



ИССЛЕДОВАНИЕ РЕОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК РУБЛЕННЫХ ПОЛУФАБРИКАТОВ ИЗ РАСТИТЕЛЬНОГО АНАЛОГА МЯСА В СРАВНЕНИИ С ТРАДИЦИОННЫМИ

Роман Владимирович Крюк ¹, Марина Геннадьевна Курбанова ²,
Мухсин Мухим-заде ³, Виктория Алексеевна Крюк ⁴,
Анна Сергеевна Козлякина ⁵

1, 2, 3, 4, 5 ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет», Кемерово, Россия

¹ roman.kryuk.94@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5884-8598>

² kurbanova-mg@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0563-1007>

³ mukhim-zade@mail.ru

⁴ Vika.kryuk.95@mail.ru

⁵ anya.k18@mail.ru

Аннотация. Растительное мясо открывает перед нами огромный гастрономический мир, который потребители активно изучают. Котлеты, фарш, шашлык, колбаса и сэндвичи – часть этого изобилия можно спокойно найти на полках супермаркетов в крупных городах. Новинки активно раскупают не только поклонники азиатской кухни или приверженцы вегетарианских принципов. А еще растительное мясо нашло себя в постной, халяльной и кашерной кухнях. Чем шире распространяется продукт, тем больше потребитель хочет знать о его безопасности. Целью работы является исследование реологических характеристик традиционных полуфабрикатов из мяса свинины и аналога из растительного сырья.

Объектами исследования выступают рубленые полуфабрикаты из традиционного мяса свинины и аналога из растительного сырья. Рассматриваемые реологические показатели позволили сравнить полуфабрикат аналога из растительного сырья с полуфабрикатом традиционным из мяса свинины.

В работе были рассмотрены такие показатели, как реологические свойства, влагосвязывающая способность и влага, которые позволят сделать заключение о полуфабрикате из аналога растительного сырья. В результате проведенных реологических исследований было установлено, что полуфабрикат из аналога растительного сырья приближен по своим качествам к полуфабрикату из традиционного мяса свинины. Полуфабрикат из аналога растительного мяса является конкурентоспособным для массового производства в пищевой промышленности.

Полученные результаты в ходе проведенных исследований позволяют сделать вывод, что развитие и расширение ассортимента производства полуфабрикатов из аналога растительного сырья является перспективным направлением и составит высокую конкуренцию рубленым полуфабрикатам из мяса свинины.

Ключевые слова: мясо, белок, растительный аналог, свинина, реологические свойства.

Для цитирования: Исследование реологических характеристик рубленых полуфабрикатов из растительного аналога мяса в сравнении с традиционными / Р. В. Крюк [и др.] // Ползуновский вестник. 2023. № 1. С. 45–50. doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2023.01.006. EDN: <https://elibrary.ru/WNASIE>.

Original article

STUDY OF RHEOLOGICAL CHARACTERISTICS OF CHOPD SEMI-FINISHED PRODUCTS FROM VEGETABLE MEAT ANALOGUE IN COMPARISON WITH TRADITIONAL

Roman V. Kryuk ¹, Marina G. Kurbanova ², Mukhsin Mukhim-zade ³,
Victoria A. Kryuk ⁴, Anna S. Kozlyakina ⁵

^{1, 2, 3, 4, 5} Kemerovo State University, Kemerovo, Russia

¹ roman.kryuk.94@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5884-8598>

² kurbanova-mg@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0563-1007>

³ mukhim-zade@mail.ru

⁴ Vika.kryuk.95@mail.ru

⁵ anya.k18@mail.ru

Abstract. *Vegetable meat opens up a huge gastronomic world for us, which consumers are actively exploring. Cutlets, mincedmeat, barbecue, sausages and snacks - part of this abundance can be easily found on the shelves of supermarkets in large cities. Novelties are actively bought up not only by fans of Asian cuisine or adherents of vegetarian principles. And vegetable meat has found itself in lean, halal and kosher cuisines. The more widely a product is distributed, the more the consumer wants to know about its safety. The aim of the work is to study the rheological characteristics of traditional semi-finished products from pork meat and an analogue from vegetable raw materials.*

The objects of the study are chopped semi-finished products from traditional pork meat and an analogue from vegetable raw materials. The considered rheological indicators made it possible to compare the semi-finished analogue from vegetable raw materials with the traditional semi-finished product from pork meat.

