



Научная статья  
4.3.3 – Пищевые системы (технические науки)  
УДК 664.723

doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2024.03.015



## ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ПШЕНИЧНОГО ХЛЕБА С БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫМИ ДОБАВКАМИ ИЗ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ

Виктор Николаевич Невзоров <sup>1</sup>, Игорь Викторович Мацкевич <sup>2</sup>,  
Жанна Александровна Кох <sup>3</sup>

<sup>1, 2, 3</sup> ФГБОУ ВО «Красноярский государственный аграрный университет», г. Красноярск, Россия

<sup>1</sup> nevzorov1945@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3355-4451>

<sup>2</sup> IMatskevichV@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4270-1599>

<sup>3</sup> jannetta-83@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4016-7596>

**Аннотация.** В настоящее время в Российской Федерации перед пищевой промышленностью стоит основная задача по полному обеспечению населения страны разнообразными местными продуктами питания. Учитывая большое разнообразие природно-климатических условий произрастания растительного сырья в Российской Федерации, возникает необходимость применения нетрадиционных видов сырья с целью обогащения продуктов питания ежедневного спроса биологически активными добавками из растительного сырья. В материалах статьи использованы результаты научных исследований по применению растительного сырья в хлебобулочном производстве, которые показали, что непосредственная добавка морфологической части растительного сырья в виде порошка в тесто не способствует полному обогащению биологически активными веществами хлебобулочных продуктов. Разработаны новые технологии экстракции морфологических частей растительного сырья для использования в производстве пищевых продуктов, так как экстракция предусматривает полное извлечение белков, жиров, углеводов и других частей, входящих в биологические активные вещества, полученные экстракционные вещества имеют небольшой объем и вес и поэтому при их использовании не происходит изменения качества пищевых продуктов. Водно-глицериновый экстракт из побегов брусники готовят по технологии водно-глицериновой электродинамической экстракции, которая обеспечивает высокую сохранность биологически активных веществ исходного сырья. По результатам проведенных научных и экспериментальных исследований была разработана технологическая схема производства пшеничного хлеба с внесением в рецептуру хлеба водно-глицеринового экстракта из побегов *Vaccinium vitis-idaea*. Проведен патентный поиск по существующему оборудованию для экстракции биологически активных веществ из растительного сырья, что позволило разработать новую лабораторную установку для экстракции растительного сырья, авторские права защищены патентом на полезную модель РФ №194622. Выполнены экспериментальные исследования по определению органолептических показателей качества пшеничного хлеба изготовленного по разработанной технологии с внесением в рецептуру хлеба водно-глицеринового экстракта из побегов *Vaccinium vitis-idaea*. Для реализации разработанного способа путем получения экстракта из побегов брусники была разработана лабораторная установка для экстракции растительного сырья, авторские права защищены патентом на полезную модель №194622 «Лабораторная установка для экстракции растительного сырья».

**Ключевые слова:** технология, пшеничный хлеб, брусника, побеги, экстракция, рецептура, оборудование.

**Для цитирования:** Невзоров В. Н., Мацкевич И. В., Кох Ж. А. Технология производства пшеничного хлеба с биологически активными добавками из растительного сырья // Ползуновский вестник. 2024. № 3. С. 105 – 110. doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2024.03.015, EDN: <https://elibrary.ru/GBHOCP>.

## PRODUCTION TECHNOLOGY OF WHEAT BREAD WITH BIOLOGICALLY ACTIVE ADDITIVES FROM VEGETABLE RAW MATERIAL

Viktor N. Nevzorov <sup>1</sup>, Igor V. Matskevich <sup>2</sup>, Zhanna A. Koch <sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia

<sup>1</sup> nevzorov1945@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3355-4451>

<sup>2</sup> IMatskevichV@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4270-1599>

<sup>3</sup> jannetta-83@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4016-7596>

