DOI https://doi.org/10.30525/978-9934-26-328-6-2

ЗАСТОСУВАННЯ ПРИНЦИПІВ ІОНОТРОПНОГО ГЕЛЕУТВОРЕННЯ В ТЕХНОЛОГІЇ РЕСТРУКТУРОВАНОЇ ПРОДУКЦІЇ НА ОСНОВІ РИБНОЇ СИРОВИНИ

Гринченко Н. Г., Сметанська І. М., Гринченко О. О., Пивоваров П. П., Перцевой Ф. В.

ВСТУП

В умовах сьогодення простежується певна залежність якості та асортименту рибної продукції, що споживається в Україні, від тенденцій світового ринку, основними з яких є підвищення цін на традиційну рибну сировину, зниження обсягів її вилову, неможливість ввезення нових видів риб унаслідок невідповідності законодавчих актів України і країн-постачальників. Це певною мірою стосується і поставок реструктурованої продукції у вигляді крабових паличок, філе, лангустів, оскільки за останні роки спостерігається дефіцит основної сировини для її виробництва – фаршу сурімі.

За цих умов важливого значення набувають технології комплексної переробки рибної сировини з внутрішніх водоймищ країни, впровадження яких, за одночасного зменшення залежності від кон'юнктури зовнішнього ринку, дозволить забезпечити більш раціональне використання їстівної частини риби, розширити асортимент та підвищити харчову цінність реструктурованої рибної продукції (РРП). З урахуванням того, що вилов річної та ставкової риби є сезонним, а споживання рибопродуктів цілорічне, при створенні реструктурованої продукції із риби внутрішніх водоймищ необхідно враховувати зниження її функціонально-технологічних властивостей під час довготривалого зберігання у замороженому стані. Тому доцільним є використання структуроутворювачів, які забезпечать високі органолептичні показники реструктурованої продукції та стабільність процесу її виробництва.

З урахуванням цього наукове обґрунтування та розробка технології напівфабрикатів реструктурованої продукції з рибної сировини внутрішніх водоймищ України з застосуванням іонотропних гелеутворювачів є актуальною проблемою, вирішення якої дозволить залучити до технологічного циклу рибну сировину зі зниженими функціонально-технологічними властивостями, розширити асортимент високоякісних кулінарних виробів, покращити забезпечення населення України рибними продуктами.

1. Технологічні та економічні аспекти виробництва продукції на основі рибної сировини

Останні десятиріччя характеризуються стійким погіршенням стану здоров'я населення та демографічних показників в Україні. Один із важливих чинників, що впливає на здоров'я населення, є незадовільне харчування. Згідно даних[1] в різноманітних регіонах нашої держави значно знизився рівень споживання повноцінних білків, не є раціональним склад ліпідної складової, відчутна нестача мінеральних речовин та вітамінів.

Рибна харчова продукція займає одне з ведучих місць у харчуванні людини, так як є джерелом повноцінного легкозасвоюваного білка, поліненасичених жирних кислот, особливо арахідонової, ейкозопентаєнової, декозогексаєнової, вітамінів (ретинолу, ергокальційферолу, токоферолу та інших), мінеральних та біологічно-активних речовин. Зниження споживання риби та морепродуктів обумовлює незбалансованість структури фактичного харчування, що викликає порушення фізичного розвитку, обмінних процесів та адаптаційних механізмів організму людини, підвищення рівня захворювань[2, 3].

За умов, що склалися, забезпечення населення нашої країни якісними та безпечними харчовими продуктами з рибної сировини, різноманітних за асортиментом, доступних за ціною, у кількості, що відповідає фізіологічним нормам споживання, є одним із стратегічних завдань економічного розвитку України[2, 3].

Особливістю діяльності рибодобиваючої та перероблюючої галузі України є те, що за останні десятиріччя 75…85 % риби та морепродуктів виловлювалися в межах морських економіних зон іноземних держав та відкритої частини світового океану і тільки 15…25 % – в морській економічній зоні та внутрішніх водоймищах України, включаючи товарне розведення риби. Зниження за останні часи обсягів вилову та переробки важливих об'єктів промислу змушує вітчизняні рибопереробляючи компанії шукати нові, альтернативні об'єкти. На думку фахівців важливим напрямком компенсації зниження вилову риби у світовому океані є освоєння внутрішніх

[1] Дудник С. В., Кошеля І. І. Тенденції стану здоров'я населення України. *Україна. Здоров'я нації.* 2016. № 4.40. С. 67–77.

[2] Бомба М. Я., Івашків Л. Я. Здорове харчування як стратегічний ресурс національної безпеки України. *Вісник НАН України*. 2013.

[3] Yegorov B., Mardar M. Стан харчування населення України. *Commodities· and· markets.* 2011. № 11.1. С. 140–147.

ресурсів країни. Згідно даних[4, 5] до 85 % риби, яка споживається на Україні, складає імпорт. Біля 55 % від загальних поставок імпортованої сировини складає морожений оселедець, решта приходиться на сайду, скумбрію, лососеві, палтус та інші. Серед замороженої рибної продукції виділяють рибу непатрану та патрану, філе (оселедця, мерлузи, минтаю, лососевих) та фарші.

За даними існуючий попит на продукцію з рибної сировини не можна вважати задовільненим. Відповідно до прогнозів фахівців[6] попит на рибну продукцію залишиться стабільно високим найближчі 7…10 років, при чому, переважно, на напівфабрикати високого ступеня готовності.

Аналіз сучасної іноземної та вітчизняної літератури[7] показав, що основні причини, за яких спостерігається зниження рівня споживання рибопродуктів, лежать в площині функціонування ланцюга «вилов риби → переробка в напівфабрикати та харчову продукцію → зберігання → реалізація». В умовах існуючої кооперації закладів ресторанного господарства з рибопереробляючими підприємствами набувають значення, перш за все, питання щодо законодавчого, матеріально-технічного, ресурсного, технологічного, кадрового забезпечення підприємств галузі. За даними основними завданнями, що потребують вирішення у найближчому майбутньому, є:

– розробка та затвердження законодавчих документів, спрямованих на регулювання правових, соціальних, адміністративних, технічних питань у рибопереробній галузі;

– позбавлення імпортозалежності сировинних ресурсів шляхом більш повного освоєння національних узбережних рибних запасів, подальший розвиток аква- та марікультур, поповнення рибних запасів у внутрішніх водоймищах країни;

– розробка та впровадження ощадливих технологій переробки рибної сировини, розширення асортименту продукції, зокрема, за рахунок створення напівфабрикатів високого ступеня готовності та готових до споживання виробів та страв.

---

[4] Корман І. І. Сучасний стан та перспективи розвитку вітчизняного ринку риби та рибопродуктів. *Підприємництво та інновації* . 2020. № 12. С. 49–54.

[5] Ярошевич Т. С., Пахолюк О. В. Український ринок риби та морепродуктів: проблеми та перспективи. *Товарознавчий вісник*. 2020. № 1.13. С. 40–51.

[6] Корман І. І., Семенда О. В., Гаєнко В. І. Формування попиту та стимулювання збуту на вітчизняному ринку рибної продукції. *Підприємництво та інновації*. 2021. № 19. С. 19–26.

[7] Самофатова В. А., Фалюта Г. І. Аналіз перспектив розвитку рибопереробної галузі України. *Економіка харчової промисловості*. 2014. № 3. С. 50–52.

Згідно мети та завдань дослідження вважаємо за доцільне більш детально дослідити технологічні та економічні аспекти виробництва рибної продукції, зокрема, визначити основні тенденції формування сучасного асортименту продукції, оцінити ефективність деяких існуючих технологій переробки рибної сировини в харчові продукти, спрогнозувати можливі траєкторії їх подальшого розвитку.