The paper considered such indicators as rheological properties, moisture-binding capacity and moisture, which will allow us to make a conclusion about the semi-finished product from an analogue of vegetable raw materials. As a result of the rheological studies, it was found that the semi-finished product from an analogue of vegetable raw materials is close in quality to the semi-finished product from traditional pork meat. A semi-finished product from an analogue of vegetable meat is competitive for mass production in the food industry.

The results obtained in the course of the conducted studies allow us to conclude that the development of expanding the range of production of semi-finished products from an analogue of vegetable raw materials is a promising direction and will be highly competitive with chopped semi-finished products from pork meat.

Keywords: *Meat, protein, vegetable analogue, pork, rheological properties.*

For citation: Kryuk, R.V., Kurbanova, M.G., Mukhim-zade, Mukhsin, Kryuk, V.A. & Kozlyakina. A.S. (2023). Study of rheological characteristics of chopd semi-finished products from vegetable meat analogue in comparison with traditiona. *Polzunovskiy vestnik*, (1), 45-50. (In Russ.). doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2023.01.006. EDN: <https://elibrary.ru/WNASIE>.

ВВЕДЕНИЕ

Употребление мясных продуктов животного происхождения является неотъемлемой составляющей жизненного цикла человечества. Мясные продукты являются основным источником белка, липидов. В нынешнее время новое поколение людей предпочитают употреблять в своем рационе продукты растительного происхождения взамен животного. Много факторов повлияло на данный выбор: экология, здоровье, защита животных.

Аналоги мясного продукта из растительного сырья не пользуются большим спросом в исходном виде, но если этот продукт будет в виде полуфабрикатов, то спрос на данный продукт значительно вырастет. Поэтому спрос на полуфабрикаты из аналогов растительного сырья возможен больше при условии его удешевления.

Так как групп людей, придерживающихся разных типов питания, становится все больше, то переход на разработку инновационных ана-

ИССЛЕДОВАНИЕ РЕОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК РУБЛЕННЫХ ПОЛУФАБРИКАТОВ ИЗ РАСТИТЕЛЬНОГО АНАЛОГА МЯСА В СРАВНЕНИИ С ТРАДИЦИОННЫМИ

логов мяса и мясных полуфабрикатах, соответствующих по своим характеристикам традиционным мясным продуктам, должен возрасти.

Для производства полуфабрикатов из аналогов растительного белка используют текстурированный растительный белок, обладающий высокими питательными свойствами, которые достигаются за счет наличия витаминов, аминокислот и макроэлементов. С применением текстурированного растительного белка в производстве полуфабрикатов из аналогов растительного мяса позволяет применять широкий спектр технологических операций.

Таким образом, целью настоящего исследования было произвести сравнительный анализ реологических свойств рубленых полуфабрикатов из мяса свинины и аналогов из растительного мяса.

Задача исследования: исследовать реологические свойства аналога растительного мяса и мяса из свинины.

МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ

Для проведения ряда сравнительных экспериментов были выбраны рубленые полуфабрикаты, изготовленные из традиционного мяса свинины и композиции, представляющей аналог мяса на растительной основе. Текстурированный растительный белок был выбран в качестве растительной основы для рубленых полуфабрикатов из мясного аналога, а метилцеллюлоза была включена в качестве связующего ингредиента, также в рецептуру (таблица 1) были включены патока, дрожжевая приправа, кокосовое и рапсовое масло, чесночный порошок и черный перец.

Таблица 1 – Рецептура мясных рубленых полуфабрикатов, изготовленных на разной основе
Table 1 - Recipe of minced meat semi-finished products made on a different basis

Наименование компонентов	Количественное соотношение компонентов, %	
	для рецептуры 1 (на основе традиционного мяса свинины)	для рецептуры 2 (на растительной основе аналога мяса)
Свинина нежирная	75,09	–
Текстурированный растительный белок (ТРБ)	–	74,90
Метилцеллюлоза	3,00	3,00
Специи	1,11	9,36
Шпик	20,06	7,5
Свекольный сок	–	3,00
Патока	–	1,50
Глутамат натрия	0,74	0,74

МЕТОДЫ И МЕТОДИКИ ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ

Определение реологических свойств

Для определения реологических и прочностных свойств полуфабриката использовали прибор «Структурометр СТ-2». Устройство для измерения зависимостей усилия от деформаций СТ-2 может использоваться в лабораториях многих пищевых производств, а также в лабораториях научно-исследовательских и образовательных институтов.

