



Научная статья
4.3.3 – Пищевые системы (технические науки)
УДК 663.8

doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2023.02.005



АНТИОКСИДАНТНЫЕ СВОЙСТВА АНТОЦИАНСОДЕРЖАЩИХ ФИТОБИОТИКОВ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО НАПИТКА НА ОСНОВЕ МОЛОЧНОЙ СЫВОРОТКИ

Ольга Александровна Гуляева ¹, Оксана Анатольевна Ковалева ²,
Ольга Сергеевна Киреева ³, Наталия Николаевна Поповичева ⁴

^{1, 2, 3, 4} Орловский государственный аграрный университет им. Н.В. Парахина, г. Орел, Россия

¹ bycinka@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8476-5398>

² kovaleva7812@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-8476-5398>

³ kireevagos@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8343-0369>

⁴ natasha55519@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5445-8346>

Аннотация. В последние годы на молочном рынке прослеживается тенденция производства продуктов и напитков, в которых сочетаются молочное сырье с различными растительными добавками. Дикорастущие растения являются источником микро- и макронутриентов, необходимых человеку в повседневной жизни. В исследовании обоснован выбор растительного сырья для разработки рецептуры безалкогольного напитка на основе молочной сыворотки (в бруснике и клюкве содержание витамина С достигает 15 мг/100 г, в шиповнике – 650 мг/100 г, при суточной потребности человека в этом витамине 90 мг). Проведен сравнительный анализ сывороток – подсырной и творожной. Исследованы состав и физико-химические показатели нового сывороточного напитка с добавлением дикорастущего сырья, проведен органолептический анализ полученного продукта. В исследуемом сырье (пюре из ягод брусники, клюквы, настоя шиповника) установлено высокое содержание фенольных соединений, в том числе антоцианов (945,0/543,0 мг/100 г в пюре брусники, 1215,0/513,0 мг/100 г в пюре клюквы, 1813,0/731,0 мг/100 г в настое шиповника соответственно), содержание аскорбиновой кислоты в настое шиповника составило 1294,0 мг/100 г, что достигает более 15 % от суточной потребности человека в флавоноидах и витамине С. Использование побочного продукта переработки молочного сырья при разработке нового безалкогольного напитка способствует организации безотходной технологии переработки молока-сырья на предприятиях маслодельно-сыродельной отрасли, что позволит повысить эффективность производства и снизить себестоимость продукции.

Ключевые слова: молочная сыворотка, дикорастущее сырье, фитобиотики, антиоксидантные свойства, антоцианы, клюква, брусника, шиповник.

Для цитирования: Антиоксидантные свойства антоциансодержащих фитобиотиков при производстве функционального напитка на основе молочной сыворотки / О.А. Гуляева [и др.]. // Ползуновский вестник. 2023. № 2. С. 37–46. doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2023.02.005. EDN: <https://elibrary.ru/XQPBSG>.

Original article

ANTIOXIDANT PROPERTIES OF ANTHOCYANIN-CONTAINING PHYTOBIOTICS IN THE PRODUCTION OF A FUNCTIONAL DRINK BASED ON WHEY

Olga A. Gulyaeva ¹, Oksana A. Kovaleva ², Olga S. Kireeva ³,
Natalia N. Popovicheva ⁴

^{1, 2, 3, 4} Orel State Agrarian University named after N.V. Parakhin, Orel, Russia

¹ 6ycinka@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8476-5398>

² kovaleva7812@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-8476-5398>

³ kireevagos@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8343-0369>

⁴ natasha55519@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5445-8346>

Abstract. In recent years, there has been a trend in the dairy market for the production of products and beverages that combine dairy raw materials with various vegetable additives. Wild plants are a source of micro- and macronutrients necessary for a person in everyday life. The study justifies the choice of vegetable raw materials for the development of a recipe for a soft drink based on whey (in cranberries and lingonberries, the vitamin C content reaches 15 mg/ 100 g, in rosehip – 650 mg/100 g, with a daily human need for this vitamin 90 mg). A comparative analysis of whey –subsurface serum and curd whey. The composition and physico-chemical parameters of a new whey drink with the addition of wild-growing raw materials were studied, an organoleptic analysis of the resulting product was carried out. The studied raw materials (cranberry puree, lingonberry puree, rosehip infusion) have a high content of phenolic compounds, including anthocyanins (945.0/543.0 mg/100g in lingonberry puree, 1215.0/513.0 mg/100g in cranberry puree, 1813.0/731.0 mg/100g in rosehip infusion, respectively), the content of ascorbic acid the amount of rosehip infusion was 1294.0 mg/100 g, which is more than 15% of the daily human need for flavonoids and vitamin C. The use of a by-product of processing dairy raw materials in the development of a new soft drink contributes to the organization of a waste-free technology for processing raw milk at the enterprises of the butter and cheese industry, which will increase production efficiency and reduce production costs.

