

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПРОДУКТА РЫБНОГО ФОРМОВАННОГО С ПРЕБИОТИЧЕСКИМИ СВОЙСТВАМИ «МОРКОТАЙ»



А.Р. Гордин, студентка 4-го курса

E-mail: teodlet@mail.ru

ФГБОУ ВО «Калининградский государственный
технический университет»

Н.Ю. Ключко, канд. техн. наук, доц.

E-mail: natalya.kluchko@klgtu.ru

ФГБОУ ВО «Калининградский государственный
технический университет»

В исследовании проведено маркетинговое исследование по обоснованию актуальности разработки продукта, предложена и обоснована рецептура производства формованного рыбного продукта с пребиотическими свойствами, методом математического моделирования определены оптимальные значения времени сушки и содержания структурообразователя, определены показатели качества и безопасности готового пищевого продукта, а также его биологическая ценность. По результатам исследования даны рекомендации по потреблению.

Ключевые слова: снек, формованный рыбный продукт, минтай, морковь, пребиотический продукт, технология производства.

ВВЕДЕНИЕ

Снековая продукция представляет собой закуску, блюдо для перекуса. По международной классификации к снекам относят чипсы, печенье, мюсли, сухофрукты, мясные снеки и другие готовые к употреблению продукты [6]. Чаще всего они содержат большое количество простых углеводов и малое - необходимых человеку макро- и микронутриентов, а в совокупности с их частым употреблением и неполноценным рационом это может приводить к заболеваниям желудочно-кишечного тракта (ЖКТ).

В настоящее время болезни органов пищеварения в России занимают 4-е место в структуре общей заболеваемости (7,7%) и смертности (5,2%), при этом пациенты с данной патологией в 2,6 раза чаще берут лист нетрудоспособности [8]. В Калининградской области по официальным данным, шестнадцать тысяч жителей страдают от заболеваний ЖКТ [7]. Специалисты связывают это несбалансированным и нерегулярным питанием. Одним из ключевых факторов, способствующих росту гастроэнтерологической патологии, является хронический дефицит пищевых волокон в рационе. Так, около 70-80% взрослых россиян не добивают суточную норму пищевых волокон, что является одной из причин нарушения работы ЖКТ. Исследования показывают, что употребление пищевых волокон положительно сказывается на работе микрофлоры кишечника, обеспечивая её рост и активность [1,2]. Таким образом пищевые волокна проявляют пребиотические свойства в качестве субстрата для микрофлоры кишечника.

Современный этап развития пищевой биотехнологии характеризуется переходом от производства традиционных продуктов питания к созданию специализированных и обогащенных изделий, оказывающих положительное действие на физиологию человека. Стратегия развития агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов Российской

Федерации на период до 2030 года, утвержденная распоряжением Правительства РФ от 8 сентября 2022 г. № 2567-р (в редакции от 19.12.2025), предусматривает рост объемов производства продукции агропромышленного комплекса не менее чем на 25% к 2030 году и ставит задачи по расширению ассортимента функциональных и специализированных пищевых продуктов.

По данным выборочного обследования бюджетов домашних хозяйств, проведенного Калининградстатом, в 2024 году потребление рыбы и рыбопродуктов на душу населения в регионе достигло рекордного за десятилетие уровня - 22,6 кг, что на 9,7% выше показателя 2015 года (20,6 кг) [5]. Такая динамика свидетельствует о растущем интересе потребителей к рыбной продукции и создает благоприятные предпосылки для внедрения на рынок новых изделий.

Сочетание рыбного сырья с растительными ингредиентами не только обогащает продукт дополнительными нутриентами, но и позволяет получить привлекательные органолептические свойства. В этом контексте разработка обогащенных рыборастворимых продуктов приобретает особую актуальность, поскольку позволяет одновременно решать несколько задач, таких как рациональное использование водных биологических ресурсов, повышение пищевой ценности рациона населения и профилактику алиментарно-зависимых заболеваний, связанных с недостатком жизненно важных для человека нутриентов.

ОБЪЕКТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследуемым объектом явились образцы рыбного формованного продукта, изготовленные из филе минтая, порошка сушеной моркови и альгината натрия.

ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ

Целью работы является разработка рецептуры рыбного формованного продукта с пребиотическими свойствами на основе филе минтая и порошка моркови.

Для этого были поставлены следующие задачи: провести маркетинговое исследование; обосновать технологическую схему и основные параметры в процессе производства продукта методом математического моделирования; определить биологическую ценность и проверить уровень функциональности продукта расчётным методом; дать рекомендации по потреблению продукта.

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Для планирования эксперимента при разработке и оптимизации рецептуры рыбного формованного продукта применяли ортогональный центральный композиционный план (ОЦКП) второго порядка для двух факторов. В качестве факторов были выбраны содержание альгината натрия, вносимого в продукт (%) и время сушки (ч). В качестве частных откликов выступали органолептическая оценка готовых образцов (балл) и влажность готового продукта после этапа сушки (%).

Таблица 1 – Значения изменяемых факторов и пределы их варьирования

Фактор	Обозначение	–1	0	1	Δ
Альгинат натрия, %	X ₁ (M ₁)	0,5	1,5	2,5	1
Время сушки, ч	X ₂ (t)	16	24	32	8

Для определения органолептической оценки образцов была разработана 15-балльная шкала с учетом коэффициентов значимости. Продукт оценивался по таким показателям, как внешний вид, вкус, запах, цвет структура. Наиболее значимыми параметрами был вкус и структура.

Определение влажности производилось термогравиметрическим методом – высушиванием в сушильном шкафу до постоянной массы при температуре 102 ± 2 °С.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Для определения вкусовых предпочтений потребителей и потребности в новой продукции было проведено маркетинговое исследование среди жителей г. Калининград и Калининградской области.

