СПОЖИВЧІ ВЛАСТИВОСТІ СТРУКТУРОУТВОРЮВАЧІВ НА ОСНОВІ ВТОРИННОЇ РИБНОЇ СИРОВИНИ З ДОДАВАННЯМ ЦИСТОЗІРИ

А. О. ІВАНЮТА, кандидат технічних наук, асистент кафедри технології
м'ясних, рибних та морепродуктів,

<https://orcid.org/0000-0002-1770-5774>

E-mail: nastasushka@bigmir.net

Н. М. СЛОБОДЯНЮК, кандидат сільськогосподарських наук, доцент
асистент кафедри технології м'ясних, рибних та морепродуктів,

<https://orcid.org/0000-0002-7724-2919>

E-mail: slob2210@ukr.net

І. П. ЧУМАЧЕНКО, кандидат сільськогосподарських наук, доцент
кафедри технології виробництва м'яса та молока,

<https://orcid.org/0000-0002-2816-5195>

E-mail: chumach_08@ukr.net

Національний університет біоресурсів та природокористування
України

Анотація. В роботі обґрунтовано доцільність та ефективність комплексної переробки риби внутрішніх водойм. Проаналізовано сучасний стан, інноваційні розробки вітчизняних і зарубіжних вчених, визначено перспективні напрями комплексної переробки рибної сировини та розвитку ринку структуроутворювачів. Теоретично обґрунтовано та експериментально підтверджено доцільність та ефективність використання вторинної рибної сировини з товстолобика (голови, кістки, плавець) з метою формування споживних властивостей структуроутворювачів. Шляхом експериментальних досліджень із застосуванням методів математичного моделювання оптимізовано інгредієнтний склад структуроутворювачів. Науково обґрунтовано закономірності формування і стабілізації властивостей структуроутворювачів на основі вторинної рибної сировини товстолобика шляхом введення до складу чорноморської водорості цистозіри (2 %). Встановлено оптимальне співвідношення рибних відходів та води 1:1,5; час термічної обробки рибних бульйонів – 2,5 години за температури 85-100 °C; температуру сублімаційного сушіння – (50-70 °C). Проведено дослідження властивостей структуроутворювачів, визначено закономірності зміни показників якості у процесі їх зберігання. Наведено результати досліджень амінокислотного складу готових структуроутворювачів. Під час досліджень відмічено найбільший вміст таких амінокислот: гліцину, аланіну, проліну, аспарагінової та глютамінової кислот. Дані амінокислоти формують повторювану послідовність у поліпептидному ланцюгу, обумовлюючи

спіралеподібну структуру колагену. Високий вміст гліцину та глютамінової кислоти в дослідних структуруютьовачах є характерною особливістю амінокислотного складу рибного колагену. У меншій кількості знаходяться такі амінокислоти, як гістидин, ізолейцин, валін, що може бути обумовлено меншою кількістю поперечних зв'язків. Для забезпечення гарантійного терміну зберігання досліджено динаміку часу розчинення структуруютьовачів протягом 15 місяців. Результати досліджень засвідчили майже вдвічі швидший час розчинення дослідних структуруютьовачів на основі вторинної рибної сировини в порівнянні з контролем, що можна пояснити особливостями будови колагену. Визначено кількість мезофільних аеробних та факультативно-анаеробних мікроорганізмів (КМАФАМ), наявність бактерій групи кишкової палички (БГКП) та патогенні мікроорганізми, в тому числі роду *Сальмонела*.

Ключові слова: структуруютьовачі, вторинна рибна сировина, товстолобик, цистозіра, споживні властивості

Актуальність.

Природно-кліматичні умови та значний ресурсний потенціал України сприяють розвитку рибного господарства внутрішніх прісноводних водойм. Відповідно важливим завданням рибопереробних підприємств України є забезпечення та підвищення ефективності використання ресурсного потенціалу вітчизняного рибогосподарського комплексу, що можливе за умов раціонального використання риби внутрішніх водойм країни.