В роботах[8, 9, 10, 11] відзначено, що за останні роки асортимент рибної продукції продовжував розширюватися. Так, за даними поряд з класичним рибними консервами в олії, маринаді, томаті значно поширилося виробництво рибних закусок, рибних та ікорних паст, паштетів тощо[12]. Разом з тим спостерігаються наступні тенденції: підвищення попиту на делікатесні морепродукти, зокрема, заморожену креветку; звуження ринку натуральних рибопродуктів внаслідок їх високої вартості; динамічний розвиток структурованої та формованої продукції на основі фаршу сурімі (крабові па-лички, крабове м'ясо, шийки креветок тощо) та рибних фаршів (рибні палички, бургери, сосиски, ковбаса); розширення асортименту напівфабрикатів високого ступеня готовності та готових до споживання страв із риби з використанням різних способів обробки – заморожування, пакування у середовищі інертних газів, асептичного пакування, вакуумування, НВЧ-обробки тощо.

Одним із поширених, і разом з тим перспективних напрямків переробки рибної сировини є виробництво рибних фаршів з подальшим одержанням на їх основі широкого асортименту

[8] Карпенко В. А. Ринкова стратегія розвитку підприємств рибопереробної галузі України. *Економіка харчової промисловості*. 2–15. № 26. С. 15–21.

[9] Назаренко В. О. Сучасні тенденції формування асортименту рибних пресервів. 2015.

[10] Велика О. Ю. Особливості формування маркетингової стратегії підприємства. *Сучасні проблеми управління підприємствами: теорія та практика* : праці міжнар. наук.-техн. конф., 2020. С. 9–11.

[11] Назаренко В. О., Панасевич Є. М. Сучасні аспекти формування асортименту та якість рибних консервів з прісноводних риб. 2018.

[12] Загуменний Д. О. Огляд рибного ринку України за 2020 рік. URL: https://uifsa.ua/news/news-of-ukraine/overview-of-the-fish-market-in-ukraine-for-2020 (дата звернення: 25.05.2023).

продукції[13, 14]. Аналіз іноземної та вітчизняної літератури дозволив визначити, що основними перевагами виробництва рибного фаршу є:

– можливість обробки різноманітних видів риби, у тому числі непридатних для філетування на механізованих лініях;

– високий вихід готової продукції – до 40…60 %, тоді як під час філетування риби він складає 28…33 %;

– раціональне використання рибної сировини, оскільки застосування сепараторів дає можливість одержувати м'ясо з відходів від філетування риби;

– зниження трудомісткості обробки завдяки механізації та автоматизації процесів виробництва фаршу;

– простота одержання з фаршу різноманітних видів продукції.

Використання рибних фаршів у складі напівфабрикатів та готових до споживання виробів та страв дає можливість розширити їх асортимент, запропонувати споживачеві продукцію з новими властивостями, за доступною ціною (у порівнянні з іншими видами продукції, зокрема, натуральними), зручну у використанні та споживанні.

На сьогоднішній день рибопереробна промисловість випускає переважно заморожений фарш, який в свою чергу, поділяється на стабілізований, промитий водою, пастеризований, ферментований, а також солоний та сушений.

Промислове виробництво замороженого рибного фаршу виникло у 60 роки XX сторіччя у Японії; за даними[15, 16] це був фарш сурімі, який одержували шляхом багаторазового промивання подрібненого м'яса риби водою.

Протягом багатьох років основною сировиною для виробництва фаршу сурімі був минтай (з нього виробляється більш, як 90 % фаршу). Починаючи з 90 років XX сторіччя, видовий склад риби, з

---

[13] Тищенко В. І. Рибний фарш як сировина для виробництва полікомпонентних продуктів харчування / В. І. Тищенко, Н. В. Божко, В. М. Пасічний. *Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства ім. Петра Василенка* : збірник наукових праць / ХНТУСГ, Харків : ХНТУСГ, 2016. С. 100–108.

[14] Leira M. H., Nascimento A. F., Alves F. R., Orfao L., Lacerda Y. G., Botelho H. A., & Lago A. D.A. Characterization of different techniques for obtaining minced fish from tilapia waste. *Food Science and Technology*, 2019. № 39. P. 63–67.

[15] Kim, J-S., Park J. W. Mince from seafood processing by-product and surimi as food ingredients. *Maximising the value of marine by-products*. Woodhead Publishing, 2007. P. 196–228.

[16] Yan, Bowen, et al. Microwave heating process of moderate-minced surimi based on multiphase porous media model. *Journal of Food Science*. 2023. № 88.1. P. 273–292.

якої отримують фарш сурімі, змінився: сучасні технології дозволяють одержувати його з північної путассу, скумбрії, оселедця, ставриди, сардини, карпа. По суті, фарш сурімі являє собою сирий заморожений концентрат міофібрілярних білків м'язової тканини риб, який здатен до структурування з одержанням пружних еластичних гелів. Промивання фаршу риби спрямовано на видалення саркоплазматичних білків, пігментів, ферментів, небілкових азотистих речовин, сприяє стабілізації властивостей фаршу під час зберігання. Додатковим результатом промивання є збільшення вмісту у фарші міофібрілярних білків й покращення його реологічних властивостей – еластичності та пружності гелів після термічної обробки.

За існуючою технологією[17] промитий фарш зневоднюють на гніті до вмісту вологи 77…80 %, з'єднують з кріопротекторами (цукром, сорбітолом, декстрозою, поліфосфатами та ін.), заморожують до температури нижче мінус 18 °С. Властивості гелів, що отримують на основі фаршів сурімі, регулюють шляхом уведення до їх складу різних харчових інгредієнтів: солі кухонної, крохмалю, яєчних, молочних та соєвих білків, цукру, рослинної олії чи жиро-вміщуючої сировини, а також желатину, каррагінану, метилцелюлози, альгінату натрію, пектину, камеді рожкового дерева та інших.

Сурімі, завдяки реалізації своїх структуроутворюючих властивостей, використовують переважно при виробництві формованих та структурованих продуктів. За даними[18, 19] обсяг світового виробництва продукції з фаршу сурімі склав 1,1 млн тон. Але в останні роки на ринку фаршу сурімі спостерігаються такі тенденції: зменшення обсягів його виробництва внаслідок обмеження сировинних ресурсів; підвищення ціни за рахунок залучення до технологічного циклу нових видів риби та модернізації існуючих технологій; появі поряд з високоякісними ґатунками сурімі низької якості, який надходить на ринок з південно-східної Азії.

За цих умов поряд зі збільшенням обсягу виробництва структурованої продукції спостерігається погіршення їх якості, підвищення

[17] Маєвська Т. М., Віннов О. С. Порівняльна характеристика рибних фаршів, промитих водопровідною водою та електрохімічно активованими системами. *Наукові праці НУХТ,* 2013. № 52. С. 103–109.

[18] Ibid.

[19] Karthikeyan M., Shamasundar B. A., Mathew S., Ramesh Kumar, P., & Prakash, V. Physico-chemical and functional properties of proteins from pelagic fatty fish (Sardinella longiceps) as a function of water washing. *International Journal of Food Properties*, 2004. № 7 (3). P. 353–365.

ціни, з'явлення на ринку продуктів сурогатів, у складі яких рибна сировина зовсім відсутня.

З врахуванням вищеозначеного набувають актуальності дослідження щодо виробництва реструктурованої продукції з інших видів фаршів, зокрема, стабілізованого, пастеризованого, ферментованого та інших.