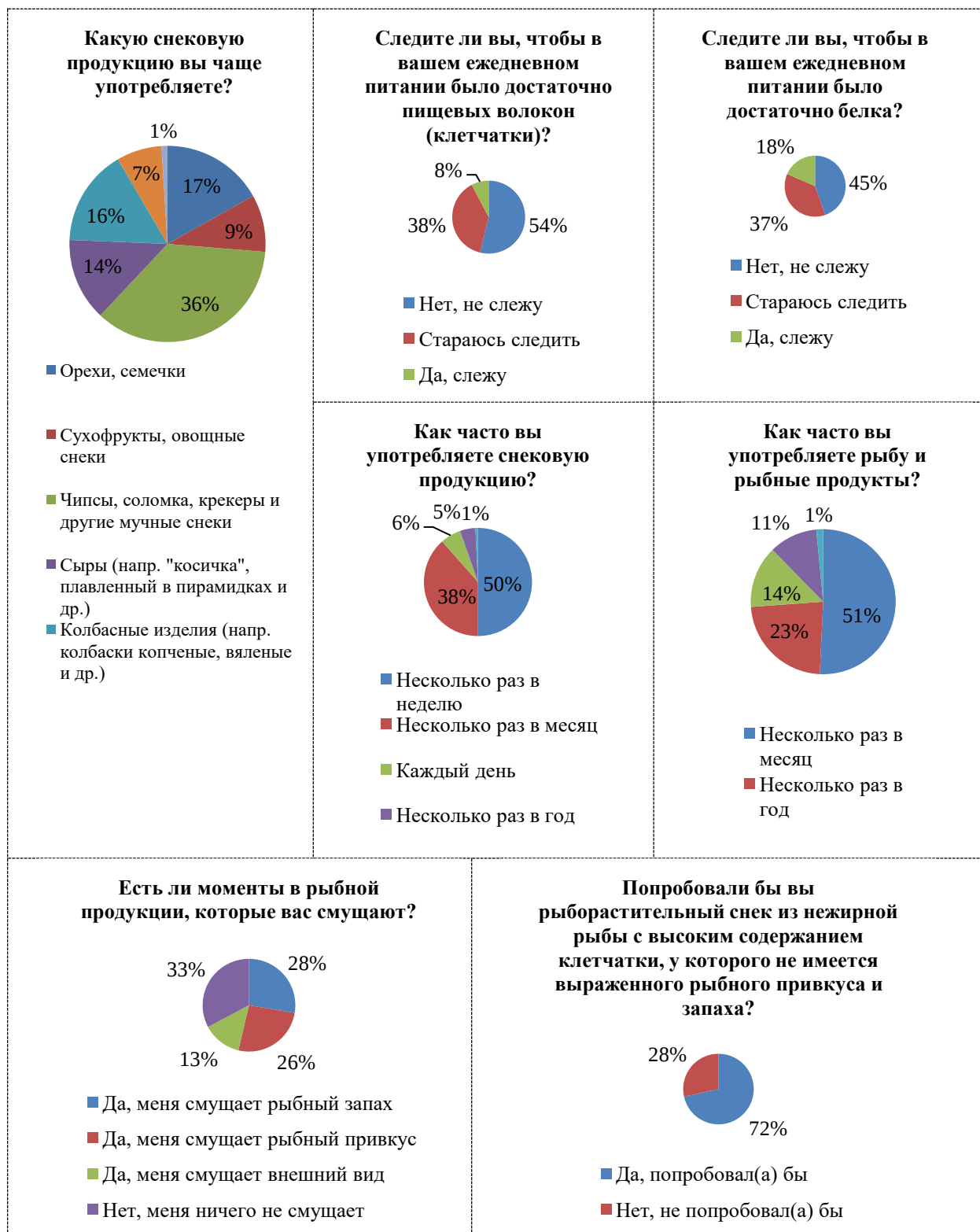


Рисунок 1 – Результаты маркетингового исследования

Было опрошено 130 респондентов, из которых было 50% мужчин и женщин соответственно. Большую часть (50%) респондентов составили люди от 18 до 25 лет включительно. Было определено, что большая часть (50%) респондентов употребляет продукцию для быстрых перекусов (снеки) несколько раз в неделю, отдавая предпочтение таким видам, как чипсы, соломка, крекеры и другие мучные закуски. При этом такие альтернативы, как сушеные рыбные продукты не имеют большого спроса. Так же определено, что большая часть респондентов (54% и 45% соответственно) не следят за достаточным содержанием в ежедневном рационе пищевых волокон и белка, что ставит под угрозу состояние здоровья ЖКТ. Эти данные подтверждают несбалансированность рациона питания населения и необходимость его корректировки.

Было определено, что большая часть респондентов (50%) потребляют рыбу лишь несколько раз в месяц, а также замечено, что респондентов смущают в рыбной продукции такие вещи, как ее запах и вкус (28% и 26% соответственно). При этом 72% респондентов были бы не против попробовать рыборастворимый снек из нежирной рыбы с высоким содержанием клетчатки, у которого не имеется выраженного рыбного привкуса и запаха, что подтверждает необходимость разработки такого продукта.

Разработанная технология продукта представляет собой последовательное смешивание ингредиентов: филе минтая, порошка моркови, солевого раствора и альгината натрия, после чего полученная однородная масса формуется на тонкие круглые пластинки и направляется на сушку. Сушка – основной процесс технологии, который обеспечивает создание привлекательного внешнего вида и стабильности продукта при хранении. Для достижения наиболее привлекательных характеристик продукта была проведена оптимизация рецептуры по двум основным критериям – содержание альгината натрия и время сушки. План эксперимента по оптимизации рецептуры представлен в таблице 2.

Таблица 2 – План эксперимента по моделированию и оптимизации рецептуры рыбного формованного продукта с пребиотическими свойствами

№ опыта	План эксперимента				Частные отклики		Идеальные значения		Обобщенный параметр оптимизации, Y
	X ₁		X ₂		Y ₁	Y ₂	Y ₁₀	Y ₂₀	
	Код.	Нат.	Код.	Нат.					
1	1	2,5	1	32	10	27,66	15	19	0,318855
2	-1	0,5	1	32	11	30,88	15	19	0,462065
3	1	2,5	-1	16	12	42,9	15	19	1,622299
4	-1	0,5	-1	16	10	33,77	15	19	0,715413
5	1	2,5	0	24	11	31,96	15	19	0,536379
6	-1	0,5	0	24	13	30,13	15	19	0,360927
7	0	1,5	1	32	12	32,91	15	19	0,575978
8	0	1,5	-1	16	12	34,31	15	19	0,689297
9	0	1,5	0	24	14	28,07	15	19	0,232325

