

Научная статья/Research Article

УДК 577.164: 634.75

Вячеслав Леонидович Захаров<sup>1✉</sup>, Валентина Андреевна Гулидова<sup>2</sup>,  
Марина Васильевна Дятлова<sup>3</sup>, Юлия Евгеньевна Мамонтова<sup>4</sup>

<sup>1,2,3,4</sup>Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина, Елец, Липецкая область, Россия

<sup>1</sup>zaxarov7979@mail.ru

<sup>2</sup>guli49@yandex.ru

<sup>3</sup>maramulka09@mail.ru

<sup>4</sup>kafedratehnologiya@yandex.ru

## СРАВНИТЕЛЬНЫЙ БИОХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ПЛОДОВ ЗЕМЛЯНИКИ САДОВОЙ СОРТА АЗИЯ ПРИ ЕСТЕСТВЕННОМ И ИСКУССТВЕННОМ ОСВЕЩЕНИИ

Цель исследования – установить влияние искусственного ультрафиолетового освещения на содержание биологически активных веществ в плодах земляники садовой на примере распространенного в производстве сорта Азия. Исследование проводили в 2019–2021 гг. в Липецкой области. Пересадка земляники в условиях вегетационного опыта проводилась уже укорененными взрослыми кустами с комом земли. Водно-воздушный режим почвы в условиях искусственного освещения был аналогичным открытому грунту. При искусственном освещении растения земляники садовой сорта Азия зацветали на 10 дней позже, имели меньшую массу плода, с меньшим содержанием органических кислот и сухих растворимых веществ, чем под солнцем. Растения накапливали одинаковое количество водорастворимых пектиновых веществ независимо от характера освещения. Содержание желтых красящих веществ из группы витамина Р – флавонолов, а также вяжущих веществ из этой же группы – катехинов в плодах земляники не зависело от характера освещения. Растения земляники при ультрафиолетовом освещении накапливали такое же количество аскорбиновой кислоты, что и при солнечном. По сравнению с солнечным освещением при искусственном ультрафиолетовом в плодах земляники садовой содержалось меньше всех пигментов, в т. ч. каротиноидов и β-каротина. Установлен существенно больший уровень пектиновых веществ, антоцианов, дубильных и красящих веществ, в т. ч. танина в плодах земляники при солнечном освещении в сравнении с искусственным ультрафиолетовым. Независимо от характера освещения растения земляники садовой имели одинаковую оводненность и pH плодов и накапливали в них одинаковое количество аскорбиновой кислоты, флавонолов, катехинов и водорастворимых пектиновых веществ.

**Ключевые слова:** земляника садовая, искусственное освещение, биохимический состав плодов

**Для цитирования:** Сравнительный биохимический состав плодов земляники садовой сорта Азия при естественном и искусственном освещении / В.Л. Захаров [и др.] // Вестник КрасГАУ. 2024. № 1. С. 70–76.

Vyacheslav Leonidovich Zakharov<sup>1✉</sup>, Valentina Andreevna Gulidova<sup>2</sup>, Marina Vasilievna Dyatlova<sup>3</sup>,  
Yulia Evgenievna Mamontova<sup>4</sup>

<sup>1,2,3,4</sup>Yelets State University named after I.A. Bunin, Yelets, Lipetsk Region, Russia

<sup>1</sup>zaxarov7979@mail.ru

<sup>2</sup>guli49@yandex.ru

<sup>3</sup>maramulka09@mail.ru

<sup>4</sup>kafedratehnologiya@yandex.ru

## COMPARATIVE BIOCHEMICAL COMPOSITION OF GARDEN STRAWBERRY FRUITS OF THE ASIA VARIETY UNDER NATURAL AND ARTIFICIAL LIGHTING

