Научные труды Дальрыбвтуза. 2024. Т. 67, № 1. С. 41–47.
Scientific Journal of the Far Eastern State Technical Fisheries University. 2024. Vol. 67, no 1. P. 41–47.

ПИЩЕВЫЕ СИСТЕМЫ

Научная статья

УДК 664.959.5

DOI: https://doi.org/10.48612/dalrybvtuz/2024-67-03

Ферментолизаты из вторичного рыбного сырья и перспективы их использования в технологии продуктов питания

Марина Борисовна Клипак

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, Владивосток, Россия, Klipak.mb@dgtru.ru, https://orcid.org/0009-0008-0209-4262

Аннотация. Обоснованы способы предварительной тепловой обработки кожи минтая для снижения содержания воды посредством конвективной сушки при температурах 45 и 90 °С. Изучено влияние сушки на свойства коллагеновых гидролизатов, полученных путём ферментолиза: количество сухих веществ составляет от 24 до 43 %, запах морской, цвет темно-серый, консистенция варьирует от жидкого до гелеобразного состояния. Установлено положительное влияние ферментных гидролизатов на активность сухих хлебопекарных дрожжей при замешивании теста: при замене солевого раствора на гидролизат в количестве 15 и 35 % дрожжи показывают наибольшую активность.

Ключевые слова: кожа минтая, гидролиз, активность дрожжей

Для цитирования: Клипак М.Б. Ферментолизаты из вторичного рыбного сырья и перспективы их использования в технологии продуктов питания // Научные труды Дальрыбвтуза. 2024. Т. 67, № 1. С. 41–47.

FOOD SYSTEMS

Original article

DOI: https://doi.org/10.48612/dalrybvtuz/2024-67-03

Production of fermentolysates from secondary fish raw materials and prospects for their use in food technology

Marina B. Klipak

Far Eastern State Technical Fisheries University, Vladivostok, Russia, Klipak.mb@dgtru.ru, https://orcid.org/0009-0008-0209-4262

Abstract. The paper substantiates the methods of preliminary heat treatment of pollock skin to reduce the water content by means of convective drying at temperatures of 45 and 90 °C. The effect of drying on the properties of collagen hydrolysates obtained by fermentolysis has been studied: the amount of dry matter ranges from 24 to 43 %, the smell is marine, the color is dark

© Клипак М.Б., 2024

gray, the consistency varies from liquid to gel-like state. The positive effect of enzyme hydrolysates on the activity of dry baking yeast during dough kneading has been established: when replacing saline solution with hydrolysate in the amount of 15 and 35 %, yeast shows the greatest activity.

Keywords: pollock skin, hydrolysis, yeast activity

For citation: Klipak M.B. Production of fermentolysates from secondary fish raw materials and prospects for their use in food technology. *Scientific Journal of the Far Eastern State Technical Fisheries University.* 2024; 67(1):41–47. (in Russ.).

Введение

В настоящее время приоритетным направлением в рыбоперерабатывающей отрасли является организация безотходных производств. Перспективными считаются направления, связанные с возможностью раскрытия био- и технологического потенциала вторичного рыбного сырья, получаемого при разделке рыбы.

На Дальнем Востоке большой интерес представляют отходы, образующиеся в процессе разделки минтая, в частности кожа. Одним из вариантов использования может являться её биомодификация с целью получения гидролизованного коллагена. Коллаген – основа соединительной ткани и самый распространенный белок у млекопитающих (от 25 до 45 % массы тела) [10], уменьшение его количества в организме со временем приводит к снижению пластичности кожи, подвижности костей и суставов, увеличению их хрупкости, что обуславливает необходимость приёма его с пищей [5].

В большинстве известных способов обработки вторичного сырья применяется ферментативный гидролиз, при котором образуется смесь продуктов распада белков с различной молекулярной массой [7].

