

УДК 664.66.022.39

Влияние добавления белково-минеральной композиции из трески на показатели качества и безопасности хлебобулочных изделий

Д. А. ПОЗДНЯКОВА, канд. техн. наук Н. Ю. КЛЮЧКО*

Калининградский государственный технический университет

*E-mail: natalya.kluchko@klgtu.ru

Хлеб является значимым поставщиком необходимых нутриентов для обширного круга потребителей. Обогащение его состава компонентами с полезными свойствами предоставляет результативный подход к предупреждению и терапии различных заболеваний. На кафедре пищевой биотехнологии КГТУ проведены исследования по совершенствованию рецептуры ржано-пшеничных хлебобулочных изделий путем введения в их состав белково-минеральной композиции на основе трески балтийской и подсырной молочной сыворотки, которые предложено назвать «Балтийские краюшки». Новое обогащенное изделие рекомендовано как специализированная продукция для детей школьного возраста. Представлены исследования по оценке влияния белково-минеральной композиции на органолептические показатели качества новой продукции в процессе хранения. Показано, что высокими органолептическими характеристиками «Балтийские краюшки» обладают в первые три суток: отмечается приятный вкус и запах, свойственный данному виду изделия, оттенки запаха и вкуса рыбы отсутствуют, структура хорошо разрыхленная, равномерная, цвет светло-коричневый. Так же проведены микробиологические исследования двух закладок хлебобулочных изделий: традиционные краюшки «Любительские» и обогащенные — «Балтийские краюшки», при «оптимальных» условиях хранения 23 ± 1 °C. Установлен срок хранения изделий, обогащенных белково-минеральной композицией, который составил 3 суток при температуре не ниже 6 °C. Доказано, что внесение композиции не влияет на сроки хранения краюшек с учетом добавления сырьевых компонентов, нетрадиционных для хлебобулочной продукции. Доказан безопасный уровень содержания потенциально опасных веществ: свинца, мышьяка, кадмия, ртути и микотоксинов, пестицидов в соответствии с ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции». Кроме того, проведена оценка безопасности хлебобулочного изделия «Балтийские краюшки» с использованием тест-культуры *Tetrahymena pyriformis*, показавший также отсутствие токсического воздействия обогащенной продукции.

Ключевые слова: специализированная продукция для детей, обогащенные продукты, хлебобулочные изделия, краюшки, рыбный белок, белково-минеральная композиция, треска балтийская, безопасность, качество.

Информация о статье:

Поступила в редакцию 22.05.2025, одобрена после рецензирования 15.07.2025, принята к печати 22.07.2025

DOI: 10.17586/1606-4313-2025-24-3-58-65

Язык статьи — русский

Для цитирования:

Позднякова Д. А., Ключко Н. Ю. Влияние добавления белково-минеральной композиции из трески на показатели качества и безопасности хлебобулочных изделий. // Вестник Международной академии холода. 2025. № 3. С. 58–65.

DOI: 10.17586/1606-4313-2025-24-3-58-65

The effect of adding a protein-mineral composition from cod on the quality and safety indicators of bakery products

D. A. POZDNYAKOVA, Ph. D. N. Yu. KLUCHKO*

Kaliningrad State Technical University

*E-mail: natalya.kluchko@klgtu.ru

Bread is a significant supplier of essential nutrients for a wide range of consumers. Enriching its composition with components of beneficial properties provides an effective approach to the prevention and treatment of various diseases. At the Department of Food Biotechnology of the KSTU, studies have been conducted to improve the formulation of rye-wheat bakery products by introducing into their composition a protein-mineral composition based on Baltic cod and subsurface whey, which are proposed to be called «Baltic Krayushki». The new enriched product is recommended as a specialized product for school-age children. Studies on the assessment of the effect of the protein-mineral composition on the organoleptic quality indicators of new products during storage are presented. It is shown that the Baltic Krayushki have high organoleptic characteristics in the first three days: there is a pleasant taste and smell characteristic of this type of product, there are no shades of smell and taste of fish, the structure is well loosened, uniform, the color is light brown.

*Microbiological studies of two bookmarks of bakery products were also carried out: traditional Lyubitelskie Krayushki and enriched Baltic Krayushki, under «optimal» storage conditions of 23 ± 1 °C. The shelf life of products enriched with a protein-mineral composition has been set at 3 days at a temperature not lower than 6 °C. It is proved that the introduction of the composition does not affect the shelf life of the edges, taking into account the addition of raw materials that are non-traditional for bakery products. The safe level of potentially dangerous substances has been proven: lead, arsenic, cadmium, mercury and mycotoxins, pesticides in accordance with TR CU 021/2011 «On Food safety». In addition, a safety assessment of the Baltiyskie Krayushki bakery product was carried out using the *Tetrahymena pyriformis* test culture, which also showed the absence of toxic effects of fortified products.*

Keywords: specialized products for children, fortified products, bakery products, krayushki, fish protein, protein-mineral composition, Baltic cod, safety, quality.

