

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОДОВОЛЬСТВЕННЫХ ПРОДУКТОВ

TECHNOLOGY OF FOOD PRODUCTION

<https://doi.org/10.47370/2072-0920-2021-17-2-15-24>
УДК 664.38:665.931.7



ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ / ORIGINAL ARTICLE

ПОЛУЧЕНИЕ СУХИХ БЕЛКОВЫХ КОНЦЕНТРАТОВ ИЗ ВТОРИЧНЫХ ПРОДУКТОВ ЖЕЛАТИНОВОГО ПРОИЗВОДСТВА*

Роман А. Ворошилин, Александр Ю. Просеков, Марина Г. Курбанова

*ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет»;
ул. Красная, д. 6, г. Кемерово, 650000, Российская Федерация*

** Работа выполнена в рамках гранта Президента РФ по государственной поддержке ведущих научных школ (НШ-2694.2020.4).*

Аннотация. В статье представлены исследования химического состава коллагенсодержащего бульона, полученного в процессе производства желатина на стадии обезжиривания костного сырья. Коллагеновый бульон является второстепенным сопутствующим продуктом от производства желатина. Целью исследования являлся анализ влияния длительности гидротермической обработки коллагенового сырья на концентрирование высокобелковых бульонов методом распылительной сушки. Для проведения комплекса экспериментальных исследований использовали бульон, полученный способом гидротермообработки кости при температуре 95 ± 5 °C при продолжительности от 90 до 180 минут, и его сухой концентрат, полученный в дальнейшем на лабораторной распылительной сушке модели Mini Spray Dryer B-290 (Buchi, Sweden). По результатам исследований выявили, что продолжительность гидротермической обработки влияет на показатели содержания жира, белка и сухих веществ в бульонах. При продолжительности обработки в течение 90 минут содержание сухих веществ находится в пределах 8,1%, что на 46% меньше, чем при продолжительности обработки в течение 180 минут. При увеличении продолжительности гидротермической обработки сырья сокращается время гелеобразования полученных бульонов при температурных режимах 4 ± 2 °C. После проведения процесса распылительной сушки были определены физико-химические показатели полученных сухих коллагеновых концентратов. В сухом концентрате наблюдается зависимость показателя содержания массовой доли белка от продолжительности гидротермической обработки бульонов, значения находились в пределах от 64,19% до 82,89%. Гелеобразующая способность всех образцов была на высоком

уровне. Полученные сухие концентраты имели вид гомогенного порошка от белого до светло-кремового цвета.

Ключевые слова: желатин, костное сырье, белок, коллагеновый концентрат, распылительная сушка, гидроколлоид, бульоны, безотходное производство

Для цитирования: Ворошилин Р.А., Просеков А.Ю., Курбанова М.Г. Получение сухих белковых концентратов из вторичных продуктов желатинового производства // Новые технологии. 2021. Т. 17, № 2. С. 15–24. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2021-17-2-15-24>

OBTAINING DRY PROTEIN CONCENTRATES FROM SECONDARY GELATIN PRODUCTS

Roman A. Voroshilin, Alexander Yu. Prosekov, Marina G. Kurbanova

*FSBEI HE «Kemerovo State University»;
6 Krasnaya str., Kemerovo, 650000, the Russian Federation*

Annotation. The article presents the investigation of the chemical composition of a collagen-containing broth obtained during gelatin production at the stage of defatting bony raw material. Collagen broth is a minor by-product from gelatin production. The aim of the research is to analyze the effect of the duration of the hydrothermal treatment of collagen raw materials on the concentration of high-protein broths by using spray drying. To carry out a set of experimental studies they used broth obtained by the method of hydrothermal treatment of bone at a temperature of $95 \pm 5^\circ\text{C}$ for 90 to 180 minutes and its dry concentrate obtained later at the Mini Spray Dryer B-290 laboratory spray drying model (Buchi, Sweden). According to the research results, it has been revealed that the duration of the hydrothermal treatment affects the indicators of fat, protein, and dry matter content in broths. When being treated for 90 minutes, the dry matter content is in the range of 8,1 %, which is 46 % less than with a treatment time of 180 minutes. When the duration of the hydrothermal treatment of raw materials increases, the gelation time of the obtained broths reduces at temperature conditions of $4 \pm 2^\circ\text{C}$. After the spray drying process physicochemical parameters of the obtained dry collagen concentrates have been determined. In the dry concentrate the dependence of the indicator of the content of the mass fraction of protein on the duration of the hydrothermal treatment of broths is observed, the values range from 64,19 % to 82,89 %. The gelling capacity of all samples is high. The obtained dry concentrates are in the form of white to light cream color homogeneous powder.