*The purpose of the study is to establish the effect of artificial ultraviolet lighting on the content of biologically active substances in strawberry fruits using the example of the Asia variety, which is widely used in production. The study was conducted in 2019–2021 in the Lipetsk Region. Transplantation of strawberries under conditions of a growing season was carried out by already rooted adult bushes with a clod of earth. The water-air regime of the soil under artificial lighting conditions was similar to open ground. Under artificial lighting, garden strawberry plants of the Asia variety bloomed 10 days later, had a smaller fruit weight, and had a lower content of organic acids and dry soluble substances than under the sun. Plants accumulated the same amount of water-soluble pectin substances regardless of the nature of the lighting. The content of yellow coloring substances from the vitamin P group – flavonols, as well as binders from the same group – catechins in strawberry fruits did not depend on the nature of the lighting. Strawberry plants under ultraviolet light accumulated the same amount of ascorbic acid as under sunlight. Compared to sunlight under artificial ultraviolet, strawberry fruits contained the least amount of pigments, including carotenoids and  $\beta$ -carotene. A significantly higher level of pectin substances, anthocyanins, tannins and coloring substances, including tannin, in strawberries under sunlight was established in comparison with artificial ultraviolet. Regardless of the nature of lighting, strawberry plants had the same water content and pH of the fruits and accumulated the same amount of ascorbic acid, flavonols, catechins and water-soluble pectin substances.*

**Keywords:** garden strawberries, artificial lighting, biochemical composition of fruits

**For citation:** Comparative biochemical composition of garden strawberry fruits of the Asia variety under natural and artificial lighting / V.L. Zakharov [et al.] // Bulliten KrasSAU. 2024;(1): 70–76. (In Russ.).

**Введение.** Обеспечение растений высококачественной лучистой энергией в необходимом количестве для получения высоких урожаев хозяйственно и полезной биомассы – одна из основных биолого-технических проблем, возникающих при разработке систем управляемого культивирования растений и их посевов в искусственных условиях среды. Одним из применяемых спектров света является ультрафиолетовая радиация, характеризующаяся длиной волны 400 нм [1].

Витамины играют очень важную роль в физиологии растений, например, включаясь в цепь фосфорилирования в качестве коферментов [2]. Растительные пигменты чутко реагируют на качество света, например, хлорофилл разрушается под действием лазера [3]. У растений под лампами накаливания кущение сильно запаздывает, а цветение начинается слишком рано. Под люминесцентными лампами вырастают крепкие, хорошо окрашенные растения с фенофазамы, мало чем отличающимися от таковых в открытом грунте [4]. В Липецкой области появился опыт выращивания земляники садовой при искусственном освещении. Биохимический состав плодов земляники садовой зависит от сорта даже в большей степени, чем от минерального питания [5]. Реакция земляники на

свет является сортоспецифичной [6]. Для защищенного грунта себя зарекомендовали нейтральные сорта земляники садовой, не реагирующие на длину дня: Tamar 328, Ofra 76, Chandler, Dorit 216, Malach 156, sort 538 и сорт Selva [7]. Повышенная доля красного света в спектре светодиодных ламп способствует более раннему переходу сортов земляники к бутонизации, а повышенная доля синей составляющей спектра приводила к задержке генеративного развития короткодневных сортов (Богема, Ранняя плотная, Говоровская) на 1–2 недели [6]. По сравнению с естественным освещением в листьях земляники сортов Карнавал, Мамочка и Говоровская хлорофилла содержалось больше при освещении светодиодными лампами, но меньше при использовании натриевых ламп высокого давления [8]. Наибольшее содержание сахаров и аскорбиновой кислоты в плодах земляники было отмечено при использовании натриевых ламп высокого давления. Увеличение доли синего света в спектре приводило к снижению содержания сахаров, а уменьшение доли синего света в спектре (менее 1/8) у всех сортов вело к снижению содержания аскорбиновой кислоты [9] и к активному биосинтезу хлорофилла у сортов Богема, Фламенко и Сельва [10]. В литературе мало сведений о влиянии характера

освещения на содержание биологически активных веществ в плодах ягодных растений.

**Цель исследования** – установить влияние искусственного ультрафиолетового освещения на содержание биологически активных веществ в плодах земляники садовой на примере распространённого в производстве сорта Азия.