Article info:

Received 22/05/2025, approved after reviewing 15/07/2025, accepted 22/07/2025

DOI: 10.17586/1606-4313-2025-24-3-58-65

Article in Russian

For citation:

Pozdnyakova D. A., Kluchko N. Yu. The effect of adding a protein-mineral composition from cod on the quality and safety indicators of bakery products. *Journal of International Academy of Refrigeration*. 2025. No 3. p. 58-65. DOI: 10.17586/1606-4313-2025-24-3-58-65

Введение

Болезни детей школьного возраста зачастую связаны с несоблюдением ими режима и рациона питания [1]. Медиками отмечается недостаточное потребление полноценного белка и кальция, которые участвуют в правильном формировании опорно-двигательного аппарата ребенка [2]–[4]. Особый интерес в качестве биологически ценного сырья для разработки и совершенствования технологий специализированной продукции для детей школьного возраста может выступать рыба. Ее белок усваивается в организме человека на 93–98% и содержит все незаменимые аминокислоты. Кроме того, рыба является источником важных для ребенка макро- и микроэлементов.

Хлеб и хлебобулочные изделия (ХБИ) среди продуктов дополнительного питания, выбираемых детьми в школе в качестве перекуса, занимают одно из лидирующих положений [5, 6]. В связи с этим актуальным представляется расширение ассортимента данного сегмента продукции за счет повышения их пищевой ценности.

Известны работы отечественных и зарубежных ученых (Бессмертная И. А., Воробьев В. И., Лысова А. С., Мезенова О. Я., Разумовская Р. Г., Цибизова М. Е., Черногоорцев А. П., Fengwei G., Krishanmoorthy E., Kumar A., Ruyi Zh., Qiuzhu G., Xiangyang G., Yingying W. и др.) по использованию промытого или ферментированного рыбного фарша в технологии мучных кондитерских, хлебобулочных изделий, а также снековой продукции [7]–[12]. На кафедре пищевой биотехнологии Калининградского ГТУ авторами статьи обоснованы технологии галет «Калининградские», соломки «Морской», ржано-пшеничных ХБИ «Балтийские краюшки», печенья овсяного «Капитан Минтай», при изготовлении которых вводились белковая и белково-минеральная композиции из трески и минтая [5, 6, 13, 14]. Установлено, что в разрабатываемой продукции, в зависимости от наименования изделия, по сравнению с традиционной содержание белка выше на 40–70%, минеральных веществ — на 20–40%. Указанные выше хлебобулочные и мучные кондитерские изделия можно отнести к группе специализиро-

ванной продукции для детей школьного возраста. Однако заслуживает внимания вопрос безопасности и качества разрабатываемых продуктов. Внесение композиций на основе рыбного сырья в рецептуру данных изделий может влиять не только на их пищевую ценность, но и на микробиологическую и гигиеническую безопасность, что, несомненно, требует изучения.

Цель данной работы — оценить влияние белково-минеральной композиции (БМК) из трески балтийской на хранимоспособность и безопасность ржано-пшеничных хлебобулочных изделий по типу «краюшки» в части органолептических, микробиологических и санитарно-гигиенических показателей.

Материалы и методы исследования

Для совершенствования технологии хлебобулочных изделий специализированного назначения для детей школьного возраста была использована рецептура ржано-пшеничных ХБИ (по типу «краюшки») — хлебцы «Любительские» [15] путем введения в ее состав БМК. При изготовлении последней тушку трески потрошеную измельчали дважды на куттере и дезагрегировали в подсырной молочной сыворотке при гидромодуле 1:4 соответственно в течение 3,5–4,0 ч при температуре 37 ± 1 °C [13, 16]. Полученную БМК вводили при замесе вместе со смесью муки ржаной сеяной, ржаной обойной, пшеничной хлебопекарной первого сорта, а также маслом подсолнечным рафинированным, дрожжами хлебопекарными сухими и солью поваренной пищевой. Тесто оставляли на брожение, после чего раскатывали на пласты толщиной $0,7\pm 0,1$ см, нарезами прямоугольными или квадратными кусочками, по форме напоминающими краюшки хлеба и направляли на выпекание в течение 20–30 мин при температуре 180 °C. Изделия, обогащенные БМК, называли «Балтийские краюшки».

Органолептическую оценку готового продукта проводили по специально разработанной 5-балльной шкале с учетом коэффициентов значимости ($K_{\text{зн}}$) отдельных показателей. Исследование проводилось по показателям «цвет», «состояние мякиша», «вкус», «запах», «форма»,

«поверхность». К дегустации привлекались специалисты кафедры пищевой биотехнологии КГТУ.

Оценка микробиологической безопасности образцов проводилась в лаборатории кафедры водных биоресурсов и аквакультуры КГТУ и оценивалась по стандартной методике определения величины количества мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов (КМАФАнМ) по ГОСТ 10444.15–94, количества единиц (КОЕ/г) плесневых грибов и дрожжей по ГОСТ 10444.12–2013, наличие патогенных и условно-патогенных микроорганизмов — бактерий из группы кишечной палочки (БГКП) по ГОСТ 10444.12–2013, сульфитредуцирующих клостридий по ГОСТ 29185–2014, патогенных микроорганизмов, в том числе, сальмонеллы по ГОСТ 31659–2012.

