



Научная статья

05.18.01 – Технология обработки, хранения и переработки злаковых, бобовых культур, крупяных продуктов, плодоовощной продукции и виноградарства (технические науки)
УДК 664.94

doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2022.04.003

 EDN: PLHEFU

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ УЛЬТРАЗВУКА ДЛЯ ДИСПЕРГИРОВАНИЯ И СТАБИЛИЗАЦИИ ВОДНО-ДИСПЕРСНОЙ СТРУКТУРЫ МЯСОРАСТИТЕЛЬНЫХ ПАШТЕТОВ С ПОВЫШЕННОЙ УТИЛИТАРНОСТЬЮ БЕЛКОВ

Наталья Сергеевна Агальцева¹, Елена Юрьевна Егорова²,
Светлана Сергеевна Кузьмина³, Сергей Николаевич Цыганок⁴

^{1, 2, 3} Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова, Барнаул, Россия

⁴ Бийский технологический институт (филиал) Алтайского государственного технического университета им. И.И. Ползунова, Бийск, Россия

¹ natashazelencova98@mail.ru

² egorovaeyu@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4990-943X>

³ svetlana.politeh@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0302-867X>

⁴ grey@bti.secna.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7832-3510>

Аннотация. Технологии производства паштетов позволяют комбинировать разнообразное по пищевой ценности сырье, вносить дефицитные физиологически функциональные ингредиенты. При этом паштеты обладают текстурными характеристиками, приемлемыми для любой возрастной категории потребителей, что делает эти продукты перспективными для модификации. К наиболее важным технологическим задачам при производстве паштетов относятся обеспечение характерной текстуры и гарантий её стабильности в процессе хранения. Ультразвуковое кавитационное воздействие считается эффективным в загущении и стабилизации пищевых систем, повышении их кинематической вязкости и плотности, что обусловило выбор метода гомогенизации в представленной работе. При разработке новых мясорастительных паштетов в качестве растительного компонента использована мука из полуобезжиренного амарантового, тыквенного и кунжутного жмыхов, из животного сырья – механически измельченная вареная куриная грудка и сухое цельное молоко. Для создания кавитации применяли аппарат серии «Волна», УЗТА-0,4/22-ОМ. Рабочие параметры эксперимента: гидромодуль 1:5, температура 70 °С, разовый обрабатываемый объем 250 мл; продолжительность воздействия 30 с и интенсивность ультразвукового воздействия 16 Вт/см². Установлено, что комбинирование растительного и животного сырья в соответствии с разработанной авторами рецептурой и применение рекомендуемых режимов ультразвукового воздействия обеспечивают необходимые структурно-механические свойства продукта. Комплексный анализ пищевой ценности новых мясорастительных паштетов свидетельствует об их более высокой сбалансированности по основным пищевым компонентам и улучшении значений показателей, характеризующих усвояемость белка, по сравнению с реализуемыми мясорастительными паштетами.

Ключевые слова: паштеты, технология, ультразвук, кавитация, амарантовая мука, тыквенная мука, кунжутная мука, пищевая ценность, реология паштетов, утилитарность белка.

Благодарности: Работа выполнена при поддержке гранта Минобрнауки России на создание и развитие инжинирингового центра в рамках реализации федерального проекта «Развитие инфраструктуры для научных исследований и подготовки кадров» национального проекта «Наука и университеты».

Для цитирования: Использование ультразвука для диспергирования и стабилизации водно-дисперсной структуры мясорастительных паштетов с повышенной утилитарностью белков / Н. С. Агальцева [и др.] // Ползуновский вестник. 2022. № 4. т. 1 С. 24–32. doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2022.04.003. EDN: <https://elibrary.ru/PLHEFU>.

USING ULTRASOUND FOR DISPERSION AND STABILIZATION OF THE WATER-DISPERSED STRUCTURE OF THE MEAT- VEGETABLE PATES WITH INCREASED UTILITY OF PROTEINS

Natalia S. Agaltseva ¹, Elena Yu. Egorova ²,
Svetlana S. Kuzmina ³, Sergey N. Tsyganok ⁴

^{1, 2, 3} Polzunov Altai State Technical University, Barnaul, Russia

⁴ Biysk Institute of Technology (branch) of the Polzunov Altai State Technical University, Biysk, Russia

¹ natashazelencova98@mail.ru

² egorovaeyu@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4990-943X>

³ svetlana.politeh@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0302-867X>

