжирование растений по биомассе при уборке показало, что сорта салата неодинаково относились к условиям выращивания при полном искусственном освещении, различия составляли 2,2 раза. Минимальное значение биомассы было у Вишневой дымки — 21,2 г, максимальное – у Шоколадного листа — 47,0, в среднем по опыту составило 34,1±6,8 г. Биомассу выше среднего образовали сорта Анапчанин, Solos, Вьюга, Шоколадный заяц, Victoria Verano (рис.1).

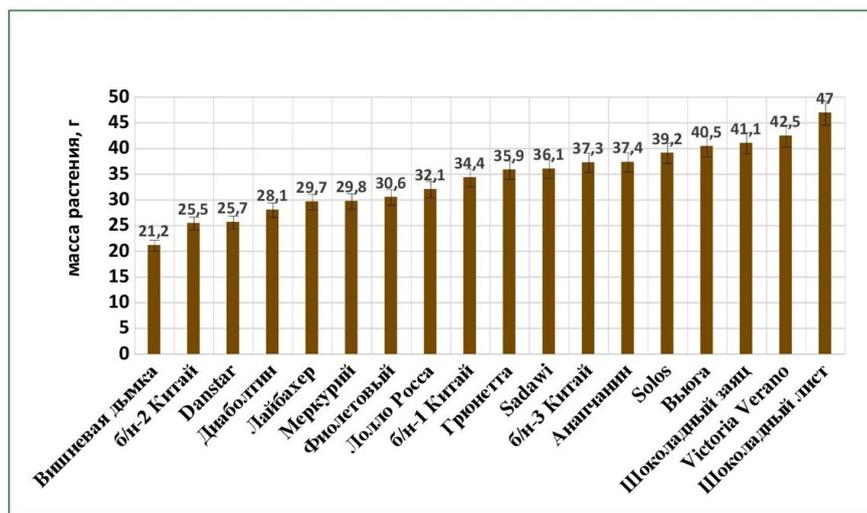


Рисунок 1 - Биомасса коллекции сортов салата
DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2024.51.2.2>

Показатели биохимического состава сортов салата, характеризующие качество выращенной продукции не всегда соответствуют наибольшей продуктивности.

Биохимический анализ образцов показал значительную амплитуду изменчивости содержания сухого вещества – от 4,99 до 13,45% (в среднем 13,45±2,5%), сырой золы – от 6,75 до 11,98% (в среднем 9,25±1,49%), витамина С – от 4,62 до 22,0 мг 100г (в среднем 13,79±3,95), (табл. 2.)

По содержанию сухого вещества выделились сорта Шоколадный заяц, Диаболтин и Шоколадный лист, а по содержанию сырой золы — Диаболтин, Лолла Росса (табл. 2).

Таблица 2 - Биохимические показатели качества салата

DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2024.51.2.3>

Название сорта	Сухое вещество, %	Сырая зола, %	Витамин С, мг 100 г	Нитраты, мг/кг
Диаболтин	10,29	10,67	22,0	110,0
Solos F1	7,20	9,1	14,74	22,0
Без названия -1	6,11	10,21	14,75	11,5
Без названия -2	9,20	8,83	13,42	62,1
Без названия -3	8,87	7,66	17,16	130
Меркурий	8,88	8,90	16,06	54,1
Шоколадный заяц	13,45	7,70	11,88	81,9
Sadawi	9,13	8,68	14,74	13,8
Danstar	5,4	11,77	4,62	636,0
Анапчанин	13,42	6,75	13,20	32,6
Victoria Verona	6,18	8,23	12,10	16,3

Лайбахер	6,42	10,66	8,80	341,0
Шоколадный лист	12,32	7,36	20,02	34,1
Фиолетовый	8,01	10,42	15,84	877,0
Вишневая дымка	9,66	9,49	13,86	277,0
Грюнетта	7,74	9,79	13,20	37,4
Лолло Росса	4,99	11,98	9,9	985,0
Вьюга	8,46	8,23	11,88	20,0
Среднее, стандартное отклонение	8,65±0,59	9,25±0,35	13,8±0,93	207,9±75,9

Витамины являются важными компонентами питания, необходимыми для нормального обмена веществ. Survase S.A. и др., указывают, что витамины играют роль пищевых добавок и лечебно-терапевтических агентов. В салате обычно встречаются витамины: фолиевая кислота, витамины С и Е [10].

