

Научная статья

УДК 664.8/.9, 664.664.9

DOI 10.46845/1997-3071-2025-77-84-96

Перспективы применения зостерина в технологии рыбных кулинарных изделий

Анастасия Валерьевна Чернова

Калининградский государственный технический университет, Калининград, Россия

anastasia.chernova@klgtu.ru, <http://orcid.org/0000-0003-0530-9616>

Аннотация. Представлены научно обоснованные решения по расширению ассортимента рыбных кулинарных изделий профилактического назначения. Кулинарная продукция вырабатывалась на основе такого рыбного сырья, как минтай, который является основой вылова в России согласно изученным статистическим данным. Профилактического воздействия на желудочно-кишечный тракт достигали за счет применения биологически активной добавки – зостерина – в концентрациях от 1 до 8 % в зависимости от вида продукта. Зостерин – полигалактоуронан морской травы зостеры (*Zostera marina*), собранной в Дальневосточном регионе России и произведенный в Московской области. Обоснованы функциональные свойства зостерина в качестве структурообразователя рыбного фарша, используемого при производстве рыбных кулинарных изделий типа наггетсов и маффинов. Данная добавка улучшит влагоудерживающую способность, а значит, и сочность фарша, а также формуемость изделий. Кроме того, будет увеличиваться стойкость изделий при транспортировании, так как зостерин влияет на прочность продукта. В результате совокупности данных по исследованию органолептических, физико-химических и реологических показателей предложены следующие виды изделий: рыбные наггетсы, приготовленные с добавлением 3 % зостерина, и безглютеновые рыбные маффины с соотношением рыбы и остальных ингредиентов, равным 1:1, концентрацией зостерина 5 %. Разработанные виды продукции могут явиться источником пищевых волокон (содержание пищевых волокон не менее 3 г на 100 г для твердой пищевой продукции согласно требованиям Технического регламента), что положительно скажется на нормализации деятельности желудочно-кишечного тракта.

Ключевые слова: минтай, маффин, наггетс, фарш, зостерин.

Для цитирования: Чернова А. В. Перспективы применения зостерина в технологии рыбных кулинарных изделий // Известия КГТУ. 2025. № 77. С. 84–96. DOI 10.46845/1997-3071-2025-77-84-96.

Original article

Prospects of zosterin application in fish products technology

Anastasiya V. Chernova

Kaliningrad State Technical University, Kaliningrad, Russia, anastasiya.chernova@klgtu.ru, <http://orcid.org/0000-0003-0530-9616>

Abstract. The paper presents scientifically substantiated solutions to expand the range of fish culinary products for preventive purposes. The culinary products have been produced on the basis of such fish raw material as pollock, which is the basis of catch in Russia, according to the studied statistical data. The preventive effect on the gastrointestinal tract has been achieved through the use of biologically active additive – zosterin – in concentrations from 1 to 8%, depending on the type of product. Zosterin is polygalactouronan of sea grass *Zostera marina*, collected in the Far East region of Russia and produced in the Moscow region. Functional properties of zosterin as a structure-forming agent of fish mince used in the production of fish culinary products such as nuggets and muffins have been substantiated. This additive will improve the moisture-holding capacity, and therefore the juiciness of minced meat, as well as the formability of products. In addition, it will increase the stability of products during transportation, as zosterin affects the strength of the product. As a result of the collected data on the study of organoleptic, physicochemical and rheological parameters the following types of products have been proposed: fish nuggets, cooked with the addition of 3% zosterin and gluten-free fish muffins with the ratio of fish and other ingredients, equal to 1:1, and with a concentration of zosterin 5%. The developed types of products can be a source of dietary fiber (content of dietary fiber not less than 3 g per 100 g for solid food products according to the requirements of the Technical Regulations), which will positively affect the normalization of the gastrointestinal tract.

Keywords: pollock, muffin, nuggets, minced meat, zosterine.

For citation: Chernova A. V. Prospects of zosterin application in fish products technology. *Izvestiya KGTU = KSTU News*. 2025;(77):84–96. (In Russ.). DOI 10.46845/1997-3071-2025-77-84-96.

ВВЕДЕНИЕ

Вылов минтая в РФ по итогам 2024 года составит около 2 млн т, по данным Ассоциации добытчиков минтая, на него придется около 40 % от всего российского вылова [1]. Российское общество профилактики неинфекционных заболеваний и Ассоциации добытчиков минтая начали сотрудничество по популяризации включения рыбы в меню здорового рациона питания, необходимого для ведения правильного образа жизни и профилактики неинфекционных заболеваний [1, 2].

