

Пищевые системы  
Food Systems

Научная статья

УДК 663.86.054.1

doi: 10.55196/2411-3492-2024-1-43-108-116

**Исследование продуктов переработки винограда и гибискуса  
как перспективного сырья для производства экстрактов  
с повышенными антиоксидантными свойствами**

Людмила Гавриловна Влащик<sup>✉1</sup>, Анна Вячеславовна Тарасенко<sup>2</sup>

Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина, ул. Калинина, 13,  
Краснодар, Россия, 350044

<sup>✉1</sup>vlacshik@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0002-3735-8367>

<sup>2</sup>tarasenko\_anya1996@mail.ru

**Аннотация.** В современном мире образ жизни и рацион населения в значительной степени изменился. Такие изменения повлияли и на здоровье, выносливость, трудоспособность и эмоциональное состояние людей. В первую очередь на состояние здоровья людей влияет пищевой рацион, поскольку с пищей человек потребляет все необходимые и жизненно важные микро- и макроэлементы. Антиоксидантные фенольные соединения и пектиновые вещества растений привлекают все больше внимания в качестве объекта исследования, так как они обладают антиоксидантными и иммуномодулирующими свойствами при регулярном употреблении. В связи с этим целью исследований явилось изучение растительного сырья с повышенными антиоксидантными свойствами, используемого для применения в производстве функциональных напитков. Объекты изучения биологически активных соединений – виноградные выжимки красных сортов винограда и цветки гибискуса. Определены физико-химические показатели сырья, подтверждающие высокое содержание пектиновых веществ в виноградных выжимках, в среднем по сортам – 3,77%, полифенольных веществ – 3227,83 мг/дм<sup>3</sup>. У гибискуса содержание полифенолов составило 1227,2 мг/дм<sup>3</sup>. Установленные данные подтверждают технологические свойства сырья для получения экстрактов. Экстракты получали методом кислотного и водного гидролиза. Установлено, что при экстракции потери биологически активных веществ незначительны, органолептическая оценка показала привлекательность экстрактов для будущих напитков. Предложенное сырье можно рекомендовать для производства экстрактов, используемых в качестве основы для напитков с повышенными антиоксидантными и радиопротекторными свойствами.

**Ключевые слова:** выжимка, экстракт, пектин, напитки, антиоксиданты, гибискус, полифенольные вещества, антоцианы

**Для цитирования.** Влащик Л. Г., Тарасенко А. В. Исследование продуктов переработки винограда и гибискуса как перспективного сырья для производства экстрактов с повышенными антиоксидантными свойствами // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2024. № 1(43). С. 108–116. doi: 10.55196/2411-3492-2024-1-43-108-116

Original article

## Study of processed grape and hibiscus products as promising raw materials for the production of extracts with increased antioxidant properties

Lyudmila G. Vlaschik<sup>✉1</sup>, Anna V. Tarasenko<sup>2</sup>

Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin, 13 Kalinina street, Krasnodar, Russia, 350044

<sup>✉1</sup>vlaschik@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0002-3735-8367>

<sup>2</sup>tarasenko\_anya1996@mail.ru

**Abstract.** In the modern world, the lifestyle and diet of the population has changed significantly. Such changes also affected the health, endurance, ability to work and emotional state of people. First of all, the state of people's health is affected by the diet, since with food a person consumes all the necessary and vital micro- and macroelements. Antioxidant phenolic compounds and plant pectins are attracting increasing attention as research subjects because they have antioxidant and immunomodulatory properties when consumed regularly. In this regard, the purpose of the research was to study plant raw materials with increased antioxidant properties used for use in the production of functional drinks. The objects of study of biologically active compounds were grape pomace of red grape varieties and hibiscus flowers. Physico-chemical indicators of raw materials were determined, confirming the high content of pectin substances in grape pomace, on average for varieties – 3.77%, polyphenolic substances – 3227.83 mg/dm<sup>3</sup>. In hibiscus, the polyphenol content was 1227.2 mg/dm<sup>3</sup>. The established data confirm the technological properties of the raw materials for obtaining extracts. Extracts were obtained by acid and aqueous hydrolysis. It was established that during extraction the loss of biologically active substances is insignificant; organoleptic evaluation showed the attractiveness of the extracts for future drinks. The proposed raw materials can be recommended for the production of extracts used as a basis for drinks with increased antioxidant and radioprotective properties.