Keywords: gelatin, bony raw materials, protein, collagen concentrate, spray drying, hydrocolloid, broths, waste-free production

For citation: Voroshilin R.A., Prosekov A. Yu., Kurbanova M.G. Obtaining dry protein concentrates from secondary gelatin products // New technologies. 2021. V. 17, № 2. P. 15–24. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2021-17-2-15-24>

Одним из приоритетных направлений развития пищевой промышленности, в том числе мясоперерабатывающей отрасли, является глубокая переработка мясного сырья. Перспективным направлением переработки мясопродуктов является производство желатина. К сожалению, по статистическим данным

за 2020–2021 годы на территории Российской Федерации не зарегистрировано ни одного предприятия, занимающегося производством пищевого и технического желатина, несмотря на то что желатин является востребованным сырьем во многих отраслях современной промышленности. В связи с высокой потребностью

спрос на данный продукт ежегодно растет. Среднегодовая потребность в желатине разных категорий и марок составляет от 12 до 15 тыс. тонн в год [1; 2].

Традиционным сырьем для производства желатина являются кости или шкуры сельскохозяйственных животных. Организация желатинового производства дает возможность получения не только желатина как конечного продукта, но и в процессе его производства получение второстепенных продуктов, таких как костный жир, деминерализованный остаток костного сырья, который актуален в качестве минерального удобрения и минеральной кормовой добавки для сельскохозяйственных животных, а также костные коллагеновые бульоны, которые получают на первых этапах подготовки костного сырья к выработке желатина [3]. Кость, поступающая на желатиновое производство, содержит в своем составе белковые структуры, которые в процессе обезжиривания способом гидротермической обработки переходят в водную среду, образуя коллагеновые бульоны, обладающие пищевой и биологической ценностью [4].

На рынке пищевых продуктов стали популярны концентрированные полуфабрикаты, в том числе полученные из мяса и продуктов его переработки, что определяет перспективу дальнейшего использования концентратов [5]. Также перспективным направлением применения концентрированных высокобелковых бульонов является возможность его использования в качестве кормовой добавки для сельскохозяйственных животных и птицы, что дает возможность повысить полноценность питания животных [6].

Целью исследования является анализ влияния длительности гидротермической обработки коллагенового сырья на концентрирование высокобелковых бульонов методом распылительной сушки.

Задачи исследования: дать сравнительную характеристику физико-химических и органолептических показателей

бульонов в зависимости от продолжительности гидротермической обработки коллагенсодержащего сырья; провести исследование параметров сушки белковых растворов на распылительной сушилке модели Mini Spray Dryer B-290 (Buchi, Sweden); дать сравнительную характеристику физико-химических и органолептических показателей полученных сухих белковых концентратов.

Объекты и методы исследований.

При проведении экспериментальных исследований использовали костный бульон, полученный способом гидротермообработки при температуре 90–95 °С (± 5 °С) с продолжительностью обработки от 90 до 180 минут и его сухой концентрат. Концентрацию ионов водорода (величину pH) определяли экспресс-методом с помощью pH-метра модели Testo 206-pH2. Обезжиривание бульонов проводили центрифугированием на высокоскоростной центрифуге Avanti J-26S – Beckman. Содержание белка определяли на анализаторе общего азота (белка) RAPID N ELEMENTAR, работающего по методу Дюма – сжигание пробы с регистрацией общего азота на детекторе теплопроводности. Определение содержания сухих веществ производили на рефрактометре ИРФ-454Б2М. Пробу предварительно разбавляли водой. Результат умножали на коэффициент разведения. Массовую долю жира, гелеобразующую способность и органолептические показатели сухих бульонов определяли по ГОСТ 33692-2015.

