

Научная статья

УДК 664.66.022.39

DOI 10.46845/1997-3071-2023-70-88-102

О возможности использования рыбных белковой и белково-минеральной добавок в технологии хлебобулочных изделий

Наталья Юрьевна Ключко¹, Дарья Александровна Позднякова², Екатерина Дмитриевна Ковалева³

^{1,2,3}Калининградский государственный технический университет, Калининград, Россия

¹natalya.kluchko@klgtu.ru, <http://orcid.org/0000-0002-6708-9674>

²dakrup1202@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-9868-0133>

³kovaleva_k_30@mail.ru

Аннотация. В работе представлены данные опроса о предпочтениях респондентов в рационе питания. Проведены исследования по совершенствованию технологии хлебобулочных изделий – соломки пшеничной соленой и ржано-пшеничных хлебцев (краюшек) – путем их обогащения рыбными белковой и белково-минеральной добавками. В первом случае задача решается за счет введения в состав теста ферментированного фарша трески, полученного путем выдерживания измельченной мышечной ткани рыбы в воде при заданных параметрах (продолжительность ферментализации 20 мин, температура воды 20 ± 2 °C). Выпеченный готовый продукт представляет собой палочки округлой формы, слабо изогнутые, легко разламывающиеся, от светло-желтого до светло-коричневого цвета, хорошо пропеченные и без признаков непромеса, с приятным солоноватым вкусом и запахом, с невыраженным ароматом рыбы. По результатам физико-химических исследований содержание белка увеличилось на 66 %, минеральных веществ – на 11 %. В другом случае используют белково-минеральную композицию, полученную путем выдерживания измельченной тушки трески в молочной сыворотке при технологических параметрах: время гидролиза 268 мин, температура 28 °C. Готовый продукт был представлен в виде хлебцев (краюшек), изготовленных путем выпечки готового теста с введением в рецептуру белково-минеральной композиции и солодового экстракта. Прямоугольные хлебцы темно-коричневого цвета, со вкусом солода, обладали приятным сладковатым ароматом, имели хорошо разрыхленную, равномерную структуру. Замечено, что введение в состав рецептуры солодового экстракта обогащает продукт клетчаткой и белковыми веществами, улучшает органолептические характеристики готового продукта.

Ключевые слова: обогащенные продукты, хлебобулочные изделия, хлебобулочные изделия пониженной влажности, соломка, хлебцы, краюшки, белковая добавка, белково-минеральная добавка, треска балтийская, молочная сыворотка подсырная.

Для цитирования: Ключко Н. Ю., Позднякова Д. А., Ковалева Е. Д. О возможности использования рыбных белковой и белково-минеральной добавок в технологии хлебобулочных изделий // Известия КГТУ. 2023. № 70. С. 88–102. DOI 10.46845/1997-3071-2023-70-88-102.

Original article

Possibility of using fish protein and protein-mineral additives in the technology of bakery products

Nataliya Yu. Klyuchko¹, Dar'ya A. Pozdnyakova², Ekaterina D. Kovaleva

^{1, 2, 3} Kaliningrad State Technical University, Kaliningrad, Russia

¹natalya.kluchko@klgtu.ru, <http://orcid.org/0000-0002-6708-9674>

²dakrup1202@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-9868-0133>

³kovaleva_k_30@mail.ru

Abstract. The paper presents survey data on the preferences of respondents in the diet. Studies have been conducted to improve the technology of bakery products: salted wheat straws and rye-wheat loaves (edges) and by enriching them with fish protein and protein-mineral additives. In the first case, the problem is solved by introducing fermented minced cod into the dough, obtained by holding the crushed muscle tissue of the fish in water at the specified parameters: the duration of fermentolysis (20 min) and the water temperature ($20 \pm 2^\circ\text{C}$). The baked finished product consists of round-shaped sticks, slightly curved, easily broken, from light yellow to light brown, well baked and without signs of non-kneading, with a pleasant salty taste and smell, with an unexpressed aroma of fish. According to the results of physico-chemical studies, the protein content increased by 66%, mineral substances – by 11%. In another case, a protein-mineral composition obtained by holding a crushed cod carcass in whey at technological parameters: hydrolysis time of 268 minutes and temperature of 28°C . The finished product was presented in the form of loaves (edges) made by baking the finished dough with the introduction of a protein-mineral composition and malt extract into the recipe. The rectangular loaves had a pleasant, sweet aroma and malt taste and had a uniform dark brown color with a well-loosened, uniform structure. The introduction of malt extract into the formulation also enriches the product with fiber and protein substances and improves the organoleptic characteristics of the finished product.

Keywords: fortified products, bakery products, bread and bakery products of reduced humidity, straws, loaves, edges, protein supplement, protein-mineral supplement, Baltic cod, dairy whey.

For citation: Klyuchko N. Yu., Pozdnyakova D. A., Kovaleva E. D. Possibility of using fish protein and protein-mineral additives in the technology of bakery products. // *Izvestiya KGTU = KSTU News*. 2023; (70): 88-102. (In Russ.). DOI 10.46845/1997-3071-2023-70-88-102.