Использование безглютеновой пищи является одной из самых популярных диетических тенденций в настоящее время, и причина этого – растущее количество людей, страдающих целиакией и чувствительностью к глютену, а также тех, кто решил исключить глютен из своей диеты ради улучшения здоровья в целом. Согласно исследованиям, около 2 % населения страдает скрытой формой целиа-

кии, тогда как до 20 % людей имеют ту или иную чувствительность к глютену [3]. Представленные в настоящее время на рынке безглютеновые изделия характеризуются в целом низкой пищевой ценностью по содержанию белка [3]. Таким образом, расширение ассортимента кулинарных изделий с рыбным фаршем, в том числе и лечебно-профилактического назначения, является перспективной задачей, стоящей перед пищевой промышленностью [4, 5].

Производство рыбной продукции из фарша требует применения структурообразователей. Полисахариды с собственной биологической активностью могут иметь различную структуру в зависимости от источника их получения или метода экстракции. Они подвержены физическим, химическим и ферментативным изменениям [6]. Многочисленные функциональные группы, присутствующие в их структуре, являются причиной различных функциональных возможностей, а определенные модификации могут позволить найти им применение в продуктах питания. Пектины морских водорослей и трав обладают свойствами связывать значительное количество влаги, а также увеличивать вязкость, образовывать стойкие суспензии. Они не теряют своих свойств под воздействием давления при формировании изделия, а также при высоких и низких температурах во время тепловой обработки и хранения [7]. В настоящее время существует тенденция использовать пектин при производстве съедобных покрытий для защиты пищевых продуктов, antimicrobial пленок на биологической основе, наночастиц [6, 8]. Достижения в методологии, использование различных источников экстракции и знания о структурных модификациях значительно расширили свойства, выходы и возможности применения этого полисахарида. В последнее время структурно модифицированный пектин показал лучшие функциональные свойства и биологическую активность, чем нативный. Кроме того, пектин можно использовать в сочетании с широким спектром биополимеров с различными свойствами и специфическими функциями. Также добавление пектина морских водорослей и трав значительно повышает пищевую ценность продуктов питания, как показывают исследования [4, 5, 7, 9, 10], к тому же пектин может послужить структурообразователем теста вместо глютена.

Зостера морская – многолетняя морская трава, обитает по всему побережью Черного моря, на берегах Азовского, Каспийского, Белого и дальневосточных морей [11]. Ее семена обладают огромным кулинарным потенциалом из-за сходства с другими зерновыми, из них можно производить муку и сбрасывать ее в спирт [12]. Зостерин – полигалактоуронан зостеры морской с содержанием низкомолекулярной фракции (от 1 до 30 кД) не менее 30 % – относится к группе органических природных сорбентов [13]. Исследования показывают, что на фоне комплексного лечения атопического дерматита с включением в терапию «Зостерин-ультра 60» наблюдается быстрое купирование гастроинтестинальных и кожных симптомов у детей с хроническим гастродуоденитом и атопическим дерматитом, при этом прием препарата не сопровождается никакими побочными эффектами [14]. Зостерин стимулирует иммунные реакции, а в дозе 100 мг/мл и выше защищает клетки от вирусов, подавляет рост грамотрицательных и грамположительных микроорганизмов, в том числе *S. aureus*, *E. Coli* [15]. Также выявлено антидотное влияние зостерина: у взрослых наблюдается снижение в моче ионов кобальта, меди, свинца, никеля и марганца, то есть всей группы тяжелых металлов [14, 15]. Таким образом, применение зостерина в качестве пищевого ингредиента

позволяет профилировать аллергические заболевания, а также нормализовать функции пищеварительной, выделительной и иммунной систем [15].

Целью исследовательской работы являлось расширение ассортимента рыбных кулинарных изделий профилактического назначения.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В качестве образцов были рассмотрены кулинарные изделия типа рыбных наггетсов с концентрацией зостерина 3; 5 и 8 % от массы рыбного сырья и безглютеновые рыбные маффины с концентрацией зостерина 1; 3 и 5 % от муки (смеси рисовой, амарантовой, льняной муки). Расчетная масса маффина была принята в 100 г. Соотношение рыбы и остальных ингредиентов в рыбных маффинах принимали равным 50 % на 50 %. Концентрации зостерина выбраны после анализа литературных данных медицинских исследований по применению данного вещества [11, 13, 14, 15], основным рыбным сырьем явился минтай мороженный по ГОСТ 32366-2013.