**Keywords:** pomace, extract, pectin, drinks, antioxidants, hibiscus, polyphenolic substances, anthocyanins

**For citation.** Vlaschik L.G., Tarasenko A.V. Study of processed products of grapes and hibiscus as promising raw materials for the production of extracts with increased antioxidant properties. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov.* 2024;1(43):108–116. (In Russ.). doi: 10.55196/2411-3492-2024-1-43-108-116

**Введение.** Питание и пищевой рацион населения оказывает существенное влияние на обеспечение качества жизни, устойчивости к неблагоприятным факторам внешней среды и в целом на поддержку иммунных свойств организма человека. С пищей и напитками человек потребляет не только такие макро-нутриенты, как белки, жиры и углеводы, но и микронутриенты (витамины, микроэлементы, антиоксидантные и минеральные вещества), которые, в свою очередь, выполняют важнейшие функции в организме для поддержания здоровья, защиты от ряда заболеваний и повышения стрессоустойчивости организма к негативным воздействиям внешней среды.

На сегодняшний день структура питания у населения нашей страны и мира в целом

ухудшилась. Мировое сообщество испытывает дефицит витаминов, пищевых волокон, биофлавоноидов, нерастворимых полисахаридов, йода, калия, железа и других элементов [1, 2].

Для решения данной проблемы технологами-разработчиками всего мира предпринимаются действия по обогащению стратегически важных продуктов питания микронутриентами, которые находятся ниже оптимальных норм потребления у населения [3, 4].

Современные функциональные напитки представляют собой разнообразную группу продуктов. Их можно классифицировать несколькими способами, например, обогащенные растительными экстрактами с повышенным содержанием протопектина, термолabile витаминами, микроэлементами,

для диетического питания с частичной или полной заменой сахара, рафинированного на подсластители растительного происхождения (экстракт стевии, соки, мальтодекстроза) [4, 5].

Растущий спрос на натуральные ингредиенты, улучшающие здоровье и внешний вид, также привлекает и индустрию напитков как наиболее быстрорастущий сегмент на рынке функциональных продуктов питания.

Антоцианы являются одним из девяти классов естественных красителей, определенных Европейским Союзом. Известно, что они обладают антиоксидантным действием и препятствуют старению организма. Синтетическим антиоксидантам часто приписывают различные неблагоприятные воздействия на здоровье. По этим причинам в настоящее время существует тенденция применения антиоксидантов, полученных из натуральных продуктов.

В технологии продуктов, обладающих функциональными свойствами, все более широкое применение имеют пектиновые вещества, обладающие иммуномодулирующими и радиопротекторными свойствами, получаемые из побочных сырьевых растительных ресурсов [5].

Выполненный анализ научной литературы позволил определить наиболее перспективное сырье для обогащения продуктов данными биологически активными веществами.

Виноградная выжимка может быть одним из перспективных источников, используемых в качестве сырья для извлечения и обогащения продуктов функциональными ингредиентами и применяемых в дальнейшем в технологии напитков с функциональными свойствами.

Выбор в пользу такого сырья обусловлен тем, что она имеет богатый химический состав, широкий спектр полезных свойств, является побочным продуктом виноделия, вследствие чего имеется достаточная сырьевая база для дальнейшей переработки. В Краснодарском крае сосредоточено до 80% виноградников РФ и предприятий винодельческой продукции, отходы которой в среднем составляют от 15 до 20%, которые не находят дальнейшего использования, кроме кормовых целей.

Наиболее богаты антиоксидантами и пектиновыми веществами, как известно из литературы, красные сорта винограда, благодаря чему экстракты их можно использовать в качестве основы для производства различных продуктов, в том числе и напитков, обогащённых функциональными ингредиентами.

Среди красных сортов винограда практический интерес для изучения представляют сорта винограда Анчаллотта, Каберне и Сира, имеющие широкое распространение в виноградных насаждениях.

Вследствие этого значительный интерес представляет изучение биологической активности вторичных продуктов виноделия с целью оптимизации их извлечения и использования в инновационных пищевых продуктах [4, 6].

Кроме вторичных продуктов виноделия особый интерес для разработки технологии иммуномодулирующих напитков представляет такой растительный компонент как Гибискус (Роза Суданская или Каркаде), а именно его водный экстракт, поскольку данное сырье характеризуется интенсивной красной окраской, обусловленной экстракцией водорастворимых антиоксидантов – антоцианов, что повышает функциональность готовой продукции, а также органолептические показатели – цвет и аромат готового продукта [2].