⁴ grey@bti.secna.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7832-3510>

Abstract. Pate production technologies allow combining raw materials of various nutritional value, introducing physiologically deficient functional ingredients, while having textural characteristics suitable for any age category of consumers, which makes these products promising for modification. The most important technological tasks in the production of pates include providing a characteristic texture and guarantees of its stability during storage. Ultrasonic cavitation is considered effective in thickening and stabilizing food systems, increasing their kinematic viscosity and density, which led to the choice of the homogenization method in the presented work. When developing new meat and vegetable pates, flour from semi-skimmed amaranth, pumpkin and sesame cake was used as a vegetable component, mechanically crushed boiled chicken breast and whole milk powder were used from animal raw materials. To create cavitation, a device of the "Wave" series, UZTA-0,4/22-OM. Operating parameters of the experiment: hydromodule 1:5, temperature 70 °C, single treated volume 250ml; duration of exposure 30 s and intensity of ultrasonic exposure 16 W/cm². It is established that the combination of plant and animal raw materials in accordance with the formulation developed by the authors and the use of recommended modes of ultrasonic exposure provide the necessary structural and mechanical properties of the product. A comprehensive analysis of the nutritional value of new meat and vegetable pates indicates their higher balance in terms of the main food components and an improvement in the values of indicators characterizing protein digestibility, compared with the meat and vegetable pates sold.

Acknowledgements: The research was carried out with the support of a grant from the Ministry of Education and Science of the Russian Federation for the creation and development of an engineering center within the framework of the federal project "Development of infrastructure for Research and Training" of the national project "Science and Universities".

Keywords: pates, technology, ultrasound, cavitation, amaranth flour, pumpkin flour, sesame flour, nutritional value, rheology of pates, protein utility.

For citation: Agaltseva, N. S., Egorova, E. Yu., Kuzmina, S. S. & Tsyganok, S. N. (2022). Using ultrasound for dispersion and stabilization of the water-dispersed structure of the meat-vegetable pates with increased utility of proteins. *Polzunovskiy vestnik*, 4 (1), 24-32. (In Russ.). doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2022.04.003. EDN: <https://elibrary.ru/PLHEFU>.

ВВЕДЕНИЕ

В последние десятилетия все более остро проявляется дефицит целого ряда макро- и микронутриентов в питании, в связи с чем все актуальнее повышение пищевой ценности различных товарных групп продуктов для разных категорий потребителей.

Одним из наиболее дефицитных нутриентов, недостаток которого в ежедневном рационе отображается на росте и развитии человека практически сразу, является полноценный белок. Примером продуктов, для которых целесообразно и перспективно увеличение доли белкового компонента, являются вегетарианские и мясорастительные паштеты. Эти продукты позволяют комбинировать

самое разнообразное по пищевой ценности сырье, вносить дефицитные физиологически функциональные ингредиенты, при этом обладают текстурными характеристиками, приемлемыми для любой возрастной категории потребителей [1, 2].

Паштеты относятся к продуктам со специфической структурой и структурно-механическими свойствами, обеспеченными тонким измельчением используемого сырья и подбором дополнительных компонентов [3]. Для поддержания связной и пластичной текстуры паштетов в их рецептуру традиционно вводятся темперированная пшеничная мука, крахмал, иногда с этой целью добавляются камеди и другие водоудерживающие и стабилизирующие пищевые добавки [2, 3].

Привлечение новых видов растительного сырья в производство мясорастительных консервов позволяет сбалансировать состав их белков, благодаря чему повысить их усвояемость и получить продукт, соответствующий современным рекомендациям в области физиологических норм питания. Наиболее частым растительным компонентом паштетов являются продукты переработки семян бобовых культур [3]. Включение в состав паштетов масличных и эфирномасличных семян и муки из них также известно [4, 5], однако внесение некоторых из них в физиологически значимой дозировке исключено по причине их негативного влияния на вкусо-ароматические качества готового продукта. Основной идеей подобного изменения рецептур является повышение пищевой ценности паштетов за счет введения с растительным сырьем дополнительного белка и/или пищевых волокон и адаптация состава паштетов к рациону потребителей, нуждающихся в профилактическом, геродиетическом либо ином специализированном питании [1, 2].

Наиболее важными характеристиками в оценке пищевой ценности белоксодержащего сырья являются фракционный и аминокислотный состав белка, поэтому обоснование выбора растительного сырья для паштетов должно основываться на их анализе и использовании.

Семена амаранта содержат 17–25 % белка, 5–8 % жиров, сквален и легко усвояемые пищевые волокна. Благодаря повышенному содержанию незаменимых аминокислот, прежде всего лизина и метионина, белок *муки из семян амаранта* превосходит белок многих зерновых и бобовых культур [6–8] и на 65–80 % состоит из легкорастворимых фракций – альбуминов и глобулинов (таблица 1). Аминокислотами, лимитирующими

биологическую ценность белков семян амаранта, являются лейцин и изолейцин [8].