**Объекты и методы.** Исследование проводили в 2019–2021 гг. в Липецкой области: полевые учётные – в СПССПК «Тимирязевский» Долгоруковского района, вегетационный опыт и лабораторные анализы – на кафедре агротехнологий хранения и переработки сельскохозяйственной продукции Елецкого государственного университета им. И.А. Бунина. Объектом исследования являлись плоды земляники садовой. Использовался средне-ранний сорт Азия. В хозяйстве земляника выращивалась на грядах по схеме 20 × 70 см в условиях капельного полива. Почва – чернозем оподзоленный тяжелосуглинистый. Для чистоты эксперимента никаких химических обработок и минеральных подкормок на площадке отбора почвы и ягод не проводилось. С производственной площадки была отобрана почва для закладки вегетационного опыта по общепринятой методике [11]. Пересадка

земляники в условия вегетационного опыта проводилась уже укоренёнными взрослыми кустами с комом земли в октябре 2019 г. Общее количество почвы в сосуде – 800 г. Сосуды с растениями во время наступления покоя (в течение осени и зимы) хранились в неотопляемом закрытом помещении. По мере прогревания открытого грунта (апрель) сосуды с растениями были вновь установлены под искусственное освещение в лабораторию. Как и в производстве в условиях вегетационного опыта до цветения поддерживалась влажность почвы на уровне 75–80 % от наименьшей влагоемкости (НВ), а во время цветения – на уровне 70 % от НВ. Плотность почвы в сосудах была аналогичной участку открытого грунта и составляла 1,2 г/см<sup>3</sup>. В качестве освещения использовались ультрафиолетовые лампы Repti Zoo ReptiSol Desert (1010LL) мощностью 10 Вт. Лампы устанавливали на высоте 60 см. Всего было пересажено 40 растений земляники. Ежедневно для равномерности освещения все растения переставлялись местами. Пластиковые сосуды с растениями размещались в пластиковых поддонах по 10 шт. (рис.).



Общий вид растений земляники сорта Азия в условиях вегетационного опыта

Повторность опыта при учетах и анализах 5-кратная. Сбор плодов для анализа проводили в июне 2020 и 2021 гг. Определение содержания биологически активных веществ в плодах проводили по следующим методикам: фотометрическим методом – антоцианы [12], флавонолы и катехины [13], β-каротин [14], сумма каротиноидов и пигментов [15]; йодометрическим методом – аскорбиновая кислота [16]; титриметрическим методом – сумма красящих и дубильных

веществ [17], танин [18] и содержание органических кислот в пересчете на яблочную [19]; ионометрическим методом – pH [20]; рефрактометрическим методом – содержание сухих растворимых веществ в соке [21]; содержание воды – арбитражным методом [22], пектинов – кальций-пектатным методом [23]. Математическую обработку полученных данных проводили методом дисперсионного анализа [24].

**Результаты и их обсуждение.** В результате исследований установлено, что растения земляники в условиях искусственного освещения зацветали на 10 дней позже и имели меньшую массу плода, чем в открытом грунте. При искус-

ственном освещении в плодах земляники содержалось существенно меньше органических кислот и сухих растворимых веществ. Различий по pH мякоти и количеству в ней воды не установлено (табл. 1).

Таблица 1

**Масса и некоторые биохимические параметры плодов земляники садовой в зависимости от характера освещения (среднее за 2020–2021 гг.)**

Вариант освещения	Средняя масса плода, г	pH мякоти	Содержание, %		
			органических кислот	воды	сухих водорастворимых веществ
Естественное	25,4	3,7	1,8	91,1	12,0
Искусственное	5,7	3,9	1,2	92,3	7,6
НСР <sub>05</sub>	4,6	0,5	0,4	11,2	2,4
НСР %	6,9	4,0	3,5	6,2	5,1

Растения земляники при ультрафиолетовом освещении накапливали такое же количество аскорбиновой кислоты, что и при солнечном, од-

нако содержали существенно меньше пигментов и каротиноидов, в т. ч. β-каротина (табл. 2).

