

Научная статья

УДК 664.953

DOI: 10.17586/2310-1164-2025-18-1-12-23

Разработка технологии функционального паштета на основе побочных продуктов переработки рыбного сырья

А.С. Москвичев, Е.В. Москвичева*

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого
Россия, Санкт-Петербург, *moskvicheva_ev@spbstu.ru

Аннотация. Разрабатывали технологию и исследовали показатели качества нового пищевого продукта с использованием молоки сельди тихоокеанской и криопорошка брусники. Выработку рыбных паштетов с молоками проводили из сырого и предварительно термически обработанного (бланшированного) рыбного компонента. Сырье изучалось по органолептическим и технологическим показателям (влагосвязывающая способность, влагоудерживающая способность, влаговыделяющая способность, эмульгирующая способность и стабильность эмульсии). Три образца паштетов исследовались по физико-химическим (активная кислотность pH, перекисное число), микробиологическим и органолептическим показателям. Установлено, что сырье молоки обладает высокими показателями влагоудерживающей и влагосвязывающей способности – 70 и 63% соответственно, а влагоудерживающая способность составляет 11%. Молоки проявляют высокую эмульгирующую способность, а эмульсии на их основе являются стабильными, наилучшие показатели имели сырье молоки – 60 и 55% соответственно. Опытные образцы паштетов обладали приятным вкусом и ароматом, привлекательным внешним видом и нежной консистенцией до и после хранения. Замена основного рыбного сырья (филе сельди) на 30–40% молок возможна без ухудшения качества готового продукта. Исследование пищевой и энергетической ценности рыбного паштета подтвердило целесообразность использования молок в качестве равнозначной замены филе сельди не более 40%. Энергетическая ценность продукта составляет 283 ккал на 100 г продукта. Употребление 100 г паштета с добавлением концентрата брусники обеспечивает примерно 25% от суточной потребности в антоцианах. Показано, что в процессе хранения pH остается стабильным (от 6,4 до 5,6), перекисное число изменяется незначительно (0,61–0,65 мэкв/г), КМАФАНМ не превышало допустимой нормы. Применение криопорошка брусники в качестве природного консерванта пролонгирует сохранность охлажденного паштета из филе сельди и молок при температуре от 0 до 6°C до двух месяцев.

Ключевые слова: технология рыбной продукции; разработка функционального паштета; филе сельди; молоки сельди; криопорошок брусники; срок годности

Original article

Technology of functional pate on the basis of fish processing by-products

Aleksandr S. Moskvichev, Elena V. Moskvicheva*

Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University
St. Petersburg, Russia, *moskvicheva_ev@spbstu.ru

Abstract. We present a technology and quality indicators for a new food product with the use of Pacific herring milt and cranberry cryopowder. Fish pates with milt were produced from raw and pre-heat-treated (blanched) fish component. Raw materials were studied by organoleptic and technological parameters (moisture-binding capacity, moisture-holding capacity, moisture-extracting capacity, emulsifying capacity, and emulsion stability). Three samples of pates were investigated in terms of their physicochemical (active acidity pH, peroxide number), microbiological and organoleptic parameters. The raw milks were found to have high water-holding and moisture-binding capacities of 70 and 63%, respectively, with a water-holding capacity being of 11%. Milt exhibits high emulsifying ability and emulsions based on it are stable, raw milt had the best values of 60 and 55% respectively. Experimental samples of pates had pleasant taste and aroma, attractive appearance and tender consistency before and after storage. Replacement of the fish raw material (herring fillet) by 30–40% of milt is possible without deterioration of the quality of the finished product. The study of nutritional and energy value of fish pate has confirmed the feasibility of using milt as a replacement for herring fillet in the amount of not more than 40%. The energy value of the product is 283 kcal per 100 g of product. Consumption of 100 g of pate with the addition of lingonberry concentrate provides about 25% of the daily requirement for anthocyanins. Analysis of the fish pate samples during storage showed that pH remains stable (from 6.4 to 5.6) and peroxide number does not change significantly (0.61–0.65 mEq/g). It was found that QMAFANM in all samples of pate during the whole storage period did not exceed the permissible norm. We determined that the use of natural preservative – cranberry cryopowder – prolongs shelf life of chilled pate from herring fillet and milt up to two months if it is stored at the temperatures from 0 to 6°C.

Keywords: fish production technology; functional pate; herring fillet, herring milt; lingonberry cryopowder; expiry date

Введение

Побочные продукты переработки рыбы (не являются отходом) – это сырье, образующееся в процессе производства основных видов продукции, которое может использоваться повторно для выпуска нового ассортимента продуктов питания, кормов и технических материалов. К побочным продуктам рыбной промышленности относят головы без жабр, икру, молоки, внутренний жир, плавники, кожу, кости, визигу, хрящи и другие части рыбы. 40–60% выделенного побочного сырья от производства филе сельдевых рыб в настоящее время не подлежит дальнейшей переработке для пищевых нужд [1, 2], несмотря на достаточное содержание макро- [3] и микронутриентов [4].

Результаты исследований, проведенные в различных регионах России [5] и за рубежом [6], показали многочисленные возможности использования белкового и жирового вещества [7] из побочного рыбного сырья, способствующих разработке инновационных [8] пищевых и технических продуктов [9]. Особого внимания требуют гонады гидробионтов, а именно молоки, так как они обладают ценным химическим составом, включающим не только незаменимые питательные вещества, но и биологически активные [10]. В зависимости от вида рыбы, времени вылова и стадии зрелости половых желез в них содержится от 12 до 24,5% белка, от 1–2 до 16–18% жира и 1,5–2,0% минеральных веществ [11], количество полиненасыщенных жирных кислот [12], жирорастворимых витаминов [13], витаминов группы В [14], нуклеопротеидов, содержащих биологически активные вещества, так же может существенно различаться [15].

В настоящее время в России нет единой системы, позволяющей организовать экологически безопасную переработку побочного сырья в виде полного замкнутого производственного цикла для выпуска дополнительной продукции животного происхождения направленного действия с заданными свойствами, поэтому исследования возможности его использования [16] в технологиях продуктов питания представляются актуальными.

