

**Київський національний торговельно-економічний
університет
Національний університет біоресурсів
і природокористування України**

**ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ
ПЕРЕРОБКИ РИБИ**

Монографія

Київ 2014

**Розповсюдження і тиражування без офіційного дозволу КНТЕУ
заборонено**

УДК 658.589:637'8

ББК Л 94

I-66

Автори: А.А. Мазаракі, д-р екон. наук, проф.;
Т.К. Лебська, д-р техн. наук, проф.;
О.В. Сидоренко, д-р техн. наук, проф.;
Н.В. Притульська, д-р техн. наук, проф.;
С.М. Ніколаєнко, д-р пед. наук, проф.;

Рецензенти: М.П. Гулич, д-р мед. наук, проф., Інститут гігієни та медичної екології ім. Марзєсва Академії медичних наук України;
І.В. Сирохман, д-р техн. наук, проф., Львівська комерційна академія;
С.О. Белінська, д-р техн. наук, проф. Київського національного торговельно-економічного університету

*Рекомендовано до друку вченою радою Київського національного
торговельно-економічного університету
(протокол № 5 від 10 лютого 2014 р.)*

*Рекомендовано до друку вченою радою Національного університету
біоресурсів і природокористування України
(протокол № 7 від 20 лютого 2014 р.)*

Інноваційні технології переробки риби : монографія /
I-66 А.А. Мазаракі, Т.К. Лебська, О.В. Сидоренко та ін. – К. :
Київ. нац. торг.-екон. ун-т, 2014. – 432 с.
ISBN 978-966-629-733-7
DOI: 10.31617/m.knute.2014-903

У монографії розглянуто питання розроблення інноваційних технологій переробки риби з прісноводних, морських та океанічних акваторій, наведено дані щодо створення оптимальних ресурсозберігаючих технологій переробки риби для отримання високопоживних харчових продуктів, у тому числі тривалого терміну зберігання.

Призначено для фахівців харчової та переробної промисловості, аспірантів, докторантів, студентів, викладачів, а також науковців вищих навчальних закладів, науково-дослідних та проектних установ.

**УДК 658.589:637'8
ББК Л 94**

ISBN 978-966-629-733-7

© Мазаракі А.А., Лебська Т.К.,
Сидоренко О.В., Притульська Н.В.,
Ніколаєнко С.М., 2014
© Київський національний торговельно-
економічний університет, 2014
© Національний університет біоресурсів
і природокористування України, 2014

ЗМІСТ

ВСТУП	6
Глава 1. СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ ІННОВАЦІЙНИХ ТА ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧИХ ТЕХНОЛОГІЙ ПЕРЕРОБКИ РИБНОЇ СИРОВИНИ В УКРАЇНІ	8
1.1. Характеристика стану та перспектив сировинної бази України	8
1.2. Виробництво та споживання рибних продуктів в Україні	19
Література	24
Глава 2. ХАРЧОВА ТА БІОЛОГІЧНА ЦІННІСТЬ ПРІСНОВОДНИХ РИБ УКРАЇНИ	27
2.1. Короп (український, дзеркальний, лускатий, дзеркальний лінейний).....	27
2.2. Товстолобик (звичайний, білий, строкатий)	37
2.3. Білий амур	46
Література	55
Глава 3. ТЕХНОЛОГІЇ ШВИДКО ЗАМОРОЖЕНИХ ФАРШЕВИХ НАПІВФАБРИКАТІВ З ПРІСНОВОДНИХ РИБ І СИРОВИНИ ТВАРИННОГО ТА РОСЛИННОГО ПОХОДЖЕННЯ	58
3.1. Обґрунтування використання сировини у технології швидко заморожених фаршевих напівфабрикатів з прісноводної риби та сировини тваринного та рослинного походження	58
3.2. Обґрунтування та розроблення технології фаршевих швидко заморожених напівфабрикатів на основі гідробіонтів і сировини тваринного і рослинного походження	72
Література	138

Глава 4. ТЕХНОЛОГІЇ ПРЕСЕРВІВ З ПРІСНОВОДНИХ РИБ ТА РОСЛИННОЇ СИРОВИНИ	146
4.1. Основи технології пресервів із слабо дозріваючих гідробіонтів.....	146
4.2. Обґрунтування використання рослинної сировини у складі пресервів з прісноводних риб	154
4.3. Розроблення технології пресервів з прісноводних риб та дикоростучих ягід	173
4.4. Розроблення технології пресервів на основі прісноводних риб та пряно ароматичних коренеплодів	246
Література	301
 Глава 5. ТЕХНОЛОГІЯ КОМБІНОВАНИХ ПАШТЕТІВ ТА КОНСЕРВІВ ПІДВИЩЕНОЇ ХАРЧОВОЇ ЦІННОСТІ З ПРІСНОВОДНИХ РИБ ТА РОСЛИННОЇ СИРОВИНИ.....	306
5.1. Характеристика хімічного складу та біохімічних властивостей рослинної сировини та морських водоростей	306
5.2. Моделювання рецептурного складу та технологія комбінованих риборослинних продуктів підвищеної харчової цінності	314
5.3. Характеристика споживних властивостей нових риборослинних консервів і паштетів.....	343
5.4. Прогнозування динаміки якості риборослинних консервів і паштетів під час товароруку	411
Література	422

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

АЛО – азот летких основ;
БАД – біологічно активна добавка;
БАР – біологічно активна речовина;
БВЖК – білково-водно-жировий коефіцієнт;
БВК – білково-водний коефіцієнт;
БГКП – бактерії групи кишкової палички;
БЦп– потенційна біологічна цінність білка;
ВЗЗ – водозв'язуюча здатність;
ВУЗ – водоутримуюча здатність;
ЗАК – замінні амінокислоти;
ПЯ – інтегральний показник якості;
 $K_{бз}$ – коефіцієнт біологічної значущості ліпідів;
 $K_{вб}$ – коефіцієнт водно-білковий;
 $K_{жб}$ – коефіцієнт жирно-білковий;
КРАС – коефіцієнт розрізнення амінокислотного скору;
КУО – колонієутворюючі одиниці;
МАФАНМ – мезофільні аеробні та факультативно-анаеробні мікроорганізми;
МНЖК – мононенасичені жирні кислоти;
НАК – незамінні амінокислоти;
НЖК – насичені жирні кислоти;
ПНЖК – поліненасичені жирні кислоти;
ТМА – триметиламін;
ФШН – фаршеві швидкозаморожені напівфабрикати;
Нам – азот кінцевих аміногруп;
 σ – показник «надлишкового вмісту» незамінних амінокислот;
 U – коефіцієнт утилітарності амінокислотного складу білка.

ВСТУП

Риба звісна як ранній Християнський символ Ісуса Христа і являє собою символ філософського каменя у його первинному стані, тому що камінь, як і риба, народжується і живе у воді. Свячено значення рибі визначають багато релігій світу. Риба у житті являє собою символом виконування усіх бажань, символом віддання по заслугам та справедливості.

Поширеному використанню риби у харчуванні українців сприяла велика кількість рік та інших водоймищ, а також прадавні традиції. Сировина та харчові продукти з гідробіонтів займають особливе місце у забезпеченні організму людини незамінними та замінними факторами харчування. Рибна сировина та харчові продукти з неї містять легко засвоюваний повноцінний білок з усіма незамінними амінокислотами у кількості, адекватної ідеальному білку та потреби організму людини; високоефективні ліпіди з жирними кислотами родини $\omega 3$, $\omega 6$, $\omega 9$, необхідними для нормалізації обмінних процесів та підтримки структури і функції серечно-судинної системи; усі макро- та мікроелементи; волого- та жиророзчинні вітаміни. За рахунок споживання гідробіонтів населення нашої планети забезпечує до $\frac{1}{4}$ загальної потреби у білках тваринного походження та на душу населення відпадає приблизно 18 кг харчових продуктів з гідробіонтів. Особливу значимість це набуває у наступний час, коли як мiрова тенденція, так і в Україні пов'язано зі збільшенням об'ємів вирощування об'єктів аквакультури, а саме – прісноводних риб.

Природнокліматичні умови та значний ресурсний потенціал України сприяють розвитку рибного господарства внутрішніх прісноводних водойм. Виллов риби у вітчизняних

прісноводних господарствах складає більш 46 тис. т. Однак, смаки українців консервативні. Майже 40 % припадає на оселедець, 10 % – на хек, по 5 % – на мойву, салаку, кільки і скумбрію. Решта – на палтус, тріску, сьомгу, осетра, форель та інші. Прісноводна риба використовується головним чином у живому чи охолодженому стані. Відповідно, важливим завданням рибопереробних підприємств України є забезпечення та підвищення ефективності використання ресурсного потенціалу вітчизняного рибогосподарського комплексу, що можливо за умов розроблення та впровадження інноваційних технологій комплексної переробки сировини.

У зв'язку з вищезазначеним з урахуванням обмеженого асортименту на ринку України харчових продуктів з прісноводних риб, теоретичне обґрунтування, розроблення методології моделювання складу і технологій харчових продуктів на основі прісноводних риб є актуальним. Особлива увага у монографії відділена розробленню інноваційних та ресурсозберігаючих технологій переробки рибної сировини України, оцінки харчової, біологічної цінності та безпеки інгредієнтів, харчової продукції при формуванні нових харчових продуктів з натуральної сировини з урахуванням сучасних рекомендацій нутріціології.

ГЛАВА 1

СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ ВИРОБНИЦТВА РИБНИХ ПРОДУКТІВ В УКРАЇНІ

1.1. Характеристика стану та перспектив сировинної бази України

В останні роки виявлено підвищення інтересу до повноцінних видів натуральної сировини і харчових продуктів, так як вони являють собою головні фактори здоров'я людини. Риба і рибні продукти з давніх часів відомі, як джерело біологічно-цінного і легкозасвоюваного білка, біологічно ефективних ліпідів, набору незамінних макро- і мікроелементів, вітамінів, які забезпечують нормальні обмінні процеси в організмі людини [1]. За даними експертів здоров'я людини перш за все залежить від способу життя, однією з визначальних складових якого є харчування.

В раціоні людини до 20–25% тваринного білку поповнюється за рахунок рибної продукції. Харчові добавки з вмістом жирних кислот $\omega 3$ і $\omega 6$ мають важливе значення для забезпечення та нормалізування обмінних процесів в організмі людини, вміст макро- і мікроелементів, вітамінів може забезпечити добову потребу людини в цих сполуках. Тому, рибне господарство виступає як рибопродуктовий комплекс і відіграє значну роль у розв'язанні державної політики продовольчого забезпечення і підвищення якості життя. Стан фактичного харчування населення України свідчить про суттєве порушення статусу, і як наслідок – поява цілого ряду захворювань серцево-судинної системи, онкозахворювань і інших. У цих умовах особливу актуальність набуває вивчення стану і

перспектив розвитку сировинної бази риби в Україні, як джерело натуральних і повноцінних в харчовому відношенні інгредієнтів. Цей напрямок безпосередньо пов'язаний з національною політикою України у плані здорового харчування населення [1], а також з науково-дослідними тематиками Національного університету біоресурсів і природокористування України (НУБіП України) «Інноваційні технології харчових продуктів функціонального призначення» номер держреєстрації 0110 U 003586 та «Розробка та удосконалення ресурсозаощаджувальних технологій харчових та кормових продуктів із сировини водного, тваринного та рослинного походження» номер держреєстрації 0113U000764.

Аналіз результатів досліджень стану і перспектив ринку рибної сировини в Україні свідчить про стрімкоподібний характер зниження об'ємів вилову морської риби і незначне збільшення масової частки прісноводних об'єктів аквакультури. Це привело до того, що норма споживання рибних продуктів в Україні складає 14,9 кг на рік і далека від рекомендованих значень ФАО/ВОЗ – 20 кг [2]. Також із прісноводних об'єктів аквакультури України домінуюча частина риби реалізується в живому і охолоджену стані, що не відповідає сучасним технологіям в світі, які дозволяють розширити асортимент харчової продукції з використанням біотехнологічних способів і створення харчових продуктів з заданими властивостями харчової і біологічної цінності [1]. Таким чином, у сучасних умовах особливу актуальність набуває проведення досліджень ринку рибної сировини, асортименту рибної продукції в Україні та висвітлення перспективних напрямків технологій рибних харчових продуктів з метою забезпечення населення повноцінними харчовими продуктами.

В Україні в останні роки відмічається тенденція зменшення об'ємів вилову риб і морепродуктів. Характеристика динаміки вилову рибної сировини в Україні за останні 20 років наведена на рис. 1.1.

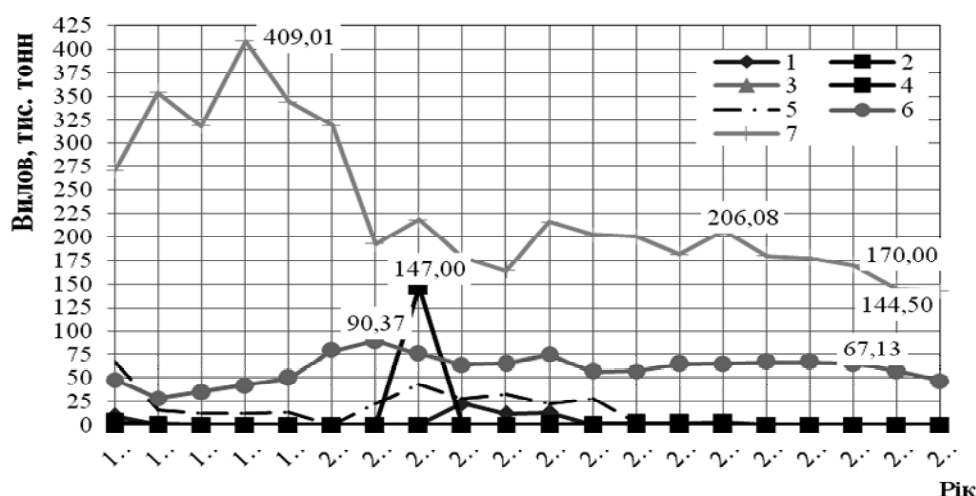


Рис.1.1. Динаміка вилову гідробіонтів в Україні за останні 20 років: 1 – ВнВ риби; 2 – АЧП водні рослини; 3 – ВнВ безхребетні; 4 – АЧП безхребетні; 5 – ОП безхребетні; 6 – АЧП риби; 7 – ОП риби (Скорочення: ВнВ – внутрішні водойми; АЧП – азово-чорноморський промисел; ОП – океанічний промисел) [3]

Океанічний промисел риби за всі розглянуті нами роки суттєво перевищував добування всіх видів гідробіонтів в Азово-Чорноморському басейні і внутрішніх водоймах.

За період 1995–2014 рр. вилов риби й інших водних живих ресурсів в країні скоротився майже вдвічі: з 409,01 тис. т. у 1995 р. до 145,00 тис. т. у 2014 році. Причини такого зниження океанічного промислу є вплив різних факторів, які пов'язані із зношеністю національного риболовецького флоту, застарілою матеріально-технічною базою, технологіями, нераціональним використанням існуючих виробничих потужностей, а також недостатнім рівнем інвестування у розвиток аквакультури [4].

Розглядаючи склад сировинної бази сучасного рибальства за групами промислових гідробіонтів, можна відзначити, що переважна частина представлена морськими рибами – трісковими, оселедцевими, анчоусовими, скумбрієвими, ставридовими, корюшковими (мойва), тунцевими, камбаловими, з них 40% складають наступні види: океанічний оселедець, японська скумбрія, мойва, тріска, минтай та перуанський анчоус (рис.1. 2).

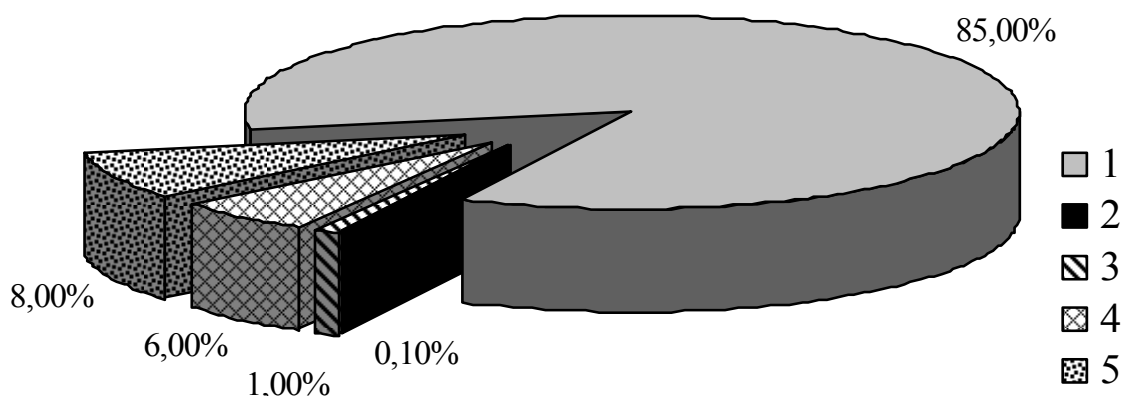


Рис. 1.2. Структура промислу гідробіонтів: 1 – риба; 2 – краби і оари; 3 – водорослі; 4 – молюски; 5 – ракоподібні [3]

Промисловий вилов морепродуктів (молюсків, ракоподібних) приблизно в 10 разів менше у порівнянні з добуванням риби. Масова частка водоростей серед морепродуктів складає 1 %.

Сьогодні ринок рибної продукції розвивається досить динамічно. І хоча рівень споживання риби в нашій країні досі не досяг рівня 1990 року, він значно збільшився порівняно з 1992–1995 роками. Експерти відзначають значне зростання споживання риби й морепродуктів [1].

За оцінкою ФАО, рівень споживання риби та рибопродуктів у європейських країнах сягає: в Австрії – 11 кг, Німеччині та Нідерландах – 15, а в Іспанії та Португалії – від 40 до 60 кг, Японії – близько 70 кг [2].

Характеристика динаміки споживання рибної продукції в Україні наведена на рис. 1.3. В 2003-2004 р. споживання риби і морепродуктів було на низькому рівні і становив в середньому 12 кг на одну особу. З 2005 по 2008 роки спостерігаємо помітне стабільне зростання, яке досягнуло у 2008 році до показника 17,5 кг. З 2009 року цей показник поступово розпочав зменшуватись, що зумовлено економічною кризою, коли зросли ціни на продукти харчування і населення стало обмежувати себе в їх споживанні [4, 5]. Хоча у 2013 році відмічено зростання споживання рибних продуктів, яке у 2014 році знову знизилось до мінімального рівня (див.рис.1.3).

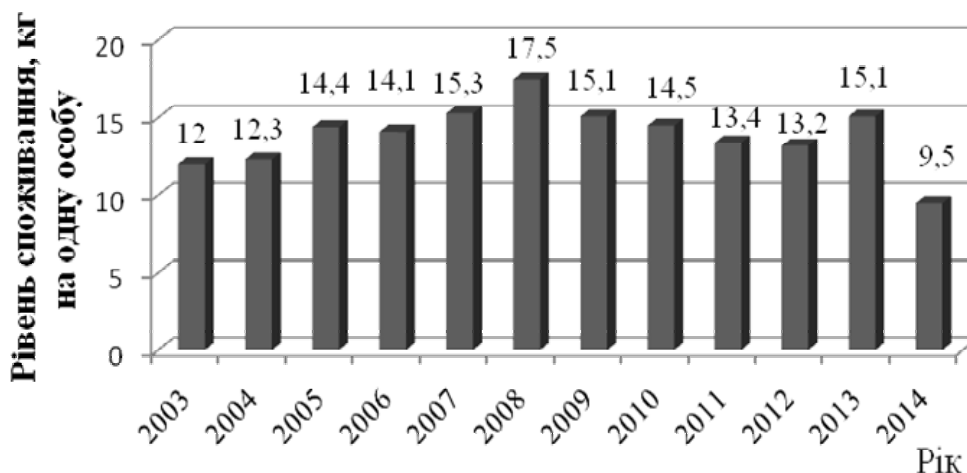


Рис. 1.3. Динаміка споживання основних рибних продуктів харчування населенням України [2]

Смаки українців консервативні. Майже 40 % припадає на оселедець, 10 % – на хек, по 5 % – на мойву, салаку, кильку і скумбрію. Решта – на палтус, тріску, сьомгу, осетра, форель та інші. Серед морепродуктів саму більшу питому вагу займають креветки, на другому місці – кальмари, а потім мідії, восьминоги і ракоподібні.

Зростання споживання риби та рибної продукції населенням стало можливим як завдяки збільшенню постачання на внутрішній ринок риби та морепродуктів власного виробництва за рахунок зменшення експорту з 169 тис. т у 1995 році до 32,3 тис. т у 2003 році, так і збільшенню імпорту з 48 тис. т у 1995 р. до 252,1 тис. т у 2003 р. [1, 2, 5–10].

Позитивна динаміка споживання риби стимулює роботу підприємств імпортерів. З огляду на те, що в Україні відсутня сировинна база оселедця, скумбрії, сьомги, палтуса та інших видів риби, імпорт їх сировини завжди становитиме значну частку загального обсягу.

У структурі імпорту більше 94 % становить ввезення мороженої рибної продукції. У сортовому складі імпортованої риби в Україні у 2003 році перевагу має оселедець, ввезення якого складає 56 %. Серед інших видів – скумбрія, минтай, сардини, шпроти та інші [11–14].

Близько 13% всієї продукції надійшло з країн СНД (55,9 тис. т), з яких готової або консервованої риби – 50,1, мороженої – 40,1%. З країн Америки було ввезено 52,3 тис. т, або 12% загального обсягу, з них 73,5% – морожена риба, а 19,2% – філе рибне та інше м'ясо риб.

Таким чином, український ринок залишається сильно залежним від імпорту. Свіжа та заморожена риба з Норвегії в імпорті досягає 92–94% і представлена головним чином океанічними видами: оселедцем, мойвою, скумбрією і лососевими. Крім того в Україну імпортується готова або консервована риба, а також продукти із сурімі, основними постачальниками яких є Естонія, Росія, Китай та інші [6, 7, 13, 14].

За 2010 р. було експортовано рибопродукції 63650,1 т вартістю 65579,9 тис. доларів США, яка представлена копченими морськими прісноводними рибами вітчизняного виробництва та ікрою осетрових та інших риб [8], однак ці поставки є поодинокими і не мають суттєвого впливу на ринок (рис.1. 4).

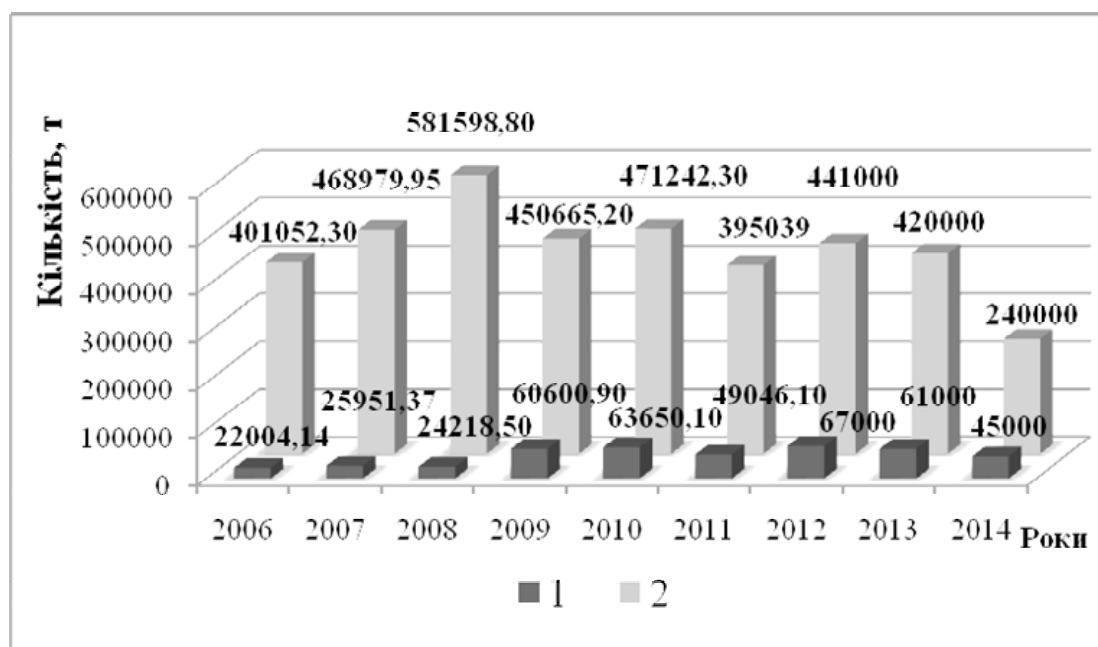


Рис. 1.4. Співвідношення імпорту та експорту риби та рибопродукції: 1- експорт; 2 – імпорт [7]

Найбільшу кількість риби й морепродуктів Україна експортує до країн СНД (приблизно 95 % від загального експорту). Основними споживачами риби є Російська Федерація, Казахстан, Молдова та Польща.

Експорт риби та морепродуктів з Україною мізерний і носить скоріше декларативний характер. Основу експорту становлять такі види риб, які не користуються високим попитом на вітчизняному ринку, а саме: дрібна сардина, сардинела, скумбрія і кілька, які придатні тільки для консервування.

Наявність водного фонду для вирощування об'єктів аквакультури перевищує 1 млн. га; із них водосховищ – близько 800 тис. га, ставів – 122,5 тис. га, озер – 86,5 тис. га, водойм-охолоджувачів – 13,5 тис. га, інших категорій – 6 тис. га. За кількістю водного фонду Україна посідає друге (після Росії) місце в Європі. Динаміка вилову риби у внутрішніх водоймах наведено на рис.1. 5.

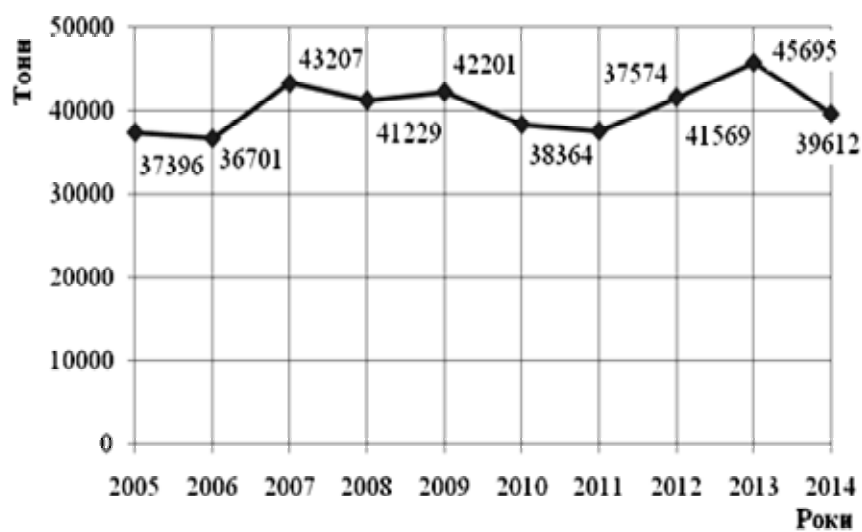


Рис. 1.5. Динаміка вилову риби у внутрішніх водоймах [9, 10]

Традиційно основними об'єктами ставового рибництва в Україні є короп і рослиноїдні риби (білий і строкатий товстолобики, білий амур), які становлять понад 95 % загальних обсягів товарного вирощування риби [9].

Найбільше виробництво прісноводної аквакультури в Україні здійснюється державно-колективним об'єднанням «Укррибгосп». До його складу входить понад 110 підприємств та організацій з розведенням та вирощуванням риби. Головними об'єктами аквакультури є українські породи коропів – луската й рамчаста, що включають 7 внутрішньопородних типів; у західних областях культивуються амурський сазан та його гібрид з коропом. У ставковій полікультурі широко представлені білий та строкатий товстолобик і їхні гібриди, білий амур, також здійснюються роботи з розведення веслоноса та раків.

За останні роки більш як наполовину зросли обсяги вирощування осетрових (російський та сибірський осетри, стерлядь, веслоніс) – 30 т та лососевих (форелі) – 268 т. Також необхідно враховувати, що доволі значна частка господарств та приватних підприємців, які займаються рибогосподарською діяльністю, не звітують у статистичні органи і можна припустити, що не враховується щороку від 20 до 40 тис. т. товарної риби.

Консервне та пресервне виробництво з риби та морепродуктів здійснюють в Україні близько 150 підприємств різних форм власності, загальний асортимент яких складає до 3000 найменувань.

Випуск харчової рибної продукції за 2011 рік склав 138,8 тис. тонн. Позитивна динаміка спостерігалася у порівнянні з 2010 роком щодо випуску риби в'яленої, сушеної та солоні, випуску консервів з сардин, сардинели, кільки і шпрот. За п'ять місяців цього року спостерігалось збільшення випуску рибної продукції на 4,5 %, у тому числі підвищення вироблення консервів і пресервів з риби на 15 % [11]. Так масова частка рибних пресервів на сьогоднішній день становить 45,5%.

Тим часом, за даними Priority Consulting, якщо в 2007 р. було вироблено 35,3 тис. т рибних готових продуктів, а пресервів – 11 тис. т, то за підсумками 2011 р. 18,9 тис. т і 8,6 тис. т відповідно. Оскільки рибні пресерви продукт далеко не першої

необхідності на столі українців, то і їх виробництво має яскраво виражений сезонний характер. Основний підйом у виробництві пресервів помітний з настанням новорічних свят.

В Україні збільшився імпорт рибних консервів і пресервів. В цілому за період з листопада 2008 по липень 2009 року імпорт цієї продукції збільшився на 25% – до 19,6 тис. тонн.

Зокрема, в 2008 році в Україну завезено 46,05 тис. т рибних консервів. Серед постачальників традиційно лідирували прибалтійські країни: Естонія, яка в 2008 році завезла 18,06 тис. т, і Латвія – 7,1 тис. т. Велика частина консервів завозилася також з Росії – 7,7 тис. т і Білорусії – 5,7 тис. т [12].

За рахунок збільшення власної переробки частка імпортних рибних консервів в останні роки помітно скоротилася: вітчизняної продукції в роздрібній торгівлі в чотири рази більше, ніж зарубіжної. Лідерами з виробництва рибних консервів є кримські підприємства. На першому місці з великим відривом від решти стоїть Севастопольська корпорація «Інтеррибфлот», на частку якої припадає 44% рибної продукції. Далі йде Керченське ТОВ Південна мануфактура «Пролив» з часткою на ринку в 12%, замикає трійку з 11% ТОВ Торговий дім «Фаворит», виробничі потужності якого зосереджені в селі Фонтани Сімферопольського району. На сьомому місці – ВАТ «Сімферопольський завод ім. Кірова» – його частка на ринку складала 4% [13].

Асортимент рибної продукції відображає стан та рівень впровадження технологій переробки сировини. Власні дослідження асортименту рибної продукції на прикладі супермаркетів «Дари моря» і «NOVUS» (рис.1.6 [19]) виявили наступне: домінуючі види асортименту продукції представлені з морських видів риб і морепродуктів. Серед продуктів готових до харчування пресерви представлені тільки продукцією з морських видів. Обумовлено це тим, що морські види риб містять активний комплекс протеолітичних ферментів, які приймають участь у дозріванні пресервів і формуванні привабливих споживчих властивостей.

**Глава 1. СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ ВИРОБНИЦТВА
РИБНИХ ПРОДУКТІВ В УКРАЇНІ**

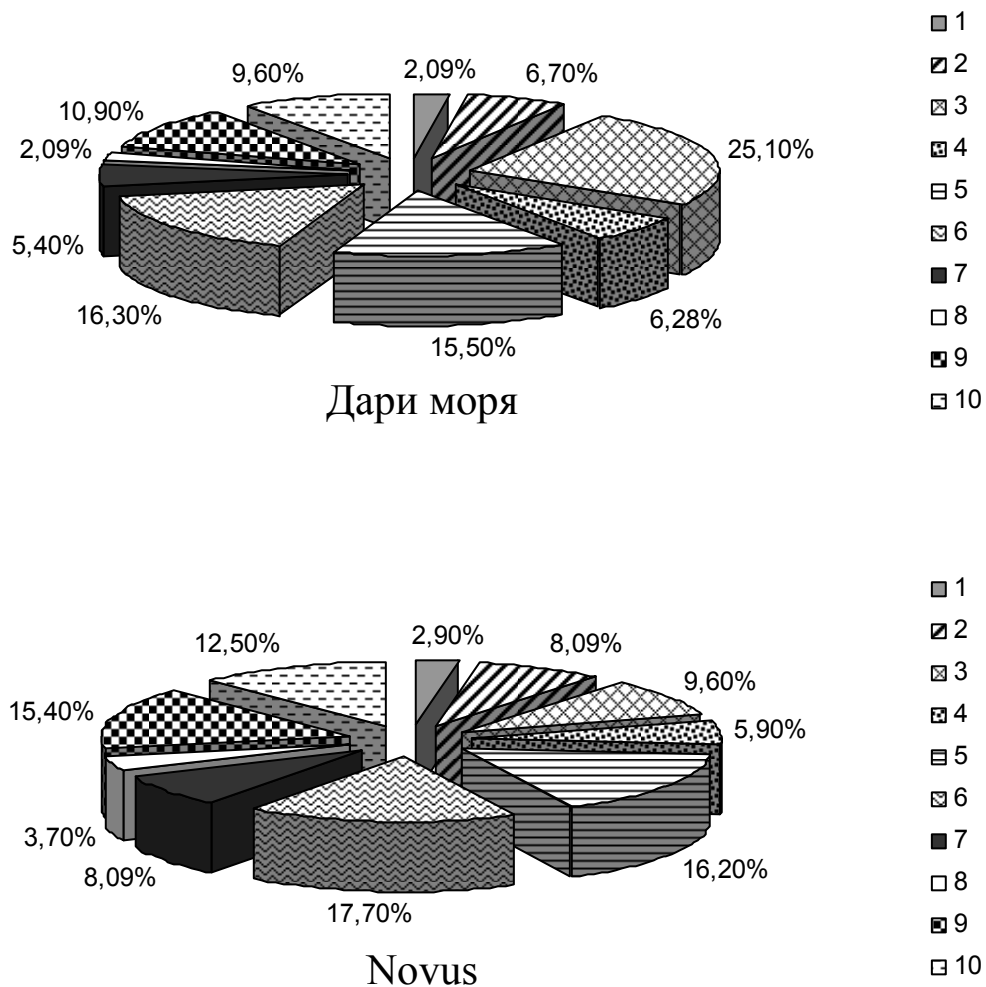


Рис.1.6. Асортимент продукції супермаркетів у відсотковому співвідношенні: 1 – риба жива; 2 – риба охолоджена; 3 – риба заморожена; 4 – морепродукти; 5 – рибні пресерви; 6 – рибні консерви; 7 – в'ялена риба; 8 – сушена риба; 9 – копчена риба; 10 – ікра [19]

Як видно з рис.6 даний асортимент пресервів представлений переважно з морських видів риб (оселедця, скумбрії), які містять активний комплекс протеолітичних ферментів, значну кількість ліпідів, повноцінний білок, макро- і мікроелементи.

З урахуванням того, що ринок сировини в Україні та перспективи його розвитку пов'язані з вирощуванням прісноводних риб, особливе значення у зв'язку з цим набуває розробка та впровадження новітніх технологій рибних продуктів з власної сировини.

Ринок сировинних ресурсів в Україні щорічно зростає у внутрішніх водоймах і потребує дедалі більшої уваги та впровадження нових заходів з метою розширення асортименту.

Аналіз результатів досліджень стану і перспектив ринку рибної сировини і продукції в світі і в Україні свідчить про зниження об'ємів вилову морської риби і збільшення масової частки прісноводних об'єктів аквакультури

Український ринок риби і морепродуктів імпортозалежний. По підсумках минулого року постачання риби в Україну скоротились. Виходом з цього положення може стати відродження сировинної бази і підвищення об'ємів власної аквакультури.

Загальна сумарна потреба України у харчовій риби та морепродуктів складає близько 1 млн.т. Забезпеченість вирощування і вилову необхідної кількості гідробіонтів являється реальним завданням для країни [14].

Кабінетом міністрів України було схвалено Концепція [15] на основі якої розроблено і затверджено «Державна цільова економічна програма розвитку рибної галузі на 2012–2016 рр [16], та прийняти Закони України «О рибном господарстве, промисловому рибальстві і охорони водних біоресурсів [17].

Таким чином, створено нормативно законодавча база, дозволяющая запеспечить позитивні зміни для стабілізації та нарощування виробництва конкурентоспроможної вітчизняної рибної продукції.

1.2. Виробництво та споживання рибних продуктів в Україні

В Україні риба й морепродукти були і залишаються традиційними продуктами харчування. За останні роки споживчий ринок України зазнав значних змін. Державний комітет статистики засвідчує, що на сьогодні «середній українець» споживає за рік близько 10 кг риби. Для порівняння: на кожного із 110 млн. японців припадає 100 кг риби на рік. В Іспанії споживання риби і морепродуктів на одну людину складає близько 40 кг, у Португалії та Норвегії – близько 50, в Ісландії – майже 90 кг [18,19,20]. Слід зазначити, що 15 років тому назад один середньостатистичний українець споживав 18,5–20 кг рибопродуктів. Цей показник наближався до норми споживання, яка складає 20 кг на душу населення і відповідає міжнародним вимогам [20].

Серед причин низького споживання риби українцями спеціалісти називають низьку купівельну спроможність населення, скорочення обсягів виробництва продукції і поставок риби і морепродуктів, виловлених українськими риболовними підприємствами, слабе використання внутрішньої інфраструктури вітчизняного рибного ринку. Варто відмітити, що показники споживання рибних продуктів дуже сильно різняться по регіонам України.