**Abstract.** *Currently, the food industry in the Russian Federation faces the main task of providing the country's population with a variety of local food products. Given the great variety of natural and climatic conditions of plant raw materials in the Russian Federation, there is a need to use non-traditional raw materials in order to enrich food products of daily demand with biologically active additives from plant raw materials. The results of scientific research on the use of plant raw materials in bakery production are used in the materials of the article, which showed that the direct addition of the morphological part of plant raw materials in the form of powder in the dough does not contribute to the full enrichment of bioactive substances of bakery products. New technologies of extraction of morphological parts of plant raw materials for use in the production of food products have been developed, as extraction provides for the complete extraction of proteins, fats, carbohydrates and other parts included in biologically active substances, the obtained extraction substances have a small volume and weight and therefore their use does not change the quality of food products. Water-glycerine extract from lingonberry shoots is prepared by the technology of water-glycerine electrodynamic extraction, which provides high preservation of biologically active substances of raw materials. According to the results of scientific and experimental studies, a technological scheme of wheat bread production with the introduction of water-glycerine extract from *Vaccinium vitis-idaea* shoots into the bread recipe was developed. The patent search on the existing equipment for extraction of biologically active substances from plant raw materials was carried out, which allowed to develop a new laboratory installation for extraction of plant raw materials, the copyright is protected by the patent for utility model of the Russian Federation №194622. Experimental studies on determination of organoleptic quality indicators of wheat bread made according to the developed technology with the introduction of water-glycerine extract from *Vaccinium vitis-idaea* shoots into the bread recipe have been carried out. For realization of the developed method by obtaining the extract from lingonberry shoots the laboratory unit for extraction of plant raw materials was developed, the copyright is protected by the patent for useful model No. 194622 "Laboratory unit for extraction of plant raw materials".*

**Keywords:** *technology, wheat bread, *Vaccinium vitis-idaea* L., shoots, extraction, recipe, equipment.*

**For citation:** Nevzorov V. N., Matskevich I. V. & Koch Zh. A. (2024). Production technology of wheat bread with biologically active additives from vegetable raw material. *Polzunovskiy vestnik*. (3), 105-110. (In Russ). doi: 10/25712/ASTU.2072-8921.2024.03.015. EDN: <https://elibrary.ru/GBHOCP>.

### ВВЕДЕНИЕ

Хлебобулочные изделия являются основными продуктами питания, широко потребляемыми в больших количествах по всему миру, и играют важную роль в питании человека [1]. В связи с возросшей осведомленностью о проблемах со здоровьем хлебопекарная промышленность переходит к производству функциональных и здоровых продуктов питания, в основном путем обогащения их биологически активными ингредиентами, такими как белки, волокна, минералы, витамины в ответ на все более требовательного потребителя.

Включение ингредиентов, которые демонстрируют функциональные свойства, в дополнение к традиционным питательным веществам, является интересной альтернативой разработке инновационных хлебобулочных изделий.

Технология производства пшеничного хлеба предусматривает использование основного сырья в виде пшеничной муки, воды, дрожжей и соли и соответствовать согласно ГОСТ Р 58233-2018 [1]. К дополнительному сырью относятся все остальные продукты, используемые в хлебопечении.

Хлеб является неотъемлемой пищей в рационе многих людей по всему миру, при этом среднее потребление составляет от 59 до 70 кг в год на душу населения [4], что обусловлено универсальностью его приготовления, относительно низкой стоимостью и высокой энергетической ценностью. В настоящее время всё большей популярностью пользуются различные виды выпечки с использованием биологически активных растительных ингредиентов, используемых в каждом регионе, тем не менее, ключевыми ингредиентами являются мука, вода, дрожжи и соль.

## ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ПШЕНИЧНОГО ХЛЕБА С БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫМИ ДОБАВКАМИ ИЗ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ

Для улучшения качества хлебобулочных изделий, придания им дополнительных функциональных свойств используется большое количество разнообразных пищевых добавок [9]. Наиболее распространенным зерном для хлебопечения является пшеница, поскольку пшеничная мука создает тесто с желаемыми реологическими свойствами при смешивании с дрожжами. Кроме того, около 80 % населения мира потребляет пшеницу из-за ее основных питательных веществ. Таким образом, это зерно составляет 27 % мирового производства зерновых, учитывая приспособляемость этой культуры к широкому спектру климатических условий. Несмотря на растущий интерес к цельнозерновому хлебу из-за его высокого содержания клетчатки, которая полезна для здоровья, белый хлеб по-прежнему широко распространен во всем мире, учитывая его сенсорные свойства и доступную стоимость. Зерновые культуры представляют собой важный источник углеводов в рационе человека, обеспечивая более 50 % ежедневных калорий.