В *тыквенной муке* содержание легкоусвояемых белков составляет около 70 %, и их усвояемость лимитируется серосодержащими аминокислотами и триптофаном [9]. Основными запасными белками *муки из семян кунжута* являются альбумины и глобулины – более 80 % (таблица 1), сумма незаменимых аминокислот составляет 43–44 % [10, 11]. Белки кунжута богаты метионином и триптофаном, лимитирует усвояемость белков лизин.

По суммарному содержанию незаменимых аминокислот в 100 г белка масличная мука сопоставима с сырьем животного происхождения, но при этом содержание белка в составе масличной муки значительно выше. Разные лимитирующие аминокислоты, отличные от лимитирующих аминокислот животного сырья (таблица 2), позволяют обеспечить повышение усвояемости суммарного белка новых мясорастительных продуктов. Особенности фракционного состава белков всех трех видов масличной муки определяют их эффективность в связывании и удерживании воды и жира [9–11], что важно для обеспечения характерной структуры паштетов. Кроме отмеченных особенностей фракционного и аминокислотного состава белков, мука из масличных семян характеризуется более богатым витаминно-минеральным составом, наличием пищевых волокон и специфических антиоксидантов [7–11].

При моделировании продуктов сложно-рецептурного состава повышение биологической ценности белкового компонента только за счет комбинирования растительного сырья является нереализуемой задачей. Для таких продуктов рекомендации по использованию белоксодержащего сырья и растительного, и животного происхождения являются обоснованными и неоспоримыми.

В отварной куриной грудке содержится от 21 до 24 % легкоусвояемого белка, лимитированного по серосодержащим аминокислотами триптофану (что делает нецелесообразным включение в куриный паштет тыквенной муки без дополнительных белоксодержащих компонентов). Кроме хорошо усвояемого белка, пищевая ценность белого куриного мяса обусловлена наличием холина и витаминов группы В, особенно важными в числе которых считаются В₉ и В₁₂ [12].

Ранее было показано, что применение ультразвукового кавитационного воздействия обеспечивает эффективное эмульгирование, загущение и стабилизацию пищевых колло-

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ УЛЬТРАЗВУКА ДЛЯ ДИСПЕРГИРОВАНИЯ И СТАБИЛИЗАЦИИ
ВОДНО-ДИСПЕРСНОЙ СТРУКТУРЫ МЯСОРАСТИТЕЛЬНЫХ ПАШТЕТОВ
С ПОВЫШЕННОЙ УТИЛИТАРНОСТЬЮ БЕЛКОВ**

идных систем [13]. В связи со всем вышесказанным, целью представленной работы являлось использование ультразвука для диспергирования и стабилизации водно-

дисперсной структуры мясорастительных паштетов с повышенной утилитарностью белков.

Таблица 1 – Фракционный состав белков используемого растительного и животного сырья

Table 1 - Fractional composition of proteins of used vegetable and animal raw materials

Вид сырья	Содержание фракции белков, % от суммы белков			
	альбумины	глобулины	глутелины	проламины
Тыквенная мука [9]	25,2...27,2	42,8...48,3	19,3...21,8	следы
Кунжутная мука [10, 11]	19,8...22,3	41,8...58,3	19,3...30,8	следы...7,7
Амарантовая мука [6]	50,5...57,0	17,0...25,9	9,1...15,4	3,6...7,5
Куриная грудка [12]	27	47	24	–
Сухое молоко [14]	12,1	около 6		81,9

Таблица 2 – Содержание незаменимых аминокислот в исходном сырье, г/100 г белка

Table 2 - The content of essential amino acids in the feedstock, g / 100 g of protein

Название аминокислоты	Содержание аминокислоты, г/100 г белка					
	Идеальный белок	Сырье				
		амарантовая мука [8]	тыквенная мука [9]	кунжутная мука [15]	белое куриное мясо [16]	сухое молоко [14]
Лизин	5,5	9,80	5,93	4,01*	10,05	5
Фенилаланин + тиразин	6	8,81	10,19	8,16	7,73	10
Лейцин + изолейцин	11	10,45*	11,51	13,14	13,43	14
Метионин + цистин	3,5	4,04	2,67*	5,92	3,57*	3*
Валин	5	5,64	4,86	5,49	5,34	5
Треонин	4	5,09	7,45	5,36	4,51	4
Триптофан	1	2,87	0,79	1,85	1,21	1

Примечание: *аминокислота, лимитирующая усвояемость белка.

Материалы и методы

В качестве растительного компонента мясорастительных паштетов использованы три вида масличных жмыхов, полученных в условиях промышленного производства пищевых растительных масел холодного отжима из соответствующих видов маслосодержащих семян: жмых из семян кунжута (торговое наименование «Кунжутная мука»), жмых из семян тыквы («Тыквенная мука») и жмых из семян амаранта («Амарантовая мука») по СТО 33974444-011-2019 (ООО «Специалист», г. Бийск).