Результаты исследований. На первом этапе с целью исследования влияния продолжительности гидротермической обработки коллагенсодержащего сырья на концентрирование бульонов, полученным методом распылительной сушки, проводили выварку костного сырья, полученного от разделки туш крупного рогатого скота. По окончании процесса гидротермической обработки бульоны охлаждали до комнатной температуры 20 ± 2 °С и проводили анализ химического

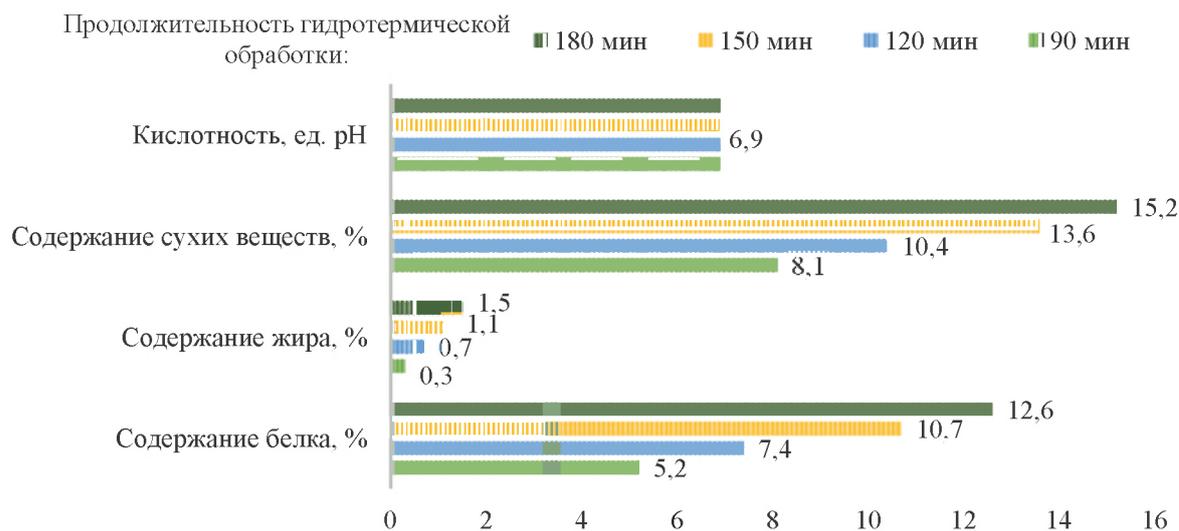


Рис. 1. Влияние продолжительности варки на физико-химические показатели бульонов

Fig. 1. Influence of the duration of cooking on the physicochemical parameters of broths

состава полученных бульонов. Результаты представлены на рисунке 1.

Данные, представленные на рисунке 1, показывают, что продолжительность гидротермической обработки кости влияет на показатели содержания белка, жира и сухих веществ. В образцах, которые проходили гидротермическую обработку в течение 90 минут, содержание белка на 5,2% и 7,4% меньше по сравнению с образцами, на которые воздействие температурой было продолжительнее. Кислотность всех образцов находилась на уровне 6,9 единиц рН. Необходимо отметить, что увеличение обработки на каждые 30 минут повлияло на содержание сухих веществ в полученных бульонах.

Так, при продолжительности обработки в течение 90 минут содержание сухих веществ находится в пределах 8,1%, что на 46% меньше, чем при продолжительности обработки в течение 180 минут.

После проведения варки костного сырья и проведения анализа физико-химических показателей методом центрифугирования с дальнейшим воздействием пониженных температур ($4 \pm 2^\circ\text{C}$) был отделен жир от коллагеновых бульонов. Центрифугирование проводили на высокоскоростной центрифуге Avanti J-26S – Beckman. После обезжиривания проводили органолептическую оценку полученных бульонов, результаты которой представлены в таблице 1.