Серед існуючих видів рибного фаршу найбільшу зацікавленість з технологічної та економічної точок зору являє стабілізований фарш. Це обумовлюється тим, що за хімічним складом й властивостями він лише незначно відрізняється від подрібненого м'яса риби[20]. Стабілізований фарш виготовляють з промитого фаршу, отриманого з тушок риби, чи фаршу, розділеного на фракції відповідно до вмісту темних м'язів. Іноді використовують фарш, отриманий з відходів від філетування, що містить велику кількість крові. Існує багато способів стабілізації рибного фаршу, основні з них: додавання стабілізуючих речовин, створення внутрішніх стабілізуючих систем як результат біохімічних чи фізичних модифікацій подрібненого м'яса та інші. Головним стабілізуючим чинником у такому фарші є хімічні речовини природного походження або синтетичні. Ці речовини поділяють на п'ять основних груп:

– речовини, що підвищують вологоутримуючу здатність фаршу, поліпшують його консистенцію (поліфосфати, натрієві чи калійні солі альгінової кислоти, карбоксиметилцелюлоза, нативний та модифікований крохмаль, сіль кухонна, білкові препарати);

– антиденатуранти (ди- і трисахариди, деякі карбонільні кислоти, амінокислоти, пептиди);

– синтетичні та натуральні антиокислювачі й емульгатори (БОА, БОТ, Tween 80, Span 80, приправи й екстракти приправ, аскорбінова кислота, токофероли, поліфенольні сполуки);

– смакові добавки (глутамат натрію, сіль кухонна, цукор, приправи й пряноші);

– синтетичні й натуральні барвники (еритрозин, понсо ЗК, екстракти з меленого червоного перця, каротиноїди).

До стабілізованих фаршів відносять фарш, стабілізований за допомогою біохімічної модифікації, яка досягається внаслідок біохімічних реакцій, викликаних фізичними, хімічними та мікробіологічними процесами у фарші. За цих умов спостерігається накопичення у фарші натуральних консервуючих речовин чи речовин, які сповільняють появу небажаних продуктів під час зберігання.

[20] Використання гідроколоїдів в харчовій промисловості : наук.-допом. бібліогр. покажч. ; Нац. ун-т харч. технол., наук.-техн. б-ка. Київ, 2021. 236 с.

На практиці достатньо широко застосовують стабілізацію властивостей фаршу шляхом зниження його кислотності. Даний спосіб засновано на тому, що pH впливає на активність деметилази, що розкладає ТМАО (триметил-аміноксид) до ДМА (диметиламіноксид) і МА (метиламін). Відповідно, змінюючи pH фаршу в кислому та лужному діапазоні, можна значно знизити активність ферментів і, тим самим, зменшити кількість формальдегіду, що утворюється в м'ясі та викликає небажані зміни в білках.

Стабілізацію рибних фаршів шляхом використання протеолітичних ферментів основано на використанні ферментів рослинного (папаїн, фіцин), тваринного (трипсин, віокіназа) та грибкового (озипін, терезин) походження. Їх добавляють, в основному, з метою часткового гідролізу білків м'яса і поліпшення їх функціональних властивостей[21].

Деякі різновиди рибного фаршу дозволяють застосовувати методи стабілізації на основі фізичних процесів, які не викликають суттєвих біохімічних змін в м'ясі. Прикладом може служити фарш, насичений вуглекислим газом або азотом. Газ вводиться під час інтенсивного перемішування в герметичному кутері. Це дозволяє не тільки поліпшити стійкість фаршу під час зберігання, але й надати йому бажаних реологічних властивостей. Додатковою перевагою використання вуглекислого газу замість інших газів (наприклад, азоту) являється те, що цей газ, частково реагуючи з аміаком і триметиламіном, покращує органолептичні властивості фаршу.

В основі технології пастеризованого рибного фаршу лежить, перш за все, використання теплової обробки для інактивації ферментів, які викликають негативні зміни в замороженому сирому м'ясі. За цих умов спостерігається денатурація нативних м'язових білків, зменшення активності води, часткове видалення з клітинним соком небажаних хімічних сполук – мінеральних солей, триметиламіноксиду, летких основ, вільних жирних кислот, відбілювання фаршу в результаті часткового розкладу міоглобіну, гемоглобіну й ін.

В основі виробництва ферментованого фаршу лежить використання стартових культур мікроорганізмів для перетворення вуглеводів у молочну кислоту, що знижує pH середовища та створює оптимальні умови для активності про-теолітичних ферментів тканин у кислому діапазоні pH. Це сприяє дозріванню м'яса, пригніченню розвитку мікрофлори, зокрема, гнильних бактерій. Регулювання

[21] Дуденко Н. В., Дьяков О. Г., Панікарова Б. О. Моделювання процесу протеолізу рибної колагеновмісної сировини. *Східно-Європейський журнал передових технологій,* 2014. № 2.12 (68). С. 8–13.

активності ферментів під час ферментації досягається за допомогою температури, а також внесення хлористого натрію, що відіграє роль консерванту.

Фарші, що отримані за вищеозначеними технологіями, знайшли широке застосування в технології виробів та страв з риби. Так, за даними[22] встановлено, що заморожений стабілізований фарш використовується в технології рибних паличок, порцій, які одержують шляхом розпилювання заморожених блоків. Перевагою даного способу є відсутність необхідності повторного заморожування продукту. Відзначено доцільність застосування такого фаршу для ламінування (з'єднання окремих пластин) рибного філе з метою отримання монолітних блоків, що підлягають наступному розпилюванню на порції.

Одним із ефективних напрямків використання фаршів є виробництво на його основі формованих продуктів, технологія яких передбачає використання різноманітних харчових інгредієнтів та способів обробки. Реалізація цього напрямку дозволяє одержувати широкий асортимент продукції – рибні гамбургери, крокети, фрикадельки, тефтелі, шніцелі, котлети, паштети, пасти, креми та інші.

Разом з тим вважаємо за необхідне відзначити, що використання заморожених рибних фаршів (окрім фаршу сурімі) внаслідок їх низьких функціонально-технологічних властивостей має деякі обмеження: неможливість створення продукції, що має цілісну структуру; необхідність додаткового застосування гелеутворювачів, переважно, термотропних; значні технологічні втрати під час термообробки, що погіршує органолептичні властивості продукції та інші.

За цих умов набувають актуальності дослідження, які спрямовано на визначення новітніх способів одержання кулінарної продукції на основі рибних фаршів.

2. Визначення інноваційної стратегії розроблення РРП, моделювання технології та складу РРП

В умовах сьогодення розробка нових харчових продуктів (в тому числі РРП) не є окремо виділеним завданням; його вирішення здійснюється з урахуванням існуючих ресурсів та обмежень (фінансових, сировинних, технологічних, технічних, кадрових та інших).

Необхідність розробки наукових принципів реструктурування, які будуть реалізовані в технології РРП, виходить із умов поліпшення структури раціонів харчування населення України, розширення

[22] Riebroy Siriporn, Soottawat Benjakul, Wonnop Visessanguan Properties and acceptability of Som-fug, a Thai fermented fish mince, inoculated with lactic acid bacteria starters. *LWT-Food Science and Technology.* 2008. № 41.4. P. 569–580.

асортименту кулінарної рибної продукції і підвищення ефективності переробки вітчизняної рибної сировини – пелінгаса, судака, тюльки, річної та ставкової риби. Для більшості видів риб річного та ставкового походження характерне сплескове сезонне споживання, пов'язане з періодами вилову, що не може задовольнити потреби закладів ресторанного господарства, торгівельних мереж та споживачів. Використання технологій, що передбачають заморожування та зберігання рибної сировини, лише частково вирішує проблему сезонності вилову і забезпечення споживання її цілий рік, так як за цих умов знижується якість рибної продукції. З економічного аспекту такі технології також малоефективні, так як їстівна частина риби складає від 40 % до 50 %, тобто виникає необхідність зберігати тривалий час велику частку неїстівної компоненти в економічно затратних умовах зберігання харчової сировини. Попередня переробка риби на напівфабрикати (тушка порота, обезголовлена, філе) в деякій мірі вирішує цю проблему, але за цих умов частка харчових відходів залишається значною (близько 30…35 %), а вимоги до умов зберігання підвищуються.

Найбільш ефективним напрямком вирішення даної проблеми є переробка рибної сировини на фарш. Але зі споживчої точки зору це не завжди є доцільним, так як призводить до звуження асортименту продукції, що виробляється із риби, та не дозволяє її споживати у вигляді шматочків. З іншого боку окрему турботу викликає проблема накопичення харчових відходів: кісток, голів, шкури тощо – сировини, яка закладами ресторанного господарства використовується для приготування бульйонів, які, в свою чергу, є базовою компонентою для виробництва супів, соусів та інших страв.