Получение мясорастительных паштетов реализовали в 2 этапа:

I – приготовление суспендированных растительных основ паштетов с использованием ультразвукового кавитационного воздействия;

II – составление рецептурной смеси и её гомогенизация механическим способом.

В качестве метода обработки растительного сырья с целью его гидратации и стабилизации в водной суспензии применён прием ультразвукового кавитационного воздействия. Для получения пастообразных основ использовали прибор серии «Волна» (модель УЗТА-0,4/22–ОМ, Лаборатория акустических процессов и аппаратов АлтГТУ), полуобезжиренную амарантовую, тыквенную и кунжутную муку и деминерализованную воду питьевого качества.

Рабочие параметры получения суспендированных паст – основ мясорастительных паштетов из масличных жмыхов:

- гидромодуль – 1:5;
- разовый обрабатываемый объем 250 мл;
- температура водной фазы – 70 °С;
- продолжительность ультразвукового воздействия – 30 с., при интенсивности воздействия 16 Вт/см².

В процессе ультразвукового воздействия для исключения локального высокоинтенсив-

ного нагрева обрабатываемой среды периодически происходило ее перемешивание.

Оценку качества разработанных паштетов вели на соответствие требованиям ГОСТ Р 55334-2012 «Паштеты мясные и мясосодержащие. Технические условия». Текстуру паштетов исследовали при 25 ± 1 °С на приборе «Структурометр СТ-2» (ООО «Лаборатория качества», г. Москва) с индентором «Валента». В качестве объекта сравнения использован мясорастительный паштет «Фирменный Атяшево» (МПК «Атяшевский»).

Анализ пищевой ценности и сбалансированности состава белков паштетов осуществляли с учетом общепринятых рекомендаций [17].

Результаты и их обсуждение

При разработке современных технологий производства пищевых продуктов производители ориентируются на формирование приемлемых органолептических показателей, содержание разных групп пищевых веществ, стабильность суспензии при хранении. Ведущей причиной нестабильности пищевых систем является отслоение жидкой фазы воды или бульона, поэтому для получения стабильной коллоидной системы в каждом конкретном случае важен обоснованный выбор технологических параметров получения и сохранения продукта.

Согласно результатам исследования, ультразвуковое кавитационное воздействие способствует улучшению качества модельных сред в сравнении с простым смешиванием. После обработки ультразвуком интенсифицируется процесс набухания частиц мас-

личных жмыхов, благодаря чему суспензии даже визуально становятся более вязкими (рисунок 1). При введении в рецептуру масличной муки у исследуемых образцов, соответственно, проявился запах семян тыквы, амаранта и кунжута. Очевидно, что применение ультразвука придает полученной системе необходимую дополнительную устойчивость и стабильность.

Вареную куриную грудку измельчали и смешивали с суспендированной растительной основой. Для дополнительного повышения пищевой ценности паштетов в рецептурную смесь вводили сухое молоко.

После охлаждения экспериментальные образцы имеют однотипную консистенцию, довольно густую и плотную структуру (рисунок 2). Цвет паштета из кунжутной муки – светло-кремовый с сероватым оттенком, из амарантовой муки – от светло-коричневого до серовато-коричневого, из тыквенной муки – характерный оливково-зеленый. Запах и вкус паштетов – умеренно выраженные, приятные, соответствующие комбинируемому растительному и животному сырью.

С учетом экспериментальных данных разработаны рецептуры паштетов на основе амарантовой, тыквенной и кунжутной муки (таблица 3). Соотношение в рецептурах мясного сырья и суспендированной растительной основы установлено опытным путем с учетом структурно-механических свойств и органолептических характеристик полученного продукта. Анис использован для придания паштетам характерного пряного аромата.



Рисунок 1 – Образцы суспендированных основ из кунжутной, амарантовой и тыквенной муки после обработки в ультразвуковом поле. Параметры эксперимента: 70 °С, гидромодуль 1:5

Figure 1 - Samples of suspended bases from sesame, amaranth and pumpkin flour after processing in an ultrasonic field.

Experimental parameters: 70 °С, hydromodule 1:5



Рисунок 2 – Образцы паштетов на основе кунжутной, амарантовой и тыквенной муки

Figure 2 - Samples of pates based on sesame, amaranth and pumpkin flour

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ УЛЬТРАЗВУКА ДЛЯ ДИСПЕРГИРОВАНИЯ И СТАБИЛИЗАЦИИ
ВОДНО-ДИСПЕРСНОЙ СТРУКТУРЫ МЯСОРАСТИТЕЛЬНЫХ ПАШТЕТОВ
С ПОВЫШЕННОЙ УТИЛИТАРНОСТЬЮ БЕЛКОВ