Таблица 1

Органолептические показатели обезжиренных бульонов

Table 1

Organoleptic characteristics of fat-free broths

Наименование показателя	Продолжительность гидротермической обработки			
	90 мин	120 мин	150 мин	180 мин
Вид	Слегка мутный	Мутный		
Цвет	Светлый с желтоватым оттенком		Светло-серый с желтоватым оттенком	
Вкус и запах	Без посторонних запахов и вкусов, приятный			

По результатам органолептической оценки можно резюмировать, что при менее длительном термическом воздействии бульоны имеют менее мутный вид, с увеличением продолжительности варки бульоны приобретают мутный вид и светло-серый цвет с желтоватым оттенком.

В процессе охлаждения бульонов до комнатной температуры происходит образование студней, которые при более низкой температуре теряют свою текучесть и образуют гель. С целью изучения влияния продолжительности гидротермической обработки бульонов на гелеобразование студней изучали температуру и время гелеобразования при температуре 4 ± 2 °С, начальная температура гелеобразования 23 ± 2 °С, объем исследуемых бульонов 150 мл. Результаты представлены на рисунке 2.

При увеличении продолжительности гидротермической обработки сырья уменьшается время застывания полученных бульонов при заданной температуре 4 ± 2 °С. Момент застывания более концентрированного бульона наступает через 13 минут, что на 9 минут быстрее по сравнению с бульоном, который вываривался в течение 90 минут и имел наименьшие показатели содержания белка и сухих веществ.

Далее проводили ряд экспериментов, исследуя параметры сушки коллагенового раствора на лабораторной распылительной сушилке модели Mini Spray Dryer В-290 (Buchi, Sweden). На данной установке предусмотрена регулировка скорости подачи рабочего раствора и распыляющего потока газа, температуры сушки, аспирации, необходимости очистки

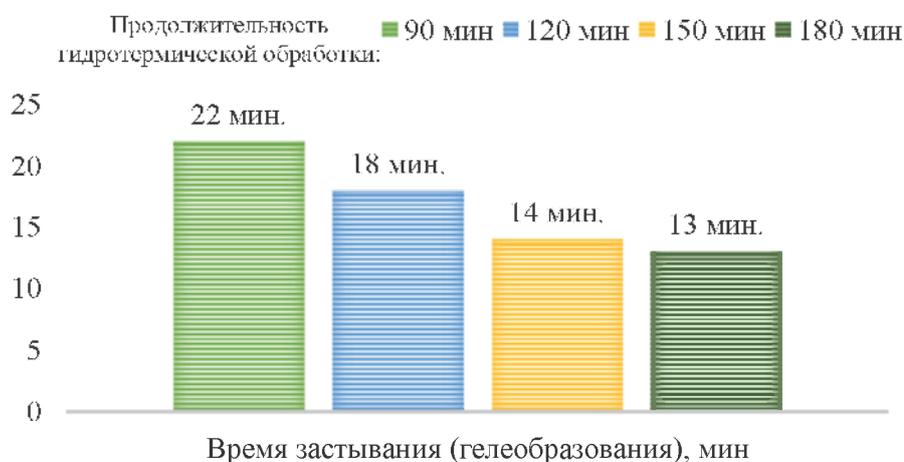


Рис. 2. Время гелеобразования бульонов при 4 ± 2 °С, мин

Fig. 2. Gelation time of broths at 4 ± 2 °C, min

сопла форсунок. Установка позволяет получать готовый продукт с размером частиц 1–25 мкм. Материалы, вступающие в контакт с продуктом: кислотоустойчивая нержавеющая сталь, боросиликатное стекло, силикон. Внешний вид лабораторной установки распылительной сушилки представлен на рисунке 3. Схема экспериментальной установки приведена на рисунке 4 [7; 8; 9]. Нагрев подаваемого газа и двухпоточной форсунки (1)