За цих умов найбільш раціональним є застосування технології, яка б передбачала сепарування риби на їстівну частину та харчові і технічні відходи, виділення з харчових відходів їстівної частини та повернення її в технологічний цикл переробки рибної сировини. При цьому і їстівну частину риби, і виділену їстівну складову із харчових відходів можна запропонувати споживачеві у вигляді цілісних шматочків, які імітують натуральні продукти, наприклад, тушки риби, філе риби без шкіри та кісток.

Такий шлях можливий лише за умов об'єднання у єдиному технологічному циклі традиційних методів обробки сировини (механічної кулінарної обробки рибної сировини, отримання фаршів із їстівної частини та бульйонів з харчових відходів) та реструктурування (отримання рецептурної суміші з фаршів, бульйонів, з'єднання її з структуроутворювачем, надання виробу форми,

забезпечення процесу структурування, інші додаткові операції), що дозволить отримати широкий асортимент РРП за високоефективним технологічним процесом.

Тому важливим є визначення концепції створення продукту, а саме його форми, методу структурування, що забезпечить імітацію натурального продукту, високу харчову та біологічну цінності, органолептичні показники.

Було висунуто робочу гіпотезу, яка полягає в тому, що використання альгінату натрію як активного компонента рецептурної суміші, фаршу з судака (або з річної та ставкової риби), а також бульйонів з харчових відходів дозволить отримати екструдовані реструктуровані продукти у формі спагетті – продукту нового на ринку рибопродуктів України. Це може бути здійснено за умов створення обґрунтованої за складом рецептурної суміші і реалізації геле-утворюючої здатності альгінату натрію шляхом обробки суміші в розчинах хлористого кальцію.

Висунута робоча гіпотеза з врахуванням вищевикладеного може бути трансформована в інноваційну стратегію розробки РРП (табл. 1), а з точки зору досягнення мети згідно з планом дослідження – в реалізацію складових інноваційної стратегії, головним чином, маркетингову, технологічну, технічну, організаційну.

Таблиця 1

Характеристика інноваційної стратегії розробки РРП

Складова інноваційної стратегії	**Інноваційні вимоги**	**Шляхи реалізації інновацій**
1	2	3
Маркетингова	Задовільнення потреб широких верств населення з врахуванням їх психогеографічної, поведінкової та інших характеристик Нові харчові форми Широкий асортимент продукції Інтеграція продукту та сервісу	Виробництво продукту у вигляді напівфабрикатів високого ступеня готовності чи готових до споживання страв, які характеризуються високою харчовою та біологічною цінністю за рахунок використання рибної сировини

Закінчення таблиці 1

1	2	3
Технологічна	Високі поживні властивості продукту Використання сировини з низькими функціонально-технологічними властивостями Комплексна переробка рибної сировини Безпечність продукції Довготривалий термін зберігання	Одержання продукту у вигляді нових харчових форм шляхом застосування іонотропного гелеутворення Забезпечення тривалого зберігання за визначених термінів та умов зберігання
Технічна	Традиційне та/чи нове технологічне устаткування, що забезпечить стабільність технологічного процесу	Застосування сучасних способів формування – екструзії, соекструзії
Організаційна	Виробництво – заклади ресторанного господарства, підприємства харчовоъ промисловості Реалізація – заклади ресторанного господарства, магазини кулінарії, супермаркети, гіпермаркети	Запровадження організаційно-технологічних принципів виробництва, відповідниотдо поставлених завдань Пакування, зберігання, транспортування

Визначення та реалізацію технологічних інновацій здійснювали з використанням методів системного аналізу, застосовуючи для дослідження систем різні види моделей та методи моделювання.

Реалізація концепції розробки РРП потребує одночасного дослідження моделей «структура системи» та «склад системи», які певною мірою дозволяють визначити технологію виробництва нової продукції та її рецептурний склад.

З використанням методів системного аналізу модель «структура системи» представлено як цілісну технологічну систему А, яку згідно з прогнозуємим асортиментом РРП деталізовано до підсистем A_1, A_2, A_3, та таксонів $T_1 \ldots T_5$ (рис. 1).

Вирішення науково-технологічних завдань в межах таксонів $T_1 \ldots T_5$ та встановлення закономірностей функціонування підсистем A_1, A_2, A_3 дозволить отримати напівфабрикати високого ступеня готовності (A_1), готову до споживання кулінарну продукцію закладів ресторанного господарства (A_2), а також готові вироби у запакованому

вигляді, які можуть бути реалізовані через роздрібну торгівельну мережу (A_3).

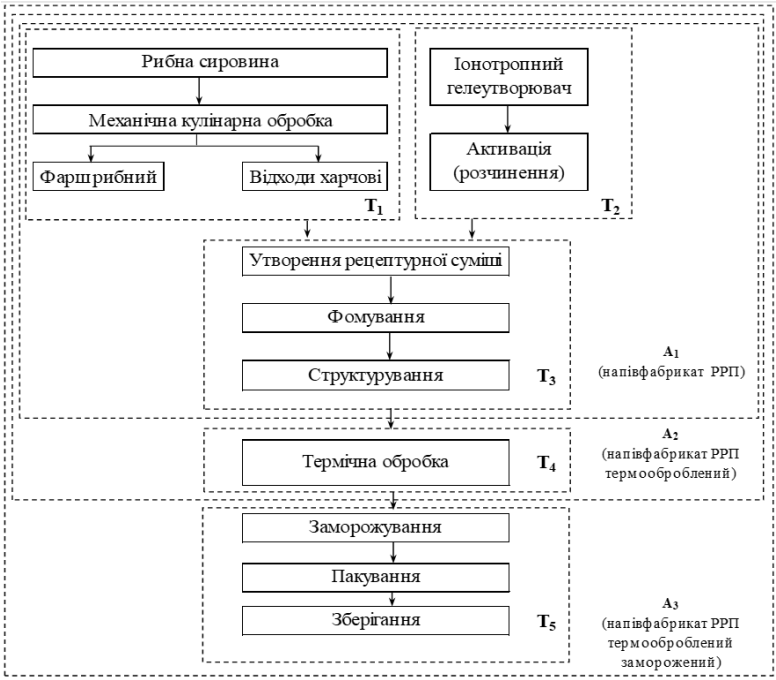

Рис. 1. Модель «структура системи» реструктурованого рибного продукту

Стратегічним (за технологічною інновацією) є те, що нова продукція буде вироблятися з рибної сировини, що виловлюється у внутрішніх водоймищах країни, що, безперечно, є економічно обґрунтованим. За цих умов обґрунтування технологічних параметрів переробки сировини в межах таксону T_1 і отримання напівфабрикатів фаршу та бульйону (екстракту) з необхідними показниками якості є важливою умовою, що забезпечує функціонування підсистем A_1, A_2, A_3.

Запропонована модель (рис. 1) передбачає переробку риби замороженої з виділенням під час механічної кулінарної обробки їстівної (м'ясо риби) фракції та харчових відходів (кісткова фракція, шкіра, голова, плавники) – таксон T_1. З м'яса риби передбачається отримувати рибні фарші, з харчових відходів – рибні бульйони, які, з

одного боку, будуть використані як концентрати смако-ароматичних речовин, а, з другого, – як рідина для розчинення гелеутворювача.

Використання екстрактів, отриманих на основі харчових відходів, дозволить:

– по-перше, забезпечити комплексну переробку рибної сировини із застосуванням в технології РРП різних за функціонально-технологічними властивостями та технологічним призначенням фракцій риби;

– по-друге, суттєво збільшити частку складових риби, що застосовується в технологічному потоці (це є привабливим з економічної точки зору);

– по-третє, забезпечити формування смаку та аромату готової продукції за рахунок екстрактивних речовин, що дифундують до бульйону під час варіння харчових відходів.