Таблица 3 – Рецептуры паштетов

Table 3 - Recipes of pates

Наименование сырья	Расход сырья, кг/100 кг паштета с мукой		
	амарантовой	тыквенной	кунжутной
Мясо курицы (отварная куриная грудка)	12,70	13,20	12,20
Паста из муки масличных семян: - вода	57,60	60,10	55,10
- полуобезжиренная масличная мука амарантовая / тыквенная / кунжутная	14,40	15,05	13,85
Сухое цельное молоко	12,70	8,85	16,25
Камедь ксантановая	0,80	0,90	0,80
Соль пищевая	1,00	1,00	1,00
Анис молотый	0,80	0,90	0,80

Таблица 4 – Показатели сбалансированности белка в сырье и паштетах

Table 4 - Indicators of protein balance in raw materials and pates

Наименование показателя	Сырье					Паштет с мукой		
	Мясо курицы [16]	Сухое цельное молоко	Масличная мука			амарантовой	тыквенной	кунжутной
			амарантовая	тыквенная	кунжутная			
Содержание белка, г/100 г	22,2	26,0	41,4	34,5	34,9	12,1	11,8	13,0
Суммарное содержание НАК, г/100 г белка	45,84	42,00	46,70	43,40	43,93	45,09	43,56	43,70
Лимитирующая аминокислота (ЛАК)	метионин+ цистин	метионин+ цистин	лейцин	метионин+ цистин	лизин	метионин+ цистин	метионин+ цистин	лизин
Скор ЛАК, %	102	86	86	76	72	104	84	101
Утилитарность белка, %	80,1	72,9	66,3	63,0	59,0	83,0	69,4	83,2
Сопоставимая избыточность белка, %	8,9	12,8	18,3	21,1	25,0	7,4	15,9	7,3
КРАС* белка, %	19,9	26,3	33,7	37,0	41,0	17,0	30,6	16,8
БЦ**, %	80,1	73,7	66,3	63,0	59,0	83,0	69,4	83,2

Примечания: *КРАС – коэффициент разбалансированности аминокислотного состава,

**БЦ – биологическая ценность белка.

Комплексный анализ пищевой ценности новых мясорастительных паштетов по основным пищевым компонентам свидетельствует об их более высокой сбалансированности и улучшении значений показателей, характеризующих усвояемость белка, по сравнению с реализуемыми мясорастительными паштетами. В частности, для паштетов на основе амарантовой и кунжутной муки достигнутая утилитарность (сбалансированность) суммарного белка выше, чем утилитарность белка каждого из исходных компонентов, включая входящее в рецептуру сырье животного происхождения (таблица 4).

Несмотря на то, что кунжутная мука изначально характеризуется самой низкой утилитарностью и самыми высокими значениями, сопоставимой избыточности и разбалансированности белка, полученный на её основе мясорастительный паштет обладает наиболее высокой биологической ценностью и усвояемостью белка. Паштет на основе амарантовой муки по показателям, характеризующим пищевую ценность белков, приближается к пашкету на основе кунжутной муки. Для паштета на основе тыквенной муки обеспечить искомый баланс сочетанием с куриным мясом и сухим молоком не удалось,

но есть вероятность, что повышение биологической ценности такого мясорастительного продукта может быть достигнуто комбинированием с белками других видов мяса или субпродуктов.

Ведущая роль в образовании вязкой структуры паштетов принадлежит белковым веществам и крахмалу муки, набухающим в присутствии воды. Однако в разных видах масляной муки эти компоненты обладают разной водопоглощательной способностью, обусловленной морфологическими особенностями ботанического вида сырья и способом его технологической обработки.

Все три вида мясорастительных паштетов, благодаря эффективно обработанному посредством ультразвукового кавитационного воздействия растительному сырью, имели нежную мажущую консистенцию, что предполагает хорошую текучесть этих продуктов.

Анализ графиков релаксации усилий, построенных по результатам анализа трех

разработанных паштетов на Структурометре СТ-2 (рис. 3), показывает, что по основной характеристике, позволяющей количественно сравнить консистенцию паштетов, – пределу прочности – наиболее приближен к реализуемому аналогу ($F_{пр} = 45,7$ г) паштет на основе муки из семян кунжута ($F_{пр} = 48,3$ г).

Более пластичным получился паштет на основе муки из семян амаранта ($F_{пр} = 28$ г), и наименее прочный – паштет на основе муки из семян тыквы ($F_{пр} = 16,9$ г), что, вероятно, можно объяснить влиянием меньшей силы когезионного сцепления, формируемого с участием частиц масляной муки в данных паштетах. Таким образом, использование тыквенной муки в составе мясорастительных паштетов не только не обеспечивает реализацию идеи комбинирования белка, но и формирует самые жидкие пищевые системы, мало пригодные для производства паштетов.