Таблица 2

**Содержание витаминов в плодах земляники садовой в зависимости от характера освещения (среднее за 2020–2021 гг.), мг%**

Вариант освещения	Аскорбиновая кислота	β-каротин	Сумма каротиноидов	Сумма всех пигментов
Естественное	28,4	0,1	1,9	18,3
Искусственное	23,3	0,03	1,4	11,1
НСР <sub>05</sub>	0,6	0,05	0,3	2,3
НСР %	4,5	2,7	3,9	4,1

Установлен существенно больший уровень антоцианов, дубильных и красящих веществ, в т. ч. танина, в плодах земляники при солнечном

освещении в сравнении с искусственным ультрафиолетовым (табл. 3).

Таблица 3

**Содержание биологически активных витаминopodobных веществ в плодах земляники садовой в зависимости от характера освещения (среднее за 2020–2021 гг.)**

Вариант освещения	Антоцианы, мг%	Флавонолы, мг%	Катехины, мг%	Сумма дубильных и красящих веществ, %	Танин, %
Естественное	60,1	43,3	2,8	1,6	1,0
Искусственное	44,9	50,9	3,0	0,4	0,3
НСР <sub>05</sub>	9,6	8,0	1,0	0,4	0,4
НСР %	6,4	6,5	4,0	3,4	3,3

Содержание желтых красящих веществ из группы витамина Р – флавонолов, а также вяжущих веществ из этой же группы – катехинов в плодах земляники не зависело от характера освещения.

Между вариантами освещения у растений земляники различия в содержании пектиновых

веществ проявились только в отношении их нерастворимой фракции и общего количества (табл. 4).

Растения накапливали одинаковое количество водорастворимых пектиновых веществ независимо от характера освещения.

**Содержание пектиновых веществ в плодах земляники садовой в зависимости от характера освещения (среднее за 2020–2021 гг.), %**

Вариант освещения	Водорастворимые Пектиновые вещества	Протопектин и пектиновая кислота	Сумма пектиновых веществ
Естественное	4,4	2,1	6,5
Искусственное	5,1	4,6	9,7
НСР <sub>05</sub>	2,0	0,8	2,8
НСР %	3,6	3,3	4,0

### Заключение

1. При искусственном освещении растения земляники садовой сорта Азия зацвели на 10 дней позже, имели меньшую массу плода, с меньшим содержанием органических кислот и сухих растворимых веществ, чем под солнцем.

2. По сравнению с солнечным освещением при искусственном ультрафиолетовом в плодах земляники садовой содержалось меньше пигментов, в т. ч. каротиноидов и β-каротина.

3. Установлен существенно больший уровень пектиновых веществ, антоцианов, дубильных и красящих веществ, в т. ч. танина в плодах земляники при солнечном освещении в сравнении с искусственным ультрафиолетовым.