Анализ содержания тяжелых металлов проводили по ГОСТ 31707; ГОСТ 30178, безопасность продукции оценивали в соответствии с требованиями ТР ТС 021/2011 [17, 18].

Для определения безопасности хлебобулочной продукции были проведены сравнительные эксперименты с инфузориями *Tetrahymena pyriformis*. В качестве контрольного образца использовались хлебцы (по типу «краюшки») «Любительские», а в качестве экспериментального — «Балтийские краюшки» с добавлением БМК. Яичный белок применялся в качестве стандартного питания для инфузорий.

Результаты и обсуждение

Для установления срока хранения изделий «Балтийские краюшки», обогащенных БМК, в качестве вариативных условий хранения были выбраны «оптимальные» для хранения хлебобулочной продукции (1-я и 2-я закладки) параметры: температура 23 ± 1 °C, влажность воздуха $64 \pm 2\%$, которые были созданы в помещении, где ежедневно измерялись соответствующие показатели. Образцы поштучно хранились в индивидуальной, герметичной упаковке (пакеты из полиэтилена высокого давления на замке). Анализ сроков хранения аналоговой продукции (табл. 1) показал, что он составляет от 3 до 5 сут. В связи с этим были установлены следующие контрольные точки для исследования: 0; 2; 3; 4 и 5 сут хранения в «оптимальных» условиях. В качестве аналога были выбраны краюшки «Любительские», которые также выпекались в лаборатории кафедры пищевой биотехнологии.

Известно, что в процессе хранения ХБИ ухудшаются как их потребительские характеристики, так и вкусовые свойства: аромат и вкус становятся нехарактерными для данного продукта, корка теряет блеск, а слои мякиша под ней становятся сухими и жесткими, в результате чего повышается твердость продукта. Для определения «оптимальных» сроков хранения изделий «Балтийские краюшки» изучали изменение в них органолептических (рис. 1) и микробиологических показателей качества и безопасности.

Исследования показали, что обогащенная выпечка, хранившаяся в течение 72 ч в «оптимальных» условиях, демонстрирует превосходное качество. Вкус и аромат соответствуют данному виду продукции, посторонние рыбные нотки практически отсутствуют или едва различимы. Мякиш характеризуется хорошей рыхлостью, пористой и однородной структурой. Цвет поверхности однородный, светло-коричневый. Поверхность гладкая и мягкая, без дефектов, таких как вздутия или трещины, и имеет характерные налеты. На 4 сут хранения данные показатели ухудшаются: структура мякиша становится неравномерной, жестковатой, цвет — сероватый, во вкусе и запахе проявляются слабые оттенки рыбы, поверх-

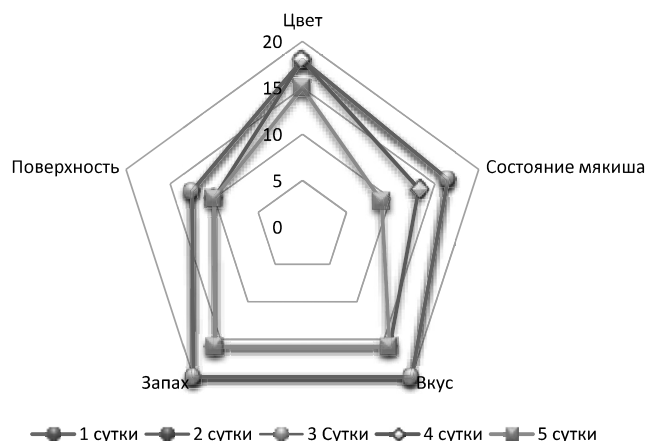


Рис. 1. Органолептические характеристики качества ХБИ «Балтийские краюшки» в процессе хранения при «оптимальных» условиях в течение 5 суток

Fig. 1. Organoleptic characteristics for the quality of Baltiyskie Krayushki bakery products during storage under «optimal» conditions for 5 days

Перечень аналоговых продуктов и их сроков годности

Таблица 1

Original products and their shelf-life

Table 1

№ п/п	Наименование	Производитель	Срок годности при температуре не ниже 6 °C
1	Ржано-пшеничные лепешки «Краюшки»	ОАО «Фацер»	5 сут
2	Хлебцы «Злаковые»	ОАО «Первый хлебозавод»	3 сут
3	Хлебцы «Шведские»	ООО «Фацер»	5 сут
4	Краюшки ржано-пшеничные	ОАО «Покровский хлеб»	5 сут
5	Хлебцы «Финские»	ОАО «Каравай»	5 сут
6	Корочки покровские ржано-пшеничные	ОАО «Покровский хлеб»	5 сут
7	Хлеб «Пряженик» порционный ржаной	ЗАО «Щелковохлеб»	4 сут

Таблица 2

Результаты микробиологических исследований двух закладок хлебцев «Любительские» (контрольные образцы) и «Балтийские краюшки» (экспериментальные образцы)

Table 2

Microbiological studies on the storage of two bread products: Lyubitelskie (control samples) and Baltic Krayushki (experimental samples)