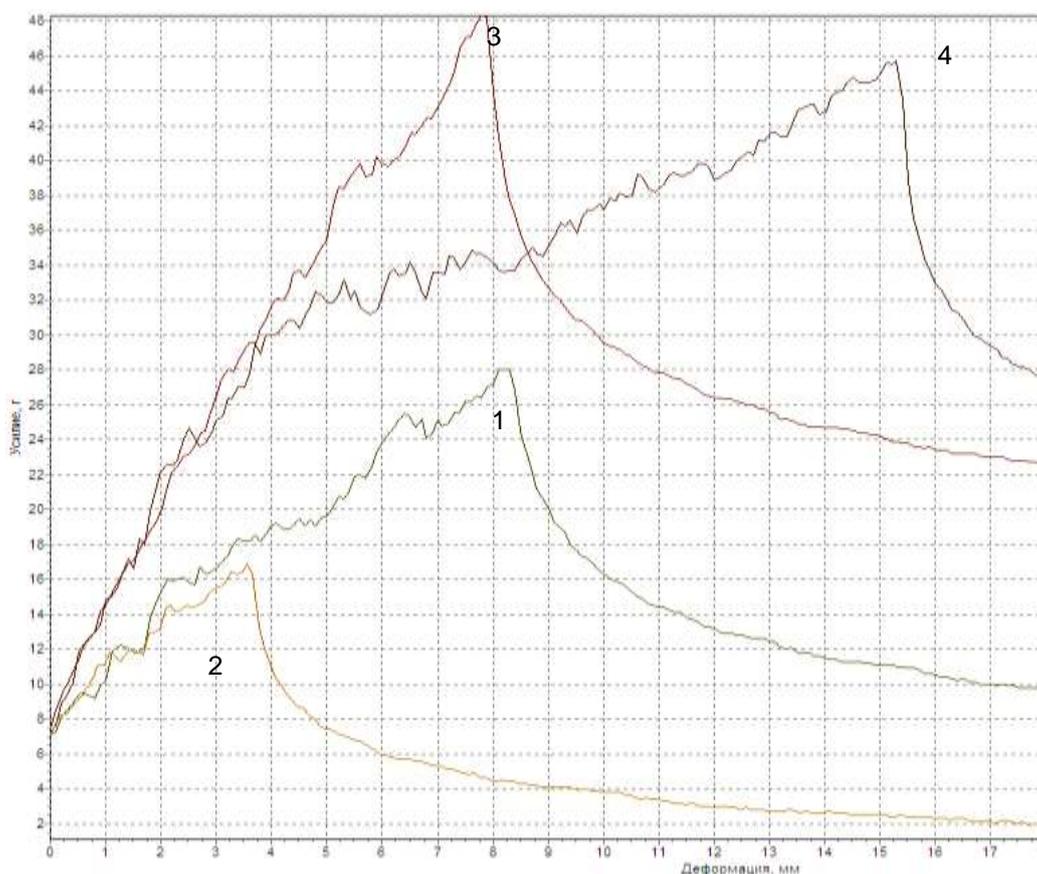


Рисунок 3 – Графики релаксации усилия, построенные по данным анализа паштетов:
 1 – амарантовый паштет; 2 – тыквенный паштет; 3 – кунжутный паштет;
 4 – паштет «Фирменный Атышево»

Figure 3 - The graph of relaxation of effort, built according to the analysis of pate
 1 - amaranth pate, 2 - pumpkin pate, 3 - sesame pate, 4 - pate «Branded Atyashevo»

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ УЛЬТРАЗВУКА ДЛЯ ДИСПЕРГИРОВАНИЯ И СТАБИЛИЗАЦИИ ВОДНО-ДИСПЕРСНОЙ СТРУКТУРЫ МЯСОРАСТИТЕЛЬНЫХ ПАШТЕТОВ С ПОВЫШЕННОЙ УТИЛИТАРНОСТЬЮ БЕЛКОВ

