

Панировочные системы: II. Возможности безглютеновых альтернатив

Елена Н. Молчанова ¹	melena2004@ya.ru	 0000-0003-0708-1694
Марал Бердимуратова ¹	maral.berdimuratova@mail.ru	 0000-0002-4894-8621
Иван Д. Сечков ¹	sechkovi@gmail.com	 0009-0006-0161-3564

¹ Российский биотехнологический университет (РОСБИОТЕХ), Волоколамское ш., 11, г Москва, 125080, Россия

Аннотация. Жареная продукция с использованием панировочных систем продолжают оставаться востребованной у потребителей. Для удовлетворения запроса в безглютеновых покрытиях многие исследователи сосредоточили свое внимание на применение различных видов муки и нетрадиционных сырьевых компонентах. Целью работы являлись обобщение и анализ научных публикаций, посвященных применению безглютенового сырья в панировочных системах, его влиянию на технологические свойства каждого вида многослойного панировочного покрытия и качества готовой продукции. Объектом исследования являлась рецензируемая зарубежная и отечественная научная литература, размещенная в базах данных Scopus, ScienceDirect, РИНЦ. Использованы методы поиска, отбора, систематизации, обобщения и анализа научных публикаций. Показано, что формирование органолептических показателей изделий с использованием панировочных систем происходит за счет различных реакций, вызванных нагреванием. Продукты реакции зависят от компонентного состава покрытия, вида масла и условий жарки. Использование альтернативных видов муки может повлиять на интенсивность тех или иных химических реакций с изменением ожидаемых сенсорных характеристик жареных продуктов. Также новое сырье не всегда может обеспечить технологические свойства жидкого теста: возможность адгезии к различным поверхностям пищевых продуктов, улучшение сцепления и прочности внешнего слоя, а также сохранения хрусткости в корочке, снижение поглощения масла при оптимальном удержании влаги в субстрате. При этом для получения продуктов традиционного качества, как правило, необходимы дополнительные компоненты. Анализ научной литературы показал, что наибольшее применение для этих целей нашли гидроколлоиды, которые позволяют улучшить реологические показатели теста с помощью процессов загущения, эмульгирования, стабилизации, способности к гелеобразованию, синергизма. Каждый вид гидроколлоидов оказывает влияние на различные реологические показатели теста и качество готовых изделий. Для безглютеновой альтернативы верхнего слоя можно использовать нетрадиционные ингредиенты. Показано, что потенциал сырья для панировочных покрытий еще не достаточно изучен и данное направление представляет интерес для дальнейших исследований.

Ключевые слова: безглютеновая мука, глютен, качество, кляр, гидроколлоиды, органолептические показатели, свойства.

Breading Systems: II. Opportunities For Gluten-Free Alternative

Elena N. Molchanova ¹	melena2004@ya.ru	 0000-0003-0708-1694
Maral Berdimuratova ¹	maral.berdimuratova@mail.ru	 0000-0002-4894-8621
Ivan D. Sechkov ¹	sechkovi@gmail.com	 0009-0006-0161-3564

¹ Russian Biotechnological University, Volokolamskoe h., 11 Moscow, 125080, Russia

Abstract. Fried products using breading systems continue to be in demand among consumers. To meet the demand for gluten-free coatings, many researchers have focused on the use of different types of flour and non-traditional raw materials. The purpose of the work was to summarize and analyze scientific publications devoted to the use of gluten-free raw materials in breading systems, its influence on the technological properties of each type of multilayer breading coating and the quality of the finished product. The object of the study was peer-reviewed foreign and domestic scientific literature posted in the Scopus, Science Direct, RSCI databases. Methods of search, selection, systematization, generalization and analysis of scientific publications were used. It has been shown that the formation of organoleptic characteristics of products using breading systems occurs due to various reactions caused by heating. The reaction products depend on the component composition of the coating, the type of oil and frying conditions. The use of alternative flours may affect the intensity of certain chemical reactions, altering the expected sensory characteristics of fried foods. Also, new raw materials cannot always provide the technological properties of batter: the possibility of adhesion to various surfaces of food products, improving the adhesion and strength of the outer layer, as well as maintaining crispness in the crust, reducing oil absorption with optimal moisture retention in the substrate. At the same time, to obtain products of traditional quality, additional components are usually required. An analysis of the scientific literature has shown that the greatest use for these purposes is found in hydrocolloids, which can improve the rheological properties of the dough through the processes of thickening, emulsification, stabilization, gelling ability, and synergism. Each type of hydrocolloids affects various rheological parameters of the dough and the quality of the finished products. For a gluten-free alternative to the top layer, non-traditional ingredients can be used. It is shown that the potential of raw materials for breading coatings has not yet been sufficiently studied and this area is of interest for further research.

Keywords: gluten-free flour, gluten, quality, batter, hydrocolloids, organoleptic characteristics, properties.

Для цитирования

Молчанова Е.Н., Бердимуратова М., Сечков И.Д. Панировочные системы: II. Возможности безглютеновых альтернатив // Вестник ВГУИТ. 2024. Т. 86. № 1. С. 108–116. doi:10.20914/2310-1202-2024-1-108-116

For citation

Molchanova E.N., Berdimuratova M., Sechkov I.D. Breading Systems: II. Opportunities For Gluten-Free Alternative. Vestnik VGUIT [Proceedings of VSUET]. 2024. vol. 86. no. 1. pp. 108–116. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2024-1-108-116

This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License

Введение

Жареные продукты встречаются в традиционных и региональных кухнях практически во всех частях мира и ценятся из-за их вкусовых качеств – золотистого цвета, приятного аромата, хрустящей корочки.

Изменение образа жизни и пищевых привычек, широкий ассортимент и доступность полуфабрикатов и кулинарной продукции с использованием кляра и панировочных сухарей в торговых сетях и предприятиях общественного питания привели к увеличению их потребления. Однако в настоящее время потребители заинтересованы не только во вкусных и питательных продуктах, но и в продуктах с особыми свойствами, например, без ингредиентов с клейковинными белками.

