



Научная статья
4.3.3 – Пищевые системы (технические науки)
УДК 633.479.1

doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2024.04.018



ИССЛЕДОВАНИЕ КВАСОВ НЕОСВЕТЛЕННЫХ ИЗ РЕПЫ С РЯБИНОЙ ОБЫКНОВЕННОЙ И ЧЕРНОПЛОДНОЙ

Ксения Николаевна Нициевская ¹, Светлана Владимировна Станкевич ²,
Елена Валерьевна Бородай ³

^{1, 2, 3} Сибирский федеральный научный центр агробιοтехнологий РАН, р.п. Краснообск, Новосибирская область, Россия

¹ nitsievskayakn@sfsca.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7302-106X>

² stankevichsv@sfsca.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5157-2004>

³ borodajelena@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4350-085X>

Аннотация. В настоящее время малоизученными являются исследования по разработке рецептур напитков, в частности квасов с применением овощного сырья. Цель исследования заключалась в экспериментальной оценке возможности обогащения квасов плодово-овощным сырьем регионального значения. В статье представлены данные по подбору оптимального соотношения репы, плодов рябины обыкновенной или черноплодной, влияние их концентрации в рецептуре напитка на динамику органолептических и физико-химических показателей. В данной работе авторами использовались теоретические (контент-анализ) и эмпирические методы научного исследования (экспериментальные исследования, измерения, сравнение, описание). Органолептическую оценку экспериментальных образцов проводили с применением балльной системы оценки по 25-балльной шкале. Для получения объективных данных по влиянию экстракта из рябины на качество готовых образцов была проведена оценка по физико-химическим показателям. Установлено, что для получения сбалансированного продукта по органолептическим и физико-химическим характеристикам оптимальным внесением в квас из репы плодов рябины обыкновенной является соотношение 1:1. Применение плодов рябины черноплодной в рецептуре кваса неоднозначно, поэтому требует дальнейших исследований.

Ключевые слова: репа, рябина обыкновенная, арония черноплодная, квас, мацерация, органолептические исследования, флавоноиды, фенольные соединения, антоцианы.

Для цитирования: Нициевская К. Н., Станкевич С. В., Бородай Е. В. Исследование квасов неосветленных из репы с рябиной обыкновенной и черноплодной // Ползуновский вестник. 2024. № 4. С. 116–125. doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2024.04.018, EDN: <https://elibrary.ru/KZTGCA>.

Original article

EXAMINATION OF UNFILTERED KVASSES MADE FROM TURNIP WITH RED AND BLACK-FRUITED ROWAN

Kseniya N. Nitsievskaya ¹, Svetlana V. Stankevich ², Elena V. Boroday ³

^{1, 2, 3} Siberian Federal Research Center of Agrobiotechnologies of the Russian Academy of Sciences, Russia

¹ nitsievskayakn@sfsca.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7302-106X>

² stankevichsv@sfsca.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5157-2004>

³ borodajelena@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4350-085X>

Abstract. At the moment, there are too few researches related to alcohol free drinks' recepies, including kvasses improved with vegetables. The current research was dedicated to evaluate an opportunity of using significant local vegetables as kvass' enhancers. There are optimal ratio of turnip and red or black-fruited rowan's fruits along with alteration dynamics of both organoleptic and physico-chemical properties of the product induced by ratio's adjustments presented in the article. In the current study authors coupled

© Нициевская К. Н., Станкевич С. В., Бородай Е. В., 2024

ИССЛЕДОВАНИЕ КВАСОВ НЕОСВЕТЛЕННЫХ ИЗ РЕПЫ С РЯБИНОЙ ОБЫКНОВЕННОЙ И ЧЕРНОПЛОДНОЙ

theoretical (content analysis) and empirical (experiments, measurements, comparisons) re-search methods. Probes' organoleptic properties were graded in 25-point rating scale. In order to objectively evaluate an influence of rowan's extracts on probes' quality their physico-chemical properties were ap-praised. It was discovered, that balanced in organoleptic and physico-chemical properties product might be achieved with optimal kvass brewed from turnip and rowan ratio of 1:1. The effect of black-fruited rowan fruits' application in kvass recipe remains unclear and needs further examination.

Keywords: *Brassica rapa L., Sórbus aucupária, Aronia melanocarpa, kvass, maceration, organoleptic research, flavonoids, phenols compounds, anthocyanins.*

For citation: Nitsievskaya, K.N., Stankevich, S.V. & Boroday, E.V. (2024). Examination of unfiltered kvasses made from turnip with red and black-fruited rowan. *Polzunovskiy vestnik*. (4), 116-125. (In Russ). doi: 10/25712/ASTU.2072-8921.2024.04.018. EDN: <https://elibrary.ru/KZTGCA>.

ВВЕДЕНИЕ

В последнее время разработки новых технологий квасов, получаемых с добавлением настоев, сухих или жидких экстрактов растительного сырья, богатых компонентами антиоксидантно-адаптогенного действия, набирают особую популярность [1, 2]. Такие разработки считаются технологически и экономически обоснованными, поскольку доля квасов в структуре товарооборота всех прохладительных напитков стабильно составляет более 5 %, также наблюдается рост популярности кваса у российского населения. Отмеченное обусловлено прекрасными жаждоутоляющими свойствами этого напитка, потребление кваса способствует улучшению процессов обмена веществ, работы желудочно-кишечного тракта и сердечно-сосудистой системы.

Безалкогольные напитки не являются продуктами первой необходимости, но играют важную роль в обмене веществ человека. Потребление напитков должно не только восполнять потерю организмом влаги и солей, но и обогащать его жизненно необходимыми биологически активными веществами, в частности витаминами [3, 4].

Пищевая ценность кваса обусловлена наличием углеводов (глюкозы, фруктозы, мальтозы, сахарозы, декстринов), белков, в том числе синтезированных микроорганизмами, используемых при брожении, витаминов, ферментов и минеральных веществ. Полезные свойства кваса определяются также органическими кислотами: молочной, уксусной, янтарной и другими. Аромат кваса формируется за счет образующихся в процессе брожения эфиров, диацетила, кроме того, из сырья переходят ароматические и красящие вещества [5]. Благоприятное влияние непастеризованного кваса на процесс пищеварения определяется присутствием молочнокислых бактерий и дрожжей, которые способствуют обогащению хлебного кваса витаминами B1, B2, PP, D, молочной кислотой, диоксидом углерода [6, 7, 8, 9, 10].

