




Применение коллагена гидробионтов в производстве продукции на основе рыбного фарша




Виктор И. Воробьев ¹	viktor.vorobev@klgtu.ru	 0000-0001-8209-7851
Ольга П. Чернега ¹	olga.chernega@klgtu.ru	 0000-0002-4150-2731
Альбина Р. Берсенева ¹	albinabers22@gmail.com	 0000-0001-7053-7223

¹ Калининградский государственный технический университет, пр-т Советский, 1, Калининград, Россия

Аннотация. Исследовано влияние определённых фракций рыбьей чешуи (судак), используемых в качестве добавки в фарши из филе минтая, а также из субпродуктов (хребты, хвосты, плавники) семги полученных способом сепарирования на физико-химические и органолептические свойства получаемых полуфабрикатов и готовой продукции (тефтели). Определено, что с увеличением % внесения добавок в фарш из минтая массовые потери тефтелей после запекания (пароконвектомат) по сравнению с контролем (46,25% – без добавок чешуи) уменьшались и составили (при 10%-ной добавке трех фракций чешуи) соответственно 29,50; 37,30 и 38,83%. Выявлено, что предварительное выдерживание (стабилизация) указанных полуфабрикатов в холодильной камере при температуре 4 °C в течение 90 минут с последующим запеканием способствовало более значительному снижению массовых потерь готовой продукции по сравнению с контролем (46,25%) и составило (при 10%-ной добавке трех фракций чешуи) соответственно 24,00; 18,7 и 24,39%. Аналогичное снижение массовых потерь готовой продукции происходило при изготовлении тефтелей из сепарированного фарша полученного из субпродуктов семги с добавлением определенных фракций рыбьей чешуи в количестве от 1 до 10% от массы сырья. Показано, что с увеличением % внесения в фарш добавки рыбьей чешуи, увеличивается предельное напряжение сдвига (ПНС) образующейся смеси, влагоудерживающая способность (ВУС), при концентрации добавки в фарше от 1 до 7% имеет тенденцию к снижению, а от 7 до 10% – к повышению по сравнению с контролем. Тефтели, полученные из фаршей минтая и семги с добавлением коллагеновой фракции чешуи (более 2,5 мм) в количестве 8 и 10% от массы сырья имели нежную консистенцию и менее выраженный рыбный вкус и запах.

Ключевые слова: фарш, филе минтая, фарш семги, рыба чешуя, рыбные тефтели.

The use of hydrobiont collagen in the production of products based on minced fish

Viktor I. Vorobyov ¹	viktor.vorobev@klgtu.ru	 0000-0001-8209-7851
Olga P. Chernega ¹	olga.chernega@klgtu.ru	 0000-0002-4150-2731
Albina R. Berseneva ¹	albinabers22@gmail.com	 0000-0001-7053-7223

¹ Kaliningrad State Technical University, Sovetskiy sv., 1, Kaliningrad, Russia

Abstract. The influence of certain fractions of fish scales (zander) used as an additive in minced meat from pollock fillets, as well as from by-products (backbones, tails, fins) of salmon obtained by separation on the physicochemical and organoleptic properties of the resulting semi-finished products and ready-to-eat – how products (meatballs). It was determined that with an increase in the percentage of adding additives to pollock minced meat, the mass loss of meatballs after baking (combi steamer) decreased compared to the control (46.25% – without adding scales) and amounted to (with a 10% addition of three fractions scales) respectively 29.50; 37.30 and 38.83%. It was revealed that the preliminary holding (stabilization) of these semi-finished products in a refrigerator at a temperature of 4 °C for 90 minutes, followed by baking, contributed to a more significant reduction in mass losses of finished products compared to the control (46.25%) and amounted to (at 10% addition of three scale fractions) respectively 24.00%, 18.7% and 24.39%. A similar reduction in mass losses of finished products occurred in the manufacture of meatballs from separated minced meat obtained from salmon by-products with the addition of certain fractions of fish scales in an amount of 1 to 10% by weight of raw materials. It is shown that with an increase in the percentage of addition of fish scale additives to minced meats, the ultimate shear stress (USS) of the resulting mixture increases, water-holding capacity (WHC), with an additive concentration in minced meat from 1 to 7% tends to decrease, and from 7 to 10% to increase in comparison with the control. Meatballs obtained from minced pollock and salmon with the addition of the collagen fraction of the scales (more than 2.5 mm) in the amount of 8 and 10% by weight of the raw material had a very delicate texture and a less pronounced fishy taste and smell.

Keywords: minced meat, pollock fillet, minced salmon, fish scales, fish meatballs.

Введение

Рыбья чешуя составляет в среднем 2–5% общей массы рыбы и является одной из проблем предприятий рыбной отрасли касающейся необходимости практического решения её промышленной переработки [1–4]. Исследования рыбных отходов показали, что рыбья чешуя имеет высокую биологическую ценность, что также подтверждается самой природой, где

отдельные виды рыб на протяжении всей жизни питаются (лепидофагия) исключительно чешуёй [5,6]. Ключевыми компонентами чешуи являются протеины (40–84%), из которых более 70% представляет коллаген и минеральные вещества (16–59%) состоящие в основном из гидроксипатита определяющие возможные пути её переработки и применения [7, 8]. Основным направлением использования чешуи в качестве сырья является малорентабельное производство

Для цитирования

Воробьев В.И., Чернега О.П., Берсенева А.Р. Применение коллагена гидробионтов в производстве продукции на основе рыбного фарша // Вестник ВГУИТ. 2022. Т. 84. № 2. С. 84–92. doi:10.20914/2310-1202-2022-2-84-92

For citation

Vorobyov V.I., Chernega O.P., Berseneva A.R. The use of hydrobiont collagen in the production of products based on minced fish. Vestnik VGUIT [Proceedings of VSUET]. 2022. vol. 84. no. 2. pp. 84–92. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2022-2-84-92