Увеличение спроса на данную продукцию обусловлено несколькими причинами. Главная – это исключение глютена из рациона по медицинским показаниям, к которым относятся: целиакия и другие аутоиммунные состояния; аллергия на пшеничную муку (респираторная, пищевая, контактная и др.); чувствительность к глютену (нецелиакическая непереносимость глютена) [2]. В последнем случае при попадании клейковинных белков в организм, отмечаются симптомы, сходные с целиакией, но ни аллергические, ни аутоиммунные механизмы в развитие состояния не вовлечены. Независимо от того, как проявляется непереносимость глютена и в какой из форм она диагностирована, заболевание требует соблюдения строгой безглютеновой диеты. Второй причиной, по которой исследователи и производители занимаются проблемой разработки безглютеновой продукции, является увеличение числа потребителей, не желающих потреблять сырьевые компоненты, содержащие глютен, для поддержания эффекта «ореола здоровья». Несмотря на то, что продукты без глютена обычно содержат меньше клетчатки, витаминов группы В, витамина D, железа, кальция, цинка, а также отсутствие доказательств существенных преимуществ соблюдения безглютеновой диеты для населения в целом показано, что потребители часто воспринимают безглютеновый рацион как более здоровый [32]. Отчасти такое восприятие формируется с помощью информации в социальных сетях.

Следующая причина связана с ростом числа потребителей, не отказывающихся пробовать различные новинки. В настоящее время промышленность предлагает множество различных безглютеновых пищевых продуктов и кулинарных изделий, в том числе с новыми видами сырьевых ингредиентов. Поэтому создавшийся рост потребительского спроса

переводит рынок безглютеновых продуктов питания из специализированной ниши в рынок традиционных продуктов [22, 32].

Материалы и методы

Объектом исследования являлась рецензируемая зарубежная и отечественная научная литература за последние двадцать лет, размещенная в базах данных Elsevier's Science Direct, Scopus, РИНЦ. При поиске использовались ключевые слова «gluten-free» в сочетании с терминами «batter», «breader», «breading», «breadcrumbs», «coatings», «nuggets», а также «без клейковины» «без глютена», «панировка», «панировочные сухари», «кляр». Использованы методы поиска, отбора, анализа, обобщения и синтеза результатов научных данных. Обзор включает анализ 44 зарубежных и отечественных литературных источников исследовательских и обзорных публикаций, соответствующих тематике, исключая материалы конференций, сборников трудов и т. п.

Результаты

Качество изделий с использованием панировочных систем. Учитывая, что панировочные покрытия оказывают заметное влияние на формирование вкуса, запаха и других органолептических показателей качества готовой продукции к ним предъявляется ряд требований: возможность адгезии к различным поверхностям пищевых продуктов, улучшение сцепления и прочности внешнего слоя, сохранения хрусткости в корочке, снижение поглощения масла при оптимальном удержании влаги в субстрате. Поэтому привлекательность панировочных систем при использовании новых видов сырья не должна ухудшаться с точки зрения сенсорных качеств при оптимальной абсорбции жира.

Известно, что наличие клейковинных белков способствует типичным вязкоупругим свойствам, которые обеспечивают хорошее сцепление пищевой матрицы и оптимальное формирование теста на различных этапах технологического процесса приготовления таких продуктов как хлеб, макароны, ряд мучных кондитерских изделий и различной кулинарной продукции с панировочным покрытием. И хотя проблемы, связанные с отсутствием клейковинных белков в панировочных системах, кажутся менее значимыми ввиду отличительных особенностей сенсорных характеристик таких изделий, необходимость получения адекватной вязкости и других желаемых свойств теста часто требует дополнительных исследований и изменения рецептуры при использовании новых компонентов для сохранения привычных органолептических показателей.

В целом, механизмы, ответственные за органолептические свойства панированных изделий, достаточно сложны, т. к. при высоких температурах во время жарки происходят различные реакции, вызванные нагреванием, включая денатурацию белков, клейстеризацию крахмала, окисление липидов, реакцию меланоидинообразования и др.

Одним из главных факторов привлекательности для потребителя является вкус и аромат жареных блюд. Возникающий при жарке аромат характеризуется большим разнообразием различных летучих соединений: альдегидов, спиртов, кетонов, карбоновых кислот, гетероциклических соединений, углеводов и др. [14, 43]. Среди них важную роль играют ненасыщенные альдегиды (например, 2,4 – декадиеналь), поскольку они обеспечивают сильный вкус жареного при относительно низких концентрациях из-за их низких пороговых значений. Формирование приятных летучих вкусовых соединений обычно связано не только с окислением липидов и реакцией Майяра, но и с взаимодействием промежуточных и/или конечных продуктов этих реакций между собой, а также с оптимальной доступностью кислорода для соответствующей скорости окисления липидов. Вкусу жареных панированных изделий способствуют свободные аминокислоты и пептиды, образующиеся в результате расщепления белков панировочных покрытий. Продукты реакции зависят от компонентного состава покрытия, вида масла и условий жарки [14, 39].

Желаемый золотистый цвет жареных продуктов является результатом неферментативной реакции потемнения Майяра. Интенсивность реакции связана с количеством редуцирующих сахаров и аминокислот, присутствующих в компонентах панировочной системы, а также с температурой и временем жарки. Потребители обычно предпочитают жареные продукты золотистого цвета. В исследованиях для восприятия и описания цвета используют колориметры или технологии компьютерной визуализации. С инструментальной точки зрения цвет часто описывается трехцветными цветовыми координатами, такими как система Lab, где L – яркость, а – краснота / зеленость, а b – желтизна / голубизна. Мету общего изменения цвета продукта в результате какого-либо процесса, например жарки, можно охарактеризовать разницей цвета ΔE . Общепринятым хорошим качеством и внешним видом, соответствующим координатам цветового пространства, является более высокое значение L и b и меньшее значение a. Тогда как жарка обычно вызывает уменьшение L, увеличение a (покраснение) и увеличение b

(желтизна), что приводит к увеличению значения ΔE . Реакция Майяра приводит к увеличению значений a и b, вызывает уменьшение L [11].

На хрустящую текстуру жареных продуктов в значительной степени влияет состав панировочного покрытия, поглощение им масла, а также миграция воды на этапах жарки и охлаждения [39]. Известно, что более высокое содержание белка приводит к более твердой текстуре и хрустящей корочке. У некоторых альтернативных видов муки количество белка ниже, что может привести к мягкой или ломкой текстуре. На текстуру также может повлиять и тип масла, используемого для жарки. Показано, что показатель хрусткости увеличивается по мере увеличения степени насыщенности масла [28].

Таким образом, изменение рецептурных компонентов панировочных систем может повлиять на интенсивность тех или иных химических реакций с изменением ожидаемых сенсорных характеристик жареных продуктов и сказаться на намерениях покупки.

Технологические свойства панировочных систем. Панировочные покрытия должны обеспечивать необходимые технологические свойства при приготовлении панированных изделий: способствовать адгезии к различным поверхностям, удерживать влагу субстрата в оптимальных значениях, создавать прочность внешнего слоя с сохранением хрусткости в корочке, а также способствовать меньшему поглощению масла при жарке.