осуществляет микропроцессорная автоматика Fuzzy-logic (2) с цифровым дисплеем и датчиком температуры РТ 100, который обеспечивает высокую точность регулирования температуры. Раствор проходит через форсунку, распыляющую его на мельчайшие капли, и попадает в камеру (3), в которой протекает процесс сушки с образованием высушенных частиц. Частицы, захваченные потоком газа, перемещаются в циклон (4), где



Рис. 3. Лабораторная установка распылительной сушилки модели Mini Spray Dryer B-290

Fig. 3. Laboratory unit of Mini Spray Dryer B-290 spray dryer model

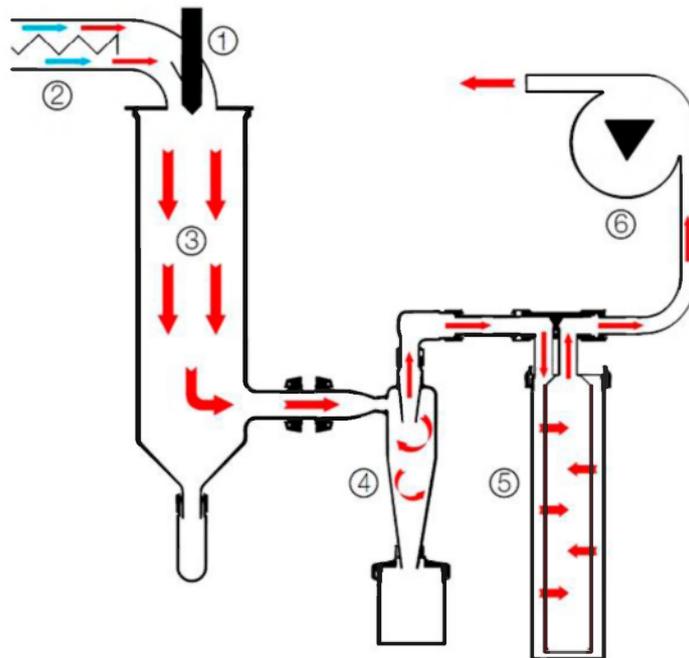


Рис. 4. Схема лабораторной установки распылительной сушилки: 1 – форсунка; 2 – нагреватель; 3 – распылительная камера (цилиндр); 4 – циклон; 5 – фильтр; 6 – аспиратор [7; 8; 9]

Fig. 4. Schematic of a laboratory installation of a spray dryer: 1 – a nozzle; 2 – a heater; 3 – a spray chamber (cylinder); 4 – a cyclone; 5 – a filter; 6 – an aspirator [7; 8; 9]

происходит их разделение под действием собственной силы тяжести. Установка оснащена фильтром (5), удерживающим мелкие частицы и аспиратором (6) для создания потока воздуха [7; 8; 9].

Сушку коллагенового раствора проводили при параметрах установки, которые указаны в таблице 2.

Данные режимы оптимальны для получения сухих белковых концентратов. Применяемые параметры сушки обеспечивают равномерное распределение подаваемого раствора в камеру, сухие частицы не «налипают» на внутреннюю поверхность циклона, конечный продукт в большей степени оседает в приемочной емкости. Объем одного образца раствора составлял $325 \pm 0,1$ мл,

продолжительность распылительной сушки составляла 110 ± 5 мин.

После проведения процесса распылительной сушки были определены физико-химические показатели полученных сухих коллагеновых концентратов, результаты представлены в таблице 3.

По результатам данных таблицы 4, наблюдается зависимость показателя содержания белка в сухом концентрате в зависимости от продолжительности гидротермической обработки бульонов, значения содержания белков находились в пределах 64,19–82,89%. Содержание жира и влаги во всех образцах составляло $0,34 \pm 0,01$ % и $7,15 \pm 0,1$ % соответственно. Гелеобразующая способность всех образцов сухого концентрата была на

Таблица 2
Параметры сушки на установке распылительной сушилки модели Mini Spray Dryer B-290