Создание новых функциональных пищевых продуктов, прежде всего, связано с комбинаторикой используемых ингредиентов. Имеющиеся на продуктовом рынке их аналоги по разным причинам могут совершенствоваться в зависимости от поставленной задачи. Например, с целью повышения экономической эффективности производства пастообразной продукции из рыбного сырья в состав продуктов с добавленной стоимостью могут быть включены молоки. Несмотря на высокую пищевую ценность, они, как правило, не находят широкого применения из-за своего специфического вкуса и часто утилизируются или перерабатываются для кормовых нужд [17]. В другом случае, в процессе переработки сельдевых молок, авторами [18] в качестве дополнительного средства предложено использовать брусничный жмых – побочный продукт производства соков, соусов и напитков из ягод брусники (*Vaccinium vitis-idaea*). Брусничный жмых был применен для решения задач ускорения осаждения белка при извлечении функциональных белков из сельдевых молок, экономии химических реагентов и обеспечения окислительной стабильности. Кроме того, добавление брусничного жмыха вначале химического гидролиза молок сельди для солюбилизации белков предотвращает окисление липидов как во время самого процесса, так и в период последующего хранения полученных изолятов. Однако выход белка в этом процессе снижается, возможно, из-за его взаимодействия с полимерными фенольными соединениями, препятствующими солюбилизации [19]. Можно отметить, что дикорастущие ягоды, в частности брусника, являются значимыми видами не только с экономической точки зрения, но и с экологической. Интерес к данному виду ягодной продукции как ингредиенту функционального питания связан с наличием в ней физиологически значимых биологически активных веществ, содержащих в первую очередь практически весь класс фенольных соединений, тритерпеновые соединения, фитостеролы и др. Использование брусничного сырья позволяет создавать пищевые продукты, обладающие повышенной пищевой ценностью и функциональностью, а также улучшать вкусовые качества готовых изделий и сохранять их на протяжении длительного времени [20, 21].

Решение задач в области целевого совокупного рационального использования природных ресурсов растительного и животного мира представляет значительный интерес. Недостаток исследований в данном научном направлении, отсутствие сегмента пищевой продукции с использованием побочного рыбного сырья способствуют разработке научноемких технологий новой продукции с заданными

характеристиками и функционально-технологическими свойствами для создания функциональных продуктов со стабильными показателями качества, направленных на здоровьесбережение населения.

Цель данного исследования – разработать технологию функционального паштета на основе побочных продуктов переработки рыбного сырья.

Объекты и методы исследования

В качестве объекта исследования использовали побочные продукты переработки рыбы – молоки сельди (*Clupea pallasii*) тихоокеанской (замороженные), выловленной в преднерестовый весенний период в бассейне Охотского моря. Холодильное хранение сырья осуществляли в морозильной камере HIBERG PF 32L4 NFG при температуре не выше минус 18°C. Перед проведением экспериментов выполняли воздушное размораживание сырья до среднеобъемной температуры 5°C. Источником функционального ингредиента представлен антоциансодержащий растительный компонент – криопорошок из ягод брусники. Объекты исследования и техническое задание на разработку выданы рыбоперерабатывающей компанией ООО «Коринф ТКР» (Россия).

Были изготовлены и исследованы три образца рыбных паштетов: образец № 1 (контроль) – паштет из филе сельди; образец № 2 – паштет из филе сельди и молок; образец № 3 – паштет из филе сельди и молок с добавлением концентрата брусники.

В сырье и готовом продукте определяли физико-химические (активная кислотность pH, перекисное число), технологические, микробиологические и органолептические показатели.

Активную кислотность – потенциометрическим методом с использованием pH-метра марки pH- 50МИ (НПО Измерительная техника, Россия) [22].

Перекисное число (ПЧ) – методом йодометрического титрования. Образцы рыбных паштетов к исследованию подготавливали следующим образом: жир экстрагировали из паштета методом Сокслета. 5 г экстракта смешивали с 30 мл уксусной кислоты и хлороформа в соотношении 3:2. К смеси добавляли 5 мл насыщенного раствора йодида калия и выдерживали в темноте в течение 60 с. Затем в качестве индикатора добавляли раствор крахмала и титровали раствором тиосульфата натрия (0,01 н). ПЧ рассчитывали по отношению произведения объема тиосульфата натрия и нормальности его раствора к массе образца продукта, пошедшего на титрование [23].

Выработку рыбных паштетов с молоками проводили из сырого и предварительно термически обработанного (бланшированного) рыбного компонента.

В готовой продукции методом центрифугирования определяли физические и реологические показатели [24], зависящие от технологических свойств [25] молок: влагосвязывающую способность (ВСС), влагоудерживающую (ВУС), влаговыделяющую (BBC), эмульгирующую способность (ЭС) и стабильность эмульсии (СЭ) [26].

Выработанные рыбные паштеты исследовали по микробиологическим показателям – количеству мезофильных аэробных и факультативно анаэробных микроорганизмов (КМАФАнМ) согласно общим требованиям и рекомендациям государственного стандарта ISO 7218.

Органолептическую оценку проводили балловым методом (таблица 1).

Исследования проведены в лабораториях Высшей школы биотехнологий и пищевых производств Санкт-Петербургского политехнического университета. Для получения достоверных результатов измерения проводили в необходимой достаточной кратности повтора. Статистическую обработку данных результатов измерений проводили с использованием программ Excel при доверительном интервале случайной погрешности 0,95, $\Delta \pm 5,0\%$.