В большей части панированной продукции используются многослойные панировочные системы. Каждый слой покрытия (для предварительной обработки, промежуточный слой и слой внешней панировки) вносит свой вклад в различные аспекты, формирующие качество продукта [3, 4].

Так называемое «предварительное напыление», поглощая влагу из субстрата, необходимо для улучшения адгезии и удерживания рецептурного количества теста. Для этого обычно используется пшеничная мука или комбинация различных видов муки, крекерная мука, крахмал, в том числе модифицированный, мелкие панировочные сухари, приправы, камеди.

Жидкое тесто как часть панировочной системы может иметь различные предназначения: в качестве промежуточного слоя оно улучшает адгезию панировочных сухарей (адгезионное тесто), формирует оболочку вокруг субстрата (когезионное тесто) или создает достаточно объемный воздушный слой (тесто темпура) [38].

Панировочные сухари в многослойной системе являются наружным слоем панировочного покрытия. Различные виды этого элемента имеют характерный вкус, размер, текстуру,

цвет, устойчивость к обжариванию и другие показатели, характеризующие качество покрытия [15, 16]. Самой распространенной является крошка, получаемая из выпеченного и подсушенного хлеба. При необходимости, панировочные сухари для улучшения внешнего вида легко смешиваются с красящими ингредиентами (например, паприкой или куркумой) или специями и другими ароматообразующими компонентами в различных комбинациях для придания продукту насыщенного цвета или новых вкусовых оттенков.

Таким образом, при использовании безглютенового покрытия должны быть учтены изменения в рецептурах каждого компонента панировочной системы с сохранением привычных органолептических качеств готового продукта.

Предварительное «напыление» является первым компонентом многослойной системы покрытия для создания лучшей адгезии с последующим слоем. Учитывая подобность химического состава и крупность помола многих видов муки, в том числе безглютеновой, можно предположить возможность использования каждого вида в качестве предварительного напыления. Исключением является мука из бобовых, которая, несмотря на наличие значительного ассортимента в торговых сетях, не желательна в данном качестве. Большинство семян зернобобовых культур содержит антипитательные вещества, для инактивации которых требуются другие условия термической обработки. Однако бобовую муку, применяя ряд дополнительных технологических приемов, можно использовать для приготовления жидкого теста. При этом, несмотря на возможность появления слегка «бобового» привкуса, высокое содержание белка является хорошим преимуществом, особенно при использовании веганских аналогов мяса, птицы или рыбы. Любые неприятные нотки вкуса можно смягчить, используя дрожжевые экстракты, неактивные пищевые дрожжи или другие ингредиенты, маскирующие вкус.

Кроме муки в качестве первого слоя в многослойной панировочной системе предлагалось использование окисленного крахмала и гидроколлоидов [6]. Эффективность зависела от используемых технологических приемов. Так, окисленный крахмал показал хорошие результаты при различных способах приготовления (при жарке во фритюре, духовом шкафу или микроволновой печи), а гидроксипропилметилцеллюлоза и ксантановая камедь проявили лучшие адгезионные свойства, при использовании только в микроволновой печи.

Жидкое тесто (кляр). Реологические свойства являются одними из наиболее важных физических свойств, определяющих поведение

жидкого теста. Например, вязкость напрямую влияет на конечные характеристики изделий в тесте (внешний вид, хрусткость, влажность) и, таким образом, играет ключевую роль в промышленных процессах производства продукции с покрытием. Отсутствие клейковины в альтернативных видах муки часто не обеспечивает необходимые реологические показатели кляра, поэтому для получения оптимальных свойств необходимо добавление компонентов, которые придадут тесту желаемое реологическое поведение.

Для приготовления безглютенового теста вместо пшеничной муки можно использовать не только традиционно применяемые в производстве таких изделий рисовую и кукурузную муку, но ряд других. В частности для данных целей рассматривалась мука из амаранта, семян чиа, лебеды, сорго, тапиоки, бобовых [9, 10, 20, 36, 37]. Все виды являются богатыми источником пищевых волокон, витаминов и минеральных веществ, а также биологически активных компонентов. Однако не все виды муки способны удовлетворить необходимым технологическим свойствам и получить готовый продукт желаемого качества. Так, органолептические показатели нагеттсов с использованием муки тапиоки были оценены как неудовлетворительные [36]. С точки зрения безопасности при определении количества акриламида, одного из главных вредных соединений, образующихся при жарке, показано, что при использовании муки чиа в качестве ингредиента содержание акриламида было минимальным [12].

Чаще всего технологические свойства муки оценивают не только по вязкости, но и по другим показателям. Так, для различных видов муки – льняной, рисовой, нутовой, кукурузной, кунжутной, муки из тыквенных семечек, из семян киноа и чиа были рассмотрены водо- и жи-роудерживающая способность (ВУС и ЖУС, соответственно), набухаемость, эмульгирующая способность. Результаты исследований показали, что ВУС для муки льняной и муки из семян чиа самая высокая и находится в диапазоне 8,0–10,0 г/г, для остальных видов – в два-три раза ниже (2,5–5,0 г/г). Установлено, что ВУС почти всех образцов увеличивается при выдерживании смеси в нагретой воде [1]. Набухаемость для муки льняной и муки из семян чиа составляла 10–12 г/г, для остальных видов была значительно ниже и не превышала 5,0 г/г. Показатели ЖУС исследуемых образцов муки имели меньшие различия между собой и колебались в незначительных пределах от 3,31 до 3,59 г/г. При нагревании и выдержке смеси в течение 60–120 минут они

существенно снижались – до 0,38...0,50 г/г. Образцы эмульсий, приготовленных при комнатной температуре с использованием муки льняной, кунжутной, муки из семян тыквы и семян чиа, были более устойчивы по сравнению с остальными [1].

Изменение реологических свойств жидкого теста в процессе приготовления является одним из важных в получении желательных характеристик продуктов. Вязкость жидкого теста является функцией нескольких переменных, включая вид муки, ее состав (особенно содержание белка, крахмала и пентозанов), размер частиц, количество присутствующей воды и температуру. Изучая реологические свойства теста из различных видов муки показано, что вязкость может варьировать в различных пределах: от 1,08 – у кукурузной муки до 7,41 Па.с – у пшеничной; у рисовой – занимала промежуточное положение (4,46 Па.с) [40, 41]. Добавление соли (2,5 %) снижало вязкость теста всех образцов. Тесто из кукурузной и рисовой муки имело более «песчанистую» структуру, потому что белки данных видов зерновых плохо впитывают воду при низких температурах, не набухают и не образуют связи друг с другом. Кроме особенностей белковых веществ данных видов муки различия в вязкоупругих свойствах теста могут быть связаны с различиями в размерах частиц. Как правило, вязкость увеличивается с увеличением размера частиц. При сравнении качества теста из рисовой и соевой муки установлено, что соевая мука обеспечивала наибольшую кажущуюся вязкость, улучшенную хрусткость и цвет [21]. Следует отметить, кукурузная мука, как белая, так и желтая, является основным ингредиентом для многих видов жидкого безглютенового теста. При этом желтая кукурузная мука является более предпочтительной, т. к. способствует не только текстуре, но и придает более приятный цвет готовому изделию.