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Исследование состава и свойств муки из семян масличных культур позволяют рассматривать некоторые виды такой муки в качестве биологически ценного сырья, на основе которого возможно производство сложно-рецептурных продуктов питания с повышенной пищевой ценностью. При использовании муки из семян кунжута и амаранта сочетание с сырьем животного происхождения обеспечивает повышение сбалансированности и усвояемости суммарного белка, а эффекты ультразвуковой кавитации дают возможность создания пластичного гомогенизированного продукта, подходящего не только для массового питания, но и для разработки новых продуктов профилактического, геродиетического и иного специализированного питания.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Момчилова, М.М., Йорданов, Д.Г., Градинарска, Д.И., Петрова, Т.В. Влияние тепловой обработки на физико-химические и органолептические показатели мясорастительного паштета с пониженным содержанием жира, обогащенного пребиотиками // *Здоровье человека, теория и методика физической культуры и спорта*. – 2019. – № 4–5. – С. 235–243.
2. Зинина, О.В., Гаврилова, К.С., Позднякова, М.А. Исследование мясорастительных паштетов, обогащенных нетрадиционными видами пищевых ингредиентов // *Вестник ЮУрГУ. Серия: Пищевые и биотехнологии*. – 2018. – Т. 6. – № 4. – С. 61–66, DOI:10.14529/food180408.
3. Самченко, О.Н., Пен, Л.А. Разработка рецептур мясорастительных паштетов с использованием семян бобовых культур // *Приоритетные научные направления: от теории к практике*. – 2015. – № 18. – С. 93–98.
4. Величко, Н.А., Шароглазова, Л.П. Оценка возможности применения семян льна в рецептурах паштетов из куриных субпродуктов // *Вестник КрасГАУ*. – 2020. – № 1. – С. 110–115.
5. Наумова, Н.Л., Лукин, А.А., Мигуля, И.Ю. О возможности использования жмыха семени черного тмина в приготовлении печеночного паштета // *Дальневосточный аграрный вестник*. – 2018. – №1 (45). – С. 67–75.
6. Чернов, А.И., Куликов, Ю.А., Гасимова, Г.А. Особенности белков амаранта (*Amaranthus L.*): экстракция, свойства, использование // *Нетрадиционные природные ресурсы, инновационные технологии и продукты: РАЕН*. – М., 2005. – Вып. 12. – С. 70–81.
7. Шмалько, Н.А., Чалова, И.А., Моисеенко, Н.А., Ромашко, Н.Л. Особенности микроструктуры и химического состава продуктов переработки зерна амаранта // *Техника и технология пищевых производств*. – 2011. – № 1. – С. 57–63.

8. Шмалько, Н.А., Дроздовская, Н.А., Чалова, И.А., Ромашко, Н.Л. Перспективы использования амарантовой белковой муки в хлебопечении // *Техника и технология пищевых производств*. – 2009. – № 1. – С. 3–7.

9. Васильева, А.Г., Круглова, И.А. Химический состав и потенциальная биологическая ценность семян тыквы различных сортов // *Известия вузов. Пищевая технология*. – 2007. – № 5–6. – С. 30–33.

10. Альван, А.М.А. Биохимическая характеристика запасных белков кунжута, используемых для обогащения пищевых продуктов : автореф. дисс. ... канд. техн. наук. – Краснодар, 2002. – 23 с.

11. Idowu, A.O., Alashi, A.M., Nwachuku, I.D. [et al]. Functional properties of sesame (*Sesamum indicum Linn*) seed protein fractions // *Food Production, Processing and Nutrition*. – 2021. – V. 3. – № 4. – <https://doi.org/10.1186/s43014-020-00047-5>.

12. Иванченкова, Т.А. Разработка технологии продукта из ферментированного мяса птицы, обезвоженного путем вакуумного испарения и сублимационной сушки в едином цикле : автореф. дисс. ... канд. техн. наук. – М., 2013. – 24 с.

13. Зеленцова, Н.С., Егорова, Е.Ю., Шакура, В.А. Стабилизация суспендированных пищевых систем на основе муки из масличных жмыхов в условиях ультразвуковой обработки // В сборнике : *Измерения, автоматизация и моделирование в промышленности и научных исследованиях*. – 2019. – С. 128–132.

14. Скурихин, И.М., Нечаев, А.П. Все о пище с точки зрения химика : справочное изд. – М. : Высшая школа, 1991. – 288 с.

15. Егорова, Е.Ю., Резниченко, И.Ю., Бочкарев, М.С., Дорн, Г.А. Разработка новых кондитерских изделий с использованием нетрадиционного сырья // *Техника и технология пищевых производств*. – 2014. – № 3. – С. 31–38.

16. Мифтахутдинова, Е.А. Прижизненное формирование качества мяса цыплят-бройлеров и разработка паштетных консервов с его использованием : дисс. ... канд. техн. наук. – Троицк, 2021. – 176 с.

17. Лисин, П.А., Молибога, Е.А. Канушина, Ю.А. Смирнова, Н.А. Оценка аминокислотного состава рецептурной смеси пищевых продуктов // *Аграрный вестник Урала*. – 2012. – № 3 (95). – С. 26–28.

Информация об авторах

Н. С. Агальцева – студент направления подготовки «Продукты питания из растительного сырья» кафедры технологии хранения и переработки зерна Алтайского государственного технического университета им. И.И. Ползунова.

Е. Ю. Егорова – доктор технических наук, доцент, заведующий кафедрой технологии хранения и переработки зерна Алтайского государственного технического университета им. И.И. Ползунова.