Употребление витамина С необходимо для поддержания иммунной и антиоксидантной функции [11]. Несмотря на то, что содержание витамина С в салате ниже по сравнению со шпинатом и капустой, он может обеспечить до 22% суточной нормы [12]. В нашем опыте больше других сортов витамин С накапливали Диаболтин и Шоколадный лист (22,0 и 20,0 мг/100 г соответственно). Также выше среднего витамин С содержался в листьях сортов Меркурий, Без названия — 3 и др. Содержание нитратов в овощной продукции может являться фактором, препятствующим ее реализации в случае превышения установленных ПДК. В нашем эксперименте нитраты в салате при уборке не превышали 985 мг/кг, что значительно ниже ПДК (2000 мг/кг). Однако у некоторых сортов оно было очень низким, но уровне предела аналитического определения (Solos F1, Sadawi, Victoria Verona, Вьюга и др.). Возможно это связано с более интенсивным использованием азота этими сортами в процессах биосинтеза белка и имевшийся уровень азотного питания к моменту уборки для них стал недостаточным. Эти же сорта образовывали биомассу выше среднего значения по выборке. Подобная закономерность наблюдалась нами ранее в микрополевых опытах с полукочанными и кочанными сортами салата.

Статистический анализ показал, что в пределах полученных в эксперименте значений биомасса растений находилась в отрицательной зависимости с минеральным составом. Это объясняется известным в биологии «эффектом разбавления массой». Содержание сырой золы находилось в тесной положительной корреляционной зависимости с азотом, фосфором и калием ($r=0,77-0,93$, $n=18$), а также железом, марганцем, цинком и медью ($r=0,48-0,77$, $n=18$). Такая же тенденция отмечалась для содержания нитратов, а количество витамина С находилось в отрицательной несущественной корреляции с концентрацией макро- и микроэлементов.

Анализ биомассы всех сортов показал следующие концентрации макроэлементов, в среднем: азот – $2,1\pm 0,46$; фосфор – $0,54\pm 0,1$; калий – $3,08\pm 1,07$; кальций – $1,09\pm 0,14$; магний $0,31\pm 0,05$ (табл.3).

Таблица 3 - Описательная статистика элементного химического состава сортов салата

DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2024.51.2.4>

Показатель	среднее	min	max	ctd.dev.
Азот, %	2,1	1,15	2,95	0,46
Фосфор, %	0,54	0,36	0,79	0,10
Калий, %	3,08	1,51	5,62	1,07
Кальций, %	1,09	0,93	1,53	0,15
Магний, %	0,31	0,24	0,403	0,052
Железо, мг/кг	69,19	45,1	111,7	15,78
Марганец, мг/кг	115,15	95,2	162,8	18,48
Цинк, мг/кг	49,86	28,0	75,9	11,38
Медь, мг/кг	1,98	0,86	3,1	0,64

По макроэлементам можно составить следующий ряд по возрастанию: $K > N > Ca > Mg$, по микроэлементам: $Mn > Fe > Zn > Cu$ Kim M. J. и др. указывают, что салат не отличается высоким содержанием калия, кальция, фосфора, магния, железа и цинка по сравнению с другими овощами и не может расцениваться как источник этих элементов в нашем рационе [5]. Из табл. 3 и рис. 2. видно, что в химическом составе листьев салата наибольшие различия между сортами были по содержанию в биомассе калия.

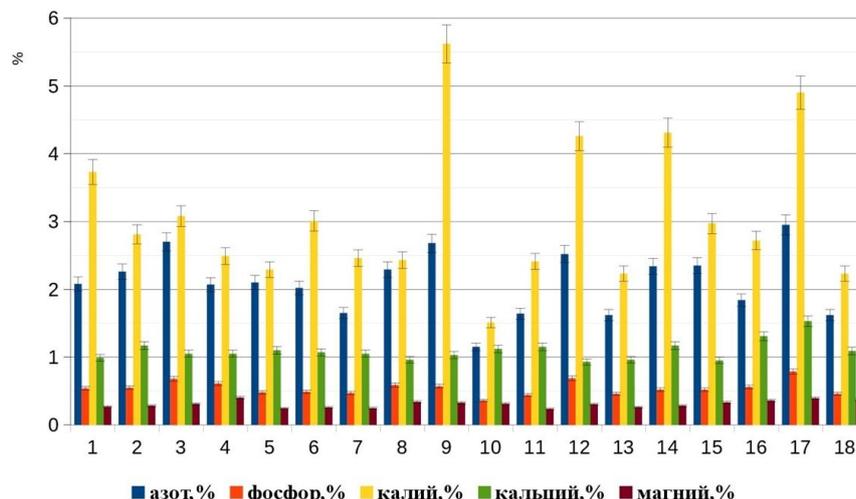


Рисунок 2 - Содержание макроэлементов в сортах салата
DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2024.51.2.5>

Примечание: цифры на горизонтальной оси соответствуют номерам сортов в табл. 1

По содержанию этого элемента остальные сорта значительно превосходили Danstar, Лайбахер, Фиолетовый, Лолло Росса. Из изученных сортов по минеральному составу выделился сорт Лолло Росса, который существенно превосходил средние значения показателей концентрации макро- и микроэлементов элементов в выборке, а также отличались сорта Грюнетта, Danstar и китайский сорт Без названия -2.