Известно, что различное соотношение крахмальных полисахаридов в некоторых зерновых культурах, например в рисе, оказывает влияние на консистенцию готовых блюд. Данное обстоятельство побудило исследователей [34] изучить влияние содержания амилозы в рисовой муке на физические свойства жидкого теста. Мука была получена из различных типов риса, при этом содержание амилозы колебалось от 6 до 29 %. Результаты эксперимента показали, что вязкость рисового теста была обратно пропорциональна содержанию амилозы. Наилучшие результаты были получены при комбинировании различных образцов муки. Авторы предположили, что при этом достигается близкое к составу

крахмала в пшеничной муке соотношение амилоза-амилопектин.

Роль гидроколлоидов в показателях качества жидкого теста. В последние десятилетия широкое применение в производстве безглютеновой продукции (хлеба, печенья, кексов, лапши и др.) нашли гидроколлоиды [23–26, 29]. Включение их в рецептуру позволяет имитировать реологические свойства клейковинных белков с получением продуктов традиционных органолептических качеств.

Гидроколлоиды также используются как ингредиент панировочных систем [7, 8, 13, 17–19, 27, 41, 42]. Важным преимуществом гидроколлоидов в жареных продуктах является снижение поглощения масла при жарке, что позволяет удовлетворять спрос с учетом увеличивающихся тенденций потребителей к здоровому питанию. Кроме этого, они обеспечивают широкий спектр технологических параметров, включая вязкость, адгезию, механическую стойкость внешней корочки и устойчивость к замораживанию-оттаиванию [18, 38].

Большинство гидроколлоидов оказывают существенное влияние на доступную свободную воду, что соответственно влияет на реологию жидкого теста, при этом изменение физических свойств происходит с помощью различных процессов: загущения, эмульгирования, стабилизации [35]. Способность гидроколлоидов к гелеобразованию позволяет улучшить адгезионные свойства. Не гелеобразующие камеди (гуар, трагакант и ксантан) не оказывают существенного влияния на адгезию.

При связывании с крахмалом гидроколлоиды обладают сильным синергическим действием и улучшают его реологические и термические показатели [30, 44]. Так, при изучении влияния нескольких видов камедей на реологические свойства жидкого теста на основе крахмала установлено, что по интенсивности водосвязывающей способности камеди можно расположить в ряд: ксантановая камедь > карбоксиметилцеллюлоза Na > гуаровая камедь; по степени вязкости теста: ксантановая камедь > гуаровая камедь > карбоксиметилцеллюлоза. Аналогичная зависимость наблюдалась в показателях динамических модулей при температуре ниже 40 °С. Методом термогравиметрии показано, что при дальнейшем повышении температуры гидроколлоиды замедляли клейстеризацию крахмала и повышали его термическую стабильность. Структура теста, образованная ксантановой камедью, во время жарки во фритюре была менее подвержена повреждениям – образованию трещин и пор. Все гидроколлоиды усиливали термическую

стабильность корочки и уменьшали проникновение масла в жареные изделия.

Ученые [19] исследовали совместное влияние гидроколлоидов (метилцеллюлозы и карбоксиметилцеллюлозы), кукурузного крахмала и смеси рисовой и кукурузной муки. Результаты показали, что добавление карбоксиметилцеллюлозы оказало большее положительное влияние на сенсорные свойства продуктов.

В качестве безглютеновой альтернативы верхнего слоя панировки традиционно используют крошку, приготовленную из хлеба или крекеров, не содержащих глютен. В качестве нетрадиционных ингредиентов были предложены прессованный рис, тонкая вермишель, кокос, сушеные овощи, окара совместно с ламинарией [3, 5, 31, 36], которые также дают возможность расширить ассортимент безглютеновых панировочных систем. Для сухих крошек из корня петрушки и сельдерея при использовании их совместно с клеем на рисовой основе установлен оптимальный размер частиц – 0,8 мм и получена математическая модель зависимости органолептических показателей от вязкости клея [5]. Показано, что при применении прессованного риса показало высокую степень адгезии при меньшем жиропоглощении. Гранулы соево-ламинариевой композиции, имеющие высокое содержание витамина Е, йода, пищевых волокон и белка, возможно применять не только для панирования, но и в качестве компонента фаршевых систем [3]. Кокосовая крошка, как побочный отход процесса экстракции кокосового

молока, с точки зрения физико-химических, микробиологических и сенсорных свойств может быть подходящим покрытием для безглютеновых изделий, несмотря на низкое содержание белка. Учитывая, что при высоких температурах сахара кокоса могут стать причиной темного цвета в результате реакции меланоидинообразования, рекомендуется отдавать предпочтение несладким сортам. Для получения знакомого аромата лучше добавить экстракт кокоса в маринад.

Заключение

Таким образом, жареные продукты во фритюре продолжают оставаться востребованными у потребителей. Растет интерес к использованию панировочных систем из альтернативного сырья. Для удовлетворения запроса в безглютеновых покрытиях многие исследователи сосредоточили свое внимание на применение различных видов муки и других ингредиентов. При этом для получения продуктов традиционного качества необходимы дополнительные компоненты. Наибольшее применение для этих целей нашли гидроколлоиды, которые позволяют улучшить реологические показатели теста и получить желаемые текстурные свойства готовых изделий. Потенциал различного сырья для безглютеновых панировочных покрытий еще не достаточно изучен, поэтому данное направление представляет интерес для дальнейших исследований.