Таблица 1. Балльная шкала органолептической оценки качества рыбных паштетов
Table 1. Point scale for sensory evaluation of the fish pates' quality

Показатель качества	Характеристика	Баллы
Внешний вид	Густая тонкоизмельченная масса, однородная, без посторонних включений; с допускаемым наличием мелкой пористости; поверхность влажная ровная, без трещин	5
	Поверхность имеет небольшие трещины; присутствуют небольшие пятна локального характера; незначительное количество выплавленного жира	4
	Поверхность, слегка увлажненная или пересушенная; присутствуют незначительные трещины и/или пятна локального характера	3
	Поверхность увлажненная или подгорелая; присутствуют значительные трещины, пятна носят обширный характер	2
	Изделия бесформенные с влажной или горелой поверхностью	1
Консистенция	Однородная (монолитная, режется на пласты), мажущаяся, сочная, нежная, без крупинок, костные включения не определяются; могут быть кусочки гарниров; глотается без усилий	5
	Однородная, незначительно суховатая; может быть незначительная волокнистость и крупнитчатость; глотается без усилий	4
	Однородная, суховатая, мелко крупнитчатая, волокнистая, крошащаяся, глотается с незначительным усилием	3
	Неоднородная, суховатая, мелко крупнитчатая, волокнистая, глотается с незначительным усилием	2
	Неоднородная, сухая или слишком жидккая, рыхлая или очень жесткая, излишне волокнистая; глотается с усилием	1
Цвет	Равномерный, соответствующий цвету измельченного сырья и компонентов, от светло-серого или кремового до серого или коричневого, без пятен	5
	Равномерный, соответствующий цвету измельченного сырья и компонентов, от светло-серого или кремового до серого или коричневого, с незначительными (локальными) светлыми или темными пятнами; допускается незначительное поверхностное пожелтение, не связанное с окислением жира; возможны участки белого цвета за счет выплавленного жира	4
	Неравномерный, с незначительными светлыми или темными пятнами	3
	Неравномерный, темно-коричневый с сероватым оттенком или бледный	2
	Значительно неравномерный; не свойственный данному виду рыбы и внесенных компонентов	1
Запах	Приятный, с умеренно выраженным ароматом рыбы и внесенных ароматических добавок (пряностей, ароматизаторов), без постороннего запаха; плохой, с резким неприятным или посторонним запахом	5
	Приятный несильный, со слабо выраженным ароматом рыбы и внесенных ароматических добавок, без постороннего запаха	4
	Недостаточно выраженный (без аромата) или специфически кислый (легкий) не связанный с порчей	3
	Неприятный, с очень сильно выраженным ароматом внесенных компонентов и/или с выраженным кислым запахом	2
	Плохой, с резким неприятным или посторонним запахом	1
Вкус	Вкусный, насыщенный, свойственный данному виду рыбы и внесенных компонентов, без постороннего привкуса; для продукции с использованием молок и бруски – незначительный привкус горечи	5
	Достаточно вкусный, свойственный данному виду рыбы, с привкусом внесенных компонентов, без постороннего привкуса	4
	Недостаточно вкусный, ненасыщенный, соленый или пресный и/или присутствуют слабо выраженный кислый привкус, не связанный с порчей	3
	Безвкусный или очень пряный, или соленый; с неприятным кислым привкусом	2
	С неприятным резким, порчающим и/или посторонним вкусом	1

Результаты и обсуждение

Основную роль органолептического анализа сырья, не прошедшего термообработку, играет его визуальная оценка и обоняние.

Характеристика показателей исследуемого сырья представлена в таблице 2.

Таблица 2. Органолептические показатели молок сельди тихоокеанской

Table 2. Organoleptic indices of Pacific herring milt

Наименование показателя	Характеристика
внешний вид	молоки чистые
цвет	молочно-белый
консистенция после размораживания	однородная, мягкая
стадия зрелости	IV стадия
запах после размораживания	свойственный молокам сельди, без постороннего запаха
наличие посторонних примесей	не обнаружено

Анализ результатов исследования по суммарным показателям внешнего вида, цвета, консистенции и дополнительным критериям (оплыту ткани после ее разреза и мажущей консистенции) позволил определить стадию зрелости молок – это последняя IV стадия с наилучшими характеристиками сырья.

Результаты исследований влагосвязывающей, влагоудерживающей и влаговыделяющей способности сырых и бланшированных молок сельди представлены на рисунке 1.

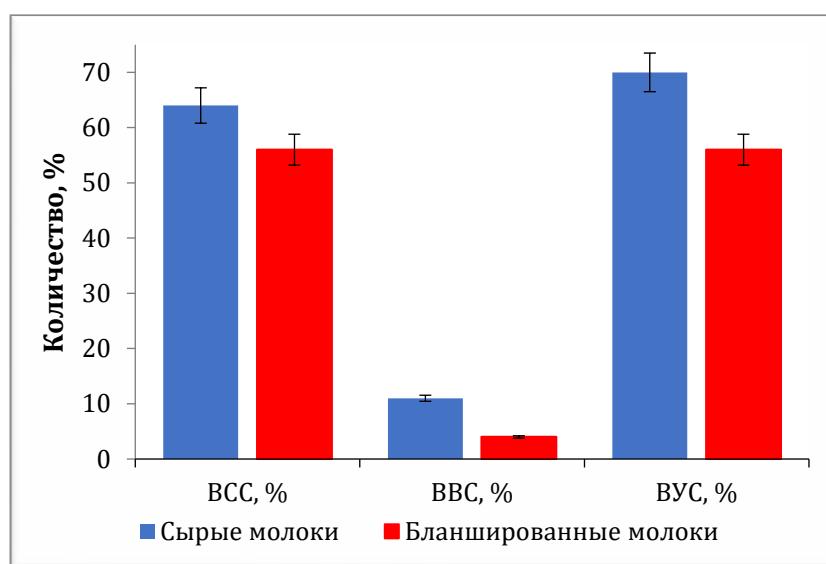


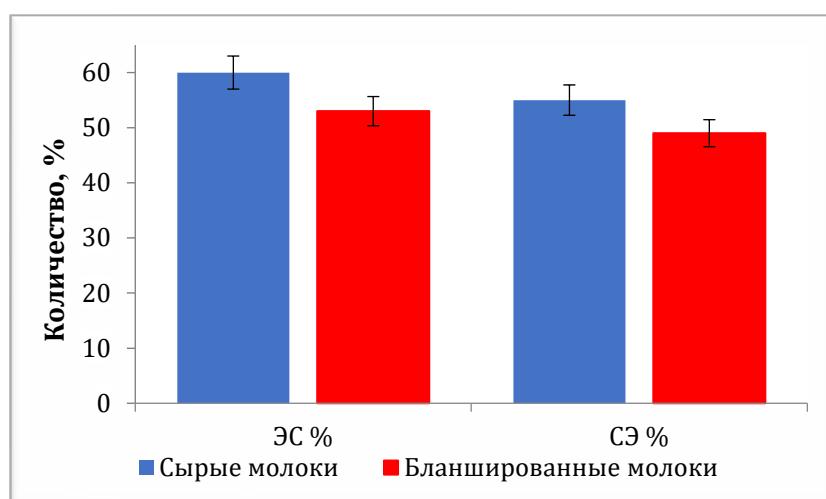
Рисунок 1 – Функционально-технологические свойства свежих и бланшированных молок

Figure 1. Functional and technological properties of fresh and blanched milt

Оценивая результаты исследования, представленные на диаграмме, видно, что показатели ВСС и BBC сырых молок выше, чем у бланшированных на 8 и 11% соответственно. В связи с тем, что потеря влаги у сырых молок минимальна, значения ВУС у них на 14% превышают бланшированные.

