

удк 664.851.8

Научная статья



Открытый доступ

DOI: 10.32634/0869-8155-2023-374-9-191-195

С.Н. Кравченко, ✉

Д.М. Попов,

А.С. Санкин,

Н.В. Кузнецов

Кузбасская государственная
сельскохозяйственная академия,
Кемерово, Россия

✉ k-sn@mail.ru

Поступила в редакцию:
29.05.2023Одобрена после рецензирования:
14.08.2023Принята к публикации:
30.08.2023

Research article



Open access

DOI: 10.32634/0869-8155-2023-374-9-191-195

Sergey N. Kravchenko, ✉

Dmitry M. Popov,

Anatoly S. Sankin,

Nikolay V. Kuznetsov

Kuzbass State Agricultural Academy,
Kemerovo, Kemerovo region — Kuzbass,
Russia

✉ k-sn@mail.ru

Received by the editorial office:
29.05.2023Accepted in revised:
14.08.2023Accepted for publication:
30.08.2023

Технология переработки ягод черники в концентрированные экстракты

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Производство продуктов питания с использованием плодово-ягодного сырья является одним из основных направлений в создании продуктов с высокой пищевой ценностью. Наибольшие перспективы в этом направлении в качестве ингредиентов имеют концентрированные плодово-ягодные экстракты благодаря удобству хранения и простоте способа внесения в продукты. Разработка технологий получения концентрированных экстрактов функциональной направленности из плодово-ягодного сырья, обеспечивающих сохранность полезных для организма веществ, в последнее время становится всё более актуальной.

Методы. Объектами исследования являлись высушенные ягоды и выжимки черники, полученные из них экстракты. В качестве основных показателей в объектах определялось содержание витамина C, биофлавоноидов, дубильных веществ, органических кислот и др. общепринятыми стандартными методами. Антиоксидантная активность экстрактов определялась кинетическим методом.

Результаты. Разработана технология производства экстрактов из плодово-ягодного сырья, обеспечивающая минимальное влияние отрицательных факторов на комплекс биологически активных веществ плодово-ягодного сырья в процессе переработки и их высокую сохранность, что позволяет получать экстракты функциональной направленности и высокой антиоксидантной активности.

Ключевые слова: плодово-ягодное сырье, технология, экстракты, антиоксидантные свойства, ягоды, выжимки

Для цитирования: Кравченко С.Н., Попов Д.М., Санкин А.С., Кузнецов Н.В. Технология переработки ягод черники в концентрированные экстракты. *Аграрная наука*. 2023; 374(9): 191–195. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-374-9-191-195>

© Кравченко С.Н., Попов Д.М., Санкин А.С., Кузнецов Н.В.

Technology for processing blueberries into concentrated extracts

ABSTRACT

Relevance. The production of food products using fruit and berry raw materials is one of the main directions in the creation of products with high nutritional value. The greatest prospects in this direction as ingredients are concentrated fruit and berry extracts due to the convenience of storage and the simplicity of the method of adding to products. The development of technologies for obtaining concentrated extracts of a functional orientation from fruit and berry raw materials, which ensure the safety of substances useful for the body, has recently become more and more relevant.

Methods. The objects of the study were dried berries and pomace of blueberries, extracts obtained from them. As the main indicators in the objects, the content of vitamin C, bioflavonoids, tannins, organic acids, etc. was determined by generally accepted standard methods. The antioxidant activity of the extracts was determined by the kinetic method.

Results. A technology for the production of extracts from fruit and berry raw materials has been developed, which ensures minimal influence of negative factors on the complex of biologically active substances of fruit and berry raw materials during processing and their high safety, which makes it possible to obtain extracts of functional orientation and high antioxidant activity.

Key words: fruit and berry raw materials, technology, extracts, antioxidant properties, berries, pomace

For citation: Kravchenko S.N., Popov D. M., Sankin A.S., Kuznetsov N.V. Technology for processing blueberries into concentrated extracts. *Agrarian science*. 2023; 374(9): 191–195 (In Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-374-9-191-195>

© Kravchenko S.N., Popov D.M., Sankin A.S., Kuznetsov N.V.