Продукты брожения являются одними из самых популярных в мире напитков с очевидным положительным влиянием на общее состояние здоровья. Они являются традиционными во всем мире натуральными напитками, с низким содержанием калорий и без жира, с органическими кислотами и витаминами [11, 12].

Для получения квасов с новыми органолептическими свойствами, повышенной биологической и пищевой ценностью все чаще используются различные источники биологически активных веществ (БАВ), в частности пряно-ароматическое, плодово-ягодное, овощное сырье и продукты их переработки [13]. Менее изученным, но перспективным направлением является разработка и производство квасов брожения с применением продуктов переработки овощного сырья, в частности репы.

Репа (*Brassica rapa L.*) – однолетнее или двулетнее травянистое растение с белым или желтоватым корнеплодом, относится к семейству Крестоцветные (*Cruciferae*). Состав репы обуславливает его ценность как диетического продукта. В ней содержатся редкие микроэлементы и металлы: медь, железо, фосфор, марганец, сера, цинк, йод и многие другие. Углеводы в репе и остальных крестоцветных представлены сахарами, в основном – моносахаридами, среди которых преобладает глюкоза; полисахаридами (крахмалом, клетчаткой, пектиновыми веществами, пентозанами); а также глюкозинолатами. Известно, что из важнейших аминокислот в состав белков репы входит лизин – 0,43 г, метионин – 0,14 г и аргинин – 0,51 г на 1 кг сырого вещества. Этот корнеплод обладает ранозаживляющим, мочегонным, противовоспалительным, антисептическим и обезболивающим действиями [14, 15].

Другим перспективным направлением современных разработок считается придание квасам дополнительной функциональной направленности за счет введения аскорбиновой кислоты, полифенольных веществ и более специфичных по действию компонентов.

В качестве растительного сырья, выступающего в роли естественного источника природных веществ-антиоксидантов или веществ-адаптогенов, разработчики используют лимонник китайский, шиповник, бруснику, клюкву, рябину, элеутерококк колючий, актинидию коломикта, родиолу розовую, эхинацею пурпурную, володушку золотистую и многие другие виды плодово-ягодного и травянистого сырья [2].

Вещества, накапливаемые в растениях, действуют на организм мягче, чем синтетические препараты, при этом физиологическая активность их шире. Натуральное сырье растительного происхождения обогащает напитки не только легкоусвояемыми веществами, но и макро- и микроэлементами, флавоноидами, органическими кислотами, витаминами, антиоксидантами и т. д. [16].

Плоды дикорастущих растений являются высокоценным сырьем для пищевых производств, так как содержат множество биологически активных веществ (БАВ). Плоды рябины (*Sorbus aucuparia*) богаты витамином С (до 160 мг%) и каротином (до 56 мг%). Плоды содержат сахар (до 5 %), яблочную, лимонную, винную и янтарную кислоты (2,5 %), дубильные (0,5 %) и пектиновые (0,5 %) вещества, сорбит и сорбозу, аминокислоты, эфирные масла, соли калия, кальция, магния, натрия, а также каротиноиды (до 20 мг %), аскорбиновую кислоту (до 200 мг %), флавоноиды, тритерпеновые соединения, горькие вещества, сорбиновую кислоту [17].

Лечебные свойства рябины связаны главным образом с её способностью вызывать желчегонный, слабительный и диуретический эффекты, снижать уровень холестерина в крови, а также оказывать общеукрепляющее и тонизирующее действие на организм благодаря присутствию множества витаминов. В ряде исследований также отмечается кровоостанавливающее, противомикробное, противогрибковое, болеутоляющее, противовоспалительное и противоопухолевое действие (в разной степени выраженности) [18].

Особый интерес вызывает рябина черноплодная (*Aronia melanocarpa*), в плодах которой содержится богатейший комплекс различных БАВ. Использование сока черноплодной рябины для купаживания ферментированного напитка позволяет обогатить напиток простыми углеводами, аминокислотами и различными органическими кислотами (яблочной, лимонной). Также он повышает биологическую ценность продукта за счет содержания антоцианов, антиоксидантов, полифенолов, дубильных веществ, витаминов (А, С,

К, РР, группы В), макро- и микроэлементов (железо, селен, марганец, йод, калий, кальций, магний, кобальт). Кроме того, содержание органических кислот в черноплодной рябине значительно выше, чем в малине, мандаринах и красной смородине, а содержание Р-витаминных соединений больше, чем у всех плодово-ягодных культур [19].

В работе получали квас из репы ферментативным брожением с использованием дрожжевых культур «France Superstart» (Франция) (1 г/дал) с дальнейшим подбором оптимального соотношения с экстрактами из плодов рябины обыкновенной и черноплодной.

Цель исследования заключается в экспериментальной оценке возможности обогащения квасов плодово-овощным сырьем регионального значения.

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования проведены в лаборатории качества безопасности отдела пищевых систем и биотехнологий Сибирского федерального научного центра агробиотехнологий (СФНЦА РАН). Объекты исследования: образцы квасов из репы с добавлением экстрактов из плодов рябины обыкновенной или черноплодной (растворителем была выбрана очищенная вода (рН 7,0 ед.). Оборудование, используемое в исследованиях: весы аналитические марки Ohaus PA214 (Китай), рН-метр марки Нитрон (Россия), термометр Testo 905-T1 (Германия) с погрешностью измерений $\pm 0,5$ °С, колориметр фотоэлектрический концентрационный КФК-2 (Россия), рефрактометр ИРФ-454БМ (Россия). Математическую обработку данных с использованием регрессионного анализа проводили с помощью программы MS Excel. Проверка адекватности уравнений регрессии проводилась с применением F-критерия Фишера. Значимость коэффициентов регрессии оценивали с использованием t-критерия Стьюдента. За контролируемые параметры взяты следующие показатели: активная кислотность (рН, ед.), окислительно-восстановительный потенциал (Eh, мВ), интенсивность цвета (I, ед.), расчет свободных антоцианов и антоцианово-таниновых комплексов в виде показателя dA (%), оттенок цвета (Т, ед.), содержание суммы антоцианов по цианидин-3,5-дигликозид (%), массовая доля флавоноидных и других фенольных соединений на абсолютно сухое вещество (мг/100 г), содержание дубильных веществ в пересчете на галловую кислоту (%), количественное содержание рутина (%), определение водорастворимых антиоксидантов (мг/г), органолептические

ИССЛЕДОВАНИЕ КВАСОВ НЕОСВЕТЛЕННЫХ ИЗ РЕПЫ С РЯБИНОЙ ОБЫКНОВЕННОЙ И ЧЕРНОПЛОДНОЙ

ские характеристики. Определение органолептических испытаний проводили по ГОСТ 6687.5-86, определение сухих веществ – согласно ГОСТ 6687.2-90, массовую долю флавоноидных и других фенольных соединений – по ГОСТ 28887-2019.