По результатам опыта была получена кодированная модель (1) и путем математических преобразований выведена натуральная модель (2) рецептуры:

$$Y = 0,2631 + 0,1565X_1 - 0,2783X_2 - 0,2625X_1X_2 + 0,1701X_1^2 + 0,3541X_2^2 \quad (1)$$

где Y – параметр оптимизации, X₁ – содержание альгината натрия, X₂ – время сушки.

$$Y = 2,902 + 0,434M_1 - 0,251t - 0,0328M_1t + 0,170M_1^2 + 0,00553t^2 \quad (2)$$

где Y – параметр оптимизации, M₁ – содержание альгината натрия, t – время сушки.

Расчётным путем из натуральной модели рецептуры были получены следующие идеальные значения: альгинат натрия - 1,28 %, время сушки - 26,5 ч. Графическая модель рецептуры представлена на рисунке 2.

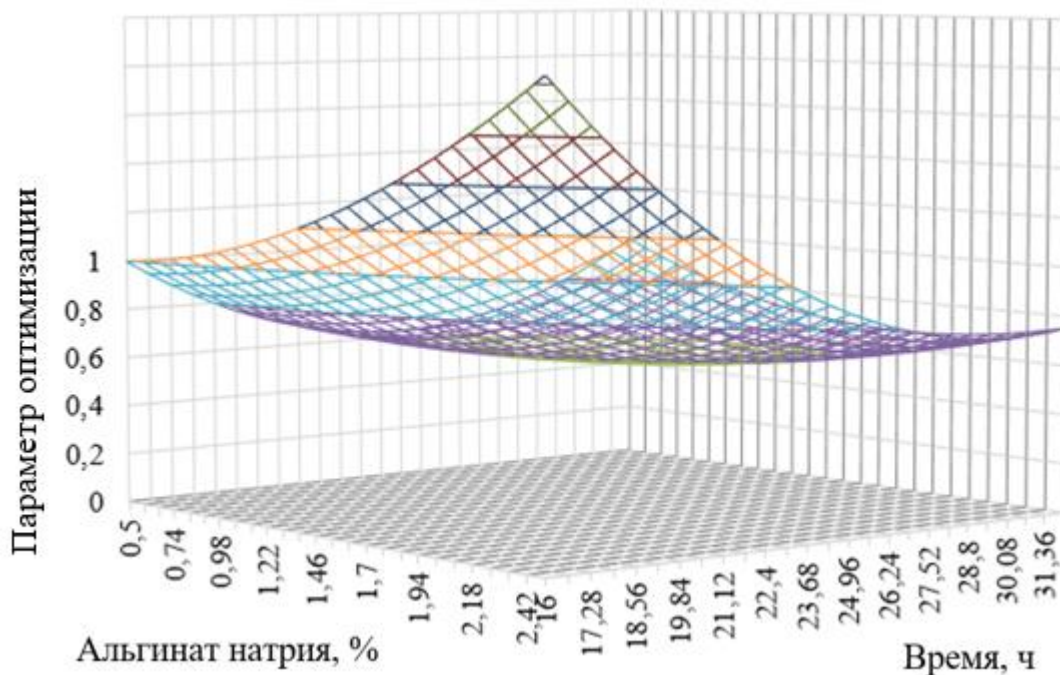


Рисунок 2 – Графическая интерпретация модели рецептуры рыбного формованного продукта с пребиотическими свойствами

По результатам оптимизированной рецептуры был изготовлен продукт с учетом идеальных значений альгината натрия и времени сушки, имеющий следующие показатели на 100 г: влажность – 19,0%, пищевые волокна – 14,42 г. Биологическая ценность полученного продукта представлена в таблице 4.