Учитывая вышеизложенное, **целью данного исследования** явилось получение и оценка качества экстрактов с повышенными антиоксидантными свойствами и возможности их применения в технологии напитков, обогащенных биологически активными веществами.

Для достижения цели нами определены этапы ее решения:

- изучение и анализ ассортимента функциональных ингредиентов из натурального растительного сырья;
- выбор сырья, содержащего биологически активные вещества иммуномодулирующего и антиоксидантного действия;
- исследование биологически активных веществ виноградных выжимок и цветов гибискуса и перспективность их использования в качестве экстрактов как основы для напитков с повышенным антиоксидантным действием.

**Материалы, методы и объекты исследования.** При проведении исследований были использованы общепринятые методы по действующим стандартам.

Для получения экстракта из виноградного сырья использовали метод кислотного гидролиза. Извлечение экстрактивных веществ из гибискуса проводили автогидролизом.

Основные качественные показатели экстрактов – сумму общих органических кислот сырья – определяли титриметрическим методом по ГОСТ ISO 750-2013, содержание сухих веществ – по ГОСТ 28562-90, показатели активной кислотности – по ГОСТ Р 53877-2010.

Концентрацию полифенольных соединений определяли спектрофотометрическим методом, массовую долю фенолкарбоновых

кислот – методом капиллярного электрофореза.

Содержание пектиновых веществ в экстракте определяли методом спиртоосаждения. Для определения органолептических показателей готовых напитков использовали сенсорный метод по ГОСТ ISO 6658-2016.

Объектами исследований являлись сорто-смесь выжимок винограда сортов Анчаллотта, Сира и Каберне и цветки Гибискуса.

Сырье подобрано исходя из химического состава растительных компонентов и функциональных микронутриентов.

Показатели качества виноградных выжимок как потенциальное сырье для экстракции функциональных ингредиентов приведены в таблице 1.

**Таблица 1.** Качественный состав виноградных выжимок исследуемых сортов  
**Table 1.** Qualitative composition of grape marc of the studied varieties

Наименование показателя	Фракционный состав пектиновых веществ выжимок исследуемых сортов винограда		
	Каберне	Сира	Анчаллотта
Содержание протопектина, %	1,93	2,64	2,85
Содержание растворимого протопектина, %	0,96	1,12	1,81
Общее содержание пектиновых веществ, %	2,89	3,76	4,66
Массовая доля протопектина от общего содержания пектиновых веществ, %	66,47	70,21	60,52
Общее содержание полифенольных веществ, мг/дм <sup>3</sup>	3086,77	3154,71	3442,12

Как следует из полученных данных, общее содержание пектиновых веществ в выжимках винограда достаточно высокое, при этом сумма протопектина количественно преобладает над водорастворимым пектином во всех сортах, что подтверждает технологичность сырья для извлечения пектиновых веществ, используемых в технологии экстрактов с детоксикационными свойствами [7].

Также установлено высокое содержание полифенольных веществ, необходимых для обогащения напитков в качестве иммуномодулирующей добавки.

Оценка качества гибискуса как сырья для получения экстрактов с повышенным содержанием биологически активных веществ представлена в таблице 2.

Данные таблицы подтверждают, что цветки гибискуса имеют достаточную пищевую

**Таблица 2.** Физико-химические показатели гибискуса  
**Table 2.** Physico-chemical indicators of hibiscus

Наименование показателя	Сырье
Общее содержание растворимых сухих веществ, %	89,98
Общая титруемая кислотность, %	3,4
pH	3,2
Содержание полифенолов, г/дм <sup>3</sup>	15,8
Содержание пищевых волокон, г/100г	2,9
Углеводы, г/100г	12,7
β-каротин, мкг/100г	285

ценность за счет высокого содержания сухих веществ, в числе которых значительное количество углеводов, общих органических

кислот, пищевых волокон. Содержание полифенолов, пищевых волокон,  $\beta$ -каротина характеризует его экстрактивные свойства и перспективность для разработки напитков, обогащенных биологически активными веществами.

**Результаты исследования.** Для исследования биологически активных веществ виноградных выжимок выполнены экспериментальные работы по получению экстракта из смеси виноградных выжимок винограда сортов Анчаллотта, Сира, Каберне и проанализированы его качественные показатели.

Для извлечения экстрактивных веществ из виноградных выжимок использовали кислотный метод гидролиза-экстрагирования. Перед экстрагированием из выжимки удаляли семена и измельчали.