Рецептура кваса из плодово-овощного сырья включала следующее соотношение ингредиентов:

Образец № 0 – квас из репы, считается в исследованиях контрольным образцом.

Образец №1 – аналогично образцу № 0, с добавлением экстракта из плодов рябины обыкновенной в соотношении 1:1 относительно общего объема сусла.

Образец № 2 – аналогично образцу № 0, с добавлением экстракта из плодов рябины обыкновенной в соотношении 1:2 относительно общего объема сусла.

Образец № 3 – аналогично образцу № 0, с добавлением экстракта из плодов рябины обыкновенной в соотношении 1:3 относительно общего объема сусла.

Образец № 4 – аналогично образцу № 0, с добавлением экстракта из плодов рябины черноплодной в соотношении 1:1 относительно общего объема сусла.

Образец № 5 – аналогично образцу № 0, с добавлением экстракта из плодов рябины черноплодной в соотношении 1:2 относительно общего объема сусла.

Исследование активной кислотности (рН, ед.) и окислительно-восстановительного потенциала Е (mВ) проводили с применением рН-метр марки Нитрон. Результаты параллельных определений вычисляли до второго десятичного знака, допустимые расхождения между опытами не должны превышать 0,2 рН.

Глубину экстракции исследовали с использованием оптических методов: измерением оптической плотности (D, ед.), коэффициента пропускания (Т, %). Исследования получены с использованием колориметра фотоэлектрического концентрационного КФК-2 (ЗОМЗ, Россия). В работе использовали светофильтры синий (λ = 440 нм), зеленый (λ = 540 нм) и красный (λ = 670 нм). В качестве раствора сравнения использовали очищенную воду. Исследование коэффициента пропускания (Т %) позволяет судить о прозрачности образцов, оптической плотности – о переходе фенольных соединений различной природы.

Интенсивность цвета (I, ед.) с учетом мономерных и полимерных фенольных соединений выражалась согласно формуле (1) и с учетом всех пигментов (2) [20]:

$$I_1 = D_{440} + D_{540}, \quad (1)$$

$$I_2 = D_{440} + D_{540} + D_{640}, \quad (2)$$

где D – оптическая плотность спектра поглощения, отн. ед.,

Расчет свободных антоцианов и антоциано-таниновых комплексов в виде показателя dA (%) по формуле (3) [20]:

$$dA(\%) = \left(1 + \frac{D_{440} + D_{640}}{2 \cdot D_{540}}\right) * 100. \quad (3)$$

Оттенок цвета (Т, ед.), выражался согласно формулы (4) [20]:

$$T = D_{440} / D_{540}, \quad (4)$$

где D – оптическая плотность спектра поглощения, отн. ед.,

Концентрацию антоциановых пигментов (X, %) определяли спектрофотометрически в 1%-ном соляно-кислом водном экстракте [21, 22]. Содержание суммы антоцианов рассчитывали по цианидин-3,5-дигликозиду, расчеты по формуле:

$$X, \text{ мг} = \frac{(D_{490} - \frac{1}{3} D_{670}) * V * 100}{E^{1\%} * A * (100 - B)}, \quad (5)$$

где X – концентрация суммы антоцианов, %;

D_{490} – оптическая плотность раствора при λ= 490 нм;

D_{670} – оптическая плотность раствора при λ= 670 нм;

V – объем экстракта, мл;

E – удельный показатель поглощения цианидин-3,5-дигликозид при λ= 490 нм в 1%- водном растворе соляной кислоты, равно 453;

A – масса навески.

Массовую долю флавоноидных и других фенольных соединений на абсолютно сухое вещество, мг/100 г абсолютно сухой массы (а.с.м.), вычисляли до первого десятичного знака по формуле:

$$X = \frac{D * 24}{m * 8,37} * \frac{100}{(100 - W)}, \quad (6)$$

где D – оптическая плотность испытуемого раствора; 24 – объем разведения, см³; m – масса навески, г; 8,37 – коэффициент пропорциональности оптической плотности раствора и концентрации флавоноидных и других фенольных соединений для фотоэлектр-колориметра при длине волны 400 нм; W – массовая доля влаги, %

Границы абсолютной погрешности результатов измерений массовой доли флавоноидных и других фенольных соединений – ±0,12*X, % при (P = 0,95).

Содержание дубильных веществ в пересчете на галловую кислоту, %

Определение оптической плотности растворов проводили на спектрофотометре согласно методике [23, 24]. Расчеты проводили по формуле:

$$X = \frac{D * 250 * 50 * 100}{m_{\text{нав}} * V_a * 508 * (100 - W)}, \quad (7)$$

где X – содержание общего количества таннидов, пересчитанного по галловой кислоте, %; D – значение оптической плотности раствора; $m_{\text{нав}}$ – точное значение массы сырья в навеске (г); V_a – объем пробы (мл); 250 – количество общего объема раствора (мл); 50 – объем раствора № 1 (мл); 508 – значение плотности оптической 1%-го раствора кислоты галловой 1 мг/мл (значение удельного показателя поглощения галловой кислоты); W – значение влажности сырья (%).

Для количественного измерения рутина применяли перманганатометрический метод, объемный метод анализа [25]. Массовую долю рутина (витамина P), % находили по формуле (8):

$$w = \frac{3,2 * V_{\text{р-ра}} * V_k}{1000 * m * V_n} * 100\%, \quad (8)$$

где 3,2 – масса рутина в мг, окисляемого 1 мл 0,05 н. раствора KMnO_4 ; $V_{\text{р-ра}}$ – объем раствора KMnO_4 , израсходованного на титрование; V_k – объем колбы (50 мл); V_n – объем экстракта, взятый для титрования (10 мл); m – масса навески, г.

При определении содержания водорастворимых антиоксидантов за основу взят метод Рогожина, который основан на способ-

ности хлорного железа (Fe^{3+}) окислять антиоксиданты. При этом хлорное железо (Fe^{3+}) восстанавливается до хлористого железа (Fe^{2+}), количество которого определяется по интенсивности окраски при добавлении о-фенантролина [25].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Использование плодово-овощного сырья для производства кваса способствует реализации задач рационального использования сырья и расширению ассортимента квасных напитков.