Важливою умовою функціонування таксону T_1 є забезпечення стабільності структурно-механічних показників рибних фаршів на різних етапах технологічного процесу, що потребує його ретельного дослідження.

Одним з найважливіших у моделі «структура системи» є таксон T_2, який передбачає активацію іонотропного гелеутворювача, що досягається шляхом розчинення його у рідкому середовищі (бульйоні). Функціонування цього таксону пов'язано з дослідженням закономірностей розчинення альгінату натрію в бульйоні за концентрацій, що забезпечать екструзійне формування та гелеутворення рецептурної суміші. Обмежуючим фактором є те, що гелеутворення повинне забезпечити не тільки необхідну структуру продукту, а й необхідні органолептичні показники, які визначаються як параметрами технологічного процесу, так і складом продукції.

Функціонування таксону T_3 передбачає формування виробу як результат соекструзії рецептурної суміші з різними технологічними характеристиками з отриманням аналога молодого вугра (нитко-подібної форми діаметром 0,002…0,004 м та завдовжки 0,07…0,1 м із темно-сірою зафарбованою спинкою та брюшком білого кольору) і її фіксацію шляхом переводу активованого у розчині гелеутворювача (таксон T_2) в новий агрегатний стан. Результатом функ-ціонування таксонів T_1, T_2 та T_3 є отримання напівфабрикату РРП (підсистема A_1), який може використовуватися в закладах ресторанного господарства як напівфабрикат високого ступеня готовності, а також у випадку подальшої обробки трансформуватися у термооброблені вироби (підсистеми A_2, A_3).

В межах таксону T_3 необхідно дослідити утворення напівфабрикату «рецептурна суміш», яка отримана шляхом з'єднання рибного фаршу, активованого іонотропного гелеутворювача та інших рецептурних компонентів, які б забезпечували формування необхідних органолептичних та фізико-хімічних показників готової продукції. Результатом функціонування системи на даному етапі є отримання РРП у вигляді напівфабрикату високого ступеня готовності (підсистема A_1).

Застосування термічної обробки до напівфабрикатів РРП (таксон T_4) дозволить реалізовувати їх у закладах ресторанного господарства як готові до споживання страви. Заморожування та зберігання (таксон T_5) дозволить значно поширити сферу застосування продукції, зокрема, реалізовувати її через торгівельну мережу у вигляді напівфабрикатів високого ступеня готовності (підсистема A_3).

Таким чином, запропонована модель «структура системи» дозволяє прогнозувати створення нової кулінарної продукції як у вигляді напівфабрикатів різного ступеня готовності, так і готових до споживання страв.

В межах реалізації концепції створення РРП важливою є розробка моделі «склад системи» (рис. 2).

Рис. 2. Модель «склад системи» РРП

РРП повинна задовольняти вимогам споживачів щодо харчових продуктів з врахуванням сучасних тенденцій раціонального харчування (високої харчової та біологічної цінності), з органолептичної точки зору – відповідати концепції продукту, з хімічної точки зору – перебіг технологічного процесу не повинен заважати структуруванню під час іонного обміну. Забезпечення функціонування цієї моделі в межах сформульованих завдань нами розв'язано шляхом її декомпозиції до підсистем першого та другого рівня з відповідними елементами. Формалізація завдань в межах елементів підсистем дозволить узагальнити дослідження і забезпечити ефективну функціональну взаємодію рецептурних компонентів.

Слід зазначити, що моделі «структура системи» та «склад системи» є взаємовпливаючими та взаємопов'язаними між собою. Так, реалізація технологічних інновацій в межах моделі «склад системи» досягається за рахунок:

– реалізації функціонально-технологічних властивостей рибної сировини у складі готової продукції (підсистема «Рибна сировина»);

– реалізації функціонально-технологічних властивостей іонотропного гелеутворювача, зокрема, альгінату натрію (підсистема «Іонотропний гелеутворювач»);

– використання рецептурних компонентів, дія яких спрямована одночасно на регулювання функціонально-технологічних властивостей рецептурних сумішей: в'язкості, пружності, ВУЗ (підсистема «Регулятори ВУЗ та текстури») та формування смаку та аромату (підсистема «Смако-ароматичні інгредієнти та барвники»);

– використання харчових добавок з метою забезпечення безпечності та якості продукції під час зберігання (підсистема «Добавки, що збільшують термін зберігання»).

Слід підкреслити, що використання іонотропного гелеутворювача дозволить використовувати низькофункціональну з точки зору гелеутворення рибну сировину (в тому числі заморожену, тривалого терміну зберігання), за рахунок чого запропонована технологія має конкурентні переваги перед технологіями на основі високофункціонального фаршу сурімі.

Незважаючи на те, що моделювання вважається основним методом дослідження технологічних систем, воно все ж є теоретичним методом, який дозволяє намітити план та вирішувати технологічні завдання найбільш економічним способом, звести до мінімуму прийняття помилкових рішень щодо реальних технологічних систем. Тому було проведено експериментальні та аналітичні дослідження як в межах окремих таксонів та підсистем, так і системи в цілому, які

спрямовано на обґрунтування рецептурного складу та технологічних параметрів виробництва РРП, визначення закономірностей впливу вищеозначених складових на формування показників якості готової продукції.

3. Обґрунтування параметрів отримання іонотропних гелів із необхідними показниками на основі фаршевих систем

Проведені дослідження показали, що фарш із судака здатний до утворення термотропних гелів, але за показниками еластичності ці гелі не дозволяють отримати продукцію з органолептичними показниками, характерними реструктурованому продукту. Розведення фаршів попереджує сеттінг, забезпечує плин рецептурної суміші при екструзії, але за цих умов термотропні гелі не утворюються. В той же час введення до складу розведених фаршів альгінату натрію дозволяє застосовувати іонотропне гелеутворення, зберігаючи можливість корегування структурно-механічних характеристик продукту наступною термообробкою.

Іонотропне гелеутворення є суто хімічним процесом, тому важливим є визначення параметрів, які б забезпечували перебіг цієї реакції, динаміку та повноту її завершення. Оскільки іонотропне гелеутворення пов'язане з масопереносом взаємодіючих компонентів, то необхідно визначити раціональні концентрації, які забезпечують, з одного боку, іон-іонну субстратну взаємодію, а, з іншого, – необхідні показники структури відповідно до вимог органолептичних показників.

За використання екструзійного формування рецептурної суміші зі вмістом альгінату натрію до 3,0 % з наступною обробкою зразків у розчинах хлористого кальцію завжди виходять із умов більш значного концентраційного перевищення вмісту іонів Ca^{2+} над іонами $AlgCOO^{-}$, що гарантовано забезпечує гелеутворення. У випадку наявності у розчинах високих концентрацій іонів Ca^{2+} використовують короткочасне витримування у розчині; за низьких концентрацій іонів Ca^{2+} у розчинах час обробки подовжують. Як джерело іонів кальцію було обрано розчин хлористого кальцію, концентрація якого варіювала від 3,0 % до 7,0 %.

З точки зору реалізації технології реструктурованих продуктів важливим є забезпечення необхідних органолептичних показників кінцевих продуктів, тому такі показники, як концентрація альгінату натрію, хлористого кальцію та час обробки зразків у розчинах хлористого кальцію є ключовими параметрами технологічного процесу. Принциповим є також те, що крім перебігу реакції необхідно

забезпечити й органолептичні показники продукту. Тому набуття фаршевими системами означених властивостей одночасно оцінювали за структурно-механічними, функціонально-технологічними (ВУЗ, розривне подовження, тест на еластичність) та органолептичними показниками.