This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License

рыбной муки и кормовых добавок [9]. Одним из перспективных направлений использования чешуи является производство рыбного коллагена или желатина (около 1,5% от общего мирового производства коллагена) и продуктов его гидролиза (гидраты, желатин, пептидные гидролизаты) имеющих высокую добавленную стоимость и спрос для применения в различных отраслях промышленности (пища, косметика, медицина и др.) [9–11]. Необходимость применения значительного количества жидкостей с использованием кислот, щелочей и дорогостоящих ферментов (гидролиз рыбьей чешуи) с последующим удалением этих жидкостей (промывка сырья, фильтрация, концентрирование, сушка) при получении рыбного коллагена и продуктов его гидролиза, а также существенные потери сырья (деминерализация и удаление неколлагеновых белков) и соответственно низкий выход готовой продукции с высокой себестоимостью, ограничивает его промышленное производство. Кроме того, рыбный коллаген (желатин) обладают более низким показателем прочности геля (число Блум) по сравнению с коллагеном млекопитающих, являющимся одной из основных технологических характеристик готовой продукции. Отсутствие экономически приемлемых технологий переработки коллагенсодержащего рыбного сырья, приводит к тому, что ежегодно во всем мире сотни тысяч тонн рыбьей чешуи, образующейся на предприятиях в процессе рыбопереработки и вывозятся на специальные полигоны (где компостируются или сжигаются), приводя к образованию токсичного метана и неприятного запаха. Необходимо отметить, что снятие чешуи с рыбы является предварительной операцией, перед основной обработкой рыбного сырья, что позволяет осуществлять её сбор, аккумулирование и обработку отдельно от основной массы рыбных отходов. Ввиду отсутствия промышленного производства рыбного коллагена в России, весьма актуальным является разработка и внедрение экономически приемлемых способов переработки рыбьей чешуи и получение продукции, имеющей высокую добавленную стоимость. Это позволит уменьшить дефицит белка, расширить линейку новой пищевой продукции и снизить экологическую нагрузку на окружающую среду.

Цель работы – оценка возможности применения рыбной коллагеновой фракции, полученной из чешуи гидробионтов, в качестве добавки при производстве фаршевых изделий [12].

Материалы и методы

Материалом для исследований являлись фарши, полученные из филе минтая, а также из побочных продуктов (хребты, хвосты, плавники) образующихся при производстве филе семги.

Кроме того, были исследованы определённые фракции рыбьей чешуи (судак), полученные по ранее разработанной технологии используемые в качестве добавки в фарш [12]. Изготовление опытных образцов фаршевых изделий (тефтели), а также получение фракций рыбьей чешуи и проведение химических анализов осуществлялось в лабораториях кафедры технологии продуктов питания и химии ФГБОУ ВО «КГТУ» (г. Калининград) и сертифицированной испытательной лаборатории ООО «Калининградский испытательный центр». Общий химический состав (включая фосфор, кальций и магний) определяли согласно следующей нормативной документации. Массовую долю влаги, жира, белка, кальция, золы в сырье и опытных образцах определяли по ГОСТ 7636–85 «Методы анализа» (пп. 3.3.1, 3.7.2, 8.9.1, 8.11.1, 11.6 соответственно), массовую долю углеводов согласно МУ № 4237–86 от 29.12.86 г. (расчетным методом), фосфора по ГОСТ Р 55503–2013, магния по ГОСТ ISO 8070/IDF 119–2014.

Предельное напряжение сдвига (ПНС) опытных образцов определяли по ГОСТ Р 50814–95 «Мясопродукты. Методы определения пенетрации конусом и игольчатым индентором». В качестве реометра применялся пенетрометр ПМДП-I с константой конуса с углом при вершине 60°, $K=2,1$ Н/кг. Методика определения ПНС основана на измерении погружения конуса при действии постоянной нагрузки в течении 180 сек в специально подготовленный образец. За результат измерений пенетрации фарша из филе минтая и сепарированного фарша семги принимали среднеарифметическое значение результатов трех параллельных измерений. Водоудерживающую способность (ВУС) образцов фарша определяли по ГОСТ 7636–85 «Рыба, морские млекопитающие, морские беспозвоночные и продукты их переработки. Методы анализа».

Для определения текстуры готовых изделий на основе фарша из минтая и семги с добавлением коллагеновой фракции чешуи (более 2,5 мм) были проведены испытания на аппарате Brookfield CT3 Texture Analyzer тип используемого теста – сжатие.

Результаты и обсуждение

Рыбный фарш (измельченная рыба с пищевыми добавками) является основой для широкого ассортимента рыбных полуфабрикатов.

Современная технология рыбного фарша с применением сепараторов является наиболее перспективным способом переработки гидробионтов, позволяющим использовать значительное видовое разнообразие рыбного сырья и способствующим увеличению выхода съедобной части по сравнению с производством рыбного филе.

С целью определения качественных и количественных показателей полуфабрикатов предварительно были изготовлены опытные образцы фарша из филе минтая с добавлением 1% соли и определенных высушенных фракций чешуи (судак), взятых в различном процентном отношении к массе рыбного сырья.

Из полученного фарша выработали тефтели массой от 50 до 60 г. (рисунок 1).

Часть тефтелей сразу после выработки была доведена до кулинарной готовности запеканием в пароконвектомате (пароконвекционная печь 6-уровней ПКА-1/В, (Россия)) при 180 °С в течение 20 минут до температуры в центре продукта 75 °С, другую часть опытных образцов перед термообработкой выдерживали в холодильной камере при температуре 4 °С в течение 90 минут с целью полного перераспределения и стабилизации компонентов фарша. Изменения массы опытных образцов тефтелей после запекания представлены в таблицах 1 и 2: образец

1 – фракция высушенной чешуи судака более 2,5 мм; образец 2 – фракция высушенной чешуи судака от 0,1 до 2,5 мм; образец 3 – фракция высушенной чешуи судака менее 0,1 мм.