Литература

- 1 Василенко З.В., Редько-Бодмер В.В. Разработка научно обоснованной технологии производства кулинарного изделия для безглютеновой диеты // Вестник Могилевского государственного университета продовольствия. 2018. № 1. С. 27–31.
- 2 Каминарская Ю.А. Целиакия, аллергия к пшенице, нецелиакийная чувствительность к глютену: актуальные вопросы патогенеза и диагностики глютенассоциированных заболеваний // Клиническое питание и метаболизм. 2021. Т. 2. № 3. С. 113–24. doi: 10.17816/clinut90770
- 3 Купчак Д.В., Любимова О.И. Панировка как фактор, формирующий качество продуктов // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. 2017. № 4. С. 75–79
- 4 Раскина Т.А., Пирогова О.А., Зобнина О.В., Пинтова Г.А. Показатели системы остеокластогенеза у мужчин с различными клиническими вариантами анкилозирующего спондилита // Современная ревматология. 2015. Т. 9. № 2. С. 23–27. doi: 10.14412/1996-7012-2015-2-23-27
- 5 Молчанова Е.Н., Бердимуратова М. Панировочные системы: I. Виды, свойства, качество // Вестник ВГУИТ. 2023. Т. 85. № 1. С. 87–98. doi: 10.20914/2310-1202-2023-1-87-98
- 6 Науменко Е.А., Анохина О.Н., Титова И.М. Безглютеновые панировки и их влияние на изменение физико-химических показателей рыбных полуфабрикатов в процессе холодильного хранения // Известия КГТУ. 2015. № 36. С. 73–82.
- 7 Albert A., Perez-Munuera I., Quiles A., Salvador A. et al. Adhesion in fried battered nuggets: Performance of different hydrocolloids as preducts using three cooking procedures // Food Hydrocolloids. 2009. V. 23. № 5. P. 1443–1448. doi: 10.1016/j.foodhyd.2008.11.015
- 8 Altunakar B., Sahin S., Sumnu G. Effects of hydrocolloids on apparent viscosity of batters and quality of chicken nuggets // Chemical Engineering Communications. 2006. V. 193. № 6. P. 675–682. doi: 10.1080/00986440500194069
- 9 Amboon W., Tulyathan V., Tattiyakul J. Effect of Hydroxypropyl Methylcellulose on Rheological Properties, Coating Pickup, and Oil Content of Rice Flour-Based Batters // Food and Bioprocess Technology. 2012. V. 5. № 2. P. 601–608. doi: 10.1007/s11947-010-0327-3
- 10 Aranibar C., Pigni N.B., Martinez M. et al. Utilization of a partially-deoiled chia flour to improve the nutritional and antioxidant properties of wheat pasta // LWT. 2018. V. 89. P. 381–387. doi: 10.1016/j.lwt.2017.11.003
- 11 Asha M.R., Susheelamma N.S., Guha M. Rheological properties of black gram (Phaseolus mungo) batter: characterisation of flour from native and modified rice and their effect on batter viscosity // International Journal of Food Science & Technology. 2007. V. 42. № 6. P. 669–677. doi: 10.1111/j. 1365-2621.2006.01459.x
- 12 Asokapandian S., Swamy G.J., Hajjul H. Deep fat frying of foods: A critical review on process and product parameters // Critical Reviews in Food Science and Nutrition. 2019. V. 60. № 20. P. 3400–3413. doi: 10.1080/10408398.2019.1688761