Для приготовления кулинарных рыбных изделий используют следующую технологию. Минтай размораживают воздушно-капельным способом, разделяют на тушку, промывают, пропускают через сепаратор для получения фарша. Для приготовления наггетсов в рыбный фарш добавляют специи по рецептуре, перемешивают в фаршемешалке и формируют наггетс в форме круга толщиной 1 см, диаметром 5 см. Полуфабрикат панируют и обжаривают во фритюре в течение 60 с при температуре 180 °С. Далее полуфабрикат направляется на доготовку в пароконвектомат при температуре 180 °С до достижения температуры в толще 80 °С. Для приготовления безглютеновых маффинов полученный фарш смешивается с предварительно просеянной смесью рисовой, амарантовой, льняной муки и разрыхлителем, а также растительным маслом. Замес длится 15 мин при скорости вращения тестомесильного органа 1000 об./мин, далее тесто разливают по формам. Термическая обработка производится в течение 30 мин при температуре 180 °С до достижения температуры в центре маффина 80 °С. После выпекания продукт охлаждают до температуры 25 °С на воздухе, возможно охлаждение в специальных охлаждающих камерах.

Массовую долю влаги маффинов определяли в соответствии с ГОСТ-21094-2022, кислотность – по ГОСТ 5670-96.

Пористость безглютеновых рыбных маффинов исследовали методом Завьялова.

Безопасность проверяли в соответствии с требованиями, предъявляемыми ТР ТС 021/2011 и ТР ЕАЭС 040/2016.

Количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов определяли по ГОСТ 10444.15-94, бактерии группы кишечных палочек – по ГОСТ 31747-2012, *S. aureus* – по ГОСТ 31746-2012, сульфитредуцирующие клостридии – по ГОСТ 29185-2014, плесневые грибы и дрожжи – по ГОСТ 10444.12-2013, бактерии рода *Salmonella* – по ГОСТ 31659-2012 (ИСО 6579:2002), *Listeria monocytogenes* – по ГОСТ 32031-2012, *V. parahaemolyticus* – в соответствии с инструкцией по санитарно-микробиологическому контролю № 5319-91, МУК 4.2.2046-06.

Анализ текстуры проводили на текстурном анализаторе Brookfield CT3. Параметры текстурометра, используемые при исследовании: вид зонда – цилиндрический, скорость – 0,5 мм/с, нагрузка – 10 000 г, глубина – 10,0 мм. Влагоудерживающую способность рыбных наггетсов определяли по методу Грау и Хамма. Органолептическую оценку наггетсов и маффинов проводили с помощью ГОСТ 7631 специально организованной дегустационной комиссией.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Внешний вид образцов рыбных наггетсов представлен на рис. 1.



Рис. 1. Вид на разрезе, где слева направо: контроль и образцы с концентрацией зостерина 3 %, 5 %, 8 % соответственно

Fig. 1. Sectional view, from left to right: control and samples with a zosterin concentration of 3 %, 5 %, 8 %, respectively

Как видно из рис. 1, добавление зостерина влияет на внешний вид кулинарного изделия: с увеличением концентрации зостерина цвет становится более темным, что выразилось в отрицательных оценках дегустаторов при проведении тестирования органолептических характеристик. Кроме того, добавление зостерина улучшает консистенцию фарша, повышает его сочность, формуемость, однако превышение концентрации сверх 5 % приводит к появлению чрезмерного вкуса водорослей. Результаты органолептической оценки представлены в табл. 1.

Таблица 1. Результаты оценки органолептических показателей образцов кулинарного рыбного изделия типа наггетс

Table 1. Results of assessing the organoleptic characteristics of samples of culinary fish products such as nuggets

Наименование показателей качества	Контрольный образец	Образец с 3 % зостерина	Образец с 5 % зостерина	Образец с 8 % зостерина
Внешний вид	4,8±0,1	4,9±0,1	4,3±0,1	3,8±0,1
Консистенция	4,8±0,1	5,0±0,1	4,0±0,2	3,7±0,2
Цвет	4,5±0,2	4,8±0,2	3,8±0,1	2,9±0,2
Вкус	4,9±0,1	4,8±0,2	4,3±0,2	4,0±0,1
Запах	4,7±0,2	4,8±0,1	4,6±0,1	4,6±0,2

Таким образом, по результатам органолептической оценки наибольшее количество баллов получили контрольный образец и образец с концентрацией зостерина 3 %.