Рисунок 1. Опытные образцы тефтелей из фарша минтая с различным процентным содержанием высушенных фракций рыбьей чешуи (судак)

Figure 1. Experimental samples of minced pollock meatballs with different percentages of dried fractions of fish scales (zander)

Таблица 1.

Изменение массы образцов тефтелей (из фарша минтая) после запекания (в пароконвектомате) в зависимости от% внесения в фарш определенных фракций рыбьей чешуи (судак)

Table 1.

Change in the mass of fishballs samples (from pollock mince) after baking (in a combi steamer) depending on the percentage of adding certain fractions of fish scales (zander) to minced meat

Массовая доля фракции чешуи судака в фарше из минтая, % Mass fraction of zander scale fraction in minced pollock, %	Образец Sample								
	1			2			3		
	m ₁ , г m ₁ , g	m ₂ , г m ₂ , g	Потери, % Weight loss, %	m ₁ , г m ₁ , g	m ₂ , г m ₂ , g	Потери, % Weight loss, %	m ₁ , г m ₁ , g	m ₂ , г m ₂ , g	Потери, % Weight loss, %
0	50,62	27,30	46,25	-	-	-	-	-	-
1	51,26	30,97	39,50	52,10	30,81	40,86	50,30	29,13	42,08
2	50,0	31,26	37,48	50,62	27,44	45,79	50,99	30,00	41,16
4	53,27	34,91	34,84	50,87	29,43	42,14	50,87	30,09	40,84
6	52,36	34,71	33,70	50,12	30,84	38,46	53,88	32,46	39,75
8	55,77	37,88	32,07	51,38	32,03	37,66	56,47	34,72	38,51
10	50,8	35,75	29,60	52,75	33,65	37,30	52,84	32,32	38,83
m ₁ – масса до обработки, г; m ₂ – масса после обработки, г m ₁ – weight before processing, g; m ₂ – weight after processing, g									

Как видно из таблицы 1, в образцах 1, 2 и 3-его вариантов с увеличением процента внесения фракций чешуи в рыбный фарш, потери после термообработки, по сравнению с контролем (46,25%), уменьшались и составили соответственно 29,50; 37,30 и 38,83%. Органолептические показатели запах и вкус были свойственны запеченному минтаю, консистенция сухая, свойственная мясу данного вида рыбы, цвет светло кремовый. Органолептические показатели во 2 и 3-ем вариантах, при увеличении процента внесения фракций чешуи, значительно ухудшались. Запах становился более выраженным, свойственным добавке и минтаю, консистенция жесткой и сухой, пища хуже пережевывалась. В 1-ом варианте с увеличением процента внесения фракции чешуи (более 2,5 мм) рыбные вкус и запах становились менее выраженными по сравнению с контролем, а консистенция становилась

более нежной и сочной. Цвет всех образцов был светло кремовый.

Из таблицы 2, видно, что образцы 1, 2 и 3-его варианта с увеличением внесения фракций чешуи потери после термообработки по сравнению с контролем (46,25%) уменьшались и составили соответственно 24,00; 18,7 и 24,39%. Образцы 2 и 3-го вариантов при внесении фракций чешуи в количестве 8 и 10% от массы сырья имели непривлекательный серый цвет фарша после термообработки. С увеличением процента внесения фракций чешуи запах, вкус и особенно консистенция значительно ухудшались. В 1-ом варианте, наоборот, с увеличением количества фракции чешуи в фарше консистенция становилась более сочной и нежной, цвет идентичен контролю, а рыбный вкус и запах становились менее выраженными по сравнению с контролем.

Таблица 2.

Изменение массы образцов тефтелей (из фарша минтая), полученных с предварительной стабилизацией в течение 90 минут при температуре 4°C до термообработки, с последующим запеканием (пароконвектомат) в зависимости от % внесения в фарш определённых фракций чешуи (судак)

Table 2.

Change in the mass of fishballs samples (from minced pollock) obtained with preliminary stabilization for 90 minutes at a temperature of 4 C before heat treatment, followed by baking (combi steamer) depending on the % of adding certain fractions of scales (zander) to the minced meat

Массовая доля фракции чешуи судака в фарше из минтая, % Mass fraction of zander scale fraction in minced pollock, %	Образец Sample								
	1			2			3		
	m ₁ , г m ₁ , g	m ₂ , г m ₂ , g	Потери, % Weight loss, %	m ₁ , г m ₁ , g	m ₂ , г m ₂ , g	Потери, % Weight loss, %	m ₁ , г m ₁ , g	m ₂ , г m ₂ , g	Потери, % Weight loss, %
0	50,62	27,30	46,25	-	-	-	-	-	-
1	51,43	34,03	33,83	50,0	36,30	27,40	51,95	32,84	36,78
2	53,96	34,99	35,15	53,15	37,61	29,23	51,22	31,43	38,63
4	51,96	34,12	33,11	52,85	39,17	25,88	54,45	37,98	30,24
6	55,01	38,38	30,23	57,04	44,54	21,91	53,04	37,02	30,20
8	54,63	39,80	27,14	56,88	45,78	19,50	52,94	39,39	25,59
10	53,05	40,69	23,29	57,27	46,52	18,70	59,45	44,95	24,39
m ₁ – масса до обработки, г; m ₂ – масса после обработки, г m ₁ – weight before processing, g; m ₂ – weight after processing, g									

Все образцы тефтелей из рыбного фарша с предварительной стабилизацией и последующей термообработкой имели меньшие потери по сравнению с изделиями, запеченными сразу после выработки. Следовательно, целесообразно перед термообработкой проводить стабилизацию опытных образцов тефтелей, так как происходит более равномерное перераспределение компонентов добавки с частичным набуханием коллагена чешуи в фарше, повышаются связующие и эластично-пластичные свойства смеси, способствующие в дальнейшем улучшению физико-химических и органолептических показателей получаемых готовых изделий. Однако, это различие не повлияло на органолептические показатели полученных партий опытных образцов, как с предварительной стабилизацией перед термообработкой, так и без нее. Наилучшие органолептические показатели – консистенция, вкус, запах и цвет были у опытных образцов 1-го варианта обеих партий, что связано с высоким содержанием белка (коллагена) и незначительным количеством минеральных веществ в добавленных в фарш фракций чешуи [12, 14–20]. Тефтели, полученные из фарша минтая с добавлением коллагеновой фракции чешуи (более 2,5 мм) в количестве 8 и 10% от массы сырья имели очень нежную консистенцию и менее выраженный рыбный вкус и запах.