Авторами исследована возможность использования в рецептуре плодово-овощного кваса из репы (лат. *Brassica rapa*) экстракта из плодов рябины обыкновенной (лат. *Sorbus aucuparia*) и черноплодной (лат. *Aronia melanocarpa*), тем самым предлагается повышение пищевой ценности и расширение ассортимента напитков.

Органолептическую оценку экспериментальных образцов проводили с применением балльной системы оценки. Опытные образцы напитков дегустировали и оценивали по 25-балльной шкале независимые дегустаторы. При оценке внешнего вида и цвета (от 1 до 7), вкуса и аромата (от 6 до 12), насыщенности CO_2 (от 2 до 6) [26]. Результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Органолептическая характеристика образцов квасов неосветленных
Table 1 – Organoleptic characteristics of samples of unlit kvass

Образцы					
№ 0	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5
<i>Внешний вид и цвет</i>					
Непрозрачная пенящаяся жидкость с небольшим осадком, продукт характеризуется опалесценцией					
цвет от прозрачного до серо-белого	цвет от слабо-розового до бледно-красного	цвет от розового до красного		цвет насыщенный красный с сиреневым оттенком	
3,0±0,2	7,0±0,3	7,0±0,1	7,0±0,2	8,0±0,3	8,0±0,3
<i>Вкус и аромат</i>					
вкус кисло-ватый, терпкий, букет флейвора с нотой репы	вкус с нотой кислоты, слабый рябиновый нюанс в букете	вкус терпкий с рябиновой нотой в флейворе	вкус терпкий, невыраженный, характерный рябиновый аромат	вкус терпкий, сладковатый, аромат с нотами репы	вкус вяжущий, аромат невыраженный
7,0±0,3	12,0±0,2	11,0±0,1	9,0±0,2	8,0±0,3	6,0±0,2
<i>Насыщенность CO_2</i>					
2,0±0,2	6,0±0,1	5,0±0,1	5,0±0,1	4,5±0,1	4,5±0,1

Органолептическая оценка напитков показала, что наибольшее количество баллов получил образец № 1 (25 баллов) и № 2 (23 балла). По результатам исследований органолептических показателей установлено, что в образце кваса из репы при внесении экстракта из рябины обыкновенной в соотно-

шении 1:1 и 1:2 изменений не наблюдалось по показателям «внешний вид», «цвет». При соотношении 1:3 появился выраженный терпкий рябиновый вкус и аромат в букете. Образцы с использованием рябины черноплодной получили более низкие баллы при оценке показателя «вкус и аромат», «насыщенность

ИССЛЕДОВАНИЕ КВАСОВ НЕОСВЕТЛЕННЫХ ИЗ РЕПЫ С РЯБИНОЙ ОБЫКНОВЕННОЙ И ЧЕРНОПЛОДНОЙ

СО₂». При оценке кваса из репы (образец № 0) набрал наименьшее количество баллов – 12. Для получения объективных данных по влиянию экстрактов рябины на

качество готовых образцов была проведена оценка и по физико-химическим показателям (табл. 2).

Таблица 2 – Содержание антоцианов в образцах квасов неосветленных, мг

Table 2 – The content of anthocyanins in samples of unlit kvass, mg

Наименование показателя	Образцы					
	№ 0	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5
Цветовые характеристики						
Содержание антоцианов, мг	42,15	42,68	37,68	37,68	121,62	167,06
расчет dA%	19,73	20,11	20,50	20,46	19,53	18,38
I ₁ , ед.	0,30	0,27	0,22	0,22	0,33	0,33
I ₂ , ед.	0,44	0,40	0,31	0,30	0,47	0,43
T, ед.	0,10	0,11	0,12	0,12	0,10	0,10
D ₄₄₀ (%)	34,39	35,59	38,71	39,60	35,48	38,55
D ₅₄₀ (%)	33,94	33,08	32,26	32,34	34,41	37,38
D ₆₇₀ (%)	31,67	31,33	29,03	28,05	30,11	24,07

Анализ абсорбционных оптических спектров регистрировали на длине волны $\lambda = 440, 540$ и 670 нм. Полученные спек-

трофотометрические данные указывали на наличие веществ фенольных веществ различной природы.

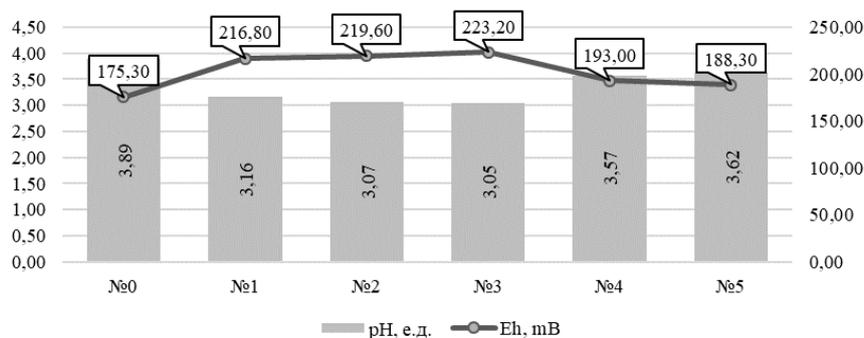


Рисунок 1 – Исследование активной кислотности (pH, ед.), окислительно-восстановительный потенциал (Eh, мВ)

Figure 1 – Study of active acidity (pH, ed.), redox potential (Eh, mV)

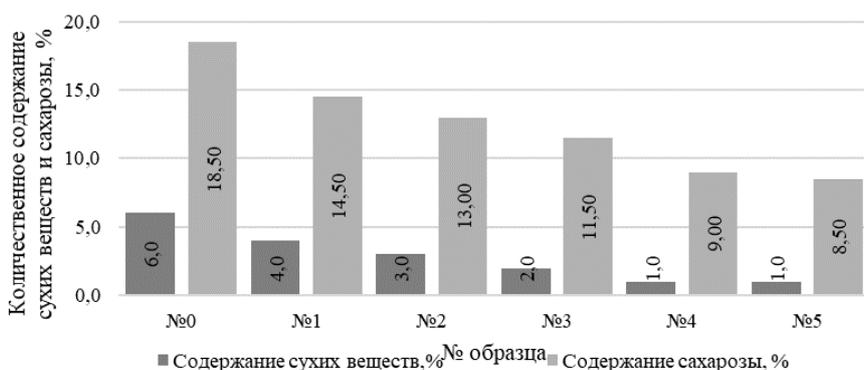


Рисунок 2 – Исследование содержания сухих веществ и сахарозы рефрактометрически, %

Figure 2 – The study of the content of solids and sucrose by refractometric, %

Рисунок 1 иллюстрирует снижение активной кислотности в кислую сторону. Так, в сравнении с контролем снижение по образцу № 1 – на 0,73 ед., № 2 – на 0,82 ед., № 3 – на 0,84 ед., № 4 – на 0,32 ед., № 5 – на 0,27 ед.