### Список источников

1. *Рождественский В.И., Клешнин А.Ф.* Управляемое культивирование растений в искусственной среде. М.: Наука, 1980. 199 с.
2. Физиология плодовых растений / пер. с нем. *Л.К. Садовской, Л.В. Соловьевой, Л.В. Швергуновой*; под ред. и с предисл. *Р.П. Кудрявца*. М.: Колос, 1983. 416 с.
3. *Будаговская О.Н.* Исследование фотодеструкции нативных листьев // Научные основы эффективного садоводства: тр. ВНИИС им. И.В. Мичурина. Воронеж: Кварт, 2006. С. 111–120 с.
4. *Леман В.М.* Курс светокультуры растений. М.: Высш. шк., 1961. 206 с.
5. *Помякшева Л.В., Коновалов С.Н.* Биохимический и химический состав плодов земляники садовой (*Fragaria × ananassa* Duch.) при возделывании с капельным поливом и фертигацией на дерново-подзолистой почве // Садоводство и виноградарство. 2019. № 2. С. 18–24.
6. *Яковцева М.Н.* Фотоморфогенетическая регуляция роста и развития земляники садовой (*Fragaria × ananassa* Duch.) в условиях светокультуры: автореф. дис. ... канд. биол. наук. М., 2017. 22 с.
7. *Хапова С.А.* Выращивание земляники садовой в закрытом грунте с применением капельного орошения // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. 2007. № 2. С. 53–54.
8. *Яковцева М.Н., Тараканов И.Г.* Технология выращивания растений земляники садовой *Fragaria ananassa* Duch. на основе использования узкополосного спектра фотосинтетически активной радиации // Перспективы развития АПК в работах молодых ученых: сб. мат-лов регион. науч.-практ. конф. молодых ученых. Т. 1. Тюмень, 2014. С. 177–180.
9. Фотоморфогенез и продукционный процесс разных онтотипов земляники садовой (*Fragaria × ananassa* Duch.) в условиях светокультуры на основе узкополосных светодиодов / *М.Н. Яковцева* [и др.] // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. 2016. № 4. С. 69–95.
10. Влияние спектрального состава светодиодного излучения на рост и развитие растений / *П.А. Лях* [и др.] // Инновации и продовольственная безопасность. 2022. № 1 (35). С. 108–120.
11. Методика полевых и вегетационных опытов с удобрениями и гербицидами / под ред. *А.В. Соколова, Д.Л. Аскинази*. М.: Наука, 1967. 183 с.
12. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур. Мичуринск: ВНИИС им. И.В. Мичурина, 1973. 492 с.
13. *Вигоров Л.И., Трибунская А.Я.* Методы определения флавонолов и флавонов в плодах и ягодах // Тр. III Всесоюз. семинара по биологически активным (лечебным) веществам плодов и ягод. Свердловск, 1968. С. 492–506.
14. ГОСТ 8756.22-80. Продукты переработки плодов и овощей. Метод определения каротина. Введ. 06.03.1980. М.: Стандартинформ, 2009. 4 с.