Одним із основних шляхів ефективного використання рибних ресурсів є переробка вторинної рибної сировини, що утворюється після їх обробки. Близько третини вторинної рибної сировини з товстолобика становлять голови, кістки та плавці, які є цінним джерелом білків і, насамперед, колагену, що широко застосовується у харчовій промисловості.

Перспективним є виробництво структуруютьовачів. Моніторинг сучасних тенденцій ринку структуруютьовачів свідчить про їх обмежений асортимент на основі вітчизняної сировини, найпоширенішим серед яких є желатин.

Аналіз останніх досліджень та публікацій.

У працях багатьох вітчизняних та зарубіжних авторів висвітлено результати наукових досліджень різноманітних технологій переробки вторинної рибної сировини (Вороб'єв, 2018, Ярочкин, 2001). Встановлено, що відходи після розбирання риби (шкіра, кістки, плавці) містять від 17,0 % до 66,0 % (на суху речовину) колагену і можуть слугувати сировиною для отримання желатиноподібних речовин методами теплового або ферментативного гідролізу (Богданов, Мамедова, 2003). Доведено доцільність використання луски та плавального міхура для отримання високих споживних властивостей рибного желатину (До Ле Хью Нам, 2012). Обґрунтовано раціональні способи сушіння конвективним методом в сушильній шафі з циркуляцією повітря за температури 18-22 °С, з відносною вологістю повітря 55-60 % протягом 18-24 годин (Као Тхи Хуе, 2012).

Однак відсутні розробки концептуального характеру в напрямі дослідження споживних властивостей

структуруювачів на основі вторинної рибної сировини з найбільш поширеного об'єкта аквакультури України – товстолобика, що зумовлює актуальність та практичне значення наукового дослідження.

Метою дослідження є обґрунтування перспективних напрямів переробки вторинної рибної сировини на основі аналізу виявлених закономірностей зміни показників якості структуруювачів.

Для досягнення поставленої мети визначено основні завдання наукової роботи: проаналізувати сучасний стан, інноваційні розробки вітчизняних і зарубіжних вчених, визначити перспективні напрями комплексної переробки рибної сировини; провести дослідження споживчих властивостей структуруювачів, визначити закономірності зміни показників якості у процесі їх зберігання.

Матеріали і методи дослідження.

Об'єкт дослідження: вторинна рибна сировина, зокрема голови, кістки та плавці з прісноводної рослинної риби – товстолобика (*Arctichthys nobilis* Rich); структуруювачі на основі вторинної рибної сировини, структуруювачі на основі вторинної рибної сировини з додаванням чорноморської водорості цистозіри. Контролем обрано желатин харчовий фасований (марка П-7, виготовлений Лісичанським желатиновим заводом).

Амінокислотний склад білків визначали методом іонообмінної рідинно-колончатої хроматографії на автоматичному аналізаторі амінокислот Т 339 виробництва «Мікротехна» (Чехія), використовуючи катіонообмінну смола LG ANB.

Час розчинення визначали методом встановлення тривалості розчинення желатину в дистильованій воді за певної температури за ГОСТ 25183.3-82. Желатин фотографічний. Метод определения продолжительности растворения.

Мікробіологічні дослідження здійснювали згідно з ГОСТ 26670-91. Продукты пищевые. Методы культивирования микроорганизмов., ГОСТ 10444.15-94. Продукты пищевые. Методы определения количества мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов. Відбір та підготовку проб проводили згідно з ГОСТ 26668-85. Продукты пищевые и вкусовые. Методы отбора проб для микробиологических анализов.

Обробку експериментальних даних здійснювали із використанням методів математичної статистики. Для об'єктивного твердження про достовірність даних проводили їх математико-статистичну обробку за допомогою MS Excel. Достовірними вважалися розбіжності за $p \leq 0,05$.

Результати дослідження та їх обговорення.