В России для использования в области переработки пищевых продуктов применяется «Протамекс», в состав которого входят металлоэндопептидаза и субтилизин [11]. Известно, что металлоэндопептидазы участвуют в протеолизе внеклеточного матрикса, содержащего коллаген [4]. Субтилизин – фермент широкой специфичности, способствует гидролизу связей, образованных между ароматическими аминокислотами (Phe, Tyr, Trp) [13].

Гидролизаты коллагена, которые в большинстве случаев представляют собой пептиды, активно применяются в фармацевтической и косметической промышленности, а также позволяют существенно увеличить белковый и антиоксидантный потенциал пищевой продукции [2, 6, 12].

Обогащение белковыми компонентами, в том числе полученными из коллагенсодержащего сырья, целесообразно в отношении продукции растительного происхождения, при этом известны примеры успешного воплощения этого при разработке мучных, в том числе кондитерских изделий [2, 6, 12].

На основании вышесказанного целью работы является обоснование технологических параметров биомодификации вторичного рыбного сырья (кожи минтая) и определение возможности использования его при получении пищевых (мучных) продуктов.

Объекты и методы исследования

Объектом исследования являлась кожа минтая, остающаяся в результате производства обесшкуренного филе.

Перед началом работы кожу предварительного промывали в 1%-м солевом растворе температурой 3±1 ºС при гидромодуле 1 : 10 в течение 6 ч. После, для удаления соли и примесей, кожу промывали проточной и дистиллированной водой, удаляли лишнюю воду отжиманием и обрабатывали протеолитическим ферментом «Протамекс» в количестве 2310 ПЕ/г

(1 % от массы сырья) при гидромодуле 1 : 5 в течение 4 ч при комнатной температуре для удаления остатков мышечной ткани. После также промывали водой и дополнительно зачищали оставшуюся мышечную ткань, подсушивали при температуре окружающей среды и измельчали.

Определение массовой доли воды проводили ускоренным методом по ГОСТ 7636-85 [3] каждые 30 мин. Эффективность гидролиза оценивали по накоплению сухих веществ в жидкой фракции рефрактометрическим методов на приборе «Рефрактометр ИРФ-454 Б2М» согласно прилагаемой инструкции.

Определение активности дрожжей проводили по методу всплытия шарика из теста в 2,5%-ом солевом растворе: чем меньше время всплытия, тем выше активность (метод А.И. Островского) [9]. При проведении исследования солевой раствор заменяли ферментолизатом в различных концентрациях (15–100 %).

Результаты и их обсуждение

Исследование протеолиза проводили при ранее подобранных параметрах, используя в качестве сырья промытую и измельченную кожу минтая. В качестве ферментного препарата использовался «Протамекс» (Novozymes, Дания) с активностью 330 МЕ/г в количестве 99 ПЕ/г, гидромодуль 1 : 3 и 1 : 5, температура 45 ºС.