15. Шлык А.А. Определение хлорофилла и каротиноидов в экстрактах зеленых листьев // Биохимические методы в физиологии растений. М.: Наука, 1971. С. 154–170.
16. Плешков Б.П. Практикум по биохимии растений. М.: Колос, 1976. 255 с.
17. ГОСТ 24027.2-80. Сырье лекарственное растительное. Методы определения влажности, содержания золы, экстрактивных и дубильных веществ, эфирного масла. Введ. 01.01.1981. М.: Стандартиформ, 1981. 8 с.
18. ГОСТ 19885-74. Чай. Методы определения содержания танина и кофеина. Введ. 25.06.1974. М.: Стандартиформ, 2009. 4 с.
19. ГОСТ 25555.0-82. Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения титруемой кислотности. Введ. 27.12.1982. М.: Стандартиформ, 2010. 4 с.
20. Фотоморфогенез и продукционный процесс разных онтотипов земляники садовой (*Fragaria × ananassa* Duch.) в условиях светокультуры на основе узкополосных светодиодов / М.Н. Яковцева [и др.] // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. 2016. № 4. С. 69–95.
21. ГОСТ ISO 2173-2013. Продукты переработки фруктов и овощей. Рефрактометрический метод определения растворимых сухих веществ. Введ. 28.08.2013. М.: Стандартиформ, 2014. 14 с.
22. ГОСТ 29031-91. Продукты переработки плодов и овощей. Метод определения сухих веществ, не растворимых в воде. Введ. 17.06.1991. М.: Стандартиформ, 2010. 4 с.
23. Аверьянова, Е.В., Школьникова М.Н. Пектин: методы выделения и свойства: методические рекомендации к выполнению лабораторных работ для студентов направлений подготовки 19.03.01 «Биотехнология», 19.03.02 «Продукты питания из растительного сырья», магистрантов направления подготовки 19.04.02 «Продукты питания из растительного сырья». Бийск: Изд-во Алт. гос. техн. ун-та, 2015. 42 с.
24. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследования): учеб. для вузов. 6-е изд. М.: Альянс, 2011. 351 с.
2. Fiziologiya plodovyh rastenij / per. s nem. L.K. Sadovskoj, L.V. Solov'evoj, L.V. Shvergunovoj; pod red. i s predisl. R.P. Kudryavca. M.: Kolos, 1983. 416 s.
3. Budagovskaya O.N. Issledovanie fotodestrukcii nativnyh list'ev // Nauchnye osnovy `effektivnogo sadovodstva: tr. VNIIS im. I.V. Michurina. Voronezh: Kvarta, 2006. S. 111–120 s.
4. Leman V.M. Kurs svetokul'tury rastenij. M.: Vyssh. shk., 1961. 206 s.
5. Pomyaksheva L.V., Kononov S.N. Biohimicheskij i himicheskij sostav plodov zemlyaniki sadovoj (*Fragaria × ananassa* Duch.) pri vzdelyvanii s kapel'nym polivom i fertigaciej na dernovo-podzolistoj pochve // Sadovodstvo i vinogradarstvo. 2019. № 2. S. 18–24.
6. Yakovceva M.N. Fotomorfogeneticheskaya reguljaciya rosta i razvitiya zemlyaniki sadovoj (*Fragaria × ananassa* Duch.) v usloviyah svetokul'tury: avtoref. dis. ... kand. biol. nauk. M., 2017. 22 s.
7. Napova S.A. Vyraschivanie zemlyaniki sadovoj v zakrytom grunte s primeneniem kapel'nogo orosheniya // Vestnik Rossijskoj akademii sel'skohozyajstvennyh nauk. 2007. № 2. S. 53–54.
8. Yakovceva M.N., Tarakanov I.G. Tehnologiya vyraschivaniya rastenij zemlyaniki sadovoj *Fragaria ananassa* Duch. na osnove ispol'zovaniya uzkopolosnogo spektra fotosinteticheski aktivnoj radiacii // Perspektivy razvitiya APK v rabotah molodyh uchenyh: sb. mat-lov region. nauch.-prakt. konf. molodyh uchenyh. T. 1. Tyumen', 2014. S. 177–180.
9. Fotomorfogenez i produkcionnyj process raznyh ontotipov zemlyaniki sadovoj (*Fragaria × ananassa* Duch.) v usloviyah svetokul'tury na osnove uzkopolosnyh svetodiodov / M.N. Yakovceva [i dr.] // Izvestiya Timirязевской sel'skohozyajstvennoj akademii. 2016. № 4. S. 69–95.
10. Vliyanie spektral'nogo sostava svetodiodnogo izlucheniya na rost i razvitie rastenij / P.A. Lyah [i dr.] // Innovacii i prodovol'stvennaya bezopasnost'. 2022. № 1 (35). S. 108–120.
11. Metodika polevyh i vegetacionnyh opytov s udobreniyami i gerbicidami / pod red. A.V. Sokolova, D.L. Askinazi. M.: Nauka, 1967. 183 s.
12. Programma i metodika sortoizucheniya plodovyh, yagodnyh i orehoplodnyh kul'tur. Michurinsk: VNIIS im. I.V. Michurina, 1973. 492 s.
13. Vigorov L.I., Tribunskaya A.Ya. Metody opredeleniya flavonolov i flavonov v plodah i yagodah // Tr. III Vsesoyuz. seminaro po biologii

### Refernces

1. Rozhdestvenskij V.I., Kleshnin A.F. Upravlyаемое kul'tivirovanie rastenij v iskusstvennoj srede. M.: Nauka, 1980. 199 s.