Номер закладки	Наименование объекта	Срок хранения	КМАФАнМ, КОЕ/г	БГКП (колиформы) не допускаются в массе продукции, г	Плесени, КОЕ/г, не более	Дрожжи, КОЕ/г, не более
1-я закладка	Краюшки «Любительские»	0 суток	$3,0 \cdot 10^3$	Не определяли	Не обнаружено	20
		2 суток	$3,8 \cdot 10^5$	То же	То же	80
		3 суток	Снят с исследований	То же	Снят с исследований	Снят с исследований
	«Балтийские краюшки»	0 суток	$1,5 \cdot 10^3$	Не обнаружено в 25 г	Не обнаружено	Не обнаружено
		2 суток	$1,6 \cdot 10^5$	Не определяли	То же	30
		3 суток	Снят с исследований	То же	Снят с исследований	30
2-я закладка	Краюшки «Любительские»	0 суток	$1,0 \cdot 10^3$	Не определяли	Не обнаружено	Не обнаружено
		2 суток	$4,4 \cdot 10^4$	То же	То же	0
		3 суток	$6,0 \cdot 10^4$	То же	0	0
		4 суток	Снят с исследований	То же	Снят с исследований	Снят с исследований
	«Балтийские краюшки»	0 суток	$1,0 \cdot 10^3$	Не обнаружено в 25 г	Не обнаружено	Не обнаружено
		2 суток	$4,0 \cdot 10^4$	Не определяли	То же	30
		3 суток	$4,8 \cdot 10^4$	То же	То же	30
		4 суток	Снят с исследований	То же	Снят с исследований	Снят с исследований

ность — гладкая, твердая. Данные условия можно соотнести со стандартными сроками хранения хлебобулочных изделий, представленных на прилавках торговых сетей, что свидетельствует о незначительном влиянии БМК на хранимоспособность данной продукции.

Для дальнейшего изучения сроков и условий хранения были изучены микробиологические показатели качества и безопасности изделий хлебцы «Любительские» и «Балтийские краюшки». Данные представлены в табл. 2.

На основании данных, представленных в табл. 2, видно, что КМАФАнМ в процессе хранения контрольного

и экспериментального образцов стремительно увеличивался и в несколько раз превышал нормативное значение ($1 \cdot 10^3$ КОЕ/г) и уже на 4 сут составил $6,0 \cdot 10^4$ КОЕ/г для краюшек «Любительские» и $4,8 \cdot 10^4$ КОЕ/г — для «Балтийские краюшки». Оба образца были сняты с контроля на 5 сут в связи с ухудшением запаха и плесневением продукта. На рис. 2 представлено изменение КМАФАнМ в экспериментальных и контрольных образцах при «оптимальных» условиях хранения готового продукта. На основании полученных данных по органолептическим и микробиологическим показателям каче-

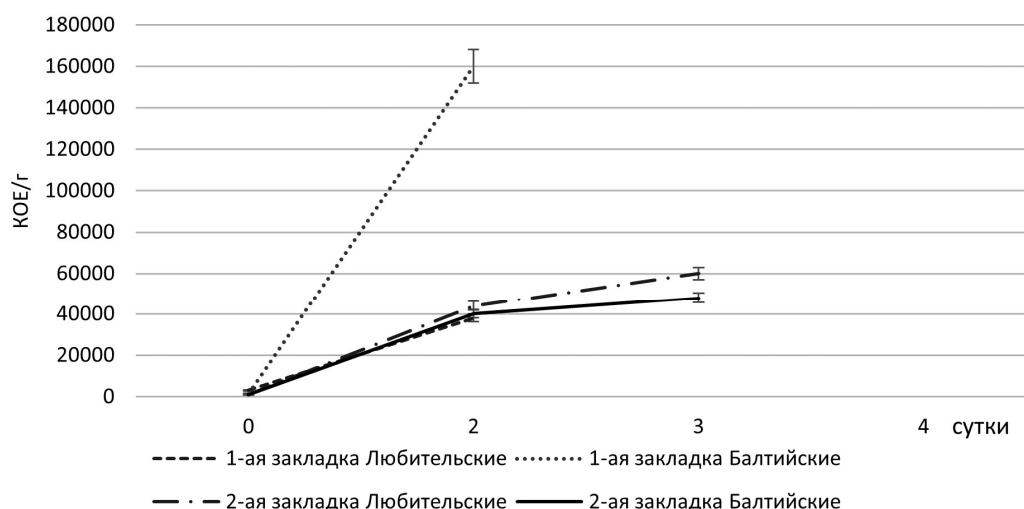


Рис. 2. Исследование количественного состава микрофлоры КМАФАнМ в краюшках «Любительские» и «Балтийские краюшки» в 1-ой и 2-ой закладках продукта при хранении в «оптимальных» условиях

Fig. 2. Quantitative composition of total aerobic mesophilic count in Lyubitelskie and Baltic Krayushki bakery products during the storage of the product under «optimal» conditions

Таблица 3

Уровни содержания потенциально опасных веществ в ХБИ «Балтийские краюшки»

Table 3

Levels of potentially dangerous substances in the bakery product «Baltic Krayushki»