С. С. Кузьмина – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры «Технология хранения и переработки зерна» Алтайского

государственного технического университета им. И.И. Ползунова.

С. Н. Цыганок – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры «Методы и средства измерений и автоматизации» БТИ (филиала) ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова».

REFERENCES

1. Momchilova, M.M. [et al]. (2019). The effect of heat treatment on the physicochemical and organoleptic indicators of meat and vegetable pate with a low FAT content, enriched with prebiotics. *Health, Physical Culture and Sports*. 4-5. P. 235-243.
2. Zinina, O.V. [et al]. (2018). Research of meat-vegetable pate enriched with non-traditional food ingredients. *Bulletin of South Ural State University. Food and Biotechnology*. 6(4). P. 61-66, DOI:10.14529/food180408.
3. Samchenko, O.N. & Pen, L.A. (2015). Development of recipes for meat-growing pates with the use of legume seeds. *Priority scientific directions: from theory to practice*. 18. P. 93-98.
4. Velichko, N.A. & Sharoglavova, L.P. (2020). The evaluation of the possibility of using flax seeds in the recipes of pates from chicken by-products. *Bulletin of KrasGAU*. 1. P. 110-115.
5. Naumova, N.L. [et al]. (2018). Possibility of using black cumin seed-cake in the production of liver pate. *Far East Agrarian Bulletin*. 1 (45). P. 67-75.
6. Chernov A.I. [et al]. (2005). Features of amaranth (*Amaranthus L.*) proteins: extraction, properties, use. *Unconventional natural resources, innovative technologies and products: RAEN*. 12. 70-81.
7. Shmalko, N.A. [et al]. (2011). Microstructure features and chemical composition of amaranth grain processing food products. *Food Processing: Techniques and Technology*. 1. 57-63.
8. Shmalko, N.A. [et al]. (2009). Prospects of use an amaranth albuminous flour in bread making. *Food Processing: Techniques and Technology*. 1. 3-7.
9. Vasilyeva, A.G. & Kruglova, I.A. (2007). Chemical composition and potential biological value of pumpkin seeds of various varieties. *Food Technology*. 5-6. 30-33.
10. Alvan, A.M.A. (2002). Biochemical characteristics of sesame spare proteins used for food fortification: Autoref. diss. candidate of technical sciences. Krasnodar. (In Russ.).

11. Idowu, A.O. [et al]. (2021). Functional properties of sesame (*Sesamum indicum* Linn) seed protein fractions. *Food Production, Processing and Nutrition*. 3 (4). <https://doi.org/10.1186/s43014-020-00047-5>.

12. Ivanchenkova, T.A. (2013). Development of technology for a product made from fermented poultry meat dehydrated by vacuum evaporation and freeze drying in a single cycle : autoref. diss. candidate of technical sciences. Moscow. (In Russ.).

13. Zelentsova, N.S., Egorova, E.Yu. & Shakura, V.A. (2019). Stabilization of suspended food systems based on flour from oilseed cakes under ultrasonic treatment. In the collection: *Measurements, Automation and Modeling in Industry and Scientific Research*. 128-132. (In Russ.).

14. Skurikhin, I.M. & Nechaev, A.P. (1991). All about food from the point of view of a chemist: reference ed. Moscow: Higher School. (In Russ.).

15. Egorova, E.Yu. [et al]. (2014). Development of new confectionery using non-traditional raw materials. *Food Processing: Techniques and Technology*. 3. 31-38. (In Russ.).

16. Miftakhutdinova, E.A. (2021). Lifetime formation of the quality of broiler chicken meat and the development of canned pate with its use: diss. candidate of technical sciences. Troitsk. (In Russ.).

17. Lisin, P.A. [et al]. (2012). Estimation amino acid of structure retsepturnoj of the MIX food stuff. *Agrarian Bulletin of the Urals*. 3 (95). P. 26-28. (In Russ.).

Information about the authors

N. S. Agaltseva - student of the training course «Food products from vegetable raw materials» of the Department of Grain Storage and Processing Technology, Polzunov Altai State Technical University.

E. Yu. Egorova - Doctor of Technical Sciences, associate professor, Head of the Department of Grain Storage and Processing Technology, Polzunov Altai State Technical University.

S. S. Kuzmina - Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Grain Storage and Processing Technology, Polzunov Altai State Technical University.

S. N. Tsyganok - candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Department of Methods and Means of Measurement and Automation, Biysk Technological Institute of Polzunov Altai State Technical University.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
The authors declare that there is no conflict of interest.

Статья поступила в редакцию 10.08.2022; одобрена после рецензирования 24.09.2022; принята к публикации 03.10.2022.

The article was received by the editorial board on 10 Aug 2022; approved after editing on 24 Sep 2022; accepted for publication on 03 Oct 2022.