- 13 Ateş E., Unal K. The effects of deep-frying, microwave, oven and sous vide cooking on the acrylamide formation of gluten-free chicken nuggets // *International Journal of Gastronomy and Food Science*. 2023. V. 31. P. 100666. doi: 10.1016/j.ijgfs.2023.100666
- 14 Cengiz E., Dogan M. Effect of corn starch–hydrocolloid interactions on the rheological properties of coating batters // *Journal of Food Processing and Preservation*. 2021. V. 45. № 3. doi: 10.1111/jfpp.15250
- 15 Chang C., Wu G., Zhang H., Jin Q. et al. Deep-fried flavor: characteristics, formation mechanisms, and influencing factors // *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 2019. V. 60. № 9. P. 1496–1514. doi: 10.1080/10408398.2019.1575792
- 16 Chen H.H., Kang H.Y., Chen S.D. The effects of ingredients and water content on the rheological properties of batters and physical properties of crusts in fried foods // *Journal of Food Engineering*. 2008. V. 88. № 1. P. 45–54. doi: 10.1016/j.jfoodeng.2008.01.017
- 17 Chen R.Y., Wang Y., Dyson D. Breadings-what they are and how they are used // *Batters and breadings in food processing*. 2011. P. 169–184. doi: 10.1016/b978-1-891127-71-7.50015-2
- 18 Cui L., Chen J., Zhai J., Peng L. et al. Oil penetration of batter-breaded fish nuggets during deep-fat frying: effect of frying oils // *Foods*. 2022. V. 11. № 21. P.3369. doi: 10.3390/foods11213369
- 19 Cui L., Chen J., Zhai J., Peng L., Xiong Y.L. Hydrocolloids-aided control of oil penetration and distribution in deep-fried breaded fish nuggets // *Food Hydrocolloids*. 2023. V. 145. P. 109028. doi: 10.1016/j.foodhyd.2023.109028
- 20 Davarcioglu E.S., Kolsarici N. Effects of innovative gluten-free coatings on quality, sensory and microbial properties of chicken nuggets // *Italian Journal of Food Science*. 2019. V. 31. № 2. doi: 10.14674/IJFS-1401
- 21 Devatkal S.K., Kadam D.M., Naik P.K., Sahoo J. Quality characteristics of gluten-free chicken nuggets extended with sorghum flour // *Journal of Food Quality*. 2011. V. 34. № 2. P. 88–92. doi: 10.1111/j. 1745-4557.2010.00367.x
- 22 Dogan S.F., Sahin S., Sumnu G. Effects of batters containing different protein types on the quality of deep-fat-fried chicken nuggets // *European food research and technology*. 2004. V. 220. № 5–6. P. 502–508. doi: 10.1007/s00217-004-1099-7
- 23 El Khoury D., Balfour-Ducharme S., Joye I.J. A review on the gluten-free diet: technological and nutritional challenges // *Nutrients*. 2018. V. 10. № 10. P. 1410. doi: 10.3390/nu10101410
- 24 Gasparre N., Rosell C.M. Role of hydrocolloids in gluten free noodles made with tiger nut flour as non-conventional powder // *Food Hydrocolloids*. 2019. V. 97. P.105194. doi: 10.1016/j.foodhyd.2019.105194
- 25 Ishaq A., Nadeem M., Ahmad R., Ahmed Z. et al. Recent advances in applications of marine hydrocolloids for improving bread quality // *Food Hydrocolloids*. 2024. V. 148. P. 109424. doi: 10.1016/j.foodhyd.2023.109424
- 26 Irondi E.A., Imam Y.T., Ajani E.O., Alamu E.O. Natural and modified food hydrocolloids as gluten replacement in baked foods: Functional benefits // *Grain & oil science and technology*. 2023. V. 6. № 4. P. 163–171. doi: 10.1016/j.gaost.2023.10.001
- 27 Kraithong S., Theppawong A., Lee S., Huang R. Understanding of hydrocolloid functions for enhancing the physicochemical features of rice flour and noodles // *Food Hydrocolloids*. 2023. V. 142. P. 108821. doi: 10.1016/j.foodhyd.2023.108821
- 28 Lai W.H., Maskat M.Y. Effect of hydroxypropylmethyl cellulose (HPMC) coating on flavour, moisture and oil content in chicken nugget // *Sains malaysiaiana*. 2018. V. 47. № 11. P. 2699–2704. doi: 10.17576/jsm-2018-4711-13
- 29 Li X., Li J., Wang Y., Cao P. et al. Effects of frying oils' fatty acids profile on the formation of polar lipids components and their retention in French fries over deep-frying process // *Food chemistry*. 2017. V. 237. P. 98–105. doi: 10.1016/j.foodchem.2017.05.100
- 30 Li J., Liu M., Qin G., Wu X. et al. Classification, gelation mechanism and applications of polysaccharide-based hydrocolloids in pasta products: A review // *International journal of biological macromolecules*, 2023. V. 248. P. 125956. doi: 10.1016/j.ijbiomac.2023.125956
- 31 Mahmood K., Kamilah H., Shang P.L., Sulaiman S. et al. A review: Interaction of starch/non-starch hydrocolloid blending and the recent food applications // *Food Bioscience*. 2017. V. 19. P. 110–120. doi: 10.1016/j.fbio.2017.05.006
- 32 Nanda C., Chattopadhyay K., Reddy R., Javith M.A. et al. Evaluation of different conventional breeding materials on functional quality attributes of battered and breaded fish cutlets // *Journal of aquatic food product technology*. 2020. V. 29 № 7. P. 641–649. doi: 10.1080/10498850.2020.1786205
- 33 Prada M., Godinho C., Rodrigues D.L., Lopes C. et al. The impact of a gluten-free claim on the perceived healthfulness, calories, level of processing and expected taste of food products // *Food quality and preference*. 2019. V. 73. P. 284–287. doi: 10.1016/j.foodqual.2018.10.013
- 34 Pearlman M., Casey L. Who should be gluten-free? A review for the general practitioner // *Medical clinics of north america*. 2019. V. 103. № 1. P. 89–99. doi: 10.1016/j.mcna.2018.08.011
- 35 Pinkaew P. Development of gluten-free batter from three Thai rice cultivars and its utilization for frozen battered chicken nugget // *Journal of food science and technology*. 2019. V. 56. № 8. P. 3620–3626. doi: 10.1007/s13197-019-03791-w
- 36 Pirsä S., Hafezi K. Hydrocolloids: Structure, preparation method and application in food industry // *Food Chemistry*. 2023. V. 399. P. 133967. doi: 10.1016/j.foodchem.2022.133967
- 37 Silva M.C.A. da, Leite J.S.F., Barreto B.G., Neves M.V. et al. The impact of innovative gluten-free coatings on the physicochemical, microbiological, and sensory characteristics of fish nuggets // *LWT*. 2021. V. 137. P. 110409. doi: 10.1016/j.lwt.2020.110409
- 38 Tamsen M., Shekarchizadeh H., Soltanizadeh N. Evaluation of wheat flour substitution with amaranth flour on chicken nugget properties // *LWT*. 2018. V. 91. P. 580–587.
- 39 Varela P., Fiszman S.M. Hydrocolloids in fried foods. A review // *Food Hydrocoll*. 2011. V. 25. № 8. P. 1801–1812. doi: 10.1016/j.foodhyd.2011.01.016
- 40 Wang X., McClements D.J., Xu Z., Meng M. et al. Recent advances in the optimization of the sensory attributes of fried foods: Appearance, flavor, and texture // *Trends in Food Science & Technology*. 2023. V. 138. P. 297–309. doi: 10.1016/j.tifs.2023.06.012
- 41 Xue J., Ngadi M. Rheological properties of batter systems formulated using different flour combinations // *Journal of Food Engineering*. 2006. V. 77. № 2. P. 334–341. doi: 10.1016/j.jfoodeng.2005.06.039
- 42 Xue J., Ngadi M. Rheological properties of batter systems containing different combinations of flours and hydrocolloids // *Journal of the science of food and agriculture*. 2007. V. 87. № 7. P. 1292–1300. doi: 10.1002/jsfa.2845
- 43 Xue J., Ngadi M. Effects of methylcellulose, xanthan gum and carboxymethylcellulose on thermal properties of batter systems formulated with different flour combinations // *Food Hydrocolloids*. 2009. V. 23. № 2. P. 86–95. doi: 10.1016/j.foodhyd.2008.01.002
- 44 Zhang Q., Saleh A.S.M., Chen J., Shen Q. Chemical alterations taken place during deep-fat frying based on certain reaction products: A review // *Chemistry and Physics of Lipids*. 2012. V. 165. № 6. P. 662–681. doi: 10.1016/j.chemphyslip.2012.07.002

45 Zhou S., Hong Y., Gu Z., Cheng L. et al. Effect of heat-moisture treatment on the in vitro digestibility and physicochemical properties of starch-hydrocolloid complexes // Food Hydrocolloids. 2020. V. 104. P. 105736. doi: 10.1016/j.foodhyd.2020.105736