Аналогично были изготовлены образцы фарша для тефтелей из семги. Опытную партию рыбного фарша из размороженного побочного сырья (хребты, хвосты, плавники – субпродукты) полученного при изготовлении филе атлантического лосося (семга) произвели на РК «За Родину» (Калининградская область) с помощью сепаратора барабанного типа. Сырье загружали в приемную емкость сепаратора, где оно прокручивалось через перфорированный барабан с последующим отделением рыбного

фарша (поступающего через отверстия внутрь барабана) от твердой части (хребтов и др., оставшихся снаружи барабана) (рисунок 2).



Рисунок 2. Получение фарша из рыбных субпродуктов (семга): сырье; процесс сепарирования; отсепарированный фарш

Figure 2. Obtaining minced meat from by-product thawed fish raw materials obtained during the production of fillets (salmon): raw materials; separation process; separated minced meat

При таком способе обработки фарш получается однородной консистенции. Сравнительный общий химический состав (включая содержание P, Ca и Mg) рыбных фаршей, полученных сепарированием из субпродуктов и из мышечных тканей (семга), представлен в таблице 3, где химический состав для фарша из мышечной ткани семги взят из справочных данных [13].

Таблица 3.

Общий химический состав (в том числе кальций, фосфор и магний) рыбных фаршей, полученных сепарированием из субпродуктов и из мышечной ткани (семга)

Table 3.

General chemical composition (including calcium, phosphorus and magnesium) of minced fish obtained by separation from offal and muscle tissue (salmon)

Рыбный фарш minced fish	Массовая доля, % Mass fraction, %					мг/% mg/%		
	Влага Moisture	Белок Protein	Жир Fat	Зола Ash	Углеводы Carbohydrates	P	Ca	Mg
Фарш из субпродуктов (семга) Minced meat from by-product fish (salmon)	75,6±0,7	14,0±0,3	8,3±0,7	1,9±0,01	0,2	260,0±0,05	75,6±8,4	11,8±1,31
Фарш из мышечной ткани семги Minced salmon muscle tissue	70,6	20,0	8,1	1,3	0,0	210,0	15,0	25,0

Из таблицы 3. видно, что рыбный фарш (семга), полученный из субпродуктов, имеет повышенную массовую долю золы при пониженном содержании белка по сравнению с мышечной тканью рыбы.

Из полученного фарша семги выработали опытную партию тефтелей с добавлением 1% соли и определенных высушенных фракций чешуи (судак), взятых в различном процентном отношении к массе рыбного сырья. С учетом ранее полученных экспериментальных данных (с фаршем минтая) аналогично в первом варианте были внесены фракции рыбьей чешуи в количестве 1; 2; 4; 6; 8 и 10%, а во втором и третьем вариантах только 1 и 2% от массы сырья.

Так как потери массы после термообработки (запекание) в образцах со стабилизацией фарша меньше, то опытные образцы тефтелей из фарша семги были направлены в холодильную камеру для стабилизации продукта на 90 минут при температуре 4 °С. Масса полученных тефтелей составила от 46 до 49 г. (рисунок 3).



Рисунок 3. Опытные образцы тефтелей из фарша семги с различным процентным содержанием определённых фракций чешуи

Figure 3. Experimental samples of minced salmon fishballs with different percentages of certain scale fractions

Тефтели запекали (пароконвектомат) при 180 °С в течение 20 минут до температуры в центре продукта 75 °С. Изменения массы опытных образцов после запекания представлены в таблице 4.

Таблица 4.

Изменение массы образцов тефтелей (из фарша семги), полученных с предварительной стабилизацией в течении 90 минут при 4 °С до термообработки и последующим запеканием (пароконвектомат) в зависимости от% внесения в фарш определённых фракций рыбьей чешуи (судак)

Table 4.

Change in the mass of fishball samples (from minced salmon) obtained with preliminary stabilization for 90 minutes at 4 °C before heat treatment and subsequent baking (combi steamer) depending on the percentage of adding certain fractions of fish scales to the minced meat (zander)

Массовая доля фракции чешуи судака в фарше из субпродуктов семги, % Mass fraction of zander scale fraction in minced salmon by- products, %	Образец Sample								
	1			2			3		
	m ₁ , г m ₁ , g	m ₂ , г m ₂ , g	Потери, % Weight loss, %	m ₁ , г m ₁ , g	m ₂ , г m ₂ , g	Потери, % Weight loss, %	m ₁ , г m ₁ , g	m ₂ , г m ₂ , g	Потери, % Weight loss, %
0	43,94	23,22	47,15	-	-	-	-	-	-
1	48,17	29,50	38,75	48,33	29,68	38,58	47,87	27,18	43,22
2	48,44	32,20	33,52	48,52	27,66	42,99	48,41	26,33	45,61
4	48,99	35,13	28,29	-	-	-	-	-	-
6	46,00	33,65	26,84	-	-	-	-	-	-
8	46,97	34,96	25,56	-	-	-	-	-	-
10	46,14	35,79	22,43	-	-	-	-	-	-
m ₁ – масса до обработки, г; m ₂ – масса после обработки, г m ₁ – weight before processing, g; m ₂ – weight after processing, g									

Определено (таблица 4), что также, как и с фаршем минтая в 1 варианте у тефтелей, полученных с предварительной стабилизацией перед термообработкой (таблица 2) с увеличением внесения массовой доли определённых фракций рыбьей чешуи в рецептуру фарша, потери после термообработки (запекание) значительно уменьшаются с 47,15% (контроль) до 22,43%.