Введение/Introduction

В последнее время в России, как и за рубежом, отмечается устойчивый тренд роста спроса на продукты питания с использованием натуральных ингредиентов растительного происхождения благодаря содержанию в них большого количества витаминов, микро- и макроэлементов и других природных высокоэффективных биологически активных комплексов [1, 2].

При изучении многочисленных подобных ингредиентов наиболее перспективными можно считать концентрированные плодово-ягодные экстракты, отличающиеся простотой технологии внесения в продукт. Пищевые продукты, произведенные на их основе, способствуют улучшению активности и работоспособности, повышают антиоксидантную защиту организма [3–5] и оказывают другое положительное влияние на здоровье человека.

Сибирь имеет значительные площади, богатые различными растительными ресурсами плодово-ягодного, лекарственно-технического и другого сырья.

Сегодня всё чаще становится актуальным применение технологий комплексной переработки плодово-ягодного и другого растительного сырья и производства на его основе продуктов питания, особенно для регионов с развитой промышленностью и плохой экологической обстановкой, в том числе Кузбасса. Это определяет поиск и создание новых видов продуктов функционального назначения для различных слоев населения в зависимости от состояния их здоровья.

Развитие этого направления требует проведения большого объема научных исследований в области изучения химического состава местного плодово-ягодного сырья и продуктов его переработки для разработки технологий производства на его основе экстрактов с функциональными свойствами.

Например, применение в производстве высушенных ягод имеет несколько преимуществ. Так, существенно снижается масса ягод, что приводит к уменьшению складских и транспортных расходов, включая затраты на тару. Высушенные ягоды содержат биологически активные и другие питательные вещества в концентрированном виде, не требовательны к условиям хранения [6, 7].

Следует отметить, что большинство пищевых предприятий, занимающихся переработкой ягод, чаще всего получают из них сок, а выжимки в производстве используются крайне редко. Однако выжимки, так же как и ягоды, могут служить источником биологически активных веществ [8, 9].

Цель работы — разработка технологии переработки ягод черники в концентрированные экстракты функционального назначения.

Методы и материалы / Methods and materials

В качестве объектов исследования на разных этапах исследования были высушенные ягоды и выжимки сортовой смеси черники, произрастающей в Томской

области (Россия) урожая 2021 г., а также полученные из них экстракты.

В высушенных ягодах черники, выжимках или экстрактах определяли содержание массовой доли сухих веществ (по ГОСТ 28561-90¹), массовой доли растворимых сухих веществ (по ГОСТ 28562-90²), углеводов (по ГОСТ 8756.13-87³), азотистых веществ (по методу Кьельдаля (модификации)⁴), клетчатки (весовым методом⁴), титруемой кислотности — в пересчете на яблочную кислоту (по ГОСТ 25555.0-82⁵), пектиновых веществ — титриметрическим методом (по ГОСТ 29059-91⁶), витамина С (по ГОСТ 24556-89⁷), биофлавоноидов — по рутину (спектрофотометрическим методом⁸), дубильных веществ — методом Левентала (по ГОСТ 24027.2-80⁹), β-каротина — методом calorimetрического титрования (по ГОСТ 8756.22-80¹⁰), золы (по ГОСТ 25555.4-91¹¹).

Антиоксидантные свойства экстрактов определялись кинетическим методом с помощью модельной реакции инициированного окисления кумола¹².

Все исследования проводились в трех-пятикратной повторности. Результаты исследований обрабатывались современными методами расчета статистической достоверности измерений с помощью программы Microsoft Excel (США).

Результаты и обсуждения / Results and discussion

В настоящее время переработка плодово-ягодного сырья у многих предприятий носит сезонный характер, поэтому важное значение имеет его консервирование (например, сушка, замораживание) для его сохранности и работы производства в течение года без перебоев с сырьем.

В связи с этим была разработана технология переработки плодово-ягодного сырья в экстракты, состоящей из трех основных этапов — подготовки плодово-ягодного сырья, экстракции, концентрирования, где формируются качественные показатели экстрактов (рис. 1).