Электромеханическое устройство включает шариковинтовую пару, шаговый двигатель, тензобалку, блок управления с микроконтроллером, плату сбора данных, два блока питания.

Метод математической обработки кривой релаксации нужен для определения реологических свойств полуфабриката.

Рассчитать реологические характеристики полуфабриката можно при помощи математической модели, описывающей релаксацию.

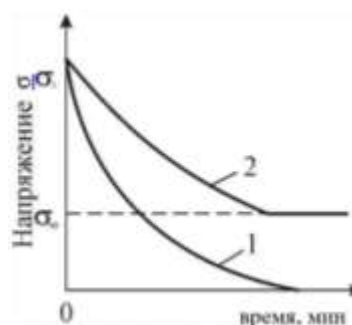


Рисунок 1 – Усилия напряжения на инвентаре в процессе релаксации

Figure 1 - Stress forces on the inventory during relaxation

Механические напряжения, возникающие при нагрузке (рисунок 1), можно разде-

лить на три части. Первая и вторая части расслабляются, а третья остается без изменений. Пластичность и остаточная прочность продукта характеризуются в первой и второй части (расслабляющей).

Классификация структурно-механических свойств полуфабриката возникает при контроле их реологических свойств.

Определение влагосвязывающей способности и влаги

Для измерения влагосвязывающей способности и влаги в сырье использовали влагомер МХ-50.

Для построения графиков в реальном времени измерений имеется лицензионная программа, предназначенная для компьютера, полученные результаты можно сохранить в программе EXCEL.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Адгезионная способность мясных продуктов является одной из главных проблем, так как от данного процесса зависят потери сырья. Наибольшее внимание адгезии уделяется во время формирования полуфабрикатов. Рабочие поверхности покрываются полимерными материалами, что способствует снижению сопротивления между оборудованием и сырьем [1].

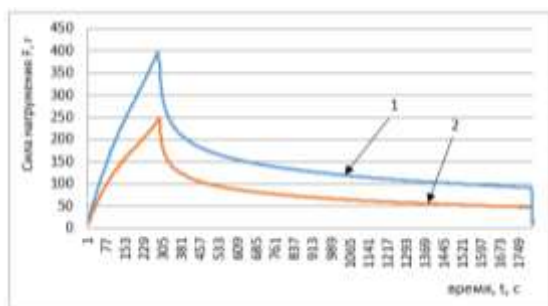


Рисунок 2 – Адгезия полуфабрикатов из свинины (1) и аналогов мяса (2)

Figure 2 - Adhesion of pork semi-finished products (1) and meat analogues (2)

Для проверки метода против адгезии на рабочую поверхность был нанесен фторопласт, путем окунания в эмульсию, в результате на структуромере СТ-2 наблюдается меньшая прилипаемость растительного аналога к оборудованию, по сравнению с полуфабрикатом из мяса свинины (рисунок 2). Таким образом, адгезионная способность у полуфабрикатов на растительной основе значительно ниже, чем у полуфабриката из мяса свинины, что способствует меньшему прили-

панию продукта к внутренним органам пищевого оборудования, потери сырья, а также позволит снизить затраты мощности.

Восстановительную способность полуфабрикатов также определяли на структуромере СТ-2 (рисунок 3).

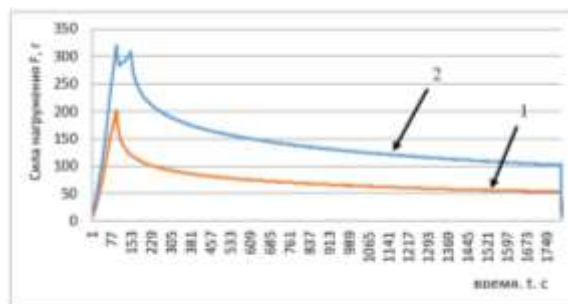
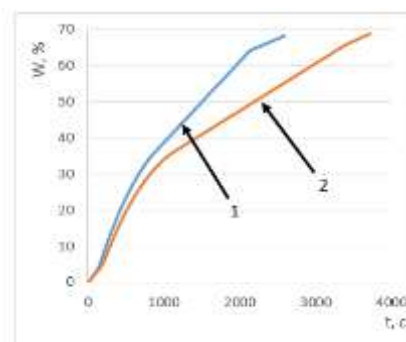
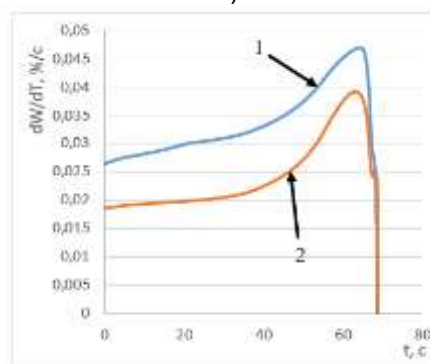