С увеличением внесения плодовых экстрактов наблюдается снижение содержания сухих веществ и сахара (рис. 2).

При анализе количественных характеристик установлена зависимость от внесения экстракта из плодов рябины обыкновенной и черноплодной при получении кваса.

Уравнение линейной регрессии зависимости содержания сухих веществ (%) имело вид:

$$y = -1,00x + 6,33 \text{ при } R = 0,92 . \quad (9)$$

Уравнение линейной регрессии зависимости содержания сахарозы (%) имело вид:

$$y = -1,943x + 19,30 \text{ при } R = 0,95 . \quad (10)$$

Содержание фенольных соединений находилось на максимальном уровне в образце кваса из репы, продукт характеризовался опалесценцией (рис. 3). По мере разбавления с плодами рябины обыкновенной или черноплодной отмечено снижение описываемого параметра. После обработки данных с применением линейной регрессии содержания фенольных соединений и флавоноидов (мг/100 г на абсолютно сухую массу):

$$y = -15,40x + 109,25 \text{ при } R=0,87 . \quad (11)$$

Наиболее ярко выражен данный факт в образцах № 4 и № 5 с рябиной черноплодной, в образце № 4 снижение было приблизительно в 2,6 раза, в образце № 5 – приблизительно в 3,8 раза.

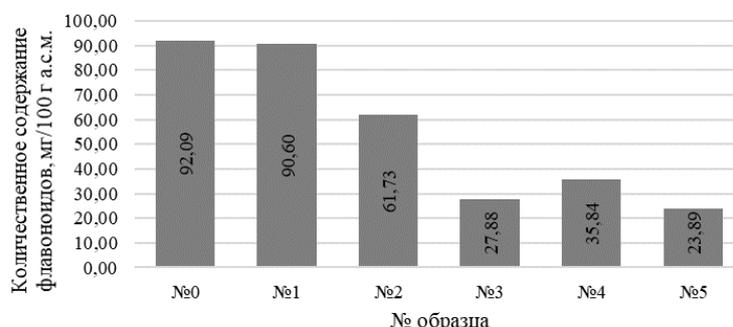


Рисунок 3 – Количественное содержание фенольных соединений и флавоноидов, мг/100 (на абсолютно сухую массу).

Figure 3 – Quantitative content of phenolic compounds and flavonoids, mg/100 (on absolutely dry mass)

Снижение флавоноидов в образцах с внесением рябины обыкновенной имело динамическое снижение в образце № 1 приблизительно на 1,50 мг/100 г на абсолютно сухую массу, № 2 – приблизительно на 30,36 мг, № 3 – приблизительно на 64,18 мг.

В других научных работах авторами установлено снижение фенольных соединений в процессе спиртового брожения [27].

Используемый нами метод определения флавоноидов основан на их экстрагировании ацетоном, возможно, в процессе продолжающегося брожения в продукте флавоноиды переходят в другие виды фенольных соединений, что подтверждается увеличением полифенольных соединений на примере анализа дубильных веществ (рис. 4).

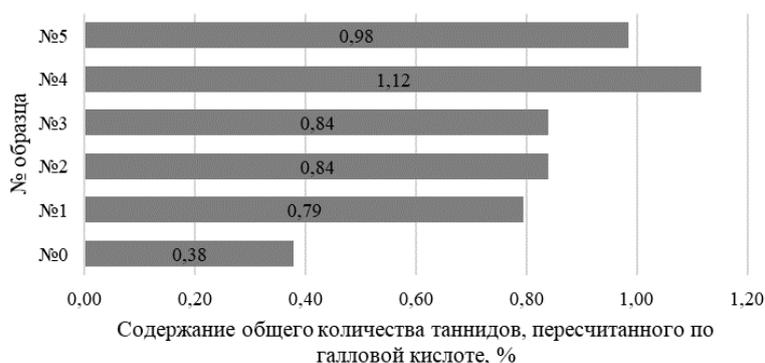


Рисунок 4 – Содержание дубильных веществ в пересчете на галловую кислоту, %

Figure 4 – Tannin content in terms of gallic acid, %

ИССЛЕДОВАНИЕ КВАСОВ НЕОСВЕТЛЕННЫХ ИЗ РЕПЫ С РЯБИНОЙ ОБЫКНОВЕННОЙ И ЧЕРНОПЛОДНОЙ

Увеличение дубильных веществ в сравнении с контрольным образцом при добавлении экстракта из плодов рябины обыкновенной был установлен на уровне $0,84 \pm 0,5 \%$, с применением экстракта из плодов рябины черноплодной приблизительно $1,07 \pm 0,7 \%$

Уравнение линейной регрессии зависимости содержания дубильных веществ в пересчете на галловую кислоту (%) имело вид:

$$y = 0,11x + 0,42 \text{ при } R=0,73. \quad (12)$$

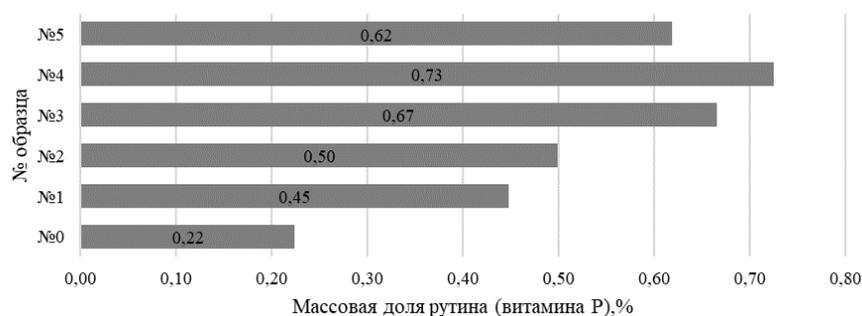


Рисунок 5 – Количественное содержание рутина, % (на абсолютно сухую массу)