На первом этапе осуществляют подготовку ягод черники, которые перед началом переработки очищают от травы, листьев и разных примесей. Далее ягоды моют и удаляют прилипшую землю, грязь, что позволяет понизить обсемененность нежелательной микрофлорой. После мойки сырье инспектируют, удаляя гнилые, мятые или незрелые ягоды, оставшиеся посторонние примеси. После проведения инспекции сырье разделяют на потоки, часть свежих ягод высушивают до влажности 12–14% при температуре не выше 45–50 °С, что обеспечивает сохранность термолабильных биологически активных веществ в сырье. Другую часть ягод подвергают заморозке и хранят при температуре -18 °С. Замораживание ягод позволяет разрушить их клеточную структуру за счет частичной потери влаги, что способствует (при дальнейшей переработке) более легкой сокоотдаче.

¹ ГОСТ 28561-90 Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения сухих веществ или влаги (с изм. № 1).

² ГОСТ 28562-90 Продукты переработки плодов и овощей. Рефрактометрический метод определения растворимых сухих веществ.

³ ГОСТ 8756.13-87 Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения сахаров.

⁴ Методы биохимического исследования растений // А.И. Ермаков и др.; под ред. А.И. Ермакова. Л.: Агропромиздат. Ленинградское отделение. 1987; 430.

⁵ ГОСТ 25555.0-82 Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения титруемой кислотности.

⁶ ГОСТ 29059-91 Продукты переработки плодов и овощей. Титриметрический метод определения пектиновых веществ.

⁷ ГОСТ 24556-89 Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения витамина С.

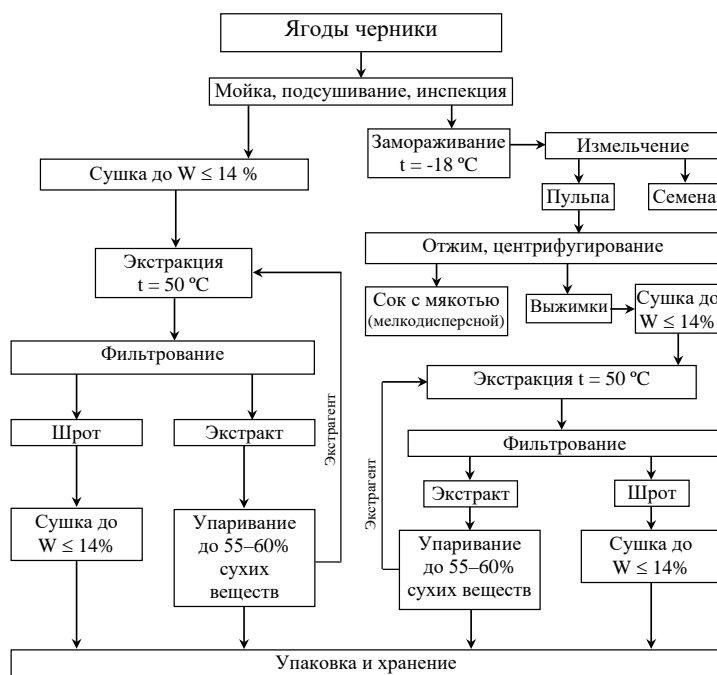
⁸ Марх А.Т. Технохимический контроль консервного производства. Москва. 1989; 304.

⁹ ГОСТ 24027.2-80 Сырье лекарственное растительное. Методы определения влажности, содержания золы, экстрактивных и дубильных веществ, эфирного масла.

¹⁰ ГОСТ 8756.22-80 Продукты переработки плодов и овощей. Метод определения каротина.

¹¹ ГОСТ 25555.4-91 Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения золы и щелочности общей и водорастворимой золы.

¹² Калинкина Г.И., Писарева С.И. Метод определения антиоксидантной активности растительных водноспиртовых экстрактов. Химико-фармацевтический журнал. 1992; (1): 65, 66.