Keywords: whey, wild-growing raw materials, phytobiotics, antioxidant properties, anthocyanins, lingonberries, cranberries, rosehip.

For citation: Gulyaeva, O.A., Kovaleva, O.A., Kireeva, O.S. & Popovicheva, N.N. (2023). Antioxidant properties of anthocyanin-containing phytobiotics in the production of a functional drink based on whey. *Polzunovskiy vestnik*, (2), 37-46. (In Russ.). doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2023.02.005. EDN: <https://elibrary.ru/XQPBSG>.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время актуальной проблемой для большинства цивилизованных стран является недостаточное поступление микронутриентов с пищей. Большую популярность приобрели функциональные продукты, в том числе напитки, основой которых является молочная сыворотка [1]. В последние годы на молочном рынке прослеживается тенденция производства продуктов и напитков, в которых сочетаются молочное сырье с различными растительными добавками. Сыворотка технологична в переработке, что облегчает получение разных типов новых продуктов, её вкус хорошо сочетается с различными растительными добавками. Среди биологически

активных веществ, способствующих укреплению здоровья организма человека и долголетию, которые в большом количестве содержатся в фруктах, ягодах, овощах и другом растительном сырье, многими учеными мира отводится уникальная роль фенольным соединениям (как низкомолекулярным, так и высокомолекулярным). Это связано с тем, что фенольные соединения являются природными мощными антиоксидантами, детоксикантами, обладающими параллельно бактерицидным, фунгицидным и другими разноплановыми лечебно-профилактическими действиями. Фрукты, ягоды и овощи отличаются высоким содержанием фенольных со-

**АНТИОКСИДАНТНЫЕ СВОЙСТВА АНТОЦИАНСОДЕРЖАЩИХ ФИТОБИОТИКОВ
ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО НАПИТКА НА ОСНОВЕ МОЛОЧНОЙ СЫВОРОТКИ**

единений и большим разнообразием. Ягоды брусники, клюквы, шиповника содержат биологически активные компоненты, которые обладают антимикробными, противовоспалительными, иммуностимулирующими и другими важными свойствами [2].

Одним из перспективных направлений является использование в производстве новых продуктов функционального назначения антоцианосодержащих фитобиотиков, к кото-

рым относятся брусника, клюква и шиповник. Дикорастущие растения являются источником микро- и макроэлементов, необходимых человеку в повседневной жизни. Анализ литературы показал, что наиболее широко исследован химический состав брусники обыкновенной, клюквы болотной и культурных сортов клюквы крупноплодной, а также плодов шиповника (таблица 1).

Таблица 1 – Пищевая ценность ягод брусники, клюквы и плодов шиповника [3, 4]

Table 1 – Nutritional value of cranberries, cranberries and rosehip fruits

Название пищевых веществ	Брусника	Клюква	Шиповник	Суточная потребность, мг (средние значения)
Макронутриенты, г / 100 г				
Белки	0,7	0,5	1,6	60–100
Жиры	0,5	0,2	0,7	70–150
Углеводы	8,2	3,7	22,4	250–550
Энергетическая ценность, ккал	46	28	109	1800–4000
Микронутриенты, мг / 100 г				
A (RAE)	0	0	0,217	900 мкг
бета-Каротин	0	0,05	2,6	
B1 (тиамин)	0,01	0,02	0,05	1,5
B2(рибофлавин)	0,02	0,02	0,13	1,8
C	15	15	650	90
B6	0	0,08	0	2
B9 (Bc, фолаты)	0	0,001	0	400 мкг
Кобаламин	0	0	0	3 мкг
PP (ниацин)	0,2	0,2	0,6	
E (токоферол)	1	1	1,7	15
K	90	119	23	2500-5000
Ca	25	14	28	800-1000
Mg	7	15	8	400 мкг
Na	7	1	5	1300
P	16	11	8	800 мкг
Fe	0,4	0,6	1,3	15
Флавоноиды (в т.ч. антоцианы, катехины)	680	930	373	250

Исходя из представленной таблицы, можно сделать вывод, что из всего разнообразия биологически активных веществ, содержащихся в ягодах клюквы, брусники и плодах шиповника наибольший интерес вызывают полифенольные соединения и аскорбиновая кислота, которые накапливаются в ягодах в больших количествах (антоцианы, катехины, флавонолы, фенолокислоты, витамин P и другие). Так, в бруснике и клюкве содержание витамина C достигает 15 мг/100 г, в шиповнике – 650 мг/100 г, при суточной потребности человека в этом витамине 90 мг. Регулярное потребление этих соединений

приводит к достоверному снижению риска развития сердечно-сосудистых заболеваний. Высокая биологическая активность флавоноидов обусловлена наличием антиоксидантных свойств. Согласно методическим рекомендациям МР 2.3.1.2432-08 рекомендуемый уровень потребления флавоноидов для взрослых – 250 мг/сут. (в т.ч. катехинов – 100 мг/сут.); для детей 7–18 лет от 150 до 250 мг/сут. (в т.ч. катехинов от 50 до 100 мг/сут.). Также следует отметить, что в составе органических кислот ягод брусники, клюквы и плодов шиповника содержится бензойная кислота, которая, являясь природным

консервантом, подавляет развитие процессов микробиологической порчи при хранении продукта [5, 6, 7].