- cheski aktivnym (lechebnym) veschestvam plodov i yagod. Sverdlovsk, 1968. S. 492–506.
14. GOST 8756.22-80. Produkty pererabotki plodov i ovoschej. Metod opredeleniya karotina. Vved. 06.03.1980. M.: Standartinform, 2009. 4 s.
  15. Shlyk A.A. Opredelenie hlorofilla i karotinoidov v `ekstraktah zelenyh list'ev // Biohimicheskie metody v fiziologii rastenij. M.: Nauka, 1971. S. 154–170.
  16. Pleshkov B.P. Praktikum po biohimii rastenij. M.: Kolos, 1976. 255 s.
  17. GOST 24027.2-80. Syr'e lekarstvennoe rastitel'noe. Metody opredeleniya vlazhnosti, sodержaniya zoly, `ekstraktivnyh i dubil'nyh veschestv, `efirnogo masla. Vved. 01.01.1981. M.: Standartinform, 1981. 8 s.
  18. GOST 19885-74. Chaj. Metody opredeleniya sodержaniya tanina i kofeina. Vved. 25.06.1974. M.: Standartinform, 2009. 4 s.
  19. GOST 25555.0-82. Produkty pererabotki plodov i ovoschej. Metody opredeleniya titruemoj kislotnosti. Vved. 27.12.1982. M.: Standartinform, 2010. 4 s.
  20. Fotomorfogenez i produkcionnyj process raznyh ontotipov zemlyaniki sadovoj (Fragaria × ananassa Duch.) v usloviyah svetokul'tury na osnove uzkopolosnyh svetodiodov / M.N. Yakovceva [i dr.] // Izvestiya Timiryazevskoj sel'skohozyajstvennoj akademii. 2016. № 4. S. 69–95.
  21. GOST ISO 2173-2013. Produkty pererabotki fruktov i ovoschej. Refraktometricheskij metod opredeleniya rastvorimyh suhих veschestv. Vved. 28.08.2013. M.: Standartinform, 2014. 14 s.
  22. GOST 29031-91. Produkty pererabotki plodov i ovoschej. Metod opredeleniya suhих veschestv, ne rastvorimyh v vode. Vved. 17.06.1991. M.: Standartinform, 2010. 4 s.
  23. Aver'yanova, E.V., Shkol'nikova M.N. Pektin: metody vydeleniya i svoystva: metodicheskie rekomendacii k vypolneniyu laboratornyh rabot dlya studentov napravlenij podgotovki 19.03.01 «Biotehnologiya», 19.03.02 «Produkty pitaniya iz rastitel'nogo syr'ya», magistrantov napravleniya podgotovki 19.04.02 «Produkty pitaniya iz rastitel'nogo syr'ya». Bijsk: Izd-vo Alt. gos. tehn. un-ta, 2015. 42 s.
  24. Dosphehov B.A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniya): ucheb. dlya vuzov. 6-e izd. M.: Al'yans, 2011. 351 s.

Статья принята к публикации 14.09.2023 / The article accepted for publication 14.09.2023.

Информация об авторах:

**Вячеслав Леонидович Захаров**<sup>1</sup>, профессор кафедры агротехнологий, хранения и переработки сельскохозяйственной продукции, доктор сельскохозяйственных наук

**Валентина Андреевна Гулидова**<sup>2</sup>, профессор кафедры агротехнологий, хранения и переработки сельскохозяйственной продукции, профессор, доктор сельскохозяйственных наук

**Марина Васильевна Дятлова**<sup>3</sup>, магистрант кафедры агротехнологий, хранения и переработки сельскохозяйственной продукции

**Юлия Евгеньевна Мамонтова**<sup>4</sup>, преподаватель кафедры агротехнологий, хранения и переработки сельскохозяйственной продукции

Information about the authors:

**Vyacheslav Leonidovich Zakharov**<sup>1</sup>, Professor at the Department of Agricultural Technologies, Storage and Processing of Agricultural Products, Doctor of Agricultural Sciences

**Valentina Andreevna Gulidova**<sup>2</sup>, Professor at the Department of Agricultural Technologies, Storage and Processing of Agricultural Products, Professor, Doctor of Agricultural Sciences

**Marina Vasilievna Dyatlova**<sup>3</sup>, Master's student at the Department of Agricultural Technologies, Storage and Processing of Agricultural Products

**Yulia Evgenievna Mamontova**<sup>4</sup>, Lecturer at the Department of Agricultural Technologies, Storage and Processing of Agricultural Products