Рис. 1. Технология переработки ягод черники**Fig. 1.** Blueberry processing technology

Измельчение замороженных свежих ягод проводят на протирочной машине, что позволяет получить однородную пастообразную консистенцию (пульпу), состоящую из сока, мякоти и измельченной оболочки. В процессе измельчения семена хорошо отделяются и могут применяться как посевной материал, обладающий всхожестью до 95%, или из них можно получать жирное масло, растительный белок и клетчатку [10].

После отделения сока от пульпы в процессе отжима и центрифугирования полученные выжимки, содержащие значительное количество биологически активных веществ, сушатся до влажности 12–14%.

После сушки ягоды и выжимки черники определены физико-химические показатели (табл. 1).

Сравнение полученных данных (табл. 1) позволяет сделать вывод, что продукты переработки черники (высушенные выжимки и ягоды) обладают высокой пищевой ценностью, однако биологически активные вещества, содержащиеся в них, неравномерно распределены. После отжатия сока в выжимках остается значительное количество минеральных соединений, а также нерастворимые или малорастворимые в воде

соединения (дубильные, пектиновые вещества и др.)

На втором этапе проводят экстракцию высушенных выжимок и ягод в разработанном аппарате для диспергирования и экстрагирования [11], что позволяет осуществлять процесс без предварительного измельчения сырья. Соотношение «сырье — экстрагент» — 1:8, температура процесса — не выше 50 °C. В качестве растворителей используют воду, этанол или их растворы в концентрациях 30% и 60%. Применение экстрагентов с разной растворяющей способностью позволяет изменять спектр веществ, извлекаемых из плодово-ягодного сырья, а их последовательное применение дает возможность получать экстракты разной биологической активности, соответственно, и разного функционального назначения, а также практически полностью истощить экстрагируемое сырье. При использовании вышеупомянутых растворителей физико-химические показатели экстрактов составляли (массовая доля): сухих растворимых веществ — 3,93–5,37%, углеводов — 1,08–3,62%, органических кислот — 0,06–0,59%, витамина C — 0,54–11,63 мг / 100 г, биофлавоноидов — 119–444 мг / 100 г, β-каротина — 0,03–0,57 мг / 100 г, дубильных веществ — 0,18–0,73 г / 100 г.

На третьем этапе осуществляется концентрирование полученных экстрактов в вакуумном горизонтальном роторно-пленочном аппарате [12] при остаточном давлении P = 4,8–5 кПа и температуре не выше 50 °C до содержания сухих веществ 55–60%. Это позволяет сохранить термолабильные соединения растительного происхождения до 92%, содержащиеся в экстрактах, и обеспечивает более длительный срок хранения благодаря химической и микробиологической стабильности.

Поскольку продукты переработки ягод черники содержат значительное количество биологически активных веществ, были исследованы антиоксидантные характеристики концентрированных экстрактов черники (табл. 2).

Анализ данных (табл. 2) позволяет сделать вывод, что исследуемые экстракты черники проявляют выраженные антиоксидантные свойства. Определено влияние экстрагента на антиоксидантные свойства экстрактов, которые ухудшаются в ряду из:

• высушенной ягоды: водно-спиртовой раствор 60% > этанол > водно-спиртовой раствор 30% > вода;

Таблица 1. Физико-химические показатели высушенных ягод и выжимок черники
Table 1. Physical and chemical parameters of dried berries and blueberry pomace

Наименование показателя	Массовая доля в:	
	выжимках	ягодах
Сухие вещества, %	87,7 ± 1,8	86,9 ± 2,7
Углеводы, %	21,8 ± 0,8	48,8 ± 1,2
Пектиновые вещества, %	9,6 ± 0,6	3,2 ± 0,2
Азотистые вещества, %	8,0 ± 0,6	5,2 ± 0,3
Зола, %	2,4 ± 0,2	1,7 ± 0,1
Дубильные вещества, г / 100 г	9,1 ± 0,4	3,5 ± 0,4
Органические кислоты, %	2,2 ± 0,1	7,3 ± 0,5
Клетчатка, %	33,1 ± 1,9	16,6 ± 0,6
Витамин C, мг / 100 г	35,5 ± 2,3	180,9 ± 5,1
β-каротин, мг / 100 г	2,20 ± 0,33	7,43 ± 0,17
Биофлавоноиды, мг / 100 г	2700 ± 112	7073 ± 188