Для обогащения хлеба, а значит, и для существенного изменения не только его органолептических характеристик, но и полезных для здоровья свойств, используются различные ингредиенты в виде дикорастущих и культурных растений. Ранее представленные исследования [7] показали, что наибольшее количество биологически активных веществ находится в составе дикорастущих растений и зависит от морфологического строения растения. В этой связи, разработка технологии хлеба с использованием дикорастущего сырья является актуальной проблемой и требует дополнительных исследований.

Выполненные исследования [2, 5, 6] показали, что требования к ингредиентному составу биологически активных веществ непрерывно растут и применяют как дополнительное сырье, которое имеет определенные объемы внесения, так как внесение больших объемов разного растительного сырья оказывает отрицательное воздействие на качество конечного продукта, его вкус, запах, аромат, внешнее состояние и пищевую ценность.

Повышение пищевой ценности хлеба может быть достигнуто путем улучшения процесса производства или обогащения рецептур. Соединения с многообещающим потенциалом для применения в хлебе — это полифенолы, которые характеризуются множеством типов и конфигураций заместителей. Среди этих соединений есть такие подгруппы, как флавоноиды (включая антоцианы, флавонолы, изофлавоны), фенольные кислоты и другие. Основным источником полифенолов является сырье растительного происхождения, и в разных растениях существуют различные профили фенольных соединений. Некоторые из полифенолов, способствующих укреплению здоровья, находятся в

растениях с ограниченными возможностями применения, в несъедобных частях растений или в отходах переработки. Процесс экстракции может решить проблемы, связанные с ограниченными возможностями применения этих соединений. Примером такой процедуры является использование экстрактов, полученных из побегов брусники (*Vaccinium vitis-idaea* L.) которые являются ценным источником флавонолов [3, 4, 8]. Полифенолы обладают широким спектром биологических функций и биохимической активности. Доказано, что они оказывают благотворное влияние на здоровье человека и эффективность работы сердечно-сосудистой системы, снижают уровень холестерина в крови. Они также обладают высоким антиоксидантным потенциалом и высокой биоактивностью метаболитов.

В представленных материалах статьи приведен новый способ производства пшеничного хлеба с использованием замеса теста безопарным способом с внесением в рецептуру хлеба водно-глицеринового экстракта из побегов *Vaccinium vitis-idaea*.

Целью данного исследования является разработка технологии производства пшеничного хлеба с использованием водно-глицеринового экстракта из побегов *Vaccinium vitis-idaea*.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1. Разработать технологическую схему производства пшеничного хлеба с внесением в рецептуру хлеба водно-глицеринового экстракта из побегов *Vaccinium vitis-idaea*.
2. Выполнить патентные исследования по существующему оборудованию для экстракции биологически активных веществ из растительного сырья.
3. Выполнить экспериментальные исследования по определению органолептических показателей качества пшеничного хлеба изготовленного по разработанной технологии с внесением в рецептуру хлеба водно-глицеринового экстракта из побегов *Vaccinium vitis-idaea*.

### МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Объектом исследования является технология производства пшеничного хлеба с использованием водно-глицеринового экстракта из побегов *Vaccinium vitis-idaea* L.

### РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

По результатам научных исследований был разработан способ производства пшеничного хлеба, интеллектуальная собственность которого была защищена патентом РФ № 2783969 [10]. На основании полученного патента, была разработана технологическая схема производства пшеничного хлеба, приведенная на рисунке 1.