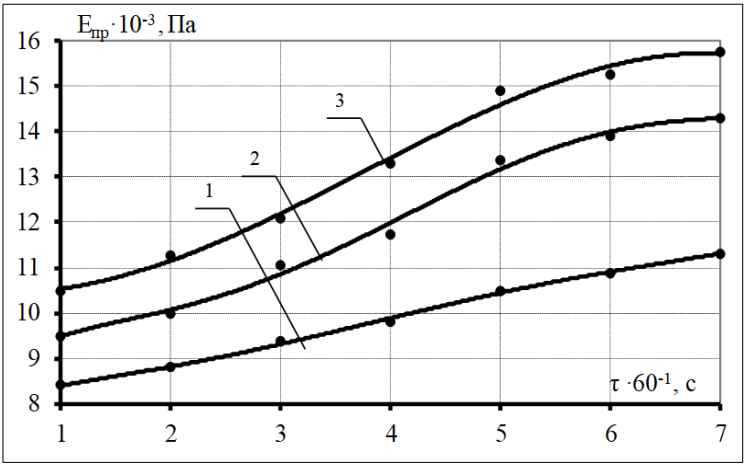

Рис. 3. Динаміка зміни модуля пружності іонотропних гелів за концентрації альгінату натрію, %: 1, 2, 3 – 1,0; 2,0; 3,0 відповідно

Експериментально доведено, що за всіх умов обробки у розчинах $CaCl_2$ зі збільшенням концентрації альгінату натрію у рецептурній суміші в інтервалі 1,0…3,0 % відбувається підвищення пружних властивостей зразків. Збільшення часу обробки зразків у розчині хлористого кальцію також сприяє підвищенню пружності гелів (рис. 3). За концентрації альгінату натрію у системах 2,0 % модуль їх пружності зростає в 1,51 рази – з $9{,}5 \cdot 10^3$ Па до $14{,}3 \cdot 10^3$ Па, при збільшенні часу обробки з 1·60 с до 7·60 с (рис. 6, крива 2). Слід зазначити, що в інтервалі часу (1…5)·60 с за всіх концентрацій альгінату натрію відбувається стрімке наростання пружних властивостей, а, починаючи з 5·60 с, інтенсивність приросту модуля пружності знижується. Це можна пояснити завершенням процесу гелеутворення з повним заміщенням іонів натрію вільними іонами кальцію і встановленням рівноваги у зразках.

Схожа закономірність спостерігається і під час досліджень зміни в'язкості (рис. 4). При збільшенні концентрації альгінату натрію в

рецептурній суміші від 1,0 % до 3,0 % та часу структурування зразків з 1·60 с до 7·60 с відбувається підвищення в'язкості системи у 2,2 рази – з 7,1·10^7 Па·с до 15,6·10^7 Па·с.

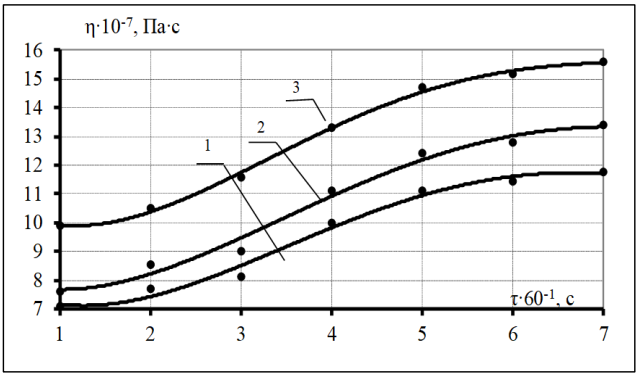

Рис. 4. Динаміка зміни в'язкості іонотропних гелів за концентрації AlgNa, %:
1, 2, 3 – 1,0; 2,0; 3,0 відповідно

Експериментально доведено, що для зразків з вмістом альгінату натрію 1,0 % модуль еластичності структурованих систем зі збільшенням часу структурування зростає в 1,36 рази – з 10,1·10^3 Па до 13,8·10^3 Па (рис. 5).

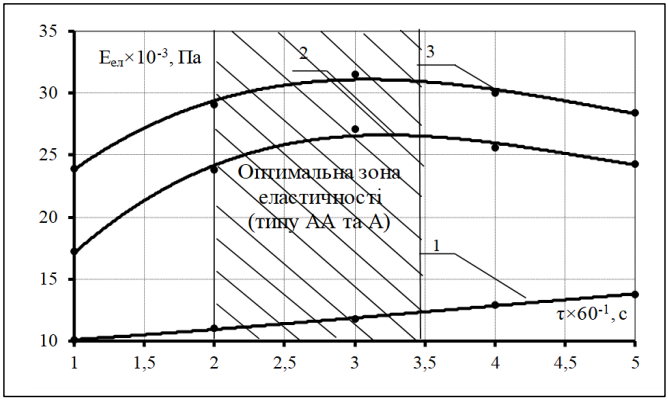

Рис. 5. Динаміка зміни модуля еластичності іонотропних гелів за концентрації AlgNa, %:
1, 2, 3 – 1,0; 2,0; 3,0 відповідно

За умови підвищення концентрації альгінату натрію в системі до 2,0…3,0 % зі збільшенням часу обробки наростання модуля еластичності зразків відбувається лише до певного значення, яке за концентрації альгінату натрію 2,0 % складає $26{,}6 \cdot 10^3$ Па, 3,0 % – $32{,}0 \cdot 10^3$ Па. Подальше структурування призводить до зменшення модуля еластичності зразків.

Описані закономірності можна пояснити тим, що з плином часу кількість кальцієвих місточків між окремими ланцюгами молекул альгінату натрію зростає, що спричиняє їх зшиванню та утворенню просторової структури гелю; за низького вмісту структуроутворювача в системі відстань між макромолекулами альгінату натрію значна, тому формування суцільної сітки гелю не відбувається.

Ймовірно, має місце утворення асоціатів макромолекул, здатних взаємодіяти з сусідніми ланцюгами полімолекулярних речовин, що забезпечує когезійне зчеплення ланцюгів в системі, таким чином підвищуючи її еластичність. З підвищенням концентрації альгінату натрію в системі високі значення еластичності зберігаються лише за умови недостатньої кількості зв'язаного кальцію; при подальшому структуруванні зразків відбувається повне перетворення альгінату натрію в альгінат кальцію, що призводить до формування суцільного крихкого гелю.

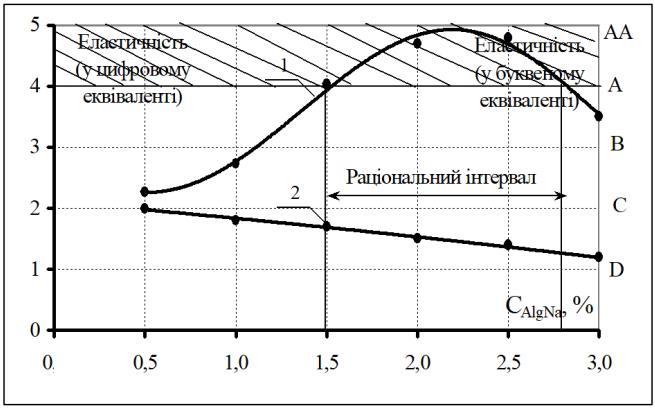

Рис. 6. Залежність еластичності іонотропних (1) (τ=3·60 с, C_{CaCl_2} = 5,0 %) та термотропних (2) гелів від концентрації AlgNa

Таким чином, з рис. 6 видно, що найбільш раціональні концентрації альгінату натрію, за яких забезпечується необхідний рівень еластичності структурованих систем (що відповідає фаршам сурімі з еластичністю АА), лежать в інтервалі 1,5…2,8 %.

4. Розроблення принципової технологічної схеми виробництва РРП

Реалізація концепції розробки РРП, яку віддзеркалено в моделях «структура системи» (рис. 1) та «склад системи» (рис. 2), дозволяє отримувати РРП (система А) у вигляді трьох напівфабрикатів:

– реструктурованого (підсистема A_1);

– реструктурованого термообробленого (підсистема A_2);

– реструктурованого термообробленого замороженого (підсистема A_3).

Узагальнення результатів аналітичних та експериментальних досліджень, інтегрування отриманих даних відповідно до моделей «структура системи» та «склад системи» дозолили на даному етапі розробити принципову технологічну схему виробництва реструктурованої рибної продукції (рис. 7).