Одним из важных показателей при изготовлении паштетов является способность к образованию термически и механически стойких эмульсий.

Результаты исследований, представленные на рисунке 2 показывают, что молоки как в сыром, так и бланшированном виде проявляют высокую эмульгирующую способность, а эмульсии на их основе являются стабильными. Наилучшие показатели ЭС и СЭ имели сырье молоки – 60 и 55% соответственно. Использование в качестве эмульгаторов сырых молок позволяет получать эмульсионные системы с высокой эмульгирующей способностью.



*Рисунок 2 – Эмульгирующая способность и стабильность эмульсии из молок сельди
Figure 2. Emulsifying ability and stability of herring milt emulsion*

Также был проведен органолептический анализ эмульсий на основе сырых и бланшированных молок (таблица 3).

*Таблица 3. Органолептические показатели эмульсий на основе молок сельди в зависимости от обработки
Table 3. Organoleptic parameters of emulsions based on herring milt depending on its processing*

Термическое состояние молок	Внешний вид эмульсии	Консистенция эмульсии	
		до тепловой обработки	после тепловой обработки
сырые	однородная, матово-белая с сероватым оттенком	сметанообразная, густая	уплотненная, упругая
вареные	однородная, матово-белая	желеобразная	мягкая, мажущая

Эмульсии на основе сырых молок после тепловой обработки имеют плотную и упругую консистенцию, в то время как консистенция эмульсий из вареных молок более мягкая и мажущая.

Таким образом для разработки пастеризованного рыбного паштета эмульсионного типа рекомендуется использовать сырье молоки. Несмотря на антимикробное действие предварительной тепловой обработки (в процессе бланширования инактивируются вегетативные клетки микроорганизмов) использовать бланшированные молоки нерационально. В процессе бланширования вместе с влагой теряются ценные водорастворимые азотистые соединения, выход рыбного компонента уменьшается. Кроме того, ввиду частичной денатурации и коагуляции белков бланшированные молоки имеют сниженные технологические показатели.

В качестве основы для создания заданного продукта использовали рецептуру паштета из филе сельди (контрольный образец), предоставленную ООО «Коринф ТКР».

Включение молок сельди в рецептуру (таблица 4) продуктов с добавленной стоимостью позволит повысить рентабельность предприятия и снизить количество образующихся отходов. Придание продукту функциональной направленности расширит ассортиментный ряд и улучшит качество выпускаемой продукции.

Технологический процесс изготовления паштетов состоял из следующих этапов: подготовка сырья, приготовление паштетной эмульсии, расфасовка, пастеризация 80–90°C в течение 50–70 мин, охлаждение и хранение. Приготовление эмульсии проводили следующим образом: в чашу куттера заливали питьевую воду, закладывали предварительно измельченное рыбное сырье и взвешенные сухие компоненты, перемешивали, а затем, постепенно добавляя растительное масло и все компоненты, вновь перемешивали до образования однородной паштетной массы.

Экспериментально установили максимально возможный процент замены филе сельди на молоки. Предельное количество молок, не приводящее к ухудшению качества паштетов, составило 40% от массы филе или 19,2% от массы нетто готового продукта. При добавлении молок сельди сверх установленной нормы в готовом продукте преобладает избыточный привкус горечи.

Таблица 4. Рецептуры приготовления рыбных паштетов из сельди тихоокеанской
Table 4. Recipes for preparing fish pates from Pacific herring

Наименование компонента	Количество на 1 т паштетной массы, кг		
	образец № 1	образец № 2	образец № 3
сельдь тихоокеанская филе	680	476	469
молоки сельди тихоокеанской	–	204	201
масло подсолнечное рафинированное	180	180	180
дезодорированное			
вода питьевая	90	90	90
сублимированный концентрат	–	–	10
брусники			
яичный желток ферментированный	15	15	15
крахмал картофельный	20	20	20
соль пищевая	8	8	8
сахар-песок	5	5	5
смесь пряностей	2	2	2
Итого:	1000	1000	1000

В качестве функционального ингредиента рассматривали антоцианы брусничного концентрата, которые относятся к миорным биологически активным веществам.

Органолептическая оценка свежеприготовленных пастеризованных образцов рыбных паштетов представлена на рисунке 3.