Дослідження, проведені компанією GfK USM, з метою вивчення споживчих переваг по відношенню до рибних продуктів показали наступні результати (рис.1.7) [21].

Як видно з рис.1.7, найбільшим попитом у споживачів користується свіжа риба. Стосовно інших видів рибної продукції, переваги споживачів значно не відрізняються, окрім охолодженої риби, попит на яку виявився найменшим. Усього було опитано 1345 осіб віком від 15 років (верхня вікова межа не встановлювалася).

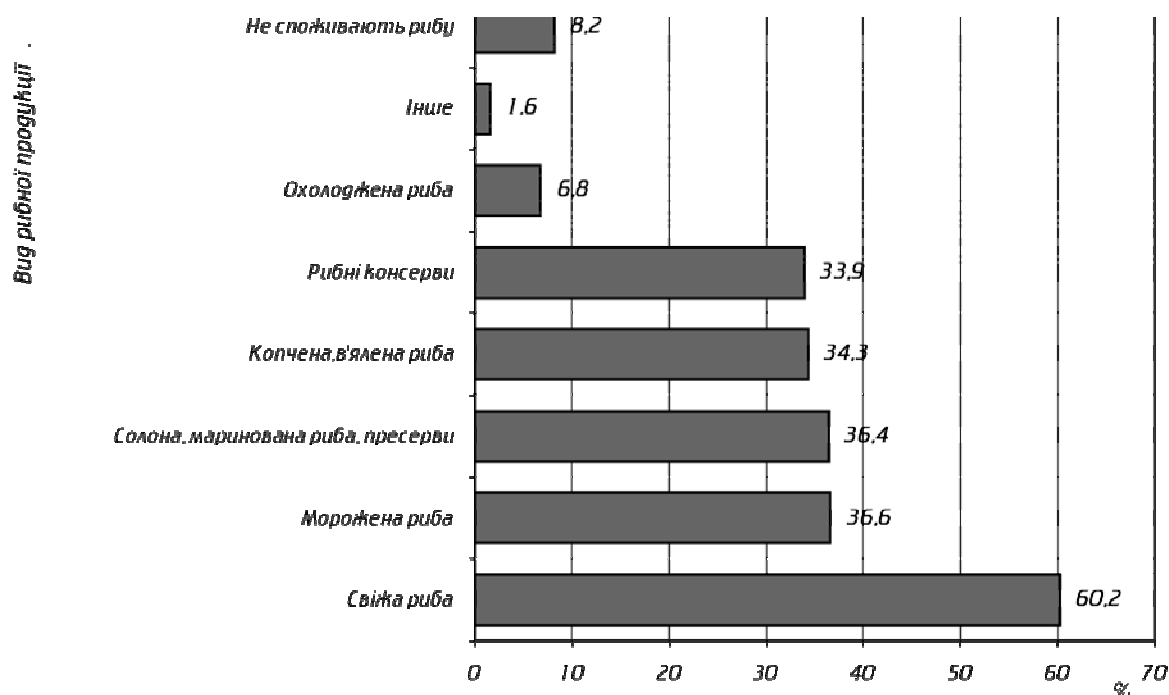


Рис.1.7 Споживчі переваги населення України за видами рибної продукції [19]

Споживання рибної продукції за регіонами нашої країни наведено в табл.1.1.

Таблиця 1.1

Переваги споживачів рибної продукції в залежності від регіону, % [19]

Вид рибної продукції	Київ	Північний регіон	Західний регіон	Центральний регіон	Південний регіон	Східний регіон
Свіжа риба	72,80	65,70	52,00	67,90	57,60	59,90
Охолоджена риба	10,50	3,70	4,70	0,60	5,30	11,60
Морожена риба	70,70	57,00	47,50	31,10	18,20	26,90

**Глава 1. СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ ВИРОБНИЦТВА
РИБНИХ ПРОДУКТІВ В УКРАЇНІ**

Закінчення табл. 1.1

Вид рибної продукції	Київ	Пів-нічний регіон	Західний регіон	Цент-ральний регіон	Пів-денний регіон	Східний регіон
Солона, маринована риба, пресерви	39,80	36,10	21,60	26,80	49,00	43,40
Копчена, в'ялена риба	36,30	28,80	25,70	21,80	48,30	39,70
Рибні консерви	26,40	35,30	30,90	30,80	26,10	41,10
Інше	5,30	0,70	1,30	6,30	0,50	2,70
Не споживають рибу	6,1	11,00	12,00	6,1	6,60	6,70

В ході дослідження було встановлено, що мешканці усіх населених пунктів віддають перевагу свіжій рибі, однак відносна кількість її споживачів значно коливається в залежності від величини населення: в сільській місцевості свіжу рибу споживають 50,3% опитаних, а у містах із населенням 101-105 тисяч мешканців – вже 69,2 % респондентів. Варто відмітити, що найбільша кількість опитаних споживачів, які не вживають рибу, мешкає у селах і невеликих містах.

Особливістю рибної галузі України можна назвати те, що за останні 12 років 75–85% риби і морепродуктів добувалися в межах морських економічних зон іноземних держав та відкритої частини Світового океану і лише 15–25% добувалися у морській економічній зоні та внутрішніх водоймах України, включаючи товарне розведення риб [19]. На сьогодні спеціалісти зазначають, що позитивні зрушення у рибній галузі промисловості можливі за рахунок розвитку експорту ставкової риби. При цьому слід відмітити, що в Україні є значні площі внутрішніх водойм, придатних для вирощування риби.

На сьогодні серед українських підприємств, які займаються розведенням риби, стабільно працюють ВАТ «Полтаварибхоз», Сумський, Донецький, Чернівецький рибокомбінати, Іркліївський розсадник рослинної риби, ВАТ «Лебединська рибоводно-меліоративна станція», ВАТ «Київрибгосп» тощо. Потенційно внутрішні водойми здатні давати не менше 300 тисяч тон рибної продукції за рік. Також оператори ринку переконані, що поновивши торговельно-економічні зв'язки із західними партнерами і налагодивши схеми постачання риби в Україну, вони зможуть усунути дефіцит риби [22].

Говорячи про структуру рибної галузі, слід зазначити, що більша частина рибної продукції на ринку України – продукція імпортного походження. Основними імпортерами виступають Норвегія, Росія, Латвія, Естонія. Більшу частину імпорту з Норвегії складає атлантичний оселедець, Росія постачає навагу, горбушу, кету. За оцінками експертів, популярними серед населення залишаються скумбрія, мойва, минтай, хек тощо, які у структурі продаж складають 75–80%. До популярних товарних позицій відносяться також солонина, копчена та в'ялена риба. Поступово зростає попит на такі екзотичні види риби, як корюшка малоротка, сайра, терпуг однопірий, камбала темна тощо. Зазначені види риби завозяться з Далекого Сходу. Заморожена продукція на рибному ринку України представлена неркою, сьомгою, оселедцем, ставридою, кальмаром тихоокеанським, трубачем. Заморожена продукція надходить, як правило, з Росії, Норвегії, Аляски. Спектр солоної продукції представлений кетою, філе лосося фіксованої солоності, скумбрією тощо. Постачальниками солоної продукції є Норвегія, Японія.

В цілому у структурі продаж риби для промислової переробки (оселедець, скумбрія, кілька, мойва, хамса) складає 75–80%, риба столових сортів (минтай, путасу, сайда) – 15–20%, делікатесних (горбуша, осетр, лосось, форель) – близько 5%.

Аналіз сучасного ринку рибних пресервів свідчить про його динамічний розвиток. Однак пресервний сегмент поки що не можна назвати провідним на рибному ринку. За даними

статистики, у 2002 році він займав лише 1% в загальному обсязі виробництва рибоконсервної продукції. На сьогодні у асортименті більшості рибопереробних компаній частка пресервів складає від 15 до 50 % [19, 21]. При цьому спеціалісти зазначають, що останнім часом конкуренція на ринку пресервів зростає і наразі відбувається його структуризація.

Основними лідерами на ринку пресервів виступають ТОВ «Норман» (м.Обухів, Київська обл.), ТОВ «Плеяди», компанія «Прод-Імпекс», ТОВ «Сільвер-Фуд» (Київ), ТОВ «СОВ Гавань» (м. Київ), ТОВ «Інтерпродсервіс», ЧП «Сільвер ФУД» (ТМ «Русалочка»). Значну нішу у цьому сегменті ринку займають також компанії «Санта Бремор» та «*Viciunai*» [19].

Слід зазначити, що на сьогоднішній день асортимент даної групи товарів представлений, в основному, пресервами із риб родини оселедцевих. Виробники розширюють асортимент продукції за рахунок додавання різноманітних добавок, сумішей прянощів, ароматизаторів. Пресерви вітчизняного виробництва являють собою товар, призначений для внутрішнього ринку, однак виготовляються вони, як правило, з імпоротної сировини. Також зустрічаються на ринку України й імпортні пресерви, їх виробляють, в основному, білоруські компанії, а також російські та скандинавські фірми. Однак особливою популярністю вони не користуються через цінову неконкурентоздатність.

Таким чином, ринок пресервів розвивається, на ньому вже є лідери, які проводять відповідну маркетингову політику, однак складністю при формуванні ефективної маркетингової стратегії є те, що пресерви мають відносно невеликий термін зберігання і це, в свою чергу, обумовлює проблеми при побудові систем збуту. Нестерилізована продукція потребує особливих режимів зберігання, тому пресерви реалізуються, як правило, в спеціалізованих магазинах і супермаркетах.

Більшість виробників пресервів, з однієї сторони, позиціонують види своєї продукції шляхом використання різних типів пакування (скажімо, фасують пресерви преміум – класу

у скляні банки, а медіум – у полімерні), з іншого боку – форма та колір тари можуть стати однією із складових бренду торгової марки.

Слід зазначити, що на сьогодні виробництво пресервів швидко розвивається у Криму, Одеській, Миколаївській областях. Це пояснюється доступністю сировини і невеликим обсягом інвестицій, які потрібні для організації малого виробництва.

Спеціалісти зазначають, що однією із головних задач, які стоять перед рибною промисловістю України, є збільшення використання риби внутрішніх водойм для харчових цілей. У зв'язку з цим значний інтерес представляють технології виробництва пресервів із прісноводної риби з використанням різноманітних добавок, а також переробка риби для виготовлення паст і масел, фаршевих виробів, заливних блюд та комплексної переробки нехарчових відходів з вилученням структуроутворювачів.

Література

1. Соловйов І.О. Ринок риби: вивчення проблематики споживання населенням продовольчих товарів / І.О. Соловйов, Ю.А. Сергєєва, Є.С. Денежкіна // Маркетинг в Україні. – 2005. – № 2. – С. 8–14.
2. Департамент риболовства и аквакультуры ФАО. – Режим доступу : <http://www.fao.org>
3. Михнева Е.Г. Рынок рыбы, морепродуктов в Украине и перспективы его развития / Е.Г. Михнева, Т.К. Лебская // Продовольча індустрія АПК. – 2012. – № 3. – С. 8–11.
4. Ємцев В.І. Счасний стан та конкурентоспроможність рибної галузі в Україні / В.І. Ємцев // Наукові праці НУХТ. – 2010. – №33. – С. 132–134.

5. «Не хлібом єдиним...» // Всеукраїнський загальнополітичний освітянський тижневик Персонал плюс – №15 (472) 11–17 квітня 2012 року. – Режим доступу : <http://www.personal-plus.net/472/9087.html>
6. Український ринок риби. – Режим доступу: <http://ibcontacts.com.ua/ua/ukrayinskyi-gynok-ryby>
7. Шкарупа О.В. Современное состояние рыбной отрасли в Украине / О.В. Шкарупа, В.Ф. Пличко, А.В. Кожушко // Рибогосподарська наука України. – 2010. – № 4. – С. 30–36.
8. Вдовенко Н.М. Сучасний стан та напрями розвитку рибного господарства в Україні / Н.М. Вдовенко // Економіка АПК. – 2010. – № 3.
9. Смирнюк Н.І. Забезпеченість населення України рибою та рибною продукцією на сучасному етапі становлення ринкових відносин / Н.І. Смирнюк, І.В. Буряк, Н.О. Марценюк // Рибогосподарська наука України. – 2007. – № 1. – С. 76–82.
10. Щодо показників вилову та вселення риби, інших водних біоресурсів підприємствами рибної галузі за 2011 рік. – Режим доступу : http://darg.gov.ua/index.php?option=com_content&view=article&id=248:111&catid=23:2011-07-05-21-46-50&Itemid=48
11. Досягнення Державного агентства рибного господарства України за два роки, станом на 21.06.2012. – Режим доступу : http://rivneruboo-horona.io.ua/s218113/dosyag_nennya_derjavnogo_agenstva_ribnogo_gospodarstva_ukraeni_za_dva_roki_stanom_na_21.06.2012
12. Доля пресервов на рыбном рынке продолжает увеличиваться. – Режим доступу : <http://markets.eizvestia.com/full/dolya-preservov-na-rybnom-gynke-prodolzhaet-uvelichivatsya>
13. Рыбная отрасль Украины: состояние и перспективы. – Режим доступу : <http://edab2b.com/opinions/rybnaya-otrasl-ukrainy/>
14. Курганська О. Сучасний стан, перспективи, проблеми та напрями реформування рибного господарства в Україні / О. Курганська, О. Клименко // Актуальні проблеми економіки та управління. – 2012. – № 6. – С. 1–6. – Режим доступу : <http://probl-economy.Kpi.ua/pdf/2012-37>.

15. Концепція Державної цільової економічної програми розвитку рибного господарства на 2012-2016 роки, сх. Розпорядженням Кабінету Міністрів України від 5 жовтня 2011 р. № 1003-р. – Режим доступу : <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/1003-2011-%D1%80>.
16. Державна цільова економічна програма розвитку рибного господарства на 2012–2016 рр. : затверджено Постановою Кабінету Міністрів України від 23 листопада 2011 р. № 1245. – Режим доступу : <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/1245-2011-%D0%BF>.
17. Про рибне господарство, промислове рибальство та охорону водних біоресурсів : Закон України від 08.07.2011 №3677-У1. – Режим доступу : <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/main.cgi?nreg=3677-17>.
18. Про аквакультуру : Закон України від 18.09.2012 № 5293-У1. – Режим доступу : <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/5293-17/>
19. Лебская Т.К. Состояние и перспективы развития рыбного рынка Украины / Т.К. Лебская, Н.В. Голембовская // Мир продуктов. – 2013. – № 9 (98). – С. 46–49.
20. Багров А.М. Растительные рыбы – будущее рыбного хозяйства России / А.М. Багров, В.К. Виноградов // Рыбное хозяйство. – 2001. – № 4. – С. 37–39.
21. Гринжевський М.В. Оптимізація виробництва продукції аквакультури / М.В. Гринжевський, А.В. Пекарський. – К. : ПоліграфКонсалтинг, 2004. – 328 с.
22. Beap R. Refrigeration and food safety / Proc. 22nd Int. Congr. Refrigeration, Beijing. 2007.

ГЛАВА 2

ХАРЧОВА ТА БІОЛОГІЧНА ЦІННІСТЬ ПРІСНОВОДНИХ РИБ УКРАЇНИ

2.1. Короп (український, дзеркальний, лускатий, дзеркальний лінійний)

Короп звичайний – *Cyprinus carpio* (Linnaeus) належить до роду коропових *Cyprinus* (Linnaeus), родини коропових *Cyprinidae* (Fleming), ряду короподібних – *Cypriniformes* (Godrich) [1, 2].

Цей вид представлений в Україні наступними формами: українським рамчатим, голим, лінійним, дзеркальним, Українським лускатим, курським лускатим та сазаном.

Усі породи коропових характеризуються високою пристосованістю до вирощування в умовах значної щільності посадки та використанню штучних кормів рослинного походження. Завдяки використанню штучних і природних кормів (бентосу та зоопланктону), вирощування коропових підвищує продуктивність водоймі на 15–20%. Коропові є основним видом риб, культивованих в Україні.

Зовнішній вигляд коропа наведено на рисунку 2.1.

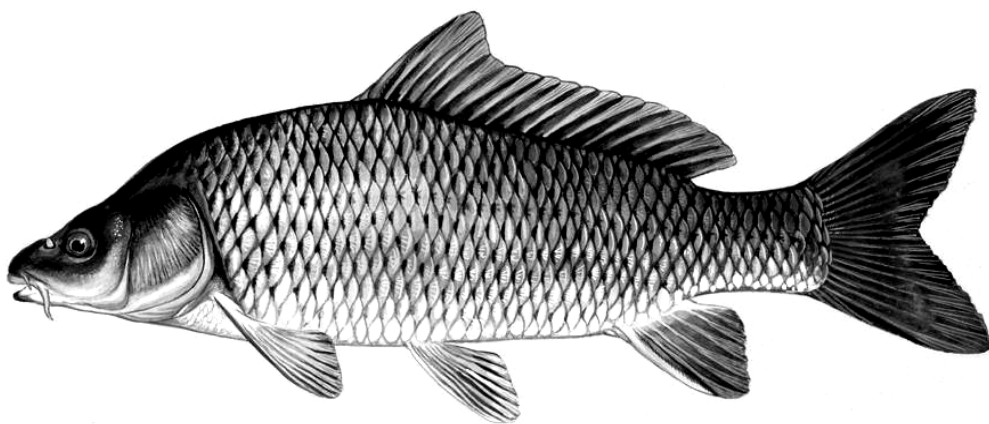


Рис.2.1. Зовнішній вигляд коропа

Масовий склад риби, тобто співвідношення частин тіла риби є одна із важливих характеристик, яка дозволяє визначити вихід їстівних частин. Короп – плодюча й швидкоростуча риба, яка має добрі смакові якості. Маса товарного коропа складає від 250 до 600 г і вище [1, 2]. Вихід м'яса у дворічок коропа в середньому становить 47% [3].

Результати характеристики масового складу коропа наведені в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1

**Співвідношення частин тіла коропа
весняного вилову**

Короп	Вихід, % до загальної маси риби						
	тушок	голів	внутрішніх органів	м'яса	шкіри	плавників	кісток
Короп [5]	–	22,2	9,35	40,6	4,8	2,5	14,2
Короп [4]	–	15,4	5,7	66,7	3,3	3,4	5,2

Масовий склад риби залежить від статі риби, її вгодованості. Найбільш важливими показниками серед розмірно-масових характеристик риби є вихід м'яса. Як свідчать дані табл. 2.1 вміст м'яса у коропа становить від 40,6 до 66,7 %.

Характеристика хімічного складу м'яса визначає його харчову цінність та дозволяє визначити найбільш раціональне використання для виготовлення харчової продукції. Порівняльні дані хімічного складу м'яса коропа весняного та осіннього вилову наведені у табл.2.2. [3, 4].

Таблиця 2.2

Хімічний склад, енергетична цінність і критеріальні показники якості м'язової тканини коропа осіннього та весняного вилову ($n=5$, $p \geq 0,05$)

Сезон вилову	Масова частка, %від загального хімічного складу				Енергетична цінність, ккал	Критеріальні коефіцієнти		рН
	вологи	білку	жиру	золи		$K_{вб}$	$K_{жб}$	
Весна	80,20± 1,25	15,60± 0,85	3,41± 0,50	0,79± 0,02	93,09	19,4 5	18,6 6	7,05
Осінь	76,44± 2,25	17,20± 0,88	5,20± 0,55	1,05± 0,16	115,6	22,5 0	21,0 7	7,03

М'ясо містить значну кількість білків (до 16–17%), за вмісту жирів (3–5%) належить до середньо жирної риби [3–8].

За вмістом білку ця сировина характеризується як білкова [9]. Вміст води в тканинах риби осіннього вилову менший, чим весняного, а вміст жиру та білку – більш у осені. Ці дані погоджуються з закономірностями фізіологічних процесів у організмі риби, які пов'язані у весняний період з підготовкою до нересту, у осені – накопиченням білку та жиру після періоду нагулу та з літературними даними других авторів [5–8].

Значення рН м'язової тканини даної сировини знаходиться на рівні 7,03–7,05, що характерно для свіжої риби.

Критеріальні коефіцієнти $K_{вб}$ та $K_{жб}$ дозволяють технологам визначити найбільш раціональні напрямки переробки сировини. За даними В.І. Биліна [10] $K_{вб}$ у різних видах риб знаходиться у межах від 7,0 до 37,0%, відповідно найменші значення характерні для низькобілкових риб, найбільші – для високобілкових. Таким чином, показники $K_{вб}$ коропа підтверджують належність його до білкових.

За показником $K_{жб}$ більшою мірою можна судити про соковитість м'яса риби. У коропа цей показник становить від 21,03% до 21,07%, що знаходиться в межах, при яких м'ясо зазначених риб є найбільш соковитим.

Відповідно до класифікації за розрахованими показниками хімічного складу ($K_{вб}$, $K_{жб}$, енергетична цінність) короп належить до промислових риб V і VI груп, для яких можна застосовувати усі види обробки: виробництво солоної і кулінарної продукції, консервів тощо [9].

Загальна кількість білку у м'ясі коропа становить від 15,6 до 17,2% і цінність його визначається якісним та кількісним вмістом незамінних амінокислот та показниками біологічної цінності (табл. 2.3).

Таблиця 2.3

**Амінокислотний склад білків м'яса коропа,
мг на 100 г продукту**

Назва амінокислот	Короп [4]	Короп [5]
Незамінні амінокислоти	10646	7980
Валін	1449	1100
Ізолейцин	1274	800
Лейцин	2130	1800
Лізин	2836	1900
Метіонін	409	500
Треонін	953	900
Фенілаланін	1212	800
Триптофан	Сліди	180
Замінні амінокислоти	13408	9000
Аланін	1734	1000
Аргінін	1359	900
Гістидин	927	300
Пролін	414	500
Серін	879	800
Глютамінова кислота	3860	2700
Аспарагінова кислота	3152	1700
Гліцин	1083	600
Цистин	63	150
Тирозин	729	500

Вміст незамінних та замінних амінокислот у коропа відрізняється від літературних джерел, що може бути обумовлено різними умовами вирощування та фізіологічним станом риб.

Важливим показником біологічної цінності білків є відповідність вмісту незамінних амінокислот ідеальному білку (табл. 2.4).

Таблиця 2.4

**Оцінка відповідності амінокислотного складу
білків м'яса коропа ідеальному білку зі шкалою
ФАО/ВОЗ, г/100 г білку**

Амінокислота	Сировина		Ідеальний білок за ФАО/ВОЗ
	Короп [4]	Короп [5]	
Валін	8,42	6,25	5,00
Ізолейцин	7,41	4,55	4,00
Лейцин	12,38	10,23	7,00
Метіонін+Цистін	2,74	3,69	3,50
Треонін	5,54	5,11	4,00
Фенілаланін+Тирозин	11,29	7,39	6,00
Триптофан	сліди	1,02	1,00
Лізин	16,49	10,79	5,50
Всього	64,27	49,03	36,0

Дані таблиці 2.4 свідчать, сума незамінних амінокислот у білку м'яса коропа перевищує їх кількість у ідеальному білку. Однак, лімітуючою кислотою у м'ясі коропа є триптофан. Вміст метіоніну+цистину теж нижче ніж в «ідеальному» білку. Проте спостерігається велика кількість валіну, лейцину, лізину, фенілаланіну+тирозину, ізолейцину та треоніну, які є досить важливими для людського організму. Валін необхідний для метаболізму в м'язах, відновлення пошкоджених тканин і для підтримки нормального обміну азоту в організмі. Він може бути використаний м'язами як джерела енергії. Надмірно високий рівень валіну може призвести до таких симптомів, як парестезії (відчуття мурашок на шкірі). Лейцин захищає м'язові тканини і є джерелом енергії, а також сприяє відновленню

кісток, шкіри, м'язів. Лейцин також знижує рівень цукру в крові і стимулює виділення гормону росту [11]. Лізин необхідний для нормального формування кісток і зростання дітей, сприяє засвоєнню кальцію і підтримці нормального обміну азоту у дорослих, бере участь у синтезі антитіл, гормонів, ферментів, формуванні колагену і відновлення тканин.

Треонін сприяє підтримці нормального білкового обміну в організмі, важливий для синтезу колагену і еластину, допомагає роботі печінки і бере участь в обміні жирів [11].

Додатково біологічну цінність білків оцінювали за показниками біологічна цінність білка, коефіцієнт відмінності амінокислотного скору, коефіцієнт утилітарності амінокислотного складу білка, показник «надлишкового вмісту» незамінних амінокислот, співвідношення НАК до ЗАК [12, 13] (табл. 2.5).

Таблиця 2.5

Показники біологічної цінності білків м'яса коропу

Показник	[4]	[5]
Потенціальна біологічна цінність (БЦп) білка, %	50,79	78,69
Коефіцієнт відмінності амінокислотного скору (КРАС), %	49,21	21,31
Коефіцієнт утилітарності АК складу білка U, частки один	0,43	0,75
Коефіцієнт порівняльної надлишковості σ_c , г/100 г білка еталону	4,69	11,94

Розрахований КРАС показує, що 49,21 % незамінних амінокислот збиткові. Отримані дані дозволяють стверджувати, що незамінні амінокислоти м'язової тканини досліджуваного виду риби не достатньо збалансовані. На це вказує невисоке значення коефіцієнту утилітарності АК складу – 0,43, яке відповідає ступеню використання даного білка організмом по відношенню до фізіологічної необхідної норми.

Коефіцієнт порівняльної надлишковості амінокислотного складу білка характеризує сумарну масу незамінних амінокислот, які не використовуються на анаболічні потреби в такій кількості білку оцінюючого продукту, яке еквівалентне по їх потенціально утилізованому вмісту 100 г білка еталона. Низьке значення коефіцієнта порівняльної надлишковості амінокислотного складу білка досліджуваного коропа рівне 4,69 г/100 г білка, характеризує даний вид сировини як високоякісне джерело незамінних амінокислот.

Оскільки потреби організму будуть повністю забезпечені при дотриманні певного співвідношення незамінних амінокислот, то короп, як білкова рибна сировина, може бути ефективно використаний у якості основи багатокomпонентних виробів при умові комбінування його з іншими інгредієнтами для поліпшення збалансованості амінокислотного складу готового продукту.

Одними з важливих показників, які свідчать про біологічну ефективність сировини є жирно-кислотний склад ліпідів, вміст окремих жирних кислот та їх співвідношення. Характеристика відповідності жирно кислотного складу ліпідів коропа рекомендованим кількостям окремих класів жирних кислот на добу наведено у табл.2.6.

Таблиця 2.6

**Відповідність жирнокислотного складу ліпідів коропа
рекомендованої їх кількості на добу**

Жирні кислоти	Код ЖК	Масова частка, % від загальної суми ЖК		Рекомендована кількість, г/добу [14]
		[4]	[5]	
Насичені (НЖК), в т.ч.		27,517	20,05	25
мірістинова	14:0	1,748	0,98	
пальмітинова	16:0	18,389	19,07	
гептадеканова	17:0	0,827	—	

Закінчення табл. 2.6

Жирні кислоти	Код ЖК	Масова частка, % від загальної суми ЖК		Рекомендована кількість, г/добу [14]
		[4]	[5]	
пептадеканова	15:0	0,311	—	
лауринова	12:0	0,233	—	
Мононенасичені (МНЖК), в т.ч.		49,366	60,15	30
пальмітоолеїнова	16:1	7,315	9,29	
ω9 олеїнова	18:1	4,859	50,86	
ω9 елаїдинова	18:1	35,999	—	
гадолеїнова	20:1	0,543	—	
ерукова	22:1	0,304	—	
гептадеценінова	17:1	0,057	—	
Поліненасичені (ПНЖК), в т.ч.		11,442	8,31	11
лінолева ω6	18:2	4,862	6,60	
ліноленінова ω3	18:3	4,912	0,73	
ейкозацикленінова	20:2	0,324	—	
арахідонона ω6	20:4	0,358	0,49	
ейкозапентаенона ω3	20:5	0,556	—	—
Коефіцієнт біологічної ефективності ліпідів	—	0,27	—	—

Сумарна частка моно ненасичених жирних кислот ліпідів коропу перевищують рекомендованій кількості [14], насичених та поліненасичених – незначно перевищує згідно наших даних та менш з літературних джерел [5]. Серед насичених кислот у коропа домінують пальмітинова кислота. Серед мононенасичених жирних кислот превалірують ω9 олеїнова, ω9 елаїдинова кислота та пальмітоолеїнова.

Важливу роль відіграє оцінка біологічної ефективності ліпідів в порівнянні з гіпотетичним «ідеальним» ліпідом (табл.2.7).

Таблиця 2.7

**Показники біологічної ефективності
ліпідів м'яса коропа**

Ліпіди	Співвідношення				
	НЖК:МНЖ К: ПНЖК	ПНЖ К: НЖК	C18:2: C18:1	C18:2: C18:3	$\omega 3 : \omega 6$
Ідеальний ліпід [15]	1:1:1	0,2:0,4	> 0,25	> 7,0	1 : 10
Короп	1:1,79:0,42	0,42:1	1:0,99	1:1,01	1,12 : 1,0

Співвідношення окремих класів ліпідів не відповідає рекомендаціям, запропонованим фахівцями з нутриціології [14–16]. Однак, співвідношення жирних кислот $\omega 3 : \omega 6$ свідчить про високу їх біологічну ефективність. У харчуванні людини відмічено дефіцит жирних кислот $\omega 3$ [16]. При співвідношенні жирних кислот $\omega 3 : \omega 6$ як 1,12 : 1 ліпіди коропа будуть доповнювати їх недостатність у загальному раціоні.

Макро- і мікроелементи виконують дуже важливі функції у регулюванні багатьох метаболічних процесів. Результати наших досліджень їх вмісту у м'ясі коропа наведено у табл. 2.8.

Таблиця 2.8

**Відповідність мінерального складу
м'яса коропа адекватному добовому рівню споживання,
мг/100г ($n=5$, $p>0,05$)**

Мінеральні елементи	Короп	Адекватний добовий рівень споживання, мг [14]
Калій	287±0,23	2500
Кальцій	34,446±90,21	1250
Залізо	1,038±0,93	10–15
Магній	22,990±2,79	400
Натрій	57,483±95,08	4000

Аналіз цих даних свідчить про те, що тільки вміст калію у м'ясі коропа може задовольняти 10% добового рівня споживання згідно з уявленнями про адекватний рівень споживання відповідно до функціональних інгредієнтів [14].

Одним із важливих показників сировини є вміст токсичних елементів, результати досліджень яких наведено у табл. 2.9.

Таблиця 2.9

**Масова частка токсичних елементів у м'ясі коропа,
мг/кг сировини ($n=5$, $p>0,05$)**

Найменування показників	Короп	Допустимі рівні, не більше [17]
Свинець	$<0,01$	1,0
Кадмій	$<0,01$	0,2
Алюміній	$29,19 \pm 2,20$	не нормується
Марганець	$3,78 \pm 0,01$	не нормується
Мідь	$0,75 \pm 0,20$	10,0
Цинк	$5,30 \pm 0,15$	40,0
Нікель	$0,04 \pm 0,01$	не нормується
Стронцій	$0,060 \pm 0,18$	не нормується

Рівень вмісту свинцю, кадмію, алюмінію, марганцю, міді, цинку, нікелю та стронцію не перевищує допустимих норм [17].

Мікробіологічні показники сировини являються одним із важливих критеріїв безпеки для технології харчових продуктів (табл.2.10).

Таблиця 2.10

Мікробіологічні показники м'яса коропа

Показатели	Допустимі рівні [18]	М'ясо коропа
Кількість мезофільних аеробних та факультативно-анаеробних мікроорганізмів, КУО в 1 г	Не більше 1×10^5	$1,3 \times 10^4$
Бактерії групи кишкових паличок (коліформи), в 0,01 г	Не допускаються	Не виявлено
Золотистий стафілокок у 0,1 г	Не допускаються	Не виявлено

Закінчення табл. 2.10

Показатели	Допустимі рівні [18]	М'ясо коропа
Плісняви, дріжджі у 0,1 г	Не допускаються	Не виявлено
Патогенні мікроорганізми, в т.ч. роду Сальмонела, у 25 г	Не допускаються	Не виявлено

Результати мікробіологічних досліджень сировини показали, що кількість мезофільних аеробних та факультативно-анаеробних мікроорганізмів – $1,3 \times 10^4$, не перевищує концентрації, встановлені «Медичні вимоги до якості та безпечності харчових продуктів та продовольчої сировини» [17]. У дослідних зразках товстолобику та коропа відсутні бактерії групи кишкових паличок (коліформи), золотистий стафілокок, плісняви, дріжджі, патогенні мікроорганізми, в т.ч. роду Сальмонела.

2.2. Товстолобик звичайний або білий строкатий

Hypophthalmichthys molitrix – важлива промислова риба, яка характеризується високим темпом росту, дає високий приріст маси, відіграє значну роль у збільшенні рибопродуктивності і покращенні санітарного стану усіх типів водойм і раціонального використання їх природних ресурсів. При цьому товстолобик є цінним продуктом харчування.

Зовнішній вигляд товстолобику наведено на рисунку 2.2.

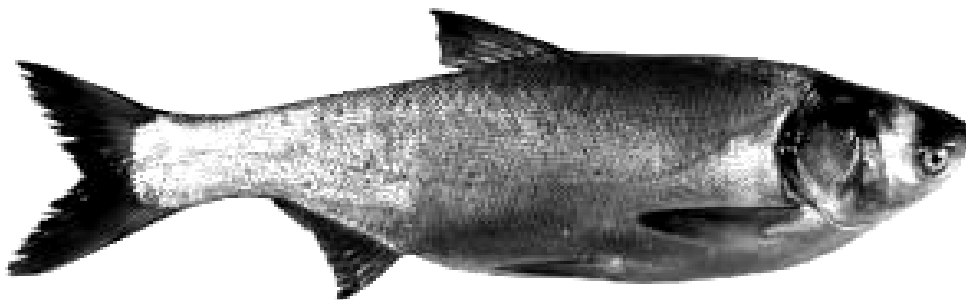


Рис.2.2. Зовнішній вигляд товстолобіку

Тіло звичайного, або білого товстолобика достатньо високе, покрите дуже дрібною лускою (110...125 поперечних рядів), на череві від горла до анального отвору знаходиться гострий кіль, який частково не покритий лускою.

Спинка має сірувато-зелений, боки – срібляний, плавники – темний колір. Спинний плавник короткий, містить сім променів, анальний плавник продовжений і має 12...14 променів. Вусиків не має, очі знаходяться дуже низько, рот косий, направлений вгору, щелепи однакової довжини, нижня з горбиком [2].

Строкатий товстолобик – *Arctichthys nobilis* Rich. Зовнішньо схожий на білого товстолобика. Особливість у відсутності бокової лінії, кіля на череві, голова більш кругла, тіло темне.

Товстолобика як представники сімейства корокових риб мають схожість в побудові внутрішніх органів, у них більший плавальний пухир, довгий кишечник, відокремлений шлунок відсутній.

Середня маса до якої повинна бути вирощена риба, по нормі коливається в залежності від зони вирощування і становить (в г): товстолобик білий – 150–700 та строкатий товстолобик – 300–1000.

М'ясо рослиноїдних риб у свіжому вигляді більш ніжне, соковите, чим м'ясо коропа, має солодкуватий смак, приємний запах, але наявність значної кількості міжм'язових кісток (120 замість 99 у коропа) ускладнює реалізацію цих риб у живому, охолодженому, мороженому вигляді [18, 19].

Масовий склад риби, тобто співвідношення частин тіла риби є одна із важливих характеристик, яка дозволяє визначити вихід їстівних частин.

Встановлено, що сезон вилову впливає на вихід їстівних частин. Масовий склад риби залежить від статі риби, її вгодованості. Найбільш важливими показниками серед розмірно-масових характеристик риби є вихід тушки і філе.

Результати аналізу масового складу товстолобика свідчать, що вихід тушки товстолобика в залежності від сезону вилову становив від 49,0 до 67,0%, вміст філе від 32,6 до 68,1%. В цілому встановлено, що із збільшенням маси екземплярів риб вихід тушки і філе зростає [10,19].

Масовий склад риби є одна із важливих характеристик, яка дозволяє визначити вихід їстівних частин та рекомендувати доцільність використання сировини для певних технологій. Порівняльна характеристика результатів дослідження масового складу товстолобику різних розмірних груп і сезонів вилову наведена в табл.2.11 [4, 10, 18–21].

Таблиця 2.11

**Співвідношення частин тіла товстолобиків
в залежності від сезону вилову і маси особин**

Вид риби	Маса, г	Вихід, % до загальної маси риби						
		тушок	голів	внутрішніх органів	м'яса	шкіри	плавників	кісток
Весняний період вилову								
Товстолобик білий	700– 1000	63,7	22,3	10,8	51,8	6,4	2,1	5,5
	500– 700	62,5	22,8	12,1	50,3	6,5	2,4	5,7
	до 500	60,7	23,3	12,9	48,0	6,7	2,7	6,0
Товстолобик строкатий	700– 1000	55,1	33,3	8,9	44,1	5,3	2,3	5,7
	500– 700	53,4	35,6	8,5	42,0	5,2	2,3	6,2
	до 500	52,0	36,5	8,5	40,0	5,3	2,7	6,4
Осінній період вилову								
Товстолобик білий	700– 1000	67,0	19,7	10,8	55,2	6,6	2,0	5,2
	500– 700	64,2	21,1	11,9	52,0	6,6	2,4	5,6
	до 500	63,0	22,2	12,3	50,1	6,9	2,5	6,0
Товстолобик строкатий	700– 1000	56,0	31,3	9,9	44,7	5,2	2,8	5,6
	500– 700	53,9	33,7	9,6	42,7	5,2	2,6	5,7

Вихід тушки товстолобика в залежності від сезону вилову становив від 52 до 67 %, філе – від 32,6 до 68,1 %. Таким чином, із збільшенням маси екземплярів риб вихід тушки і філе зростає.