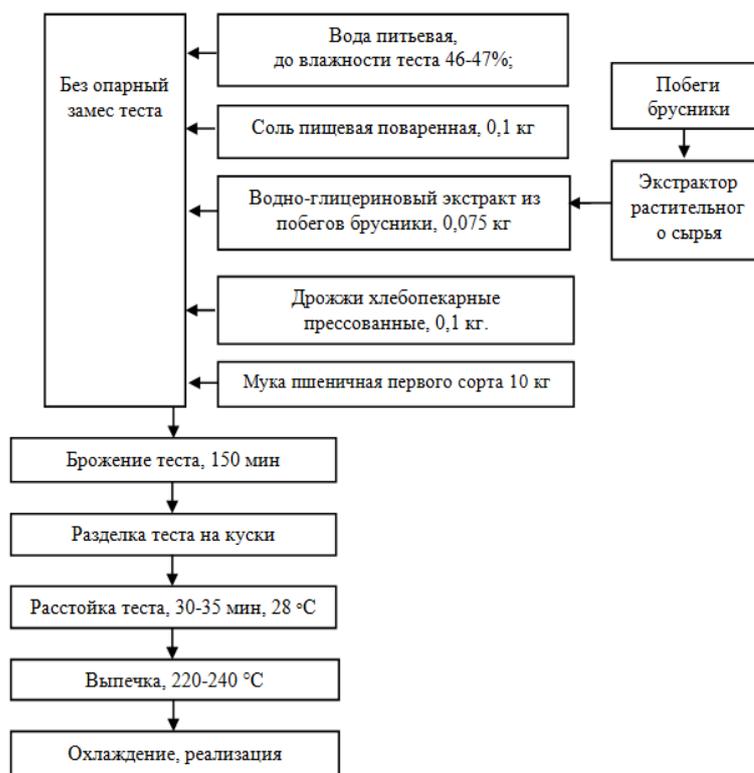


Рисунок 1 – Технологическая схема производства пшеничного хлеба с водно-глицериновым экстрактом из побегов брусники

Figure 1 – Technological scheme for the production of wheat bread with water-glycerin extract from cranberry shoots

Технологическая схема, представленная на рисунке 1, позволяет сделать вывод о том, что основным технологическим элементом в данной схеме является экстрактор для переработки побегов *Vaccinium vitis-idaea* и получения, необходимых биологически активных веществ, улучшающих качество пшеничного хлеба. По результатам патентных исследований и разработки нормативно-технической документации на защиту интеллектуальной собственности получен патент РФ на полезную модель №194622 [11], кинематическая схема установки приведена на рисунке 2.

Установка для проведения экстракции побегов *Vaccinium vitis-idaea* содержит котел 1 с нагревателями 2 и сетками 3 для экстракции растительного сырья, патрубок 4 для сбора экстракта, крышки котла 5, шаровой холодильной камеры 6 с установленными разделителями паров 7, при этом шаровая холодильная камера 6 расположена в емкости охлаждения 8, которая соединена с патрубком подачи охлаждающей воды 9 с вертикальной холодильной камерой 10 имеющей патрубок подачи охлаждающей воды 11 и патрубок слива отработанной воды 12.

Кроме того, шаровая холодильная камера 6 соединена патрубком слива эфирных масел 13 с приемной емкостью 14, а также имеет клапан сброса высокого давления 15.

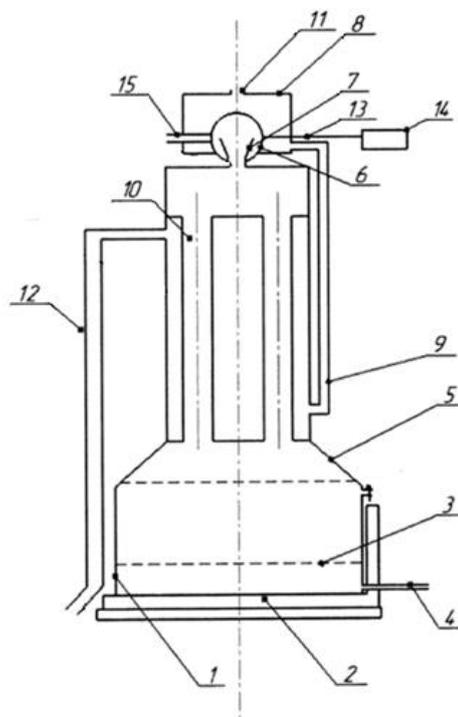


Рисунок 2 – Установка для экстракции побегов *Vaccinium vitis-idaea*

Figure 2 – Plant for the extraction of *Vaccinium vitis-idaea* shoots

## ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ПШЕНИЧНОГО ХЛЕБА С БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫМИ ДОБАВКАМИ ИЗ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ

Хлеб является скоропортящимся продуктом, и неблагоприятные изменения в нем начинают проявляться сразу после выпечки. Эти процессы связаны как с частичной потерей влаги, т. е. черствением хлеба (без учета микроорганизмов), так и с развитием бактерий, плесени и дрожжей, поэтому на следующем этапе исследования была проанализирована хранимоспособность хлеба с добавлением водно-глицеринового экстракта из побегов брусники в количестве 6,5 - 8,5 % к массе пшеничной муки (образец 1-3).