Тефтели полученные из фарша семги с добавлением коллагеновой фракции чешуи (более 2,5 мм) в количестве 8% и 10% от массы сырья имели очень нежную консистенцию и менее выраженный рыбный вкус и запах.

Исследования по определению предельного напряжения сдвига (ПНС) и влагоудерживающей способности (ВУС, %) в зависимости от массовой доли фракции рыбьей чешуи (более 2,5 мм) в фаршах минтая и семги представлены на рисунок 4 и 5.

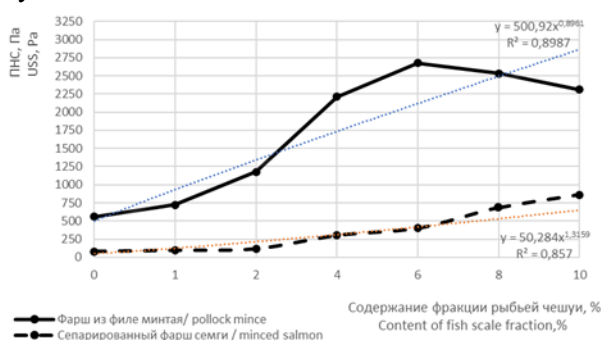


Рисунок 4. Динамика предельного напряжения сдвига (ПНС) в зависимости от содержания (в%) коллагеновой фракции чешуи судака (более 2,5 мм) в фаршах из филе минтая и сепарированного фарша семги

Figure 4. Dynamics of ultimate shear stress (USS) depending on the content (in %) of the collagen fraction of zander scales (more than 2.5 mm) in minced pollock fillet and separated minced salmon

Согласно рисунок 4 видно, что с увеличением содержания коллагеновой фракции чешуи судака (более 2,5 мм) в фаршах минтая и семги увеличивается показатель ПНС. Это говорит об увеличении прочности фарша, уплотнения его консистенции, а следовательно, и о его формующей способности, что важно для производства формованных полуфабрикатов на основе рыбного фарша.

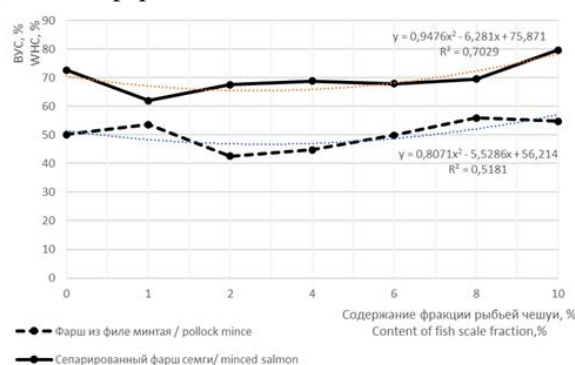


Рисунок 5. Динамика влагоудерживающей способности (ВУС) в зависимости от содержания (в%) коллагеновой фракции чешуи судака (более 2,5 мм) в фаршах из филе минтая и сепарированного фарша семги

Figure 5. Dynamics of water-retaining capacity (WHC) depending on the content (in %) of the collagen fraction of zander scales (more than 2.5 mm) in minced pollock fillet and separated minced salmon

Определено (рисунок 5), что показатель ВУС фаршей минтая и семги содержанием коллагеновой фракции рыбьей чешуи от 1 до 7% имеет тенденцию к снижению, а более 7% к повышению по сравнению с контролем (без чешуи).

Таблица 5.

Значения нагрузки (твёрдость, г) и трудоемкость по твердости (мДж) для готовых тефтелей из фарша минтая и семги в зависимости от содержания (в%) коллагеновой фракции чешуи судака (более 2,5 мм) в рецептурах фарша

Table 5.

Load values (hardness, g) and labor intensity in hardness (mJ) for ready-made meatballs from minced pollock and salmon, depending on the content (in %) of the collagen fraction of zander scales (more than 2.5 mm) in minced meat recipes

Содержание коллагеновой фракции The content of the collagen fraction	Номер образца Batch Name	Твердость Цикл 1 (г) Hardness Cycle 1 (g)	Трудоемкость по твердости (мДж) Hardness Work Cycle (mJ)
0	Контроль Control	309,0	22,07
1	1	370,00	26,42
2	2	606,0	40,04
4	3	501,00	34,50
6	4	736,00	42,20
8	5	708,00	37,86
10	6	711,00	49,00
0	Контроль Control	485,00	34,40
1	1	528,00	35,00
2	2	560,00	40,50
4	3	569,00	37,43
6	4	588,00	34,10
8	5	798,00	42,45
10	6	763,00	46,70

Для определения текстуры готовых изделий, влияющей на усилия необходимые человеческим зубам, чтобы укусить готовый продукт были проведены испытания на аппарате Brookfield CT3 Texture Analyzer. Данный тест сжимает тефтели на заданное расстояние и измеряет количество силы, необходимое для проникновения в готовый продукт.

Показатели твердости готового продукта контрольных и опытных образцов (тефтели на основе фарша из минтая и семги с добавлением коллагеновой фракции чешуи (более 2,5 мм) и выполненная работа (трудоемкость по твердости) представлены в таблице 5.

Максимальным значением силы является пиковая нагрузка, которая при добавлении коллагеновой фракции чешуи возрастает по сравнению с контролем (рисунок 6, 7).