ВВЕДЕНИЕ

Хлебобулочные изделия (ХБИ) традиционно считаются одним из главных пищевых продуктов в структуре питания населения России. В настоящее время хлебопекарная промышленность выпускает большое количество разнообразных хлебных, булочных, бараночных, сухарных, диетических и национальных изделий, различающихся рецептурой, видами сырья, способами выпечки, сроками хранения [1].

В структуре питания современного человека все большее место занимают перекусы, к которым, в первую очередь, прибегают наиболее мобильные слои населения – школьники, учащаяся молодежь, офисные сотрудники и др. [2]. Рацион их питания, как правило, не соответствует физиологическим потребностям организма. Минздрав России отмечает недостаточное употребление животного белка, дефицит витаминов и минеральных веществ, преобладание углеводно-жирового компонента и животных жиров, избыток простых углеводов [3].

Сформировалась отдельная группа продуктов, предназначенных для перекусов, это снеки. Пищевая промышленность, следуя за этой тенденцией, все больше расширяет ассортимент данной продукции. Среди хлебобулочных изделий в группу снеков, несомненно, могут входить ХБИ пониженной влажности [2].

Проведенный нами социологический опрос показал, что такие ХБИ пониженной влажности, как бараночные изделия, хлебцы, соломка, хлебные палочки, пользуются спросом среди населения и являются популярными видами данной группы изделий. Результаты о распределении опрошенных по предпочтениям ХБИ пониженной влажности представлены на рис. 1, их отношение к расширению ассортимента – на рис. 2.

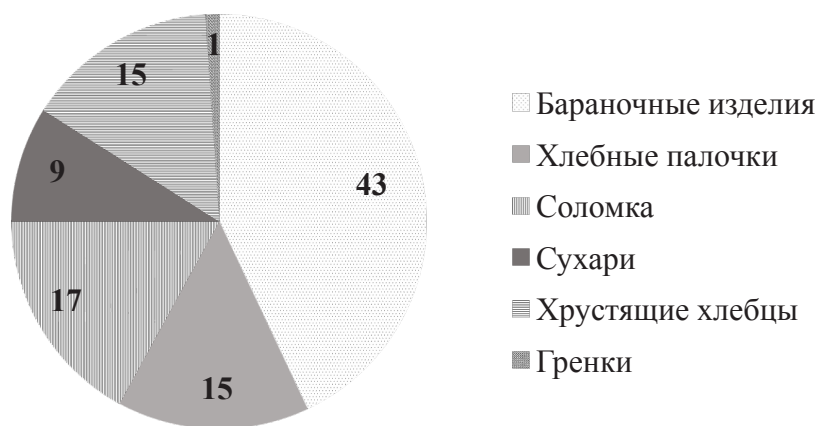


Рис. 1. Распределение респондентов по предпочтениям хлебобулочных изделий пониженной влажности

Fig. 1. Distribution of respondents by preferences of bakery products of low humidity

Из рис. 2 видно, что 65 % опрошенных положительно относятся к расширению ассортимента ХБИ пониженной влажности. В связи с этим актуально повышать биологическую ценность этих продуктов как наиболее популярных среди

потребителей. Хлебобулочные изделия – это преимущественно углеводный продукт, поэтому целесообразно их обогащение белком, минеральными веществами и витаминами [1, 4].

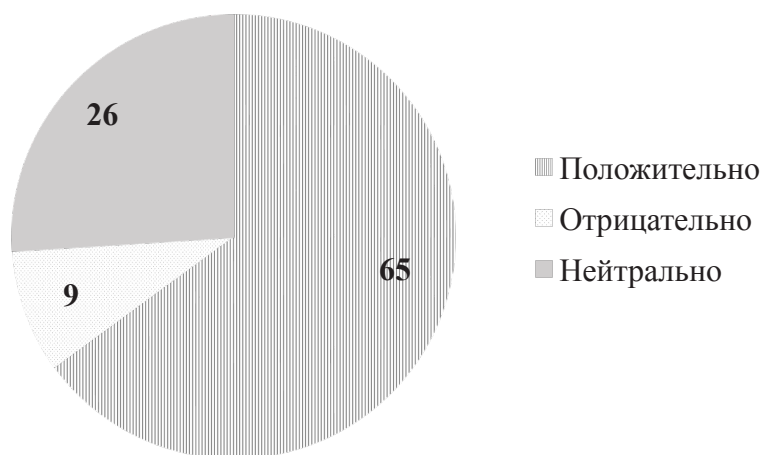


Рис. 2. Отношение респондентов к расширению ассортимента хлебобулочных изделий пониженной влажности за счет обогащения полезными компонентами
Fig. 2. Respondents' attitude to expanding the range of bakery products with reduced humidity due to enrichment with useful components

Повышение белковой, минеральной и витаминной ценности ХБИ осуществляется путем введения в их рецептуру различных добавок. В последнее время в качестве основных источников белка ученые предлагают использовать добавки растительного (шрот кунжута, льна, подсолнечника, рапса, концентраты и изоляты белков семян сои, нута, гороха, фасоли, чечевицы) и животного происхождения (белковые концентраты и гидролизаты рыбных и нерыбных объектов водного промысла, сурими, творожную и подсырную закваски, молочную сыворотку) [1, 4–10].