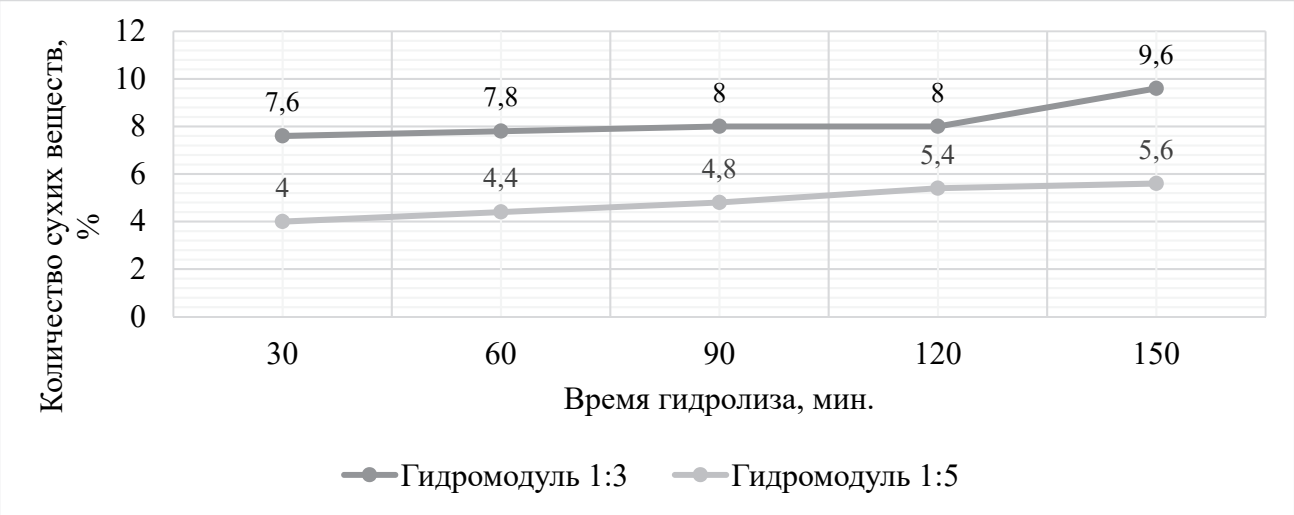

Рис. 1. Количество сухих веществ при ферментолизе кожи в зависимости от времени и гидромодуля
Fig. 1. The amount of dry substances during skin fermentolysis, depending on time and hydromodule

Полученные результаты (рис. 1) позволяют считать целесообразным продолжительность процесса 120 мин. Количество сухих веществ 8 % позволяет направлять ферментолизат на сушку для дальнейшего использования как самостоятельно, так и в качестве пищевой добавки.

Для уменьшения массовой доли воды в исходном материале и в дальнейшем – в ферментолизатах обоснованы условиями сушки кожи при разных температурах. Конечной целью является достижение влажности 10 %.

Поэтому следующим этапом работы является обоснование условий уменьшения массовой доли воды в сырье; планировалось, что в конечном продукте – сухой коже минтая – содержание воды не должно превышать 10 %.

Результаты показывают (рис. 2), что в начале накопление сухих веществ идёт примерно одинаково для образцов с различным гидромодулем. Затем процесс происходит интенсивнее в образце с кожей, высушенной при 45 ºС при гидромодуле 1 : 3. После 240 мин установлено, что в системах отсутствует твердая фракция, что послужило основанием для прекращения процесса.

Таблица 1

Зависимость влажности кожи от продолжительности сушки при температуре 45 ºС

Table 1

Dependence of skin moisture on the duration of drying at a temperature of 45 ºС

Продолжительность сушки, мин	0	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300
Влажность кожи, %	59,9	47,2	33,1	24,8	12,4	10,3	8,0	7,7	7,1	6,4	5,2

Таблица 2

Зависимость влажности кожи от продолжительности сушки при температуре 90 ºС

Table 2

Dependence of skin moisture on the duration of drying at a temperature of 90 ºС

Продолжительность сушки, мин	0	30	60	90	120	150	180
Влажность кожи, %	57,2	21,4	13,8	10,9	7,3	6,5	5,1

Представленные данные (табл. 1, 2) показывают, что влажность 10 % при температуре 90 ºС достигается за 90 мин, а при температуре 45 ºС – за 150 мин. Установлено, что сушка при 90 ºС приводит к коагуляции коллагена кожи, в результате чего образуется покров из глютина, который затвердевает при остывании. Причиной этого может быть то, что температура сваривания коллагена, количество которого в коже минтая 54–60 %, составляет 50–55 ºС [8]. Высушенная кожа затем ферментировалась в течение 60–240 мин при разных гидромодулях.