По результатам исследования был разработан проект технических условий. Нормируемые ТУ органолептические и физико-химические показатели продукта представлены в таблице 3. Содержание массовой доли влаги, поваренной соли и пищевых волокон в Технических условиях на готовый продукт представлено с учетом потерь в процессе технологической обработки и отклонений их содержания в составе сырья.

Показатели безопасности продукта должны соответствовать ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции» и ТР ЕАЭС 040/2016 «О безопасности рыбы и рыбной продукции».

Таблица 3 – Органолептические и физико-химические и показатели качества рыбного формованного продукта с пребиотическими свойствами

Наименование показателя	Характеристика / Норма
Внешний вид	Изделия правильной округлой формы, с ровными краями, без видимых трещин и посторонних включений. Допускается легкая шероховатость поверхности.
Цвет	Равномерный, от светло-желтого до насыщенно-оранжевого, характерный для моркови. Допускаются незначительные вкрапления частиц рыбного фарша более светлого оттенка.

Наименование показателя	Характеристика / Норма
Запах	Ярко выраженный, свойственный сушеной моркови, с легким оттенком рыбы. Без посторонних, затхлых или прогорклых запахов.
Вкус	Приятный, сладковатый, с характерным морковным послевкусием и едва уловимой солоноватостью. Без горечи и посторонних привкусов.
Консистенция	Сухая, плотная, гнущаяся. При разжевывании быстро размягчается, не образуя жестких комков.
Массовая доля влаги, %	$19,0 \pm 1,0$
Массовая доля поваренной соли (NaCl), %	$3,0 \pm 0,3$
Массовая доля пищевых волокон, %, не менее	14,0

Расчетным методом определена биологическая ценность готового продукта (табл. 4.), в соответствии с которой определена рекомендуемая суточная порция: до 40–50 г в день. Она обеспечивает:

1. Белок: ~7–9 г (10–12 % суточной нормы)
2. Пищевые волокна: ~5,8–7,3 г (19–24 % нормы)
3. Натрий: ~630–790 мг (48–61 % нормы)

Таблица 4 – Биологическая ценность рыбного формованного продукта с пребиотическими свойствами на 100 г*

Наименование вещества	Содержание	% от суточной нормы (СН)
Энергетическая ценность	234 ккал	~10–12 % (при норме 2000–2500 ккал)
Белки	17,95 г	24 % (для мужчин 75 г) / 30 % (для женщин 60 г)
Жиры	1,18 г	1,4 % (при норме 83 г)
Углеводы (усвояемые)	36,66 г	14 % (при норме 260 г)
Пищевые волокна	14,52 г	48 % (при норме 30 г)
Органические кислоты	1,59 г	—
Натрий (Na)	1579 мг	121 % (при норме 1300 мг)
Калий (K)	1353 мг	54 % (при норме 2500 мг)
Кальций (Ca)	171 мг	17 % (при норме 1000 мг)
Магний (Mg)	240 мг	57 % (при норме 420 мг)
Фосфор (P)	458 мг	57 % (при норме 800 мг)
Железо (Fe)	4,3 мг	43 % (муж. 10 мг) / 24 % (жен. 18 мг)
Йод (I)	104 мкг	69 % (при норме 150 мкг)
Витамин А (РЭ)	10633 мкг	1181 % (при норме 900 мкг)
Витамин В ₁	0,40 мг	24 % (при норме 1,7 мг)

Витамин В ₂	0,45 мг	24 % (при норме 1,9 мг)
Витамин РР	6,03 мг	30 % (при норме 20 мг)
Витамин С	27,6 мг	31 % (при норме 90 мг)

*данные сырья для расчета взяты из справочника «Химический состав российских пищевых продуктов» под редакцией И. М. Скурихина, В. А. Тутельяна.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате исследований была разработана рецептура рыбного формованного продукта с пребиотическими свойствами на основе филе минтая и порошка моркови и сделаны следующие выводы:

1. Проведено маркетинговое исследование, по результатам которого установлено, что население Калининградской области имеет склонность к дефициту белка и пищевых волокон и проявляет интерес к новой продукции на рынке.
2. С помощью ортогонального центрального композиционного плана (ОЦКП) второго порядка для двух факторов определены оптимальные параметры рецептуры: альгинат натрия - 1,28 %, время сушки - 26,5 ч.
3. Определены показатели качества готовой продукции, соответствующие нормативной документации.
4. Продукт содержит большое количество таких биологически активных компонентов, как белок, пищевые волокна, калий, магний, фосфор, йод, витамин А.
5. Рекомендуемое суточное потребление продукта составило до 40–50 г в день.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Cronin P. et al. Dietary fibre modulates the gut microbiota //Nutrients. – 2021. – Т. 13. – №. 5. – С. 1655.
2. Fu J. et al. Dietary fiber intake and gut microbiota in human health //Microorganisms. – 2022. – Т. 10. – №. 12. – С. 2507.
3. Nurlela, Mahendradatta M., Asfar M. Fortification of carrot (*Daucus carota* L.) and snakehead fish (*Channa striata*) in bagea product for nutrition fulfillment patients of type II diabetes mellitus (DM) //IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – IOP Publishing, 2023. – Т. 1230. – №. 1. – С. 012026.
4. Salmin S., Nurdiana N., Kariani N. K. Formulation, Analysis of Nutrient Content and Power Accept Crackers with Addition of Flour Red Spinach Leaves and Nike Fish Flour as Alternative Snack for School-Age Children //jitek. – 2024. – Т. 11. – №. 2. – С. 197-210.
5. В Калининградской области потребление рыбы возросло до десятилетнего максимума. — Текст : электронный // МК в Калининграде : [сайт]. — URL: <https://www.mk-kaliningrad.ru/social/2025/12/18/v-kaliningradskoy-oblasti-potreblenie-ryby-vozroslo-do-desyatiletnego-maksimuma.html> (дата обращения: 11.04.2026).
6. Качественные свойства и потребительские критерии снеков / И. Ю. Резниченко, I. Y. Reznichenko, С. Мехмандуст [и др.] // АПК России. - 2021. - № 1. - С. 110-115. - ISSN 2587-8824. // Лань: электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/journal/issue/372645> (дата обращения: 04.05.2026).
7. На повестке дня – желудочно-кишечные заболевания // Официальный сайт администрации ГО «Город Калининград». - URL: <https://www.klgd.ru/press/news/detail.php?ID=1109> (дата обращения: 11.04.2026).
8. Савина А.А., Предотвратимая смертность от болезней органов пищеварения: структура, динамика и потенциал снижения / А.А. Савина, Е.В. Землянова // Здоровье мегаполиса. - 2025. - Т. 6, № 4-2. - С. 240–253.

9. ТР ЕАЭС 040/2016. Технический регламент Евразийского экономического союза «О безопасности рыбы и рыбной продукции» (с изменениями на 23 июня 2023 года) // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов. URL: <https://docs.cntd.ru/document/420394425> (дата обращения: 14.04.26).

10. ТР ТС 021/2011. Технический регламент Таможенного союза «О безопасности пищевой продукции» (с изменениями на 22 апреля 2024 года) // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов. URL: <https://docs.cntd.ru/document/902320560> (дата обращения: 14.04.26)

11. Химический состав российских пищевых продуктов: справочник / Институт питания РАМН; под редакцией И. М. Скурихина, В. А. Тутельяна. - Москва: ДеЛи принт, 2002. - 236 с.: ил., табл. - ISBN 5-94343-028-8.

DEVELOPMENT OF TECHNOLOGY FOR MOLDED FISH PRODUCT WITH PREBIOTIC PROPERTIES

A.R.Gordin, student,
E-mail: teodlet@mail.ru
Kaliningrad State Technical University

N. Y. Klyuchko, PhD, associate professor of the department of food biotechnology
E-mail: natalya.kluchko@klgtu.ru
Kaliningrad State Technical University

The study conducted a marketing study to substantiate the relevance of product development, developed and justified a recipe for the production of molded fish products with periodic properties by mathematical modeling, determined the optimal values of drying time and the content of the structurizer, determined the quality and safety indicators of the finished food product, as well as its biological value. Recommendations on consumption are given.

Keywords: *snack, molded fish product, pollock, carrot, prebiotic product, production technology.*