Особый интерес в качестве полноценного белка представляет рыбный белок. Известны работы отечественных ученых – Л. В. Шульгиной, Л. М. Эпштейн, Ю. Г. Блиновой, М. Б. Гуляковой, Г. И. Загородной, Ю. И. Касьяненко – по производству хлебобулочных изделий, обладающих биологической активностью путем введения в рецептурную смесь тонкоизмельченных сырых молок лососевых рыб в количестве 5–20 % от массы муки [11]. Труды А. П. Черногорцева, А. С. Лысовой, И. А. Бессмертной посвящены обогащению рыбным белком печенья [12], зарубежные ученые R. Xiaoqing, L. Zhongkou, Zh. Guang пишут об использовании рыбного фарша в технологии пропаренного хлеба [13].

Цель настоящей работы заключалась в совершенствовании технологии хлебобулочных изделий путем введения в рецептурную смесь теста рыбных белковой и белково-минеральной композиций.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Основным объектом исследования являлась треска балтийская (*Gadus morhua*), соответствующая ГОСТ 814-2019 «Рыба охлажденная. Технические условия». Помимо этого, в работе использовали муку пшеничную высшего и первого сортов (ГОСТ 26574-2017 «Мука пшеничная хлебопекарная»), муку ржаную цельнозерновую (ГОСТ 7045-2017 «Мука ржаная хлебопекарная»), сыворотку молочную подсырную (ГОСТ 34352-2017 «Сыворотка молочная – сырье. Технические условия»). В качестве разрыхлителя добавляли смесь карбоната и гидрокарбоната натрия (ГОСТ 32802-2014) и дрожжи хлебопекарные сушеные (ГОСТ Р 54845-2011 «Дрожжи хлебопекарные сушеные. Технические условия»). По показателям безопасности все сырье соответствовало требованиям ТР ЕАЭС 040/2016, ТР ТС 021/2011 и ТР ТС 033/2013.

В работе использовали стандартные и общепринятые органолептические и физико-химические методы исследований. Органолептическую оценку готовой продукции проводили с помощью балльного и профильного методов. Массовую долю белка в сырье и готовой продукции определяли методом Кьельдаля (ГОСТ 34454-2018), содержание жира – экстракцией в аппарате Сокслета (ГОСТ 31902-2012), влагу – высушиванием навески в сушильном шкафу при температуре 100–105 °С (ГОСТ 5900-2014), содержание золы в готовом продукте устанавливали после сжигания навески в муфельной печи при температуре 650 °С (ГОСТ 5901-2014), азота концевых аминогрупп – методом формольного титрования (ФТА).

Моделирование и оптимизацию рецептуры обогащенной пшеничной соломки и хлебцев осуществляли методом планирования эксперимента с применением ортогонального центрального композиционного плана второго порядка для двух факторов.

Статистическую обработку данных осуществляли общепринятыми методами при доверительной вероятности 0,95. Основные эксперименты проводились в трехкратной повторяемости. Для обработки полученных результатов использовались программы «Microsoft Word 2019», «Microsoft Excel 2019».

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Возможность вводить в состав хлебобулочных изделий белок рыбы исследована на примере обогащения продукции пониженной влажности. В качестве объекта совершенствования рецептуры была выбрана соломка пшеничная соленая (ГОСТ 11270-88 «Изделия хлебобулочные. Соломка. Общие технические условия»), которая относится к ХБИ хрупкой структуры с содержанием массовой доли влаги не более 11 %, в виде палочек диаметром 5–8 мм и длиной 10–28 см, золотисто-желтого цвета, с глянцевой поверхностью. Изделия можно рассматривать как снековую продукцию.

Традиционная рецептура соломки включает пшеничную муку высшего сорта, воду, соль, сахар, маргарин и разрыхлитель. Для определения вкусовых предпочтений наиболее популярных рецептов соломки были произведены пробные выпечки изделий с использованием химического разрыхлителя (смесь карбоната и гидрокарбоната натрия) и дрожжей хлебопекарных. Путем органолептиче-

ской оценки дегустационная комиссия отдала предпочтение рецептуре соломки соленой, изготавливаемой с применением дрожжей. Последние улучшают структурно-механические свойства теста, а готовый продукт имеет более воздушную структуру и приятные вкусо-ароматические характеристики.

Анализ литературных данных показал, что ферментализ рыбного фарша приводит к распаду белков мышечной ткани рыб до крупномолекулярных соединений – альбуминов, пептонов, пептидов [13, 14]. Ферментализ способствует приобретению рыбной белковой массой свойств, необходимых для ее использования в качестве наполнителя пищевых продуктов с целью повышения их биологической ценности. После ферментализа может быть получена белковая добавка со структурно-механическими свойствами, которые способствуют лучшему сочетанию ее с тестом, приготовленным на основе пшеничной муки при замесе. Белковая добавка, полученная таким способом и введенная в тесто, обеспечит хорошую вязкость, липкость и соответствующие гидрофильные свойства теста.