Технологія виробництва структуруювачів включає промивання рибної сировини у проточній воді за температури не вище 15-20 °С, подрібнення та термічну обробку. Експериментально встановлено оптимальне співвідношення рибних відходів та води 1:1,5; час термічної обробки – 2,5 години за температури 85–100 °С. На початковому етапі термічної обробки додається цистозіра у вигляді сухого порошку (2 %). Для зниження масової частки вологи рибний бульйон піддають сублімаційній сушці за температури 50-70 °С.

Одним із основних критеріїв якості готових структуроутворювачів є час розчинення. Відомо, що ступінь розчинності структуроутворювачів залежить від багатьох чинників: розміру гранул, виду використаної сировини, температури тощо. Однак, в першу чергу, розчинення пов'язано з гідратацією білків, тобто зв'язуванням молекул води з білками. Білок, як будь-яка гідрофільна високомолекулярна сполука, набухає, а потім молекули білка починають поступово переходити в розчин.

За набухання молекули води проникають у білок і зв'язуються з його полярними групами. Щільна сітка поліпептидних ланцюгів розмежується. Подальше поглинання води призводить до відриву молекул білка від загальної маси і розчинення. Це процес електростатичного зв'язування молекул води з полярними групами бічних радикалів кислих амінокислот, що мають негативний заряд, і основних амінокислот з позитивним зарядом. Проте набухання не завжди призводить до швидкого розчинення, наприклад, тваринний колаген, на відміну від рибного, може залишатися в набряклому стані, поглинувши велику

кількість води. Цим можна пояснити майже вдвічі швидший час розчинення дослідних структуроутворювачів на основі вторинної рибної сировини – 5 хв та з включенням цистозіри – 6 хв, в порівнянні з контролем – 12 хвилин. Розчинності тваринного колагену заважають структурні особливості – поперечні зв'язки між поліпептидними ланцюгами. Спостерігається парадоксальне явище: в білку багато аніонних або катіонних груп, а розчинність його у воді відносно низька.

Динаміку часу розчинення структуроутворювачів досліджували протягом 15 місяців зберігання за температури $22 \pm 2^\circ\text{C}$ (рис.1).

Зміна часу розчинення структуроутворювачів спостерігалася після 6 місяців зберігання. Було проведено математичну обробку отриманих результатів після 6 місяців зберігання (рис. 2).

За 15 місяців зберігання час розчинення всіх дослідних зразків дещо збільшився. Для нових структуроутворювачів на 3,5 хвилини, для контрольного зразка – на 5 хвилин, що пояснюється особливостями рибного та тваринного колагену

Одним із важливих критеріїв якості структуроутворювачів є біоло-

Рис. 1. Зміна часу розчинення структуроутворювачів у процесі зберігання

Рис. 2. Зміна часу розчинення структуроутворювачів у процесі зберігання

гічна цінність, яка значною мірою визначається вмістом та збалансованістю амінокислот, особливо незамінних. Характеристику амінокислотного складу наведено на рис. 3.

Під час досліджень амінокислотного складу білків структуроутворювачів відмічено найбільший вміст таких амінокислот: гліцину, аланіну, проліну, аспарагінової та глютамінової кислот. Дані амінокислоти формують повторювану послідовність

в поліпептидному ланцюгу, обумовлюючи спіралеподібну структуру колагену. Високий вміст гліцину (162,7-176,4 мг / 100 г) та глютамінової кислоти (142,1-153,1 мг / 100 г) в дослідних структуроутворювачах є характерною особливістю амінокислотного складу рибного колагену. В меншій кількості знаходяться такі амінокислоти, як гістидин, ізолейцин, валін, що обумовлено меншою кількістю поперечних зв'язків.