Харчова цінність мяса залежить від хімічного складу мяса (табл.2.12) [4, 10, 19–21].

Таблиця 2.12

**Хімічний склад мяса товстолобика
весняного і осіннього вилову**

Назва риби	Масова частка, у % від загального хімічного складу				Енергетична цінність, кДж/кг
	вологи	жиру	білку	золи	
Весняний вилов					
Товстолобик строкатий	80,7± 0,52	1,6± 0,37	16,1± 0,18	1,2± 0,001	329,9
Товстолобик білий	76,7± 0,68	4,4± 0,21	16,9± 0,25	1,2± 0,001	448,8
Товстолобик строкатий	74,50± 0,38	6,63± 0,72	17,23± 0,68	1,20± 0,01	538,4
Осінній вилов					
Товстолобик строкатий	79,30± 0,52	2,10± 0,36	16,80± 0,35	1,20± 0,001	360,5
Товстолобик білий	75,90± 0,70	5,30± 0,18	17,00± 0,28	1,20± 0,002	484,4
Товстолобик строкатий	74,03± 1,42	8,12± 0,28	16,30± 0,25	1,30± 0,05	578,9

М'ясо товстолобика містить в середньому 16,1–18,7 % білку. Вміст вологи достатньо високий – порядку 80 %, жиру 1,6–8,4 %, що дозволяє віднести цих риб до слабодозріваючих при посолі. За даними хімічного складу розраховано БВК і БВЖК м'яса товстолобика. БВК становить 0,21, БВЖК – 0,19, що за класифікацією Міндера Л. П.[9] характеризує цю сировину як придатну до всіх видів переробки, в т. ч. виробництва копчено-в'яленої продукції, консервів, пресервів, кулінарних виробів, зокрема фаршевих тощо.

Амінокислотний склад білків м'яса товстолобика характеризується присутністю усіх незамінних та замінних амінокислот (табл. 2.13) [10, 19].

Таблиця 2.13

Амінокислотний склад білків м'яса товстолобика

Назва амінокислот	Товстолобик білий	Товстолобик строкатий
Незамінні амінокислоти	28,38	28,25
Валін	2,24±0,02	2,30±0,15
Ізолейцин	3,68±0,15	3,80±0,18
Лейцин	7,38±0,30	7,55±0,15
Лізин	8,16±0,12	6,93±0,17
Метіонін	1,13±0,38	2,36±0,26
Треонін	2,63±0,11	2,59±0,19
Фенілаланін	3,16±0,02	2,72±0,12
Триптофан	сліди	сліди
Замінні амінокислоти	44,09	39,48
Аланін	4,41±0,04	4,10±0,18
Аргінін	5,07±0,11	5,10±0,18
Гістидин	3,22±0,22	2,14±0,25
Пролін	2,04±0,14	2,16±0,17
Серін	2,49±0,10	2,30±0,13
Глютамінова кислота	13,28±0,24	12,17±0,76
Аспарагінова кислота	7,69±0,15	6,17±0,16
Гліцин	3,42±0,09	3,06±0,07
Цистин	—	—
Тирозин	2,47±0,07	2,28±0,28

Амінокислотний склад білків м'язової тканини білого і строкатого товстолобика аналогічний, але дещо відрізняється по вмісту окремих амінокислот.

В білках м'язової тканини білого та строкатого товстолобика із незамінних амінокислот міститься більше лізину та лейцину. Серед замінних амінокислот в м'ясі товстолобику

переважають глютамінова та аспарагінова кислоти. Характеристика біологічної цінності м'яса товстолобика в порівнянні з «ідеальним» білком за шкалою ФАО/ВООЗ представлено в табл. 2.14 [10, 19, 20].

Таблиця 2.14

**Характеристика біологічної цінності білків м'яса
товстолобика, г/100 г білка**

Амінокислоти	Вміст НАК у м'ясі товстолобика	«Ідеальний» білок за шкалою ФАО/ВООЗ	Амінокислотний скор білків м'яса товстолобика, %
Незамінні, в т. ч.	39,48	36,0	
Валін	5,62	5,00	112,40
Ізолейцин	4,08	4,00	102,00
Лейцин	8,72	7,00	124,57
Лізин	8,60	5,50	156,36
Метіонін + цистин	3,27	3,50	93,43
Треонін	4,85	4,00	121,25
Триптофан	0,90	1,00	90,00
Фенілаланін + тирозин	7,81	6,00	130,17

Лімітуючою амінокислотою у білках толстолобику є триптофан. Вміст метіоніну+цистину також нижче, ніж в «ідеальному» білку за шкалою ФАО/ВООЗ. Тому товстолобик, як білкова рибна сировина, може бути використаний у якості основи при виробництві пресервів, консервів, фаршевих виробів підвищеної біологічної цінності за умови комбінування його з іншими інгредієнтами тваринного та рослинного походження з метою поліпшення збалансованості амінокислотного складу готового продукту.

Жирнокислотний склад ліпідів м'яса товстолобиків представлений в табл.2.15.

Таблиця 2.15

**Характеристика біологічної ефективності ліпідів
м'язової тканини товстолобика**

Найменування жирної кислоти	Масова частка жирних кислот, % від суми жирних кислот		Рекомендована кількість, г/добу [14]
	[20]	[19]	
Насичені, в т. ч.	46,10	29,89	25
Міристинова (C _{14:0})	1,97	2,78	
Пентадеканова (C _{15:0})	0,64	0,78	
Пальмітинова (C _{16:0})	22,90	20,19	
Гептадеканова (C _{17:0})	1,87	1,01	
Стеаринова (C _{18:0})	11,23	5,13	
Мононенасичені, в т. ч.	28,34	40,97	30
Пальмітоолеїнова (C _{16:1})	5,72	8,77	
Олеїнова (C _{18:1})	20,94	27,51	
Поліненасичені, в т. ч.	25,54	29,14	11
Лінолева (C _{18:2})	4,19	4,26	
Ліноленова (C _{18:3})	5,43	—	
Ейкозатрієнова (C _{20:3})	0,98	—	
Ейкозатрієнова (C _{20:3})	0,46	—	
Арахідонова (C _{20:4})	5,14	2,86	
Ейкозопентаєнова (C _{20:5})	0,26	6,96	
Докозапентаєнова (C _{22:5})	1,32	2,41	
Докозогексаєнова (C _{22:6})	5,60	10,73	
Співвідношення жирних кислот родин ω 3 і ω 6	1:0,7	1:0,4	1:10–1:4 [15]
Кбз	1,12	3,40	

Серед жирних кислот найбільший вміст відмічений для пальмітинової, олеїнової та стеаринової, серед ПНЖК – для докозогексаєнової, арахідонової, ліноленової та лінолевої жирних кислот.

Співвідношення окремих класів ліпідів у м'язовій тканині товстолобика не відповідає запропонованим фахівцями з нутриціології нормам, зокрема співвідношення жирних кислот ω 3 і ω 6 становить як 1:0,7 [15].

За даними жирнокислотного складу розраховано $K_{\text{бз}}$ ліпідів товстолобика (вміст ліпідів прийнято 5,2 %), який становить 1,12.

Жирнокислотний склад ліпідів товстолобика власних досліджень відрізняється від представлених літературних даних більшою часткою фракції МНЖК і ПНЖК, що обумовлено структурою харчування, віком, фізіологічними особливостями риби. За цими даними вміст ейкозопентаєнової і докозогексаєнової жирних кислот в ліпідах товстолобика вищий, співвідношення жирних кислот $\omega 3$ і $\omega 6$ становить 1:0,4; $K_{\text{бз}} - 3,40$.

Мінеральний склад рибної сировини має велике значення для формування повноцінних продуктів харчування та характеризується високим вмістом сірки, фосфору, калію, кальцію. Однак, у складі прісноводної рибної сировини практично відсутні такі важливі елементи, як марганець, селен, йод тощо [4, 10, 19, 20]. Прісноводні види риб характеризуються меншим вмістом мінеральних елементів і вітамінів групи В у порівнянні з океанічними і морськими гідробіонтами. Зокрема, в прісноводних рибах в середньому міститься 6,6, в прохідних – 69,1, напівпрохідних – 26, морських – 245 мкг йоду на 100 г сухої речовини [9].

Таким чином, біологічна та харчова цінність прісноводної риби обумовлена високим вмістом білків і ліпідів, а також жиророзчинних вітамінів групи А, Д, Е. Однак у прісноводної риби практично відсутні легкозасвоювані вуглеводи, органічні кислоти, деякі вітаміни, мікроелементи [10, 19, 20], білки містять лімітуючи амінокислоти – метіонін і цистин, $K_{\text{бз}}$ ліпідів характеризується невисоким значенням і становить 1,12 та спостерігається незбалансоване співвідношення жирних кислот родин $\omega 3$ і $\omega 6$. Тому виробництво продукції підвищеної біологічної цінності на основі м'яса товстолобика потребує комбінування його з іншою сировиною тваринного та рослинного походження.

Якість готової рибної продукції визначається, в першу чергу, доброякісністю та нешкідливістю вихідної сировини (відсутністю токсичних елементів та мікробіологічними показниками) (табл.2.17; 2.18) [10, 19, 20].

Таблиця 2.17

**Масова частка токсичних елементів у м'яса
товстолобику, мг/кг ($n=5, p \leq 0,05$)**

Найменування показників	М'ясо товстолобику	Допустимі рівні, не більше
Свинець	$0,03 \pm 0,006$	1,0
Кадмій	$0,01 \pm 0,0021$	0,2
Миш'як	$0,14 \pm 0,024$	1,0
Ртуть	$0,01 \pm 0,0008$	0,3
Мідь	$0,1 \pm 0,0013$	10,0
Цинк	$2,9 \pm 0,24$	40,0

Оцінка токсикологічної безпечності сировини показала, що у всіх дослідних екземплярах товстолобику кількісний вміст важких металів виявився значно меншим допустимих норм.

Таблиця 2.18

**Мікробіологічні показники м'яса товстолобику
($n=5, p \leq 0,05$)**

Найменування показників	Значення показників	Допустимі рівні
Кількість мезофільних аеробних та факультативно-анаеробних мікроорганізмів, КУО в 1 г	$1,9 \times 10^4$	Не більше 1×10^5
Бактерії групи кишкових паличок (коліформи), в 0,01 г	Не виявлено	Не допускаються
Золотистий стафілокок у 0,1 г	Не виявлено	Не допускаються
Плісняви, дріжджі у 0,1 г	Не виявлено	Не допускаються
Патогенні мікроорганізми, в т.ч. роду Сальмонела, у 25 г	Не виявлено	Не допускаються
Сульфідредуючі клостридії, у 0,1 г	Не виявлено	Не допускаються

Результати мікробіологічних досліджень сировини показали, що кількість мезофільних аеробних та факультативно-анаеробних мікроорганізмів – $(1,8...1,9) \times 10^4$ не перевищує концентрації, встановлені «Медико-біологічними вимогами і санітарними нормами якості продовольчої сировини і харчових продуктів». У дослідних зразках товстолобику та білого амуру відсутні бактерії групи кишкових паличок (коліформи), золотистий стафілокок, плісняви, дріжджі, патогенні мікроорганізми, в т.ч. роду Сальмонела, а також сульфідредуючі клостридії.

2.3. Білий амур

Білий амур – *Ctenopharyngodon idella* – цінна промислова риба родини коропових (*Cyprinidae*). Належить до монотипового роду Білий амур (*Ctenopharyngodon*). Прісноводна субтропічна демерсальна риба. Належить до групи потамодромних риб, тобто риб, які мігрують на нерест в межах прісних вод (з річок до озер, або навпаки). Промисловий вид, є поширеним об'єктом аквакультури, розводиться як у країнах Старого Світу, так і у Північній Америці [1, 2].

Зовнішній вигляд білого амуру наведено на рис.2.2.

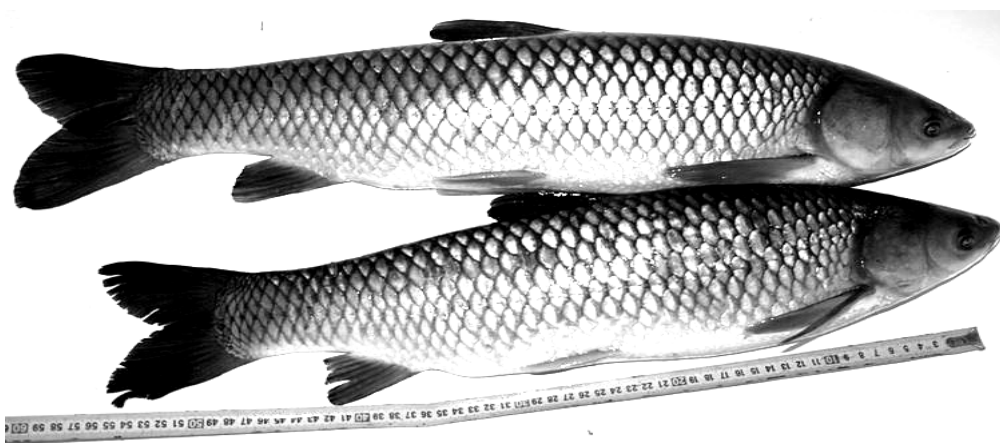


Рис.2.2. Зовнішній вигляд білого амуру

Масовий склад білого амуру в залежності від сезону вилову наведено у табл. 2.19 [10].

Таблиця 2.19

**Масовий склад білого амуру,
у % до загальної маси риби**

Сезон вилову	Маса риби, г	Частини тіла						
		голови	нутрощів	тушок	філе	шкіри	плавників	Кісток
Осінньї	1000- 1500	19,5± 2,3	11,8± 1,3	68,1± 5,2	55,2± 3,8	6,4± 0,4	2,0± 0,12	5,1± 0,4
Весняний	1000- 1500	20,6± 2,4	11,9± 0,9	64,0± 5,6	53,8± 3,4	6,2± 0,4	2,1± 0,15	5,4± 0,3

$(n=5, p \leq 0,05)$

Як свідчать дані таблиці 2.19, вихід тушки білого амуру в залежності від сезону вилову становив від 64 до 68,1%, вміст філе від 55,2 до 53,8%.

Важливим критерієм вибору раціональних способів використання та переробки рибної сировини, а також оцінки смакових характеристик є її хімічний склад. Саме він визначає харчову та біологічну цінність риби, її органолептичні властивості. Встановлено, що хімічний склад білого амуру залежить від сезону вилову: у вісняний період, який пов'язаний з підготовкою до нересту, вміст жиру менш ніж у осінньому (табл.2.20) [10].

Таблиця 2.20

Хімічний склад м'яса білого амура

Сезон вилову	Масова частка, у % від загального хімічного складу				Енергетична цінність, ккал
	вологи	білку	жиру	мінеральних речовин	
Осінньї	75,8	17,7	5,0	1,5	116
Весняний	77,5	17,1	3,9	1,5	103,5

Дані табл. 2.20 свідчать про високу харчову та енергетичну цінність білого амура. За хімічним складом зазначені види риб можна віднести до перспективної сировини для виготовлення пресервів, яка характеризується середньою жирністю і високим вмістом білків.

З метою визначення структурних і технологічних властивостей білого амура з урахуванням їх хімічного складу, розраховано показники, що є критеріальними для визначення якості сировини: це БВК (білково-водний коефіцієнт) та БВЖК (білково-водно-жировий коефіцієнт), сума вологи і жиру (табл.2.21) [10].

Таблиця 2.21

**Критеріальні показники хімічного складу м'яса
білого амура в різні сезони**

Назва сезону	БВК	БВЖК	Сума вологи і жиру
Осінній	23,3	21,9	80,8
Весняний	22,0	21,0	81,4

Найбільші значення критеріальних показників для м'яса білого амура нами встановлено в осені, що зумовлено накопиченням харчових сполук після періоду нагулу.

Від співвідношення кількості азотистих речовин або білка і води у м'ясі залежать його смак і консистенція: чим більше коефіцієнт співвідношення між білком і водою (БВК), тим більш щільною і сухою виявляється консистенція м'яса риби, і, навпаки, при низьких значеннях цього показника структура м'яса змінюється від желеподібної до крихтоподібної.

За даними В.І. Биліна БВК у різних видах риб знаходиться у межах від 7,0 до 37,0%, відповідно найменші значення характерні для низькобілкових риб, найбільші – для високобілкових [10]. Білий амур за показником БВК належить до білкових риб.

За показником БВЖК більшою мірою можна судити про соковитість м'яса риби. У білого амура БВЖК коливається від 21,9% до 23,3%, що знаходиться в межах, при яких м'ясо зазначеної риби є найбільш соковитим.

Відповідно до класифікації І.П. Леванідова [9] за розрахованими показниками хімічного складу (БВК, БВЖК, суми вологи і жиру, енергетичній цінності) білий амур належать до промислових риб V і VI груп, для яких можна застосовувати усі види обробки: виробництво солоної і кулінарної продукції, консервів тощо).

Створення продуктів високої харчової та біологічної цінності, збалансованих за основним складом нутрієнтів, потребує знання таких важливих характеристик сировини, як жирнокислотний та амінокислотний склад.

Дослідження жирнокислотного і амінокислотного складу рибної сировини проводилися нами на екземплярах риб осіннього вилову.

Відповідність жирно кислотного складу ліпідів м'яса білого амура рекомендованої кількості наведено у табл. 2.22.

Таблиця 2.22

**Відповідність жирно кислотного складу ліпідів
м'яса білого амура до рекомендованої кількості**

Найменування кислот	Масова частка жирних кислот, % від загальної суми жиних кислот	
	Білий амур	Рекомендовна кількість, г/ на добу [14]
1. Сума насичених	31,6	25
Лауринова (C _{12:0})	1,44 ± 0,09	
Міристинова (C _{14:0})	1,62 ± 0,18	
Пентадеканова (C _{15:0})	0,21 ± 0,03	
Пальмітинова (C _{16:0})	24,4 ± 1,7	
Гептадеканова (C _{17:0})	0,31 ± 0,05	
Стеаринова (C _{18:0})	3,3 ± 0,3	
2. Сума мононенасичених	47,9	30
Пальмітоолеїнова (C _{16:1})	12,96 ± 1,14	
Олеїнова (C _{18:1})	33,64 ± 2,05	
Гадолеїнова (C _{20:1})	1,34 ± 0,09	
3. Сума поліненасичених	20,6	11
Лінолева (C _{18:2})ω6	10,6 ± 0,9	
Екзодієнова (C _{20:2})	0,61 ± 0,08	

Закінчення табл. 2.22

Найменування кислот	Масова частка жирних кислот, % від загальної суми жирних кислот	
	Білий амур	Рекомендовна кількість, г/ на добу[14]
Ліноленова ($C_{18:3}$) $\omega 3$	$7,34 \pm 0,16$	
Арахідонова ($C_{20:4}$)	$0,71 \pm 0,04$	
Екозопентагенова ($C_{20:5}$)	$0,57 \pm 0,08$	
Докозогексаєнова ($C_{22:6}$)	$0,82 \pm 0,06$	
Співвідношення жирних кислот родин $\omega 3$ і $\omega 6$	0,77: 1	1:10–1:4 [15]

$$p \leq 0,05$$

Жирнокислотний склад білого амура характеризується відносно великою кількістю мононенасичених жирних кислот. Домінуючими жирними є олеїнова ($C_{18:1}$) – 33,64 % і пальмітоолеїнова ($C_{16:1}$) – 12,96 %.

Серед насичених жирних кислот, загальна частка яких складає 31,6%, у ліпідах білого амура виявлено найбільший вміст пальмітинової кислоти ($C_{16:0}$) – 24,4%.

Відносно високою є частка ненасичених жирних кислот у ліпідах білого амуру. Переважаючими кислотами виступають ліолева ($C_{18:2 \omega 6}$) – 10,6% та ліноленова ($C_{18:3 \omega 3}$) – 7,34%. Сумарна кількість жирних кислот $\omega 3$ у ліпідах білого амуру достатньо висока, що свідчить про високу їх біологічну ефективність. При загальному дефіциті

Таким чином, досліджувана рибна сировина відрізняється високим вмістом есенціальних жирних кислот, що свідчить про її високу цінність.

Високомолекулярні жирні кислоти, у молекулах яких міститься не менше двох подвійних зв'язків (ліолева, ліноленова, арахідонова) не можуть синтезуватися в організмі людини і тому є незамінними. Відсутність зазначених кислот призводить до нестачі вітамінів в організмі. Незамінні жирні кислоти сприяють зниженню рівня холестерину у крові. Споживання 30 г рибного жиру знижує кількість холестерину, який міститься у крові людини, на 7 % [22, 23].

Важливим є визначення амінокислотного складу білкуу рибної сировини. Амінокислотний склад білку м'яса білого амуру у табл. 2.23 [10].

Таблиця 2.23

**Амінокислотний склад білків м'яса білого амуру,
мг на 100 г сировини**

Амінокислоти	М'ясо білого амуру
Валін	665
Ізолейцин	778
Лейцин	1410
Лізин	1633
Метіонін	730
Треонін	652
Триптофан	150
Фенілаланін	652
Сума незамінних амінокислот	6670
Гістидин	481
Аргінін	1178
Аспаргінова кислота	1185
Серин	645
Глутамінова кислота	2806
Пролін	803
Гліцин	829
Аланін	991
Цистин	145
Тирозин	613
Сума замінних амінокислот	9676
Разом	16346

Аналіз амінокислотного складу рибної сировини засвідчив, що білки білого амуру є повноцінними і містять всі незамінні амінокислоти. Серед незамінних амінокислот переважають лізин, лейцин, ізолейцин. Такі амінокислоти, як серин, аргінін, треонін, відносяться до гідрофільних амінокислот, які обумовлюють вологоутримуючу здатність м'яса риби. Як видно, із

табл. 2.23, білки рибної сировини містять достатню кількість зазначених амінокислот, що дозволяє судити про досить високу вологоутримуючу здатність її м'яса.

Важливим показником якості білків, який характеризує збалансованість амінокислот є амінокислотний скор. Розрахунок амінокислотного скору білків білого амуру представлено у табл. 2.24 [10].

Таблиця 2.24

**Характеристика відповідності білків м'яса
білого амуру до ідеального білку**

Амінокислоти	Вміст НАК г/100 г білка	«Ідеальний» білок за шкалою ФАО/ВООЗ	Амінокислотний скор, %
Незамінні, в т. ч.	44,61	36,0	
Валін	4,19	5,00	83,80
Ізолейцин	4,90	4,00	122,50
Лейцин	8,80	7,00	126,86
Лізин	10,29	5,50	187,10
Метіонін + цистін	2,97	3,50	85,14
Треонін	4,60	4,00	115,00
Триптофан	0,90	1,00	90,80
Фенілаланін + тирозин	7,96	6,00	132,83

Сумарна кількість незамінних амінокислот у білках білого амуру вища у порівнянні з «ідеальним» білком. Домінуючими амінокислотами білків є лізин, лейцин та ізолейцин. Лімітовані амінокислоти представлені валіном, метіоніном з цистіном і триптофаном.

З метою комплексного вивчення та оцінки рибної сировини нами досліджувався її мінеральний склад (табл. 2.25) [10].

Таблиця 2.25

Мінеральний склад м'яса білого амуру, мг/100г ($M \pm m$)

Мінеральні елементи	Білий амур	Адекватний добовий рівень споживання, мг/добу [14]
Калій	398,7±14,5	2500
Кальцій	93,7±7,6	1250
Фосфор	305,36±34,12	800
Сірка	618,4±88,4	10
Хлор	2,95±0,45	–
Залізо	1,09±0,12	10–15
Бром	0,20±0,03	–
Рубідій	0,29±0,04	0,31±0,03
Стронцій	0,24±0,04	10

$$p \leq 0,05$$

Дані табл. 2.25 свідчать, мінеральний склад м'яса білого амуру характеризується достатньо високим вмістом сірки, фосфору і калію. Як видно з наведених даних, у складі рибної сировини відсутні такі важливі елементи, як марганець, селен, йод тощо. Це можна пояснити особливостями мінерального складу прісноводної риби в цілому і особливостями характеру харчування дослідних екземплярів.

Якість готової рибної продукції визначається, в першу чергу, доброякісністю та нешкідливістю вихідної сировини (відсутністю токсичних продуктів білкового розпаду і окиснення жиру, канцерогенних речовин, паразитів, або слідів їх життєдіяльності). Для рибної сировини «Медико-біологічними вимогами і санітарними нормами якості продовольчої сировини і харчових продуктів» встановлений перелік показників та їх допустимі рівні, це: токсичні елементи (свинець, кадмій, ртуть, миш'як, мідь, цинк), гістамін, нітрозаміни, пестициди, радіонукліди, мікробіологічні показники.

Результати досліджень вмісту токсичних елементів у м'яса білого амуру представлені у табл. 2.26 [10].

Таблиця 2.26

**Масова частка токсичних елементів у м'ясі білого амуру,
мг/кг ($n=5, p \leq 0,05$)**

Найменування показників	Білий амур	Допустимі рівні, не більше [17]
Свинець	$0,03 \pm 0,008$	1,0
Кадмій	$0,01 \pm 0,0021$	0,2
Миш'як	$0,18 \pm 0,024$	1,0
Ртуть	$0,008 \pm 0,0005$	0,3
Мідь	$0,2 \pm 0,002$	10,0
Цинк	$3,3 \pm 0,28$	40,0

Оцінка токсикологічної безпечності сировини показала, що вміст важких металів у м'ясі білого амуру значно менше допустимих норм. Так, вміст свинцю склав 0,03 мг/кг при допустимому рівні 1,0 мг/кг, вміст кадмію – 0,01 мг/кг при рівні 0,2 мг/кг. Масова частка ртуті, миш'яку, міді та цинку була також нижче регламентованих меж для рибної сировини.

Дослідження мікробіологічних показників м'яса білого амуру визначили безпеку цієї сировини для організму людини (табл.2.27).

Таблиця 2.27

Мікробіологічні показники м'яса білого амуру

Найменування показників	Білий амур	Допустимі рівні, [17]
Кількість мезофільних аеробних та факультативно-анаеробних мікроорганізмів, КУО в 1 г	$1,8 \times 10^4$	Не більше 1×10^5
Бактерії групи кишкових паличок (коліформи), в 0,01 г	Не виявлено	Не допускаються
Золотистий стафілокок у 0,1 г	Не виявлено	Не допускаються
Плісняви, дріжджі у 0,1 г	Не виявлено	Не допускаються
Патогенні мікроорганізми, в т.ч. роду Сальмонела, у 25 г	Не виявлено	Не допускаються
Сульфідредукуючі клостридії, у 0,1 г	Не виявлено	Не допускаються

Встановлено, що кількість мезофільних аеробних та факультативно-анаеробних мікроорганізмів – $(1,8...1,9) \times 10^4$ не перевищує концентрації, встановлені «Медичні вимоги до якості та безпечності харчових продуктів та продовольчої сировини» [17], відсутні бактерії групи кишкових паличок (коліформи), золотистий стафілокок, плісняви, дріжджі, патогенні мікроорганізми, в т.ч. роду Сальмонела, а також сульфідредуючі клостридії.

Таким чином, можна зробити висновок, що короп, товстолобик та білий амур відносяться до безпечних у харчовому відношенні видів риб, які характеризуються високою харчовою і біологічною цінністю і є придатними для усіх видів переробки харчової продукції.

Література

1. Основные виды рыб, выращиваемых с использованием искусственных кормов, и способ разделки их для общественного питания / Ю.А. Желтов, А.И. Дворецкий, В.В. Рожков [и др.] // Рибнегосподарство України. – 2012. – № 3. – С. 21–26.
2. Риби Азовського, Чорного морів та внутрішніх водоймищ України. Номенклатура біологічна і товарна: ДСТУ 4415: 2005. – [Чинний від 2006 – 07 – 01.] – К. : Держпоживстандарт України, 2006. – 15 с. – (Національний стандарт України).
3. Маевская Т.Н. Оценка качества культивированного мелкого карпа *Cyprinus carpio* / Т.Н. Маевская // Тваринництво України. – 2013. – № 9 – С. 21.
4. Лебська Т.К. Харчова цінність коропа *Cyprinus carpio* і товстолобику *Hypophthalmichthys* осіннього вилову / Т.К. Лебська, Н.В. Голембовська//
5. Нгуен Тхи Чук Лоан. Разработка рыбных функциональных продуктов на основе мяса кальмара тихоокеанского и прудовых рыб / Нгуен Тхи Чук Лоан ; автореф. дис. канд. техн. наук. – Воронеж, 2012. – 24 с.

6. Коноваленко Е.С. Обоснование и разработка технологии формованных полуфабрикатов на основе рыбного сырья для питания детей дошкольного и школьного возраста / Е.С. Коноваленко ; Автореф. дис. канд. техн. наук. – М., 2009. – 25 с.
7. Борк Д.А. Обоснование и разработка технологии геродие-тических продуктов на основе рыбного сырья / Автореф. дис. канд. техн. наук. – М., 2009. – 25 с.
8. Сарапкина О.В. Совершенствование технологии производства рыбоовощных пресервов из рыб внутренних водоемов Краснодарского края / О.В. Сарапкина ; автореф. дис. канд. техн. наук. – Краснодар, 2007. – 24 с.
9. Кизеветтер И.В. Биохимия сырья водного происхождения / И.В. Кизеветтер. – М. : Пищевая промышленность, 1973. – 424 с.
10. Романенко О.В. Споживні властивості нових пресервів на основі прісноводної риби / О.В. Романенко ; автореф. дис. канд. техн. наук. – К., 2006. – 177с.
11. Якубко Х.Д. Амінокислоти. Пептиди. Білки / Х.Д. Якубко, Х. Ешкай. – М. : Світ, 1985. – 456 с.
12. Липатов Н.Н. Совершенствование методики проектирования биологической ценности пищевых продуктов / Н.Н. Липатов, А.Б. Лисицин, С.Б. Юдина // Хранение и переработка сельхозсырья. – 1996. – № 2. – С. 23–28.
13. Липатов Н.Н. Методология проектирования продуктов питания с необходимым комплексом показателей пищевой ценности / Н.Н. Липатов, И.А. Рогов // Изв. вузов. Пищевая технология. – 1987. – № 2. – С. 9–15.
14. Онищенко Г.Г. Рациональное питание. Рекомендуемые уровни потребления пищевых и биологически активных веществ / Г.Г. Онищенко – Режим доступа : http://www.businesspravo.ru/Docum/DocumShow_DocumID_97295.html
15. Ципріян В.І. Гігієна харчування з основами нутріціології / В.І. Ціпріян. – К. : Здоров'я, 1999. – 568 с.

16. Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации. – Ч. 3.2.1. Рациональное питание. Методические рекомендации МР 2.3.1.2432-08. [Действующие с 2008-12-18 / руководитель работ: Тутельян В.А.]. – М. : Фед.сл. по надзору в сф. защ. прав потреб. и благополучия человека, 2008. – 39 с.
17. Державні санітарні норми та правила «Медичні вимоги до якості та безпечності харчових продуктів та продовольчої сировини» / МОЗ України; Наказ, норми, правила від 29.12.2012. № 1140.
18. Козлова С.Л. Характеристика массового состава рыбного сырья / С.Л. Козлова // Пищевые технологии и биотехнологии : X междунар. конф. молодых ученых, 12–15 мая 2009 г. : тезисы докл. – Казань : Отечество, 2009. – 56 – 57 с.
19. Козлова С.Л. Технологія фаршевих швидкозаморожених напівфабрикатів підвищеної біологічної цінності з гідробіонтів: дис...канд.тех.наук: 05.18.16 / С.Л. Козлова. – К., 2012. – 143 с.
20. Сидоренко О.В. Наукове обґрунтування і формування споживних властивостей продуктів з прісноводної риби та рослинної сировини: дис...доктора тех. наук: 05.18.15 / О.В. Сидоренко. – К., 2009. – 327 с.
21. Іванюта А.О. Споживні властивості структуроутворювачів на основі вторинної сировини з товстолобика: дис... канд. тех. наук: 05.18.15 / А.О. Іванюта. – К., 2014. – 111 с.
22. Влияние диеты, содержащей полиненасыщенные жирные кислоты семейства омега три, на биохимические показатели и жирнокислотный состав клеточных мембран больных ишемической болезнью сердца и семейной гиперлипидемией / М.А. Самсонов, М.М. Левачев, А.В. Погожева и др. // Вопросы медицинской химии. – 1992. – Т. 38, № 3. – С. 22–24.
23. Применение растительных и животных источников ПНЖК омега-3 в диетотерапии сердечно-сосудистых больных / В.А. Тутельян, М.А. Самсонов, М.М. Левачев и др. – М. : Изд-во Института питания РАМН, 1999. – 54 с.

ГЛАВА 3

ТЕОРЕТИЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ТА РОЗРОБЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ШВИДКО ЗАМОРОЖЕНИХ ФАРШЕВИХ НАПІВФАБРИКАТІВ З ПРІСНОВОДНОЇ РИБИ І СИРОВИНИ ТВАРИННОГО ТА РОСЛИННОГО ПОХОДЖЕННЯ

3.1. Обґрунтування використання сировини у технології швидко заморожених фаршевих напівфабрикатів з прісноводної риби та сировини тваринного та рослинного походження

Риба та рибні продукти є повноцінними та стратегічно важливими продуктами харчування. Завдяки високому природному вмісту НАК, мінеральних елементів, вітамінів рибна сировина характеризується високими споживними властивостями та має лікувально-профілактичне значення, а тому є цінним об'єктом для створення харчових продуктів підвищеної біологічної цінності [1].

У Радянському союзі основними об'єктами промислу для переробки в кулінарну продукцію були мінтай, мойва, путасу, хек, ставрида, скумбрія, тунець, льодьона риба, івасі, кальмари, криль, креветки, мідії, морська капуста і ін. В Японії в якості сировини для приготування рибної кулінарії використовували мінтай, марлін, тріску, скумбрію, сайру, тунця, кальмарів. У США, Канаді, Англії, Німеччині та інших країнах рибні палички і порції, виробляли з тунця, тріски, тихоокеанського і атлантичного лосося, палтуса, путасу, скумбрії [2].

В Україні як резерв нарощування об'ємів виробництва риби збільшена частка рослиноїдних риб [3]. Такі види риб, як товстолобик, білий амур, короп, вирощуються в Україні та обрані Державною програмою зариблення вод України «Аквакультура» [4].

Харчова цінність прісноводної риби обумовлена високим вмістом білків і ліпідів, а також жиророзчинних вітамінів групи А, Д, Е. Однак у прісноводної риби практично відсутні легкозасвоювані вуглеводи, органічні кислоти, деякі вітаміни, мікроелементи [5], білки містять лімітуючі амінокислоти – метіонін і цистин, Кбз ліпідів характеризується невисоким значенням і становить 1,12 та спостерігається незбалансоване співвідношення жирних кислот родин $\omega 3$ і $\omega 6$. Тому виробництво продукції підвищеної біологічної цінності на основі м'яса прісноводних риб потребує комбінування його з іншою сировиною тваринного та рослинного походження.

Системний аналіз сировини рослинного та тваринного походження дозволив обрати наступну сировину для формування кулінарної продукції у вигляді фаршевих виробів: кальмара, сир російський, крупу ману, печериці, моркву, цибулю, сало.

Технохімічна характеристика, харчова та біологічна цінність кальмара

Кальмар відноситься до класу головоногих молюсків, має десять щупалець і тіло з плавниками (рис. 3.1). Видовий склад кальмарів досить різноманітний і налічує до 200 видів. Промислове значення мають командорський (*Berryteuthis magister*), тихоокеанський (*Todarodes pacificus*) кальмари, а також кальмари роду Лоліго, Ілекс і ін. [6].

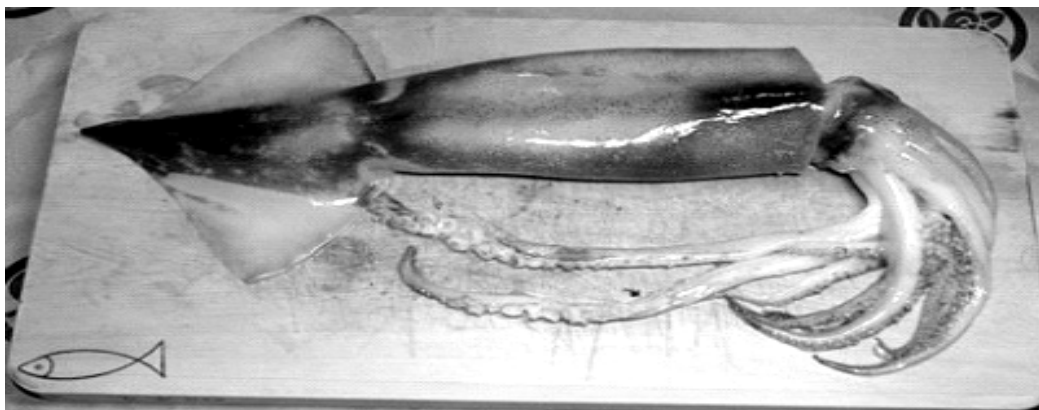


Рис.3.1. Зовнішній вигляд кальмару

Всі органи кальмара розташовані в порожнині тіла, утвореного м'язовою плівкою – мантиєю, яка є основною їстівною частиною кальмара. Мантия складає 46–56% маси тіла кальмара. Щупальця також відносяться до їстівної частини тіла кальмара.

Довжина мантиї *Loligo edulis* досягає 20–40 см, маса – 40–120 г при наступному співвідношенні частин тіла (у % до маси тіла): голова з щупальцями 21,0, мантия 59,0 (в тому числі м'ясо 52,0, шкіра 7,0), нутрощі 19,0, хітинова пластинка 0,8 [6, 7].

Особливістю будови м'язів кальмара є своєрідне розташування сполучної тканини м'язів у вигляді нестійкої до нагріву трьохмірної сітки, яка створена поєднаними зовнішніми та внутрішніми її оболонковими шарами [6].