Нагрузка необходимая для разрушения образца – это мера твердости образца. Чем выше значение, тем тверже готовый продукт. Чем выше пиковая нагрузка, тем больше работы требуется для разрушения образца. Прделанная работа по твердости является мерой того, сколько работы требуется для преодоления прочности связей внутри пищи. Согласно полученным данным наибольшей нагрузкой, а соответственно большей твердостью при укусе в сравнении с контрольными образцами обладали образцы с добавлением фракции рабьей чешуи от 6 до 10%. Прделанная работа по твердости достигает пика во время первого укуса готового продукта и составляет для образцов готовых изделий из фарша минтая с фракцией рабьей чешуи (более 2, 5 мм) при добавлении 6; 8 и 10% от массы сырья 42,20; 37,86 и 49,00 мДж соответственно, для образцов готовых изделий из сепарированного фарша семги с фракцией рабьей чешуи (более 2, 5 мм) при добавлении 6; 8 и 10% от массы сырья, 34,10; 42,45 и 46,70 мДж соответственно.

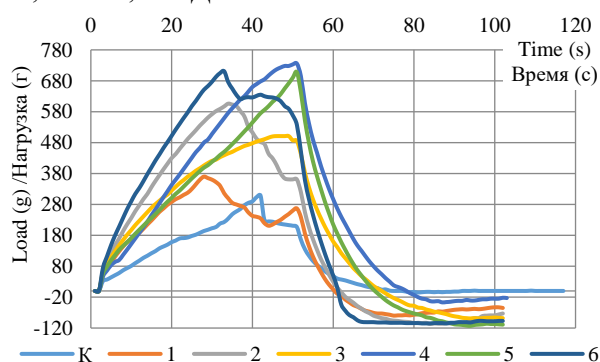


Рисунок 6. Изменение нагрузки (твердость) готовых изделий контрольных и опытных образцов с добавлением коллагеновой фракции чешуи судака (более 2, 5 мм) на основе фарша из минтая (в %): к – контроль, 1 – 1%; 2 – 2%; 3 – 4%; 4 – 6%; 5 – 8%; 6 – 10%

Figure 6. Change in the load (hardness) of finished products of control and experimental samples with the addition of the collagen fraction of zander scales (more than 2.5 mm) but on the basis of minced pollock (in%): k – control, 1 – 1%; 2 – 2%; 3 – 4%; 4 – 6%; 5 – 8%; 6 – 10%

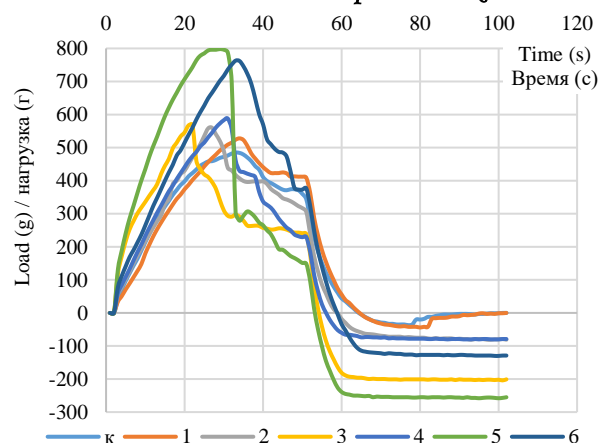


Рисунок 7. Изменение нагрузки (твердость) готовых изделий контрольных и опытных образцов с добавлением коллагеновой фракции рабьей чешуи (более 2, 5 мм) на основе фарша из субпродуктов семги (в %): к – контроль, 1 – 1%; 2 – 2%; 3 – 4%; 4 – 6%; 5 – 8%; 6 – 10%

Figure 7. Change in load (hardness) of finished products of control and experimental samples with the addition of the collagen fraction of zander scales (more than 2.5 mm) based on minced salmon by-products (in%): k – control, 1 – 1%; 2 – 2%; 3 – 4%; 4 – 6%; 5 – 8%; 6 – 10%

Закключение

При увеличении внесения добавки в рыбный фарш (из филе минтая) массовые потери сырья после запекания по сравнению с контролем (46,25% – без добавки) снижались и составили (при добавке трех фракций рыбьей чешуи в количестве 10% от массы сырья) соответственно 29,50; 37,30 и 38,83%.

Все опытные образцы тефтелей из рыбного фарша с предварительной стабилизацией перед термообработкой (выдержанные в холодильной камере при температуре 4 °C в течение 90 минут) с последующим запеканием, имели меньшие массовые потери по сравнению с образцами, запеченными сразу после выработки (без стабилизации).

При увеличении внесения добавки (фракций чешуи) в рыбный фарш увеличивается ПНС образовавшейся смеси.

Тефтели, полученные из фаршей минтая и семги с добавлением коллагеновой фракции чешуи судака (более 2,5 мм) в количестве 8% и 10% от массы сырья имели нежную консистенцию и менее выраженный рыбный вкус и запах.

Определены показатели твердости готового продукта контрольных и опытных образцов тефтелей на основе фарша из минтая и семги с добавлением коллагеновой фракции чешуи судака (более 2,5 мм) и выполненная работа (трудоемкость по твердости).