Рис. 2. Внешний вид образцов безглютеновых маффинов с концентрацией зостерина слева направо: 0 %, 1 %, 3 %, 5 %

Fig. 2. Appearance of gluten-free muffins samples with zosterin concentration from left to right: 0 %, 1 %, 3 %, 5 %

Таблица 2. Органолептическая оценка маффинов с разной концентрацией зостерина

Table 2. Organoleptic evaluation of muffins with different zosterin concentrations

Показатели	Результаты оценки маффина в зависимости от концентрации зостерина			
	0 %	1 %	3 %	5 %
Форма	Овальная	Круглая	Круглая	Круглая
Характеристика корки	Светло-коричневый цвет с ровной поверхностью	Коричневый цвет с неровной поверхностью, а также с трещинами и надрывами	Коричневый цвет с неровной поверхностью, а также с трещинами и надрывами	Светло-коричневый цвет с ровной поверхностью
Структура пористости	Мелкопористая	Мелкопористая	Среднепористая	Среднепористая
Цвет мякиша	Светло-серый	Светло-серый	Серо-коричневый	Серо-коричневый
Вкус	Не выраженный	Неярко выраженный	Неярко выраженный	Рыбный
Запах	Неярко выраженный	Неярко выраженный	Рыбный	Рыбный

Из табл. 2 видно, что лучшими органолептическими свойствами обладает маффин с концентрацией зостерина 5 %, так как он имеет ровную поверхность по сравнению с другими образцами, где встречались трещины. Можно предположить, что это связано с положительным влиянием зостерина на структурообразующую способность теста. Также данный образец имел равномерную пористость, ярко выраженный вкус и запах рыбы, что выгодно отличало его от других образцов.

Исследование физико-химических показателей рыбных маффинов проводили согласно нормативам, представленным в табл. 3. Результаты отображены в табл. 4.

Таблица 3. Физико-химические показатели рыбных маффинов по нормативной документации

Table 3. Physico-chemical parameters of fish muffins according to regulatory documentation

Наименование показателя	Значение
Кислотность, град., не более	1,5
Массовая доля влаги, %, не более	56,0
Пористость, %, не менее	67,0

Таблица 4. Результаты физико-химических исследований рыбных маффинов с различной концентрацией зостерина

Table 4. Results of physicochemical studies of fish muffins with different concentrations of zosterin

Концентрация зостерина	0 %	1 %	3 %	5 %
Влажность мякиша, % не более	65,8	56,6	53,2	55,2
Кислотность мякиша, град. не более	0,6	0,9	1,1	1,5
Пористость мякиша, % не менее	47,3	51,5	67,8	66,4

Как видно из данных табл. 4, физико-химические показатели рыбных маффинов оставались в пределах нормы, указанной в табл. 3. С повышением концентрации зостерина увеличивается кислотность изделия, а также пористость мякиша, что благотворно сказывается на внешнем виде, а также вкусе.

Реологические исследования рыбных наггетсов (рис. 3) свидетельствуют о том, что с увеличением концентрации зостерина продукт становится более устойчивым к механическому воздействию, прочность увеличивается. Пиковая сила образца с концентрацией зостерина 3 % составила $30,12 \pm 0,55$ Н, образца с концентрацией зостерина 5 % – $57,69 \pm 0,30$ Н, образца с концентрацией зостерина 8 % – $75,00 \pm 0,75$ Н, что гораздо выше, чем у контрольного образца ($26,37 \pm 0,80$ Н). Таким образом, показано положительное влияние зостерина на формуемость полуфабриката, а также на сохранность во время транспортировки.