Рисунок 3 – Восстановительная способность образцов полуфабрикатов из свинины (1) и аналогов мяса (2)

Figure 3 - Reducing capacity of samples of semi-finished pork (1) and meat analogues (2)



а)



б)

Рисунок 4 (а) – Кривая сушки полуфабрикатов из свинины и аналогов мяса;

4 (б) – Кинетика сушки полуфабрикатов из свинины (1) и аналогов мяса (2)

Figure 4 (a) - Drying curve of semi-finished pork products and meat analogues; 4 (b) - Kinetics of drying semi-finished pork products (1) and meat analogues (2)

ИССЛЕДОВАНИЕ РЕОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК РУБЛЕННЫХ ПОЛУФАБРИКАТОВ ИЗ РАСТИТЕЛЬНОГО АНАЛОГА МЯСА В СРАВНЕНИИ С ТРАДИЦИОННЫМИ

Результаты эксперимента свидетельствуют о большей эластичности полуфабриката из растительного мяса, чем у полуфабриката из мяса свинины, что способствует образованию и сохранению структуры полуфабриката. Восстановительная способность аналога из растительного мяса значительно выше, что способствует сохранению и восстановлению структуры полуфабриката, а также более плотной структуры, чем у полуфабриката из мяса свинины (рисунок 3).

На следующем этапе определяли влажность образцов, по результатам исследований были построены 2 кривые: сушки и кинетической сушки (рисунок 4). В качестве исследования была проведена сушка с односторонним контактным теплоподводом натяжения 50–67 минут.

Из графиков видно, что связанная влага в полуфабрикате из растительного сырья удаляется более медленно и дольше, что будет способствовать оставаться готовому продукту быть более сочнее и текстурированнее. Аналогичные результаты показывают графики кинетики сушки.

ВЫВОД

Исследование реологических показателей качества полуфабрикатов из мяса свинины и аналогов растительного сырья свидетельствуют о том, что аналог из растительного сырья соответствует всем исследованным параметрам, которые способны конкурировать с традиционными полуфабрикатами из мяса свинины. Аналоги полуфабрикатов из растительного сырья позволят расширить ассортимент мясных полуфабрикатов и повысить конкуренцию традиционным полуфабрикатам из мяса.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Danowska-Oziewicz M. Влияние изолята соевого белка на физико-химические свойства, окисление липидов и органолептические качества нежирных котлет из свинины, хранящихся в вакууме, карте и замороженном состоянии // Пищевой консервант. 2014. № 38, С. 641–654.
2. Аламу Э.О., Бузи М.Д. Влияние включения текстурированного соевого белка (ч. л.) на органолептические характеристики и приемлемость местных блюд в Нигерии // Когент Фуд Агрик. 2019. № 5. С. 1671749. DOI: 10.1080/23311932.2019.1671749.
3. Альтернативы немясному белку в качестве мясных наполнителей и аналогов мяса / М.А. Асгар, А. Фазилах, Н. Худа, Р. Бхат, А.А. Карим // Compr Rev Food Sci Food Safe. 2010. № 9. С. 513–529. doi: 10.1111/j.1541-4337.2010.00124.x.
4. Анализатор влажности [Электронный ресурс] / Официальный сайт: Анализаторы // 2015. Режим доступа: <http://www.electronpribor.ru/catalog/974/mx-50.htm>.

5. Лавренова З.И., Денисюк Е.А., Залетова Т.В. Влияние пророщенной пшеницы на качество, пищевую ценность, безопасность и экономическую эффективность рубленых полуфабрикатов // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. 2017. № 2. С. 68–74.