References

- 1 Vasilenko Z.V., Redko-Bodmer V.V. Development of scientifically based technology for the production of culinary products for a gluten-free diet. Bulletin of the Mogilev State University of Food. 2018. no. 1. pp. 27–31. (in Russian).
- 2 Kaminarskaya Yu.A. Celiac disease, wheat allergy, non-celiac gluten sensitivity: current issues of pathogenesis and diagnosis of gluten-associated diseases. Clinical nutrition and metabolism. 2021. vol. 2. no. 3. pp. 113–24. doi: 10.17816/clinutr90770 (in Russian).
- 3 Kupchak D.V., Lyubimova O.I. Breeding as a factor shaping the quality of products. Technology and merchandising of innovative food products. 2017. no. 4. pp. 75–79. (in Russian).
- 4 Raskina T.A., Pirogova O.A., Zobnina O.V., Pintova G.A. Indicators of the osteoclastogenesis system in men with various clinical variants of ankylosing spondylitis. Modern rheumatology. 2015. vol. 9. no. 2. pp. 23–27. doi: 10.14412/1996–7012–2015–2–23–27 (in Russian).
- 5 Molchanova E.N., Berdimuratova M. Breeding systems: I. Types, properties, quality. Proceedings of VSUET. 2023. vol. 85. no. 1. pp. 87–98. doi: 10.20914/2310–1202–2023–1–87–98 (in Russian).
- 6 Naumenko E.A., Anokhina O.N., Titova I.M. Gluten-free breadings and their influence on changes in the physical and chemical parameters of semi-finished fish products during refrigerated storage. Izvestia KSTU. 2015. no. 36. pp. 73–82. (in Russian).
- 7 Albert A., Perez-Munuera I., Quiles A., Salvador A. et al. Adhesion in fried battered nuggets: Performance of different hydrocolloids as prebatters using three cooking procedures. Food hydrocolloids. 2009. vol. 23. no. 5. pp. 1443–1448. doi: 10.1016/j.foodhyd.2008.11.015
- 8 Altunakar B., Sahin S., Sumnu G. Effects of hydrocolloids on apparent viscosity of batters and quality of chicken nuggets. Chemical Engineering Communications. 2006. vol. 193. no. 6. pp. 675–682. doi: 10.1080/00986440500194069
- 9 Amboon W., Tulyathan V., Tattiyakul J. Effect of hydroxypropyl methylcellulose on rheological properties, coating pickup, and oil content of rice flour-based batters. Food and bioprocess technology. 2012. vol. 5. no. 2. pp. 601–608. doi: 10.1007/s11947–010–0327–3
- 10 Aranibar C., Pigni N.B., Martinez M. et al. Utilization of a partially-deoiled chia flour to improve the nutritional and antioxidant properties of wheat pasta. LWT. 2018. vol. 89. pp. 381–387. doi: 10.1016/j.lwt.2017.11.003
- 11 Asha M.R., Susheelamma N.S., Guha M. Rheological properties of black gram (*Phaseolus mungo*) batter: characterisation of flour from native and modified rice and their effect on batter viscosity. International Journal of Food Science & Technology. 2007. vol. 42. no. 6. pp. 669–677. doi: 10.1111/j. 1365–2621.2006.01459.x
- 12 Asokapandian S., Swamy G.J., Hajjul H. Deep fat frying of foods: A critical review on process and product parameters. Critical Reviews in Food Science and Nutrition. 2019 vol. 60. no. 20. pp. 3400–3413. doi: 10.1080/10408398.2019.1688761
- 13 Ateş E., Unal K. The effects of deep-frying, microwave, oven and sous vide cooking on the acrylamide formation of gluten-free chicken nuggets. International journal of gastronomy and food science. 2023. vol. 31. pp. 100666. doi: 10.1016/j.ijgfs.2023.100666
- 14 Cengiz E., Dogan M. Effect of corn starch–hydrocolloid interactions on the rheological properties of coating batters. Journal of food processing and preservation. 2021. vol. 45. no. 3. doi: 10.1111/jfpp.15250
- 15 Chang C., Wu G., Zhang H., Jin Q. et al. Deep-fried flavor: characteristics, formation mechanisms, and influencing factors. Critical reviews in food science and nutrition. 2019. vol. 60. no. 9 pp. 1496–1514. doi: 10.1080/10408398.2019.1575792
- 16 Chen H.H., Kang H.Y., Chen S.D. The effects of ingredients and water content on the rheological properties of batters and physical properties of crusts in fried foods. Journal of food engineering. 2008. vol. 88. no. 1. pp. 45–54. doi: 10.1016/j.jfoodeng.2008.01.017
- 17 Chen R.Y., Wang Y., Dyson D. Breadings-what they are and how they are used. Batters and breadings in food processing. 2011. pp. 169–184. doi: 10.1016/b978–1–891127–71–7.50015–2
- 18 Cui L., Chen J., Zhai J., Peng L. et al. Oil penetration of batter-breaded fish nuggets during deep-fat frying: effect of frying oils. Foods. 2022. vol. 11. no. 21. pp. 3369. doi: 10.3390/foods11213369
- 19 Cui L., Chen J., Zhai J., Peng L., Xiong Y.L. Hydrocolloids-aided control of oil penetration and distribution in deep-fried breaded fish nuggets. Food hydrocolloids. 2023. vol. 145. pp. 109028. doi: 10.1016/j.foodhyd.2023.109028
- 20 Davarcioglu E.S., Kolsarici N. Effects of innovative gluten-free coatings on quality, sensory and microbial properties of chicken nuggets. Italian journal of food science. 2019. vol. 31. no. 2. doi:10.14674/IJFS-1401
- 21 Devatkal S.K., Kadam D.M., Naik P.K., Sahoo J. Quality characteristics of gluten-free chicken nuggets extended with sorghum flour. Journal of food quality. 2011 vol. 34. no. 2. pp. 88–92. doi: 10.1111/j. 1745–4557.2010.00367.x
- 22 Dogan S.F., Sahin S., Sumnu G. Effects of batters containing different protein types on the quality of deep-fat-fried chicken nuggets. European food research and technology. 2004. vol. 220. no. 5–6. pp. 502–508. doi: 10.1007/s00217–004–1099–7
- 23 El Khoury D., Balfour-Ducharme S., Joye I.J. A review on the gluten-free diet: technological and nutritional challenges. Nutrients. 2018. vol. 10. no. 10. pp. 1410. doi: 10.3390/nu10101410
- 24 Gasparre N., Rosell C.M. Role of hydrocolloids in gluten free noodles made with tiger nut flour as non-conventional powder. Food hydrocolloids. 2019. vol. 97. pp. 105194. doi: 10.1016/j.foodhyd.2019.105194
- 25 Ishaq A., Nadeem M., Ahmad R., Ahmed Z. et al. Recent advances in applications of marine hydrocolloids for improving bread quality. Food hydrocolloids. 2024. vol. 148. pp. 109424. doi: 10.1016/j.foodhyd.2023.109424.
- 26 Ironi E.A., Imam Y.T., Ajani E.O., Alamu E.O. Natural and modified food hydrocolloids as gluten replacement in baked foods: functional benefits. Grain & oil science and technology 2023. vol. 6. no. 4. pp. 163–171. doi:10.1016/j.gaost.2023.10.001
- 28 Kraithong S., Theppawong A., Lee S., Huang R. Understanding of hydrocolloid functions for enhancing the physicochemical features of rice flour and noodles. Food Hydrocolloids. 2023. vol. 142. pp. 108821. doi: 10.1016/j.foodhyd.2023.108821
- 29 Lai W.H., Maskat M.Y. Effect of hydroxypropylmethyl cellulose (HPMC) coating on flavour, moisture and oil content in chicken nugget. Sains Malaysiana. 2018. vol. 47. no. 11. pp. 2699–2704. doi: 10.17576/jsm-2018–4711–13
- 30 Li X., Li J., Wang Y., Cao P. et al. Effects of frying oils' fatty acids profile on the formation of polar lipids components and their retention in French fries over deep-frying process. Food chemistry. 2017. vol. 237. pp. 98–105. doi: 10.1016/j.foodchem.2017.05.100
- 31 Li J., Liu M., Qin G., Wu X. et al. Classification, gelation mechanism and applications of polysaccharide-based hydrocolloids in pasta products: A review. International journal of biological macromolecules. 2023. vol. 248. pp. 125956. doi: 10.1016/j.ijbiomac.2023.125956