Потенциально опасные вещества	Допустимые уровни мг/кг (ТР ТС 021/2011), не более	«Балтийские краюшки»
<i>Массовая концентрация, мг/кг</i>		
Токсичные элементы: — свинец — мышьяк — кадмий — ртуть	не более 0,35 не более 0,15 не более 0,07 не более 0,015	менее 0,01 менее 0,01 менее 0,01 менее 0,01
афлатоксины В ₁ дезоксиниваленол Т-2 токсин зеараленон охратоксин	не более 0,005 не более 0,7 не более 0,2 не более 0,2 не более 0,005	менее 0,0020 менее 0,222 менее 0,050 менее 0,050 менее 0,005
<i>Массовая концентрация, мг/кг</i>		
ГХЦГ (α, β, γ-изомеры) ДДТ и его метаболиты гексахлорбензол ртутьорганические пестициды (этилртуть) 2,4-D кислота, ее соли и эфиры	не более 0,5 не более 0,02 не более 0,01 не допускается не допускается	менее 0,005 менее 0,005 менее 0,005 менее 0,01 (не обнаружено) менее 0,002 (не обнаружено)
<i>Удельная активность (объемная активность), Бк/кг</i>		
Цезия-137 Стронция-90	не более 40 не более 20	менее 6 менее 10

ства и безопасности можно рекомендовать срок хранения при температуре не ниже 6 °C не более 3 сут.

Для подтверждения безопасности новой продукции были определены уровни содержания потенциально опасных веществ на соответствие требованиям ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции» [18], данные представлены в табл. 3.

Результаты исследования показателей безопасности (табл. 3) ХБИ «Балтийские краюшки» показали, что они не содержат потенциально опасных веществ, угрожающих здоровью человека.

Анализ безопасности хлебобулочных изделий с использованием тест-культуры *Tetrahymena pyriformis* по-

казал отсутствие токсического воздействия. В ходе исследования не было выявлено признаков угнетения двигательной активности и размножения клеток инфузорий. Морфология клеток, как в опытных, так и в контрольных образцах, оставалась неизменной: сохранялась овальная форма и ровные контуры, деформаций клеточных мембран не обнаружено. Наблюдалась высокая активность инфузорий, случаев гибели клеток не зарегистрировано, что подтверждает безопасность исследуемой биомассы (рис. 3).

Мониторинг биологической ценности образцов краюшек проводили также с применением тест-культуры инфузории *Tetrahymena pyriformis* (табл. 4).

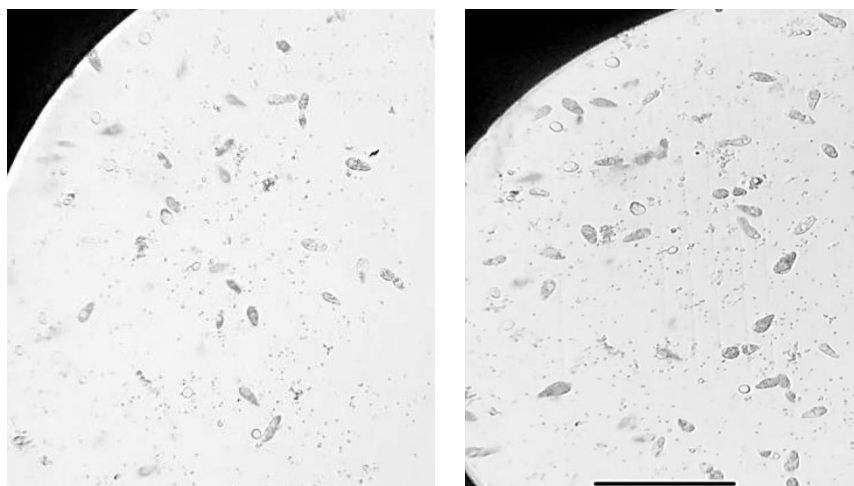


Рис. 3. Рост клеток инфузории *Tetrahymena pyriformis* на ХБИ «Любительские» (а) и «Балтийские краюшки» (б)

Fig. 3. The growth of *Tetrahymena pyriformis* ciliate cells on Lyubitel'skie (a) and Baltic Krayushki (b) bread products

Таблица 4

Сравнительная характеристика относительной биологической ценности (ОБЦ) образцов

Table 4

Comparative characteristics of the relative biological value (RBV) of the samples

Объект исследования	Показатели биологической ценности			
	ОБЦ, % к контролю*	КБА**	КЭБ, %***	Содержание белка в продукте, г/100 г
Эталон (яичный белок)	100	1,31	25,33	13,0
Краюшки «Любительские»	47,36	0,62	12,0	9,05
«Балтийские краюшки»	78,94	1,11	20,77	15,40
«Балтийские краюшки с солодом»	76,31	1,04	19,74	14,86

Примечание: * ОБЦ — относительная биологическая ценность;
 ** КБА — коэффициент биологической активности;
 *** КЭБ — коэффициент эффективности белка.