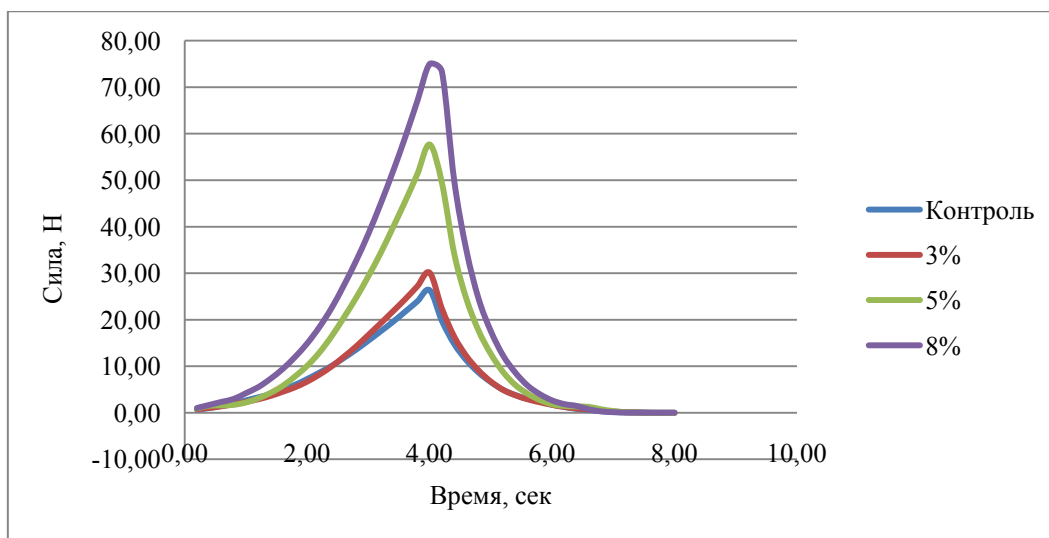


Рис. 3. Характер изменения силы сопротивления разрыву с течением времени
Fig. 3. Change in nuggets tensile strength over time

Установлена статистически достоверная зависимость силы сжатия наггетса от концентрации зостерина (рис. 4), что позволит в дальнейшем принимать решение о выборе концентрации данной добавки в зависимости от требуемой консистенции кулинарного изделия.

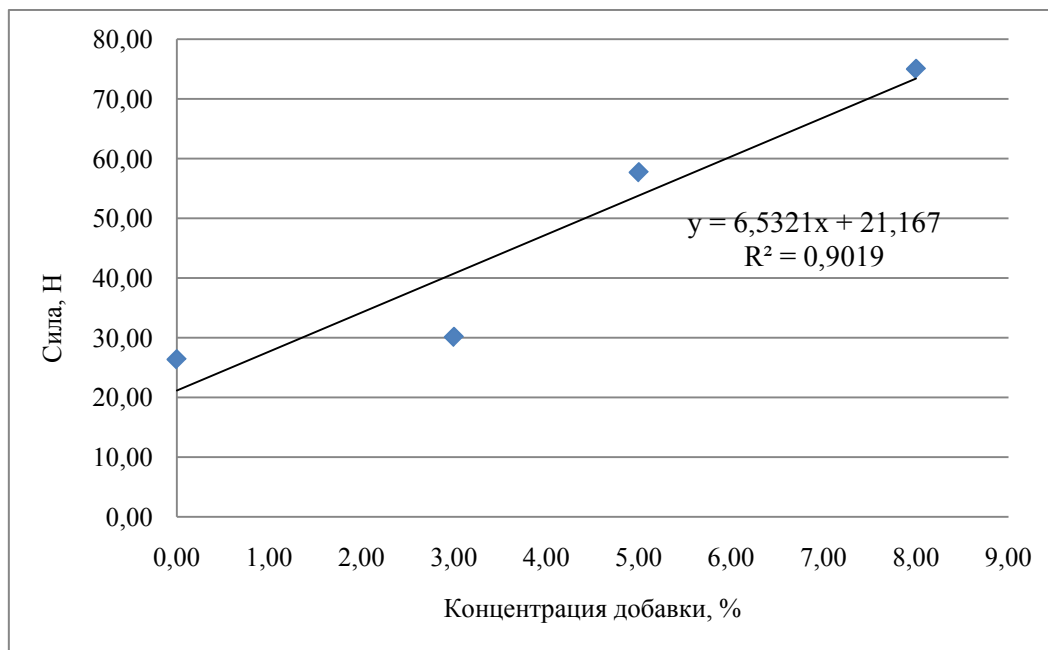


Рис. 4. Зависимость силы нагрузки на наггетс от концентрации зостерина
Fig. 4. Dependence of the load force on the nuggets on the concentration of zosterin

Данные, полученные на текстурометре, согласуются с исследованиями влагоудерживающей способности наггетсов, которая составила $73,7 \pm 0,6$ %; $75,8 \pm 0,3$ %; $77,0 \pm 0,3$ %; $79,0 \pm 0,5$ % для контрольного образца и образцов с концентрацией зостерина 3 %, 5 %, 8 % соответственно, т. е. с повышением концентрации зостерина увеличивается сочность фарша, а значит, и выход продукта.