- 32 Mahmood K., Kamilah H., Shang P.L., Sulaiman S. et al. A review: Interaction of starch/non-starch hydrocolloid blending and the recent food applications. *Food bioscience*. 2017. vol. 19. pp. 110–120. doi: 10.1016/j.fbio.2017.05.006
- 33 Nanda C., Chattopadhyay K., Reddy R., Javith M.A. et al. Evaluation of different conventional breeding materials on functional quality attributes of battered and breaded fish cutlets. *Journal of aquatic food product technology*. 2020. vol. 29. no. 7. pp. 641–649. doi: 10.1080/10498850.2020.1786205
- 34 Prada M., Godinho C., Rodrigues D.L., Lopes C. et al. The impact of a gluten-free claim on the perceived healthfulness, calories, level of processing and expected taste of food products. *Food quality and preference*. 2019. vol. 73. pp. 284–287. doi: 10.1016/j.foodqual.2018.10.013
- 35 Pearlman M., Casey L. Who should be gluten-free? A review for the general practitioner. *Medical clinics of north america*. 2019. vol. 103. no. 1. pp. 89–99. doi: 10.1016/j.mcna.2018.08.011
- 36 Pinkaew P. Development of gluten-free batter from three Thai rice cultivars and its utilization for frozen battered chicken nugget. *Journal of food science and technology*. 2019. vol. 56. no. 8. pp. 3620–3626. doi: 10.1007/s13197-019-03791-w
- 37 Pirsä S., Hafezi K. Hydrocolloids: structure, preparation method and application in food industry. *Food chemistry*. 2023. vol. 399. pp. 133967. doi: 10.1016/j.foodchem.2022.133967
- 38 Silva M.C.A. da, Leite J.S.F., Barreto B.G., Neves M. et al. The impact of innovative gluten-free coatings on the physicochemical, microbiological, and sensory characteristics of fish nuggets. *LWT*. 2021. vol. 137. pp. 110409. doi: 10.1016/j.lwt.2020.110409
- 39 Tamsen M., Shekarchizadeh H., Soltanizadeh N. Evaluation of wheat flour substitution with amaranth flour on chicken nugget properties. *LWT*. 2018. vol. 91. pp. 580–587.
- 40 Varela P., Fiszman S.M. Hydrocolloids in fried foods. A review. *Food hydrocoll.* 2011. vol. 25. no. 8. pp. 1801–1812. doi: 10.1016/j.foodhyd.2011.01.016
- 41 Wang X., McClements D.J., Xu Z., Meng M. et al. Recent advances in the optimization of the sensory attributes of fried foods: Appearance, flavor, and texture. *Trends in food science & technology*. 2023. vol. 138. pp. 297–309. doi: 10.1016/j.tifs.2023.06.012
- 42 Xue J., Ngadi M. Rheological properties of batter systems formulated using different flour combinations. *Journal of food engineering*. 2006. vol. 77. no. 2. pp. 334–341. doi: 10.1016/j.jfoodeng.2005.06.039
- 43 Xue J., Ngadi M. Rheological properties of batter systems containing different combinations of flours and hydrocolloids. *Journal of the science of food and agriculture*. 2007. vol. 87. no. 7. pp. 1292–1300. doi: 10.1002/jsfa.2845
- 44 Xue J., Ngadi M. Effects of methylcellulose, xanthan gum and carboxymethylcellulose on thermal properties of batter systems formulated with different flour combinations. *Food hydrocolloids*. 2009. vol. 23. no. 2. pp. 86–95. doi: 10.1016/j.foodhyd.2008.01.002
- 45 Zhang Q., Saleh A.S.M., Chen J., Shen Q. Chemical alterations taken place during deep-fat frying based on certain reaction products: A review. *Chemistry and physics of lipids*. 2012. vol. 165. no. 6. pp. 662–681. doi: 10.1016/j.chemphyslip.2012.07.002
- 46 Zhou S., Hong Y., Gu Z., Cheng L. et al. Effect of heat-moisture treatment on the in vitro digestibility and physicochemical properties of starch-hydrocolloid complexes. *Food hydrocolloids*. 2020. vol. 104. pp. 105736. doi: 10.1016/j.foodhyd.2020.105736

Сведения об авторах

Елена Н. Молчанова к.б.н., профессор, кафедра индустрии питания, гостиничного бизнеса и сервиса, Российский биотехнологический университет, Волоколамское ш, 11, г Москва, 125080, Россия, melena2004@ya.ru
 <https://orcid.org/0000-0003-0708-1694>

Марал Бердимуратова магистрант, кафедра индустрии питания, гостиничного бизнеса и сервиса, Российский биотехнологический университет, Волоколамское ш, 11, г Москва, 125080, Россия, maral.berdimuratova@mail.ru
 <https://orcid.org/0000-0002-4894-8621>

Иван Д. Сечков аспирант, кафедра индустрии питания, гостиничного бизнеса и сервиса, Российский биотехнологический университет, Волоколамское ш, 11, г Москва, 125080, Россия, sechkovi@gmail.com
 <https://orcid.org/0009-0006-0161-3564>

Вклад авторов

Все авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут ответственность за плагиат

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Information about authors

Elena N. Molchanova Cand. Sci. (Biochem.), professor, food industry, hotel business and service department, Russian Biotechnological University, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Avol., 19 Voronezh, 394036, Russia, melena2004@ya.ru
 <https://orcid.org/0000-0003-0708-1694>

Maral Berdimuratova master student, food industry, hotel business and service department, Russian Biotechnological University, Volokolamskoe highway, 11 Moscow, 125080, Russia, maral.berdimuratova@mail.ru
 <https://orcid.org/0000-0002-4894-8621>

Ivan D. Sechkov graduate students, food industry, hotel business and service department, Russian Biotechnological University, Volokolamskoe highway, 11 Moscow, 125080, Russia, sechkovi@gmail.com
 <https://orcid.org/0009-0006-0161-3564>

Contribution

All authors are equally involved in the writing of the manuscript and are responsible for plagiarism

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Поступила 17/01/2024	После редакции 05/02/2024	Принята в печать 21/02/2024
Received 17/01/2024	Accepted in revised 05/02/2024	Accepted 21/02/2024