М'ясо кальмара містить 11–20% білка, 0,6–1,5% жиру, 75–82% води, 0,8–1,4% вуглеводів, 1–1,7% мінеральних речовин, а також макро- і мікроелементи (йод, залізо, кобальт, марганець, фосфор і ін.), вітаміни Е, В₁, В₆, В₂ (0,06–0,25 мг%), РР – (1–1,2 мг%) [7, 8].

Кальмари є цінним джерелом білка. Фракційний склад білків мантиї кальмара представлений саркоплазматичними білками на 54,71 та міофібрилярними – на 35,20%. Вміст НАК у м'ясі кальмара представлено в табл. 3.1 [6, 9, 10].

Таблиця 3.1

Характеристика біологічної цінності білків м'яса кальмара, г/100 г білка

Амінокислоти	Вміст НАК у м'ясі кальмара	«Ідеальний» білок за шкалою ФАО/ВООЗ [1]	Амінокислотний скор білків м'яса кальмара, %
Незамінні, в т. ч.	55,91	36,00	
Валін	5,21	5,00	104,20
Ізолейцин	6,33	4,00	158,25
Лейцин	9,11	7,00	130,14
Лізин	8,56	5,50	155,64
Метіонін + цистин	6,23	3,50	178,00

Закінчення табл. 3.1.

Амінокислоти	Вміст НАК у м'ясі кальмара	«Ідеальний» білок за шкалою ФАО/ВООЗ [1]	Амінокислотний скор білків м'яса кальмара, %
Треонін	5,21	4,00	130,25
Триптофан	1,05	1,00	105,00
Фенілаланін + тирозин	14,21	6,00	236,83

Дані табл. 3.1 свідчать, що білки м'яса кальмара повноцінні, вони не містять лімітуючих амінокислот. Білок кальмара характеризується високою біологічною цінністю та засвоюваністю, амінокислотний склад білків кальмарів практично адекватний амінокислотному складу білків організму людини [11].

Ліпіди кальмарів характеризуються високими показниками біологічної ефективності (табл. 3.2) [6].

Таблиця 3.2

Фракційний склад ліпідів м'яса кальмара

Фракції ліпідів	Масова частка, % від суми фракцій
Фосфоліпіди	33,7
Воски, вуглеводороди	22,1
Моногліцериди	17,5
Стериди	9,7
Дигліцериди	7,8
Вільні жирні кислоти	3,9
Тригліцериди	5,2

Із табл. 3.2 видно, що найбільша частка фракційного складу ліпідів м'яса кальмара належить фосфоліпідам (33,7%). Тригліцериди морських організмів характеризуються кращою засвоюваністю організмом людини (95–97%), ніж тригліцериди олії (89–94%) і жирів наземних тварин (75–88%), завдяки низькій температурі плавлення ліпідів гідробіонтів (22–35 °С).

Вміст жирних кислот у ліпідах м'яса кальмара наведено в табл. 3.3 [6].

Таблиця 3.3

**Вміст жирних кислот
у ліпідах м'яса кальмара**

Найменування жирної кислоти	Масова частка, % від суми жирних кислот	Рекомендована кількість
Поліненасичені, в т. ч.	31,7	11
Арахідонова (C _{20:4}) ω6	1,91	
Ейкозапентаєнова (C _{20:5}) ω3	9,23	
Докозагексаєнова (C _{22:6}) ω3	20,57	
Співвідношення жирних кислот родин ω3 і ω6	1:0,06	1:10–1:4 [12]
K_{б3}	19,86	

Дані табл. 3.7 свідчать, що ліпіди м'яса кальмара характеризуються найбільшим вмістом жирних кислот родини ω3, а саме докозагексаєнковою та ейкозапентаєнковою жирними кислотами. На частку жирних кислот родини ω6 припадає лише 1,9 % за рахунок вмісту арахідонової жирної кислоти, що обумовило співвідношення жирних кислот родин ω3 і ω6 як 1:0,06.

Високим вмістом ейкозапентаєнкової та докозагексаєнкової ω3 ПНЖК пояснюється високе значення показнику K_{б3} ліпідів кальмара, який становить 19,86 (вміст ліпідів прийнято 1,5%), що в 17 разів більше, ніж у ліпідах товстолобика (K_{б3}=1,12) та свідчить про високу біологічну ефективність ліпідів кальмара та доцільність використання його в комбінованих продуктах на основі прісноводної риби з метою підвищення біологічної ефективності ліпідної складової багатокomпонентних продуктів [13].

Особливо варто відзначити, що гідробіонти є єдиним джерелом незамінних ПНЖК $\omega 3$ ейкозапентаєнової і докозагексаєнової, які не містяться у продуктах рослинного походження [14], тому за вмістом ПНЖК із 4, 5 і 6 подвійними зв'язками ліпіди гідробіонтів є унікальними [15],

Поєднання в кальмарах селену в органічній формі і ПНЖК родини $\omega 3$ сприяє підвищенню оксидантного захисту організму. Ліпіди морських організмів слугують також джерелом важливих за фізіологічними функціями вітамінів (А, В, Е) [15].

У порівнянні з рибною сировиною кальмари характеризуються високим вмістом вуглеводів – глікогену і глюкози, які надають м'ясу кальмарів приємний солодкуватий присмак [6].

Кальмари, як і всі безхребетні, відносяться до об'єктів із високим вмістом азотистих екстрактивних речовин (1200–1770 мг/100 г тканини) (триметіламіноксиду, гексозамінів, вільних амінокислот і ін.) [6], які сприяють виділенню шлункового соку в організмі людини та покращенню процесу травлення.

Таким чином, визначено, що вихід м'яса кальмара становить 52%. Кальмари є цінним джерелом білка (11–20%). Білки м'яса кальмара не містять лімітуючих амінокислот. Ліпіди кальмарів багаті на незамінні ПНЖК, особливо родини $\omega 3$ ейкозапентаєнову і докозагексаєнову жирні кислоти. $K_{\omega 3}$ ліпідів кальмара в 17 разів вищий за $K_{\omega 3}$ ліпідів товстолобику. Завдяки високому вмісту мінеральних елементів, вітамінів, розташуванню сполучної тканини м'язів кальмара в вигляді трьохмірної сітки, використання кальмара є доцільним при виробництві багатокомпонентних фаршевих виробів на основі прісноводної рибної сировини з метою підвищення біологічної цінності білків, ефективності ліпідів та структурно-механічних властивостей фаршевих виробів.

Характеристика харчової і біологічна цінності сировини рослинного і тваринного походження для виробництва фаршевих напівфабрикатів.

Овочі і плоди є важливим джерелом легко засвоюваних вуглеводів, органічних кислот, вітамінів, мінеральних елементів, смакових і ароматичних речовин. Особливу цінність вони набувають як найважливіші постачальники БАР, що визначають ефективність їх вживання для запобігання і лікування захворювань серцево-судинної системи, хвороб крові, травних органів, нервової системи, порушень обміну речовин і ін. Овочі в свіжому і переробленому вигляді є збудниками процесу відділення шлункового соку та сприяють більш повному перетравленню і засвоєнню в організмі білків, ліпідів і вуглеводів м'яса, риби, круп і інших харчових продуктів.

З овочами надходить в організм низка важливих харчових речовин, які мають велике значення в процесах життєдіяльності людини – незамінні макро-, мікроелементи, вітаміни, харчові волокна, а також інші БАР – кумарини, тритерпеноїди, фітогормони тощо.

Пектинові речовини, які містяться в овочах, мають здатність зв'язувати в травному тракті іони важких металів, радіонукліди з подальшим утворенням нерозчинних комплексів (пектинатів, пектатів), які не всмоктуються і виводяться з організму [16]. Також пектинові речовини пригнічують життєдіяльність гнильних мікроорганізмів, знижують рівень гнильних процесів у кишечнику і, таким чином, забезпечують кращі умови для життєдіяльності корисної кишкової мікрофлори [17].

Підбір рослинних інгредієнтів для обґрунтування технології багатокомпонентних фаршевих напівфабрикатів здійснювали за наступними основними критеріями:

- органолептичні показники (гармонійне поєднання за смаком);
- хімічний склад, харчова цінність (компенсація нутрієнтів рибної сировини за формулою збалансованого харчування);
- технологічна сумісність;
- ресурсна достатність.

Хімічний склад і вміст мікронутрієнтів сировини рослинного та тваринного походження, яка найбільше відповідає вищезазначеним критеріям, наведено в табл. 3.4 [18, 19].

Таблиця 3.4

**Хімічний склад і вміст мікронутрієнтів сировини
рослинного та тваринного походження**

Продукти	Масова частка, %					Мінеральні речовини, мг						Вітаміни, мг					
	води	білка	ліпідів	вуглеводів	клітковини	Натрій	Калій	Кальцій	Магній	Фосфор	Залізо	Каротин	А	В ₁	В ₂	РР	С
Крупа манна	14,0	11,3	0,7	73,3	0,2	22,0	120,0	20,0	30,0	84,0	2,3	–	–	0,1	0,07	1,0	–
Молоко сухе	4,0	25,6	25,0	39,4	–	400	1000	919	139	790	1,1	0,11	0,25	0,20	1,30	0,70	4,0
Морква	88,5	1,3	0,1	7,0	2,1	21	200	51	38	55	1,2	9,0	–	0,06	0,07	1,0	5
Олія соняшн. рафін.	0,1	0	99,9	0	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Печериці	90,6	2,5	0,7	1,6	2,6	–	277	4	–	84	5,2	–	–	0,02	0,30	4,6	30
Сало	3,6	5,4	91,0	0	–	64,8	316	8	27	170	1,9	–	–	0,4	0,2	–	–
Сир тв. російський	40,0	23,4	30,0	0,0	–	1000	116	1000	47,0	544	0,6	0,17	0,26	0,04	0,30	0,30	1,6
Хліб пшеничний	34,3	7,9	1,0	51,9	–	368	133	25	35	86	1,6	–	–	0,16	0,08	1,59	–
Цибуля ріпчаста	86,0	1,7	–	9,5	1,3	18	175	31	14	58	0,8	сл.	–	0,05	0,02	0,20	10

Із даних табл. 3.4 видно, що овочі характеризуються високим вмістом макро-, мікроелементів, вітамінів, води та низьким вмістом ліпідів. Цибуля містить багато вітаміну С (25% добової потреби для дорослої людини/100 г) та специфічний флавоноїд кверцетин, а також сапоніни, фітонциди, органічні кислоти, ефірні олії, які надають особливий запах і присмак стравам із її додаванням. Цибуля виділяє бактерицидні речовини, які вбивають дизентерійні, тифозні, кишкові палички, протеї, стафілококи, холерні і парахолерні вібріони [20].

Морква є джерелом β -каротину, який перетворюється в організмі людини в вітамін А. β -каротин характеризується високою стійкістю до дії підвищених температур, втрати в процесі теплової обробки становлять до 10% його кількості. Крім того морква містить харчові волокна та вітамін РР (4 і 5% добової потреби для дорослої людини/100 г відповідно) [21].

Харчова цінність грибів залежить від різних чинників: метеорологічних і ґрунтових умов, віку грибів тощо. Молоді гриби містять більше цінних харчових речовин, ніж великі старі гриби [19]. Печериці займають почесне місце серед грибів, вони містять близько 2% білків, 0,7% ліпідів, 1,6% вуглеводів. До складу ліпідів печериць входить цінна речовина – лецитин. З вуглеводів у печерицях містяться: глюкоза, трегалоза – грибний цукор, глікоген, фунгін і геміцелюлоза. В печерицях містяться такі органічні кислоти, як щавлева, яблучна, винна. Вміст мінеральних речовин в грибах складає: калій – 277, фосфор – 84, залізо – 5,2 мг/100 г. Багаті гриби вітамінами, особливо групи В, яких в цих грибах більше, ніж в багатьох інших продуктах харчування [19].

Висока цінність грибів у харчуванні людини обумовлена наявністю в них значної кількості екстрактивних (36–56%) (наприклад, вільних амінокислот, фунгіна) і ароматичних речовин (смол, ефірних олій), що не мають аналогів у діяльності слинних залоз і залоз шлунку, поліпшують діяльність органів травлення [19], сприяють зниженню вмісту холестерину в організмі людини.

Хліб пшеничний, завдяки високому вмісту вуглеводів (51,9%), широко використовують у приготуванні виробів із фаршевої маси на основі м'ясної та рибної сировини для надання їй необхідної структури. Полісахариди хлібу (крохмаль), разом із білками, приймають участь у формуванні структури фаршевих виробів, вони є гарними структуроутворювачами, міцно зв'язують воду, збільшують в'язкість. При недостатньому вмісті хліба, вироби характеризуються недостатньою соковитістю та пружністю. Надлишок вмісту хліба також небажаний, оскільки призводить до появи у готових виробах мазкої консистенції та хлібного присмаку[22].

Крупа манна містить 11,3% білків, 0,7% ліпідів, вітаміни В1 і РР. Структура цієї крупи та високий вміст вуглеводів (73,3%) дозволяють використовувати її при виробництві фаршевих виробів із рибної та м'ясної сировини для надання виробам однорідної, пружної консистенції.

Сухе молоко містить 25,6% білків, 25% ліпідів, мінеральні елементи, особливо калій (1000 мг/100 г), кальцій (919 мг/100 г), фосфор (790 мг/100 г), вітаміни А, В₂, С (див. табл. 3.8). Сухе молоко має стабілізуючий та антиденатураційний ефект на білки риби при низькотемпературному зберіганні фаршевих виробів (зокрема зі м'яса риби електрони Карлсберг [23]), покращує консистенцію і колір фаршу. Проте, варто відзначити, що характер дії такої добавки до фаршу визначається як її дозуванням, так і видом риби, з якої фарш виготовлений, технохімічним складом риби.

Сир твердий характеризується вмістом білків (23,4%), калію (1000 мг/100 г), кальцію (1000 мг/100 г), фосфору (544 мг/100 г), вітамінів А, В₂, РР, С (див. табл. 3.4), а також сприятливою збалансованістю кальцію, фосфору і магнію [18], має позитивний вплив на смакові якості рибних фаршевих виробів.

Встановлено, що внесення олії, сала, масла вершкового та інших жирів і жировмісних препаратів є одним із способів поліпшення ніжності, соковитості та смаку рибних продуктів [23–25].

Із літературних джерел відомо, що додавання олії змінює текстуру гелю рибного білка наступним чином: підвищує стійкість гелю до процесів розморожування, що в свою чергу попереджає утворення пористої структури гелю, подібної до губки, зводить до мінімуму структурні зміни гелю в процесі термічної обробки, знижує його гумовість [23–25].

Олії містять фосфоліпіди (до 1400 мг%) (лецитин, який регулює вміст холестерину в організмі), стерини (до 300 мг%) (гальмують всмоктування холестерину з кишечника), скополетин (має спазмолітичну і гіпоглікемічну активність), мають високу Е-вітамінну активність за рахунок вмісту альфа-токоферолу (до 60 мг%). Вітамін Е є природним антиоксидантом, який захищає ПНЖК у фосфоліпідах мембран від пероксидації, перешкоджає окиснення ліпідів [10].

Крім цього, олії є природним джерелом жирних кислот, особливо ПНЖК родини $\omega 6$ (табл. 3.5), і завдяки цьому проявляють біологічну активність по ліквідації синдрому недостатності есенційних жирних кислот [10, 12].

Таблиця 3.5

Жирнокислотний склад ліпідів олії соняшникової та сала

Найменування жирної кислоти	Вміст жирних кислот, г/100 г продукту		Рекомендована кількість, г/добу [26]
	олія соняшникова	сало	
Насичені, в т. ч.	11,3	33,23	25
C _{16:0} (пальмитинова)	6,2	20,64	–
C _{18:0} (стеаринова)	4,1	11,0	–
Мононенасичені, в т. ч.	23,7	41,85	30
C _{18:1} (олеїнова)	23,7	38,7	–
Поліненасичені, в т. ч.	59,8	10,41	11
C _{18:2} (линолева) $\omega 6$	59,8	9,45	–
Співвідношення жирних кислот родин $\omega 3$ і $\omega 6$	0	1:16	1:10 - 1:4 [12]
K₆₃	0	0	–

Як видно з табл. 3.5, фракція ПНЖК в олії соняшниковій переважає та представлена здебільшого лінолевою жирною кислотою. ПНЖК олії характеризуються високим вмістом жирних кислот родини $\omega 6$ і практично не містять жирні кислоти родини $\omega 3$, що обертає співвідношення $\omega 3$ і $\omega 6$ в 0.

Сало характеризується високим вмістом МНЖК, НЖК, жирних кислот родини $\omega 6$ (лінолева, арахідонова); співвідношення жирних кислот родин $\omega 3$ і $\omega 6$ наближене до рекомендованого значення (1:10) та становить 1:16.

Проте ліпіди олії соняшnikової та сала характеризуються низьким вмістом біологічно активних жирних кислот із 5 і 6 подвійними зв'язками, що обумовлює низький K_{63} ліпідів цієї сировини.

Якщо прийняти, що 100 г «ідеального» ліпіду містить 25 г НЖК, 30 г МНЖК і 11 г ПНЖК, коефіцієнт ефективності ліпідів (з урахуванням засвоєння ліпідів за лімітуючою фракцією) становить для таких жировмісних інгредієнтів як сало – 0,737, товстолобик – 0,612, сир твердий – 0,312, кальмар – 0,190, олія соняшnikова – 0,151. Із отриманих даних видно, що сало має найкращу збалансованість НЖК, МНЖК та ПНЖК за прийнятими параметрами, але індивідуальні ліпідні інгредієнти не забезпечують оптимальних показників за всіма характеристики біологічної ефективності ліпідів.

Отже, поєднання в ФШН олії соняшnikової та сала сприятиме не тільки поліпшенню смаку і консистенції багатокомпонентних виробів, але й гармонізації їхнього жирнокислотного складу за принципом доповнення лімітуючих і зменшення надлишку окремих жирних кислот.

Основними промисловими видами водоростей є бурі водорості – ламінарія (*Laminaria digitata*, *L. saccharina* ін.), макроцісцис, нереоцісцис, аларія, ундарія, еклонія, фукуси (*Fucus vesiculosus*, *F. inflatus*, *Ascophyllum nodosum* і ін.), аскофілум, ейзенія та ін [27].

Хімічний склад водоростей непостійний та змінюється під час зростання і накопичування ними сухих речовин. Тканини бурих водоростей містять в середньому 75–80% води, вміст білка в перерахунку на суху речовину коливається від 6 до 25%,

ліпідів – 1–3 %, вуглеводів – 48–70 %, альгінової кислоти – 15–40%, маніту 10–12%, ламінаріну 5–7%, розчинних солей 22%, золи – 9–28%, інших речовин 22% [16, 27]. Висушені водорості містять до 20% води.

Особливість білків бурих водоростей полягає в тому, що вони містять моно- і дийодамінокислоти (моно- і дийодтирозин, дийодтиронін і тироксин), які приймають участь у регулюванні діяльності щитовидної залози людини [28]. Переважну більшість амінокислот білків бурих водоростей складають глютамінова кислота (41,9–51), аланін (16,8–19,6), аспарагінова кислота (9,2–10,2% до загального вмісту вільних амінокислот), які обумовлюють смакові якості бурих водоростей.

Ліпіди водоростей представлені тригліцеридами, НЖК, в основному лінолевою і ліноленою. До складу ламінарії входять жироподібні речовини – стерини, молекули яких здатні утворювати з холестерином нерозчинні комплекси і виводити його з організму [6].

Альгінова кислота в тканинах водоростей зв'язана з моно- і полівалентними катіонами металів у вигляді розгалужених гелевих структур та має здатність сорбувати воду масою майже в 300 разів більше власної [27]. Альгінова кислота, так само як альгірати, зв'язує та виводить із організму натрій, токсини, радіонукліди, хвороботворні бактерії [28].

Ламінарія багата на макро- і мікроелементи, у тому числі калій, натрій, магній, йод, залізо, селен, титан, бром, кобальт, молібден та інші [5, 27–29], що робить її цінною сировиною в якості джерела мінеральних речовин. Бурі водорості містять велику кількість йоду (0,398% від маси сухої речовини), основна частина якого знаходиться в вигляді органічних сполук, що сприяє кращому засвоєнню йоду організмом людини без передозування. Використання ламінарії в якості джерела органічного йоду в продуктах харчування має переваги над неорганічними джерелами йоду, а саме втрати йоду після теплової обробки м'ясних кулінарних виробів із використанням фукусу становили 39, а з йодидом калію – 58% [30, 31]. Втрати йоду при нагріванні страв із риби і м'яса до стану сильного кипіння становлять в середньому до 50, страв із овочів та фруктів – до 30 % йоду [32].

Також водорості містять селен (0,0002 г/100 мг сухої речовини), основна біологічна функція якого в організмі полягає в побудові активних центрів деяких ферментів, які є ключовою ланкою в системі захисту організму від дії перекисних сполук. Використання в якості харчового джерела селену його неорганічних солей є небажаним, внаслідок значних втрат селену за рахунок швидкого виведення його метильованих похідних з потом і сечею та високий ризик інтоксикації в разі передозування. Органічні форми селену, які містяться у водоростях, значною мірою позбавлені вказаних недоліків [33].

Бурі водорості містять широкий спектр вітамінів (мг на 1 кг сухої речовини): B_1 – до 5, B_2 – 5–10, B_{12} – до 0,003, А – 35–80, С – 550–1650, Е – 260–450, Н – 0,1–0,4 та інші [29].

Завдяки високому вмісту клітковини (7% до маси сухої речовини) водорості поліпшують моторику кишечника, сприяють виведенню радіонуклідів [34].

Отже, водорості є біологічно цінною сировиною, додавання якої до продуктів харчування дозволяє збільшити надходження в організм людини цінних макро- і мікроелементів та сприяє елімінації з організму радіонуклідів, надає харчовим продуктам радіопротекторні властивості.

При виробництві харчових продуктів на основі рибної сировини для надання приємного запаху і присмаку використовують прянощі: перець чорний мелений, кріп, петрушку, орегано, корінь селери тощо. Відомо, що чорний і зелений перець, часник відносяться до прянощів із вираженою антиокислювальною дією [23, 35].

Таким чином, кальмари є джерелом повноцінного білка, біологічно ефективних ліпідів (K_{63} ліпідів 19,86), макро- і мікроелементів. Використання моркви в напівфабрикатах дозволяє збагатити фаршеві вироби β -каротином, вітаміном С, харчовими волокнами; грибів – екстрактивними і ароматичними речовинами, а також мінеральними речовинами (калій, фосфор, залізо) і вітамінами B_1 , B_2 , РР; водоростей – необхідними макро- і мікроелементами (йод та інші); крупи манної – надати пружну консистенцію виробам, сиру твердого – збагатити білками, калієм, кальцієм, фосфором, вітамінами А, B_2 , РР, С;

сухого молока – білками, кальцієм, фосфором, вітамінами А, В₂, С, забезпечити антиденатураційний вплив на білки гідробіонтів при низькотемпературному зберіганні, поліпшити запах і колір продукції.

З урахуванням основних принципів комбінаторики науково обґрунтовано поєднання олії соняшникової і сала, що гармонізує жирнокислотний склад фаршевих напівфабрикатів за принципом доповнення та зменшення надлишку окремих жирних кислот, сприяє поліпшенню смаку і консистенції виробів. Доцільність використання водоростей, що дозволяє збагатити фаршеві вироби незамінними макро- і мікроелементами, клітковиною та амінокислотами. Поєднання обраних інгредієнтів у фаршевих виробках забезпечить формування продукту харчування підвищеної біологічної цінності.

3.2. Обґрунтування та розроблення технології фаршевих швидкозаморожених напівфабрикатів на основі гідро біонтів і сировини тваринного і рослинного походження

Цінність продуктів харчування визначається їх здатністю задовольняти потреби людини в енергії та пластичному матеріалі, а також органолептичними показниками, в т. ч. консистенцією. Тому надання харчовим виробам заданої форми і структури є однією з важливих завдань їх технологій.

Літературні дані свідчать, що внаслідок поєднання промитого фаршу з мінтаю та фаршу з м'яса кальмара в результаті «застигання» білка утворюється гель [8, 36]. Проте, комбіновані композиції є дуже індивідуальними, оскільки функціональні властивості білків можуть змінюватися в результаті взаємодії з іншими компонентами реальної харчової системи. Розташування сполучної тканини в м'язах кальмара в вигляді трьохмірної сітки білкового гелю [8] має інтерес для вивчення процесу формування структури комбінованих фаршевих виробів.

Приготування дослідних зразків фаршу для визначення впливу м'яса кальмара на структурно-механічні властивості фаршу з м'яса товстолобика проводили відповідно до модельних композицій, наведених в табл. 3.6.

Таблиця 3.6

Модельні композиції дослідних зразків фаршу [47]

№ зразку	Масова частка гідробіонту, %	
	товстолобика	кальмара
1	100	0
2	95	5
3	90	10
4	85	15
5	80	20
6	75	25
7	70	30
8	0	100

Результати досліджень структурно-механічних властивостей за глибиною занурення індентору в фарш залежно від вмісту м'яса кальмара наведено в табл. 3.7.

Таблиця 3.7

Вплив масової частки м'яса кальмара на глибину занурення індентору ($n=5, p \leq 0,05$) [47]

№ зразку	Масова частка м'яса кальмара в фарші з м'яса товстолобика, %	Середня глибина занурення індентору, мм
1	0	$20,0 \pm 0,0$
2	5	$20,0 \pm 0,0$
3	10	$20,0 \pm 0,0$
4	15	$16,7 \pm 0,5$
5	20	$15,3 \pm 0,5$
6	25	$15,0 \pm 0,0$
7	30	$13,3 \pm 1,1$
8	100	$9,7 \pm 0,5$

Із табл. 3.7 видно, що зі збільшенням масової частки м'яса кальмара в фарші з м'яса товстолобика глибина занурення індентору зменшується. Графік залежності відносної сили пенетрації увід вмісту м'яса кальмара в фарші x наведено на рис. 3.2.

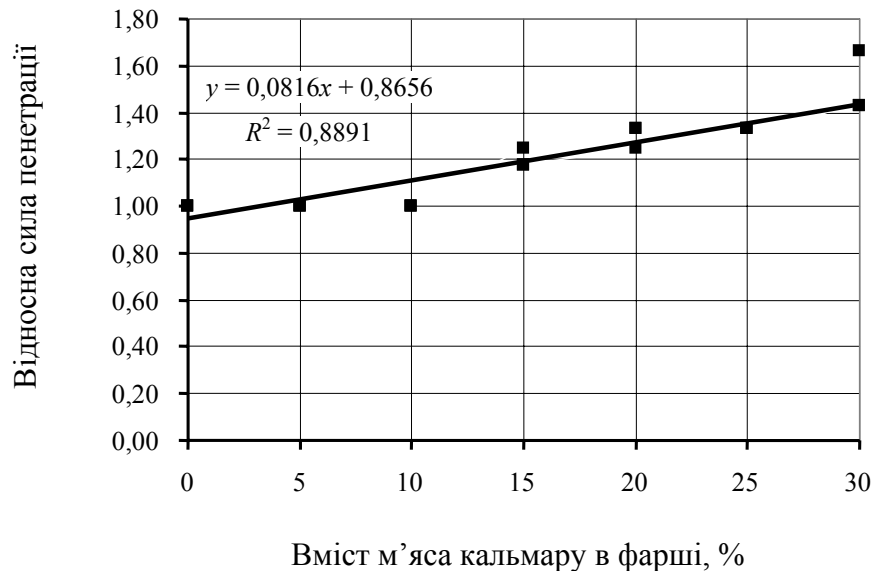


Рис. 3.2. Вплив вмісту м'яса кальмара на відносну силу пенетрації фаршу з товстолобика [37]

Аналіз отриманих даних свідчить, що м'ясо кальмара суттєво впливає на консистенцію фаршу з м'яса товстолобика: фарш із м'яса товстолобика при додаванні кальмара стає більш пружним. Залежність $y=f(x)$ має вигляд $y = 0,0816x + 0,8656$.

Порівняльний аналіз вимірювання структурно-механічних властивостей та сенсорної оцінки консистенції фаршу дозволили визначити наступну закономірність (табл. 3.8).

Таблиця 3.8

Характеристика сенсорної оцінки консистенції фаршу відповідно до відносної сили пенетрації [37]

Відносна сила пенетрації	Сенсорна оцінка консистенції фаршу
менше 1,0	Слабкопружний, рихлий
1,0–1,5	Пружний, еластичний
більше 1,5	Дуже щільний, гумоподібний, збитий

Фарш із відносною силою penetрації менше 1,0 (вміст м'яса кальмара до 10%) характеризується рихлою, розсипчастою консистенцією; від 1,0 до 1,5 – пружною та еластичною консистенцією (вміст м'яса кальмара 15–25%); більше 1,5 – дуже щільною, гумоподібною консистенцією (вміст м'яса кальмара більше 30%) [37].

Збільшення пружності у фарші з м'яса товстолобика при збільшенні в ньому масової частки м'яса кальмара з 15 до 25% можна пояснити тим, що на стадії змішування фаршу між білками починається процес формування структури білкового гелю, в якому відбувається конформаційний перехід макромолекул, внаслідок чого утворюються їх агрегати, які є частинами дисперсної ліофільної фази. При збільшенні числа таких часток завдяки водневим зв'язкам виникають контакти між агрегатами та утворюється об'ємна структура білкового гелю, що забезпечує відповідні механічні властивості системи-фаршу (в'язкість, міцність, пружність, еластичність) [38]. Крім цього, завдяки вмісту в м'ясі кальмара великої кількості сірковмісної амінокислоти цистину, структура комбінованого фаршу набуває пружності внаслідок утворення дисульфідних S-S-, S-H-зв'язків між білками кальмара і товстолобика.

Таким чином, експериментально доведено вплив білків м'яса кальмара на структурно-механічні властивості комбінованого фаршу з товстолобика. Зі збільшенням вмісту м'яса кальмара від 0 до 100 % в фарші з м'яса товстолобика сила penetрації досліджуваних зразків зростає, що свідчить про зміну консистенції фаршу. Встановлено, що фарш із значеннями відносної сили penetрації 1,2–1,3 і масовою часткою м'яса кальмара 15–25% характеризується високою пружністю для виробництва з нього напівфабрикатів високої якості, порівняно з фаршем із м'яса товстолобика без додавання кальмара та при іншому співвідношенні компонентів.

ВЗЗ білків є показовою величиною, яка характеризує структуроутворюючі властивості продуктів [39]. Також здатність білків утримувати воду в харчових продуктах підвищує їх вихід і покращує консистенцію.

Додавання м'яса кальмара в фарш із м'яса товстолобика направлено на підвищення величини ВЗЗ фаршевої суміші та використовується як сировина білкового походження, яка має емульгуючу дію та забезпечує підвищення концентрації розчинних білків у системі та підвищення харчової цінності продукції [40].

Визначали значення ВЗЗ білків у зразках із різною долею м'яса кальмара в 1 та 90 день зберігання при температурі мінус 18 °С (рис. 3.3).

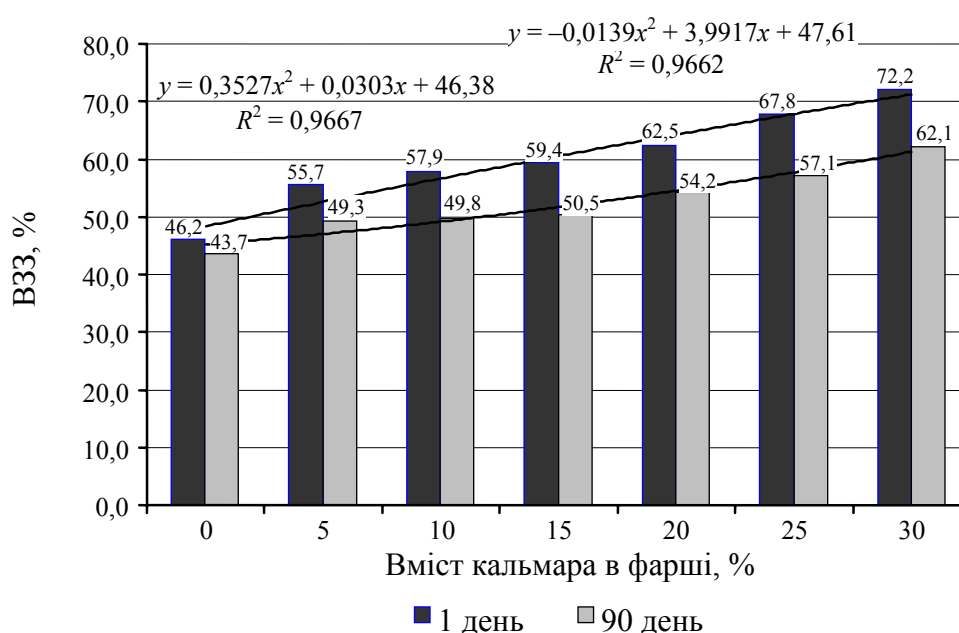


Рис. 3.3. Вплив вмісту м'яса кальмара на водозв'язуючу здатність білків фаршу з товстолобика [37]

Дані рис. 3.3 свідчать, що ВЗЗ білків фаршу з м'яса товстолобика становить 46,2 і 43,7% у 1 та 90 день зберігання відповідно, що характеризує якість фаршу за цим показником як незадовільну (ВЗЗ менше 50%). ВЗЗ білків фаршу з м'яса кальмара (100%) – 76,1 і 69,4% у 1 та 90 день зберігання відповідно. Зі збільшенням вмісту м'яса кальмара в фарші з м'яса товстолобика ВЗЗ білків комбінованого фаршу в 1 день зберігання збільшується: при додаванні 5% м'яса кальмара до фаршу з товстолобика значення ВЗЗ комбінованого фаршу становить 55,7, 10% – 57,9, 15% – 59,4, 20 % – 62,5, 25% – 67,8, 30% – 72,2%, відповідно [40].

Після зберігання комбінованого фаршу протягом 90 днів показники ВЗЗ всіх зразків зменшилися в середньому на 12%, проте залежність ВЗЗ білків від вмісту м'яса кальмара в фарші з товстолобика залишилася прямо пропорційною. Зразки фаршу товстолобика зі вмістом м'яса кальмара 0, 5 і 10% після 90 днів зберігання характеризуються значеннями ВЗЗ білків менше 50%; зразки фаршу зі вмістом м'яса кальмара 15, 20, 25, 30 і 100% – 50,5, 54,2, 57,1, 62,1 і 69,4,% відповідно, що свідчить про високу якість модельних композицій фаршу з м'яса товстолобика та масовою часткою м'яса кальмара 15–100%.

Для визначення впливу м'яса кальмара на ВЗЗ білків та вихід смажених виробів визначено залежність ВЗЗ білків смажених зразків від масової частки м'яса кальмара та втрати маси виробів після термічної обробки. Результати досліджень наведено на рис. 3.4.

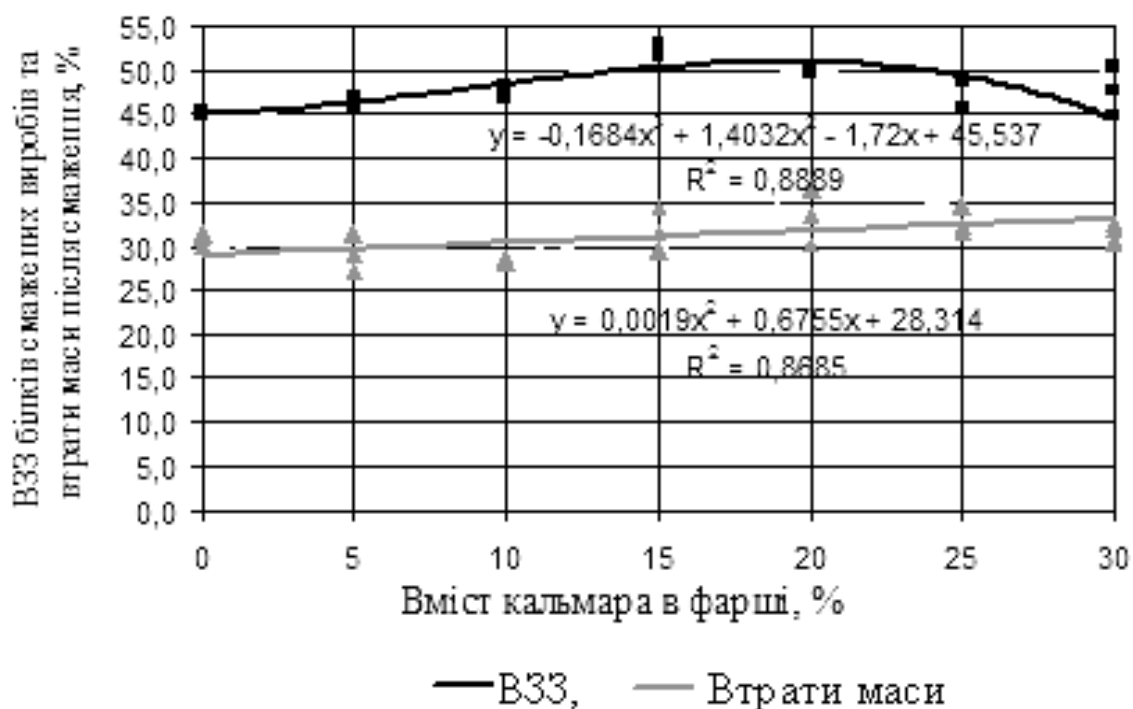


Рис. 3.4. Вплив вмісту м'яса кальмара на водозв'язуючу здатність білків смажених зразків фаршу з товстолобика та втрати маси в фарші [41]

Данні рис. 4.3 вказують, що залежність ВЗЗ білків смажених зразків від масової частки м'яса кальмара в фарші має нелінійний характер. Так, ВЗЗ смажених зразків із фаршу товстолобика становить 45,1%, при додаванні 5, 10 та 15% м'яса кальмара ВЗЗ цих смажених зразків збільшується і становить 46,4, 47,5 і 52,2% відповідно. При додаванні 20, 25, 30 і 100% м'яса кальмара ВЗЗ цих смажених зразків зменшується і становить 49,8, 47,8, 47,7 і 35,3% відповідно. Такі дані свідчать про те, що білки м'язів кальмара є менш стійкими до дії високих температур, ніж білки м'язів товстолобика. Проте додавання м'яса кальмара в кількості від 5 до 15% сприяє збільшенню ВЗЗ білків смажених зразків. Зразок із додаванням 15% м'яса кальмара характеризується найбільшим значенням ВЗЗ білків смажених зразків.