Основной причиной экономических потерь от этого продукта является ухудшение качества, вызванное ретроградацией крахмала и грибка-

ми, которые влияют на срок годности, этот показатель качества изучался в течение 14 суток. Эксперимент показал, что добавление в хлеб из пшеничной муки 0,075 – 0,100 % к массе муки водно-глицеринового экстракта из побегов брусники позволяет увеличить срок его хранения как минимум в 2 раза. При использовании в технологии производства хлеба водно-глицериновый экстракт из побегов *Vaccinium vitis-idaea* способен увеличить срок годности хлеба. Анализ физико-химических показателей пшеничного хлеба с водно-глицериновым экстрактом побегов *Vaccinium vitis-idaea*, представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Физико-химические показатели пшеничного хлеба

Table 1 – Physico-chemical parameters of wheat bread

Наименование показателей	Результаты анализа по примерам			
	Контрольный образец	Образец 1 8,5% водно-глицеринового экстракта из побегов брусники к массе муки	Образец 2 7,5% водно-глицеринового экстракта из побегов брусники к массе муки	Образец 3 6,5% водно-глицеринового экстракта из побегов брусники к массе муки
Влажность мякиша, %	47,0	48,3	47,0	47,2
Кислотность мякиша, град	3,5	4,5	4,5	4,5
Пористость, %	72,1	80,5	77,8	76,6
Удельный объем, см <sup>3</sup> /100 г	2,55	3,25	2,95	2,80
Формоустойчивость, Н/Д	0,44	0,41	0,45	0,43

Анализ таблицы 1 позволяет сделать вывод о том, что водно-глицеринового экстракта из побегов *Vaccinium vitis-idaea* в количестве 7,5 % к массе муки способствует повышению удельного объема готового изделия, пористости, влажности кислотности по сравнению с контрольным образцом и образцами 1 и 3. Увеличение количества водно-глицеринового экстракта до 8,5 % к массе муки способствует снижению формоустойчивости хлеба, окрашиванию мякиша в темно-коричневый цвет и формированию выраженного запаха побегов брусники. При этом пустот и уплотнений не обнаружено ни в одном из образцов. Исходя из этого, оптимальным вариантом рецептуры пшеничного хлеба выбран вариант 2.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенных научных и экспериментальных исследований была разработана технологическая схема производства пшеничного хлеба с внесением в рецептуру водно-глицеринового экстракта из побегов *Vaccinium vitis-idaea*.

Проведен патентный поиск по существующему оборудованию для экстракции биологически активных веществ из растительного сырья, что позволило разработать новую лаборатор-

ную установку для экстракции растительного сырья, авторские права защищены патентом на полезную модель РФ №194622.

Выполнены экспериментальные исследования по определению органолептических показателей качества пшеничного хлеба изготовленного по разработанной технологии с внесением в рецептуру хлеба водно-глицеринового экстракта из побегов *Vaccinium vitis-idaea*. Установлено, что использование водно-глицеринового экстракта из побегов брусники в количестве 7,5 % к массе пшеничной муки обеспечивает насыщение хлеба гликозидами, при чем гликозид арбутин, содержащийся в водно-глицериновом экстракте из побегов брусники с содержанием сухого вещества 12,0-13,5 %, действует на хлеб как консервант и предотвращает развитие плесени. Кроме того, при введении в рецептуру хлеба 7,5 % водно-глицеринового экстракта из побегов брусники его физико-химические показатели практически не отличаются от показателей хлеба, изготовленного без добавок.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- ГОСТ Р 58233-2018 Хлеб из пшеничной муки. Технические условия. Москва: Стандартинформ, 2019. 15 с;