Заключение

Таким образом, при выращивании в условиях регулируемой светокультуры выделились две группы сортов – формирующие большую биомассу, но с содержанием биохимических показателей и минеральных элементов ниже среднего по выборке и вторая группа – с небольшой биомассой, но более богатым минеральным составом. По величине биомассы и скороспелости выделились сорта Шоколадный лист, Шоколадный заяц, Victoria Verano, которые можно рекомендовать для выращивания при полном искусственном освещении. По содержанию макро- и микроэлементов в листьях отличились сорта Лолло Росса, Грюнетта, Danstar. Больше других сортов витамин С накапливали Диаболтин и Шоколадный лист. По концентрации нитратов превышения ПДК не наблюдалось. Очевидно, что невозможно подобрать универсальный сорт и выбор будет зависеть от цели выращивания.

Конфликт интересов

Не указан.

Рецензия

Гордеева И.В., Уральский государственный экономический университет, Екатеринбург, Российская Федерация
DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2024.51.2.6>

Conflict of Interest

None declared.

Review

Gordeeva I.V., Ural State University of Economics, Ekaterinburg, Russian Federation
DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2024.51.2.6>

Список литературы / References

1. Доктрина продовольственной безопасности Российской Федерации; утв. Указом Президента РФ от 21.01.2020. — 2020. — URL: <https://mcx.gov.ru/> (дата обращения: 25.08.2024).
2. Иванова М.И. Размер и тенденции роста рынка листовых овощей / М.И. Иванова, Т.Н. Сурихина // Картофель и овощи. — 2024. — № 3. — С. 17–22. DOI: 10.25630/PAV.2024.70.79.002.
3. Осипова Г.С. Агробиологическая оценка сортов салата при выращивании в весеннем обороте в пленочных теплицах Ленинградской области / Г.С. Осипова, В.М. Кондратьев // Известия СПбГАУ. — 2014. — № 37. — С. 16–22.
4. Noumedem J.A.K. Lactuca sativa / J.A.K. Noumedem. — Cameroon : Academic Press, 2017. — P. 437–449. DOI: 10.1016/B978-0-12-809286-6.00020-0.
5. Kim M.J. Nutritional value, bioactive compound and health benefits of lettuce (*Lactuca sativa* L.) / M.J. Kim, I. Moon, J.C. Tou [et al.] // Journal of Food Composition and Analysis. — 2016. — Vol. 49. — P. 19–34. DOI: 10.1016/j.jfca.2016.03.004.
6. Ковальчук М.В. Оценка сортов салата различных сортоотипов на пригодность выращивания в проточной гидропонике / М.В. Ковальчук, С.Ф. Гавриш // Материалы междунар. научн. конф., посвященной 135-летию со дня

рождения А.Н. Костянова. — Москва : Российский государственный аграрный университет – МСХА им. К.А. Тимирязева, 2022. — С. 297.

7. Гладков Д.С. Селекция салата (*Lactuca sativa*) для проточной культуры / Д.С. Гладков // Гавриш. — 2009. — № 1. — С. 2–7.

8. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. — 2024. — URL: <https://gossortrf.ru/publication/reestry.php> (дата обращения: 25.08.2024).

9. Кулешова Т.Э. Влияние различных источников света на продукционный процесс томата в интенсивной светокультуре / Т.Э. Кулешова, О.Р. Удалова, И.Т. Балашова [и др.] // Овощи России. — 2021. — № 4. — С. 65–70.

10. Survase S.A. Biotechnological production of vitamins (Review) / S.A. Survase, I.B. Bajaj, R.S. Singhal // Food Technology and Biotechnology. — 2006. — № 3. — P. 381–396.

11. Carr A.C. Synthetic or food-derived vitamin C – are they equally bioavailable? / A.C. Carr, M.C. Vissers // Nutrients. — 2013. — Vol. 5, № 11. — P. 4284–4304. DOI: 10.3390/nu5114284.

12. Llorach R. Characterisation of polyphenols and antioxidant properties of five lettuce varieties and escarole / R. Llorach, A. Martínez-Sánchez, F.A. Tomás-Barberán [et al.] // Food Chemistry. — 2008. — Vol. 108, № 3. — P. 1028–1038. DOI: 10.1016/j.foodchem.2007.11.032.