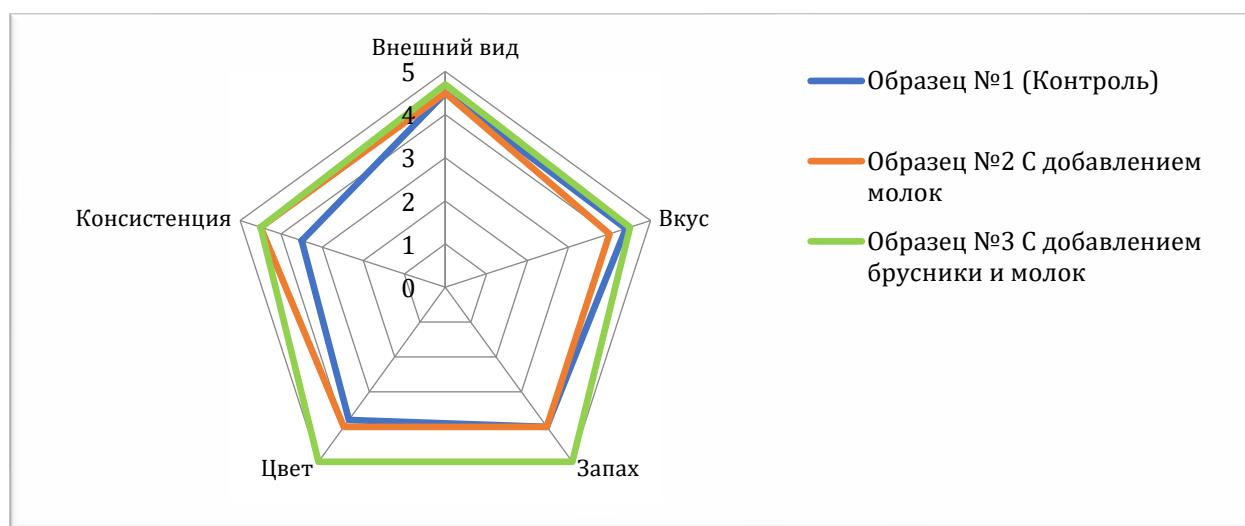


Рисунок 3 – Органолептическая оценка свежеприготовленных рыбных паштетов
Figure 3. Organoleptic evaluation of freshly prepared fish pates

Анализ профилограммы (рисунок 3) показывает, что наивысшую оценку дегустационная комиссия поставила за образец № 3 из филе сельди и молок с добавлением концентрата брусники. Его консистенция отличалась большей пластичностью и нежностью. Присутствие брусничного компонента нивелировало специфический рыбный запах и замаскировало привкус горечи от молок, природные пигментные красители придали паштету равномерный приятный кремовый оттенок, вкус был насыщенным, вероятно, из-за наличия органических кислот, подчеркивающих вкус паштета. Статистическую оценку согласованности мнений экспертов определяли по величине коэффициента конкордации, значимость которого проверяли по критерию Пирсона. Полученная величина коэффициента (0,83) подтверждает высокую согласованность мнений экспертов.

Исследование пищевой и энергетической ценности показало целесообразность использования молок в качестве равноценной замены филе сельди, но в количестве не более 40%. Продукт богат белком (14 г), имеет высокую калорийность за счет содержания жира (23 г), углеводов (5 г).

Энергетическая ценность составляет 283 ккал на 100 г продукта. Добавление 10 г брусничного концентрата покрывает 25% суточной нормы потребления антиоксидантов взрослого человека, согласно методическим рекомендациям «Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации», что придает выпускаемому продукту функциональные свойства.

Исходя из полученных результатов органолептической оценки и пищевой ценности объектом дальнейших исследований были выбраны образцы № 2 и № 3.

Результаты активной кислотности (рН) образцов пастеризованных рыбных паштетов до и после хранения представлены в таблице 5.

Таблица 5. Динамика изменения рН при хранении паштета с добавлением и без добавления сухого брусничного концентрата

Table 5. Dynamics of pH index change during storage of pate with and without addition of dried lingonberry concentrate

Образцы	Показатель рН			
	о (фон)	на 30-е сутки	на 60-е сутки	на 90-е сутки
2	6,4 ±0,2	6,4 ±0,2	6,3 ±0,2	6,3 ±0,2
3	5,8 ±0,2	5,7 ±0,2	5,6 ±0,2	5,6 ±0,2

Установлено, что внесение в рецептуру сублимированного концентрата брусники снижает значение рН продукта на 10,9%. В процессе хранения рН во всех образцах проявляет стабильность (уменьшается не более чем на 0,1–0,2 ед.), что свидетельствует об отсутствии прокисания или брожения.

В процессе хранения рыбных паштетов могут происходить изменения, обусловленные не только микробиологическими, но и окислительными процессами, приводящими к порче продукта. Количественным показателем присутствия первичных продуктов окисления жиров является перекисное число. По его величине можно судить о начальной стадии окисления липидов, на которой образуются пероксиды и гидропероксиды, существенно не влияющие на органолептические свойства жира. Перекисное число служит одним из тестов на процессы самоокисления.

В таблице 6 представлены результаты исследований перекисного числа рыбных паштетов на первые и 90-е сутки хранения.

Таблица 6. Значение перекисного числа рыбных паштетов в процессе хранения

Table 6. Significance of the peroxide number of fish pates during storage

Образец	Показатели перекисного числа, мэкв/г	
	на 1-е сутки	на 90-е сутки
2	0,61	0,65
3	0,60	0,62

Анализ полученных результатов свидетельствует об отсутствии существенных гидролитических и окислительных процессов в паштетах при их хранении. Наименьшие изменения перекисного числа наблюдаются в образце № 3, полученном с добавлением концентрата брусники, что объясняется наличием в его составе биологических антиоксидантов фенольной природы.

Таблица 7. Динамика изменения КМАФАнМ паштетов в процессе хранения

Table 7. Dynamics of changes in QMAFAnM of the pates during storage

Образец	Показатель КМАФАнМ, КОЕ/г			
	о (фон)	на 30-е сутки	на 60-е сутки	на 90-е сутки
1	> 1,0·10 ²	> 1,0·10 ²	> 1,0·10 ³	> 1,0·10 ³
2	> 1,0·10 ²	> 1,0·10 ²	> 1,0·10 ³	> 1,0·10 ³
3	> 1,0·10 ²	> 1,0·10 ²	> 1,0·10 ²	> 1,0·10 ²

Исследование всех образцов рыбных паштетов на соответствие микробиологическим нормативам безопасности для термически обработанных рыбных кулинарных изделий представлены в таблице 7.

Согласно техническим регламентам, допустимые значения КМАФАнМ не должны превышать $1,0 \cdot 10^4$ КОЕ/г.

Анализ представленных результатов показывает, что общая бактериальная обсемененность в образцах на протяжении всего срока хранения не превышала допустимой нормы, свидетельствуя о микробиологической стабильности продукции и, как следствие, о правильности выбранных режимов пастеризации и холодильного хранения.

Добавление концентрата брусники в рецептуру паштетов в количестве 1% оказывает дополнительное антимикробное действие, о чем свидетельствует снижение общего количества микроорганизмов при длительном холодильном хранении. Как видно из таблицы 7, в рыбных паштетах без добавления концентрата брусники (образцы № 1 и № 2) на 90-е сутки хранения КМАФАнМ возрастает, в то время как в паштетах с добавлением концентрата брусники (образец № 3) этот показатель не меняется.