Для совершенствования рецептуры соломки пшеничной соленой было предложено ввести в состав теста ферментированный рыбный фарш, полученный следующим образом. Мышечную ткань трески балтийской измельчали на куттере и направляли на ферментализ, который проводили в присутствии воды при гидромодуле 1 : 1 (фарш : вода), температуре 20 ± 2 °C и продолжительности 20 мин. Затем воду удаляли, а полученную рыбную белковую добавку (РБД) вводили в тесто.

Для установления оптимальных параметров процесса приготовления соломки повышенной биологической ценности применяли математическое планирование эксперимента. В качестве варьируемых частных факторов, подлежащих регулированию и оптимизации, использовали количество вносимых дрожжей (X_D) и РБД (X_R). Параметром оптимизации математической модели y для повышения объективности результатов исследования выбран безразмерный обобщенный показатель, объединяющий два частных отклика – хрупкость и флевор (вкус и запах). Обработка полученных данных позволила рассчитать параметры уравнения, адекватно связывающего обобщенный параметр оптимизации с изменяемыми факторами, которое позволяет прогнозировать качество продукта:

$$y = 0,315x_D^2 + 0,0086x_R^2 - 0,0147x_Dx_R - 0,5813x_D - 0,0946x_R + 0,4612$$

Расчет оптимальных значений факторов, а именно содержание дрожжей (X_D – 6 г/100 г продукта) и рыбной белковой добавки (X_R – 20 г/100 г продукта), позволил разработать рецептуру соломки пшеничной соленой, обогащенной рыбным белком, которую назвали соломка «Морская» (рис. 3).

Органолептическая оценка обогащенной соломки показала, что готовый продукт представляет собой ХБИ в форме округленных палочек, слабо изогнутых, со слегка шероховатой, без вздутий и трещин поверхностью, с равномерным цветом от соломенно-желтого до светло-коричневого, хорошо пропеченных, без признаков непромеса, легко разламывающихся, хрупких, приятных на вкус и запах (что свойственно данному виду изделий), аромат рыбы не выражен или выражен слабо (едва уловим). Физико-химические показатели представлены в табл. 1, из которой следует, что содержание белка в обогащенной соломке увеличилось на

66 %, минеральных веществ – на 11 %. Полученные результаты говорят о перспективности работы и требуют дальнейших исследований.



Рис. 3. Соломка пшеничная соленая, обогащенная рыбной белковой добавкой («Морская»)

Fig. 3. Salted wheat straw enriched with fish protein supplement («Sea»)

Таблица 1. Физико-химические показатели качества контрольных и экспериментальных образцов соломки пшеничной соленой

Table 1. Physico-chemical quality indicators of control and experimental samples of salted wheat straw

Наименование показателя	Соломка пшеничная соленая, контрольный образец	Соломка пшеничная соленая, обогащенная рыбным белком («Морская»), экспериментальный образец
Массовая доля влаги, %	$5,69 \pm 0,02$	$5,75 \pm 0,02$
Массовая доля белка, %	$7,23 \pm 0,02$	$12,05 \pm 0,02$
Массовая доля жира, %	$1,37 \pm 0,01$	$1,16 \pm 0,01$
Массовая доля углеводов, %*	$84,48 \pm 0,01$	$79,67 \pm 0,01$
Массовая доля минеральных веществ, %	$1,23 \pm 0,01$	$1,37 \pm 0,01$
Кислотность, град.	$1,80 \pm 0,01$	$1,80 \pm 0,01$

Примечание: * данные получены расчетным путем

Продолжением исследований, проводимых на кафедре пищевой биотехнологии Калининградского государственного технического университета и посвященных совершенствованию технологии ХБИ, стала разработка рецептуры ржано-пшеничных хлебцев (краюшек) [15]. С целью повышения содержания минеральной составляющей рыбной белковой добавки предложено использовать не

только мышечную, но и опорно-каркасную и покровную ткани. Последние являются источниками кальция и коллагена – строительных компонентов, необходимых для укрепления опорно-двигательного аппарата человека. Для размягчения рыбных тканей применяли кислотно-ферментативный гидролиз в сыворотке молочной подсырной, которая отличается низкой калорийностью и высокой биологической ценностью: содержит молочный белок, витамины группы В, а также комплекс таких минеральных соединений, как калий, натрий, кальций, магний, железо и др.

Для оптимизации процесса дезагрегации рыбного сырья тушку трески пропускали через волчок 2 раза. Гидро модуль «фарш из тушки трески : сыворотка молочная подсырная» составил 1:1. Данный модуль выбран в связи с тем, что при большем модуле (1:2 и 1:3) происходит разбавление фермента и снижение скорости образования фермент-субстратного комплекса. Начальный pH рыбно-молочной смеси составил 5,8–6,0, что близко к оптимальному значению работы катепсинов мышечной ткани рыбного сырья, молочно-кислой микрофлоры и химозина – сычужного фермента, остающегося в сыворотке после получения сыра. Время гидролиза ($T_{\text{гидр}}$) варьировало от 2 до 6 ч, температура ($t_{\text{гидр}}$) – от 20 до 40 °С. В качестве частных откликов исследовали органолептическую оценку гидролизованной массы, изменение ее кислотности и накопление ФТА.