Для более полного выделения экстрактивных веществ из сырья в качестве гидролизующего агента использовали лимонную кислоту концентрацией 0,4%. Для более глубокого расщепления сложных полисахаридов важным фактором является температура экстракции и продолжительность процесса. Оптимальной была температура 80°C и продолжительность 2 часа. Соотношение расхода масс при этом составило 1:8.

Содержание основных компонентов химического состава экстракта приведено в таблице 3.

**Таблица 3.** Качественные показатели экстракта из виноградных выжимок  
**Table 3.** Quality indicators of grape pomace extract

Наименование показателя	Содержание
Массовая доля сухих веществ, %	9,48
pH	3,48
Массовая доля пектиновых веществ, %	2,47
Содержание полифенольных веществ, мг/дм <sup>3</sup>	2458,4
Содержание антоцианов, мг/дм <sup>3</sup>	3953,8

Проведенные физико-химические исследования показали, что в процессе гидролиза теряется часть экстрактивных веществ сырья. Катализатором данного процесса являются водородные и гидроксильные ионы.

Пектиновые вещества, обладая каталитическим действием водородных ионов, претерпевают изменения. Условия процесса гидролиза, в особенности температура и pH, также оказывают влияние на экстракцию. Но в целом эти изменения не снижают функциональной направленности полученного экстракта.

Сухие вещества экстракта в количестве 9%, в числе которых значительную долю составляют пектиновые вещества 2,25% и значительная доля полифенольных веществ, формируют его биологическую ценность и обуславливают органолептические показатели будущего напитка.

Величина pH характеризует технологическую и пищевую ценность экстракта. Кислая среда ингибирует процессы микробиологической порчи продукта и способствует его стабильности при хранении [6].

Содержание и фракционный состав полифенольных веществ экстракта являются основополагающими при оценке его качества и перспективности дальнейшего использования в технологии обогащенных напитков [4].

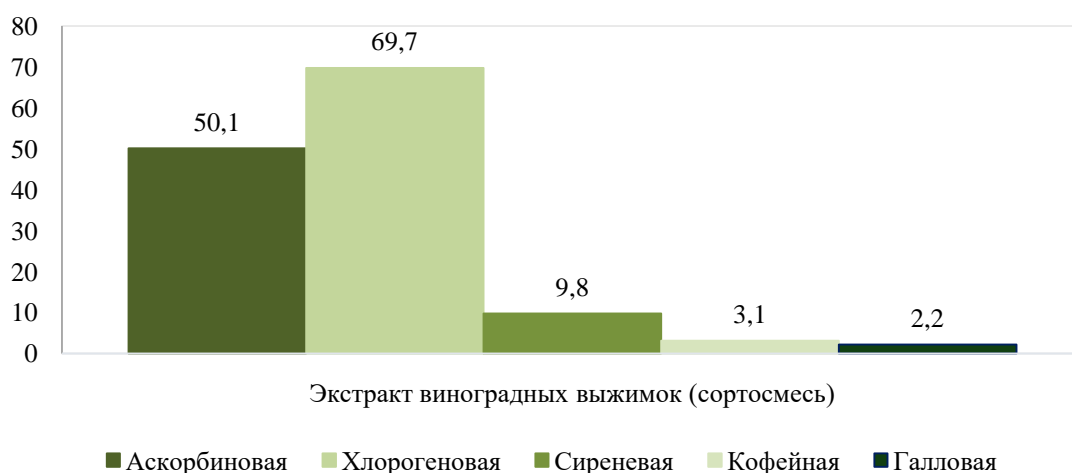
Исследования по содержанию органических и фенолкарбоновых кислот, формирующих антиоксидантный комплекс готового продукта и его органолептические достоинства, изображены на рисунке 1.

Установлено, что экстракт богат фенолкарбоновыми кислотами. Отмечено наибольшее содержание в экстракте хлорогеновой, аскорбиновой и сиреневой кислот, оказывающих функциональное действие. Можно сделать вывод, что исследуемый экстракт является оптимальной основой для насыщенных биологически активными веществами напитков.

Для разработки напитков важной составляющей является привлекательность его внешнего вида, вкус и аромат.

Данные сенсорной оценки экстракта из виноградных выжимок представлены в таблице 4.

Установлено, что экстракт имеет яркий рубиновый с оттенками цвет, свойственный красным сортам винограда, фруктовый аромат и гармоничный освежающий вкус, что также позволяет рекомендовать его для основы функционального напитка.