По данным Росстата, потребление фруктов и ягод на душу населения в год (килограммов) за период с 2017 по 2021 гг. составило: в 2017 г. – 73 кг, в 2018 г. – 74 кг, 2019 г. – 75 кг, в 2020 г. – 76 кг, в 2021 г. – 77 кг; в разрезе по Орловской области: в 2017 г. – 62 кг, в 2018 г. – 63 кг, в 2019 г. – 64 кг, в 2020 г. – 65 кг, в 2021 г. – 66 кг (рис. 1).

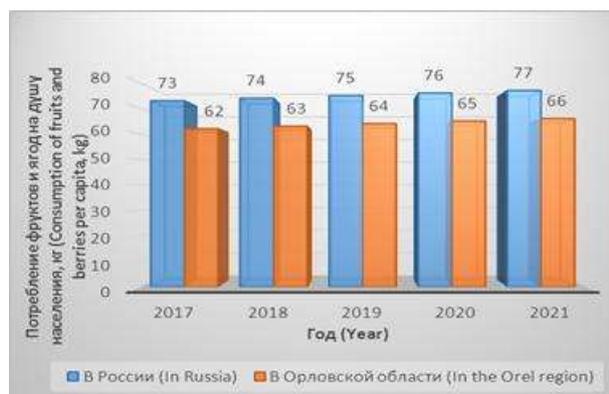


Рисунок 1 – График потребления фруктов и ягод

Figure 1 – Fruit and berry consumption schedule

На основании проведенного анализа научной литературы, проведенных исследований физико-химических показателей дикорастущего сырья установлено высокое содержание в ягодах клюквы и брусники, плодах шиповника фенольных веществ и антоцианов, что позволяет обосновать выбор данного плодово-ягодного сырья для его переработки с целью получения нового напитка на сывороточной основе.

Целью исследования является научное обоснование возможности реализации биоресурсного потенциала антоцианосодержащих фитобиотиков реликтовых регионов России в производстве функциональных напитков на основе молочной сыворотки.

МЕТОДЫ

Экспериментальные исследования проводились в соответствии с поставленными задачами на кафедре «Продукты питания животного происхождения» факультета Биотехнологии и ветеринарной медицины ФГБОУ ВО Орловский ГАУ.

Объектами исследований являлись плоды дикорастущих ягод – клюквы болотной и брусники обыкновенной, собранные на территории Карелии в 2021 г., а также плоды ши-

повника, собранные на территории Орловской области в 2021 г. В данном исследовании использовали замороженные ягоды брусники и клюквы, а также высушенные плоды шиповника урожая 2021 г. Замороженные ягоды брусники и клюквы бланшировали паром в течение 5 минут, затем измельчали и протирали ягоды в лабораторной мельнице в течение 20 минут до получения однородной пюреобразной массы. Высушенные плоды шиповника бланшировали паром в течение 2 минут, затем добавляли горячую воду (90 °С) в соотношении 1:6, настаивали в течение 5 часов, далее центрифугировали и фильтровали [8].

При разработке состава сывороточного напитка использовали подсырную и творожную молочную сыворотку (ГОСТ Р 53438-2009), пюре из клюквы и брусники замороженной (ГОСТ 32898-2014), плоды шиповника в виде настоя (ГОСТ 1994-93).

В работе использовали следующие методы исследований: массовой доли влаги в сырье и готовых продуктах – по ГОСТ 3626-73, ГОСТ Р 51438-99; массовой доли белка – по ГОСТ 25179-2014, ГОСТ Р 51438-99; массовой доли золы – по ГОСТ Р 51432-99, ГОСТ Р 51463-99; массовой доли жира в сырье и готовых продуктах – в аппарате Сокслета по ГОСТ 5867-90, ГОСТ 8756.21-89; содержания микроэлементов в сырье – атомно-адсорбционным методом на фотометре ICAP 5030; содержания витаминов – методом капиллярного электрофореза на приборе «Капель-105 М»; содержания макроэлементов – по ГОСТ Р 51429-99, ГОСТ Р 51430-99, а также согласно рекомендациям (Петухова Е.А., 1989); содержания органических кислот – методом ВЭЖХ согласно МУ, прилагаемым к оборудованию.

Компонентный состав дикорастущих ягод брусники, клюквы и шиповника определяли с помощью хроматомасс-спектрометрического анализа [9, 10].

Для определения содержания аскорбиновой кислоты применялся титриметрический метод, основанный на окислительно-восстановительных реакциях аскорбиновой кислоты с титрантом 0,001 М раствора 2,6-дихлорфенолиндофенолята натрия. Кислотность определяли титриметрическим методом (ГОСТ 3624-92).