Table 2

Drying parameters for Mini Spray Dryer B-290 spray dryer model

Параметр	Величина
Температура сушки раствора	95°C
Скорость подачи раствора в распылительную камеру	3,0–3,2 мл/мин
Расход сжатого воздуха	37 м ³ /ч
Аспирация	100%

Таблица 3
Физико-химические показатели коллагеновых концентратов

Table 3

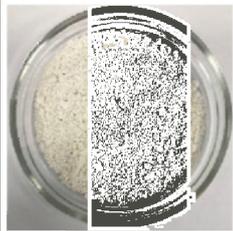
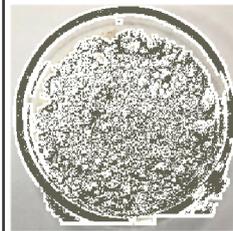
Physicochemical indicators of collagen concentrates

Наименование показателя	Продолжительность гидротермической обработки			
	90 мин	120 мин	150 мин	180 мин
Содержание сухих веществ, % В том числе:	92,83 \pm 0,54			
Содержание белка, %	64,19 \pm 0,2	71,15 \pm 0,2	78,67 \pm 0,2	82,89 \pm 0,2
Содержание солей, минералов, %	28,63 \pm 0,1	21,64 \pm 0,1	14,14 \pm 0,1	9,90 \pm 0,1
Содержание влаги, %	7,15 \pm 0,1			
Содержание жира, %	0,34 \pm 0,01			
Гелеобразующая способность, %	520	546	562	574

Органолептические показатели коллагеновых концентратов

Table 4

Organoleptic characteristics of collagen concentrates

Наименование показателя	Продолжительность гидротермической обработки			
	90 мин	120 мин	150 мин	180 мин
Внешний вид	Мелкодисперсный порошок однородной консистенции			
				
Цвет	Однородный порошок белого цвета		Однородный порошок светло-кремового цвета	
Вкус и запах при растворении в воде	Приятный, без постороннего			

высоком уровне, ее показатели находились в пределах 520–574%. Полученные результаты свидетельствуют о высокой гелеобразующей способности всех образцов сухих концентратов.

На заключительном этапе проводили оценку органолептических показателей коллагеновых концентратов, полученных из костного бульона. Результаты оценки представлены в таблице 4.

Из полученных результатов можно отметить, что продолжительность гидротермической обработки костного сырья влияет на содержание белка и сухих веществ в коллагеновых бульонах и сухих концентратах из них. При этом органолептические показатели сухого концентрата отличаются по цвету, гидротермическая обработка бульонов

от 90 до 120 минут обеспечивает получение сухого концентрата в виде однородного порошка белого цвета, а продолжительность от 150 до 180 минут – однородного порошка светло-кремового цвета.

Вывод: Полученные результаты исследований дают возможность применения распылительной сушки в производстве концентрированных белковых бульонов, полученных в процессе гидротермической обработки костного сырья. В исследованиях выявлена закономерность влияния продолжительности гидротермической обработки костного сырья на содержание белка и сухих веществ в коллагеновых бульонах и в конечном продукте – сухих белковых концентратах, содержание белков в концентратах находилось в пределах 64,19–82,89%.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов / The authors declare no conflict of interests

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Задорожный Е. Российский рынок желатина: тенденции и перспективы // Кондитерское производство. 2017. № 4. С. 26.