Figure 5 – Quantitative content of rutin, % (on absolutely dry mass)

Количественное содержание рутина представлено на рисунке 5. Уравнение линейной регрессии зависимости содержания рутина (% на абсолютно сухую массу) имело вид:

$$y = 0,08x + 0,23 \text{ при } R=0,76. \quad (13)$$

Оценка антиоксидантной активности (АОА) продуктов была проведена с использованием индикаторной системы на основе фенантролиновых комплексов железа, характеризующаяся высоким редокс-потенциалом ($E^0 = 1,1 \text{ В}$). Методика определения АОА, основанная на взаимодействии антиоксидантов, содержащихся в пробе с индикаторной системой $\text{Fe}(\text{III})/\text{Fe}(\text{II})$ –

о-фенантролин. Реакция с системой, в которую вводили $0,12 \text{ ммоль/дм}^3 \text{ Fe}(\text{III})$ и $0,20 \text{ ммоль/дм}^3$ о-фенантролина, выдерживали 10 мин и измеряли оптическую плотность при длине волны $\lambda = 490 \text{ нм}$. Далее определяли антиоксидантную активность по градуировочному графику относительно аскорбиновой кислоты в диапазоне $0,5\text{--}10 \text{ мкмоль/л}$ (рис. 6). Преимущество данного метода заключается в определении антиоксидантов, не исключая присутствия слабых восстановителей, при этом о-фенантролин способен к взаимодействию с восстановленной формой $\text{Fe}(\text{III})$ в диапазоне pH от 2 до 9.

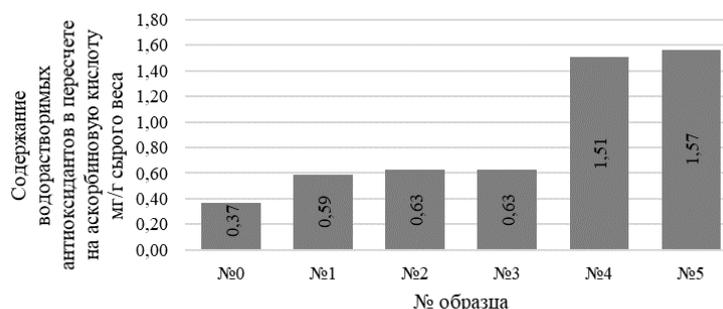


Рисунок 6 – Сравнительный анализ количественного содержания водорастворимых антиоксидантов в пересчете на аскорбиновую кислоту мг/г сырого веса

Figure 6 – Comparative analysis of the quantitative content of water-soluble antioxidants in terms of ascorbic acid mg/g of crude weight

Уравнение линейной регрессии зависимости водорастворимых антиоксидантов (мг/г сырого веса) имело вид:

$$y = 0,25x + 0,007 \text{ при } R=0,82. \quad (14)$$

Антиоксидантные свойства состоят из суммарного действия восстановителей различной природы: поли- и монофенольных соединений, витаминов, полисахаридов, органических кислот [28].

ВЫВОДЫ

Установлено, что для получения сбалансиро-

ванного продукта по органолептическим и физико-химическим характеристикам оптимальным внесением в квас из репы плодов рябины обыкновенной является соотношение 1:1. Применение плодов рябины черноплодной неоднозначно, с одной стороны, это увеличение фенольных соединений, с другой стороны, снижение флейвора, поэтому рецептуры с использованием рябины черноплодной требуют дальнейших исследований.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Shao Z., Zhong J., Fang Y. & Ma Y. (2022). Effect of Kvass on Improving Functional Dyspepsia in Rats. *Hindawi. Computational and Mathematical Methods in Medicine*, Article ID 5169892, 7 pages. DOI: 10.1155/2022/5169892.
2. Отрадных А.И., Мороженко Ю.В., Егорова Е.Ю. Использование регионального плодово-ягодного сырья для обогащения квасов брожения // Ползуновский вестник. 2018. № 2. С. 32–36. DOI: 10.25712/t2072-8921.2018.02.007.
3. Dulka O., Prybylskiy V., Oliinyk S., Kuts A. & Vitriak O. (2019). Using of clinoptilolite, activated charcoal and rock crystal in water purification technology to enhance the biological value of bread kvass. *Ukrainian Food Journal*, 8(2), 307–316.
4. Kolobaeva A.A., Kotik O.A., Sorokina I.A. & Ponomareva T.V. (2020). Expanding the assortment of fermented beverages at small enterprises. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*, 422(1):012083. DOI: 10.1088/1755-1315/422/1/012083.
5. Lidums I., Karkliņa D., Sabovics M. & Kirse A. (2015). Evaluation of aroma volatiles in naturally fermented kvass and kvass extract. *Research for rural developmen.* 1. 143–149.
6. К вопросу о функциональных напитках / Помозова В.А. [и др.] // Пиво и напитки. 2012. № 6. С. 10–11.
7. Basinskiene L., Juodeikiene G., Vidmantienė D., Tenkanen M., Makaravicius T. & Bartkiene E. (2016). Non-Alcoholic Beverages from Fermented Cereals with Increased Oligosaccharide Content. *Food Technol. Biotechnol.*, 54(1), 36–44.
8. Бибик И.В., Лоскутова Е.В. Научное обоснование количества внесения дигидрокверцетина при разработке технологии кваса «Виноградный» // Техника и технология пищевых производств. 2014. № 1. С. 5–10.
9. Новые квасы с использованием сиропов из дальневосточных дикоросов / Палагина М.В. [и др.] // Вестник ТГЭУ. 2011. № 4. С. 65–68.
10. Оганесянц Л.А., Кобелев К.В., Бойков А.В. Высокоэффективная технология безалкогольных квасов // Пищевая промышленность. 2013. № 9. С. 28–29.
11. Позднякова В.Ф., Сенченко М.А. Производство кваса с использованием заменителей сахара из растительного сырья, выращенного в условиях Ярославской области // Вестник ЮУрГУ. Серия «Пищевые и биотехнологии». 2019. Т. 7. № 4. С. 55–63. DOI: 10.14529/food190406.
12. Палагина М.В., Исаенко Е.А., Набокова А.А. Влияние продуктов переработки дикоросов на качественные показатели кваса // Пиво и напитки. 2011. № 1. С. 40–41.
13. Amarowicz R., Janiak M., Zannini E. & Arendt E.K. (2019). Antioxidant potential of kvasses. *Bulgarian Chemical Communications*, 51, Special Issue A, 239–244.
14. Белякова Т.Н., Забодалова Л.А., Шевченко М.Ю. Использование репы (*Brassica rapa L.*) при производстве ферментированного напитка на молочной основе с онкопротекторными свойствами // Вестник бурятской государственной сельскохозяйственной академии имени В.Р. Филиппова. 2018. № 3 (52). С. 111–119.
15. Наймушева Л.В., Зыкова И.Д., Саторник А.Д. Перспективность репы (*Brassicarapa L.*) в качестве источника ценных биологически активных веществ // Вестник КрасГАУ. 2016. № 6. С. 120–125.
16. Колесниченко М.Н., Каменская Е.П. Перспективы использования плодов жимолости в производстве хлебного кваса // Ползуновский вестник. № 1. С. 13–20. DOI: 10.25712/ASTU.2072-8921.2020.01.003.
17. Блинова К.Ф., Яковлева Г.П. (1990). Ботанико-фармакогностический словарь : справ. пособие. М. : Высш. шк. С. 223–224.
18. Полезные свойства рябины. DOI:10.59316/.vi14.88 Интернет-портал. URL: <https://edaplus.info/produce/rowan.html?ysclid=lqeks4uw6h112296340> (Дата обращения: 21.12.2023).