Заключение

Разработана технология рыбного паштета с добавлением молок сельди тихоокеанской и криопорошка брусники. Образцы № 2 и № 3 отличаются приятным вкусом и ароматом, имеют привлекательный внешний вид и нежную консистенцию до и после хранения. Обогащение рыбного паштета (образец № 3) криопорошком из ягод брусники, обладающим биологически активными веществами, высокой физиологической и фармацевтической активностью биокомпонентов, позволяет говорить о функциональности созданного продукта. Брусничное сырье способно изменять биологические маркеры, связанные с хроническими, дегенеративными и инфекционными заболеваниями, обладает выраженной антиоксидантной, антимикробной, противовоспалительной, противораковой, антидиабетической и нейропротекторной активностью [27]. Употребление 100 г паштета (образец № 3) с добавлением концентрата брусники обеспечивает примерно 25% от суточной потребности антицианов.

По результатам микробиологических и физико-химических исследований функционального паштета из сельди тихоокеанской с добавлением молок (образец № 3) установлено, что разработанная технология (с учетом коэффициента запаса) обеспечивает сохранность кулинарного изделия при температуре от 0 до 6°C в течение двух месяцев.

Разработанная технология кулинарного рыбного изделия – функциональный паштет из сельди тихоокеанской с добавлением молок – внедрена в производство ООО «КОРИНФ ТКР». Разработаны и утверждены ТУ и ТИ ООО «КОРИНФ ТКР», регистрационный номер ТУ и ТИ 10.20.25–011–36332522–2024 «Паштет из сельди тихоокеанской пастеризованный».

Литература

1. Montoya J.E.Z., Sanchez A.F. The hydrolysates from fish by-product, an opportunity increasing. In Haider S., Haider F., Catala A. (Eds.) *Hydrolases*. IntechOpen. 2022. DOI: 10.5772/intechopen.102348
2. Wu H., Abdollahi M., Undeland I. Effect of recovery technique, antioxidant addition and compositional features on lipid oxidation in protein enriched products from cod-salmon and herring backbones. *Food Chem.* 2021, V. 360, article 129973. DOI: 10.1016/j.foodchem.2021.129973
3. Гроховский В.А., Куранова Л.К., Волченко В.И., Глухарев А.Ю., Глазунов Ю.Т. Разработка нового ассортимента консервов паштетов из мороженых гонад и печени трески // Вестник Мурманского гос. техн. ун-та. 2016. Т. 19. № 3. С. 603–609. DOI: 10.21443/1560-9278-2016-3-603-609
4. Глухарев А.Ю., Куранова Л.К., Гроховский В.А., Волченко В.И. Оптимизация рецептурного состава консервов из мороженых гонад и жира печени трески // Вестник КамчатГТУ. 2018. № 45. С. 18–27. DOI: 10.17217/2079-0333-2018-45-18-27
5. Mezenova O.Ya., Matkovskaia M.V. Development of new functional food for old people from fish-by-products. *Australian Journal of Science Research.* 2014. № 1. pp. 421–426.
6. Valimaa A-L., Makinen S., Mattila P., Marnila P., Pihlanto A., Maki M., Hiidenhovi J. Fish and fish side streams are valuable sources of high-value components. *Food Quality and Safety.* 2019, V. 3, no. 4, pp. 209–226. DOI: 10.1093/fqsafe/fzy024
7. Aitta E., Damerau A., Marsol-Vall A., Fabritius M., Pajunen L., Kortesniemi M., Yang B. Enzyme-assisted aqueous extraction of fish oil from Baltic herring (*Clupea harengus membras*) with special reference to emulsion-formation, extraction efficiency, and composition of crude oil. *Food Chem.* 2023, V. 30, Is. 424, article 136381. DOI: 10.1016/j.foodchem.2023.136381