**Рисунок 1.** Содержание фенолкарбоновых кислот в экстракте  
**Figure 1.** Content of phenolcarboxylic acids in the extract

Особый интерес для разработки технологии напитка представляет такой растительный компонент как Гибискус (Роза Суданская или Каркаде), а именно его водный экстракт, поскольку данное сырье характеризуется интенсивной красной окраской, обусловленной экстракцией водорастворимых антиоксидантов – антоцианов, что повышает функциональность готовой продукции, а также обуславливает органолептические показатели – цвет и аромат готового продукта [8].

Для извлечения экстрактивных веществ гибискусу измельчали, смешивали с водой в соотношении 1:10 соответственно. Экстрагирование проводили при температуре 80°C с продолжительностью процесса 2 часа.

**Таблица 4.** Органолептические показатели экстракта виноградных выжимок  
**Table 4.** Organoleptic characteristics of grape pomace extract

Наименование показателя	Характеристика
Внешний вид и цвет	Жидкость темно-рубинового цвета
Аромат	Фруктовый аромат с оттенками сухофруктов
Вкус	Яркий сладко-кислый
Консистенция и структура	Однородная легкая вязкая жидкость

В полученном экстракте определяли содержание антиоксидантных веществ, данные исследований представлены на рисунке 2.



**Рисунок 2.** Содержание антиоксидантных веществ в экстракте гибискуса  
**Figure 2.** Content of antioxidant substances in hibiscus extract

С целью более полного подтверждения перспективности гибискуса в качестве биологически активной добавки в экстракте были определены качественные показатели, которые представлены в таблице 5.

Результаты органолептической оценки экстракта гибискуса представлены в таблице 6.

**Таблица 5.** Физико-химические показатели экстракта гибискуса

**Table 5.** Physico-chemical parameters of hibiscus extract

Показатели	Характеристика показателей
Массовая доля сухих веществ, %	4,48
Массовая доля титруемых кислот (в пересчете на яблочную), %	1,39
pH	3,54
Массовая доля пектиновых веществ, %	0,21

**Таблица 6.** Органолептические показатели экстракта гибискуса

**Table 6.** Organoleptic characteristics of hibiscus extract

Наименование показателя	Характеристика
Цвет и внешний вид	Однородная жидкость темно-рубинового цвета
Аромат	Растительно-цветочный
Вкус	Кисловатый
Консистенция	Жидкая

Органолептические характеристики экстракта свойственны виду сырья, из которого он был получен. Экстракт имел приятный цвет и аромата, кислый вкус указывает на то, что гибискус богат органическими кислотами.

Таким образом, результаты исследований химического состава экстракта из виноградных выжимок и гибискуса позволяют гово-

рить о том, что высокое содержание сухих веществ обуславливает пищевую и биологическую ценность экстрактов, а именно содержание полисахаридов, пектинов и других сахаров, которые формируют будущее тело напитка, его вязкость, также сахара чувствуют в формировании вкуса напитка.

Показатели кислотности указывают на то, что в экстрактах содержится значительное количество органических и фенолкарбоновых кислот, оказывающих с точки зрения функциональности антиоксидантный эффект, с технологической – оптимизируют процесс производства, поскольку исчезает необходимость внесения дополнительных добавок-антиокислителей для предотвращения микробиологической порчи, которые удорожают рецептуру и усложняют технологию, а с точки зрения органолептики – формируют вкусовые качества и ароматику [3, 5].

Также стоит отметить, что содержащиеся в составе пектины обладают радиопротекторными и антиоксидантными свойствами, что положительно влияет на здоровье организма и повышает функциональность продукта [6].

Основополагающим показателем качества, который формирует антиоксидантные функциональные свойства в готовых напитках, является содержание фенольных соединений. Из представленных данных видно, что содержание их значительно, что обуславливает функциональность готового продукта.

**Выводы.** Подводя итог, можно обозначить следующие аспекты: нами исследовано сырье с оптимальными качественными показателями, проведена оценка физико-химических и органолептических показателей, подтверждающая перспективность виноградного экстракта и экстракта гибискуса для применения в качестве биологически активных компонентов при производстве напитков функционального значения.