З рис. 3.4 видно, що втрати маси зразків комбінованого фаршу при смаженні знаходяться в зворотній залежності від ВЗЗ білків фаршу. Так, у зразках де ВЗЗ збільшується, втрати маси – зменшуються (зразки фаршу з м'яса товстолобика з додаванням 5 і 10% м'яса кальмара). У зразках зі вмістом м'яса кальмара від 15 до 100% втрати маси при смаженні збільшуються від 31,7 до 37,3%.

Таким чином, аналіз впливу м'яса кальмара на ВЗЗ білків фаршу з товстолобика, ВЗЗ білків смажених виробів та втрати маси при смаженні, показав, що зі збільшенням вмісту м'яса кальмара в фарші з м'яса товстолобика ВЗЗ білків комбінованого фаршу збільшується. Зразки фаршу з масовою часткою м'яса кальмара 15, 20, 25 і 30% після 90 днів зберігання характеризуються високою якістю за показником ВЗЗ білків (69,4, 50,5, 54,2 і 62,1% відповідно). Визначено, що залежність ВЗЗ білків смажених зразків фаршу з м'яса товстолобика від вмісту м'яса кальмара має нелінійний характер. Зразок зі вмістом м'яса кальмара 15% після смаження характеризується найбільшим показником ВЗЗ серед інших. Найменшими втратами маси після смаження серед зразків із додаванням м'яса кальмара характеризуються зразки з 5, 10 і 15% м'яса кальмара (28,4, 29,1 і 31,7% відповідно).

Структурутворюючі властивості солі кухонної полягають в її здатності переводити деякі солерозчинні білки (зокрема частково актоміозин) у розчинну форму. Відбувається стабілізація системи білкового геля, представленого м'язовою тканиною риби, підвищується його в'язкість. Такі зміни обумовлені збільшенням гідрофільності білків і, як наслідок, їхньою здатністю до гелеутворення. При цьому збільшується ВЗЗ, а також, ймовірно, відбувається пептизація міофібрилярних білків, які при термічному обробленні коагулюють із утворенням сітчастої структури. Це дає можливість зберігати форму продукту після термічної обробки, що має велике значення в технологіях фаршевих виробів [41].

Дослідження проводили для діапазону використання концентрації солі 0,5–2,5%, що зумовлено смаковими характеристиками харчового продукту. Результати досліджень зміни ВЗЗ білків фаршу з м'яса товстолобика залежно від вмісту солі кухонної наведено на рис. 3.5.

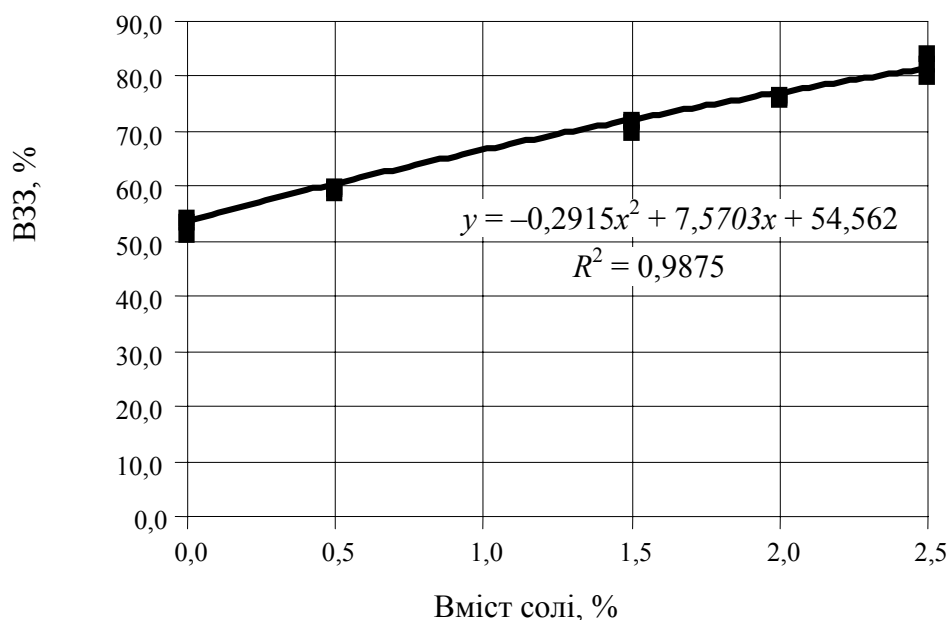


Рис. 3.5. Вплив масової частки солі кухонної на водозв'язуючу здатність білків фаршу з м'яса товстолобика

Джерело: розроблено автором.

З рис. 3.5 видно, що ВЗЗ білків фаршу з м'яса товстолобика без додавання солі характеризується найнижчим значенням і становить 54,9%. При додаванні солі ВЗЗ білків фаршу збільшується з 59,4 (0,5%), 69,2 (1,0%), 71,0 (1,5%), 76,0 (2,0%) до 82,0 % (2,5% солі).

За консистенцією та кольором зразки фаршу без додавання та з 0,5% солі кухонної характеризуються як рихлі, розсипчасті; при додаванні 1,0% солі консистенція фаршу набуває пружності; 1,5 – 2,5% солі – фарш стає пластичним та еластичним, колір фаршу – більш світлим. За смаковою характеристикою вироби зі вмістом солі 2,0 і 2,5% охарактеризовані як занадто солоні.

Визначено вплив солі кухонної на ВЗЗ білків фаршу з м'яса товстолобика з додаванням м'яса кальмара (відносно встановленої раніше оптимальної частки м'яса кальмара (15%) в фарші з м'яса товстолобика). Результати досліджень наведено на рис. 3.6.

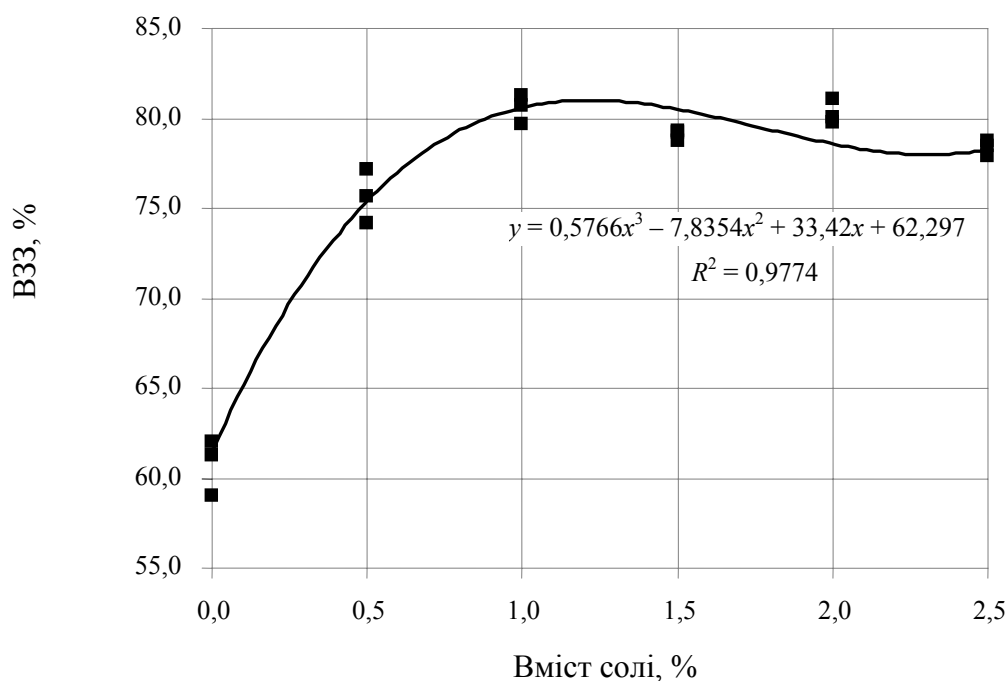


Рис. 3.6. Вплив масової частки солі кухонної на водозв'язуючу здатність білків фаршу з м'яса товстолобика та кальмара

Джерело: розроблено автором.

З рис. 3.6 видно, що ВЗЗ білків фаршу з м'яса товстолобика та кальмара при введенні солі кухонної в кількості 0,5% зростає від 60,2 до 76,5% та при збільшенні концентрації солі зростає несуттєво. Проте зразок комбінованого фаршу без додавання солі характеризується найнижчим значенням ВЗЗ білків серед інших зразків (60,2%).

Графік залежності відносної сили penetрації у від масової частки солі кухонної в фарші з м'яса товстолобика та кальмара x наведено на рис. 3.7.

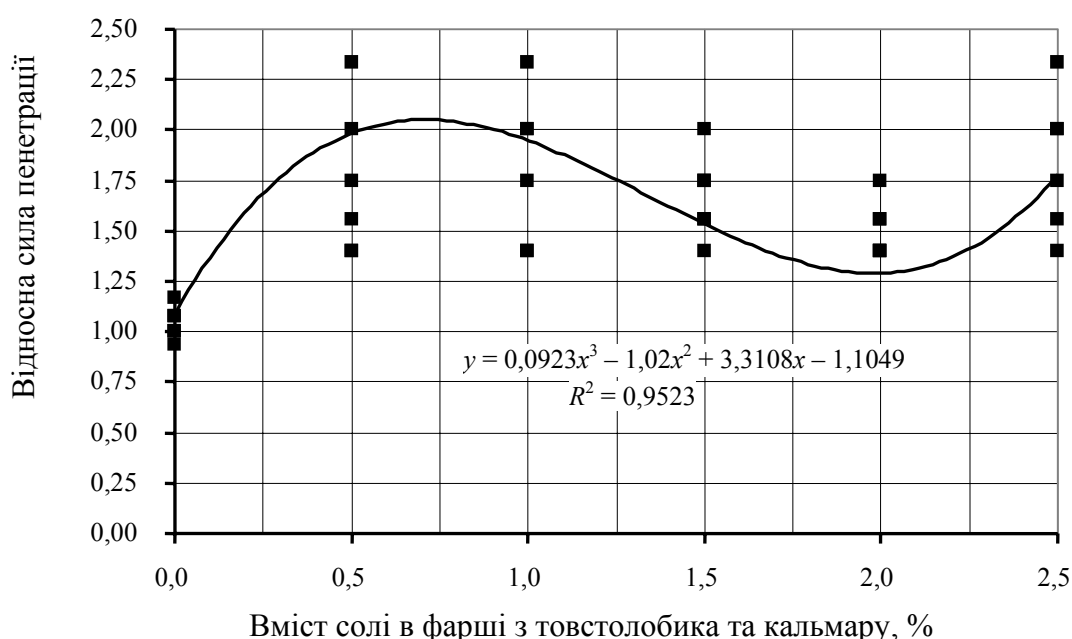


Рис. 3.7. Вплив масової частки солі кухонної на відносну силу penetрації в комбінованому фарші з м'яса товстолобика та кальмара

Джерело: розроблено автором.

Данні рис.3.7 свідчать, що додавання солі кухонної має вплив на консистенцію фаршу з м'яса товстолобика та кальмара. Залежність $y=f(x)$ має вигляд $y = 0,054x^3 - 0,618x^2 + 2,134x - 0,572$. Комбінований фарш без додавання солі характеризується, як рихлий, розсипчастий, малоеластичний, фарш із додаванням 1,5–2,0% солі – як пластичний, відповідно до сенсорної оцінки консистенції фаршу.

Результати досліджень впливу солі кухонної на вихід смажених виробів із фаршу з м'яса товстолобика та кальмара наведено на рис. 3.8.

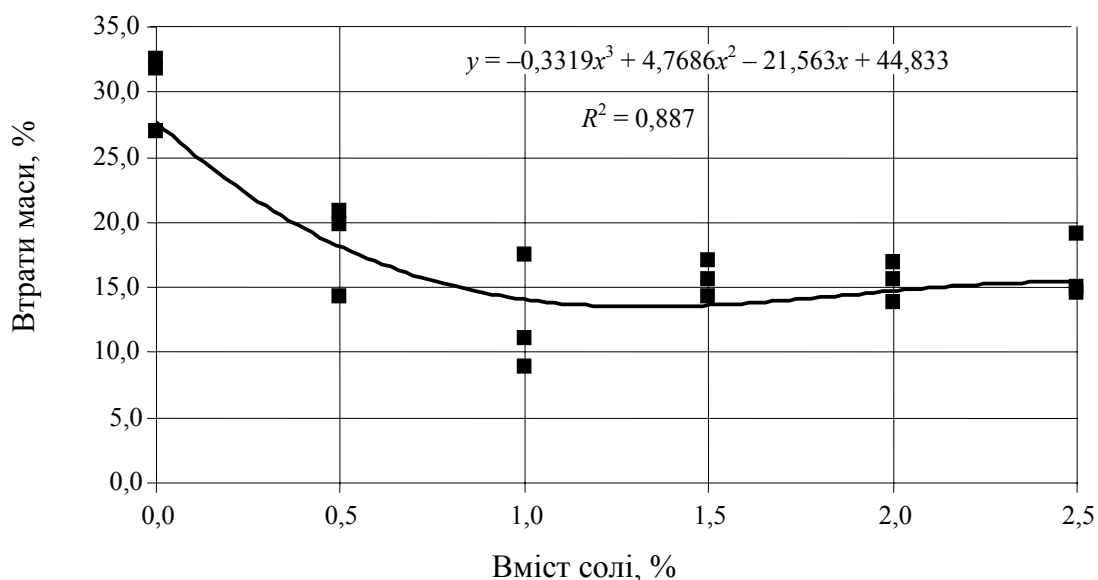


Рис. 3.8. Вплив вмісту солі кухонної на втрати маси смажених зразків фаршу з м'яса товстолобика та кальмара

Джерело: розроблено автором.

Як видно з рис. 4.7, у зразку комбінованого фаршу без солі кухонної втрати маси при смаженні (30,4%) більші, ніж у зразках із додаванням солі: 18,6% (0,5% солі), 14,3% (1,0% солі), 15,8% (1,5% солі), 15,4% (2,0% солі), 16,2% (2,5% солі).

Отже, отримані результати узгоджуються з літературними даними щодо збільшення ВЗЗ білків фаршу з риби при додаванні кухонної солі. Найбільше значення ВЗЗ білків комбінованих фаршевих виробів на основі м'яса товстолобика і кальмара за оптимальних смакових, структурно-механічних характеристик та втрат маси при смаженні досягається при додаванні 1,5% солі кухонної.

З рослинною сировиною, в тому числі з водоростями, у фарш надходить додаткова кількість катіонів натрію, магнію, фосфору і заліза, здатних впливати на заряд білкової молекули та збільшувати ВЗЗ білків фаршу.

З метою рівномірного розподілення водоростей та уникнення утворення комків сухого молока в фарші визначено гідромодуль при гідратації сухих водоростей та молока [41].

Експериментальними дослідженнями встановлено, що при перемішуванні подрібнених до розміру часток 0,4–0,8 мм водоростей ламінарії та фукусу з водою (температурою не більше 20 °С) протягом 2 хв. у співвідношенні 1:1, 1:2, 1:3 і 1:4 вільної води не виділяється, тобто водорості утримують в 4 рази більше води за власну масу. При перемішуванні подрібнених водоростей з водою у співвідношенні 1:5 і 1:6 виділяється вільна вода. Отже, максимальні значення виходу гідратованих водоростей з повністю зв'язаною водою досягаються при гідратації з гідромодулем 1:4.

При перемішуванні сухого молока з водою (температурою не більше 20 °С) у співвідношенні 1:1 протягом 2 хв. досягається повне розчинення сухого молока та утворення гомогенної сметаноподібної маси, що було необхідним для рівномірного розподілення молока в фарші. Збільшення гідромодулю гідратації сухого молока з цією метою не доцільно.

Таким чином, визначено, що раціональними параметрами підготовки водоростей та сухого молока в технології фаршевих напівфабрикатів є попереднє подрібнення сухих водоростей до розміру часток 0,4 – 0,8 мм та гідратація водоростей та сухого молока у воді температурою не більше 20 °С у співвідношенні водоростей і води 1:4, сухого молока і води – 1:1.

Дослідження впливу водоростей на ВЗЗ білків фаршу з м'яса товстолобика проводили на підготовлених зразках. Результати досліджень наведено на рис. 3.9 [41].

Дані рис. 3.9 свідчать, що з додаванням 1, 2 і 4% водоростей до фаршу з м'яса товстолобика збільшується ВЗЗ білків на 43,9, 51,6 і 55, % відповідно до вихідного значення зразку без водоростей, що зумовлено зміною заряду білкової молекули рибної сировини та гелеутворюючою здатністю альгінатів водоростей.

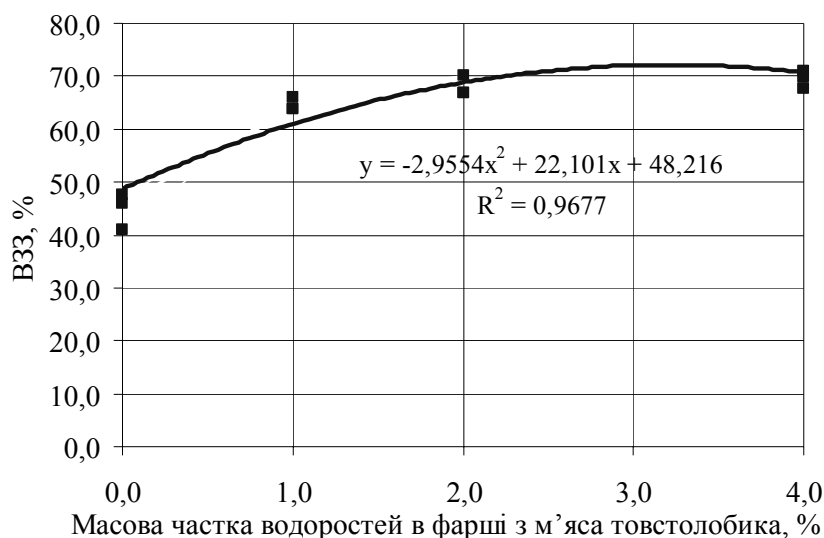


Рис. 3.9. Вплив масової частки водоростей на водозв'язуючу здатність білків фаршу з м'яса товстолобика [41]

Під час дослідження впливу гідратованого молока на ВЗЗ білків фаршу м'яса товстолобика (підготовку зразків див. у розділі 2) встановлено, що зі збільшенням масової частки сухого молока з 8 до 16% у фарші ВЗЗ білків збільшується з 61,5 до 70,6% відповідно (ВЗЗ білків фаршу без додавання сухого молока становить 46,0%).

Таким чином, отримані результати підтверджують збільшення ВЗЗ білків фаршу з м'яса товстолобика при додаванні гідратованих водоростей та молока.

Від ступеню подрібнення сировини залежать реологічні, фізико-хімічні показники фаршу, його ВУЗ, які в сукупності визначають якість продукту. Відомо, що при подрібненні м'язової тканини риби відбуваються не тільки механічні, але й хімічні зміни, які обумовлюють зв'язування води з білками та емульгування жиру. Так, в процесі подрібнення м'язової тканини риби відбувається звільнення актоміозину та його розщеплення на актин і міозин, молекули яких краще поглинають воду і легше переводяться в розчинений стан, ніж комплекс актоміозину. Проте для кожного виду фаршевих виробів існує індивідуальне оптимальне значення ступеню подрібнення, при якому структурно-механічні, фізико-хімічні і органолептичні показники є найкращими.

З метою вивчення впливу розміру діаметрів отворів решітки вовчку та кратності подрібнення сировини на ВЗЗ фаршу на основі м'яса товстолобика з додаванням кальмара та сала були виготовлені дослідні зразки зі встановленим раніше раціональним співвідношенням інгредієнтів: м'ясо товстолобика, кальмара і сало як 3:1:0,5:

- зразок 1А – перше подрібнення м'яса товстолобика на вовчку з діаметром отворів решітки 4 мм, повторне подрібнення – 3 мм, подрібнення кальмара і сала – 3 мм;
- зразок 2А перше і повторне подрібнення м'яса товстолобика – 4 мм, подрібнення кальмара і сала – 3 мм;
- зразок 3А подрібнення м'яса товстолобика, кальмара і сала – 3 мм;
- зразок 4А подрібнення м'яса товстолобика – 4 мм, подрібнення кальмара – 4 мм, сала – 3 мм.

Виготовлені зразки були заморожені при температурі мінус 35 – мінус 40 °С та закладені на зберігання при температурі мінус 18 °С.

Результати досліджень представлені на рис. 3.10.

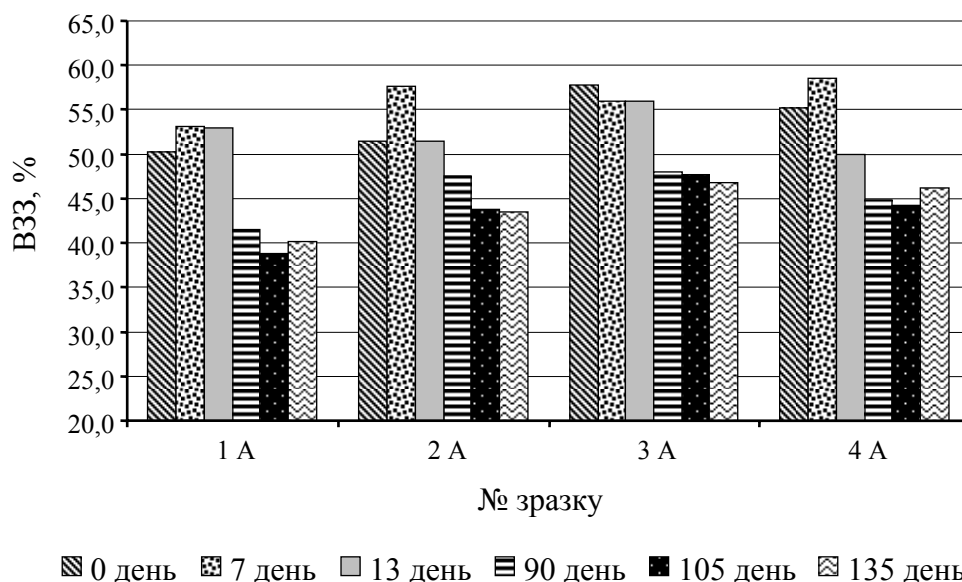


Рис. 3.10. Вплив різного ступеню та кратності подрібнення фаршу різних зразків на водозв'язуючу здатність їх білків під час зберігання

Джерело: розроблено автором.

З рис. 3.10 видно, що протягом 135 днів зберігання зразки 3 і 4А мають значення ВЗЗ білків статистично більші на 5,9 і 3,7% відповідно, ніж зразок 1А, виготовлений з двократним подрібненням сировини на вовчку з діаметром отворів решітки 3 мм ($n=5$, $p \leq 0,05$). Достовірної різниці між зразками 3, 4 і 2А у значеннях ВЗЗ білків не виявлено, проте двократне подрібнення сировини на вовчку з діаметром отворів решітки 4 мм (зразок 2А) ускладнює технологічний процес, у порівнянні з однократним подрібненням сировини (зразки 3 і 4А). Отже, найбільш раціональним способом подрібнення м'яса товстолобика, кальмара та сала є однократне подрібнення сировини на вовчку з діаметром отворів решітки 3 і 4 мм (зразки 3 і 4А відповідно).

Таким чином, для виробництва комбінованого фаршу на основі товстолобика з додаванням кальмара та сала рекомендується однократне подрібнення цієї сировини на вовчку з діаметром отворів решітки 3 або 4 мм.

Послідовність введення інгредієнтів під час перемішування фаршу, а також дотримання температурних параметрів і тривалості процесу відіграють важливу роль у формуванні стабільних систем, визначають технологічні властивості продукції [41].

З метою вивчення впливу послідовності введення інгредієнтів при формуванні фаршевої маси на ВЗЗ білків фаршу були виготовлені дослідні зразки.

Вивчення впливу послідовності введення інгредієнтів при формуванні фаршевої маси на ВЗЗ фаршу проводили у двох напрямках: із білково-ліпідною та ліпідно-білковою послідовністю введення інгредієнтів.

Зразок із білково-ліпідною послідовністю введення інгредієнтів готували наступним чином:

- 1) приготування білкової складової: до подрібненої риби (товстолобик, діаметр отворів решітки вовчку 3 мм) при перемішуванні додавали подрібнене м'ясо кальмара (діаметр отворів решітки вовчку 3 мм), потім послідовно при перемішуванні сухе молоко, подрібнений хліб, яйця, цибулю, сіль, перець, перемішували 2 хв. при температурі не вище 15 °С;

- 2) приготування ліпідної складової: до подрібненого сала (діаметр отворів решітки вовчку 3 мм) при перемішуванні додавали олію соняшникову, водорості сухі, перемішували 2 хв. при температурі не вище 15 °С;
- 3) до білкової складової при перемішуванні вводили ліпідну складову, перемішували 2 хв. при температурі не вище 15 °С.

Зразок із ліпідно-білковою послідовністю введення інгредієнтів готували наступним чином: приготування білкової та ліпідної складової проводили аналогічно. Послідовність введення наступна: до ліпідної складової при перемішуванні вводили білкову складову, перемішували 2 хв. за температури не вище 15 °С.

Результати досліджень впливу різної послідовності введення інгредієнтів на водозв'язуючу здатність білків фаршу представлено в табл. 3.9.

Таблиця 3.9

Вплив різної послідовності введення інгредієнтів на водозв'язуючу здатність білків фаршу ($n = 5, p \leq 0,05$) [41]

Зразки	ВЗЗ, %		
	день виготовлення	7 день	90 день
Зразок із білково-ліпідною послідовністю введення інгредієнтів	$63,9 \pm 0,15$	$62,6 \pm 1,06$	$58,8 \pm 1,25$
Зразок із ліпідно-білковою послідовністю введення інгредієнтів	$57,8 \pm 0,56$	$57,5 \pm 2,14$	$54,3 \pm 0,52$

Дані табл. 3.9 свідчать, що зразки з білково-ліпідною послідовністю введення інгредієнтів характеризуються вищими значеннями ВЗЗ білків протягом усього терміну зберігання. Це пояснюється тим, що при попередньому підготовленні білкової складової в ній завдяки вмісту білкових інгредієнтів (м'яса товстолобика, кальмара, сухого молока, яєць) утворюється білково-водний просторовий каркас. При поступовому введенні ліпідної складової часточки жиру з неї заповнюють комірки сформованого білково-водного каркасу, рівномірно розподіляються, утворюється стабільна система фаршевої маси.

Математичне моделювання харчових композицій фаршевих напівфабрикатів

Принципи і методи математичного моделювання нових продуктів із заданими параметрами біохімічного складу, органолептичних та структурно-механічних властивостей широко використовуються в харчовій промисловості [21, 42–46]. Відомо, що окремі харчові продукти не забезпечують надходження всіх необхідних організму людини нутрієнтів у достатніх кількостях і співвідношеннях. Тому комбінування різних інгредієнтів в технології продуктів харчування останнім часом набуває все більшої популярності та дозволяє легко змінювати склад харчового раціону, робити його індивідуальним і оптимальним, адаптувати до сучасних умов життя.

Метою математичного моделювання було розроблення фаршевих напівфабрикатів підвищеної біологічної цінності та ефективності порівняно з контролем, шляхом комбінування прісноводної риби, кальмара та сировини тваринного і рослинного походження.

При розробленні напівфабрикатів використано принцип харчової комбінаторики, в основу якого покладено кількісний підбір інгредієнтів, які у сукупності забезпечують вміст у напівфабрикатах НАК, жирних кислот, мінеральних елементів відповідно до вимог адекватного харчування [26], а також високі органолептичні показники продукту.

Критерії оптимізації, за якими здійснювалося комп'ютерне моделювання, та основні етапи розроблення фаршевих напівфабрикатів на прикладі ФШН з додаванням моркви представлено на рис. 3.11.

Розроблення фаршевих напівфабрикатів здійснювалося в декілька етапів:

На першому етапі сформовано інформаційний банк даних на основі довідникових таблиць по хімічному складу харчових продуктів [47], який включає 4 елементних блока: інгредієнти, індексовані змінні (позначені як X_i), хімічний і біохімічний склад інгредієнтів [38].

**Глава 3. ТЕОРЕТИЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ТА РОЗРОБЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ
ШВИДКО ЗАМОРОЖЕНИХ ФАРШЕВИХ НАПІВФАБРИКАТІВ...**

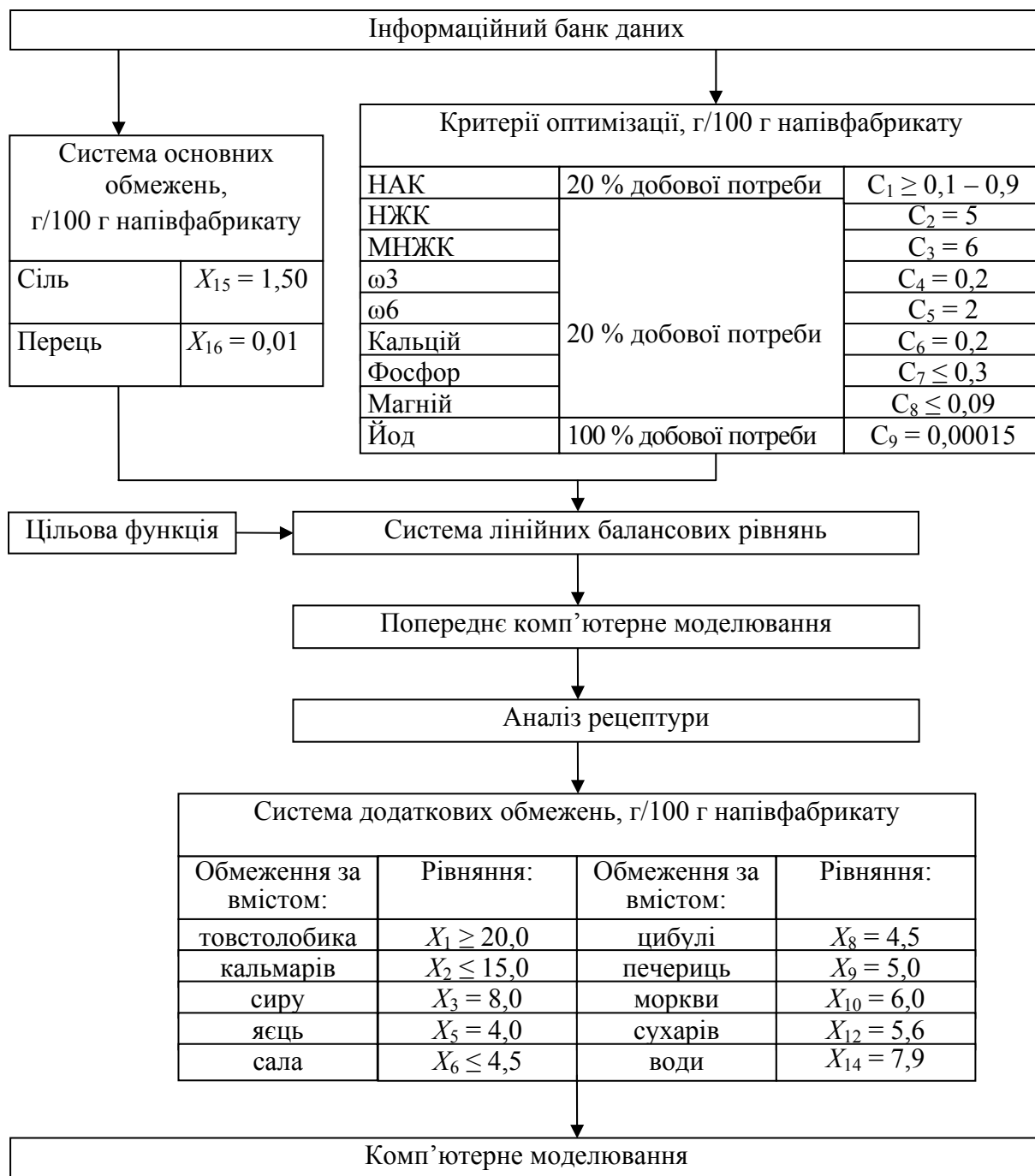


Рис. 3.11. Математичне моделювання фаршевих напівфабрикатів підвищеної біологічної цінності

Інгредієнти для напівфабрикатів вибирали з урахуванням їх біохімічного складу, органолептичних характеристик та взаємного доповнення по кожному нутрієнту [42–45; 50–53]. Так, кальмар є джерелом $\omega 3$ жирних кислот, олія – $\omega 6$ жирних кислот, сало – НЖК, МНЖК, морква – β -каротину і харчових волокон, водорості – макро- і мікроелементів, зокрема йоду, крупа манна надає фаршевим виробам однорідної, пружної консистенції, прянощі – приємного запаху і присмаку, мають антиокислювальну та бактерицидну дію (в кількості не менше 0,1% від маси виробу) [54] тощо.

На другому етапі моделювання розроблено критерії оптимізації: за вмістом НАК в розмірі 20% добової потреби [188], що зумовлено максимальним вмістом амінокислот згідно цільової функції (при збільшенні кількості НАК рішення не може бути знайдене). Оскільки співвідношення білків і ліпідів у раціонах харчування має становити 1:1, вміст НЖК, МНЖК, жирних кислот $\omega 3$ і $\omega 6$ також прийнятий в розмірі 20% добової потреби [47]. На всмоктування кальцію в тонкому кишечнику негативно позначається надлишок фосфору і магнію, тому рекомендоване співвідношення цих елементів для дорослої людини становить 1:1:0,33 [50]. Вміст цих елементів у напівфабрикатах прийнятий в розмірі 20% добової потреби [50]. Втрати йоду при кулінарному обробленні продуктів харчування становлять близько 50% [28, 31], тому вміст йоду в швидкозаморожених напівфабрикатах заданий на рівні 100% добової потреби [50]. За фізико-хімічними показниками встановлено обмеження за вмістом води в напівфабрикатах на рівні 63%, як середнє значення подібної продукції.

Також визначено основні обмеження за вмістом тих інгредієнтів, які впливають на смак продукту, але не можуть бути охарактеризовані за допомогою використаних показників банку даних. На основі результатів попередніх експериментальних досліджень по встановленню впливу солі кухонної на структурно-механічні властивості та ВЗБ білків фаршу виявлено оптимальну кількість солі кухонної; на основі літературних даних і нормативної документації на подібну продукцію

вміст перцю чорного меленого в напівфабрикатах прийнято в кількості 0,01 %. Таким чином, система основних обмежень представлена рівняннями за вмістом солі кухонної та перцю чорного меленого: $X_{15} = 0,0150$ та $X_{16} = 0,0001$ кг/кг відповідно.

На основі інформаційного банку даних та критеріїв оптимізації сформовано систему лінійних балансових рівнянь [47].

На третьому етапі вибрано критерій – цільову функцію, який дозволяє обрати з безлічі можливих оптимальний варіант. У нашому випадку цільовою функцією є максимальний вміст білка в напівфабрикатах [47].

На четвертому етапі рішення системи лінійних балансових рівнянь знаходили за допомогою функції «Поиск решения» в програмі Microsoft Excel. Для цього в стовпці Т (Ліміт) указували параметри оптимізації. Після введення лімітуючих значень параметрів оптимізації запустили функцію «Поиск решения», вибрали комірку цільової функції (R6) – встановили її рівною максимальному значенню; вибрали параметри, які змінюються – це комірки маси інгредієнтів (B2:Q2); у полі «Ограничения» ввели обмеження за вмістом НАК, жирних кислот, мінеральних елементів, загальній кількості суміші та вмісту солі і перця.

В результаті пошуку при моделюванні фаршевих напівфабрикатів було знайдено рішення, при якому всі обмеження і умови оптимальності виконані, а саме маси інгредієнтів становили: товстолобик – 62,11, кальмар – 8,77, сир – 7,82, сухе молоко – 8,66, сало – 7,95, олія – 1,70, сухарі – 1,44, водорості – 0,04, сіль – 1,05, перець – 0,01%.

На п'ятому етапі проводили аналіз розроблених напівфабрикатів із технологічної та органолептичної точок зору. Розроблені рецептури не містять сухарі, які необхідні для панірування фаршевих напівфабрикатів; воду – для гідратації сухого молока і водоростей; яйця, крупу манну – для надання більш пружної консистенції фаршу, покращення хімічного складу напівфабрикатів; печериці, цибулю, сир твердий – покращення органолептичних якостей продукту; моркву – джерело β -каротину і харчових волокон. На основі даних по вмісту інгредієнтів у традиційних технологіях продуктів

харчування [35, 36], а також математичного моделювання та органолептичних показників фаршевих виробів визначено необхідну кількість цих інгредієнтів у напівфабрикатах підвищеної біологічної цінності. За результатами досліджень по встановленню впливу м'яса кальмара на структурно-механічні властивості та ВЗЗ білків фаршу встановлено оптимальну кількість м'яса кальмара в фарші: до 15%. Таким чином, з метою розроблення напівфабрикатів з високими органолептичними та технологічними характеристиками сформовано систему додаткових обмежень на використання окремих видів інгредієнтів із урахуванням результатів експериментальних досліджень (рис. 3.12). У ФШН з додаванням прянощів і крупи манної у систему додаткових обмежень входять рівняння $X_{16} = 0,002$ (по 0,001 кг/кг орегано і кореню селери) та $X_{10} = 0,04$ кг/кг відповідно.