8. Киричко Н.А., Мукатова М.Д., Вздорнова М.С., Миронов А.И. К вопросу о возможности рационального использования гонад промыслового сазана и товарного осетра // Инженерные технологии в сельском и лесном хозяйстве: сб. тр. Тюмень: Изд-во Гос. аграр. ун-та Северного Зауралья. 2020. С. 191–196.
9. Siddiqui S.A., Schulte H., Pleissner D., Schönfelder S., Kvangersnes K., Dauksas E., Rustad T., Cropotova J., Heinz V., Smetana S. Transformation of seafood side-streams and residuals into valuable products. *Food*. 2023, V. 12, no. 2, article 422. DOI: 10.3390/foods12020422
10. Лютова Е.В., Ключко Н.Ю. Молоки сельди балтийской как источник пищевых и биологически активных веществ // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В.Р. Филиппова. 2016. № 4. С. 108–116.
11. Wu C., Wang L., Liu C., Gao F., Su M., Wu X., Hong F. Mechanism of Cd²⁺ on DNA cleavage and Ca²⁺ on DNA repair in liver of silver crucian carp. *Fish Physiol Biochem*. 2018, V. 34, Is. 1, pp. 43–51. DOI: 10.1007/s10695-007-9144-7
12. Wu H., Forghani B., Abdollahi M., Undeland I. Lipid oxidation in sorted herring (*Clupea harengus*) filleting co-products from two seasons and its relationship to composition. *Food Chem*. 2022, V. 30, Is. 373, article 131523. DOI: 10.1016/j.foodchem.2021.131523
13. Bazarnova J., Korableva N., Ozerova O., Moskvicheva E. Biochemical composition and quality of herring preserves with addition of bio-protective cultures. *Agronomy Research*. 2020, V. 18, Sp. Is. 3, pp. 1629–1639. DOI: 10.15159/AR.20.098
14. Wu H., Forghani B., Abdollahi M., Undeland I. Five cuts from herring (*Clupea harengus*): Comparison of nutritional and chemical composition between co-product fractions and fillets. *Food Chem X*. 2022, V. 25, no. 16, article 100488. DOI: 10.1016/j.fochx.2022.100488
15. Данилов М.Б., Иванов А.Ю. Изучение биологической ценности белково-жировой эмульсии из молок лососевых рыб // Вестник ВСГУТУ. 2020. № 1. С. 37–43.
16. Федосеева Е.В. Пресервы из молок лососевых рыб // Рыбное хозяйство. 2014. № 1. С. 102–105.
17. Самойлова Д.А., Цибизова М.Е. Вторичные ресурсы рыбной промышленности как источник пищевых и биологически активных добавок // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Рыбное хозяйство. 2015. № 2. С. 129–136.
18. Zhang J., Abdollahi M., Ström A., Undeland I. Lingonberry (*Vaccinium vitis-idaea*) press-cake as a new processing aid during isolation of protein from herring (*Clupea harengus*) co-products. *Food Chemistry*. 2023, V. 17, article 100592. DOI: 10.1016/j.fochx.2023.100592
19. Zhang M., Abdollahi M., Alminger M., Undeland I. Cross-processing herring and salmon co-products with agricultural and marine side-streams or seaweeds produces protein isolates more stable towards lipid oxidation. *Food Chemistry*. 2022, V. 382, article 132314. DOI: 10.1016/j.foodchem.2022.132314
20. Алексеенко Е.В., Быстрова Е.А., Семенов Г.Н., Черных В.Я. Технология получения и оценка качества сублимированного порошка из ягод брусники // Пищевая промышленность. 2017. № 11. С. 70–73.
21. Лютикова М.Н., Ботиров Э.Х. Химический состав и практическое применение ягод брусники и клюквы // Химия растительного сырья. 2015. № 2. С. 5–27. DOI: 10.14258/jcprm.201502429
22. Akimova D., Suychinov A., Kakimov A., Kabdylzhar B., Zharykbasov Y., Yessimbekov Z. Effect of chicken by-products on the physicochemical properties of forcemeat formulations. *Future Foods*. 2023, V. 7, article 100238. DOI: 10.1016/j.fufo.2023.100238
23. Ghorbani A., Mahmoudifar K., Shokri S., Mazaheri Y., Shamloo E., Rezagholizade-Shirvan A., Elhamirad A.H. Effect of Allium Jesdianum's extract on the physicochemical, antioxidant, antimicrobial and sensory properties of Sausage characteristics. *Food Chem X*. 2024, V. 22, article 101461. DOI: 10.1016/j.fochx.2024.101461
24. Haque A., Ahmad S., Adnan M., Khan M.I., Ashraf S.A., Azad Z.R.A.A. Fortification of conventional Buffalo meat sausage with ash gourd peel enhances shelf life, nutritional, functional and microstructural characteristics. *NFS Journal*. 2024, V. 35, article 100179. DOI: 10.1016/j.nfs.2024.100179
25. Toldrà M., Taberner P., Parés D., Carretero C. Surimi-like protein ingredient from porcine spleen as lean meat replacer in emulsion-type sausages. *Meat Science*. 2021, V. 182, article 108640. DOI: 10.1016/j.meatsci.2021.108640
26. Zou Y., Wang L., Wang X. et al. Preparation, physicochemical and emulsifying properties of chicken liver phosphatidylcholine by enzymatic extraction. *LWT*. 2023, V. 188, article 115400. DOI: 10.1016/j.lwt.2023.115400
27. Vilkyckyte G., Motiekaitė V., Vainoriene R., Raudone L. Promising cultivars and intraspecific taxa of lingonberries (*Vaccinium vitis-idaea* L.): Profiling of phenolics and triterpenoids. *Journal of Food Composition and Analysis*. 2022, V. 114, article 104796. DOI: 10.1016/j.jfca.2022.104796

References

1. Montoya J.E.Z., Sanchez A.F. The hydrolysates from fish by-product, an opportunity increasing. In Haider S., Haider F., Catala A. (Eds.) *Hydrolases*. IntechOpen. 2022. DOI: 10.5772/intechopen.102348
2. Wu H., Abdollahi M., Undeland I. Effect of recovery technique, antioxidant addition and compositional features on lipid oxidation in protein enriched products from cod- salmon and herring backbones. *Food Chem*. 2021, V. 360, article 129973. DOI: 10.1016/j.foodchem.2021.129973