Показатели качества нового сывороточного напитка определяли в соответствии с ГОСТом 33957-2016 «Сыворотка молочная и напитки на ее основе», ГОСТ Р 52349-2005 «Продукты пищевые функциональные».

РЕЗУЛЬТАТЫ

В данном исследовании были разработаны рецептуры безалкогольного напитка с добавлением пюре из ягод брусники, клюквы, настоя из плодов шиповника на основе сыворотки.

Молочная сыворотка, полученная как побочный продукт при производстве сыров, творога и казеина, в зависимости от вырабатываемого продукта разделяется на подсырную, творожную и казеиновую. При производстве этих продуктов в молочную сыворотку переходит в среднем 50 % сухих веществ молока, в том числе большая часть лактозы и минеральных веществ. Содержание белков в молочной сыворотке зависит от способа коагуляции белков молока, принятого при получении основного продукта. Для исследования использовалась молочная сыворотка (производство ООО «Добрая вода») двух видов – подсырная и творожная. В таблице 2 приведен сравнительный анализ состава двух видов сыворотки, полученной при производстве сыра и творога в ООО «Добрая вода». Результаты химического анализа двух видов сыворотки показали, что подсырная сыворотка отличается более высоким содержанием сухих веществ (6,9 г/100 г) по сравнению с творожной (6,2 г/100 г), а также более высоким выходом содержащейся в подсырной сыворотке лактозы (4,6 г/100 г). Очень хорошим технологическим показателем подсырной сыворотки стало более нейтральное значение pH (6,2) по сравнению с творожной сывороткой (4,3), что позволит получить в дальнейшем в разрабатываемом напитке более сбалансированный вкус. На основании полученных данных был сделан выбор в пользу подсырной сыворотки, используемой при разра-

ботке рецептуры напитка в дальнейших исследованиях.

Общеизвестной проблемой при термической обработке дикорастущего сырья является потеря части витаминов, которая составляет в среднем от 20 до 65 % от исходного содержания. Быстрая заморозка является эффективным способом хранения ягод, так как со временем происходит увеличение количества флавоноидов, антоцианов и антиоксидантов, содержащихся в замороженных дикоросах. Быстрая заморозка ягод позволяет максимально сохранить и повысить содержание в них биологически активных, обладающих антиоксидантной природой веществ, что повышает их значимость применения в производстве функциональных продуктов питания. С учетом этого на основании предварительных экспериментов были разработаны режимы технологической обработки ягод брусники, клюквы и плодов шиповника. Полученные образцы пюре ягод и настоя шиповника были исследованы по химическому составу после технологического процесса заморозки. Результаты представлены в таблицах 3 и 4.

Количественное содержание сухих веществ в полученных после заморозки всех видов ягодных пюре было примерно схожим в пределах ошибки опыта. Однако по качественному составу образцы существенно различались. Так, настой шиповника содержит много аскорбиновой кислоты (1294,0 мг/100 г), фенольных соединений (1813,0 мг/100 г) и антоцианов (731,86 мг/100 г). Пюре клюквы отличается высоким содержанием рутина (428,0 мг/100 г), а брусника характеризуется высокой долей титруемых кислот (3,4 %).

Таблица 2 – Сравнительный анализ состава подсырной и творожной сывороток

Table 2 – Comparative analysis of the composition of cheese and cottage cheese serums

Компонент	Единица измерения	Подсырная сыворотка	Творожная сыворотка
Сухие вещества	г/100 г	6,9	6,2
Лактоза	г/100 г	4,6	3,7
Белок	г/100 г	0,7	0,84
Жир	г/100 г	0,27	0,18
Зола	г/100 г	0,63	0,81
Натрий	ppm	435	403
Калий	ppm	1465	1536
Кальций	ppm	431	1162
Магний	ppm	84	89
Фосфор	ppm	445	902
Рибофлавин	ppm	1,3	1,34
pH	–	6,2	4,3

Таблица 3 – Физико-химические показатели образцов пюре из ягод брусники, клюквы, настоя шиповника

Table 3 – Physico-chemical parameters of samples of cranberry puree, cranberry, shea-berry infusion

Наименование показателей	Брусника	Клюква	Шиповник
Массовая доля сухих веществ, %	10,2	12,7	12,9
Массовая доля сахаров, %	4,9	8,8	9,8
Массовая доля титруемых кислот, %	3,4	2,72	2,5
Массовая доля пектиновых веществ, %	0,7	0,58	3,7
Содержание аскорбиновой кислоты, мг/100 г	18,0	16,0	1294,0
Общее содержание фенольных веществ, мг/100 г	945,0	1215,0	1813,0
Содержание лейкоантоцианов, мг/100 г	66,5	198,3	231,0
Содержание рутина, мг/100 г	133,0	428,0	93,3
Содержание антоцианов, мг/100 г	543,0	513,0	731,86
Содержание бензойной кислоты, мг/100 г	0,17	0,31	0,35

Сравнительный анализ химического состава полученных образцов пюре из ягод брусники, клюквы, настоя шиповника с суточной нормой потребления эссенциальных нутриентов позволил сделать вывод, что, благодаря высокому содержанию фенольных соединений, в том числе антоцианов

(945,0/543,0 мг/100 г в пюре брусники, 1215,0/513,0 мг/100 г в пюре клюквы, 1813,0/731,0 мг/100 г в настое шиповника соответственно), витамина С в настое шиповника (1294,0 мг/100 г), позволяет удовлетворить более 15 % от суточной потребности человека в флавоноидах и витамине С.