Были получены результаты тестов на сжимаемость маффинов, что актуально для проектирования упаковки продукта. Маффин без зостерина практически не оказывал сопротивление при сжимаемости. Наблюдалось разрушение структуры под давлением зонда с момента касания им маффина. Маффин с концентрацией зостерина 1 % получил небольшие повреждения в процессе эксперимента, что показывает улучшение структуры за счет добавления зостерина, маффин становится более упругим. Разрушение структуры рыбных маффинов с добавлением 3 % зостерина происходило примерно на середине промежутка времени (20 сек) нагрузки зонда на образец. В результате наблюдались трещины по краям маффина. Образец маффина с концентрацией зостерина 5 % не претерпел никаких изменений в результате эксперимента, вернулся в первоначальную форму, не имея никаких разрушений. Пиковая сила образца с концентрацией зостерина 1 % составила $85,10 \pm 0,35$ Н, образца с концентрацией зостерина 3 % – $92,70 \pm 0,50$ Н, образца с концентрацией зостерина 5 % – $95,00 \pm 0,55$ Н, что выше, чем у контрольного образца с концентрацией 0 % ($76,35 \pm 0,50$ Н).

Таким образом, безглютеновые рыбные маффины с содержанием зостерина 5 % имеют лучшие показатели качества, а именно: влажность, пористость, кислотность и сжимаемость

Микробиологическому анализу подвергали пробы рыбных маффинов и наггетсов. Результаты микробиологических испытаний образцов наггетсов представлены в табл. 5.

Таблица 5. Результаты микробиологических испытаний образцов рыбных наггетсов с зостерином 3 %

Table 5. Results of microbiological tests of samples of fish nuggets with zosterin 3%

Наименование показателя	Результаты испытаний
Патогенные микроорганизмы, в том числе сальмонеллы	не обнаружены в 25 г продукта
<i>Listeria monocytogenes</i>	не обнаружены в 25 г продукта
КМАФАнМ, КОЕ/г	$1,4 \cdot 10^5$
Бактерии группы кишечных палочек (колиформы)	не обнаружены в 0,001 г продукта

Образцы наггетсов соответствовали всем нормируемым микробиологическим критериям безопасности.

Результаты микробиологических исследований рыбных маффинов с зостерином 5 % представлены в табл. 6.

Таблица 6. Результаты микробиологических исследований рыбных маффинов

Table 6. Results of microbiological studies of fish muffins

Наименование показателя	Результаты испытаний
Патогенные микроорганизмы, в том числе сальмонеллы	не обнаружены в 25 г продукта
<i>Listeria monocytogenes</i>	не обнаружены в 25 г продукта
КМАФАнМ, КОЕ/г	$3,5 \cdot 10^2$
Бактерии группы кишечных палочек (колиформы)	не обнаружены в 1 г продукта
<i>Staphylococcus aureus</i>	не обнаружены в 1 г продукта
<i>V. parahaemolyticus</i> , КОЕ/г	не обнаружены
Сульфитредуцирующие клостридии	не обнаружены в 1 г
Дрожжи, КОЕ/г	не обнаружены
Плесени, КОЕ/г	не обнаружены

В образцах рыбных маффинов санитарно-показательные, условно-патогенные и патогенные микроорганизмы не обнаружены. Основу микрофлоры составляли палочковидные бактерии рода *Bacillus* в споровой неактивной форме. Органолептические признаки маффинов оставались в пределах нормы: поверхностная корка была светло-коричневого цвета, сохранялась пористость изделия, а также рыбный вкус и запах.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, применение зостерина в качестве структурообразователя в технологии кулинарных рыбных изделий перспективно.

Проведено обоснования рецептур безглютеновых рыбных маффинов и рыбных наггетсов. В результате реологических и физико-химических исследований было выявлено, что при соотношении рыбы и остальных ингредиентов в рыбных маффинах, равном 50 % на 50 %, наиболее предпочтительна концентрация зостерина 5 %. Рыбные наггетсы, приготовленные с добавлением 3 % зостерина, обладают необходимыми органолептическими показателями, достаточно низкой калорийностью при высоком содержании белка, высокой сочностью за счет сильной влагоудерживающей способности зостерина.