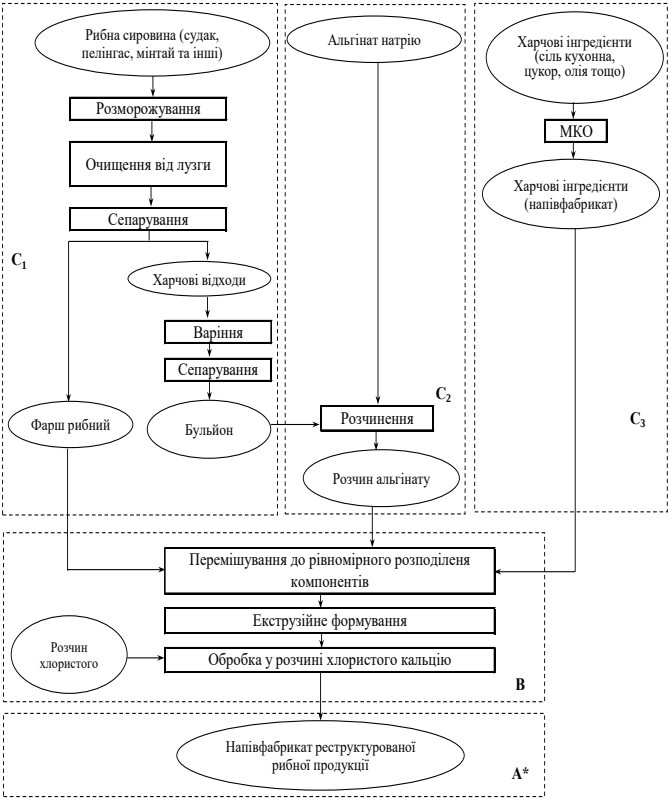

Рис. 7. Принципова технологічна схема виробництва РРП

Дослідження в межах підсистеми A_1 функціонування таксонів T_1…T_4 (рис. 1) дозволили обґрунтувати параметри окремих технологічних операцій та визначити раціональний вміст основних рецептурних компонентів.Технологія отримання напівфабрикату реструктурованої рибної продукції представлена як цілісна технологічна система, в якій відокремлено підсистеми з наступною ієрархією (C_1, C_2, C_3) → B →A.

Мету функціонування окремих підсистем наведено в табл. 2.

Таблиця 2

Мета функціонування підсистем

Підсистема	Назва підсистеми	Мета функціонування
A	Утворення напівфабрикату РРП	Отримання напівфабрикату РРП, що може зазнавати різних способів термічної обробки або зберігатися в замороженому стані
B	Утворення іонотропного гелю шляхом екструзійного формування та обробки зразків у розчинах хлористого кальцію	Отримання напівфабрикату з гелеподібною структурою та заданими властивостями за рахунок реалізації функціонально-технологічних властивостей альгінату натрію
C_1	Утворення рибного фаршу та бульйону	Отримання гомогенного рибного фаршу, як основного компоненту РРП. Отримання рибного бульйону з заданим вмістом сухих речовин, що використовується як рідкий компонент для розчинення альгінату натрію
C_2	Активація іонотропного гелеутворювача	Отримання гелеутворюючої системи на основі альгінату натрію, яка забезпечує формування необхідних структурно-механічних та функціонально-технологічних властивостей продукту
C_3	Підготовка інших харчових інгредієнтів	Просіювання рецептурних компонентів з метою видалення сторонніх домішок та руйнування агломерованих часток

В межах підсистеми C_1 здійснюють механічну кулінарну обробку риби з метою відділення м'яса риби для отримання фаршу. В межах цієї підсистеми реалізується принцип комплексної переробки рибної сировини, який полягає у використанні їстівної частини рибної сировини для отримання фаршевих систем, а також харчових відходів – для виробництва рибного бульйону. Основною для виробництва РРП є рибна сировини (модель «склад системи», рис. 2), яка внаслідок механічної кулінарної обробки перетворюється на фарш та харчові відходи.

Як рідку основу рецептурної суміші використовують рибний бульйон, отриманий з харчових рибних відходів судака шляхом проведення їх гідротермообробки. Рибний бульйон є джерелом екстрактивних речовин, впливає на формування органолептичних показників готової продукції та на її харчову цінність.

Як структуроутворювач при виробництві рибного реструктурованого продукту використано сіль альгінової кислоти – альгінат натрію, який в при-сутності вільних іонів кальцію утворює іонотропний гель з термостабільними властивостями (підсистема C_2). Шляхом оптимізації параметрів структурування було визначено раціональну концентрацію гелеутворювача в системі, яка складає 1,8…2,2 %. З метою активації функціонально-технологічних властивостей альгінату натрію його розчиняють у рибному бульйоні, що супроводжується підвищенням в'язкості внаслідок необмеженого набрякання гідроколоїду.

Згідно проведених досліджень та відповідно до моделі «склад системи» (рис. 2) виробництво реструктурованої рибної продукції окрім основних рецептурних компонентів (рибний фарш, альгінат натрію) передбачає використання додаткових харчових інгредієнтів (солі кухонної, цукру, крохмалю, порошку яєчного, олії тощо), дію яких, в більшій мірі, буде спрямовано на формування органолептичних показників готової продукції (підсистема C_3).

Допоміжною операцією для проведення процесу структурування є приготування розчинів хлористого кальцію. Для цього наважку хлористого кальцію диспергують у воді до повного його розчинення, а отриманий розчин про-ціджують з метою видалення нерозчинних компонентів та сторонніх домішок.

Підсистема В передбачає поетапну реалізацію таких технологічних операцій, як перемішування до рівномірного розподілення компонентів, екструзійне формування, обробку у розчині хлористого кальцію, послідовне здійснення яких забезпечує отримання напівфабрикату РРП.

Формування рецептурної суміші здійснюється шляхом перемішування всіх рецептурних компонентів. В розчин альгінату натрію (на основі рибного бульйону) вводять додаткові рецептурні компоненти, рослинну олію і разом з рибним фаршем перемішують до утворення однорідної маси.

Отриману рецептурну суміш формують методом екструзії у формі спагетті. Структурування сформованих напівфабрикатів здійснюють у розчинах хлористого кальцію протягом (3…4)·60 с.

Результатом послідовного перебігу підсистем C_1, C_2, C_3 в підсистему В є формування підсистеми А з отриманням напівфабрикату РРП. Після проведення вищеозначених технологічних операцій отримують напівфабрикат РРП, який має гелеподібну, в міру щільну, еластичну та соковиту структуру, що може зазнавати різних способів термообробки, а саме, варіння, припускання тощо. Дослідження основних показників якості та безпечності РРП та їх зміни під впливом технологічних чинників є предметом подальших досліджень.

ВИСНОВКИ

1. Визначено, що за умов зниження обсягів вилову та переробки об'єктів традиційного промислу одним із шляхів забезпечення населення України якісними та безпечними харчовими продуктами є освоєння внутрішніх водоймищ країни, розробка та запровадження технологій комплексної переробки рибної сировини, розробка конкурентоспроможної продукції з високими споживними властивостями.

2. Показано, що за умов використання рибних фаршів, які переважно застосовуються в замороженому вигляді, доцільним є використання гелеутворюючих інгредієнтів, здатних до утворення термостабільних гелів.

3. Згідно інноваційної стратегії розробки РРП з використанням методів системного аналізу розроблено моделі «структура системи» та «склад системи», функціонування яких спрямовано на комплексну переробку рибної сировини з одержанням РРП у вигляді спагетті.

4. На підставі встановлених закономірностей зміни структурно-механічних показників фаршів із судака у часі обґрунтовано шляхи регулювання в'язкісних та пружних властивостей, за яких не спостерігається явище сеттінгу. Встановлено, що за концентрації 9,0…11,0 % фаршеві системи характеризуються сталими у часі величинами структурно-механічних показників, низькою формуючою здатністю.