Результаты определения оптимальных режимов проведения дезагрегации рыбного белка для получения белково-минеральной добавки при варьировании температуры от 20 до 40 °С в течение 1–8 ч при pH 5,8±0,3 представлены на рис. 4.

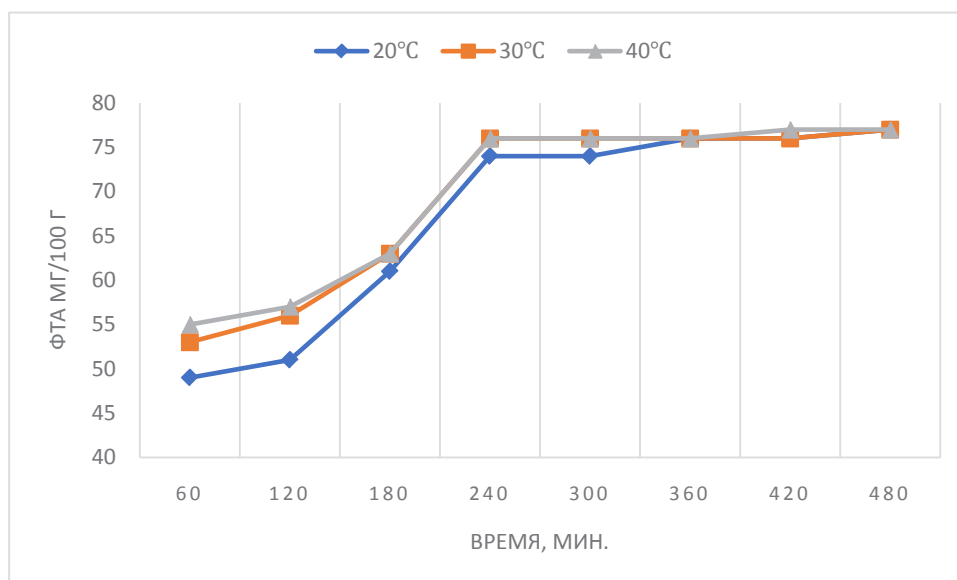


Рис. 4. Процесс накопления азота концевых аминок групп (ФТА, мг/100 г) в рыбной белково-минеральной добавке из фарша тушки трески при варьировании температуры, времени гидролиза и гидромодуле 1:1

Fig. 4. The process of nitrogen accumulation of terminal amino groups (FTA, mg/100g) in a fish protein-mineral supplement from minced cod carcass with varying temperature, hydrolysis time and hydromodule 1:1

Данные на рис. 4 показывают, что наибольшее накопление ФТА наблюдается при температуре 30 °С и времени гидролиза 240 мин, затем рост показателя прекращается и устанавливается на одном уровне. В дальнейшем накопление ФТА снижается, процесс протекает медленно.

В результате обработки данных получили уравнение с натуральными значениями уровней факторов:

$$y = -0,0009252t_{\text{гидр}}^2 - 0,00002102T_{\text{гидр}}^2 + 0,00001708t_{\text{гидр}}T_{\text{гидр}} - 0,021344t_{\text{гидр}} + 0,005115T_{\text{гидр}} - 1,880011$$

Математически преобразовав полученное уравнение в натуральном виде, а также с помощью дифференцирования и решения системы уравнения, нашли оптимальные значения факторов: температура гидролиза – 28 °С, время – 268 мин.

Полученную рыбную белково-минеральную добавку (РБМД), которую вводили непосредственно при замесе теста, использовали для приготовления ржано-пшеничных хлебцев (краюшек). Для нивелирования рыбного запаха, а также повышения биологической ценности в состав хлебобулочного изделия дополнительно добавляли ржаной ферментированный солод. Последний представляет собой проросшее зерно ржи, которое после прорастания определенное количество времени выдерживают при высокой температуре. Это придает солоду красно-коричневый цвет и приятный аромат. Использование солодового экстракта в производстве хлебобулочного изделия позволит обогатить готовый продукт такими минеральными веществами, как магний, фосфор, калий, а также витаминами. Кроме того, улучшатся органолептические показатели качества хлеба (табл. 3) и физико-химические – качества образцов.

Физико-химические показатели качества солодового экстракта представлены в табл. 2 [9].

Таблица 2. Физико-химические показатели качества солодового экстракта
Table 2. Physico-chemical quality indicators of malt extract

Наименование показателя	Солодовый экстракт
Содержание сухих веществ, %	84,10
Содержание белковых веществ, %	3,97
Содержание золы, %	1,36
Содержание гумми-веществ, %	5,36
Содержание декстринов, %	3,95
Кислотность, %	15,6

Таблица 3. Сравнительные характеристики органолептических показателей качества хлебобулочных изделий

Table 3. Comparative characteristics of organoleptic indicators of the quality of bakery products