6. Гликолиз и снижение pH преждевременно прекращаются в окислительных мышцах, несмотря на наличие избытка гликогена / С.С. Чаухан [и др.] // Мясо Мышцы Биол. 2019. № 3, С. 254–264.

7. Датчики цвета в "интеллектуальной упаковке" пищевых продуктов / Р.В. Крюк, М.Г. Курбанова, А.Ю. Колбина [и др.] // Техника и технология пищевых производств. 2022. Т. 52. № 2. С. 321–333.

8. Качественные характеристики мяса кроликов при включении в рацион экстракта эхинацеи пурпурной (*Echinacea purpurea* L.) / Р.А. Ворошилин [и др.] // Техника и технология пищевых производств. 2020. Т. 50. № 2. С. 185–193. DOI 10.21603/2074-9414-2020-2-185-193. EDN MRCDUB.

9. Курбанова М.Г., Ворошилин Р.А., Арустамян В.С. Мясные деликатесы Испании – особенности и технологии // Все о мясе. 2021. № 1. С. 12–15. DOI 10.21323/2071-2499-2021-1-12-15. EDN MBSSWE.

10. Тутельян В.А., Никитюк Д.Б., Хотимченко С.А. Нормативная база оценки качества и безопасности пищи // Russian Journal of Rehabilitation Medicine. 2017. № 2. С. 74–120.

11. Разработка аналога мяса на основе грибного и пшеничного глютена с использованием методологии поверхности отклика / Р. Ахирвар [и др.] // Int J Adv Res. 2015. № 3. С. 923–930.

12. Реология пищевых масс / К.П. Гуськов [и др.]. Москва: Пищ. промышленность. 1970. 270 с.

13. Здобнов А.И., Цыганенко В.А. Сборник рецептур блюд и кулинарных изделий: для предприятий общественного питания. Киев: ООО "Издательство Арий"; Москва: "Лада" 2009. 680 с.

14. Скурихин И.М., Тутельян В.А. Таблицы химического состава и калорийности российских продуктов питания: [справочник]. М.: ДеЛиПринт, 2007. 275 с.

15. Липатов Н.Н., Юдина С.Б. Формализованный критерий аминокислотной сбалансированности белков геродиетических продуктов. Научные и практические аспекты совершенствования качества продуктов детского и геродиетического питания: сб. трудов 1-й междунар. конф. М.: Пищепромиздат, 1997. С. 140–141.

16. Частичная и полная замена мяса растительными белками в куриных колбасах: оценка механических, физико-химических и сенсорных характеристик / М.Х. Камани [и др.] // J. Food Sci Technol. 2019. № 56. С. 2660–2669.

Информация об авторах

Р. В. Крюк – к.т.н., старший преподаватель кафедры технологии продуктов питания животного происхождения, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кемеровский государственный университет» (КемГУ).

М. Г. Курбанова – д-р техн. наук, доцент, заведующая кафедрой технологии продуктов

питания животного происхождения, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кемеровский государственный университет» (КемГУ).

М. Мухим-заде – аспирант кафедры технологии продуктов питания животного происхождения, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кемеровский государственный университет» (КемГУ); инженер по автоматизации и механизации производственных процессов ИП «Волков».

В. А. Крюк – магистр кафедры бионанотехнологии, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кемеровский государственный университет» (КемГУ).

А. С. Козлякина – студентка кафедры технологии продуктов питания животного происхождения, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кемеровский государственный университет» (КемГУ).