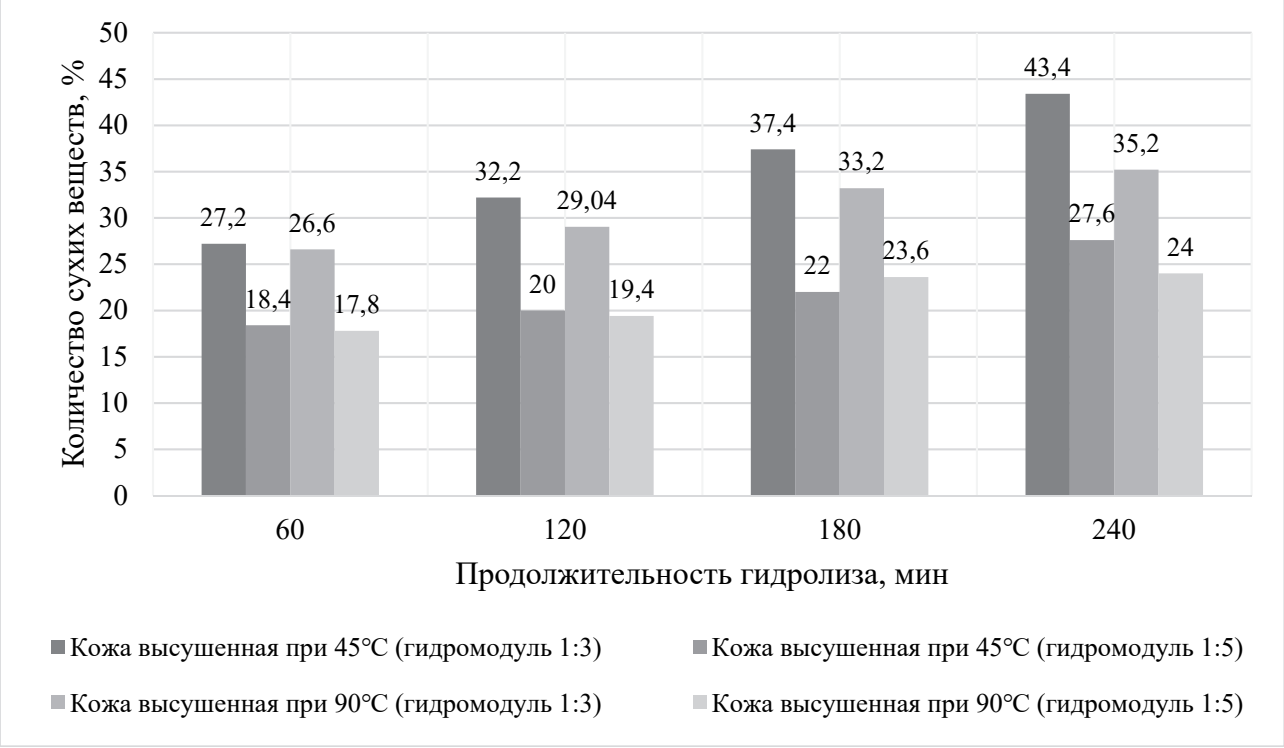

Рис. 2. Количество сухих веществ в процессе ферментолиза кожи минтая, высушенной при разных температурах

Fig. 2. The amount of dry substances in the process of fermentolysis of pollock skin dried at different temperatures

Ферментолизаты имеют высокое содержание сухих веществ (24–43 %) и содержат от 18 до 30 % белка, поэтому они могут быть использованы как в качестве белоксодержащей добавки при производстве пищевых продуктов, а также как исходный материал для получения сухих порошков.

Потребление морского коллагена в последние года значительно выросло за счет того, что его аминокислотный состав схож с составом коллагена человека (до 90 %). Также причиной роста его производства является выявление губчатой энцефалопатии у крупного рогатого скота [1]. Поэтому технологии получения и использования морского коллагена являются альтернативой соответствующим продуктам, произведенным из отходов КРС.

Поскольку планируется использование гидролизата кожи минтая в качестве белкового компонента в составе пищевых изделий на основе растительного сырья (в частности мучных), устанавливалось его влияние на процесс брожения.