Наименование показателя	Наименование образца	
	Образец 1 Хлебцы, обогащенные РБМД	Образец 2 Хлебцы, обогащенные РБМД и солодовым экстрактом
Цвет	Неравномерный, светло-серый, с вкраплением частиц трески	Равномерный, темно-коричневый
Состояние мякиша	Изделия хорошо разрыхленные, пропеченные, с равномерной структурой, без признаков непромеса	Изделия хорошо разрыхленные, пропеченные, с равномерной структурой, без признаков непромеса
Вкус	Выраженный вкус данного вида изделия, ржано-пшеничный, с не ярко выраженным вкусом рыбы	Приятный, свойственный данному виду изделия, с ярко выраженным сладковатым вкусом солода
Запах	Свойственный данному виду изделия, со слабо выраженным запахом трески	Приятный, свойственный данному виду изделия, с ароматом солода
Поверхность	Гладкая, без вздутий и трещин, с наколами, допускаются отпечатки сетки на нижней поверхности	Гладкая, без вздутий и трещин, с наколами, допускаются отпечатки сетки на нижней поверхности

Дегустаторами проведена оценка образцов продукции (с введением солодового экстракта в состав хлебобулочных изделий, обогащенных РБМД, и без него) профильным методом по интенсивности с использованием разработанных характеристик. Индивидуальные оценки экспертов заносятся в дегустационные листы, после чего были построены профили вкуса и внешнего вида корки данных образцов хлебобулочных изделий (рис. 5).

По результатам органолептического анализа можно отметить, что добавление солодового экстракта делает продукт привлекательнее внешне, темно-коричневого цвета, с румяной корочкой, улучшает аромат и вкус изделия, нивелирует нежелательный не ярко выраженный привкус рыбы. Также использование солодового экстракта значительно влияет на физико-химические характеристики хлебобулочного изделия – увеличивает сроки хранения продукта и придает особую мягкость консистенции мякиша, обогащает продукт минеральными веществами и клетчаткой.

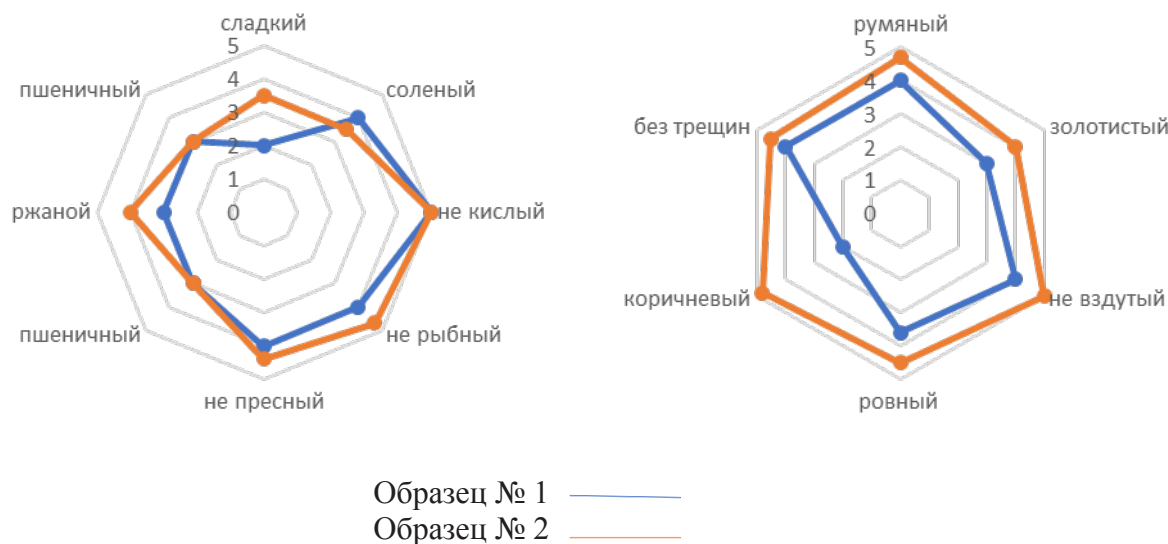


Рис. 5. Профиль вкуса и внешнего вида корки ржано-пшеничных хлебцев, обогащенных рыбной белково-минеральной добавкой (образец № 1) и рыбной белково-минеральной добавкой с солодовым экстрактом (образец № 2)

Fig. 5. Taste and appearance profile of rye-wheat bread crusts enriched with fish protein-mineral additive (sample No. 1) and fish protein-mineral additive and malt extract (sample No. 2)

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенные исследования по совершенствованию технологии хлебобулочных изделий на примере соломки пшеничной соленой и ржано-пшеничных хлебцев (краюшек) путем введения в тесто белковой и белково-минеральной добавок показали их перспективность. С применением математического планирования эксперимента определены оптимальные параметры рецептуры: количество вносимых дрожжей и рыбной белковой добавки. Установлено, что содержание белка в такой сололке по сравнению с традиционной увеличилось на 66 %, минеральных веществ – на 11 %. По органолептическим показателям готовая продукция отличалась привлекательным внешним видом, хрупкостью, легко разламывалась, имела вкус и запах, свойственные данному виду изделий, при этом аромат рыбы не ощущался или был выражен слабо, едва уловим.