5. Визначено, що уведення до складу фаршевих систем за концентрації сухих речовин 9,0…11,0 % альгінату натрію у кількості

1,0…3,0 % сприяє підвищенню їх в'язкості в 3,2…7,9 разів, коефіцієнту формостійкості – в 5,8 рази та дозволяє отримувати структуровані системи шляхом іонотропного гелеутворення.

6. На підставі проведених досліджень розроблено принципову технологічну схему виробництва РРП, в межах якої визначено окремі підсистеми, сформульовано мету їх функціонування та шляхи подальшого розвитку.

АНОТАЦІЯ

В останнє десятиріччя спостерігається явна тенденція щодо збільшення попиту на нові види рибної продукції, у тому числі й структуровані. Але, незважаючи на підвищення обсягу виробництва даної продукції, достатньо широкий асортимент, її виробництво не завжди є ефективним, перш за все, за рахунок використання рибної сировини високої вартості, експлуатації типових застарілих технологій. Відсутність наукових основ отримання нової рибної продукції методами реструктурування є одним із стримуючих факторів розвитку даного сегменту ринку. Саме тому підходи до вирішення поставлених завдань, які орієнтовано на раціональне використання рибної сировини внутрішніх водоймищ країни, є актуальними.

Проведеними дослідженнями показано, що використання альгінату натрію дозволяє забезпечити стале формування фаршевих систем за умов регулювання в них вмісту сухих речовин, а також за обґрунтованих параметрів обробки зразків у розчинах хлористого кальцію досягти необхідних фізико-хімічних та функціонально-технологічних властивостей реструктурованого напівфабрикату. В досліджені через моделі «склад системи» та «структура системи» науково обґрунтувати принципову технологічну схему виробництва реструктурованих напівфабрикатів.

Література

1. Дудник С. В., Кошеля І. І. Тенденції стану здоров'я населення України. *Україна. Здоров'я нації*. 2016. № 4.40. С. 67–77.

2. Бомба М. Я., Івашків Л. Я. Здорове харчування як стратегічний ресурс національної безпеки України. *Вісник НАН України*. 2013.

3. Yegorov B., Mardar M. Стан харчування населення України. *Commodities· and· markets.2011.* № 11.1. С. 140–147.

4. Корман І. І. Сучасний стан та перспективи розвитку вітчизняного ринку риби та рибопродуктів. *Підприємництво та інновації* . 2020. № 12. С.49–54. DOI: https://doi.org/10.37320/2415-3583/12.8

5. Ярошевич Т. С., Пахолюк О. В. Український ринок риби та морепродуктів: проблеми та перспективи. *Товарознавчий вісник*. 2020. № 1.13. С. 40–51. DOI: https://doi.org/10.36910/6775-2310-5283-2020-13-04

6. Корман І. І., Семенда О. В., Гаєнко В. І. Формування попиту та стимулювання збуту на вітчизняному ринку рибної продукції. *Підприємництво та інновації*. 2021. № 19. С. 19–26. DOI: https://DOI.org/10.37320/2415-3583/19.3

7. Самофатова В. А., Фалюта Г. І. Аналіз перспектив розвитку рибопереробної галузі України. *Економіка харчової промисловості*. 2014. № 3. С. 50–52.

8. Карпенко В. А. Ринкова стратегія розвитку підприємств рибопереробної галузі України. *Економіка харчової промисловості*. № 2–15. № 26. С.15–21. DOI: https://doi.org/10.15673/2312-847x. 26/2015. 44033

9. Назаренко В. О. Сучасні тенденції формування асортименту рибних пресервів. 2015.

10. Велика О. Ю. Особливості формування маркетингової стратегії підприємства. *Сучасні проблеми управління підприємствами: теорія та практика* : праці міжнар. наук.-техн. конф. 2020. С. 9–11.

11. Назаренко В. О., Панасевич Є. М. Сучасні аспекти формування асортименту та якість рибних консервів з прісноводних риб. 2018.

12. Загуменний Д. О. Огляд рибного ринку України за 2020 рік. URL: https://uifsa.ua/news/news-of-ukraine/overview-of-the-fish-market-in-ukraine-for-2020 (дата звернення: 25.05.2023).

13. Тищенко В. І. Рибний фарш як сировина для виробництва полікомпонентних продуктів харчування / В. І. Тищенко, Н. В. Божко, В. М. Пасічний. *Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства ім. Петра Василенка* : збірник наукових праць / ХНТУСГ, Харків : ХНТУСГ, 2016. С. 100–108.

14. Leira M. H., Nascimento A. F., Alves F. R., Orfao L., Lacerda Y. G., Botelho H. A., & Lago A. D.A. Characterization of different techniques for obtaining minced fish from tilapia waste. *Food Science and Technology*, 2019. № 39. P. 63–67. DOI: https://doi.org/10.1590/fst.37517

15. Kim, J-S., Park J. W. Mince from seafood processing by-product and surimi as food ingredients. *Maximising the value of marine by-products*. Woodhead Publishing, 2007. 196–228. DOI: https://doi.org/10.1533/9781845692087.2.196

16. Yan, Bowen, et al. Microwave heating process of moderate-minced surimi based on multiphase porous media model. *Journal of Food Science*, 2023. № 88.1. P. 273–292. DOI: https://doi.org/10.1111/1750-3841.16408

17. Маєвська Т. М., Віннов О. С. Порівняльна характеристика рибних фаршів, промитих водопровідною водою та електрохімічно активованими системами. *Наукові праці НУХТ,* 2013. № 52. С.103–109.

18. Karthikeyan M., Shamasundar B. A., Mathew S., Ramesh Kumar, P., & Prakash, V. Physico-chemical and functional properties of proteins from pelagic fatty fish (Sardinella longiceps) as a function of water washing. *International Journal of Food Properties*, 2004. № 7(3). P. 353–365. DOI: 10.1081/JFP-200032913

19. Використання гідроколоїдів в харчовій промисловості : наук.-допом. бібліогр. покажч.; Нац. ун-т харч. технол., Наук.-техн. б-ка. Київ, 2021. 236 с.

20. Дуденко Н. В., Дьяков О. Г., Панікарова Б. О. Моделювання процесу протеолізу рибної колагеновмісної сировини. *Східно-Європейський журнал передових технологій,* 2014. № 2.12 (68). С. 8–13.

21. Riebroy Siriporn, Soottawat Benjakul, Wonnop Visessanguan Properties and acceptability of Som-fug, a Thai fermented fish mince, inoculated with lactic acid bacteria starters. *LWT-Food Science and Technology, 2008. №* 41.4. P. 569–580. DOI:10.1016/j.lwt.2007.04.014

Information about the authors:

Hrynchenko Natalia Hennadiivna,
Doctor of Technical Sciences, Associate Professor,
Head of the Department of Meat Technology
State Biotechnological University
44, Alchevskykh str., Kharkiv, 61002, Ukraine

Smetanska Iryna Mikhailivna,
Doctor of Engineering Sciences, Professor,
Head of the Department of Plant Production and Processing
of the Faculty of Agriculture, Food and Nutrition
University of Applied Sciences Weihenstephan-Triesdorf
16, Markgrafen str., Weidenbach, 91746, Germany

Hrynchenko Olha Oleksiivna,
Doctor of Technical Sciences, Professor,
Head of the Department
of Food Technology in the Restaurant Industry
State Biotechnological University
44, Alchevskykh str., Kharkiv, 61002, Ukraine

Pyvovarov Pavlo Petrovych,
Doctor of Technical Sciences,
Professor at the Department
of Food Technology in the Restaurant Industry
State Biotechnological University
44, Alchevskykh str., Kharkiv, 61002, Ukraine

Pertsevoi Fedir Vsevolodovych,
Doctor of Technical Sciences,
Professor at the Department of Food Technology
Sumy National Agrarian University
160, Herasyma Kondratieva str., Sumy, 40021, Ukraine