Таблица 3

Зависимость активности хлебопекарных дрожжей при разном количестве ферментолизатов, среднее±е

Table 3

Dependence of the activity of baking yeast with different amounts of fermentolysates, average ± e

Количество ферментолизата, %	Ферментолизат			
	Из кожи минтая, высушенной при 45 ºС Гидромодуль 1 : 3	Из кожи минтая, высушенной при 90 ºС Гидромодуль 1 : 3	Из кожи минтая, высушенной при 45 ºС Гидромодуль 1 : 5	Из кожи минтая, высушенной при 90 ºС Гидромодуль 1 : 5
	Время всплытия шарика, мин			
0	39,10±0,51	40,25±0,82	39,10±0,43	40,25±0,64
15	28,55±0,78	39,18±0,64	27,03±0,73	31,2±0,51
35	31,44±0,43	33,1±0,38	28,17±0,61	26,2±0,48
50	31,25±0,61	35,28±0,80	30,56±0,73	29,01±0,49
100	46,05±0,64	41,2±0,75	35,48±0,68	27,2±0,73

Как можно видеть из полученных данных (табл. 3), активность дрожжей в присутствии ферментолизата в целом увеличилась; наиболее высокий этот показатель установлен для вариантов с гидромодулем 1 : 5 при ферментолизе.

Заключение

В результате проведенных исследований установлено, что подсушивание кожи до влажности 10 % рационально при температурах 45–90 ºС в течение 60–120 мин. Содержание сухих веществ в процессе ферментолиза незначительно зависит от температуры сушки и составляет от 24,2 до 43,4 %.

Судя по изменению активности хлебопекарных дрожжей, использование ферментолизатов возможно в технологии мучных кондитерских и (или) хлебобулочных изделий, позволяет реализовать идею обогащения пищевых изделий пептидами морского происхождения.

Список источников

1. Байдалинова, Л.С. Выделение натуральных структурообразователей белковой природы из коллагенсодержащего вторичного рыбного сырья / Л.С. Байдалинова, Е.Е. Ляпустина // Изв. КГТУ. 2018. № 51. С. 45–60.

2. Воробьев, В.И. Применение растительного сырья с рыбным коллагеном при производстве мелкоштучных хлебобулочных изделий / В.И. Воробьев, О.П. Чернега // Изв. КГТУ. 2022. № 66. С. 89–102.

3. ГОСТ 7636-85. Рыба, морские млекопитающие, морские беспозвоночные и продукты их переработки. Методы анализа. М.: Изд-во стандартов, 2010. 129 с.

4. Григорьева К.Н., Бицадзе В.О. и др. Металлпротеиназы как биохимические маркеры патологии беременности // Акушерство. Гинекология. Репродукция. 2022. Т. 16(1). С. 38–47.

5. Как увеличить выработку коллагена [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.kwc-japan.ru/articles/vyrabotka-kollagena/.

6. Ключко, Н.Ю. Исследование по совершенствованию технологии хлебобулочного изделия, обогащенного рыбной белково-минеральной добавкой / Н.Ю. Ключко, Д.А. Позднякова // Изв. КГТУ. 2022. № 66. С. 103–111.

7. Максимюк Н.Н., Марьяновская Ю.В. О преимуществах ферментативного способа получения белковых гидролизатов // Фундаментальные исследования. 2009. № 1. С. 34–35.

8. Мурашев С.В. Влияние разрушения структуры коллагена на гидрофильные свойства продуктов этого процесса // Научный журнал НИУ. 2013. № 3. С. 23.

9. Островский А.И. Технохимический контроль хлебопекарного производства: учебник для вузов. М.: Пищепромиздат, 1949. 323 с.

10. Химическая энциклопедия / под ред. И.Л. Кнунянца. М.: Советская энциклопедия, 1988. 625 с.

11. Fernandes P. Enzymes in Fish and Seafood Processing // Frontiers in Bioengineering and Biotechnology. 2016. Vol. 4. P. 1–14.

12. Karimi N., Nikoo M., Gavlighi H.A., Gheshlaghi S.P., Regenstein J.M., Xu X. Effect of pacific white shrimp (Litopenaeus vannamei) protein hydrolysates (SPH) and (−)-epigallocatechin gallate (EGCG) on sourdough and bread quality // LWT. Vol. 131.