Для повышения содержания минеральной составляющей рыбной белковой добавки предложено использовать не только мышечную, но и опорно-каркасную и покровную ткани. С применением кислотно-ферментативного гидролиза получена рыбная белково-минеральная добавка, которая вводилась в рецептуру ржано-пшеничных хлебцев. Для оптимизации процесса дезагрегации рыбного сырья было проведено математическое планирование эксперимента, определены опти-

мальные параметры процесса гидролиза – время и температура. Для нивелирования запаха рыбы в хлебах и повышения биологической ценности предложено использовать ржаной ферментированный солод. Полученный готовый продукт отличался привлекательными органолептическими показателями – ярко выраженным сладковатым вкусом и ароматом солода. Проведенные исследования показали перспективность работы. Готовая продукция может быть рекомендована различным слоям населения, в первую очередь школьникам и учащейся молодежи, которые мало употребляют в пищу рыбный белок.

Список источников

1. Чижикова О. Г., Коршенко Л. О. Технология производства хлеба и хлебобулочных изделий. Москва: Издательство Юрайт. 2023. 252 с. URL: <https://urait.ru/bcode/510044> (дата обращения: 23.05.2023).
2. Машкова И. А., Новожилова К. С., Васькина В. А. Современное производство крекеров и галет // Кондитерское и хлебопекарное производство. 2017. № 3–4. С. 24–29.
3. Коденцова В. М., Громова О. А., Макарова С. Г. Микронутриенты в питании детей и применение витаминно-минеральных комплексов // Педиатрическая фармакология. 2015. Т. 12. № 5. С. 6.
4. Skipping breakfast and a meal at school: its correlates in adiposity context. report from the ABC of healthy eating study of polish teenagers / L. Wadolowska et al. // Nutrients. 2019. N. 11 (7). P. 1563.
5. The effect of different levels of protein concentrate silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix*) to the profiles mineral production test breads / S. Ghaffari et al. // Journal of Food Science and Technology (Iran). 2021. N. 18 (111). P. 117–129.
6. Конкурентный потенциал функциональных обогащенных хлебобулочных изделий / Е. П. Викторова, О. В. Федосеева, Т. А. Шахрай, Н. Н. Корнен // Новые технологии. 2020. № 2. С. 28–39.
7. Догаева Л. А., Косухина О. В. Разработка мучных кондитерских изделий с использованием нетрадиционного сырья // IV межд. научно-практическая и научно-методическая конф. (15 марта 2020): материалы. Белгород, 2020. С. 17–22.
8. Кокорина Д. С. Влияние технологии производства обогащенного хлеба из пшеничной муки на его реологические характеристики // XXXIII Международные Плехановские чтения (8–10 июня 2020): сборник. Москва. 2020. С. 188–191.
9. Лукина С. И. Разработка технологии обогащенного хлеба из пшеничной муки с натуральными пищевыми ингредиентами // VIII отчетная науч. конф. преподавателей и научных сотрудников ВГУИТ за 2019 год (6–7 февраля 2020): материалы. Воронеж. 2020. С. 48.

10. Nizkiy S. E., Kodirova G. A., Kubankova G. V. Determining the amino acid composition of soybean proteins using IR scanners // International journal of pharmaceutical research and allied sciences. 2020. N. 9 (2). P. 45–49.
11. Способ производства хлебобулочных изделий, обладающих биологической активностью: пат. 2181543 Рос. Федерация. № 2000107498/13 / Шульгина Л. В., Эпштейн Л. М., Блинов Ю. Г., Гуляков М. Б., Загородная Г. И., Касьяненко Ю. И.; заявл. 27.03.2000; опубл. 27.04.2002. Бюл. № 12. 5 с.
12. 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. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/razrabotka-tehnologii-funktsionalnogo-produkta-iz-pshenichnoy-muki-obogaschennogo-rybnym-belkovo-mineralnym-napolnitelem> (дата обращения: 14.05.2023).
13. Xiaoqing R., Zhongkou L., Guang Zh. Minced fish nutritional steamed bread and preparation method thereof. China patent CN102273588 (A). 2011 Dec 14.
14. Черногорцев А. П. Переработка мелкой рыбы на основе ферментированного сырья. Москва: Пищевая промышленность. 1973. 152 с.
15. Ключко Н. Ю., Позднякова Д. А. Исследование по совершенствованию технологии хлебобулочного изделия, обогащенного рыбной белково-минеральной добавкой // Известия КГТУ. 2022. № 66. С. 103–111.

References

1. Chizhikova O. G. *Tekhnologiya proizvodstva khleba i khlebobulochnykh izdeliy* [Technology of production of bread and bakery products]. Moscow, Yurayt Publ., 2023, 252 p., available at: <https://urait.ru/bcode/510044> (Accessed 23 May 2023).
2. Mashkova I. A., Novozhilova K. S., Vas'kina V. A. Sovremennoe proizvodstvo krekerov i galet [Modern production of crackers and biscuits]. *Konditerskoe i khlebopekarnoe proizvodstvo*, 2017, no. 3–4, pp. 24–29.
3. Kodentsova V. M., Gromova O. A., Makarova S. G. Mikronutrienty v pitanii detey i primenenie vitaminno-mineral'nykh kompleksov [Micronutrients in children's nutrition and the use of vitamin-mineral complexes]. *Pediatricheskaya farmakologiya*, 2015, vol. 12, no. 5, p. 6.
4. Wadolowska L. et al. Skipping breakfast and a meal at school: its correlates in adiposity context. report from the ABC of healthy eating study of polish teenagers. *Nutrients*, 2019, no. 11 (7), p. 1563.
5. Ghaffari S. et al. 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, no. 18 (111), pp. 117–129.