3. Grokhovsky V.A., Kuranova L.K., Volchenko V.I., Glukharev A.Yu., Glazunov Yu.T. New type of canned cod gonads and liver pastes. *Scientific Journal of Murmansk State Technical University*. 2016, V. 19, no. 3, pp. 603–609. DOI: 10.21443/1560-9278-2016-3-603-609 (In Russian)
4. Glukharev A.Yu., Kuranova L.K., Grokhovsky V.A., Volchenko V.I. The optimization of canned foods prescription content from frozen cod gonads and cod liver oil. *Bulletin of Kamchatka State Technical University*. 2018, no. 45, pp. 18–27. DOI: 10.17217/2079-0333-2018-45-18-27 (In Russian)
5. Mezenova O.Ya., Matkovskaya M.V. Development of new functional food for old people from fish-by-products. *Australian Journal of Science Research*. 2014. № 1. pp. 421–426.
6. Valimaa A-L., Makinen S., Mattila P., Marnila P., Pihlanto A., Maki M., Hiidenhovi J. Fish and fish side streams are valuable sources of high-value components. *Food Quality and Safety*. 2019, V. 3, no. 4, pp. 209–226. DOI: 10.1093/fqsafe/fyz024
7. Aitta E., Damerau A., Marsol-Vall A., Fabritius M., Pajunen L., Kortesniemi M., Yang B. Enzyme-assisted aqueous extraction of fish oil from Baltic herring (*Clupea harengus membras*) with special reference to emulsion-formation, extraction efficiency, and composition of crude oil. *Food Chem.* 2023, V. 30, Is. 424, article 136381. DOI: 10.1016/j.foodchem.2023.136381
8. Kirichko N.A., Mukatova M.D., Vzdornova M.S., Mironov A.I. On the possibility of rational use of gonads of commercial carp and commercial sturgeon. *Engineering Technologies in Agriculture and Forestry*. Collection of Works. Tyumen. State Agrarian University of Northern Trans-Urals Publ., 2020, pp. 191–196. (In Russian)
9. Siddiqui S.A., Schulte H., Pleissner D., Schönfelder S., Kvargasnes K., Dauksas E., Rustad T., Cropotova J., Heinz V., Smetana S. Transformation of seafood side-streams and residuals into valuable products. *Food*. 2023, V. 12, no. 2, article 422. DOI: 10.3390/foods12020422
10. Lyutova E.V., Klyuchko N.Y. Baltic herring roe as a source of nutritional and biologically active substances. *Vestnik of Buryat State Academy of Agriculture n.a. V. Philippov*. 2016, no. 4, pp. 108–116. (In Russian)
11. Wu C., Wang L., Liu C., Gao F., Su M., Wu X., Hong F. Mechanism of Cd²⁺ on DNA cleavage and Ca²⁺ on DNA repair in liver of silver crucian carp. *Fish Physiol Biochem.* 2018, V. 34, Is. 1, pp. 43–51. DOI: 10.1007/s10695-007-9144-7
12. Wu H., Forghani B., Abdollahi M., Undeland I. Lipid oxidation in sorted herring (*Clupea harengus*) filleting co-products from two seasons and its relationship to composition. *Food Chem.* 2022, V. 30, Is. 373, article 131523. DOI: 10.1016/j.foodchem.2021.131523
13. Bazanova J., Koraleva N., Ozerova O., Moskvicheva E. Biochemical composition and quality of herring preserves with addition of bio-protective cultures. *Agronomy Research*. 2020, V. 18, Sp. Is. 3, pp. 1629–1639. DOI: 10.15159/AR.20.098
14. Wu H., Forghani B., Abdollahi M., Undeland I. Five cuts from herring (*Clupea harengus*): Comparison of nutritional and chemical composition between co-product fractions and fillets. *Food Chem X*. 2022, V. 25, no. 16, article 100488. DOI: 10.1016/j.fochx.2022.100488
15. Danilov M.B., Ivanov A.Yu. Study of the biological value of protein-fat emulsion from salmon milt. *ESSUTM Bulletin*. 2020, no. 1, pp. 37–43. (In Russian)
16. Fedoseeva E.V. Preserves from salmon milt. *Fisheries*. 2014, no. 1, pp. 102–105. (In Russian)
17. Samoylova D.A., Tsibizova M.E. Secondary resources of the fishing industry as a source of food and dietary supplements. *Vestnik of Astrakhan State Technical University. Series: Fishing Industry*. 2015, no. 2, pp. 129–136. (In Russian)
18. Zhang J., Abdollahi M., Ström A., Undeland I. Lingonberry (*Vaccinium vitis-idaea*) press-cake as a new processing aid during isolation of protein from herring (*Clupea harengus*) co-products. *Food Chemistry*. 2023, V. 17, article 100592. DOI: 10.1016/j.fochx.2023.100592
19. Zhang M., Abdollahi M., Alminger M., Undeland I. Cross-processing herring and salmon co-products with agricultural and marine side-streams or seaweeds produces protein isolates more stable towards lipid oxidation. *Food Chemistry*. 2022, V. 382, article 132314. DOI: 10.1016/j.foodchem.2022.132314
20. Alekseenko E.V., Bystrova E.A., Semenov G.N., Chernykh V.Y. Technology of obtaining and evaluation of the quality of freeze dried powder from red whortleberry. *Food Industry*. 2017, no. 11, pp. 70–73. (In Russian)
21. Lyutikova M.N., Botirov E.H. The chemical composition and the practical application of berries, cranberries and cranberry. *Chemistry of Plant Raw Material*. 2015, no. 2, pp. 5–27. DOI: 10.14258/jcprm.201502429 (In Russian)
22. Akimova D., Suychinov A., Kakimov A., Kabdylzhar B., Zharykbasov Y., Yessimbekov Z. Effect of chicken by-products on the physicochemical properties of forcemeat formulations. *Future Foods*. 2023, V. 7, article 100238. DOI: 10.1016/j.fufo.2023.100238
23. Ghorbani A., Mahmoudifar K., Shokri S., Mazaheri Y., Shamloo E., Rezagholizade-Shirvan A., Elhamirad A.H. Effect of Allium Jesdianum's extract on the physicochemical, antioxidant, antimicrobial and sensory properties of Sausage characteristics. *Food Chem X*. 2024, V. 22, article 101461. DOI: 10.1016/j.fochx.2024.101461
24. Haque A., Ahmad S., Adnan M., Khan M.I., Ashraf S.A., Azad Z.R.A.A. Fortification of conventional Buffalo meat sausage with ash gourd peel enhances shelf life, nutritional, functional and microstructural characteristics. *NFS Journal*. 2024, V. 35, article 100179. DOI: 10.1016/j.nfs.2024.100179

25. Toldrà M., Taberner P., Parés D., Carretero C. Surimi-like protein ingredient from porcine spleen as lean meat replacer in emulsion-type sausages. *Meat Science*. 2021, V. 182, article 108640. DOI: 10.1016/j.meatsci.2021.108640
26. Zou Y., Wang L., Wang X. et al. Preparation, physicochemical and emulsifying properties of chicken liver phosphatidylcholine by enzymatic extraction. *LWT*. 2023, V. 188, article 115400. DOI: 10.1016/j.lwt.2023.115400
27. Vilkickyte G., Motiekaityte V., Vainoriene R., Raudone L. Promising cultivars and intraspecific taxa of lingonberries (*Vaccinium vitis-idaea* L.): Profiling of phenolics and triterpenoids. *Journal of Food Composition and Analysis*. 2022, V. 114, article 104796. DOI: 10.1016/j.jfca.2022.104796

Информация об авторах

Александр Сергеевич Москвичев – канд. техн. наук, доцент Высшей школы биотехнологий и пищевых производств
Елена Владимировна Москвичева – канд. техн. наук, доцент Высшей школы биотехнологий и пищевых производств

Information about the authors

Aleksandr S. Moskvichev, Ph.D., Associate Professor of the Higher School of Biotechnology and Food Production
Elena V. Moskvicheva, Ph.D., Associate Professor of the Higher School of Biotechnology and Food Production

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

Статья поступила в редакцию 15.01.2025

Одобрена после рецензирования 28.02.2025

Принята к публикации 03.03.2025

The article was submitted 15.01.2025

Approved after reviewing 28.02.2025

Accepted for publication 03.03.2025