13. Motyan J.A., Toth F., Tozser J. Research Applications of Proteolytic Enzymes in Molecular Biology // Biomolecules. 2013. Vol. 3(4). P. 923–942.

References

1. Baidalinova, L.S. Vydelenie natural'nykh strukturoobrazovatelei belkovoi prirody iz kollagensoderzhashchego vtorichnogo rybnogo syr'ya / L.S. Baidalinova, E.E. Lyapustina // Izvestiya KGTU. 2018. № 51. P. 45–60.

2. Vorob'ev, V.I. Primenenie rastitel'nogo syr'ya s rybnym kollagenom pri proizvodstve melkoshtuchnykh khlebobulochnykh izdelii / V.I. Vorob'ev, O.P. Chernega // Izvestiya KGTU. 2022. № 66. P. 89–102.

3. GOST 7636-85. Ryba, morskie mlekopitayushchie, morskie bespozvonochnye i produkty ikh pererabotki. Metody analiza. M.: Rossiya: Izd-vo standartov, 2010. 129 p.

4. Grigor'eva K.N., Bitsadze V.O i dr. Metallproteinazy kak biokhimicheskie markery patologii beremennosti // Akusherstvo. Ginekologiya. Reproduktsiya. 2022. T. 16(1). P. 38–47.

5. Kak uvelichit' vyrabotku kollagena [Elektronnyi resurs]. Rezhim dostupa: https://www.kwc-japan.ru/articles/vyrabotka-kollagena/.

6. Klyuchko, N.Yu. Issledovanie po sovershenstvovaniyu tekhnologii khlebobulochnogo izdeliya, obogashchennogo rybnoi belkovo-mineral'noi dobavkoi / N.Yu. Klyuchko, D.A. Pozdnyakova // Izvestiya KGTU. 2022. № 66. P. 103–111.

7. Maksimyuk N.N., Mar'yanovskaya Yu.V. O preimushchestvakh fermentativnogo sposoba polucheniya belkovykh gidrolizatov // Fundamental'nye issledovaniya. 2009. № 1. P. 34–35.

8. Murashev S. V. Vliyanie razrusheniya struktury kollagena na gidrofil'nye svoistva produktov etogo protsessa. 2013. Vol. № 3. P. 23.

9. Ostrovskii A.I. Tekhno-khimicheskii kontrol' khlebopekarnogo proizvodstva: uchebnik dlya vuzov. M.: Pishchepromizdat, 1949. 323 p.

10. Khimicheskaya entsiklopediya / pod red. I.L. Knunyantsa. M.: Sovetskaya entsiklopediya, 1988. 625 p.

11. Fernandes P. Enzymes in Fish and Seafood Processing // Frontiers in Bioengineering and Biotechnology. 2016. Vol. 4. P. 1–14.

12. Karimi N., Nikoo M., Gavlighi H.A., Gheshlaghi S.P., Regenstein J.M., Xu X. Effect of pacific white shrimp (Litopenaeus vannamei) protein hydrolysates (SPH) and (−)-epigallocatechin gallate (EGCG) on sourdough and bread quality // LWT. Vol. 131.

13. Motyan J.A., Toth F., Tozser J. Research Applications of Proteolytic Enzymes in Molecular Biology // Biomolecules. 2013. Vol. 3(4). P. 923–942.

Информация об авторе

М.Б. Клипак – аспирант группы ПЭа-312, SPIN-код: 6907-7090, AuthorID: 1145309.

Information about the author

M.B. Klipak – Postgraduate student of the PEa-312 group, SPIN- code: 6907-7090, AuthorID: 1145309.

Статья поступила в редакцию 06.12.2023; одобрена после рецензирования 20.12.2023; принята к публикации 18.03.2024.

The article was submitted 06.12.2023; approved after reviewing 20.12.2023; accepted for publication 18.03.2024.