13. Волкова Е.Н. Влияние азотного стресса на аккумуляцию нитратов и урожайность сортов салата / Е.Н. Волкова // Овощи России. — 2023. — № 1. — С. 44–45. DOI: 10.18619/2072-9146-2023-1-44-49.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Doktrina prodovol'stvennoj bezopasnosti Rossijskoj Federatsii; utv. Ukazom Prezidenta RF ot 21.01.2020 [Doctrine of food security of the Russian Federation, approved by Decree of the President of the Russian Federation of 21.01.2020]. — 2020. — URL: <https://mcx.gov.ru/> (accessed: 25.08.2024). [in Russian]

2. Ivanova M.I. Razmer i tendentsii rosta rynka listovyh ovoschey [Leafy Vegetables Market Size and Growth Trends] / M.I. Ivanova, T.N. Surihina // Potatoes and Vegetables. — 2024. — № 3. — P. 17–22. DOI: 10.25630/PAV.2024.70.79.002. [in Russian]

3. Osipova G.S. Agrobiologicheskaja otsenka sortov salata pri vyraschivanii v vesennem oborote v plenochnyh teplitsah Leningradskoj oblasti [Agrobiological assessment of lettuce varieties during spring rotation cultivation in film greenhouses of the Leningrad Region] / G.S. Osipova, V.M. Kondrat'ev // News of SPbSAU. — 2014. — № 37. — P. 16–22. [in Russian]

4. Noumedem J.A.K. *Lactuca sativa* / J.A.K. Noumedem. — Cameroon : Academic Press, 2017. — P. 437–449. DOI: 10.1016/B978-0-12-809286-6.00020-0.

5. Kim M.J. Nutritional value, bioactive compound and health benefits of lettuce (*Lactuca sativa* L.) / M.J. Kim, I. Moon, J.C. Tou [et al.] // Journal of Food Composition and Analysis. — 2016. — Vol. 49. — P. 19–34. DOI: 10.1016/j.jfca.2016.03.004.

6. Koval'chuk M.V. Otsenka sortov salata razlichnyh sortotipov na prigodnost' vyraschivaniya v protochnoj gidroponike [Evaluation of lettuce varieties of different cultivar types for suitability for cultivation in flow hydroponics] / M.V. Koval'chuk, S.F. Gavriš // Proceedings of the international scientific conference dedicated to the 135th anniversary of the birth of A.N. Kostyanov. — Moscow : Rossijskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet – MSHA im. K.A. Timirjazeva, 2022. — P. 297. [in Russian]

7. Gladkov D.S. Selekcija salata (*Lactuca sativa*) dlja protochnoj kul'tury [Selection of lettuce (*Lactuca sativa*) for flow culture] / D.S. Gladkov // Gavriš. — 2009. — № 1. — P. 2–7. [in Russian]

8. Gosudarstvennyj reestr selekcionnyh dostizhenij, dopuschennyh k ispol'zovaniju [State register of selection achievements approved for use]. — 2024. — URL: <https://gossortrf.ru/publication/reestry.php> (accessed: 25.08.2024). [in Russian]

9. Kuleshova T.E. Vlijanie razlichnyh istochnikov sveta na produkcijnyj protsess tomata v intensivnoj svetokul'ture [The influence of different light sources on the production process of tomato in intensive light culture] / T.E. Kuleshova, O.R. Udalova, I.T. Balashova [et al.] // Vegetables of Russia. — 2021. — № 4. — P. 65–70. [in Russian]

10. Survase S.A. Biotechnological production of vitamins (Review) / S.A. Survase, I.B. Bajaj, R.S. Singhal // Food Technology and Biotechnology. — 2006. — № 3. — P. 381–396.

11. Carr A.C. Synthetic or food-derived vitamin C – are they equally bioavailable? / A.C. Carr, M.C. Vissers // Nutrients. — 2013. — Vol. 5, № 11. — P. 4284–4304. DOI: 10.3390/nu5114284.

12. Llorach R. Characterisation of polyphenols and antioxidant properties of five lettuce varieties and escarole / R. Llorach, A. Martínez-Sánchez, F.A. Tomás-Barberán [et al.] // Food Chemistry. — 2008. — Vol. 108, № 3. — P. 1028–1038. DOI: 10.1016/j.foodchem.2007.11.032.

13. Volkova E.N. Vlijanie azotnogo stressa na akumuljatsiju nitratov i urozhajnost' sortov salata [Effect of nitrogen stress on nitrate accumulation and yield of lettuce varieties] / E.N. Volkova // Vegetables of Russia. — 2023. — № 1. — P. 44–45. DOI: 10.18619/2072-9146-2023-1-44-49. [in Russian]