Таблица 2. Общие кинетические характеристики антиоксидантов в концентрированных экстрактах из высушенных ягод (выжимок черники)
Table 2. General kinetic characteristics of antioxidants in concentrated extracts from dried berries (blueberry pomace)

Концентрированный экстракт	Время торможения реакции окисления, сек.	Содержание антиоксидантов, моль/кг	Содержание антиоксидантов в пересчете на ионол, % масс.
Водный	2530 870	0,287 ± 0,013 0,099 ± 0,012	3,16 1,09
30%-ный водно-спиртовой	2837 1735	0,322 ± 0,011 0,197 ± 0,023	3,55 2,17
60%-ный водно-спиртовой	5842 2243	0,662 ± 0,019 0,254 ± 0,022	7,29 2,80
Спиртовой	4287 3119	0,486 ± 0,022 0,354 ± 0,014	5,35 3,90

Таблица 3. Физико-химические показатели концентрированных экстрактов черники
Table 3. Physical and chemical parameters of concentrated blueberry extracts

Наименование показателя	Массовая доля в концентрированном экстракте из высушенных	
	выжимок	ягод
Сухие растворимые вещества, %	58,1 ± 0,2	57,2 ± 0,4
Углеводы, %	26,1 ± 0,4	41,3 ± 0,6
Органические кислоты, %	1,4 ± 0,1	5,2 ± 0,3
Витамин С, мг / 100 г	13,4 ± 1,1	87,5 ± 4,3
Биофлавоноиды, мг / 100 г	2736 ± 102	5590 ± 123
β-каротин, мг / 100 г	3,8 ± 0,4	3,4 ± 0,1
Дубильные вещества, %	13 ± 0,3	3,6 ± 0,2

• высушенных выжимок: этанол > водно-спиртовой раствор 60% > водно-спиртовой раствор 30% > вода.

В таблице 3 представлены физико-химические показатели концентрированных 60%-ных водно-спиртовых экстрактов из высушенных ягод и спиртовых экстрактов из выжимок черники, обладающих наибольшей антиокислительной активностью.

Данные (табл. 3) показывают, что полученные концентрированные экстракты обладают высокой пищевой ценностью и могут быть дополнительным источником витамина С, биофлавоноидов, дубильных веществ и др. Экстракты имеют выраженный кисло-сладкий приятный вкус, свойственный чернике, без уваренных тонов, что позволяет их широко использовать в качестве рецептурных ингредиентов пищевых продуктов.

Выводы/Conclusions

Таким образом, разработанная технология обеспечивает мягкие режимно-технологические параметры, которые исключают (или сводят до минимума) негативное влияние на комплекс биологически активных веществ плодово-ягодного сырья в процессе переработки, что способствует их высокой сохранности. Так, потери витамина С составляют не более 8%.

Экстракты, полученные по такой технологии из высушенных выжимок и ягод черники, обладают высокой пищевой ценностью и проявляют высокие антиокислительные свойства (содержание антиоксидантов в пересчете на ионол — 1,09–7,29% масс.).

Все авторы несут ответственность за свою работу и представленные данные.

Все авторы внесли равный вклад в эту научную работу. Авторы в равной степени участвовали в написании рукописи и несут равную ответственность за плагиат. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

All authors bear responsibility for the work and presented data.