Рис. 3. Аналіз амінокислотного складу білків структуроутворювачів

1. Мікробіологічні показники структуруютьовачів (n = 3, p < 0,05)

Показники	Допустимі рівні для харчового желатину	Термін зберігання, місяців	Контроль	Структуруютьовачі на основі	
				вторинної рибної сировини	вторинної рибної сировини і цистозіри
КМАФАнМ, КУО/в 1 г не більше	1 × 10 ⁵	0	2,5 × 10 ⁴	2 × 10 ⁴	2 × 10 ⁴
		3	2,5 × 10 ⁴	2 × 10 ⁴	2 × 10 ⁴
		6	2,5 × 10 ⁴	2 × 10 ⁴	2 × 10 ⁴
		9	2,7 × 10 ⁴	2,4 × 10 ⁴	2,4 × 10 ⁴
		12	2,9 × 10 ⁴	2,4 × 10 ⁴	2,4 × 10 ⁴

В дослідних зразках структуруютьовачів протягом всього терміну зберігання визначали кількість мезофільних аеробних та факультативно-анаеробних мікроорганізмів (КМАФАнМ), наявність бактерій групи кишкової палички (БГКП) та патогенні мікроорганізми, в тому числі роду Сальмонела (табл. 1).

Протягом всього терміну зберігання наявність бактерій групи кишкової палички та патогенні мікроорганізми не виявлені в жодному зразку. Кількість МАФАнМ протягом всього терміну зберігання визначена в допустимих межах.

Належний рівень мікробіологічного забруднення структуруютьовачів можна пояснити доброякісністю сировини, ефективним методом консервування, а також дотриманням відповідних умов виробництва та зберігання.

Висновки і перспективи.

Теоретично обґрунтовано та експериментально підтверджено ефективність комплексної переробки вторинної рибної сировини з товстолобика. Встановлено майже вдвічі швидший час розчинення дослідних структуруютьовачів на основі вторинної рибної сировини – 5 хв та з додаванням

цистозіри – 6 хв в порівнянні з контролем – 12 хвилин, що підтверджує доцільність комбінування білково-полісахаридної сировини.

За результатами мікробіологічного аналізу, доведено безпечність структуруютьовачів на основі вторинної рибної сировини, зокрема протягом всього терміну зберігання наявність бактерій групи кишкової палички та патогенні мікроорганізми не виявлені в жодному зразку.

На підставі отриманих результатів визначили шляхи подальших досліджень: розробити технологічну схему виробництва структуруютьовачів на основі інших представників прісноводних риб, а саме білого амура; визначити оптимальні співвідношення компонентів; визначити раціональну частку водоростей для забезпечення високих структурно-механічних властивостей.

Список використаних джерел

1. Воробьев, В. И. Технология муки кормовой на основе рыбной чешуи: дис.... канд. техн. наук.: 05.18.04. Калининградский государственный технический университет. Калининград, 2018.
2. Ярочкин, А. П. Научно-практические основы технологий комплексной переработки маломерных гидробионтов