Таблица 4 – Содержание фенольных соединений в пюре из ягод брусники и клюквы

Table 4 – The content of phenolic compounds in cranberry and cranberry puree

Наименование компонента	Пюре из ягод	
	брусника	клюква
Фенольные соединения:	12,86±0,37	9,44±0,28
бензойная кислота, мг/мл	0,238±0,008	0,186±0,005
антоцианы, мг/мл	0,339±0,007	0,158±0,003

На следующем этапе исследования была разработана рецептура безалкогольного напитка с варьированием ингредиентов. Состав напитка в разных вариантах различался по количественному содержанию (или при-

сутствию / отсутствию) вводимых ягодных пюре. Объем подсырной сыворотки оставался неизменным. Варианты рецептур приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Рецептура безалкогольного напитка на основе сыворотки

Table 5 – Formulation of a whey-based soft drink

Наименование ингредиентов	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5	№ 6
	1000 мл					
Объем пюре из ягод брусники, мл	100	125	150	175	200	0
Объем пюре из ягод клюквы, мл	100	125	150	175	0	200
Объем настоя из плодов шиповника, мл	400	350	300	250	400	400
Объем сыворотки, мл	400	400	400	400	400	400

АНТИОКСИДАНТНЫЕ СВОЙСТВА АНТОЦИАНСОДЕРЖАЩИХ ФИТОБИОТИКОВ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО НАПИТКА НА ОСНОВЕ МОЛОЧНОЙ СЫВОРОТКИ

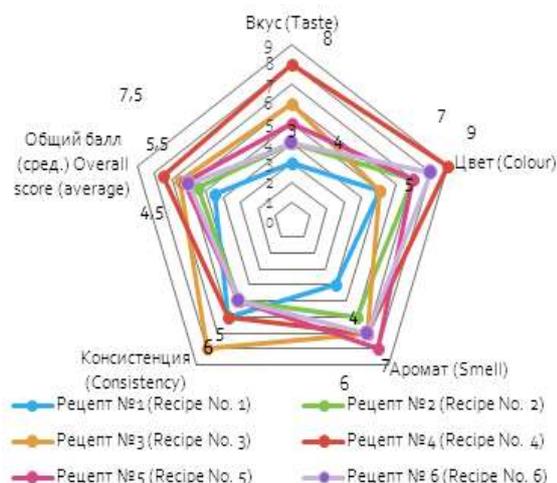


Рисунок 2 – Сенсорный анализ образцов безалкогольного напитка

Figure 2 – Sensory analysis of non-alcoholic beverage samples

При разработке рецептуры сывороточного напитка проводилась органолептическая оценка образцов. Образцы оценивались по шкале от 0 до 9 (рисунок 2).

Совокупность сенсорных показателей (вкус, цвет, аромат и консистенция) положена в основу отбора наилучшего образца напитка, у которого в дальнейшем был определен химический состав.

По результатам проведенного органолептического анализа шести образцов полученного безалкогольного сывороточного напитка был выбран образец № 4, который показал наиболее высокую оценку по всем исследуемым сенсорным показателям (общий балл 7,5).

При проведении химического анализа состава образцов сывороточного напитка (образцы № 1–6) был сделан акцент на трех показателях, влияющих на потребительские характеристики продукта и сроки его годности: кислотность, содержание флавоноидов, и содержание антоцианов (таблица 6).

Таблица 6 – Физико-химический состав образцов напитка на основе молочной сыворотки

Table 6 – Physico-chemical composition of samples of a drink based on whey

Наименование показателя	Значение					
	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5	№ 6
Кислотность, ед.	3,56±0,01	4,63±0,01	5,15±0,01	5,87±0,01	3,31±0,01	3,82±0,01
Флавоноиды, мг %	54,39±0,01	57,15±0,01	59,04±0,01	61,24±0,01	56,81±0,01	55,90±0,01
Антоцианы, мг %	3,04±0,02	3,47±0,02	3,56±0,02	3,91±0,02	3,25±0,02	3,38±0,02