All authors have made an equal contribution to this scientific work. The authors were equally involved in writing the manuscript and bear the equal responsibility for plagiarism. The authors declare no conflict of interest.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- Шариков А.Ю., Соколова Е.Н., Амелякина М.В., Поливановская Д.В., Серба Е.М. Использование брусники в экструдированных продуктах, готовых к употреблению. *Хранение и переработка сельхозсырья*. 2022; (4): 191–200. <https://doi.org/10.36107/spfp.2022.379>
- Алексеев Е.В., Каримова Н.Ю., Цветкова А.А. Способы переработки ягод черники: современное состояние и перспективы развития. *Хранение и переработка сельхозсырья*. 2023; (1): 22–44. <https://doi.org/10.36107/spfp.2023.353>
- Креккер Л.Г., Колосова Е.В. Антиоксидантная активность как функциональное преимущество кисломолочного продукта в процессе хранения. *Хранение и переработка сельхозсырья*. 2022; (2): 147–160. <https://doi.org/10.36107/10.36107/spfp.2022.348>
- Котова Т.В., Мальцева Е.М., Вальнюкова А.С., Bhatia N., Тихонова О.Ю. Антиоксидантная активность цетрарии исландской (*Cetraria islandica* (L.) Ach.), используемой в качестве биологически активной добавки. *Хранение и переработка сельхозсырья*. 2022; (2): 107–119. <https://doi.org/10.36107/spfp.2022.305>
- Нилова Л.П., Малиутенкова С.М., Лебедева П.С. Оценка антиоксидантных свойств коммерческих гранатовых соков. *Хранение и переработка сельхозсырья*. 2023; (1): 83–96 (на англ. яз.). <https://doi.org/10.36107/spfp.2023.401>
- Горобцов Е.И. Разработка энергосберегающей технологии сублимационной сушки плодов и плодовых культур с использованием СВЧ- и УЗ-излучений. *Вестник КрасГАУ*. 2013; (10): 235–239. <https://elibrary.ru/rdcopd>
- Грибова Н.А., Беркетова Л.В., Акимова Н.А. Перспективы развития перерабатывающей промышленности в области переработки плодово-ягодного сырья. *Научное обозрение*. 2015; (24): 107–110. <https://elibrary.ru/vogmpb>
- Paraman I., Sharif M.K., Supriyadi S., Rizvi S.S.H. Agro-food industry byproducts into value-added extruded foods. *Food and Bioprocess Processing*. 2015; 96: 78–85. <https://doi.org/10.1016/j.fbp.2015.07.003>
- Chowdhary P., Gupta A., Gnansounou E., Pandey A., Chaturvedi P. Current trends and possibilities for exploitation of Grape pomace as a potential source for value addition. *Environmental Pollution*. 2021; 278: 116796. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2021.116796>
- Терещук Л.В., Павлов С.С. Получение биологически ценных продуктов из плодов облепихи. *Известия высших учебных заведений. Пищевая технология*. 2000; (1): 46–48. <https://elibrary.ru/qbwadn>
- Кравченко С.Н., Миллер Е.С., Плотнокова И.О., Попов А.М. Совершенствование процесса экстрагирования в производстве быстрорастворимых напитков. *Хранение и переработка сельхозсырья*. 2018; (1): 5–10. <https://elibrary.ru/ywnyon>