У полі «Ограничения» функції «Поиска решения» до основних вводили додаткові обмеження і знову виконували пошук рішення [47].

Оскільки було задано багато обмежень, знайти рішення, яке задовольняє абсолютно всім перерахованим критеріям оптимізації, не вдається. Проте в результаті пошуку рішення отримано маси інгредієнтів, які забезпечують максимально можливу відповідність заданим параметрам. Аналіз отриманих результатів, а саме порівняння фактичних значень обмежень (стовпець R) з їхніми лімітуючими значеннями (стовпець T) показав, що всі умови оптимізації виконані, окрім обмежень за вмістом НЖК, МНЖК, прянощів у ФШН із їх додаванням та водоростей у ФШН із додаванням крупи манної. Слід відзначити, що неможливість оптимізації вмісту НЖК і МНЖК встановлено в багатьох дослідженнях, що обумовлено особливістю хімічного та біохімічного складу інгредієнтів [51–54]. Таким чином, з метою відповідності продукції обраним параметрам до ФШН із додаванням прянощів введено 0,01 г перцю чорного меленого, 0,1 г сушеного орегано та 0,1 г сушеного кореню селери; у ФШН з додаванням крупи манної – 0,04 г водоростей за рахунок рибної сировини. Результати математичного моделювання представлено в табл. 3.10.

**Глава 3. ТЕОРЕТИЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ТА РОЗРОБЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ
ШВИДКО ЗАМОРОЖЕНИХ ФАРШЕВИХ НАПІВФАБРИКАТІВ...**

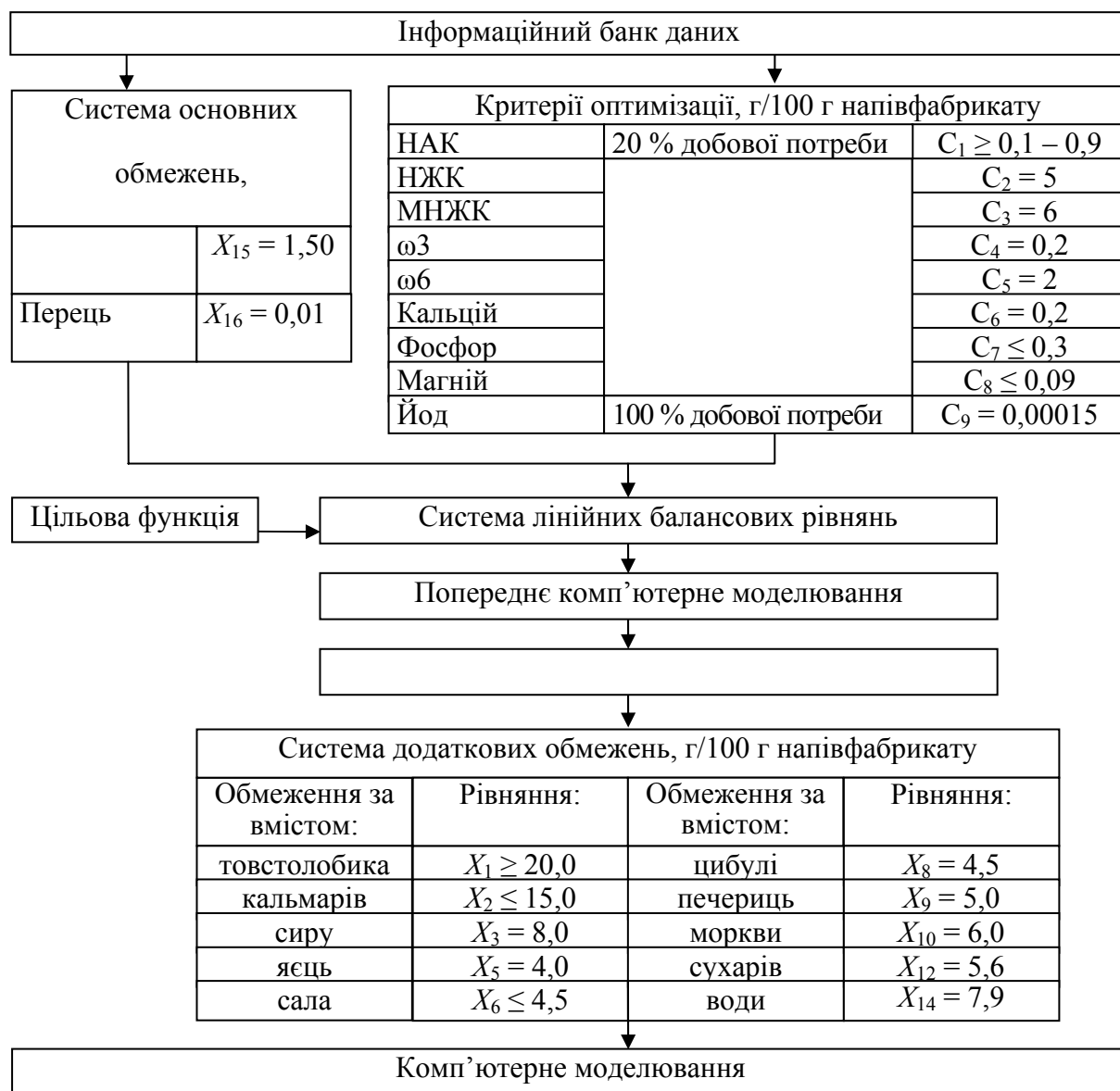


Рис. 3.12. Математичне моделювання фаршевих напівфабрикатів підвищеної біологічної цінності

Таблиця 3.10

Характеристика харчових композицій фаршевих напівфабрикатів [47]

Інгредієнти	Кількість інгредієнтів, необхідних для виробництва напівфабрикатів із додаванням, %		
	прянощів	круп манної	моркви
Товстолюбик	35,43	31,96	28,03
Кальмар	10,69	10,77	10,89

Закінчення табл. 3.10

Інгредієнти	Кількість інгредієнтів, необхідних для виробництва напівфабрикатів із додаванням, %		
	прянощів	круп манної	моркви
Сир твердий	8,00	8,00	8,00
Сухе молоко	7,84	7,00	7,72
Яйця	4,00	5,00	4,00
Сало	4,50	4,50	4,50
Олія соняшникова	2,19	2,22	2,20
Цибуля	4,50	5,50	4,50
Печериці	5,00	5,00	5,00
Морква	—	—	6,00
Крупа манна	—	4,00	—
Хліб	2,59	0,40	4,11
Панірувальні сухарі	5,60	5,60	5,60
Водорості (ламінарія)	—	0,04	0,04
Водорості (фукус)	0,04	—	—
Вода	7,90	8,50	7,90
Сіль	1,50	1,50	1,50
Перець чорний мелений	0,01	0,01	0,01
Орегано сушений	0,10	—	—
Корінь селери сушений	0,10	—	—
Разом:	100	100	100

Таким чином, методом математичного моделювання розроблено фаршеві напівфабрикати, які максимально наближені до заданих критеріїв оптимізації.

Розроблення технологічної та апаратурної схеми виробництва багатокомпонентних фаршевих швидкозаморожених напівфабрикатів

Особливість технології багатокомпонентних ФШН полягає в поєднанні традиційних операцій із певною послідовністю введення підготовлених інгредієнтів. Загальна технологічна схема виробництва ФШН підвищеної біологічної цінності представлена на рис. 3.12, апаратурна схема – на рис. 3.13.

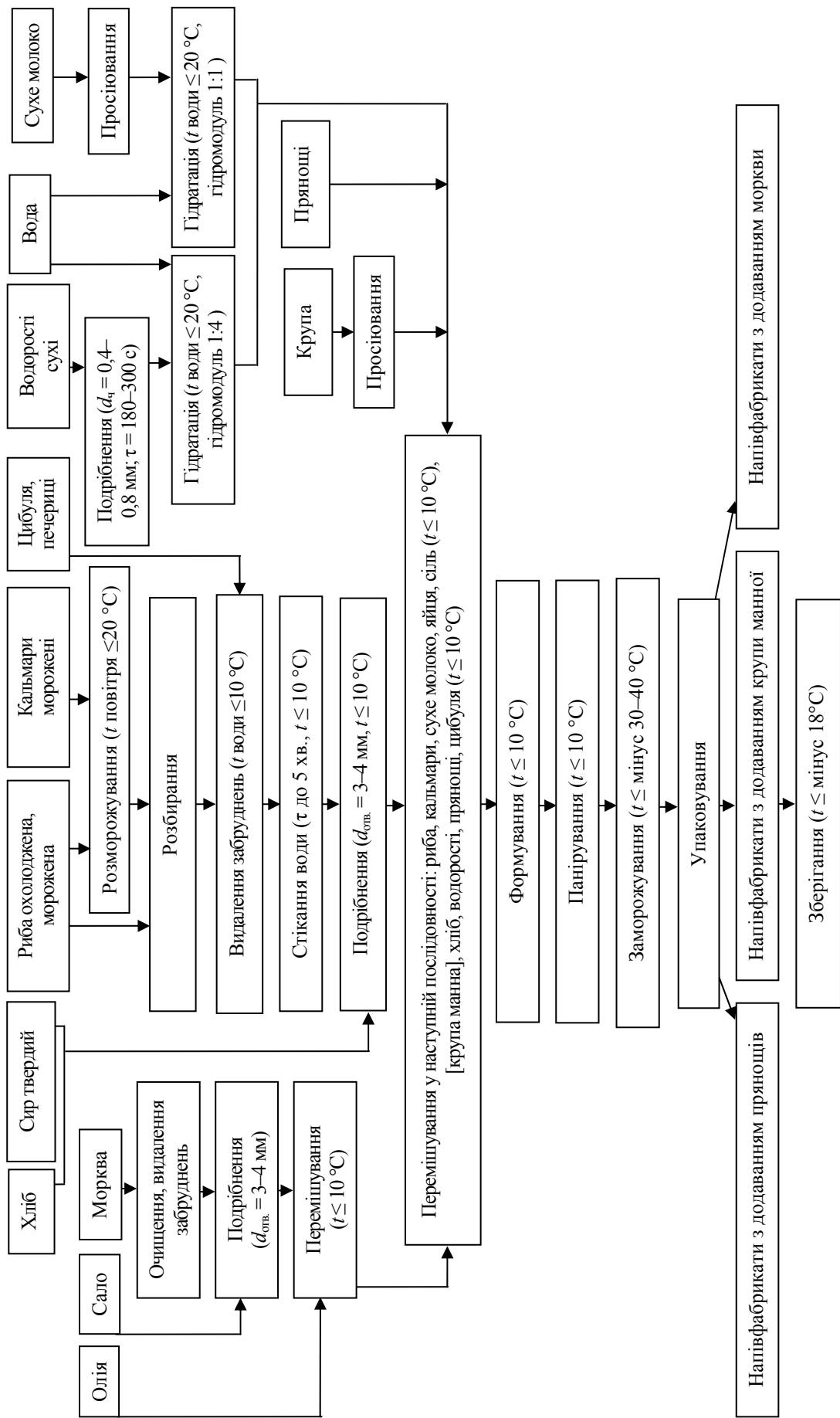


Рис. 3.12. Загальна технологічна схема виробництва фаршєвих швидкозаморожених напівфабрикатів підвищеної біологічної цінності

Джерело: розроблено автором.

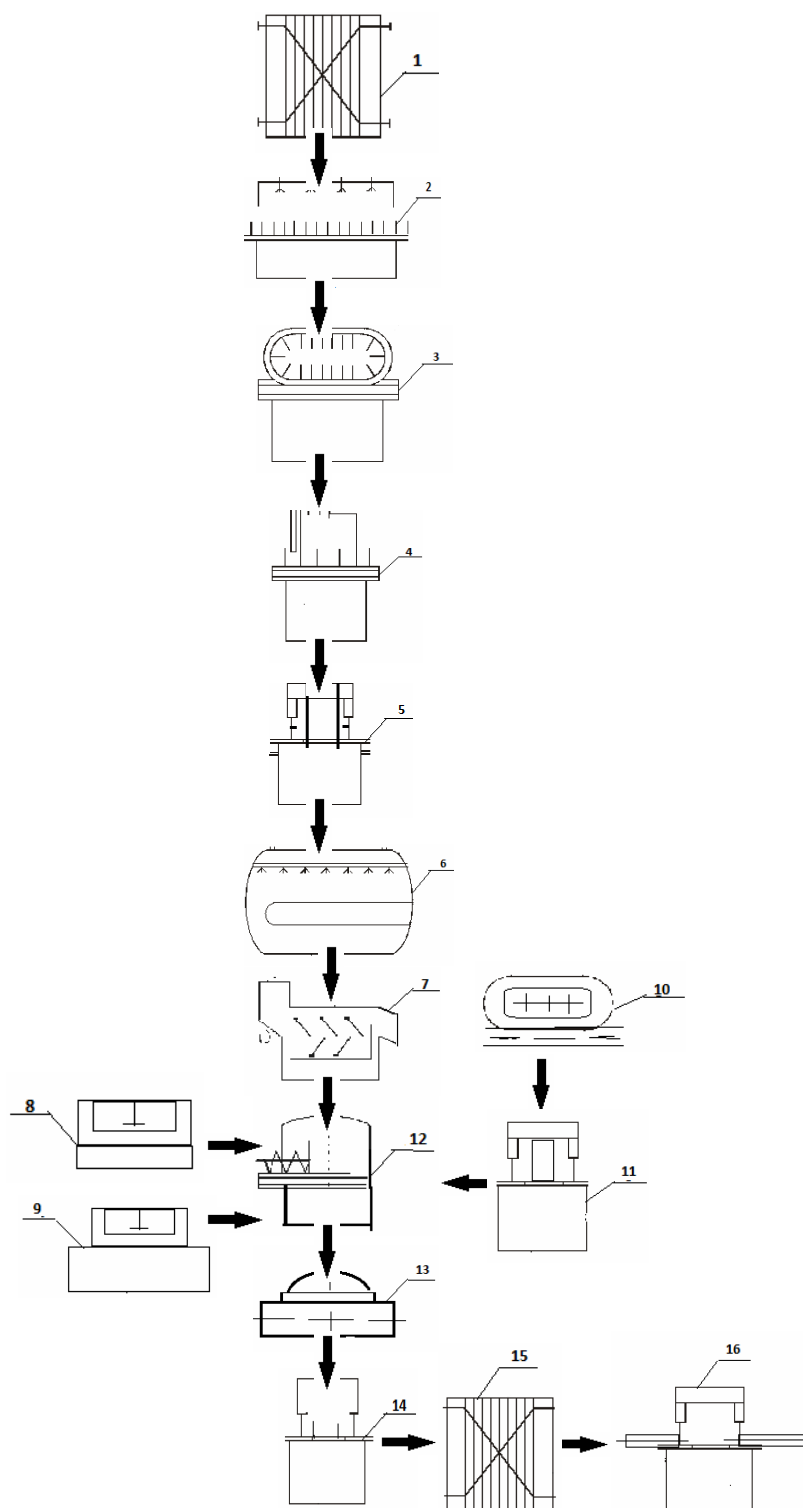


Рис. 3.13. Апаратурна схема технології фаршевих швидкозаморожених напівфабрикатів підвищеної біологічної цінності

Джерело: розроблено автором

1. Холодильник	9. Змішувач для приготування ліпідно-рослинної складової
2. Дефростер	10. Машина для очищення та миття овочів
3. Машина для розбирання риби	11. Машина для подрібнення овочів, хлібу
4. Філетировочна машина	12. Змішувач підготовлених компонентів фаршевої маси
5. Машина для видалення шкіри	13. Формовочна машина
6. Машина для видалення забруднень	14. Машина для панірування
7. Вовчок	15. Камера для заморожування
8. Машина для гідратації водоростей і сухого молока	16. Машина для упакування

Технологічна схема виробництва ФШН складається з наступних основних етапів:

- підготування сировини;
- приготування ліпідної складової;
- приготування білкової складової;
- перемішування та формування.

Прийом сировини. Сировина та матеріали, які використовуються в технології виробництва ФШН, повинні бути не нижче І гатунку та відповідати вимогам нормативної документації, зокрема риба охолоджена – вимогам ГОСТ 814-96 [55], морозжена ДСТУ 4868:2007 [56]. Прийом гідробіонтів проводиться відповідно до ГОСТ 7631-85 [57].

Підготування сировини:

Філе рибне морожене, рибу морожену розібрану розморожують на повітрі з температурою не більше 20 °С. Рибу морожену нерозібрану розморожують на повітрі або в воді температурою не більше 20 °С при масовому співвідношенні риби і води не менше 1:2. Розморожування слід закінчувати тоді, коли температура в товщі тіла риби досягне від 0 до мінус 2 °С [58].

Морожені кальмари розморожують на повітрі з температурою не більше 20 °С.

Водорості сухі подрібнюють до стану утворення борошна (розмір часток 0,4–0,8 мм), заливають водою температурою не більше 20 °С у співвідношенні 1:4 (гідратація з гідромодулем 1:4).

Молоко сухе, з метою уникнення утворення комків просіюють, заливають водою температурою не більше 20 °С у співвідношенні 1:1, перемішують (гідратація з гідромодулем 1:1).

Хліб білий подрібнюють на вовчку з діаметром отворів 3–4 мм.

Сир твердий, очищені та промиті печериці, цибулю і моркву подрібнюють окремо на вовчку з діаметром отворів решітки 3 мм.

Видалення забруднень риби живої, охолодженої, розмороженої, розморожених кальмарів проводять у проточній або часто змінній воді. Вода, що використовується для технологічних цілей, повинна відповідати вимогам Інструкції [58]. Температура води має бути не вище 10 °С при масовому співвідношенні гідробіонтів і води не менше 1:2.

Розбирання. Рибу живу, охолоджену, розморожену нерозібрану розбирають на тушку або філе без шкіри. Розморожені кальмари розбирають, відокремлюючи мантию.

Видалення забруднень розібраної риби і кальмарів проводять у проточній або часто змінній воді, змивають залишки шкіри, крові, луски тощо. Температура води не має перевищувати 10 °С при масовому співвідношенні гідробіонтів і води не менше 1:2.

Промиті гідробіонти направляють на наступні операції на сітчастих транспортерах або витримують не більше 5 хв. на решітках, у сітчастих корзинах для *стікання зайвої води*.

Подрібнення підготовлених філе товстолобика без шкіри, кальмарів, сала, цибулі, хлібу проводять окремо для кожного продукту 1 раз на вовчку з діаметром отворів решітки 3–4 мм. Якщо риба розібрана на тушку, подрібнення з одночасним відокремленням м'яса від кісток і шкіри риби проводять на сепараторі – неопресі. Для виробництва продукції високої якості температура фаршу на всіх стадіях технологічного процесу не повинна перевищувати 10 °С.

Приготування ліпідно-рослинної складової фаршевої суміші. Оскільки морква містить β -каротин і відповідно до встановленої послідовності введення інгредієнтів оптимальною є наступна: до подрібненого сала при перемішуванні додають подрібнену моркву (якщо передбачено технологією), потім при постійному перемішуванні олію соняшникову, перемішують при температурі не вище 15 °С.

Приготування білкової складової: у подрібнене м'ясо товстолобика при перемішуванні додають подрібнене м'ясо кальмара, потім послідовно при перемішуванні гідратоване молоко, подрібнений сир твердий, яйця, сіль кухонну та перемішують. Потім при перемішуванні додають інші інгредієнти у наступному порядку: крупу манну (якщо передбачено технологією), подрібнений хліб, гідратовані водорості, перець чорний мелений, прянощі (якщо передбачено технологією), подрібнену цибулю та печериці.

Все ретельно *перемішують* та поступово при перемішуванні до підготовленої білкової маси додають ліпідну складову фаршевої суміші. Перемішування можна проводити за допомогою фаршемішалки або куттеру, температура фаршу має бути не вище 10 °С.

Формують фаршеву масу в вигляді котлет овально-приплюснutoї форми.

Панірують у сухарях. Маса напівфабрикату становить 100 г.

Заморожують сформовані вироби при температурі мінус 35 – мінус 40 °С до досягнення температури в товщині продукту не вище мінус 18 °С.

Упаковування. Морожені напівфабрикати фасують масою нетто по 5, 10 шт. в плівку целюлозну, матеріал пакувальний етикетковий, плівку полівінілхлоридну пакувальну, плівку поліпропіленову пакувальну, плівку поліетиленову, матеріали із плівки багатошарової, пакети та лотки із полімерних матеріалів та ін. при наявності висновку державної санітарно-епідеміологічної експертизи Міністерства охорони здоров'я України. Вагові та фасовані напівфабрикати укладають в чисті, сухі, без стороннього запаху ящики або іншу тару, яка дозволена Міністерством охорони здоров'я України.

Зберігають ФШН при температурі не вище мінус 18 °С.

Послідовне введення підготовлених інгредієнтів фаршевої суміші згідно представленої технології дозволяє отримати продукт із високими структурно-механічними властивостями та заданою харчовою та біологічною цінністю, адекватною потребам людини за вмістом незамінних речовин відповідно до рекомендацій сучасної нутриціології.

Таким чином, встановлено закономірності регулювання структурно-механічних властивостей фаршевих виробів шляхом додавання м'яса кальмара та солі кухонної до фаршу з м'яса товстолобика, що дозволяє збільшити відносну силу penetraції та ВЗЗ білків фаршу за оптимальних смакових характеристик та мінімальних втрат маси при смаженні.

Визначено оптимальні параметри підготовки сухих водоростей та молока, які полягають у попередньому подрібненні водоростей та гідратації їх та сухого молока у воді температурою не більше 20 °С з гідромодулем 1:4 та 1:1 відповідно. Додавання гідратованих водоростей та молока сприяє збільшенню ВЗЗ білків фаршу на основі м'яса товстолобика.

Доведено, що фарш, виготовлений із однократним подрібненням сировини (м'яса товстолобика, кальмара і сала) на вовчку з діаметром отворів решітки 3 і 4 мм, характеризується значеннями ВЗЗ білків на 5,9 і 3,7% більше відповідно, ніж фарш, виготовлений з двократним подрібненням сировини на вовчку з діаметром отворів решітки 3 мм.

Встановлено раціональні параметри підготовки та введення інгредієнтів при формуванні стабільної системи фаршевої маси, а саме однократне подрібненням сировини на вовчку з діаметром отворів решітки 3 і 4 мм та введення ліпідно-рослинної складової у підготовлену білкову складову, що забезпечує вищі значення ВЗЗ білків фаршу протягом зберігання, на відміну від зразків із двократним подрібненням сировини та введенням білкової складової до ліпідно-рослинної.

Підвищення біологічної цінності сформованих фаршевих виробів обумовлено комбінуванням прісноводної риби – товстолобика, кальмара, сировини тваринного та рослинного походження на принципах математичного моделювання з використанням цільової функції за максимальним вмістом

білка в напівфабрикатах та критеріїв оптимізації за вмістом НАК, НЖК, МНЖК, ПНЖК, жирних кислот родин $\omega 3$ і $\omega 6$, кальцію, фосфору і магнію на рівні 20 %, йоду – 100 % добової потреби.

Характеристика органолептичних показників, хімічного складу та біологічної цінності фаршевих швидкозаморожених напівфабрикатів

Сенсорні методи дають важливу інформацію при розробленні нового виду продукту [59–62], а саме такі органолептичні показники, як смак, колір, запах, консистенція.

Результати оцінки органолептичних показників фаршевих виробів наведено в табл. 3.11.

Таблиця 3.11

Оцінка органолептичних показників якості фаршевих виробів ($n = 5, p \leq 0,05$)

Найменування зразку	Оцінка показників, бали				Загальна оцінка, бали
	зовнішній вигляд	запах	консистенція	смак	
Контроль	4,8±0,556	4,4±0,681	4,8±0,556	4,2±0,556	18,2±1,040
ФШН з додаванням прянощів	4,2±0,556	5,0±0,000	4,2±0,556	5,0±0,000	18,4±0,681
ФШН з додаванням крупи манної	4,8±0,556	4,6±0,681	4,4±0,681	4,8±0,556	18,6±1,855
ФШН з додаванням моркви	4,4±0,681	4,8±0,556	4,4±0,681	5,0±0,000	18,6±0,681

Джерело: розроблено автором.

Із даних табл. 3.11 видно, що оцінка зовнішнього вигляду розроблених ФШН практично не відрізняється від контролю: поверхня напівфабрикатів без тріщин; вироби після смаження мають рівномірну скоринку. Запах виробів із додаванням прянощів, крупи манної та моркви охарактеризований як приємний, апетитний, гармонійний, на відміну від контролю, в якому відчутний специфічний рибний запах. Водорості, присутні в розроблених ФШН, не відчуються при визначенні запаху і не надають водоростевого запаху, але відзначений

приємний легкий запах грибів у цих напівфабрикатах. Консистенція всіх зразків пружна. Всі вироби добре зберігають форму при смаженні. Зразки контролю мають однорідну консистенцію. Напівфабрикати з додаванням прянощів, крупи манної та моркви через багатокомпонентний склад мають дещо неоднорідну консистенцію, але вони охарактеризовані як більш соковиті. Вироби з додаванням крупи манної мають більш пружну консистенцію завдяки наявності цієї крупи в їх рецептурі, ніж зразки з додаванням прянощів та моркви. Смак розроблених ФШН визначений як приємний, апетитний, свіжий, легкий, у формі букету, що гармонійно поєднує в собі смак компонентів даного виробу, в міру солоний. Фаршеві вироби з додаванням моркви були відзначені через приємний та оригінальний солодкуватий присмак. Смак контролю оцінений теж як приємний, але рибний.

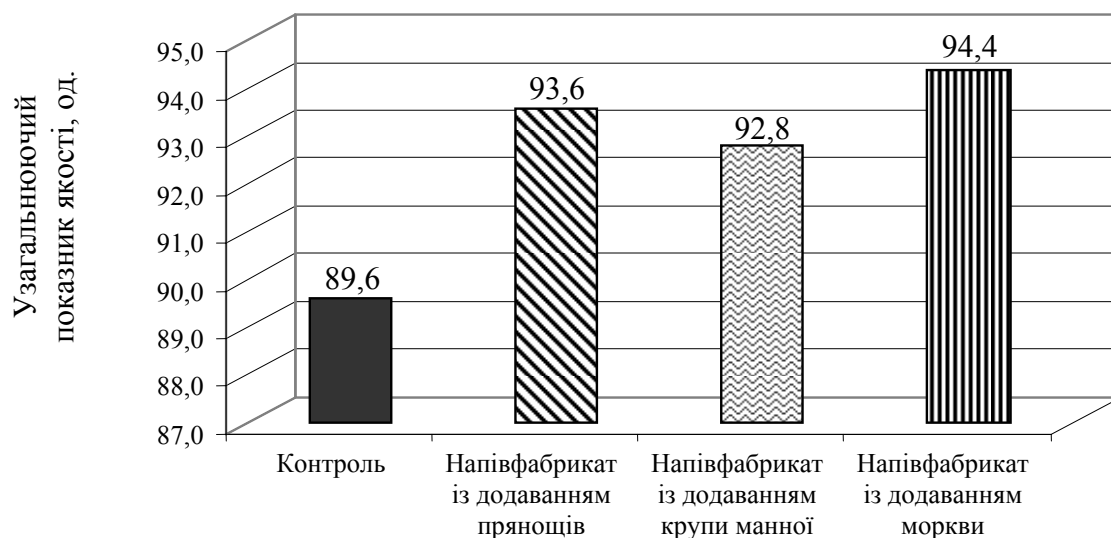


Рис. 3.14. Узагальнюючий показник якості фаршевих виробів [46]

З метою комплексної оцінки напівфабрикатів за органолептичними характеристиками використовували узагальнюючий показник якості виробів. Результати розрахунків цього показника представлено на рис. 3.14.

Як видно з рис. 3.14, узагальнюючий показник якості розроблених ФШН із додаванням прянощів, крупи манної та моркви складає 93,6, 92,8 і 94,4 бали, відповідно (зі 100 балів найвищої якості), контролю – 89,6 бали.

Таким чином, зразки розроблених нами напівфабрикатів із додаванням прянощів, крупи манної та моркви за комплексом органолептичних показників характеризуються високою якістю.

Харчову цінність продукції визначають органолептичні властивості, склад і співвідношення нутрієнтів (білків, ліпідів, угледовідів, мінеральних речовин), їхня здатність засвоюватися організмом, енергетична і біологічна цінність та ефективність.

Результати дослідження хімічного складу ФШН представлено в табл. 3.12.

Таблиця 3.12

**Хімічний склад фаршевих напівфабрикатів,
% ($n=5, p \leq 0,05$) [46]**

Зразок	Масова частка, % від загального хімічного складу			
	білків	ліпідів	золи	вологи
Контроль	$9,87 \pm 0,11$	$4,15 \pm 0,28$	$2,37 \pm 0,05$	$72,50 \pm 5,21$
ФШН з додаванням прянощів	$9,49 \pm 0,58$	$10,66 \pm 0,97$	$2,52 \pm 0,25$	$65,70 \pm 4,67$
ФШН з додаванням крупи манної	$9,50 \pm 0,82$	$10,52 \pm 0,72$	$2,72 \pm 0,25$	$63,80 \pm 6,04$
ФШН з додаванням моркви	$9,37 \pm 0,19$	$10,45 \pm 0,84$	$2,87 \pm 0,22$	$64,6 \pm 5,81$

Аналіз загального хімічного складу ФШН виявив, що вміст білків у розроблених ФШН коливається від 9,37 до 9,50%. Відрізняються напівфабрикати природою походження білків: в контролі – джерелом білків є здебільшого риба, а в розроблених ФШН із додаванням прянощів, крупи манної та моркви – риба, кальмар, молоко сухе, сир твердий.

Вміст ліпідів контролі становить 4%, у розроблених ФШН – 10% – за рахунок введення до цих рецептур сала, олії, сиру твердого, що позитивно впливає на смакові властивості розроблених ФШН і робить їх більш соковитими.

Розроблені ФШН із додаванням прянощів, крупи манної та моркви містять більше золи (2,5–2,8%), ніж контроль (2,3%). Це обумовлене тим, що компоненти тваринного і рослинного

походження: кальмар, сир твердий, сухе молоко, морква, водорості містять широкий набір мінеральних елементів, підвищують біологічну цінність розроблених ФШН.

Вміст води в зразках ФШН коливається від 63,8 – 65,7% (із додаванням прянощів, крупи манної та моркви) до 72,5% (контроль).

Розрахована енергетична цінність ФШН та ступінь забезпечення добової потреби у енергії для дорослого населення II групи інтенсивності праці віком від 18 до 29 років. Результати розрахунків представлені в табл. 3.13.

Таблиця 3.13

**Характеристика забезпечення фаршевыми
напівфабрикатами потреби в енергії**

Зразок	Енергетична цінність, кДж/100 г	Добова потреба в енергії, кКал [50]		Ступінь забезпечення добової потреби в енергії, %	
		чоловіки	жінки	чоловіки	жінки
Контроль	509,33	2800	2200	4,33	5,51
ФШН із додаванням прянощів	757,76			6,44	8,20
ФШН із додаванням крупи манної	783,38			6,66	8,48
ФШН із додаванням моркви	765,95			6,51	8,29

З табл. 3.13 видно, що ФШН із додаванням прянощів, крупи манної та моркви характеризуються вищою енергетичною цінністю ніж контроль, що зумовлено більшим вмістом ліпідів у розроблених напівфабрикатах. При споживанні 100 г контролю ступінь забезпечення добової потреби в енергії для чоловіків II групи інтенсивності праці віком від 18 до 29 років

становить 4,33%, виробів із додаванням прянощів, крупи манної та моркви – близько 6%. Для жінок II групи інтенсивності праці віком від 18 до 29 років цей показник становить 5,51% для контролю та близько 8% для розроблених ФШН.

Показником якості харчового білка є його біологічна цінність, яка відображає ступінь відповідності його амінокислотного складу потребам організму людини в амінокислотах для синтезу білка.

У результаті експериментальних досліджень встановлено, що білки розроблених ФШН містять всі необхідні для дорослої людини амінокислоти (рис.3.15).

Серед НАК білків ФШН у всіх напівфабрикатах найбільший вміст відмічений для амінокислот лейцин та лізин (більше 650 мг/100 г зразку). Серед замінних амінокислот домінуючими є глутамінова і аспарагінова кислоти, пролін.

Характеристику біологічної цінності білків ФШН за показником амінокислотного скору білків наведено на рис. 3.15.

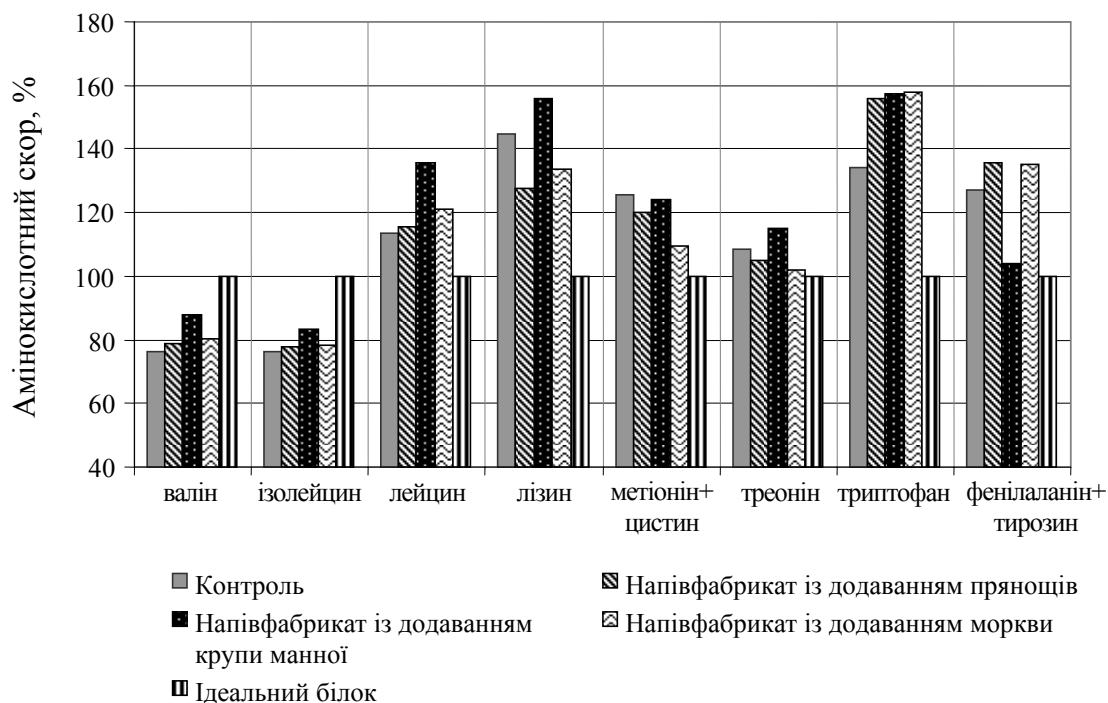


Рис. 3.15. Амінокислотний скор білків фаршевих швидкозаморожених напівфабрикатів [46]

З рис. 3.15 видно, що в усіх ФШН, в тому числі в контролі, амінокислотами, скор яких менше 100%, є валін і ізолейцин. Лімітуючою амінокислотою в контролі є валін (77,42%), у розроблених ФШН – ізолейцин: із додаванням прянощів – 80,23%, крупи манної – 73,85%, моркви – 80,55%.

Всі напівфабрикати містять найбільш дефіцитні в раціонах харчування людини амінокислоти (триптофан, лізин і метіонин) у достатній кількості.

Контроль характеризується наступними значеннями амінокислотного скору: скор лейцину перевищує скор «ідеального» білка на 13%, лізину – 44%, метіонину+цистину – 25%, триптофану – 33%, фенілаланіну+тирозину – 27%.

У ФШН з додаванням прянощів скор триптофану перевищує скор «ідеального» білка на 55%, фенілаланіну+тирозину – 32%. За всіма іншими амінокислотами цей зразок має кращі значення показнику амінокислотного скору порівняно з контролем.

У ФШН з додаванням крупи манної скор лізину перевищує скор «ідеального» білка на 55%, метіонину+цистину – 23%, треоніну – 14%, триптофану – 57%, а у ФШН з додаванням морквискор лейцину перевищує скор «ідеального» білка на 21%, триптофану – 37%, фенілаланіну+тирозину – 55%, практично як у контролі.

Високий вміст триптофану в розроблених ФШН зумовлений наявністю в їх складі печериць.

Досягнення максимального наближення скору кожної амінокислоти до скору «ідеального» білка є складною задачею внаслідок поєднання багатьох компонентів ФШН не лише за умови оптимального значення амінокислотного скору, але й з урахуванням вмісту жирних кислот, мінеральних елементів, структурно-механічних та органолептичних властивостей.

Отже, білки ФШН з додаванням прянощів мають більш збалансований амінокислотний склад за показником амінокислотного скору в порівнянні з контролем і зразками з додаванням крупи манної та моркви.

Розраховано ступінь забезпечення потреб людини в НАК відповідно до адекватного рівня споживання [26] (при споживанні 100 г продукту). Результати розрахунку представлено в табл. 3.14.