Оценка биологической ценности разработанных экспериментальных образцов ХБИ «Балтийские краюшки» выявила их значительное превосходство над традиционными хлебами «Любительские». В частности, показатель ОБЦ (общей биологической ценности) для ХБИ «Балтийские краюшки» (79%) оказался в 1,6 раза выше, чем у «Любительские». Это свидетельствует о более высокой степени усвояемости и использовании аминокислот, содержащихся в экспериментальном продукте.

Кроме того, коэффициенты биологической активности (КБА) и эффективности (КЭБ) «Балтийские краюшки» также продемонстрировали существенное улучшение по сравнению с контрольным образцом. Значения КБА и КЭБ для экспериментальных хлебцев превосходили соответствующие показатели краюшек «Любительские» в 1,8 и 1,7 раза, соответственно. Важно отметить, что достигнутые значения КБА и КЭБ для «Балтийские краюшки» приближаются к значениям, характерным для эталонного белка, что подтверждает высокую питательную ценность разработанного продукта.

Закключение

Результаты экспериментальных исследований доказали, что внесение в традиционную рецептуру ржано-пшеничного ХБИ (по типу «краюшки») белково-минеральной композиции из трески не уменьшает сроки хранения изделий и составляет 3 сут при температуре не ниже 6 °С. При этом продукт обладает высокими органолептическими показателями, сравнимыми с традиционными хлебобулочными изделиями. Показатели микробиологической безопасности в течение нормативного срока хранения соответствуют требованиям ТР ТС 021/2011 [18]. По содержанию регламентированных потенциально опасных веществ также подтверждена их безопасность. Особого внимания заслуживает приближение коэффициентов биологической активности и эффективности ХБИ «Балтийские краюшки» к значениям, характерным для эталонного белка.

Таким образом, полученные данные позволяют говорить о качестве и безопасности разрабатываемого продукта и рекомендовать его для внесения в рацион питания детей школьного возраста в качестве перекуса. Их внедрение в рацион питания может способствовать улучшению качества питания и укреплению здоровья потребителей.

Литература

1. Попова А. Ю., Шевкун И. Г., Новикова И. И., Романенко С. П. Об основных результатах мониторинга питания детей школьного возраста, реализованного в рамках федерального проекта «Укрепление общественного здоровья» национального проекта «Демография» // Вопросы питания. 2025. Т. 94, № 1, С. 64–70. <https://doi.org/10.33029/0042-8833-2025-94-1-64-70>
2. Захарова Н. М., Ханды М. В., Артамонова С. Ю., Степанова Л. А. Питание детей, посещающих дошкольные образовательные учреждения // Вопросы питания. 2015. Т. 84, № S3. С. 111.
3. Кожрахметова А. Н. Значение полноценного питания в формировании здоровья детей и подростков // Здоровоохранение Кыргызстана. 2016. № 1. С. 21–25.
4. Корочанская С. П., Быков И. М., Хвостова Т. С. Биохимические особенности обмена веществ у детей: учеб. пособие. 2-е изд. Краснодар, 2018. 137 с.
5. Ключко Н. Ю., Позднякова Д. А., Ковалева Е. Д. О возможности использования рыбной белковой и белково-минеральной добавки в хлебопечении // Вопросы питания. 2025. Т. 94, № 1, С. 71–76. <https://doi.org/10.33029/0042-8833-2025-94-1-71-76>

References

1. Popova A. Yu., Shevkun I. G., Novikova I. I., Romanenko S. P. On the main results of nutrition monitoring of school-age children implemented within the framework of the federal project «Strengthening public health» of the national project «Demography». *Nutrition issues*. 2025. vol. 94, No. 1, pp. 64–70. <https://doi.org/10.33029/0042-8833-2025-94-1-64-70>. (in Russian)
2. Zakharova N. M., Khandy M. V., Artamonova S. Yu., Stepanova L. A. Nutrition of children attending preschool educational institutions. *Nutrition Issues*. 2015. Vol. 84. No S3. pp. 111. (in Russian)
3. Kozhakhmetova A. N. The importance of good nutrition among the health of children and adolescents. *Healthcare of Kyrgyzstan*. 2016. No 1. pp. 21–25.
4. Korochanskaya S. P., Bykov I. M., Khvostova T. S. Biochemical features of metabolism in children: textbook. 2nd ed. Krasnodar. 2018. 137 p. (in Russian)
5. Klyuchko N. Yu., Pozdnyakova D. A., Kovaleva E. D. On the possibility of using fish protein and protein-mineral additives in breadmaking // *Voprosy pitaniya*. 2025. T. 94, No. 1, S. 71–76. <https://doi.org/10.33029/0042-8833-2025-94-1-71-76>