REFERENCES

- Sharikov A.Yu., Sokolova E.N., Amelyakina M.V., Polivanovskaya D.V., Serba E.M. The use of cranberries in extruded products ready for consumption. *Storage and Processing of Farm Products*. 2022; (4): 191–200 (In Russian). <https://doi.org/10.36107/spfp.2022.379>
- Alekseenko E.V., Karimova N.Yu., Tsvetkova A.A. The Current State and Prospects for the Development of Methods for Processing Bilberries: Scoping Review. *Storage and Processing of Farm Products*. 2023; (1): 22–44 (In Russian). <https://doi.org/10.36107/spfp.2023.353>
- Krekker L.G., Kolosova E.V. Antioxidant Activity as a Functional Advantage of a Fermented Milk Product During Storage. *Storage and Processing of Farm Products*. 2022; (2): 147–160 (In Russian). <https://doi.org/10.36107/10.36107/spfp.2022.348>
- Kotova T.V., Maltseva E.M., Valnyukova A.S., Bhatia N., Tikhonova O.Yu. Antioxidant activity of Icelandic Cetraria (*Cetraria islandica* (L.) Ach.), used as a dietary supplement. *Storage and Processing of Farm Products*. 2022; (2): 107–119 (In Russian). <https://doi.org/10.36107/spfp.2022.305>
- Nilova L.P., Malyutenkova S.M., Lebedeva P.S. Evaluation of Antioxidant Properties of Commercial Pomegranate Juices. *Storage and Processing of Farm Products*. 2023; (1): 83–96 (In Russian). <https://doi.org/10.36107/spfp.2023.401>
- Gorobtsov E.I. The development of energy saving technology for the fruit and fruit crop sublimation drying using microwave and ultrasonic radiation. *Bulletin of KSAU*. 2013; (10): 235–239 (In Russian). <https://elibrary.ru/rdcopd>
- Gribova N.A., Berketova L.V., Akimova N.A. Development prospects of processing industry in the sphere of processing fruits and berries. *Nauchnoe obozrenie*. 2015; (24): 107–110 (In Russian). <https://elibrary.ru/vogmpb>
- Paraman I., Sharif M.K., Supriyadi S., Rizvi S.S.H. Agro-food industry byproducts into value-added extruded foods. *Food and Bioprocess Processing*. 2015; 96: 78–85. <https://doi.org/10.1016/j.fbp.2015.07.003>
- Chowdhary P., Gupta A., Gnansounou E., Pandey A., Chaturvedi P. Current trends and possibilities for exploitation of Grape pomace as a potential source for value addition. *Environmental Pollution*. 2021; 278: 116796. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2021.116796>
- Tereshchuk L.V., Pavlov S.S. Obtaining biologically valuable products from sea buckthorn fruits. *Izvestiya vuzov. Food technology*. 2000; (1): 46–48 (In Russian). <https://elibrary.ru/qbwadn>
- Kravchenko S.N., Miller E.S., Plotnikova I.O., Popov A.M. Improvement of the Extraction Process in the Production of Instant Drinks. *Storage and Processing of Farm Products*. 2018; (1): 5–10 (In Russian). <https://elibrary.ru/ywnyon>

12. Кравченко С.Н., Попов Д.М., Рензяев А.О., Миллер Е.С. Оптимизация процесса концентрирования экстрактов из плодово-ягодного сырья. *Известия высших учебных заведений. Пищевая технология*. 2019; (4): 82–86. <https://doi.org/10.26297/0579-3009.2019.4.21>

12. Kravchenko S.N., Popov D.M., Renzyaev A.O., Miller E.S. Optimization of the process of concentrating extracts from fruit and berry raw materials. *Izvestiya vuzov. Food technology*. 2019; (4): 82–86 (In Russian). <https://doi.org/10.26297/0579-3009.2019.4.21>

ОБ АВТОРАХ

Сергей Николаевич Кравченко,
доктор технических наук, доцент
k-sn@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0003-4537-3663>

Дмитрий Михайлович Попов,
кандидат технических наук
pdm2005@rambler.ru
<https://orcid.org/0000-0002-4636-5166>

Анатолий Сергеевич Санкин,
аспирант
tj6666@mail.ru
<https://orcid.org/0009-0006-8578-970X>

Николай Валерьевич Кузнецов
аспирант
Nikola0001@rambler.ru
<https://orcid.org/0009-0000-2068-7442>

Кузбасская государственная сельскохозяйственная академия,
ул. Марковцева, 5, Кемерово, 650056, Россия

ABOUT THE AUTHORS

Sergey Nikolaevich Kravchenko,
Doctor of Technical Sciences, Associate Professor
k-sn@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0003-4537-3663>

Dmitry Mikhailovich Popov,
Candidate of Technical Sciences
pdm2005@rambler.ru
<https://orcid.org/0000-0002-4636-5166>

Anatoly Sergeevich Sankin,
Graduate Student
tj6666@mail.ru
<https://orcid.org/0009-0006-8578-970X>

Nikolay Valerievich Kuznetsov,
Graduate Student
Nikola0001@rambler.ru
<https://orcid.org/0009-0000-2068-7442>

Kuzbass State Agricultural Academy,
5 Markovtsev Str., Kemerovo, 650056, Russia