REFERENCES

1. Danowska-Oziewicz, M. (2014). The effect of soy protein isolate on the physicochemical properties, lipid oxidation, and organoleptic qualities of lean pork chops stored under vacuum, mapped, and frozen. *J Food preservative*. (38). 641-654.
2. Alamu, E.O. & Busi, M.D. (2019). Effect of textured soy protein (tsp) inclusion on organoleptic characteristics and acceptability of local dishes in Nigeria. *Cogent Food Agric*. (5). 1671749. DOI: 10.1080/23311932.2019.1671749.
3. Asgar, M.A., Fazilah, A., Khuda, N., Bhat, R. & Karim, A.A. (2010). Nonmeat Protein Alternatives as Meat Extenders and Meat Analogs. *Compr Rev Food Sci Food Safe*. (9). 513-529. doi: 10.1111/j.1541-4337.2010.00124.x.
4. Moisture analyzer. Analyzers (2015). Retrieved from <http://www.electronpribor.ru/catalog/974/mx-50.htm>. (In Russ.).
5. Lavrenova, Z.I., Denisyuk, E.A. & Zaletova, T.V. (2017). Effect of sprouted wheat on the quality, nutritional value, safety and economic efficiency of chopped semi-finished products. *Bulletin of the Michurinsk State Agrarian University*. (2). 68-74. (In Russ.).
6. Chauhan, S.S., Lemaster, M.N., Clark, D.L., Foster, M.K. & Miller, K.E. (2019). Glycolysis and decrease in pH prematurely stop in oxidative muscles, despite the presence of excess glycogen. *Meat Muscle Biol*. (3). 254-264.
7. Kryuk, R.V., Kurbanova, M.G., Kolbina, A.Yu. [et al.] (2022). Color sensors in "intelligent packaging" of foodstuffs. 52(2). 321-333. (In Russ.).
8. Voroshilin, R.A., Kurbanova, M.G., Rasolov, S.N. & Ulrikh, E.V. (2020). Qualitative characteristics of rabbit meat when Echinacea purpurea L. extract is included in the diet. Technique and technology of food

production. 50 (2). 185-193. (In Russ.). DOI 10.21603/2074-9414-2020-2-185-193. EDN MRCDUB.

9. Kurbanova, M.G., Voroshilin R.A. & Arustamyan V.S. (2021). Meat delicacies of Spain - features and technologies. *All about meat*. (1). 12-15. (In Russ.). DOI 10.21323/2071-2499-2021-1-12-15. EDN MBSSWE.

10. Tutelyan, V.A., Nikityuk, D.B. & Khotimchenko, S.A. (2017). Regulatory framework for assessing the quality and safety of food. *Russian Journal of Rehabilitation Medicine*. (2), 74-120. (In Russ.).

11. Ahirvar, R., Jayatilakan, K., Reddy, K.J., Pandey, M.S. & Batra, H.V. (2015). Development of a meat analogue based on mushroom and wheat gluten using the response surface methodology. *Int J Adv Res*. (3), 923-930.

12. Guskov, K.P., Machikhin, Yu.A., Machikhin, S.A. & Lunin, L.N. (1970). Rheology of food masses. M. : Pishch. Industry. (In Russ.).

13. Zdobnov, A.I. & Tsyganenko, V.A. (2013). Collection of recipes for dishes and culinary products: for public catering establishments. Kyiv : Ariy. Moscow : Lada. (In Russ.).

14. Skurikhin, I.M. & Tutelyan, V.A. (2007). Tables of chemical composition and calorie content of Russian food products: [reference book]. M. : DeLi print. (In Russ.).

15. Lipatov, N.H., Yudina, S.B. (1997). Formalized criterion of amino acid balance of proteins of gero-diet products. Scientific and practical aspects of improving the quality of children's and gerodiet food products: Sat. Proceedings of the 1st Intern. conf. Moscow : Pishchepromizdat, 140-141. (In Russ.).

16. Kamani, M.Kh., Mira, M.S., Bhaskar, N. & Modi, V.K. (2019). Partial and complete replacement of meat with vegetable proteins in chicken sausages: assessment of mechanical, physicochemical and sensory characteristics. *J. Food Sci Technol*. (56). 2660-2669.

Information about the authors

R.V. Kryuk - Ph.D., Senior Lecturer of the Department of Food Technology of Animal Origin, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Kemerovo State University" (KemGU).

M.G. Kurbanova - Dr. tech. in Science, Associate Professor, Head of the Department of Food Technology of Animal Origin, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Kemerovo State University" (KemSU).

M. Mukhim-zade - postgraduate student of the Department of Food Technology of Animal Origin, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Kemerovo State University" (KemSU); engineer for automation and mechanization of production processes, IP "Volkov".

V.A. Kryuk - Master of the Department of Biotechnology, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Kemerovo State University" (KemSU).

A.S. Kozlyakina - is a student of the Department of Food Technology of Animal Origin, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Kemerovo State University" (KemSU).

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

The authors declare that there is no conflict of interest.

Статья поступила в редакцию 23.12.2022; одобрена после рецензирования 13.03.2023; принята к публикации 21.03.2023.

The article was received by the editorial board on 23 Dec 2022; approved after editing on 13 Mar 2023; accepted for publication on 21 Mar 2023.