ОБСУЖДЕНИЕ

Анализ полученных данных подтверждает высокую пищевую ценность ягод клюквы, брусники и плодов шиповника (содержание витамина С в бруснике и клюкве достигает 15 мг/100 г, в шиповнике – 650 мг/100 г, при суточной потребности человека в этом витамине 90 мг) а также содержание в значительном количестве фенольных веществ и антоцианов (680 мг/100 г в бруснике, 930 мг/100 г в клюкве, 373 мг/100 г в шиповнике, при рекомендованной суточной норме 250 мг), что позволяет обосновать выбор данного плодово-ягодного сырья для его переработки с целью получения функционального напитка на сывороточной основе. В исследуемом сырье (пюре из ягод брусники, клюквы, настоя шиповника) установлено высокое содержание фенольных соединений, в том числе антоцианов (945,0/543,0 мг/100 г в пюре брусники, 1215,0/513,0 мг/100 г в пюре клюквы,

1813,0/731,0 мг/100 г в настое шиповника соответственно), содержание аскорбиновой кислоты в настое шиповника составило 1294,0 мг/100 г, что составляет более 15 % от суточной потребности человека в флавоноидах и витамине С.

Результаты исследования физико-химических показателей свидетельствуют, что разработанный рецепт безалкогольного напитка на основе сыворотки с добавлением плодово-ягодного сырья (образец № 4) содержит в своем составе ценные биологически активные вещества, такие как флавоноиды и антоцианы. Образец № 4 содержит наибольшее по сравнению с другими образцами количество флавоноидов и антоцианов (61,24 мг % и 3,91 мг % соответственно). При исследовании состава молочной сыворотки установлено высокое содержание биологически активных соединений, усиливающих иммунитет – иммуноглобулин, лактоферин, полный набор витаминов группы В, витамин С,

холин, витамины А и Е, биотин, микро- и макроэлементы (Na, Ca, K, P и др.), которые в сочетании с дикорастущими фитобиотиками (брусникой, клюквой и шиповником) обеспечивают большую часть суточной потребности человека в необходимых нутриентах и витаминах. Установлено, что употребление полученного сывороточного напитка (образец № 4) в объеме 250 мл удовлетворяет суточную потребность человека в флавоноидах и витамине С на 30 %.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Исследования в области использования биологически активных веществ, получаемых из дикорастущего сырья, являются перспективным направлением в науке, способствующим расширению ассортимента функциональных продуктов питания на отечественном рынке. В ходе исследования был проведен химический анализ ягод брусники, клюквы и плодов шиповника. В результате установлено, что использование дикорастущих ягод в рационе способствует удовлетворению потребности в полифенольных соединениях и аскорбиновой кислоты (15 % от суточной потребности человека в флавоноидах и витамине С), что приводит к снижению риска сердечно-сосудистых заболеваний.

Целью исследования являлась разработка рецептуры безалкогольного напитка на основе молочной сыворотки. В исследовании использовались подсырная и творожная сыворотки (производство ООО «Добрая вода»). На основании сравнительного анализа был сделан выбор в пользу подсырной сыворотки, т.к. она имеет более нейтральное кислотно-щелочное соотношение (6,2) по сравнению с творожной сывороткой (4,3), что позволяет получить в разрабатываемом напитке более сбалансированный вкус.

На основании проведенных экспериментов были разработаны режимы технологической обработки ягод брусники, клюквы и плодов шиповника. Полученные образцы пюре ягод и настоя шиповника были исследованы по химическому составу после технологического процесса заморозки. Установлено, что настой шиповника содержит аскорбиновую кислоту (1294,0 мг/100 г), фенольные соединения (1813,0 мг/100 г) и антоцианы (731,86 мг/100 г). Пюре клюквы отличается высоким содержанием рутина (428,0 мг/100 г), а брусника характеризуется высокой долей титруемых кислот (3,4 %).

Были разработаны рецептуры нового сывороточного напитка с добавлением дикорастущего сырья, исследован физико-

химический состав полученных образцов. При проведении исследования был сделан акцент на трех показателях, влияющих на потребительские характеристики продукта и сроки его годности – кислотность, содержание флавоноидов и содержание антоцианов.

Отобранный образец нового сывороточного напитка (№ 4) содержит наибольшее по сравнению с другими образцами количество флавоноидов и антоцианов (61,24 мг % и 3,91 мг % соответственно). Высокая пищевая и биологическая ценность разрабатываемого напитка может стать основой для стратегии продвижения продукта на рынке пищевой промышленности и выделения данных функциональных продуктов на фоне конкурирующих зарубежных брендов.