6. Viktorova E. P., Fedoseeva O. V., Shahrav T. A., Kornen N. N. Konkurentnyy potentsial funktsional'nykh obogashchennykh khlebobulochnykh izdeliy [Competitive potential of functional enriched bakery products]. *Novye tekhnologii*, 2020, no. 2, pp. 28–39.
7. Dogaeva L. A., Kosukhina O. V. Razrabotka muchnykh konditerskikh izdeliy s ispol'zovaniem netraditsionnogo syr'ya [Development of flour confectionery products using non-traditional raw materials]. *Materialy IV mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy i nauchno-metodicheskoy konferentsii* [Materials IVth Int. sci.-pract. and sci.-method. conf.]. Belgorod, 2020, pp. 17–22.
8. Kokorina D. S. Vliyanie tekhnologii proizvodstva obogashchennogo khleba iz pshechnoy muki na ego reologicheskie kharakteristiki [Influence of the technology of production of enriched wheat flour bread on its rheological characteristics]. *XXXIII Mezhdunarodnye Plekhanovskie chteniya* (8–10 iyunya 2020): sbornik. [XXXIII International Plekhanov readings (8–10 June 2020): compilation]. Moscow, 2020, pp. 188–191.
9. Lukina S. I. Razrabotka tekhnologii obogashchennogo khleba iz pshechnoy muki s natural'nymi pishchevymi ingredientami [Development of technology for enriched wheat flour bread with natural food ingredients]. *Materialy VIII otchetnoy nauchnoy konferentsii prepodavateley i nauchnykh sotrudnikov VGUIT za 2019 god* [Materials VIIIth reporting scientific conference of teachers and researchers of the VSUET for 2019]. Voronezh, 2020, p. 48.
10. Nizkiy S. E. Determining the Amino Acid Composition of Soybean Proteins Using IR Scanners. *International journal of pharmaceutical research and allied sciences*, 2020, no. 9 (2), pp. 45–49.
11. Shul'gina L. V., Epshteyn L. M., Blinov Yu. G., Gulyakov M. B., Zagorodnaya G. I., Kas'yanenko Yu. I. Sposob proizvodstva khlebobulochnykh izdeliy, obladayushchikh biologicheskoy aktivnost'yu [Method for the production of bakery products with biological activity]. Patent RF, no. 2000107498/13, 2002, 5 p.
12. Makhnach E. V., Bessmertnaya I. A. Razrabotka tekhnologii funktsional'nogo produkta iz pshechnoy muki, obogashchennogo rybnym belkovo-mineral'nym napolnitelem [Development of technology for a functional product from wheat flour enriched with fish protein-mineral filler]. *Nauchnyy zhurnal NIU ITMO. Ser. Protssy i apparaty pishchevykh proizvodstv*, 2014, no. 1, available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/razrabotka-tehnologii-funktsionalnogo-produkta-iz-pshechnoy-muki-obogaschennogo-rybnym-belkovo-mineralnym-napolnitelem> (Accessed 14 May 2023).
13. Xiaoqing R., Zhongkou L., Guang Zh. Minced fish nutritional steamed bread and preparation method thereof. China patent CN102273588 (A). 2011 Dec 14.
14. Chernogortsev A. P. *Pererabotka melkoy ryby na osnove fermentirovannogo syr'ya* [Processing of small fish based on fermented raw materials]. Moscow, Pishhevaya promyshlennost' Publ., 1973, 152 p.

15. Klyuchko N. Yu., Pozdnyakova D. A. Issleovanie po sovershenstvovaniyu tekhnologii khlebobulochnogo izdeliya, obogashchennogo rybnoy belkovo-mineral'noy dobavkoy [Research on improving the technology of bakery products enriched with fish protein-mineral supplement]. *Izvestiya KGTU*, 2022, no. 66, pp. 103–111.

Информация об авторах

Н. Ю. Ключко – кандидат технических наук, доцент кафедры пищевой биотехнологии

Д. А. Позднякова – аспирант кафедры пищевой биотехнологии

Е. Д. Ковалева – магистрант кафедры пищевой биотехнологии

Information about the authors

N. Yu. Klyuchko – Candidate of Technical Sciences, Assistant Professor of the Department of Food Biotechnology

D. A. Pozdnyakova – PhD Student of the Department of Food Biotechnology

E. D. Kovaleva – Master Student of the Department of Food Biotechnology

Статья поступила в редакцию 30.05.2023; одобрена после рецензирования 12.06.2023; принята к публикации 22.06.2023.

The article was submitted 30.05.2023; approved after reviewing 12.06.2023; accepted for publication 22.06.2023.