2. Просеков А.Ю., Ворошилин Р.А. Производство желатина – состояние и перспективы рынка, альтернативные источники, технологии производства // Все о мясе. 2020. № 5S. С. 265.
3. Козлова О.В., Ворошилин Р.А. Анализ возможности ферментного воздействия на процесс обезжиривания костного сырья в производстве желатина // Актуальные вопросы науки и техники: проблемы, прогнозы, перспективы: сборник тезисов национальной конференции. Кемерово, 2019. С. 30.
4. Глубокая переработка вторичных продуктов птицеводства для разных направлений использования / В.И. Фисинин [и др.] // Сельскохозяйственная биология. 2017. Т. 52, № 6. С. 1105–1115.
5. Бектурганова А.А., Орынбасаров А.С., Курмангалиева Д.Б. Актуальность производства концентрированных бульонов с функциональными свойствами // Инновационные технологии в пищевой промышленности и общественном питании. 2019. С. 17–29.
6. Мазур М.М., Шевченко Н.И., Чмырёв М.А. Влияние бульона белкового сухого кормового на продуктивность коров // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2011. Т. 75, № 1. С. 63.
7. Оптимизация параметров получения сухой лактулозы / В.Ф. Долганюк [и др.] // Техника и технология пищевых производств. 2013. № 4 (31). С. 39–42.
8. Жунева Л.С., Семченко М.В., Асякина Л.К. Анализ процесса получения сухого меда // Хранение и переработка сельхозсырья. 2019. № 2. С. 15–17.
9. Пискаева А.И., Бабич О.О., Йонг Я. Анализ эффективности и подбор параметров распылительной сушки гидролизатов перопуховых отходов // Техника и технология пищевых производств. 2019. Т. 49, № 3. С. 390–396.

REFERENCES:

1. Zadorozhny E. The Russian market of gelatin: trends and prospects // Confectionery production. 2017. No. 4. P. 26.
2. Prosekov A.Yu., Voroshilin R.A. Gelatin production – state and market prospects, alternative sources, production technologies // All about meat. 2020. No. 5. P. 265.
3. Kozlova O.V., Voroshilin R.A. Analysis of the possibility of enzymatic influence on the process of degreasing bone raw materials in the production of gelatin // Topical issues of science and technology: problems, forecasts, prospects: Coll. abstracts of nat. conference. Kemerovo, 2019. P. 30.
4. Deep processing of secondary products of poultry farming for different directions of use / V.I. Fisinin [et al.] // Agricultural biology. 2017. V. 52, No. 6. P. 1105–1115.
5. Bekturganova A.A., Orynbasarov A.S., Kurmangaliyeva D.B. The relevance of the production of concentrated broths with functional properties // Innovative technologies in the food industry and public catering. 2019. P. 17–29.
6. Mazur M.M., Shevchenko N.I., Chmyrev M.A. Influence of protein dry fodder broth on the productivity of cows // Bulletin of the Altai State Agrarian University. 2011. V. 75, No. 1. P. 63.
7. Optimization of parameters for obtaining dry lactulose / V.F. Dolganyuk [et al.] // Technics and technology of food production. 2013. No. 4 (31). P. 39–42.
8. Zhuneva L.S., Semchenko M.V., Asyakina L.K. Analysis of the process of obtaining dry honey // Storage and processing of agricultural raw materials. 2019. No. 2. P. 15–17.
9. Piskaeva A.I., Babich O.O., Jong J. Analysis of efficiency and selection of parameters of spray drying of hydrolysates of downy waste // Technics and technology of food production. 2019. V. 49, No. 3. P. 390–396.

Информация об авторах / Information about the authors

Роман Алексеевич Ворошилин, старший преподаватель кафедры
Roman A. Voroshilin, a senior lecturer, Department of Food Technology

технологии продуктов питания животного происхождения ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет», кандидат технических наук

rom.vr.22@mail.ru

Александр Юрьевич Просков, член-корреспондент РАН, ректор ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет», доктор технических наук, профессор

rector@kemsu.ru

Марина Геннадьевна Курбанова, заведующая кафедрой технологии продуктов питания животного происхождения ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет», доктор технических наук, доцент

kurbanova-mg@mail.ru

of Animal Origin of FSBEI HE «Kemerovo State University», Candidate of Technical Sciences

rom.vr.22@mail.ru

Alexander Yu. Prosekov, a corresponding member of the Russian Academy of Sciences, the rector of FSBEI HE «Kemerovo State University», Doctor of Technical Sciences, a professor

rector@kemsu.ru

Marina G. Kurbanova, head of the Department of Animal food technology of FSBEI HE «Kemerovo State University», Doctor Technical Sciences

kurbanova-mg@mail.ru

Поступила 09.03.2021

Received 09.03.2021

Принята в печать 23.03.2021

Accepted 23.03.2021