Таблиця 3.14

**Ступінь забезпечення потреб людини в незамінних
амінокислотах при споживанні фаршевих виробів**

НАК	«Ідеальний» білок за шкалою ФАО/ВООЗ, г/100 г білка	Адекватний добовий рівень споживання, [26] г/100 г білка*	Ступінь забезпечення добової потреби згідно адекватного рівня споживання, %			
			контроль	ФШН з додаванням прянощів	ФШН з додаванням крупної манної	ФШН з додаванням моркви
Валін	5,00	3,25	17,3	16,8	19,2	17,3
Ізолейцин	4,00	2,60	17,4	16,7	18,2	16,9
Лейцин	7,00	5,97	19,7	18,8	22,6	19,9
Лізин	5,50	5,32	22,1	18,3	22,9	19,3
Треонін	4,00	3,12	20,6	18,7	20,9	18,3
Триптофан	1,00	—	19,1	36,2	35,3	34,9
Фенілаланін+ тирозин	6,00	5,71	19,8	19,8	15,5	19,9
Метіонін+ цистин	3,50	2,34	27,8	25,0	26,3	22,9

* Примітка. Добова потреба в білку прийнята в кількості 77 г [50]

Відомо, що потреба організму людини в НАК нижча, ніж за даними шкали ФАО/ВООЗ, тому ступінь забезпечення добової потреби згідно адекватного рівня споживання НАК на рівні 20% характеризує напівфабрикати як ефективне джерело білка.

Порівняння біологічної цінності білків, як контролю, так і розроблених нами ФШН, визначеної методом амінокислотного скору, виявляється недостатньою, оскільки цей метод не враховує ступінь доступності амінокислот до засвоювання. Крім того відомо, що потреба організму людини в незамінних амінокислотах нижча, ніж за даними шкали ФАО/ВООЗ. Тому останнім часом запропоновані додаткові показники, які враховують не лише кількісний склад НАК, але і їх використання в організмі [63].

Додатково біологічну цінність білків оцінювали за показниками БЦп, КРАС, U , σ та співвідношенням НАК до замінних амінокислот (ЗАК) (табл. 3.15).

Таблиця 3.15

Показники біологічної цінності білків напівфабрикатів

Показник	Контроль	Напівфабрикати з додаванням		
		прянощів	круп манної	моркви
БЦп, %	67,25	68,02	69,06	68,27
КРАС, %	32,75	31,98	30,94	31,73
U , од.	0,67	0,70	0,70	0,69
σ , %	17,00	15,30	14,90	15,50
Співвідношення НАК до ЗАК	0,53	0,53	0,58	0,54

Значення БЦп контролю та ФШН із додаванням прянощів, круп манної та моркви становить 67–69%, що дозволяє характеризувати їх як продукти із високим рівнем збалансованості амінокислот.

Показник КРАС у контролі та ФШН із додаванням прянощів, круп манної та моркви знаходиться на рівні 31–33%, та вказує на зіставний рівень величини надлишку амінокислотного скору НАК відносно лімітуючої амінокислоти в цих напівфабрикатах.

Коефіцієнт утилітарності для всіх напівфабрикатів становить (0,6–0,7), що підтверджує високий рівень можливості утилізації організмом амінокислот.

Показник «надлишкового вмісту» НАК у ФШН із додаванням прянощів, круп манної та моркви (14,90–15,50%) свідчить про те, що в них сумарна маса неутілізованих амінокислот менша, ніж у контролю (17,00%), що створює кращі умови для більш повної утилізації амінокислот у розроблених ФШН [63].

Одним із важливих показників засвоюваності амінокислот є співвідношення НАК до ЗАК [12]. При нестачі ЗАК організм починає використовувати НАК, не за своїм прямим призначенням.

За нашими даними, наведеними в табл. 5.5, значення показнику співвідношення НАК до ЗАК у всіх напівфабрикатах наближений до теоретично обґрунтованого рівня (0,40).

Результати наших досліджень узгоджуються з літературними даними [5, 7, 14, 16, 21, 23, 24, 30, 36, 52] та свідчать про те, що комбінування сировини тваринного і рослинного походження сприяє підвищенню біологічної цінності білка продукту.

Біологічна ефективність ліпідів є однією з важливих характеристик нової продукції. Ліпіди та жирні кислоти є матеріалом для біосинтезу мембран клітин організму, сприяють засвоєнню ретинолу й кальційферолу, поліпшують смакові властивості їжі та подовжують відчуття ситості [12, 26]. ПНЖК мають особливе фізіологічне значення, яке полягає у їх імуностимулюючій, протипухлинній дії на організм людини, здатності зменшувати можливість виникнення захворювань серцево-судинної системи, знижувати рівень холестерину в крові, забезпечувати еластичність судин, сприяти нормальному протіканню вагітності та лактації [15, 43, 51, 64, 65].

Результати досліджень жирнокислотного складу багатокомпонентних ФШН наведено в табл. 3.16.

Таблиця 3.16

**Порівняльна характеристика жирнокислотного складу
ліпідів фаршевих напівфабрикатів,
% від суми жирних кислот**

Жирні кислоти/ показники	Контроль	Напівфабрикати з додаванням			Адекватний добовий рівень споживання, г
		прянощів	круп манної	моркви	
Насичені, в т. ч.	40,95	43,93	44,42	44,75	25 [26]
Мононенасичені, в т. ч.	46,37	37,62	36,95	36,81	30 [26]
Олеїнова (C18:1)	41,62	34,50	35,05	35,20	
Поліненасичені, в т. ч.	11,16	17,82	17,19	17,15	11 [26]
Лінолева (C18:2) ω6	6,84	11,88	12,75	12,63	

Закінчення табл. 3.16

Жирні кислоти/ показники	Контроль	Напівфабрикати з додаванням			Адекватний добовий рівень споживання, г
		прянощів	круп манної	моркви	
Ліноленова (C18:3) ω3	0,04	0,75	1,04	1,11	
Арахідонова (C20:4) ω6	2,88	1,92	1,08	1,83	
Докозатетраєнова (C22:4) ω6	0,03	0,02	0,02	0,00	
Докозапентаєнова (C22:5) ω3	0,19	0,21	0,11	0,25	
Докозагексаєнова (C22:6) ω3	0,13	0,36	0,33	0,36	
Співвідношення жирних кислот родин ω3 і ω6	1:19	1:9	1:9	1:7	1:10–1:4 [12]
K₆₃	0,033	0,034	0,032	0,035	
Відношення ПНЖК:НЖК	0,27	0,41	0,39	0,38	не менше ніж 0,2–0,4 [12]
Відношення C18:2:C18:1 (лінолева: олеїнова)	0,16	0,34	0,36	0,36	більше 0,25 [12]
Відношення C18:2:C18:3 (лінолева: ліноленова)	165,2	15,7	12,1	11,3	більше 7,0 [12]

Аналіз цих даних виявив, що вміст НЖК у ліпідах контролю становить 40%, ФШН із додаванням прянощів, крупи манної та моркви – 44%; МНЖК у контролі – 46%, ФШН із додаванням прянощів, крупи манної та моркви – 37%; ПНЖК у контролі – 11%, розроблених ФШН – 17% від суми жирних кислот. Вміст НЖК у розроблених ФШН із додаванням прянощів, крупи манної та моркви збільшено завдяки додаванню сала та сиру твердого; вміст ПНЖК – олії, сала, кальмарів, товстолобика.

Серед жирних кислот ліпідів напівфабрикатів переважають жирні кислоти з 14, 16, 18, 20 атомами вуглецю різного ступеня насичення.

Співвідношення жирних кислот родин $\omega 3$ і $\omega 6$ у ліпідах контролю становить 1:18,6, у ФШН із додаванням прянощів, крупи манної та моркви – 1:9,1, 1:8,9 і 1:7,4 відповідно. Отже, співвідношення жирних кислот родин $\omega 3$ і $\omega 6$ у ліпідах розроблених ФШН має значення більш наближене до науково обгрунтованого рівня порівняно з контролем.

Вміст докозагексасенової жирної кислоти в ліпідах розроблених зразків практично в 3 рази вищий, ніж в ліпідах контролю, але загальний вміст ліпідів у напівфабрикатах зумовил значення показнику K_{63} ФШН із додаванням прянощів, крупи манної і моркви на рівні 0,034, 0,032 і 0,035, контролю – 0,033.

Характеристику біологічної ефективності ліпідів за показниками співвідношення НЖК:МНЖК:ПНЖК у порівнянні з гіпотетичним «ідеальним» ліпідом, склад якого має варіації в працях різних авторів [12, 15, 26, 40], наведено на рис. 3.16. Так, за В.І.Ципріяном [12] співвідношення НЖК:МНЖК:ПНЖК має становити 1:1:1. При характеристиці біологічної ефективності ліпідів напівфабрикатів за цими даними можна зробити наступні висновки:

- ліпіди контролю у співвідношенні фракцій характеризуються зависоким рівнем МНЖК (1,13) та низьким рівнем ПНЖК (0,27).
- ліпіди ФШН із додаванням прянощів, крупи манної та моркви більш наближені до вказаного співвідношення НЖК:МНЖК:ПНЖК, ніж контролю, оскільки фракція МНЖК становить 0,8, тобто наближається до 1 та фракція ПНЖК становить 0,38–0,41, що майже в 2 рази більше в порівнянні з контролем.

Співвідношення НЖК:МНЖК:ПНЖК згідно добової потреби споживання цих нутрієнтів за теорію адекватного харчування має становити 1:1:1. За нашими даними це співвідношення складає 1:1,2:0,44 та підтверджує низький рівень ПНЖК (0,27) у контролі; ліпіди ФШН із додаванням

прянощів, крупи манної та моркви – низький рівень МНЖК (0,8) та наближений до норми рівень ПНЖК (0,38-0,41) (див. рис. 3.16).

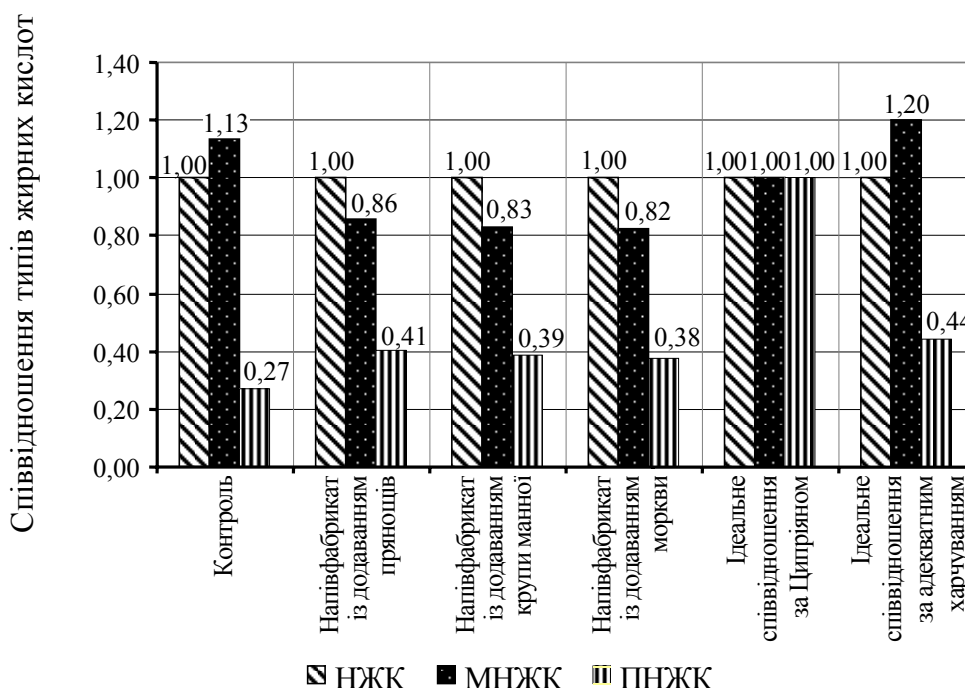


Рис. 3.16 Характеристика біологічної ефективності ліпідів фаршевих напівфабрикатів за показником співвідношення НЖК:МНЖК:ПНЖК

Джерело: розроблено автором.

Відношення типів ПНЖК до НЖК в усіх зразках напівфабрикатів коливається в межах 0,2–0,4, що свідчить про їх збалансованість у ліпідах виробів (див.табл. 3.16).

Розроблені ФШН за показником відношення $C_{18:2}:C_{18:1}$ мають значення більше 0,25, що відповідає формулі «ідеального» ліпиду, на відміну від контролю, який має лише 0,16. Такі дані свідчать про збалансованість жирних кислот родини $\omega 6$ та мононенасиченої олеїнової кислоти у ліпідах розроблених ФШН із додаванням прянощів, крупи манної та моркви. Поліпшити значення цього показника стало можливим завдяки введенню до складу напівфабрикатів олії та сала, які містять ці жирні кислоти.

За показником відношення $C_{18:2}:C_{18:3}$ ліпиди всіх зразків відповідають формулі «ідеального» ліпиду, хоча у ФШН із додаванням прянощів, крупи манної та моркви цей показник практично в 10 разів менше, ніж у контролю, що свідчить про розбалансованість, занадто велику різницю між вмістом цих жирних кислот у ліпідах контролю.

Вміст ПНЖК родин $\omega 3$ і $\omega 6$ у ФШН представлено на рис. 3.17.

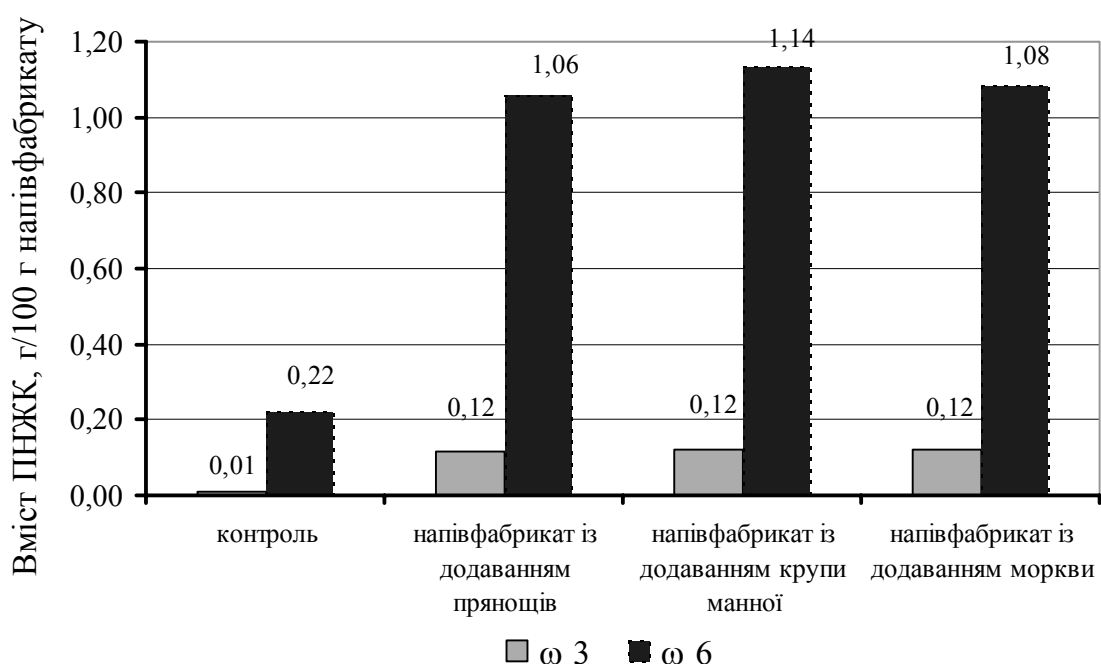


Рис. 3.17. Порівняльна характеристика вмісту ПНЖК родин $\omega 3$ і $\omega 6$ у фаршевих швидкозаморожених напівфабрикатах [46]

Дані рис. 3.17 свідчать, що ФШН із додаванням прянощів, крупи манної та моркви містять майже в 5 разів більше жирних кислот $\omega 3$ і $\omega 6$ порівняно з контролем. Збільшення вмісту есенційних жирних кислот родин $\omega 3$ і $\omega 6$ у розроблених ФШН, дозволило поліпшити співвідношення жирних кислот порівняно з контролем [12, 25, 43].

Ступінь забезпечення потреб людини в жирних кислотах (при споживанні 100 г виробу) наведено в табл. 3.18.

Таблиця 3.18

**Ступінь забезпечення потреб людини в жирних кислотах
при споживанні фаршевих напівфабрикатів**

Жирні кислоти	Адекватний добовий рівень споживання [26]	Ступінь забезпечення потреб людини в жирних кислотах, % добової норми			
		контроль	ФШН з додаванням прянощів	ФШН з додаванням круп манної	ФШН з додаванням моркви
НЖК	25	5,9	17,5	17,4	17,4
МНЖК	30	5,6	12,5	12,1	11,9
ПНЖК	11	3,7	16,1	15,3	14,9
$\omega 3$	1	1,4	13,3	13,7	13,8
$\omega 6$	10	2,5	12,2	13,1	12,5

Як видно з табл. 3.18, згідно адекватного рівня споживання харчових речовин, ступінь забезпечення добової потреби людини в НЖК, МНЖК і ПНЖК для ФШН із додаванням прянощів, круп манної та моркви становить 17, 12 і 15% відповідно, жирних кислот родин $\omega 3$ і $\omega 6$ – 13%, на відміну від контролю, для якого ступінь забезпечення добової потреби в НЖК, МНЖК і ПНЖК становить 5%, для жирних кислот родин $\omega 3$ і $\omega 6$ – 2%.

На основі даних $\omega 3$ і $\omega 6$ по вмісту жирних кислот розраховано коефіцієнт ефективності ліпідів у сировині та напівфабрикатах (рис.3.18).

Згідно даних рис. 3.18 за прийнятою в даному розрахунку формулою «ідеального» ліпиду (НЖК – 25, МНЖК – 30, ПНЖК – 11 г [26]) серед основних жировмісних інгредієнтів напівфабрикатів високим рівнем збалансованості фракцій ліпідів характеризується сало, коефіцієнт ефективності ліпідів якого становить 0,796. Ліпіди товстолиба характеризуються коефіцієнтом ефективності ліпідів 0,612, олії соняшникової та сиру твердого – 0,203, кальмара – 0,190. Особливістю ліпідів кальмара є підвищений вміст ПНЖК, тому коефіцієнт ефективності ліпідів кальмара не є високим. Проте, комбінування

ліпідних інгредієнтів рослинного (олії) і тваринного походження (сала, сиру твердого, гідробіонтів) у ФШН із додаванням моркви дозволило змінити співвідношення фракцій ліпідів та збільшити коефіцієнт ефективності ліпідів розроблених ФШН у порівнянні з ліпідами контролю та сировини.

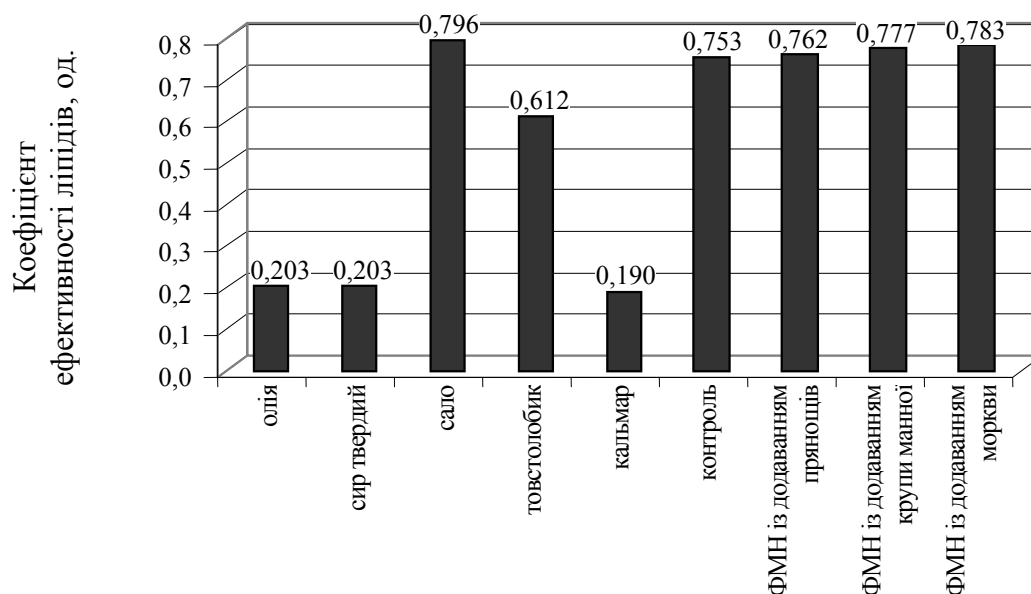


Рис. 3.18. Порівняльна характеристика коефіцієнтів ефективності ліпідів сировини та фаршевих напівфабрикатів [46]

Мінеральні речовини відіграють основну роль у забезпеченні сталості осмотичного тиску, входять до складу гемоглобіну, гормонів, ферментів, слугують матеріалом для побудови кісткової та зубної тканин [66–68]. Біогенні мінеральні елементи – залізо, селен, цинк, мідь, марганець – відіграють важливу роль в активації антирадикального захисту організму [18]. Тому нестача чи надлишок у харчуванні будь-яких мінеральних речовин спричиняє порушення обміну білків, ліпідів, вуглеводів і вітамінів.

З метою більш повної оцінки мінерального складу напівфабрикатів визначений вміст кальцію, фосфору, магнію та йоду в розроблених ФШН. Вміст кальцію, фосфору, магнію та йоду в ФШН із додаванням прянощів, крупи манної та моркви вище, ніж у контролі. Вміст кальцію в розроблених ФШН збільшено в 3 рази порівняно з контролем, завдяки введенню

до складу напівфабрикатів, в основному, сиру твердого та сухого молока, фосфору – на 18 % завдяки додаванню сиру твердого і грибів, магнію – в 2 рази завдяки додаванню грибів, кальмара, сиру твердого та сухого молока. Введення водоростей до складу напівфабрикатів дозволило підвищити біологічну цінність ФШН із додаванням прянощів, крупи манної та моркви за рахунок збільшення вмісту йоду практично в 40 разів у швидкозаморожених виробках порівняно з контролем. Втрати йоду після смаження ФШН із додаванням прянощів, крупи манної та моркви становили 53,1, 55,5 і 53,6%. Достовірної різниці між втратою йоду в напівфабрикатах із додаванням фукуса (ФШН з додаванням прянощів) і ламінарії (ФШН з додаванням крупи манної і моркви) не виявлено.

Оскільки на засвоєння кальцію в організмі людини впливає збалансованість його вмісту з фосфором і магнієм, розраховано їхнє співвідношення у ФШН (рис. 3.19).

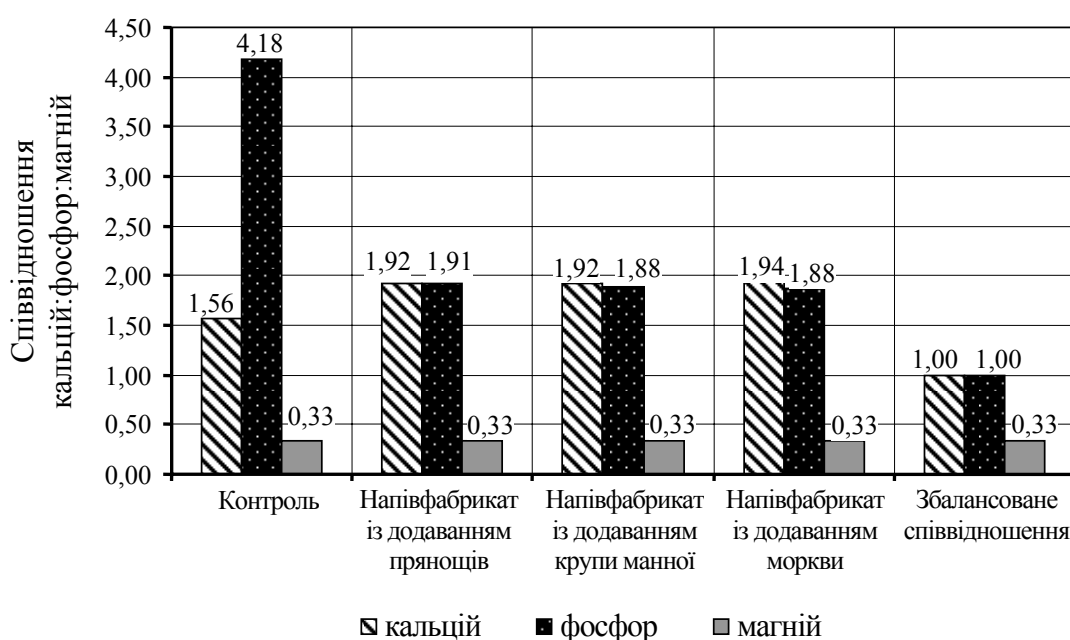


Рис. 3.19. Порівняльна характеристика співвідношення кальцію, фосфору і магнію в фаршевих швидкозаморожених напівфабрикатах [46]

* Примітка. Згідно затверджених Норм фізіологічних потреб населення України в основних харчових речовинах та енергії [50].

З рис. 3.19 видно, що в ФШН із додаванням прянощів, крупи манної та моркви співвідношення кальцію, фосфору і магнію є більш наближеним до збалансованого рівню, ніж у контролі. В контролі спостерігається значний надлишок фосфору по відношенню до вмісту кальцію та магнію.

За даними по вмісту мінеральних елементів у напівфабрикатах розраховано ступінь забезпечення добової потреби в макро- і мікроелементах (на 100 г напівфабрикатів) (табл. 3.19).

Таблиця 3.19

**Ступінь забезпечення різними фаршевыми
напівфабрикатами добової потреби
в макро- і мікроелементах**

Мінеральні елементи	Добова потреба [49]	Ступінь забезпечення добової потреби, %			
		Контроль	ФШН з додаванням прянощів	ФШН з додаванням крупи манної	ФШН з додаванням моркви
Кальцій	1200,00 мг	6,21	17,59	18,17	18,30
Фосфор	1200,00 мг	16,60	17,52	17,83	17,70
Магній	400,00 мг	3,93	9,06	9,37	9,33
Йод	150,00 мкг	5,89	110,93 (52,00*)	108,40 (48,20*)	106,73 (47,47*)

* Примітка. У смажених фаршевих виробках

Як видно із даних табл. 3.19 ступінь забезпечення добової потреби в мінеральних елементах у розроблених ФШН більша, ніж в контролі та становить в середньому 18,02 проти 6,21% в кальції, 17,68 проти 16,60% в фосфорі, 9,25 проти 3,93% в магнії та 108,69 (49,22% у смажених фаршевих виробках) проти 5,89% добової потреби в йоді відповідно.

Вітаміни є незамінними нутрієнтами в харчуванні людини. В ході експериментальних досліджень визначено вміст вітамінів у напівфабрикатах. У ФШН із додаванням прянощів,

круп манної та моркви вміст вітаміну А і В₆ в 1,2 рази вище, ніж у контролі. ФШН з додаванням моркви відрізняються найбільшим вмістом β-каротину серед інших напівфабрикатів. Також у ФШН із додаванням прянощів, круп манної та моркви спостерігається високий вміст вітаміну Е у порівнянні з контролем, що обумовлено додаванням до складу розроблених напівфабрикатів олії соняшникової.

На основі експериментальних даних по вмісту вітамінів розраховано ступінь забезпечення добової потреби [26, 50] в вітамінах (на 100 г напівфабрикатів) (рис. 3.20).

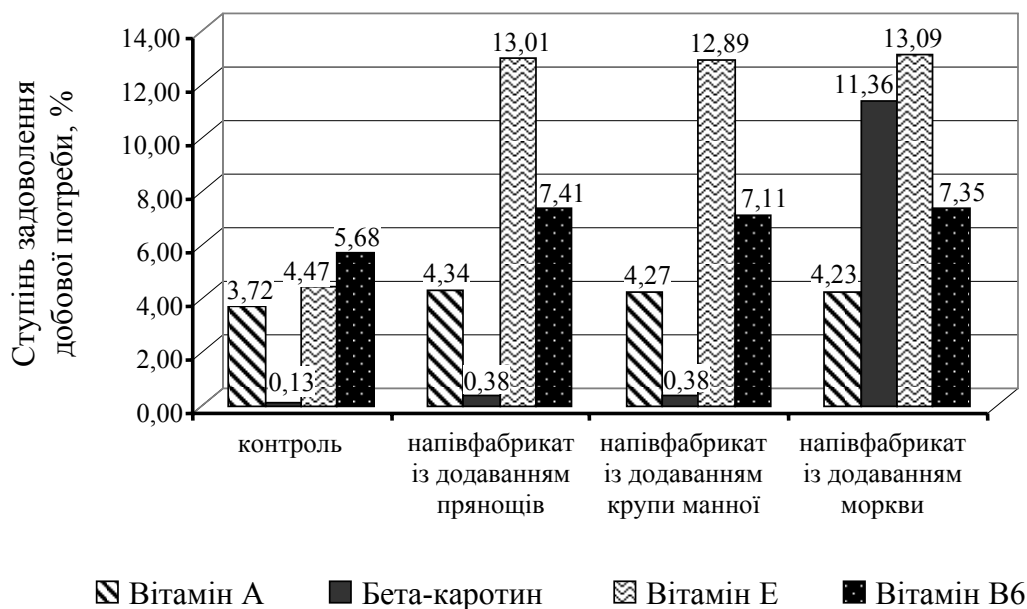


Рис. 3.20. Ступінь забезпечення фаршевими напівфабрикатами добової потреби людини в вітамінах у порівнянні з контролем [46]

З рис. 3.20 видно, що добова потреба дорослої людини у вітаміні А буде задоволена на 4,28% (контроль), 5% (ФШН із додаванням прянощів, круп манної та моркви); β-каротині – на 0,15% (контроль), 0,42% (ФШН із додаванням прянощів, круп манної), 11,37% (ФШН із додаванням моркви); Е – на 5,13% (контроль), 13% (розроблені ФШН); В₆ – на 6,54% (контроль) та практично 8% (розроблені ФШН).

Ролі харчових волокон у раціоні людини відводиться значне місце оскільки вони не тільки мають позитивний вплив на мікрофлору кишечника, приймають участь у стимулюванні його роботи, але й у зв'язуванні та виведенні з організму холестерину, жовчних кислот, ксенобіотиків, радіонуклідів, канцерогенних речовин тощо.

У результаті експериментальних досліджень встановлено, що вміст клітковини в контролі становить 0,32 г, ФШН із додаванням прянощів, крупи манної – 0,21 г, моркви – 0,34 г/100 г. В контролі наявність харчових волокон у такій кількості обумовлена великим вмістом в його складі хлібу, багатого на геміцелюлозу.

Норма споживання харчових волокон за різними джерелами становить 20–30 г/добу [26, 50]. Ступінь забезпечення добової потреби людини в харчових волокнах при споживанні 100 г продукту становить для контролю 1,5%, ФШН із додаванням прянощів, крупи манної – 1,1%, моркви – 1,7%.

Визначення терміну зберігання швидко заморожених фаршевих напівфабрикатів під час зберігання

Під час зберігання контроль якості ФШН проводили за комплексом органолептичних, фізико-хімічних та мікробіологічних показників.

З метою вивчення змін якості напівфабрикатів, які відбуваються під час зберігання, проводили дослідження динаміки змін органолептичних показників розроблених виробів. За органолептичними показниками впродовж 180 днів зберігання всі вироби мали на поверхні рівномірну рум'яну скоринку, зберігали свою форму. Запах фаршевих виробів із додаванням прянощів, крупи манної та моркви оцінений значно вищими балами, ніж контролю, особливо зразок із додаванням прянощів. Запах контролю після зберігання впродовж 90 днів охарактеризований як специфічний, рибний. Консистенція виробів під час зберігання практично не змінювалася.

Консистенція контролю була пружною та однорідною, розроблених ФШН – достатньо пружною, більш соковитою, дещо неоднорідною через багатокomпонентний склад напівфабрикатів. ФШН з додаванням крупи манної характеризувалися більш щільною консистенцією порівняно зі зразками з додаванням прянощів та моркви. Середня оцінка смаку виробів із збільшенням періоду зберігання знижувалася. Контроль характеризувався відчутним погіршенням смаку після 90 днів зберігання, розроблені ФШН – після 180 днів зберігання.

На основі результатів дослідження розраховано узагальнюючий показник якості напівфабрикатів під час зберігання при температурі мінус 18° С впродовж 180 днів. Динаміку змін узагальнюючого показника якості напівфабрикатів представлено на рис. 3.21.



Рис. 3.21. Зміна узагальнюючого показника якості фаршевих напівфабрикатів під час зберігання при мінус 18° С

Джерело: розроблено автором.

Як видно з рис. 3.21, ФШН із додаванням прянощів, крупи манної та моркви характеризуються більшим узагальнюючим показником якості протягом усього періоду зберігання порівняно з контролем. Після зберігання протягом 90 днів узагальнюючий показник якості зразків зменшився відповідно до вихідних значень у контролі на 14,4, ФШН із додаванням прянощів – 5,6, крупи манної – 3,2, моркви – 6,8 бали. Зменшення середнього показнику в контролі більше ніж на 10 балів за 100 баловою шкалою свідчить про суттєве зниження споживчих властивостей даного виробу. Розроблені ФШН характеризуються зниженням узагальнюючого показнику якості на 14,8, 14,0 і 15,2 бали після 180 доби зберігання відповідно.

У процесі зберігання ФШН вивчали динаміку процесів гідролізу, денатурації, мікробіологічного псування білкових речовин, гідролізу і окиснення ліпідних речовин.

Динаміку змін показників гідролізу білкової складової напівфабрикатів за вмістом $N_{ам}$ представлено на рис. 3.22.

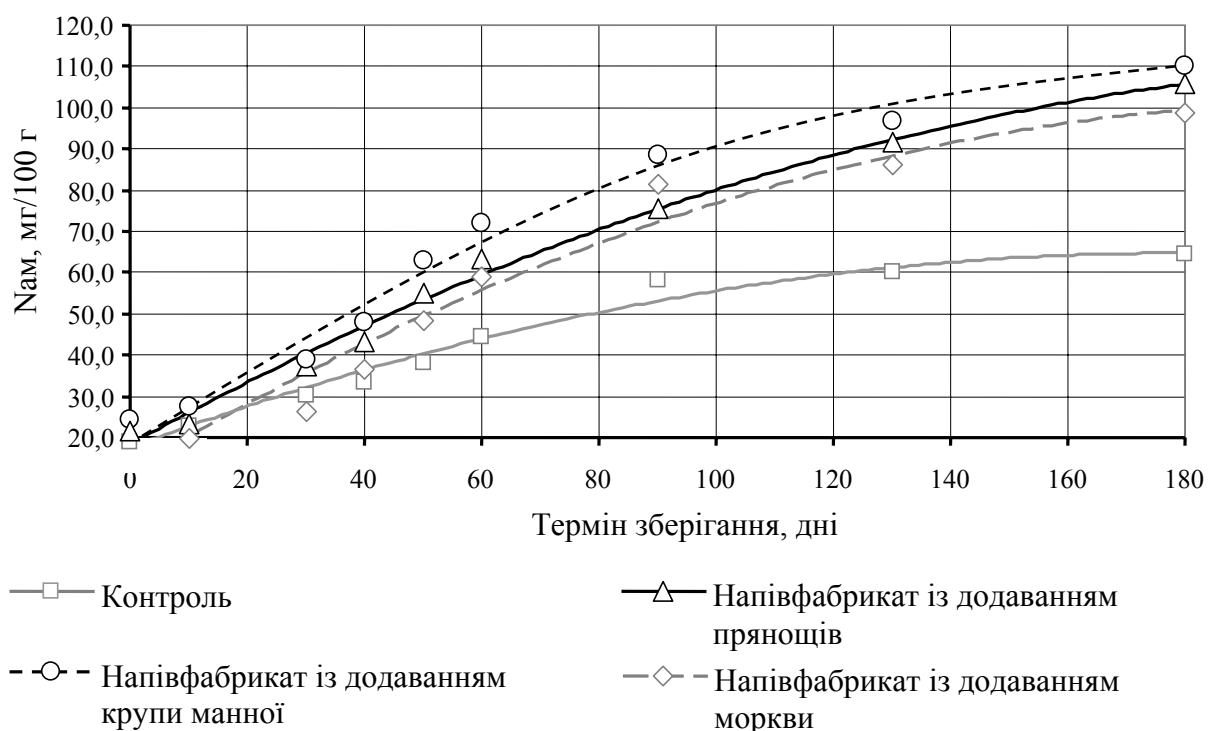


Рис. 3.22. Накопичування азоту кінцевих аміногруп у фаршевих напівфабрикатах під час зберігання при мінус 18° С

Джерело: розроблено автором.

З рис. 3.22 видно, що значення $N_{ам}$ розроблених ФШН із додаванням прянощів, крупи манної та морквивищі, ніж у контролю. Це, на нашу думку, обумовлене тим, що розроблені ФШН містять у своєму складі м'ясо кальмара, який характеризується високим вихідним значенням $N_{ам}$ (128,1 мг/100 г), порівняно з м'ясом товстолобика (77,9 мг/100 г). Кількість $N_{ам}$ у всіх напівфабрикатах протягом усього періоду зберігання збільшувалася, що свідчить про перебіг процесу гідролізу білків до поліпептидів, коротких пептидів, вільних амінокислот.

Під час досліджень у напівфабрикатах визначали число Неслера, яке характеризує процес розкладання білка з утворенням аміаку та амонійних солей. Результати досліджень представлено на рис. 3.23.