19. Шевцова Т.В., Каменская Е.П. Изучение стабильности ферментированного напитка на основе *Oryzomyces indicī* и сока черноплодной рябины технологии и оборудование химической, биотехнологической и пищевой промышленности // Материалы XIV Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых с международным участием, посвященной 90-летию юбилею академика Саковича Г.В. Бийск. АлтГТУ. 2021. С. 398–402.
20. Аникина Н.С., Червяк С.Н., Гниломедова Н.В. Методы оценки цвета вин. Обзор // Аналитика и контроль. 2019. Т. 23. № 2. С. 158–167. DOI: 10.15826/analitika.2019.23.2.003.
21. Содержание антоциановых и каротиноидных пигментов в лекарственных растениях. Маслеников П.В. [и др.] // Электронный журнал «Вестник МГОУ». www.evestnik-mgou.ru. 2013. № 1.
22. Коренман Я.И. (2002). Практикум по аналитической химии. Анализ пищевых продуктов : учеб. пособие. Воронеж. гос. технол. акад. Воронеж. 408 с.
23. Кукушкина Т.А., Фомина Т.И. Содержание биологически активных веществ в листьях некоторых видов рода *Campanula L. (Campanulaceae)* // Вестник Томского государственного университета. Биология. 2017. № 38. С. 122–133.
24. Федосеева Л.М. Изучение дубильных веществ подземных и надземных вегетативных органов бадана толстолистного (*Bergenia crassifolia (L.) Fritsch*), произрастающего на Алтае // Химия растительного сырья. 2005. № 3. С. 45–50.
25. Чулахина Г.Н., Маслеников П.В., Скрыпник Л.Н. Природные антиоксиданты (экологический аспект) : монография. Калининград, 2011. 112 с.
26. Валеева И.И., Гусев А.Н. Разработка рецептур и оценка качества кваса функционального назначения с применением нетрадиционного сырья // Вестник БГАУ. 2018. № 2. С. 21–24. DOI: 10.31563/1684-7628-2018-46-2-21-24.
27. Влияние ферментативной обработки мезги на содержание фенольных веществ в вишневых натуральных и спиртованных соках и их стабильность / Мамедов Э.Р. [и др.] // Вестник Международной академии холода. 2020. № 3. С. 52–57. DOI:10.17586/1606-4313-2020-19-3-52-57.
28. Оценка антиоксидантной активности пищевых продуктов с использованием индикаторной системы на основе фенантролиновых комплексов железа / Цюпко Т.Г. [и др.] // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. 2011. № 5–6. С. 84–87.

Информация об авторах

К. Н. Ницевская – к.т.н., доцент, ведущий научный сотрудник лаборатории качества и безопасности отдела пищевых систем и биотехнологий, Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий Российской академии наук (СФНЦА РАН).

С. В. Станкевич – к.с.-х.н, старший научный сотрудник лаборатории качества и безопасности отдела пищевых систем и биотехнологий, Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий Российской академии наук (СФНЦА РАН).

Е. В. Бородай – старший научный сотрудник лаборатории трансфера технологий отдела пищевых систем и биотехнологий, Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий Российской академии наук (СФНЦА РАН).

REFERENCES

1. Shao, Z., Zhong, J., Fang, Y. & Ma, Y. (2022). Effect of Kvass on Improving Functional Dyspepsia in Rats. *Hindawi. Computational and Mathematical Methods in Medicine*, Article ID 5169892, 7 pages. DOI: 10.1155/2022/5169892.
2. Otradnov, A.I., Morogenko, Yu.V., Egorova, E.Y. (2018).

ИССЛЕДОВАНИЕ КВАСОВ НЕОСВЕТЛЕННЫХ ИЗ РЕПЫ С РЯБИНОЙ ОБЫКНОВЕННОЙ И ЧЕРНОПЛОДНОЙ

The use of regional fruit and berry raw materials for the enrichment of fermentation kvass // *Polzunovskiy vestnik*. No. 2. pp. 32-36. DOI: 10.25712/2072-8921.2018.02.007. (In Russ.).

3. Dulka, O., Prybylskiy, V., Oliynyk, S., Kuts, A. & Vitriak, O. (2019). Using of clinoptilolite, activated charcoal and rock crystal in water purification technology to enhance the biological value of bread kvass. *Ukrainian Food Journal*, 8 (2), 307-316.

4. Kolobaeva, A.A., Kotik, O.A., Sorokina, I.A. & Ponomareva, T.V. (2020). Expanding the assortment of fermented beverages at small enterprises. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*, 422(1):012083. doi:10.1088/1755-1315/422/1/012083.

5. Lidums, I., Karklina, D., Sabovics, M. & Kirse, A. (2015). Evaluation of aroma volatiles in naturally fermented kvass and kvass extract. *Research for rural developmen*. 1. 143-149.

6. Pomozova, V.A. [et al.]. (2012). On the issue of functional drinks. Beer and drinks. 6. 10-11. (In Russ.).

7. Basinskiene, L., Juodeikiene, G., Vidmantiene D., Tenkanen, M., Makaravicius, T. & Bartkiene, E. (2016). Non-Alcoholic Beverages from Fermented Cereals with Increased Oligosaccharide Content. *Food Technol. Biotechnol*, 54 (1), 36-44.