### Список литературы

1. Конакова А. В., Кушакова К. А. Влияние биологически активных веществ на организм человека // Научный электронный журнал «Меридиан». 2020. № 11(45). С. 96–98. EDN: СУТАХТ
2. Локтев Д. Б., Зонина Л. Н. Продукты функционального назначения и их роль в питании человека // Вятский медицинский вестник. 2010. № 2. С. 7. EDN: OWVJFN

3. Сергиенко И. В., Куцова А. Е., Куцов С. В. Инновационно-технологические решения в создании функциональных продуктов питания // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2015. №2. С. 126–129. EDN: UAOLTZ
4. Влащик Л. Г., Тарасенко А. В. Технология производства напитков, обогащенных натуральными растительными ингредиентами с адаптогенными свойствами // Новые технологии. 2020. № 1. С. 30–39. DOI: 10.24411/2072-0920-2020-10103. EDN: АРҮНХW
5. Biologically active complex with high antioxidant properties based on macrophytes of the azov-black sea basin. / L. Donchenko, O. Bityutskaya, L. Vlaschik, N. Limareva // KnE Life Sciences. 2019. С. 592.
6. Никонович Ю. Н., Тарасенко Н. А. Пищевые волокна из растительного сырья и особенности их применения // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. 2014. № 5-6 (341-342). С. 6–9. EDN: TEАТАН
7. Limareva N., Donchenko L., Vlaschik L. Iv international scientific and practical conference anthropogenic transformation of geospace: nature, economy, society' (atg 2019) //Advances in Engineering Research. 2019. Т. 191. С. 160. EDN: ORWJTM
8. Ермолаева Г. А., Шагиев М. Ю. Исследование сырья для чайного напитка на основе каркаде // Аллея науки. 2018. Т. 1. № 7(23). С. 435–438. EDN: UWZQNI

### References

1. Konakova A.V., Kushakova K.A. The influence of biologically active substances on the human body. *Nauchnyy elektronnyy zhurnal «Meridian»*. 2020;11(45):96–98. (In Russ.). EDN: CYТАХТ
2. Loktev D. B., Zonova L. N. Functional products and their role in human nutrition. *Medical newsletter of Vyatka*. 2010;(2):7. (In Russ.). EDN: OWVJFN
3. Sergienko I.V., Kucova A.E., Kucov S.V. Innovative technological solutions in creating functional products power. *Proceedings of the Voronezh state university of engineering technologies*. 2015;(2):126–129. (In Russ.). EDN: UAOLTZ
4. Vlashchik, L.G., Tarasenko A.V. Production technology of beverages enriched with natural vegetable ingredients with adaptogenic properties. *New technologies*. 2020;(1):30–39. (In Russ.). DOI: 10.24411/2072-0920-2020-10103. EDN: АРҮНХW
5. Donchenko L., Bityutskaya O., Vlaschik L., Limareva N. Biologically active complex with high antioxidant properties based on macrophytes of the azov-black sea basin. *KnE Life Sciences*. 2019. P. 592.
6. Nikonovich Yu.N., Tarasenko N.A. Dietary fiber from plant raw materials and features of their application. *Izvestiya vuzov. Pishchevaya tekhnologiya*. 2014;5-6(341-342):6–9. (In Russ.). EDN: TEАТАН
7. Limareva N., Donchenko L., Vlaschik L. Iv international scientific and practical conference anthropogenic transformation of geospace: nature, economy, society' (atg 2019). *Advances in Engineering Research*. 2019. Vol. 191. P. 160. EDN: ORWJTM
8. Ermolaeva G.A., Shagiev M.Yu. Study of raw materials for a tea drink based on hibiscus // *Alleya nauki*. 2018;1(7):435–438. (In Russ.). EDN: UWZQNI

### Сведения об авторах

**Влащик Людмила Гавриловна** – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры технологии хранения и переработки растениеводческой продукции, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина», SPIN-код: 8282-6080

**Тарасенко Анна Вячеславовна** – аспирант кафедры технологии хранения и переработки растениеводческой продукции, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина»

### Information about the authors

**Lyudmila G. Vlaschik** – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Technology of Storage and Processing of Plant Products, Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin, SPIN-code: 8282-6080



**Anna V. Tarasenko** – postgraduate student of the Department of Technology of Storage and Processing of Plant Products, Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin

---

**Авторский вклад.** Все авторы настоящего исследования принимали непосредственное участие в планировании, выполнении и анализе данного исследования. Все авторы настоящей статьи ознакомились и одобрили представленный окончательный вариант.

**Author's contribution.** All authors of this research paper have directly participated in the planning, execution, or analysis of this study. All authors of this paper have read and approved the final version submitted.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

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

---

*Статья поступила в редакцию 21.02.2024;  
одобрена после рецензирования 07.03.2024;  
принята к публикации 15.03.2024.*

*The article was submitted 21.02.2024;  
approved after reviewing 07.03.2024;  
accepted for publication 15.03.2024.*