Также можно сделать вывод о том, что исследования в этой области позволяют решить проблему организации безотходной переработки натурального молочного сырья на предприятиях маслодельно-сыродельной отрасли в условиях импортозамещения, полная переработка позволит эффективно использовать до 50 % побочного сырья. Следовательно, одним из основных путей решения является наиболее полное использование побочного молочного сырья как в натуральном виде, так и в виде готовых продуктов и полуфабрикатов, что позволит повысить эффективность маслодельно-сыродельного производства.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гуляева О.А. Разработка функционального напитка на сывороточной основе с добавлением клюквы и брусники для детского питания // Пищевые системы. 2021. № 4 (3S). С. 57–60. doi.org/10.21323/2618-9771-2021-4-3S-57-60.
2. Чугунова О.В., Пастушкова Е.В. Перспективы использования растительного сырья для производства безалкогольных напитков антиоксидантной направленности // Индустрия питания. 2019. Т. 4. № 1. С. 23–33. doi 10.29141/2500-1922-2019-4-1-3.
3. Скурихин И.М., Тутельян В.А. Таблицы химического состава и калорийности российских продуктов питания : Справочник. М. : ДеЛипринт, 2007. 276 с.
4. Методические рекомендации МР 2.3.1.2432-08 о нормах физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации от 18.12.2008 г.
5. Алексеенко Е.В., Быстрова Е.А., Дикарева Ю.М. Исследование влияния предварительной обработки ягод брусники с применением композиции ферментных препаратов на химический состав сока // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2017. Т. 79. № 1. С. 282–289.

АНТИОКСИДАНТНЫЕ СВОЙСТВА АНТОЦИАНСОДЕРЖАЩИХ ФИТОБИОТИКОВ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО НАПИТКА НА ОСНОВЕ МОЛОЧНОЙ СЫВОРОТКИ

6. Жилинская Н.В. Обогащенная молочная продукция – основной тренд коррекции дефицита микронутриентов: научные исследования и промышленное внедрение // Молочная промышленность. 2020. № 6. С. 32–34. doi: 10.31515/1019-8946-2020-06-32-34.

7. Research on the mineral composition of cultivated and wild blueberries and cranberries / A. Karlsons [et al.] // *Agronomy Research*. 2018. Т. 16. № 2. С. 454–463. doi: 10.15159/AR.18.039.

8. Research of biochemical composition and antioxidant activity of freeze-dried cranberry powder obtained on the basis of enzymatically processed berry pulp / E.V. Alekseenko [et al.] // *Asian Journal of Pharmaceutics*. 2018. Т. 12. С. S466–S476.

9. Исследование минерального состава в процессе переработки дикорастущих ягод / Л.П. Нилова [и др.] // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2018. № 80 (1). С. 151–156. doi.org/10.20914/2310-1202-2018-1-151-156.

10. Изучение фенольных соединений ягод трех видов растений рода *Vaccinium*, произрастающих в Ханты-мансийском автономном округе / Е.А. Белова [и др.] // Химия растительного сырья. 2020. № 1. С. 107–116. doi: 10.14258/jcprm.2020014534.

11. Ефанов М.В. Инновационная кавитационная технология получения функциональных напитков из дикоросов // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2021. № 2. С. 72–75. doi 10.17513/mjpf.13182.

12. Relationships between food and diseases: What to know to ensure food safety / M. Gallo [et al.] // *Food Research International*. 2020. Vol. 137. doi: 10.1016/j.foodres.2020.109414.

13. Chokeberry (*Aroniamelanocarpa*) as a new functional food relationship with health: an overview / Yi. Zhang [et al.] // *Journal of Future Foods*. 2021. Vol. 1, Issue 2. P. 168–178. doi: 10.1016/j.jfutfo.2022.01.006.

14. Кисломолочные продукты с экструдированными зерновыми основами / Д.А. Шаймерденова [и др.] // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2020. № 82(4). С. 179–187. doi.org/10.20914/2310-1202-2020-4-179-187.

15. Совершенствование рецептуры кисломолочного напитка с повышенной пищевой ценностью / О.А. Ковалева [и др.]. // Ползуновский вестник. 2022. № 2. С. 7–14. doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2022.02.001.

Информация об авторах

О.А. Гуляева – аспирант 3 года обучения, кафедра продуктов питания животного происхождения Орловского государственного аграрного университета имени Н.В. Парахина.

О.А. Ковалева – доктор биологических наук, профессор кафедры продуктов питания животного происхождения Орловского государственного аграрного университета имени Н.В. Парахина.

О.С. Киреева – кандидат технических наук,

научный сотрудник Инновационного научно-исследовательского испытательного центра коллективного пользования Орловского государственного аграрного университета имени Н.В. Парахина.

Н.Н. Поповичева – ведущий специалист Инновационного научно-исследовательского испытательного центра коллективного пользования Орловского государственного аграрного университета имени Н.В. Парахина.

REFERENCES

1. Gulyaeva, O.A. (2021). Development of a functional whey-based drink with the addition of cranberries and cranberries for baby food. *Food systems*, 4(3S), 57-60. (in Russ.). doi.org/10.21323/2618-9771-2021-4-3S-57-60.

2. Chugunova, O.V. & Pastushkova, E.V. (2019). Prospects of using vegetable raw materials for the production of antioxidant-oriented soft drinks. *Food industry*, 4 (1), 23-33. (in Russ.). doi 10.29141/2500-1922-2019-4-1-3.