- и вторичного сырья от разделки рыб: дис....д-ра техн. наук.: 05.18.04. Государственный Комитет Российской Федерации по рыболовству (ТИНРО-центр). Владивосток, 2001.
3. Богданов, В. Д., Мамедова, Т. Д. Растительные структурорегулирующие добавки в технологии рыбных формованных изделий. Хранение и переработка сельхозсырья. 2003. № 8. С. 198–199.
 4. До Ле Хыу Нам. Получение желатина из коллагеносодержащих продуктов разделки прудовых рыб с использованием ферментных препаратов : дис.... канд. техн. наук: 05.18.04, 05.18.07. Воронежский государственный университет инженерных технологий. Воронеж, 2012.
 5. Као Тхи Хуе. Обоснование и разработка технологии получения структурообразователя из кожи рыб: дис.... канд. техн. наук: 05.18.04 . Астраханский государственный технический университет. Москва, 2012.
-
- References**
1. Vorobev, V. I. (2018). Tekhnologiya muki kormovoy na osnove rybnoy cheshui [Technology of fodder meal based on fish scale]: dis. k.t.n.: 05.18.04. Kaliningradskiy gosudarstvennyy tekhnicheskii universitet. Kaliningrad.
 2. Yarochkin, A. P. (2001). Nauchno-prakticheskie osnovy tekhnologii kompleksnoy pererabotki malomernykh gidrobiontov i vtorichnogo syr'ya ot razdelki ryb [Scientific and practical fundamentals of complex processing small hydrobionts and secondary raw materials from fish cutting technologies]: dis. d.t. n.: 05.18.04. Gosudarstvennyy Komitet Rossiyskoy Fediratsii po rybolovstvu (TINRO-tsentr). Vladivostok.
 3. Bogdanov, V. D., Mamedova, T. D. (2003). Rastitelnye strukturoreguliruyushchie dobavki v tekhnologii rybnikh formovannykh izdeliy [Plant-based structure-regulating additives in the technology of fish molded products]. Khranenie i pererabotka selkhozsyrya. 8: 198–199.
 4. Do Le Khyu Nam. (2012). Poluchenie zhelatina iz kollagenosoderzhashchikh produktov razdelki prudovykh ryb s ispol'zovaniem fermentnykh preparatov [Enzyme preparations using to gelatin obtain from collagen-containing products of cutting pond fish] : dis. k.t.n.: 05.18.04, 05.18.07 . Voronezhskiy gosudarstvennyy universitet inzhenernykh tekhnologiy. Voronezh.
 5. Kao Tkhi Khue. (2012). Obosnovanie i razrabotka tekhnologii polucheniya strukturoobrazovatelya iz kozhi ryb [Substantiation and development of a technology for producing a structurant from fish skin]: dis. k.t.n.: 05.18.04. Astrakhanskiy gosudarstvennyy tekhnicheskii universitet. Moscow.
-

A.O. Ivaniuta, N. M. Slobodianiuk, I.P. Cumachenko (2019). CONSUMER PROPERTIES OF STRUCTURE FORMING SUBSTANCES BASED ON SECONDARY RAW FISH WITH CYSTOSEIRA. ANIMAL SCIENCE AND FOOD TECHNOLOGY, 10(3): 12-19.

<https://doi.org/10.31548/animal2019.03.012>

Abstract. The feasibility and effectiveness of integrated processing of inland fish are substantiated in the work. The present state, innovative developments of domestic and foreign scientists are analyzed, perspective directions of complex processing of fishery raw materials and development of market of structure forming substances are determined. It is theoretically substantiated and experimentally confirmed the expediency and efficiency of the use of secondary fishery raw materials from silver carp (heads, bones, fins) in order to form the consumption properties of the structure forming substances. Experimental studies using mathematical

modeling methods have optimized the ingredient composition of structure forming substances. The regularities of the formation and stabilization of the consumption properties of structure forming substances based on the secondary fishery of silver carp by introducing cystoseira (2 %) into their composition are scientifically substantiated. The optimal ratio of fish waste to water was set to 1: 1.5; time of fish broth heat treatment - 2.5 hours at 85 - 100°C; freeze drying temperature (50 – 70 °C). The consumption properties of the structure forming substances have been investigated, and regularities of changes in quality indicators in the process of their storage have been determined. The results of studies of the amino acid composition of the finished structure forming substances are presented. Research has found the highest content of the following amino acids: glycine, alanine, proline, aspartic and glutamic acids. These amino acids form a repeating sequence in the polypeptide chain, causing the helical structure of collagen. High content of glycine and glutamic acid in the experimental structure forming substances is a characteristic feature of the amino acid composition of fish collagen. Fewer amino acids, such as histidine, isoleucine, valine, may be due to fewer cross-links. The dynamics of dissolution of structure forming substances within 15 months were investigated to ensure the guarantee shelf life. The results of the studies showed almost twice as fast the dissolution time of the experimental structure forming substances on the basis of the secondary fish raw material compared to the control, which can be explained by the peculiarities of the collagen structure. The number of mesophilic aerobic and facultative anaerobic microorganisms (KMAFanM), the presence of E. coli bacteria and pathogenic microorganisms, including the Salmonella genus, were determined.

Keywords: *structure forming substances, secondary raw fish, silver carp, cystoseira, consumer properties*