Литература


- 1 Harikrishna N., Mahalakshmi S., Kiran Kumar K., Reddy G. Fish scales as potential substrate for production of alkaline protease and amino acid rich aqua hydrolyzate by *Bacillus altitudinis* GVC11 // *Indian journal of microbiology*. 2017. V. 57. №. 3. P. 339–343. doi: 10.1007/s12088-017-0664-2
- 2 Rustad T., Storror I., Slizyte R. Possibilities for the utilisation of marine by-products // *International journal of food science & technology*. 2011. V. 46. №. 10. P. 2001–2014. doi: 10.1111/j. 1365-2621.2011.02736.x
- 3 Torres J.A., Chen Y., Rodrigo-García J., Jaczynski J. Recovery of by-products from seafood processing streams // *Maximising the value of marine by-products*. Woodhead Publishing, 2007. P. 65–90. doi: 10.1533/9781845692087.1.65
- 4 Caruso G., Floris R., Serangeli C., Di Paola. Fishery wastes as a yet undiscovered treasure from the sea: Biomolecules sources, extraction methods and valorization // *Marine Drugs*. 2020. V. 18. №. 12. P. 622. doi: 10.3390/md18120622
- 5 Мезенова Н.Ю., Байдалинова Л.С., Мезенова О.Я. Активные пептиды рыбной чешуи в гейнерах для спортивного питания // *Вестник Международной академии холода*. 2014. №. 2. С. 47–52.
- 6 Бутова В.А., Карасёва А.Ю., Старцев А.В. Сравнительный анализ чешуи рыб семейства кефалиевые // *Молодой исследователь Дона*. 2018. №. 1 (10). С. 88–92.
- 7 Masood Z., Iqbal F., Haider M.S., MukhtarTarar O. et al. Evaluation of Crude Protein and Amino Acid Analysis in the Scales of A Rohu Species, *Labeo rohita* Collected from Korangi Fish Harbor, Pakistan // *Global Veterinaria*. 2015. V. 15. №. 3. P. 328–331. doi: 10.5829/idosi.gv.2015.15.03.9698
- 8 Majhool A.A., Zainol I., Jaafar C.N.A., Mudhafar M. et al. Preparation of fish scales hydroxyapatite (FsHAp) for potential use as fillers in polymer // *J. Chem*. 2019. V. 13. P. 97–104. doi:10.17265/1934-7375/2019.03.002
- 9 Новикова И.В., Антипова Л.В., Романюк Т.И., Бовва О.А. и др. Разработка технологии напитков типа «Шорли» с коллагеном // *Вестник ВГУИТ*. 2020. Т. 82. № 3. С. 50–57. doi: 10.20914/2310-1202-2020 – 3-50-57
- 10 Состояние мирового рыболовства и аквакультуры 2016: вклад в обеспечение всеобщей продовольственной безопасности и питания. URL: <http://www.fao.org/publications/sofia/2016>
- 11 Jafari H., Lista A., Sikapen M.M., Ghaffari-Bohluli P. et al. Fish collagen: extraction, characterization, and applications for biomaterials engineering // *Polymers*. 2020. V. 12. №. 10. P. 2230. doi: 10.3390/polym12102230
- 12 Воробьев В.И., Нижникова Е.В. Получение фракций коллагена и гидроксиапатита из рыбьей чешуи // *Известия КГТУ*. 2021. № 62. С. 80–91. doi: 10.46845/1997-3071-2021-62-80-91
- 13 Скурихин И.М., Тутельян В.А. Химический состав российских продуктов питания. 2002.
- 14 Pivnenko T., Karpenko J., Krashchenko V. The Influence of Transglutaminase on Minced Muscular Fish Tissue Structure Formation After the Application of Various Protein Substrates // *KnE Life Sciences*. 2022. P. 285–289.
- 15 Okuskhanova E., Smolnikova F., Kassymov S., Zinina O. et al. Development of minced meatball composition for the population from unfavorable ecological regions // *Annual Research & Review in Biology*. 2017. P. 1-9. doi: 10.9734/ARRB/2017/33337
- 16 Kakimov A., Yessimbekov Z., Suychinov A., Kabydzhar B. Chapter-7 Review of Meat Products Enriched with Biologically Active Ingredients // in *Food Technology and Nutrition*. V. 99. P. 159.
- 17 Ponomareva T., Timchenko M., Filippov M., Lapaev S. et al. Prospects of red king crab hepatopancreas processing: fundamental and applied biochemistry // *Recycling*. 2021. V. 6. №. 1. P. 3. doi: 10.3390/recycling6010003
- 18 Kuprina E., Filipov V., Yakkola A., Manuilov A. et al. Obtention of omega-3-fatty acids cryoconcentrated fish oil from by-products of preserves industry. 2021.
- 19 Lago A.M.T., Vidal A.C., Schiassi M.C., Reis T. et al. Influence of the addition of minced fish on the preparation of fish sausage: effects on sensory properties // *Journal of food science*. 2017. V. 82. №. 2. P. 492–499. doi: 10.1111/1750-3841.13586
- 20 Yang H., Chen Q., Cao H., Fan D. et al. Radiofrequency thawing of frozen minced fish based on the dielectric response mechanism // *Innovative Food Science & Emerging Technologies*. 2019. V. 52. P. 80–88. doi: 10.1016/j.ifset.2018.10.013


References


- 1 Harikrishna N., Mahalakshmi S., Kiran Kumar K., Reddy G. Fish scales as potential substrate for production of alkaline protease and amino acid rich aqua hydrolyzate by *Bacillus altitudinis* GVC11. *Indian journal of microbiology*. 2017. vol. 57. no. 3. pp. 339–343. doi: 10.1007/s12088-017-0664-2
- 2 Rustad T., Storror I., Slizyte R. Possibilities for the utilisation of marine by-products. *International journal of food science & technology*. 2011. vol. 46. no. 10. pp. 2001–2014. doi: 10.1111/j. 1365-2621.2011.02736.x
- 3 Torres J.A., Chen Y., Rodrigo-García J., Jaczynski J. Recovery of by-products from seafood processing streams. *Maximising the value of marine by-products*. Woodhead Publishing, 2007. pp. 65–90. doi: 10.1533/9781845692087.1.65
- 4 Caruso G., Floris R., Serangeli C., Di Paola. Fishery wastes as a yet undiscovered treasure from the sea: Biomolecules sources, extraction methods and valorization. *Marine Drugs*. 2020. vol. 18. no. 12. pp. 622.
- 5 Mezenova N.Yu., Baydalinova L.S., Mezenova O.Ya. Active fish scale peptides in sports nutrition gainers. *Vestnik Mezhdunarodnoy akademii kholoda*. 2014. no. 2. pp. 47–52. (in Russian).
- 6 Butova V.A., Karaseva A.Yu., Startsev A.V. Comparative analysis of the scales of fish of the mullet family. *Young researcher of the Don*. 2018. no. 1 (10). pp. 88–92. (in Russian)
- 7 Masood Z., Iqbal F., Haider M.S., MukhtarTarar O. et al. Evaluation of Crude Protein and Amino Acid Analysis in the Scales of A Rohu Species, *Labeo rohita* Collected from Korangi Fish Harbor, Pakistan. *Global Veterinaria*. 2015. vol. 15. no. 3. pp. 328–331. doi: 10.5829/idosi.gv.2015.15.03.9698
- 8 Majhool A.A., Zainol I., Jaafar C.N.A., Mudhafar M. et al. Preparation of fish scales hydroxyapatite (FsHAp) for potential use as fillers in polymer. *J. Chem*. 2019. vol. 13. pp. 97–104. doi:10.17265/1934-7375/2019.03.002
- 9 Novikova I.V., Antipova L.V., Romanyuk T.I., Bovva O.A. et al. Development of technology for drinks like "Shorley" with collagen. *Proceedings of VSUET*. 2020. vol. 82. no. 3. pp. 50–57. doi: 10.20914/2310-1202-2020 – 3-50-57 (in Russian).