- ральной добавок в технологии хлебобулочных изделий // Известия КГТУ. 2023. № 70. С. 88–102. DOI: 10.46845/1997-3071-2023-70-88-102
6. Ковалева Е. Д., Ключко Н. Ю., Позднякова Д. А. Совершенствование рецептуры и установление срока годности специализированного хлебобулочного изделия пониженной влажности для детей школьного возраста // Известия КГТУ. 2024. № 74. С. 64–77. <https://doi.org/10.46845/1997-3071-2024-74-64-77>
 7. Аверьянова Н. Д. Разработка технологии функциональных продуктов на основе рыбных белковых масс: автореф. дис. на соиск. уч. степ. канд. техн. наук: 05.18.04, Калининград, 2011. 28 с.
 8. Валуцкая К. Б., Воробьев В. И. Исследование показателей качества поликомпонентного продукта функционального назначения рыборастворительных снеков // Вестник молодежной науки. 2016. № 4 (6). С. 1–6.
 9. Махнач Е. В., Бессмертная И. А. Разработка технологии функционального продукта из пшеничной муки, обогащенного рыбным белково-минеральным наполнителем // Научный журнал НИУ ИТМО. Сер. Процессы и аппараты пищевых производств. 2014. № 1. С. 15–25.
 10. Мезенова О. Я., Баротова М. А., Бедарева О. М., Шендерюк В. И. Обоснование рецептуры и технологии сушеных рыборастворительных снеков на основе термомодифицированных тканей балтийского леща // Вестник Международной академии холода. 2020. № 1. С. 52–59. DOI: 10.17586/1606-4313-2020-19-1-52-59
 11. Ghaffari S., Hosseini S. V., Farhangi M., Boreiri M. The effect of different levels of protein concentrate silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix*) to the profiles mineral production test breads // Journal of Food Science and Technology (Iran). 2021. Vol. 18, Iss. 111. P. 117–129. DOI: 10.52547/fst. 18.111.117
 12. Oprea O. B., Sannan S., Tolstorebrov I., Claussen I. C., Gaceu L. Effects of Fish Protein Hydrolysate on the Nutritional, Rheological, Sensorial, and Textural Characteristics of Bread // Foods. 2024. Vol. 13, Iss. 698. P. 1–18. DOI: 10.3390/foods13050698
 13. Ключко Н. Ю., Позднякова Д. А., Ромазяева И. Р., Ковалева Е. Д. Использование рыбного белка в технологии инновационных хлебобулочных и мучных кондитерских изделий // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Рыбное хозяйство. 2022. № 3. С. 98–105. DOI: 10.24143/2073-5529-2022-3-98-105
 14. Ключко Н. Ю., Позднякова Д. А. Исследование по совершенствованию технологии хлебобулочного изделия, обогащенного рыбной белково-минеральной добавкой // Известия КГТУ. 2022. № 66. С. 103–111. DOI: 10.46845/1997-3071-2022-66-103-111
 15. Ершов П. С. Сборник рецептов на хлеб и хлебобулочные изделия: М, 2023. 244 с.
 16. Позднякова Д. А., Ключко Н. Ю. Исследования по обогащению ржано-пшеничных хлебцев рыбным и молочным сырьем // Балтийский морской форум: материалы IX Международного Балтийского морского форума: в 6 т., Калининград, 04–09 октября 2021 года. Том 4. Калининград: КГТУ, 2021. С. 118–123.
 17. Андреев А. Н. Контроль качества сырья хлебопекарного производства: учеб. пособие. СПб.: СПбГУНИПТ, 2005. 93 с.
 18. ТР ТС 021/2011. Технический регламент Таможенного союза «О безопасности пищевой продукции» (с изменениями на 25 ноября 2022 года). Введ. 2013.07.01. Москва, 2011. 242 с.
 - in the technology of bakery products. *News of KSTU*. 2023. No 70. pp. 88–102. DOI: 10.46845/1997-3071-2023-70-88-102 (in Russian)
 6. Kovaleva E. D., Klyuchko N. Yu., Pozdnyakova D. A. Improving the recipe and establishing the shelf life of a specialized low-humidity bakery product for school-age children. *News of KSTU*. 2024. No 74. pp. 64–77. <https://doi.org/10.46845/1997-3071-2024-74-64-77> (in Russian)
 7. Averyanova N. D. Development of technology for functional products based on fish protein masses. Abstract. of Ph. D. dissertation: 05.18.04. Kaliningrad. 2011. 28 p. (in Russian)
 8. Valuyskaya K. B., Vorobyov V. I. Study of quality indicators of a multicomponent product for the functional purpose of fish and vegetable snacks. *Bulletin of youth science*. 2016. No 4 (6), pp. 1–6. (in Russian)
 9. Makhnach E. V., Bessmertnaya I. A. Development of technology for a functional product made from wheat flour, enriched with fish protein-mineral filler. *Scientific journal of NRU ITMO. Series: Process and equipment of food production*. 2014. No 1. pp. 15–25. (in Russian)
 10. Mezenova O. Ja., Barotova M. A., Bedareva O. M., Shenderyuk V. I. Justification of the recipe and technology for dried fishvegetable snacks based on thermomodified Baltic bream tissues. *Journal of International Academy of Refrigeration*. 2020. No 1. p. 52–59. DOI: 10.17586/1606-4313-2020-19-1-52-59 (in Russian)
 11. Ghaffari S., Hosseini S. V., Farhangi M., Boreiri M. The effect of different levels of protein concentrate silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix*) to the profiles mineral production test breads. *Journal of Food Science and Technology (Iran)*. 2021. Vol. 18, Iss. 111. P. 117–129. DOI:10.52547/fst. 18.111.117
 12. Oprea O. B., Sannan S., Tolstorebrov I., Claussen I. C., Gaceu L. Effects of Fish Protein Hydrolysate on the Nutritional, Rheological, Sensorial, and Textural Characteristics of Bread. *Foods*. 2024. Vol. 13, Iss. 698. P. 1–18. DOI: 10.3390/foods13050698
 13. Klyuchko N. Yu., Pozdnyakova D. A., Romazyayeva I. R., Kovaleva E. D. The use of fish protein in the technology of innovative bakery and flour confectionery products. *Bulletin of the Astrakhan State Technical University. Series: Fisheries*. 2022. No 3. pp. 98–105. DOI: 10.24143/2073-5529-2022-3-98-105 (in Russian)
 14. Klyuchko N. Yu., Pozdnyakova D. A. Research on improving the technology of bakery products enriched with fish protein-mineral additive. *News of KSTU*. 2022. No 66. pp. 103–111. DOI: 10.46845/1997-3071-2022-66-103-111 (in Russian)
 15. Ershov P. S. Collection of recipes for bread and bakery products: Moscow, 2023. 244 p. (in Russian)
 16. Pozdnyakova D. A., Klyuchko N. Yu. Studies on the enrichment of rye-wheat loaves with fish and dairy raw materials. *Baltic Sea Forum: proceedings of the IX International Baltic Sea Forum: in 6 volumes, Kaliningrad, October 04–09, 2021. Vol. 4. Kaliningrad: KSTU, 2021. pp. 118–123. (in Russian)*
 17. Andreev A. N. Quality control of raw materials for baking production: textbook. manual. SPb.: SPbGUNIPT. 2005. (in Russian)
 18. TR CU 021/2011. Technical regulations of the Customs Union «On the safety of food products» (as amended on November 25, 2022). Enter 2013.07.01. Moscow, 2011. 242 p. (in Russian)