2. Козьмина, Н.П. Биохимия хлебопечения / Н.П. Козьмина // М: Пищевая промышленность, 1978. - 277 с;

3. Комплексные технологии и оборудование переработки дикорастущих ягод для производства пищевых продуктов зоны Арктики и северных территорий Красноярского края / Ж. А. Кох, В. Н. Невзоров, И. В. Мацкевич, В. Г. Крымкова // Парадигма устойчивого развития агропромышленного комплекса в условиях современных реалий: Материалы международной научно-практической конференции, посвященной 70-летию создания ФГБОУ ВО Красноярский ГАУ, Красноярск, 24–26 мая 2022 года. Красноярск: Красноярский государственный аграрный университет, 2022. С. 276-280.

4. Кох Ж. А., Невзоров В. Н., Мацкевич И. В. Модернизация лабораторной установки для исследования процессов экстракции растительного сырья // Научно-практические аспекты развития АПК: материалы национальной научной конференции, Красноярск. 2021. Т. 12. С. 64-67.

5. Кретович В.Л., Токарева Р.Р. Проблемы пищевой полноценности хлеба. -М.: Наука, 1978. -250 с.

6. Пашенко Л.П. Биотехнологические основы производства хлебобулочных изделий /Л.П. Пашенко. М.: Колос, 2002. 368 с.

7. Пономарев В.Д. Экстрагирование растительного сырья. М.: Медицина, 1976. 202 с.

8. Применение экстрактов дикорастущих растений в хлебобулочных изделиях функционального назначения / Е. С. Смертина, Л. Н. Федянина, Т. К. Каленик [и др.] // Вестник Тихоокеанского государственного экономического университета. 2011. № 3(59). С. 129-133.

9. Веселова, А. Ю. Разработка технологии специализированных хлебобулочных изделий с использованием природных источников биологически активных веществ: специальность 05.18.01 "Технология обработки, хранения и переработки злаковых, бобовых культур, крупяных продуктов, плодоовощной продукции и виноградарства": диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / А. Ю. Веселова. Москва, 2015. 219 с.

10. Патент № 2783969 С1 Российская Федерация, МПК А21D 13/02, А21D 2/36. Способ производства пшеничного хлеба: № 2021125998: заявл.

*Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.*

*The authors declare that there is no conflict of interest.*

*Статья поступила в редакцию 26 февраля 2024; одобрена после рецензирования 20 сентября 2024; принята к публикации 04 октября 2024.*

*The article was received by the editorial board on 26 Feb 2024; approved after editing on 20 Sep 2024; accepted for publication on 04 Oct 2024.*

02.09.2021: опубл. 22.11.2022 / В. Н. Невзоров, И. В. Мацкевич, Ж. А. Кох, Д. С. Безъязыков; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Красноярский государственный аграрный университет".

11. Патент на полезную модель № 194622 U1 Российская Федерация, МПК В01D 11/02. Лабораторная установка для экстракции растительного сырья: № 2019121828 :заявл. 09.07.2019 : опубл. 17.12.2019 / В. Н. Невзоров, Д. С. Безъязыков, И. В. Мацкевич, Ж. А. Кох ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Красноярский государственный аграрный университет".

#### **Информация об авторах**

*В. Н. Невзоров – д.с-х.н., профессор, заведующий кафедрой технологии, оборудования бродильных и пищевых производств ФГБОУ ВО «Красноярский государственный аграрный университет».*

*И. В. Мацкевич – к.т.н., доцент кафедры технологии, оборудования бродильных и пищевых производств ФГБОУ ВО «Красноярский государственный аграрный университет».*

*Ж. А. Кох – к.т.н., доцент кафедры технологии, оборудования бродильных и пищевых производств ФГБОУ ВО «Красноярский государственный аграрный университет».*

#### **Information about the authors**

*V. N. Nevzorov – Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Head of the Department of technology, equipment of fermentation and food production of FSBEI VO "Krasnoyarsk State Agrarian University".*

*I. V. Matskevich – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of Technology, equipment of fermentation and food production of FGBOU VO "Krasnoyarsk State Agrarian University".*

*Zh. A. Kokh – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Technology, equipment of fermentation and food production of FSBEI VO "Krasnoyarsk State Agrarian University".*