- 10 The State of World Fisheries and Aquaculture 2016: Contributing to Shared Food Security and Nutrition. Available at: <http://www.fao.org/publications/sofia/2016>
- 11 Jafari H., Lista A., Sikapen M.M., Ghaffari-Bohluli P. et al. Fish collagen: extraction, characterization, and applications for biomaterials engineering. *Polymers*. 2020. vol. 12. no.10. pp. 2230. doi: 10.3390/polym12102230
- 12 Vorob'ev V.I., Nizhnikova E.V. Obtaining fractions of collagen and hydroxyapatite from fish scales. *Izvestiya KGTU*, 2021. no. 62. pp. 80–91. doi: 10.46845/1997-3071-2021-62-80-91 (in Russian)
- 13 Skurikhin I.M., Tutelyan V.A. Chemical composition of Russian food products. 2002. (in Russian).
- 14 Pivnenko T., Karpenko J., Krashchenko V. The Influence of Transglutaminase on Minced Muscular Fish Tissue Structure Formation After the Application of Various Protein Substrates. *KnE Life Sciences*. 2022. pp. 285–289.
- 15 Okuskhanova E., Smolnikova F., Kassymov S., Zinina O. et al. Development of minced meatball composition for the population from unfavorable ecological regions. *Annual Research & Review in Biology*. 2017. pp. 1-9. doi: 10.9734/ARRB/2017/33337
- 16 Kakimov A., Yessimbekov Z., Suychinov A., Kabydzhar B. Chapter-7 Review of Meat Products Enriched with Biologically Active Ingredients. in *Food Technology and Nutrition*. vol. 99. pp. 159.
- 17 Ponomareva T., Timchenko M., Filippov M., Lapaev S. et al. Prospects of red king crab hepatopancreas processing: fundamental and applied biochemistry. *Recycling*. 2021. vol. 6. no. 1. pp. 3. doi: 10.3390/recycling6010003
- 18 Kuprina E., Filipov V., Yakkola A., Manuilov A. et al. Obtention of omega-3-fatty acids cryoconcentrated fish oil from by-products of preserves industry. 2021.
- 19 Lago A.M.T., Vidal A.C., Schiassi M.C., Reis T. et al. Influence of the addition of minced fish on the preparation of fish sausage: effects on sensory properties. *Journal of food science*. 2017. vol. 82. no. 2. pp. 492-499. doi: 10.1111/1750-3841.13586
- 20 Yang H., Chen Q., Cao H., Fan D. et al. Radiofrequency thawing of frozen minced fish based on the dielectric response mechanism. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*. 2019. vol. 52. pp. 80-88. doi: 10.1016/j.ifset.2018.10.013

Сведения об авторах

Виктор И. Воробьев к.т.н., доцент, кафедра химии, Калининградский государственный технический университет, пр-т Советский, 1, Калининград, Россия, viktor.vorobev@klgtu.ru
 <https://orcid.org/0000-0001-8209-7851>

Ольга П. Чернега к.т.н., доцент, кафедра технологии продуктов питания, Калининградский государственный технический университет, пр-т Советский, 1, Калининград, Россия, olga.chernega@klgtu.ru
 <https://orcid.org/0000-0002-4150-2731>

Альбина Р. Берсенева магистр, кафедра технологии продуктов питания, Калининградский государственный технический университет, пр-т Советский, 1, Калининград, Россия, albinabers22@gmail.com
 <https://orcid.org/0000-0001-7053-7223>

Вклад авторов

Виктор И. Воробьев разработка способа и получение коллагеновой добавки


Ольга П. Чернега написала рукопись, корректировала её до подачи в редакцию и несет ответственность за плагиат


Альбина Р. Берсенева математическая обработка данных


Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Information about authors

Viktor I. Vorobyov Cand. Sci. (Engin.), associate professor, chemistry department, Kaliningrad State Technical University, Sovetskiy sv., 1, Kaliningrad, 236022, Russia, viktor.vorobev@klgtu.ru
 <https://orcid.org/0000-0001-8209-7851>

Olga P. Chernega Cand. Sci. (Engin.), associate professor, food technology department, Kaliningrad State Technical University, Sovetskiy sv., 1, Kaliningrad, 236022, Russia, olga.chernega@klgtu.ru
 <https://orcid.org/0000-0002-4150-2731>

Albina R. Berseneva master student, food technology department, Kaliningrad State Technical University, Sovetskiy sv., 1, Kaliningrad, 236022, Russia, albinabers22@gmail.com
 <https://orcid.org/0000-0001-7053-7223>

Contribution

Viktor I. Vorobyov development of a method and production of a collagen supplement

Olga P. Chernega wrote the manuscript, correct it before filing in editing and is responsible for plagiarism

Albina R. Berseneva mathematical data processing

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Поступила 14/03/2022	После редакции 06/04/2022	Принята в печать 27/04/2022
Received 14/03/2022	Accepted in revised 06/04/2022	Accepted 27/04/2022