3. Skurikhin, I.M. & Tutelyan, V.A. (2007). Tables of chemical composition and caloric content of Russian food products: Handbook. M. : Delhi Print. (in Russ.).

4. Methodological recommendations of MP 2.3.1.2432-08 on the norms of physiological needs for energy and nutrients for various groups of the population of the Russian Federation dated 18.12.2008. (in Russ.).

5. Alekseenko, E.V., Bystrova, E.A. & Dikareva, Yu.M. (2017). Investigation of the effect of pretreatment of cranberries with the use of a composition of enzyme preparations on the chemical composition of juice. *Bulletin of the Voronezh State University of Engineering Technologies*, 79(1), 282-289. (in Russ.).

6. Zhilinskaya, N.V. (2020). Enriched dairy products - the main trend of correction of micronutrient deficiency: scientific research and industrial implementation. *Dairy industry*. (6), 32-34. (in Russ.). doi: 10.31515/1019-8946-2020-06-32-34.

7. Karlsons, A., Osvalde, A., Čekstere, G. & Ponnale, J. (2018). Research on the mineral composition of cultivated and wild blueberries and cranberries. *Agronomy Research*, 16(2), 454-463. doi: 10.15159/AR.18.039.

8. Alekseenko, E.V., Dubtsova, G.N., Mashentceva, N.G., Bystrova, E.A. & Semenov, G.V. (2018). Research of biochemical composition and antioxidant activity of freeze-dried cranberry powder obtained on the basis of enzymatically processed berry pulp. *Asian Journal of Pharmaceutics*, (12), S466-S476.

9. Nilova, L.P., Ikramov, R.A., Malyutenkova, S.M. & Veryaskina, A.S. (2018). Investigation of mineral composition in the process of processing wild berries. *Bulletin of the Voronezh State University of Engineering Technologies*, 80(1), 151-156. (in Russ.). doi.org/10.20914/2310-1202-2018-1-151-156.

10. Belova, E.A., Tritsek, V.S., Shulgau, Z.T., Gulyaev, A.E., Krivykh, E. A., Kovalenko, L.V.,

Drenin, A.A. & Batirov, E.H. (2020). The study of phenolic compounds of berries of three species of plants of the genus *Vaccinium* growing in the Khanty-Mansi Autonomous Okrug. *Chemistry of plant raw materials*, 1, 107-116. (in Russ.). doi: 10.14258/jcprm.2020014534 .

11. Efanov, M.V. (2021). Innovative cavitation technology for obtaining functional beverages from wild plants. *International Journal of Applied and Fundamental Research*, 2, 72-75. (in Russ.). doi 10.17513/mjpf.13182.

12. Gallo, M., Ferrara, L., Calogero, A., Montesano, D. & Naviglio, D. (2020). Relationships between food and diseases: What to know to ensure food safety. *Food Research International*. 137. doi: 10.1016/j.foodres.2020.109414.

13. Zhang, Yi., Zhao, Yi., Liu, X. & Chen, X. (2021). Chokeberry (*Aroniamelanocarpa*) as a new functional food relationship with health: an overview. *Journal of Future Foods*, 1(2), 168-178. doi: 10.1016/j.jfutfo.2022.01.006.

14. Shaimerdenova, D.A., Chakanova, Zh.M., Iskakova, D.M., Sarbasova, G.T., Esmambetov, A.A. & Bekbolatova, M.B. (2020). Fermented milk products with extruded grain bases. *Bulletin of the Voronezh State University of Engineering Technologies*, 82(4),

179-187. (in Russ.). doi.org/10.20914/2310-1202-2020-4-179-187.

15. Kovaleva, O.A., Popovicheva, N.N., Kireeva, O.S., Lazareva, T.N. & Zhuchkov, S.A. (2022). Improving the formulation of a fermented milk drink with increased nutritional value. *Polzunovsky vestnik*. 2. 7-14. (in Russ.). doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2022.02.001.

Information about the authors

O.A. Gulyaeva - post-graduate student of 3 years of study, Department of Animal Food Products of the Orel State Agrarian University named after N.V. Parakhin.

O.A. Kovaleva - Doctor of Biological Sciences, Professor of the Department of Animal Food Products of the Orel State Agrarian University named after N.V. Parakhin.

O.S. Kireeva - Candidate of Technical Sciences, Researcher Innovative Research and Testing Center for Collective Use of the Oryol State Agrarian University named after N.V. Parakhin.

N.N. Popovicheva - leading specialist of the Innovative Research and Testing Center for Collective Use of the Oryol State Agrarian University named after N.V. Parakhin.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

The authors declare that there is no conflict of interest.

Статья поступила в редакцию 20.12.2022; одобрена после рецензирования 13.05.2023; принята к публикации 11.06.2023.

The article was received by the editorial board on 20 Dec 2022; approved after editing on 13 May 2023; accepted for publication on 11 June 2023.