Также, согласно ТР ТС 021/2011, разработанные виды продукции – рыбный маффин с зостерином 5 % и рыбные наггетсы с зостерином 3 % – могут явиться источником пищевых волокон (содержание пищевых волокон не менее 3 г на 100 г для твердой пищевой продукции), а значит, данные продукты будут обладать профилактическими свойствами в плане нормализации деятельности желудочно-кишечного тракта.

Список источников

1. Вылов минтая в России по итогам 2024 года составит около 2 млн т – эксперты. URL: <https://specagro.ru/news/202412/vylov-mintaya-v-rossii-po-itogam-2024-goda-sostavit-okolo-2-mln-t-eksperty> (дата обращения: 12.01.2025).
2. Ianelli J. N., Barbeaux S. J., McKelvey D. Assessment of Walleye Pollock in the Bogoslof Island Region. 2016. P. 301–311, (дата обращения: 04.01.2025).
3. Марченко Е. А., Шумилова Н. И., Медведева Е. В. Гидролизаты белков без глютена в продуктах питания // Хлебопродукты. 2022. № 4. С. 25–32.
4. Domínguez Díaz L., Fernández-Ruiz V., Cámara M. An international regulatory review of food health-related claims in functional food products labeling // Journal of Functional Foods. 2020. N 68. P. 103896. URL: <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jff.2020.103896> (дата обращения: 21.01.2025).
5. Ali T., Ali J. Factors affecting the consumers' willingness to pay for health and wellness food products // Journal of Agriculture and Food Research. 2020. N 2. P. 100076. URL: <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jafr.2020.100076> (дата обращения: 10.01.2025).
6. Production and applications of pectin and alginate in food industries / Dey B. [et al] // Advanced Biophysical Techniques for Polysaccharides Characterization. Part 7. Academic Press, 2024. P. 179–188.
7. Чмыхалова В. Б. Перспективные направления использования бурых водорослей в пищевой промышленности // Вестник КамчатГТУ. 2012. № 21. С. 66–78.
8. Structure and Applications of Pectin in Food, Biomedical, and Pharmaceutical Industry: a review / Freitas C. M. P. [et al] // Coatings, 2021. N 11. P. 922. URL: <https://doi.org/10.3390/coatings11080922> (дата обращения: 16.01.2025).

9. Сахарова О. В., Дементьева Н. В., Федосеева Е. В. Исследование влияния пищевых волокон на относительную биологическую ценность рыбостительных котлет // Вестник КрасГАУ. 2019. № 9 (150). С. 127–133.
10. Эффективность препарата пищевых волокон псиллиума у больных с метаболическим синдромом / В. И. Чиркин [и др.] // Российский медицинский журнал. 2012. № 3. С. 37–41.
11. Козлов Г. Т. Зостерин. Перспективы переработки Камчатской зостеры // Вестник КамчатГТУ. 2004. № 3. С. 42–44.
12. Pérez-Lloréns J. L., Brun Fernando G. «Sea rice»: from traditional culinary customs to sustainable crop for high-end gastronomy? // International Journal of Gastronomy and Food Science. 2023. N 34. URL: <https://doi.org/10.1016/j.ijgfs.2023.100814>. (дата обращения: 06.01.2025).
13. Влияние энтеросорбции на цитокиновый статус при гастродуодените и сопутствующих atopических заболеваниях у детей / В. П. Новикова [и др.] // Медицина: теория и практика. 2019. Т. 4. № 1. С. 195–204.
14. Медико-биологическая оценка применения профилактических напитков у работающих во вредных условиях труда / А. Н. Никанов [и др.] // Медицина труда и промышленная экология. 2013. № 8. С. 43–46.
15. Зостерин: монография / Лоевко Ю. Н. [и др.]. Изд. 2-е, дополн. Владивосток: Дальнаука, 2013. 111 с.