Сведения об авторах**Позднякова Дарья Александровна**

Аспирант кафедры пищевой биотехнологии,
Калининградский государственный технический университет,
Россия, 236022, Калининград, Советский проспект, 1,
dakrup1202@gmail.com,
<https://orcid.org/0000-0002-9868-0133>

Ключко Наталия Юрьевна

К. т. н., доцент кафедры пищевой биотехнологии,
Калининградский государственный технический университет,
Россия, 236022, Калининград, Советский проспект, 1,
natalya.kluchko@klgtu.ru,
<https://orcid.org/0000-0002-6708-9674>

Information about authors**Pozdnyakova Daria A.**

Graduate student of the Department of Food Biotechnology,
Kaliningrad State Technical University,
Sovetsky Prospekt, 1, Kaliningrad, Russia, 236022,
dakrup1202@gmail.com,
<https://orcid.org/0000-0002-9868-0133>

Klyuchko Natalia Yu.

Ph. D., Associate Professor of the Department of Food
Biotechnology, Kaliningrad State Technical University,
Sovetsky Prospekt, 1, Kaliningrad, Russia, 236022,
natalya.kluchko@klgtu.ru,
<https://orcid.org/0000-0002-6708-9674>



Статья доступна по лицензии

Creative Commons «Attribution-NonCommercial»



**XVI Международная
специализированная выставка
7 – 10 октября 2025 г.**

Уникальный отраслевой проект, способствующий комплексному решению проблем энергетики в промышленности и ЖКХ, инфраструктурного развития территорий, энерго- и экологической безопасности, демонстрирующий научно-технические разработки и достижения в области энергосбережения, прогрессивные решения для энергетического сектора и современные эффективные технологии энергокомплекса.

Выставка «ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ И ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ. ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ОБОРУДОВАНИЕ» традиционно пройдет совместно с международными специализированными выставками «РОС-ГАЗ-ЭКСПО» и «КОТЛЫ И ГОРЕЛКИ». Тематики всех мероприятий логически дополняют друг друга.

Тематики выставки:

- Энергоэффективность и энергосбережение при транспортировке энергетических ресурсов и выработке тепловой и электрической энергии.
- Энергосберегающие технологии в инженерных системах промышленных предприятий, зданий и сооружений.
- Энергоэффективное оборудование, устройства, изделия и материалы.
- Ресурсосберегающее ведение строительно-монтажных работ.
- Обеспечение безопасности при транспортировке, хранении и использовании топливно-энергетических ресурсов. Промышленная безопасность и экология.
- Учет и мониторинг энергосбережения и потребления топливно-энергетических ресурсов.
- Автоматизированные системы управления технологическими процессами в промышленности, энергетике и в сфере потребления ТЭР.
- Диагностика. Неразрушающий контроль.
- Возобновляемые источники энергии (ВИЭ).
- Альтернативные источники энергии (АИЭ).
- Переработка и утилизация промышленных и бытовых отходов.
- Светотехника.

Место проведения:

Санкт-Петербург, Петербургское шоссе, 64/1, КВЦ "Экспофорум"
Бесплатный трансферный автобус от станции метро "Московская"

Организатор выставки:
ООО "ФАРЭКСПО"

Подробная информация на сайте:
<https://energysaving-expo.ru/>