8. Bibik, I.V. & Loskutova, E.V. (2014). Scientific substantiation of the amount of dihydroquercetin application in the development of kvass technology "Vinogradny" // *Technique and technology of food production*. 1. 5-10. (In Russ.).

9. Palagina, M.V. [et al.]. (2011). New kvasses using syrups from Far Eastern wild plants. *Vestnik TGEU*. 4. 65-68. (In Russ.).

10. Oganesyants, L.A., Kobelev, K.V. & Boikov, A.V. (2013). Highly efficient technology of non-alcoholic kvasses // *Food industry*. 9. 28-29. (In Russ.).

11. Pozdnyakova, V.F. & Senchenko, M.A. (2019). Production of kvass using sugar substitutes from vegetable raw materials grown in the Yaroslavl region. *Bulletin of SUSU. The series "Food and biotechnology"*. 7(4). 55-63. DOI: 10.14529/food190406. (In Russ.).

12. Palagina, M.V., Isaenko, E.A. & Nabokova, A.A. (2011). The influence of wild plant processing products on the quality indicators of kvass. Beer and beverages. 1. 40-41. (In Russ.).

13. Amarowicz, R., Janiak, M., Zannini, E. & Arendt, E.K. (2019). Antioxidant potential of kvasses. *Bulgarian Chemical Communications*, 51, *Special Issue A*, 239-244.

14. Belyakova, T.N., Zabolalova, L.A., Shevchenko, M.Yu. The use of turnips (*Brassica rapa* L.) in the production of fermented milk-based beverage with oncoprotective properties. *Bulletin of the Buryat State Agricultural Academy named after V.R. Filippov*. 2018. No. 3 (52). pp. 111-119. (In Russ.).

15. Naimusheva, L.V., Zykova, I.D. & Satomik, A.D. (2016). The prospects of turnips (*Brassica rapa* L.) as a source of valuable biologically active substances. *Bulletin of KrasGAU*. 6. 120-125. (In Russ.).

16. Kolesnichenko, M.N. & Kamenskaya, E.P. (2020). Prospects for the use of honeysuckle fruits in the production of bread kvass. *Polzunovsky bulletin*. 1. 13-20. DOI: 10.25712/ASTU.2072-8921.2020.01.003. (In Russ.).

17. Blinova, K.F. & Yakovleva, G.P. (1990). Botanical and pharmacognostic dictionary. Reference. Manual. M.: Higher School, 223-224. (In Russ.).

18. Useful properties of mountain ash. DOI:10.59316/v14.88 Internet portal. URL: <https://edaplus.info/produce/rowan.html?ysclid=lqeks4uw6112296340>. (In Russ.).

19. Shevtsova, T.V. & Kamenskaya, E.P. (2021). Study-

ing stability of a fermented beverage based on *Oryzomyces indic* and black mountain ash juice technologies and equipment of the chemical, biotechnological and food industries. Materials of the XIV All-Russian scientific and practical conference of students, postgraduates and young scientists with international participation, dedicated to the 90th anniversary of Academician Sakovich G.V. Biysk. Alt-STU.2021. From 398-402. (In Russ.).

20. Anikina, N.S., Chervyak, S.N. & Gnilomedova, N.V. (2019). Methods for evaluating the color of wines. Review. *Analytics and control*. 23. No. 2. 158-167. DOI: 10.15826/analitika.2019.23.2.003. (In Russ.).

21. Maslennikov, P.V. [et al.]. (2013). The content of anthocyanins and carotenoid pigments in medicinal plants. *Electronic journal "Bulletin of Moscow State University"*. www.evestnik-mgou.ru. 2013.1. (In Russ.).

22. Korenman, Ya.I. (2002). A workshop on analytical chemistry. Food analysis: Studies. stipend. Voronezh. State Technical Academy. Voronezh. 408. (In Russ.).

23. Kukushkina, T.A. & Fomina, T.I. (2017). The content of biologically active substances in the leaves of some species of the genus *Campanula* L. (*Campanulaceae*). *Bulletin of Tomsk State University. Biology*. 38. 122-133. (In Russ.).

24. Fedoseeva, L.M. (2005). The study of tannin substances of underground and aboveground vegetative organs of thick-leaved badan (*Vegdepia crassifolia* (L.) Fritsch), growing in Altai. *Chemistry of vegetable raw materials*. 3. 45-50. (In Russ.).

25. Chupakhina, G.N., Maslennikov, P.V. & Skrypnik, L.N. (2011). Natural antioxidants (ecological aspect): monograph. Kaliningrad, 112. (In Russ.).

26. Valeeva, I.I., Gusev, A.N. (2018). Formulation development and quality assessment of functional kvass using non-traditional raw materials. *Bulletin of the BGAU*. 2. 21-24 DOI: 10.31563/1684-7628-2018-46-2-21-24. (In Russ.).

27. Mammadov, E. R. [et al.]. (2020). The effect of enzymatic treatment on the content of phenolic substances in cherry natural and alcoholic juices and their stability. *Bulletin of the International Academy of Refrigeration*. 3. 52-57. DOI:10.17586/1606 4313 2020 19 3-52-57. (In Russ.).

28. Tsyupko, T.G. [et al.]. (2011). Evaluation of the antioxidant activity of food products using an indicator system based on phenanthroline iron complexes. *Izvestia of higher educational institutions. Food technology*. 5-6. 84-87. (In Russ.).

Information about the authors

K.N. Nitsievskaya - Candidate of Technical Sciences, Leading Researcher, Department of Food Systems and Biotechnology, Siberian Federal Research Center of Agrobiotechnologies of the Russian Academy of Sciences.

S.V. Stankevich - Candidate of Agricultural Sciences, Senior researcher, Department of Food Systems and Biotechnology, Siberian Federal Research Center of Agrobiotechnologies of the Russian Academy of Sciences.

E.V. Boroday - Senior researcher, Department of Food Systems and Biotechnology, Siberian Federal Research Center of Agrobiotechnologies of the Russian Academy of Sciences.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

The authors declare that there is no conflict of interest.

Статья поступила в редакцию 16 января 2024; одобрена после рецензирования 20 ноября 2024; принята к публикации 04 декабря 2024.

The article was received by the editorial board on 16 Jan 2024; approved after editing on 20 Nov 2024; accepted for publication on 04 Dec 2024.