References

1. Vylov mintaya v Rossii po itogam 2024 goda sostavit okolo 2 mln t – eksperty [The catch of pollock in Russia by the end of 2024 will be about 2 million tons – experts], available at: <https://specagro.ru/news/202412/vylov-mintaya-v-rossii-po-itogam-2024-goda-sostavit-okolo-2-mln-t-eksperty> (accessed 12 January 2025).
2. Ianelli J. N., Barbeaux S. J., McKelvey D. Assessment of Walleye Pollock in the Bogoslof Island Region, 2016, P. 301-311, available at: <https://www.fisheries.noaa.gov/resource/data/2016-assessment-walleye-pollock-bogoslof-island-region> (accessed 04 January 2025).
3. Marchenko Ye. A., Shumilova N. I., Medvedeva Ye. V. Hidrolizaty belkov bez glyutena v produktakh pitaniya [Gluten-free protein hydrolysates in food products]. *Khleboprodukty*, 2022, no. 4, pp. 25–32.
4. Domínguez Díaz L., Fernández-Ruiz V., Cámara M. An international regulatory review of food health-related claims in functional food products labeling. *Journal of Functional Foods*, 2020, N 68. P. 103896, available at: <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jff.2020.103896> (accessed 21 January 2025).
5. Ali T., Ali J. Factors affecting the consumers' willingness to pay for health and wellness food products. *Journal of Agriculture and Food Research*, 2020, N 2. P. 100076, available at: <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jafr.2020.100076> (accessed 10 January 2025).
6. Dey B. [et al.] Production and applications of pectin and alginate in food industries. *Advanced Biophysical Techniques for Polysaccharides Characterization. Part. 7*. Academic Press, 2024, P. 179–188.

7. Chmykhalova V. B. Perspektivnyye napravleniya ispol'zovaniya burykh vodorosley v pishchevoy promyshlennosti [Promising directions for the use of brown algae in the food industry]. *Vestnik KamchatGTU*, 2012, no. 21, pp. 66–78.
8. Freitas C. M. P. [et al.] Structure and Applications of Pectin in Food, Biomedical, and Pharmaceutical Industry: a review. *Coatings*, 2021, N 11. P. 922, available at: <https://doi.org/10.3390/coatings11080922>. (accessed 16 January 2025).
9. Sakharova O. V., Dement'yeva N. V., Fedoseyeva Ye. V. Issledovaniye vliyaniya pishchevykh volokon na otnositel'nyuyu biologicheskuyu tsennost' ryborastitel'nykh kotlet [Study of the influence of dietary fiber on the relative biological value of fish and vegetable cutlets]. *Vestnik KrasGAU*, 2019, no. 9 (150), pp. 127–133.
10. Chirkin V. I. [et al.] Effektivnost' preparata pishchevykh volokon psilliuma u bol'nykh s metabolicheskim sindromom [Effect of psyllium dietary fiber preparation for patients with metabolic syndrome]. *Rossiyskiy meditsinskiy zhurnal*, 2012, no. 3, pp. 37–41.
11. Kozlov G. T. Zosterin. Perspektivy pererabotki Kamchatskoy zostery [Zosterin. Prospects for processing Kamchatka zostera]. *Vestnik KamchatGTU*, 2004, no. 3, pp. 42–44.
12. Pérez-Lloréns J. L., Brun Fernando G. "Sea rice": from traditional culinary customs to sustainable crop for high-end gastronomy? *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 2023. N 34, available at: <https://doi.org/10.1016/j.ijgfs.2023.100814>. (accessed 06 January 2025).
13. Novikova V. P. [et al.] Vliyaniye enterosorbtsii na tsitokinovyy status pri gastroduodenite i soputstvuyushchikh atopicheskikh zabolevaniyakh u detey [The influence of enterosorption on the cytokine status in gastroduodenitis and concomitant children atopical diseases]. *Meditsina: teoriya i praktika*, 2019, vol. 4, no. 1, pp. 195–204.
14. Nikanov A. N. [et al.] Mediko-biologicheskaya otsenka primeneniya profilakticheskikh napitkov u rabotayushchikh vo vrednykh usloviyakh truda [Medical and biological assessment of the use of preventive drinks among workers in hazardous work conditions]. *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya*, 2013, no. 8, pp. 43–46.
15. Loenko Yu. N. [et al.] Zosterin: monografiya [Zosterin: monograph]. Izd. 2-e, dopoln. Vladivostok, Dal'nauka Publ., 2013. 111 p.

Информация об авторе

А. В. Чернова – кандидат технических наук, доцент кафедры технологии продуктов питания

Information about the author

A. V. Chernova – PhD in Engineering, associate professor of Food Technology Department

Статья поступила в редакцию 25.01.2025; одобрена после рецензирования 28.02.2025; принята к публикации 07.03.2025.

The article was submitted 25.01.2025; approved after reviewing 28.02.2025; accepted for publication 07.03.2025.