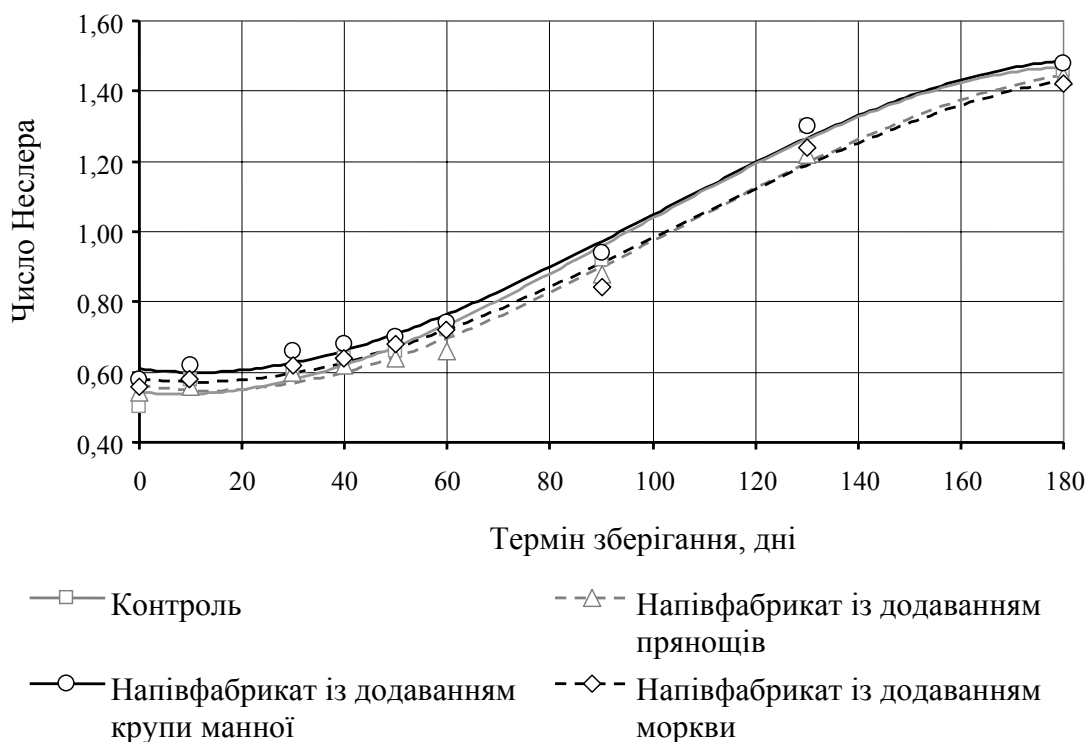


Рис. 3.23. Накопичування аміаку і амонійних солей у фаршевих напівфабрикатах за числом Неслера під час зберігання при мінус 18° С

Джерело: розроблено автором.

З рис. 3.23 видно, що число Неслера в усіх зразках зі збільшенням періоду зберігання зростало. Вихідні значення числа Неслера ФШН із додаванням прянощів, крупи манної

та морквибільші, ніж у контролю, ймовірно, через вміст м'яса кальмара в розроблених напівфабрикатах (число Неслера м'яса кальмара становить 0,80, товстолобика – 0,75).

Рибна сировина характеризується високою якістю, якщо число Неслера становить менше 1,0, підозрілої свіжості – від 1,2 до 1,4, незадовільної якості – більше 1,6 [70]. Оцінка ФШН відповідно до цих вимог показала, що до 90 днів зберігання всі зразки характеризуються високою якістю за цим показником, після 135 днів зберігання число Неслера напівфабрикатів перевищує 1,2, що свідчить про перебіг процесів розкладання білків та характеризує продукт, як підозрілої свіжості в цей період.

Характер автолітичних та мікробіологічних процесів у напівфабрикатах оцінювали за зміною вмісту АЛО, в тому числі ТМА, які накопичуються в результаті ферментативних процесів під дією протеаз та життєдіяльності мікроорганізмів і супроводжуються розщепленням амінокислот із утворенням аміаку, моно-, ди- и триметиламінів. Зміни вмісту АЛО і ТМА в напівфабрикатах залежно від періоду зберігання наведено на рис. 3.24.

Із даних рис. 3.24 видно, що вихідні значення вмісту АЛО і ТМА ФШН із додаванням прянощів, крупи манної та моркви більші, ніж у контролю. Це пояснюється тим, що до азоту летких основ входить також ТМА, який утворюється внаслідок розщеплювання триметиламіноксиду, властивого морським гідробіонтам (в нашому випадку кальмару) [6, 8, 14, 25]. Так, вміст АЛО і ТМА в м'ясі кальмара становить 17,6 і 11,6, у м'ясі товстолобика – 11,1 і 8,2 мг/100 г відповідно.

Дані рис. 3.24 свідчать, що на 180 день зберігання вміст АЛО в контролі та ФШН із додаванням прянощів, крупи манної та моркви збільшився практично на 50% та становив 25,3, 25,8, 27,3 і 26,6 мг/100 г відповідно, що перевищує граничний прийнятний рівень (25–35 мг/100 г). У ФШН із додаванням крупи манної на 135 день зберігання значення цього показника перевищувало норму. Вміст ТМА також збільшився практично на 50 %, але не перевищував граничний рівень (15 мг/100 г).

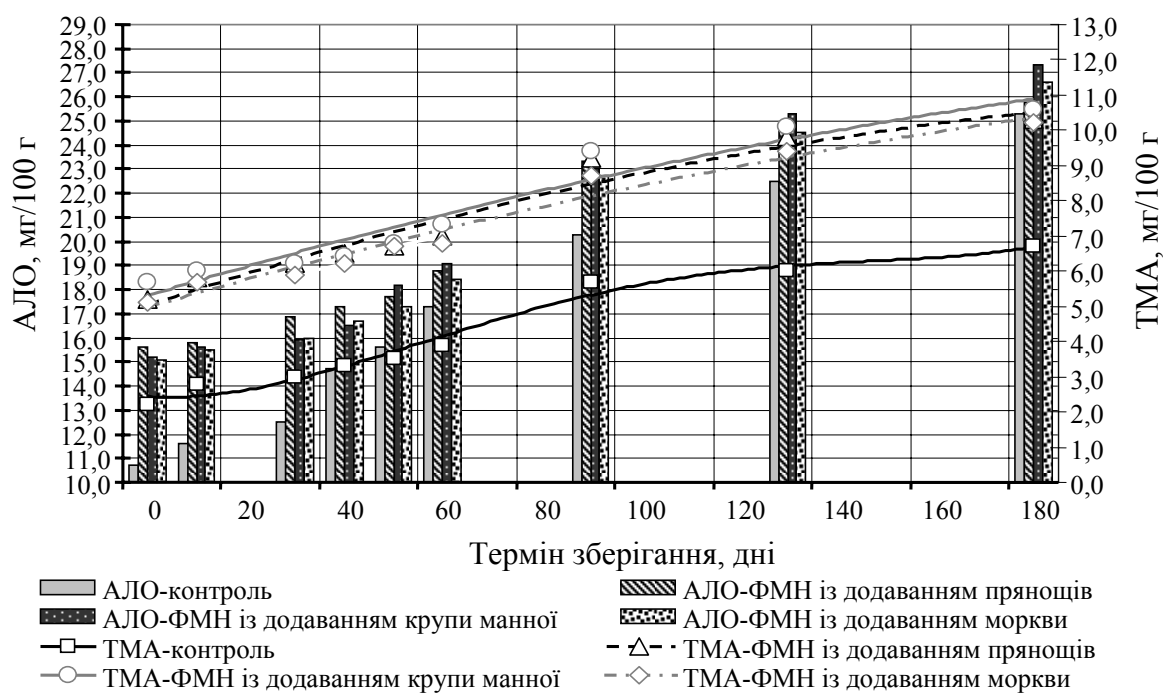


Рис. 3.24 Зміна вмісту АЛО і ТМА в період зберігання фаршевих напівфабрикатів при мінус 18° С

Джерело: розроблено автором.

Ступінь гнильних процесів під час зберігання напівфабрикатів оцінювали за виділенням вільного сірководню і аміаку. За результатами досліджень встановлено, що протягом 180 днів зберігання виробів усі зразки характеризувалися негативною реакцією проби на вільний сірководень та аміак – кінцевих продуктів автолітичних та мікробіологічних процесів розкладання білкових речовин не виявлено.

Результати досліджень денатураційних змін білків напівфабрикатів представлено на рис. 3.25.

Як видно з рис. 3.25, вміст зв'язаної води до її загальної маси у контролі та ФШН із додаванням прянощів, крупи манної та моркви на початку зберігання становить 100% (вихідні дані), через 30 днів – 97,4, 98,3, 99,1 і 98,1, через 60 днів – 90,2, 94,2, 98,3 і 92,9, через 90 днів – 90,5, 92,8, 98,1 і 90,5, через 180 днів – 87,4, 88,6, 91,3 і 88,1% відповідно. Під час зберігання ФШН вміст зв'язаної води в них зменшувався, що свідчить про денатурацію білків і погоджується з літературними даними щодо змін у продуктах харчування під час низькотемпературного

зберігання. ФШН із додаванням прянощів, крупи манної та моркви протягом усього періоду зберігання характеризувалися більшими значеннями показнику зв'язаної води, ніж контроль, що свідчить про більш інтенсивні денатураційні зміни в білках контролю і, як наслідок, меншу їхню здатність утримувати воду при розморожуванні, негативно позначається на таких показниках, як консистенція та соковитість. Достатньо високі показники якості, які характеризують збереженість білкових речовин напівфабрикатів протягом перших місяців зберігання, ймовірно, можна пояснити захисною дією нейтральних ліпідів (містяться в салі, олії, сирі твердому) на ступінь денатурації білків при їх безпосередньому контакті, який спостерігається в даних фаршевих виробках [15, 52], антиденатураційним ефектом SH- і SS-груп молекул білків м'яса кальмара, а також білків сухого молока на білки риби при низькотемпературному зберіганні [42], що стало можливим завдяки комбінуванню сировини рослинного і тваринного походження в розроблених напівфабрикатах.

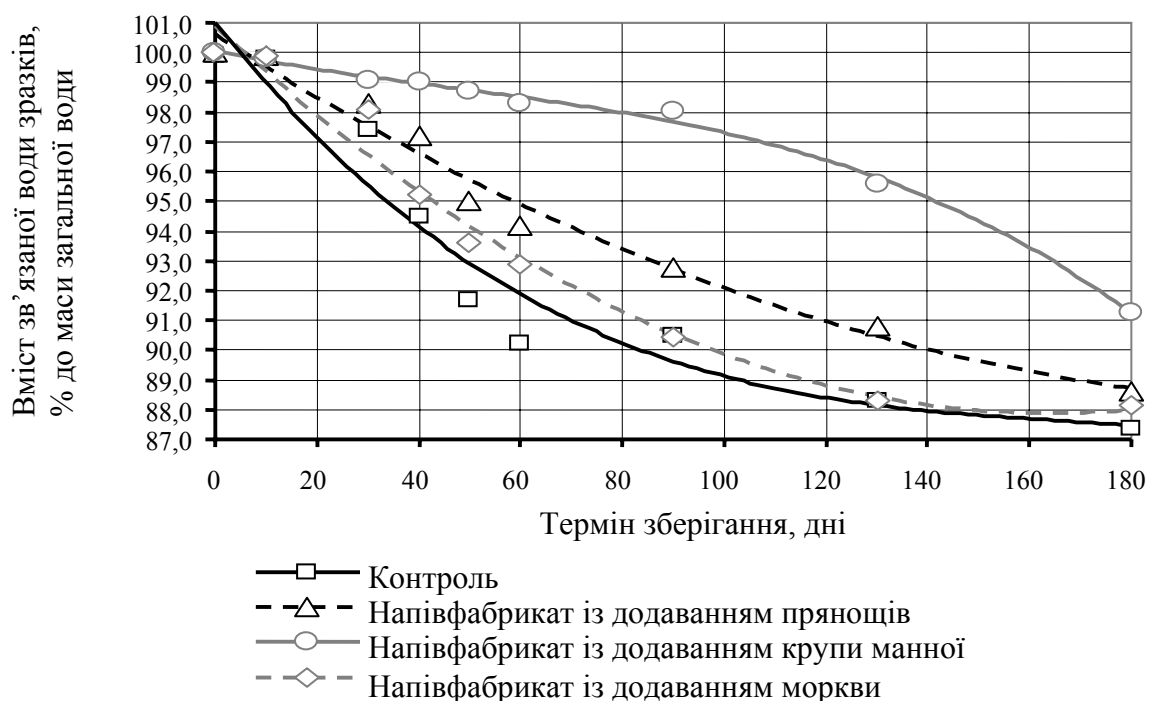


Рис. 3.25. Зміна вмісту зв'язаної води фаршевих напівфабрикатів під час зберігання при мінус 18° С

Джерело: розроблено автором.

Високі значення вмісту зв'язаної води в ФШН з додаванням крупи манної, порівняно з іншими зразками, протягом усього періоду зберігання обумовлено наявністю в їхньому складі крупи манної, яка може поглинати воду, що вивільняється під час зберігання.

Виявлена динаміка змін показників якості білкової складової напівфабрикатів погоджується зі загальновідомими змінами, які відбуваються при гідролізі, денатурації та мікробіологічному розкладанні білкових речовин.

Глибину гідролітичних і окиснювальних змін ліпідних речовин ФШН у процесі зберігання оцінювали за кислотним, перекісним та карбонільним (альдегідним) числами.

Ступінь накопичування жирних кислот в результаті гідролітичного розкладання ліпідів напівфабрикатів вивчали за зміною кислотного числа ліпідів (рис. 3.26).

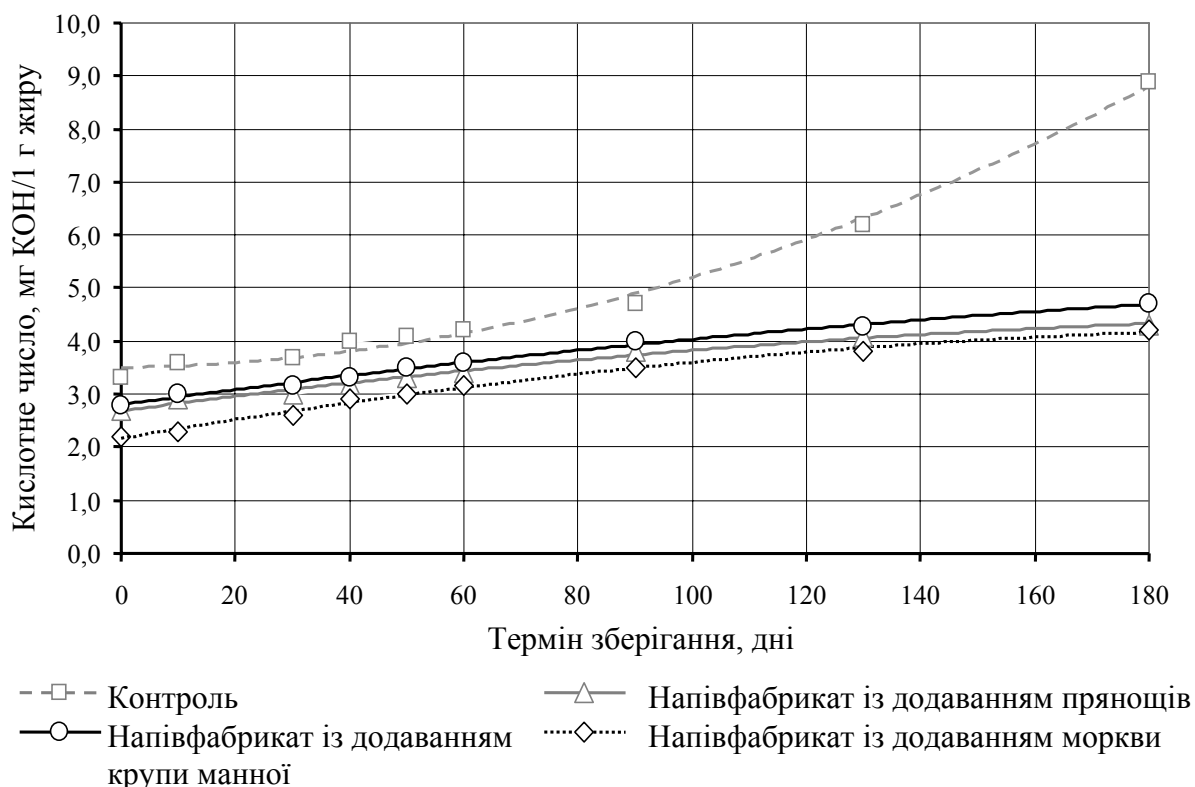


Рис. 3.26. Зміна кислотного числа ліпідів фаршевих напівфабрикатів під час зберігання при мінус 18° С

Джерело: розроблено автором.

Дані рис. 3.26 свідчать, що зміни кислотного числа ліпідів напівфабрикатів під час зберігання протягом 180 днів при температурі мінус 18° С мають лінійну тенденцію до збільшення. Кислотне число ліпідів контролю після 50 днів зберігання перевищує норму, встановлену на жири риб для виробництва харчової продукції (4,0 мг КОН/1 г жиру), і становить 4,1 мг КОН/1 г жиру, що свідчить про більш інтенсивний гідроліз ліпідів і накопичування вільних жирних кислот у контролі, порівняно з іншими зразками. Кислотне число ліпідів ФШН з додаванням прянощів і крупи манної після 135 днів, моркви – після 180 днів зберігання перевищує норму і становить 4,1, 4,3 і 4,4 мг КОН/1 г жиру відповідно. При однакових умовах зберігання ступінь та інтенсивність гідролізу ліпідів залежить від виду продукту (його компонентів) та обумовлена особливостями співвідношення окремих фракцій ліпідів (тригліцеридів, фосфоліпідів) та, ймовірно, активністю ліполітичних ферментів (ліпаз, фосфоліпаз) в умовах низькотемпературного зберігання. Вірогідно, ліпази та фосфоліпази жировмісних інгредієнтів (сало, сир твердий) розроблених багатокомпонентних напівфабрикатів більш чутливі до дії низьких температур, ніж ліполітичні ферменти рибної сировини.

Процеси окиснення в ліпідах напівфабрикатів вивчали по змінах у накопичуванні первинних продуктів окиснення – перекисів і вторинних продуктів – карбонільних сполук. Результати досліджень змін перекисного числа ліпідів напівфабрикатів під час зберігання представлено на рис. 3.27.

Як видно з рис. 3.27, динаміка змін перекисного числа ліпідів напівфабрикатів має нелінійний характер. Перекисне число ліпідів контролю до 40 днів зберігання збільшувалося в межах 0,03% йоду, що характеризує жир як свіжий; після 40 днів перекисне число збільшується до 0,06% йоду – при таких значеннях жир не підлягає зберігання і після 135 днів, коли значення перекисного числа перевищує 0,06% йоду, характеризується як жир сумнівної якості. Ліпіди у контролі мають більші значення перекисного числа, порівняно з іншими зразками, що можна пояснити інтенсивним накопичуванням

жирних кислот (в результаті гідролізу) і приєднанням кисню повітря до їхніх вільних радикалів. Жир ФШН з додаванням прянощів до 50 днів, крупи манної – 60 днів, моркви – 90 днів зберігання характеризується як свіжий; після цих термінів якість жиру погіршується та характеризує жир як той, що не підлягає зберіганню. Але на відміну від контролю ліпід розроблених ФШН не набувають критичного значення перекисного числа сумнівної якості жиру. Максимального вмісту перекисів ФШН з додаванням прянощів і крупи манної набувають після 135 дня, моркви – після 180 дня зберігання та становить 0,045, 0,055 і 0,05% йоду відповідно. Протягом зберігання в усіх зразках відмічено періоди стабілізації та зменшення перекисного числа ліпідів, що обумовлено, ймовірно, перетворенням перекисів на карбонільні сполуки.

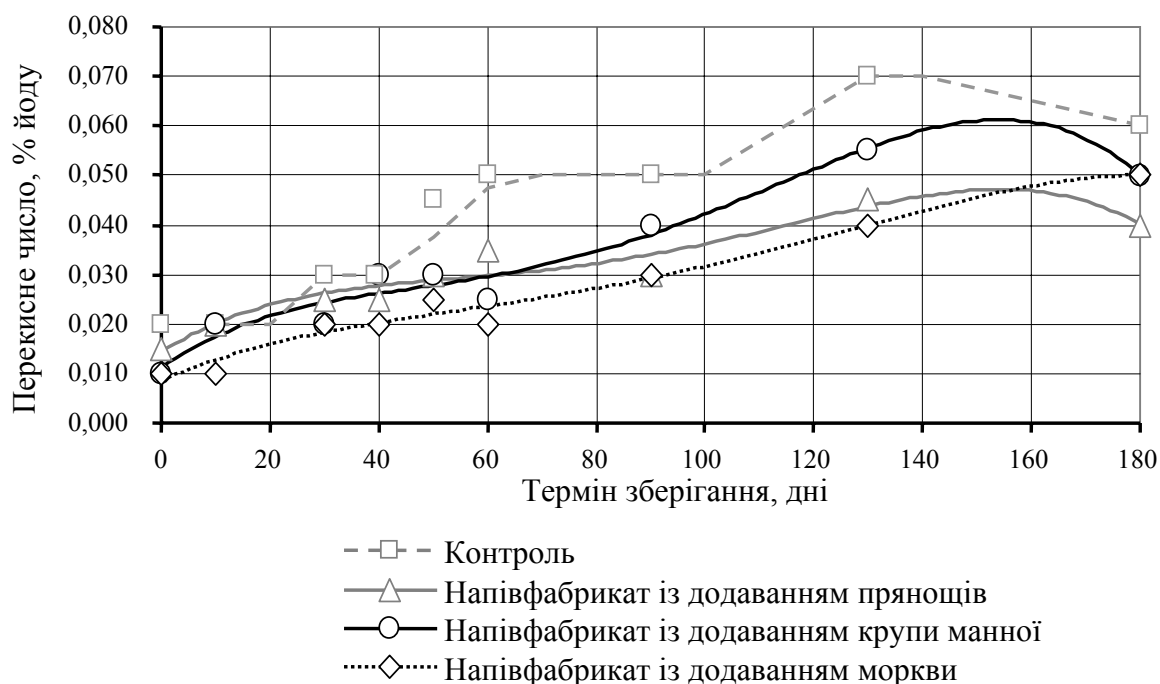


Рис. 3.27. Зміна перекисного числа ліпідів фаршевих напівфабрикатів під час зберігання при мінус 18° С

Джерело: розроблено автором.

Для повної характеристики окиснення ліпідів напівфабрикатів визначали вміст карбонільних сполук під час зберігання виробів (рис. 3.28).

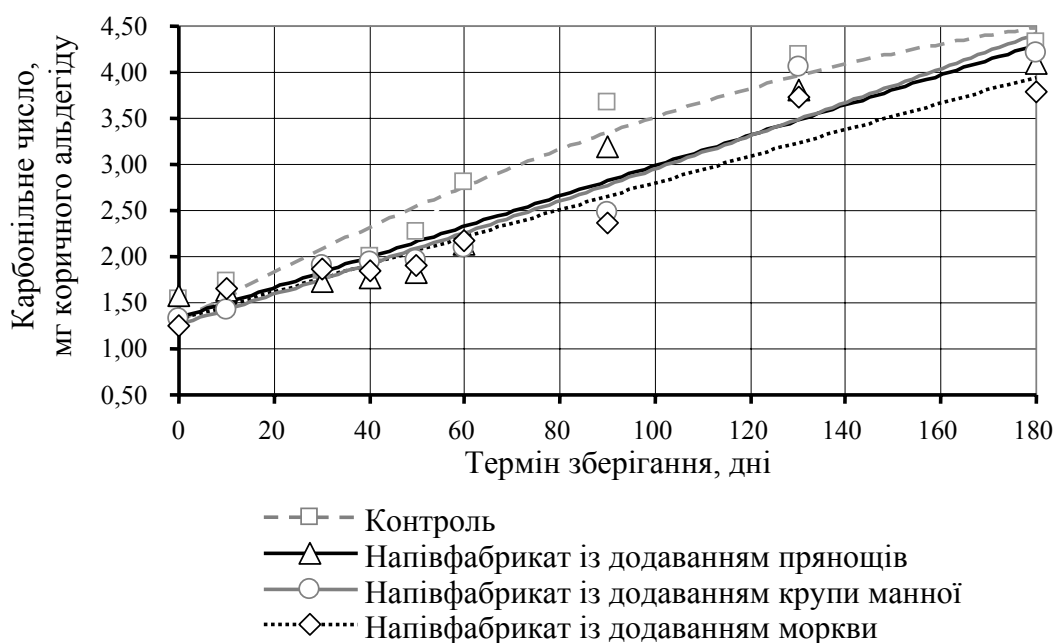


Рис. 3.28. Зміна карбонільного числа ліпідів фаршевих напівфабрикатів під час зберігання при мінус 18°С

Джерело: розроблено автором.

Із рис. 3.28 видно, що карбонільне число ліпідів контролю під час зберігання збільшувалося з 1,5 (вихідні значення) до 2 мг коричневого альдегіду (після 40 днів зберігання), що свідчить про зниження якості ліпідів контролю в цей період та після 135 днів зберігання перевищило 4 мг коричневого альдегіду (свідчить про незадовільну якість ліпідів). У ФШН із додаванням прянощів, крупи манної та моркви карбонільне число ліпідів також збільшувалося і у 60 день зберігання становило практично 2 мг коричневого альдегіду. Після 180 днів зберігання ФШН із додаванням прянощів і крупи манної карбонільні числа їхніх ліпідів збільшилися до 4 мг коричневого альдегіду, що свідчить про зниження якості ліпідів зразків у цей період.

Таким чином, експериментальні дані свідчать, що під час зберігання в напівфабрикатах відбуваються зміни білкових та ліпідних речовин.

Відповідно до закону України «Про безпечність та якість харчових продуктів» [71] харчовий продукт має бути безпечним, тобто не створювати шкідливого впливу на здоров'я людини безпосередньо чи опосередковано за умов його виробництва

та обігу з дотриманням санітарних правил і норм та споживання за призначенням. Безпечність напівфабрикатів вивчали за мікробіологічними показниками якості.

Первинна мікрофлора напівфабрикатів характеризується видовим складом мікроорганізмів кожного складового інгредієнту багатокomпонентних виробів. А також частина мікроорганізмів може потрапляти у продукт із мікрофлорою повітря, допоміжних матеріалів тощо.

Кількісний та видовий склад мікрофлори живої риби залежить від стану водного середовища, способу і сезону лову, фізіологічного стану гідробіонтів, характеру живлення і наповнення шлунку, а також від біологічного виду риби. Для риб в основному характерні мікроорганізми родин *Pseudomonas*, *Micrococcus*, *Achromobacter*, *Flavobacterium*, *Bacillus*, *Aeromonas*, *Cyrtofage*, *Vibrio*, а також зустрічаються дріжджові та цвілеві гриби [72]. Склад мікрофлори води може істотно змінюватися залежно від пори року, температури і кількості планктону. Скидання стічних вод в прибережне морське середовище і внутрішні водойми може привести до розмноження в ній хвороботворних бактерій, таких, як сальмонелли, шигелли, ентерококи, патогенні види кишкових паличок, ентеровіруси, стафілококи та ін. [72].

Із літературних джерел відомо, що прянощі, хоча і мають власну, в основному, ґрунтову мікрофлору (спороутворюючі аероби, термостійкі бацили), окрім надання продукту смакових і ароматичних властивостей, мають консервуючу дію, призупиняючи розвиток мікроорганізмів.

В олії можуть зустрічатися *Staphylococcus aureus*, особливо в нерафінованій, яка містить білкові частинки [72].

Мікрофлора овочевої сировини як по кількості, так і по видовому складу надзвичайно різноманітна. На овочах можуть бути присутні дріжджі, цвілеві гриби, споро- і неспороутворюючі бактерії, у т. ч. і патогенні, характерні для ґрунтів. Тому овочі необхідно ретельно мити і очищати. Також овочі містять бактерицидні речовини, активні проти багатьох збудників кишкових інфекцій.

Яйця можуть містити патогенні і умовно-патогенні мікроорганізми, в т. ч. родин *Salmonella*, *Staphylococcus*, *Proteus*, а також БГКП і бактерії туберкульозу. Кількість мікроорганізмів залежить від якості і свіжості яєць [72].

Результати досліджень якості ФШН за мікробіологічними показниками представлені в табл. 3.20 [73].

Таблиця 3.20

**Зміни мікробіологічних показників фаршевих
напівфабрикатів під час зберігання ($n=5$, $p \leq 0,05$)**

Найменування показників	Допустимий рівень [75]	Термін зберігання, дні	Контроль	Напівфабрикати з додаванням		
				прянощів	круп манної	моркви
МАФАНМ, КУО в 1 г	Не більше 2×10^4	0 30 60 90 180	$2,0 \times 10$ $1,5 \times 10$ $1,0 \times 10$ $1,0 \times 10$ 5,0	$6,0 \times 10^2$ $9,0 \times 10$ $8,0 \times 10$ 5,0 поодинокі колонії	$3,8 \times 10^2$ $1,4 \times 10^2$ $6,0 \times 10$ $2,0 \times 10$ $1,5 \times 10$	$1,9 \times 10^3$ $1,4 \times 10^2$ $8,0 \times 10$ $4,5 \times 10$ $2,0 \times 10$
БГКП (коліформи), в 0,1 г	Не доп.	180	Не виявл.	Не виявл.	Не виявл.	Не виявл.
Золотистий стафілокок, у 0,1 г	Не доп.	180	Не виявл.	Не виявл.	Не виявл.	Не виявл.
Патогенні мікроорганізми, в т.ч. роду Сальмонела, у 25 г	Не доп.	180	Не виявл.	Не виявл.	Не виявл.	Не виявл.

Із даних табл. 3.20 видно, що кількість МАФАНМ у напівфабрикатах під час зберігання була у межах допустимих норм. Вихідні дані кількості МАФАНМ у контролі становлять $2,0 \times 10$ КУО/г; у ФШН із додаванням прянощів, круп манної та моркви кількість МАФАНМ була вищою, ніж у контролі:

$6,0 \times 10^2$, $3,8 \times 10^2$, $1,9 \times 10^3$ відповідно. Такі дані обумовлені багатокомпонентним складом розроблених напівфабрикатів. Найбільшим значенням кількості МАФАНМ характеризуються ФШН з додаванням моркви. Під час зберігання кількість МАФАНМ у всіх напівфабрикатах знижувалась і після 180 днів зберігання зменшення кількості МАФАНМ по відношенню до вихідних значень становило 75,0, 99,8, 96,1 і 98,9% відповідно. Найбільш інтенсивне зниження кількості МАФАНМ у ФШН із додаванням прянощів, крупи манної та моркви спостерігалось протягом першого місяця зберігання, у контролі зниження кількості МАФАНМ було поступовим. В кінці терміну зберігання ФШН із додаванням прянощів характеризуються найменшою кількістю МАФАНМ, ймовірно, завдяки вмісту орегано, кореню селери та перцю чорного меленого та їхнім бактерицидним властивостям [74].

В усіх зразках напівфабрикатів протягом усього терміну зберігання були відсутні БГКП, золотистий стафілокок, сальмонели.

Отже, за мікробіологічними показниками якості всі зразки напівфабрикатів відносяться до безпечних у харчовому відношенні виробів.

На основі результатів досліджень зміни якості напівфабрикатів під час зберігання встановлені граничні терміни зберігання:

- за органолептичною оцінкою: 90 днів для контролю, 180 днів – ФШН із додаванням прянощів, крупи манної та моркви;
- за показниками якості білкової складової: 90 днів для всіх напівфабрикатів;
- за показниками якості ліпідної складової: 40 днів для контролю, 50 днів – ФШН з додаванням прянощів, 60 днів – крупи манної та моркви;
- за мікробіологічними показниками: 180 днів для всіх напівфабрикатів.

Таким чином, граничним терміном зберігання, коли вироби набувають негативних характеристик є для контролю 40 днів, ФШН із додаванням прянощів – 50, крупи манної та моркви – 60 днів зберігання. На основі граничних термінів

зберігання зі врахуванням коефіцієнту резерву (див. розділ 2) визначені терміни придатності ФШН: контроль – 25, ФШН з додаванням прянощів – 30, крупи манної та моркви – 40 днів.

Комплексна оцінка якості фаршевих швидкозаморожених напівфабрикатів

Комплексну оцінку якості розроблених напівфабрикатів проводили за допомогою ПЯ. Результати досліджень представлено в табл. 3.21.

Таблиця 3.21

Комплексна оцінка якості швидкозаморожених напівфабрикатів

Показник	Коефіцієнт вагомості	Еталон	Контроль	Напівфабрикати з додаванням		
				прянощів	крупн манної	моркви
Абсолютні показники						
Органолептична оцінка, бали	0,35	100	80,00	86,40	82,80	87,60
НАК, % добової потреби	0,10	20	20,40	19,00	21,90	19,10
БЦп, %	0,10	70	67,25	68,02	69,06	68,27
ω3 і ω6, % добової потреби	0,15	20	2,00	13,00	13,00	13,00
Йод, % добової потреби	0,10	100	5,89	110,93	108,40	106,73
Кальцій, % добової потреби	0,10	20	6,24	20,00	19,80	19,90
Вітамін Е, % добової потреби	0,10	20	5,90	15,50	15,40	15,60
Відносні показники						
Органолептична оцінка	0,35	1	0,80	0,86	0,83	0,88
НАК	0,10	1	0,98	1,05	0,91	1,05
БЦп	0,10	1	0,96	0,97	0,99	0,98
ω3 і ω6	0,15	1	0,10	0,65	0,65	0,65
Йод	0,10	1	0,06	1,11	1,08	1,07
Кальцій	0,10	1	0,31	1,00	0,99	1,00
Вітамін Е	0,10	1	0,30	0,78	0,77	0,78
Розрахунок інтегрального показнику якості						
Органолептична оцінка	0,35	0,35	0,28	0,30	0,29	0,31

Закінчення табл. 3.21

Показник	Коефіцієнт вагомості	Еталон	Контроль	Напівфабрикати з додаванням		
				прянощів	круп манної	моркви
НАК	0,10	0,1	0,10	0,11	0,09	0,10
БЦп	0,10	0,1	0,10	0,10	0,10	0,10
$\omega 3$ і $\omega 6$	0,15	0,15	0,02	0,10	0,10	0,10
Йод	0,10	0,1	0,01	0,11	0,11	0,11
Кальцій	0,10	0,1	0,03	0,10	0,10	0,10
Вітамін Е	0,10	0,1	0,03	0,08	0,08	0,08
ІПЯ	1	1	0,56	0,89	0,86	0,89

Джерело: розроблено автором.

Дані табл. 3.21 свідчать, що розроблені ФШН із додаванням прянощів, крупи манної та морквим мають вищі бали, ніж контроль, за органолептичною оцінкою, характеризуються більшими значеннями БЦп, що свідчить про їхню підвищену біологічну цінність порівняно з контролем, а також вищим ступенем забезпечення добової потреби в жирних кислотах родин $\omega 3$ і $\omega 6$, йоді, кальції, вітаміні Е, ніж контроль. ІПЯ контролю становить 0,56, ФШН з додаванням прянощів – 0,89, крупи манної – 0,86, моркви – 0,89. Напівфабрикати з додаванням прянощів, крупи манної та моркви мають більші значення ІПЯ на 37,6, 35,5 та 37,6% відповідно, ніж контроль. Більш високе значення ІПЯ розроблених зразків порівняно з контролем, пояснюється їхніми високими органолептичними властивостями, високим ступенем забезпечення добової потреби у НАК, жирних кислотах родин $\omega 3$ і $\omega 6$, мінеральних речовинах, вітамінах, а також кращою їх збалансованістю.

На основі даних табл. 3.21 побудовані профілі якості контролю (рис. 3.29) та розроблених напівфабрикатів (рис. 3.30–3.32) відносно до еталону.

Як видно з рис. 3.30–3.32, розроблені ФШН характеризуються більшою площею на профілях якості, ніж контроль, що свідчить про наближення їх до еталону.

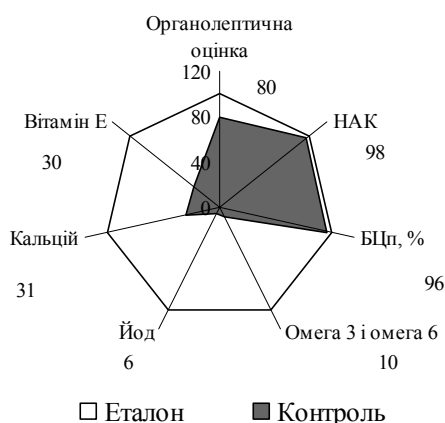


Рис. 3.29. Профіль якості контролю

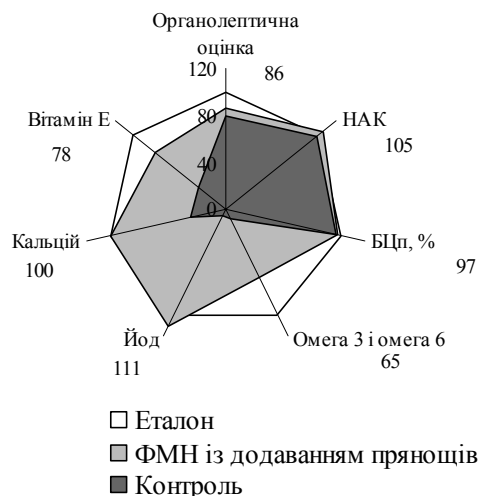


Рис. 3.30. Профіль якості ФШН з додаванням прянощів

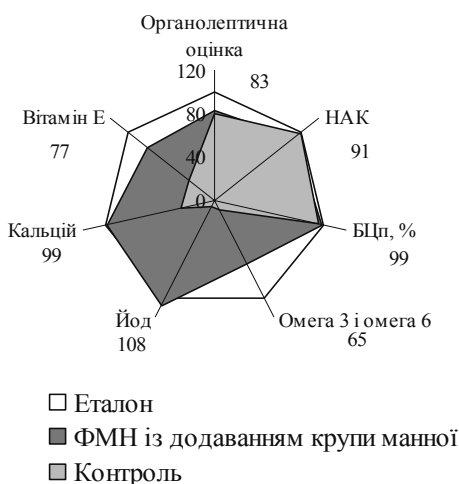


Рис. 3.31. Профіль якості ФШН з додаванням крупи манної

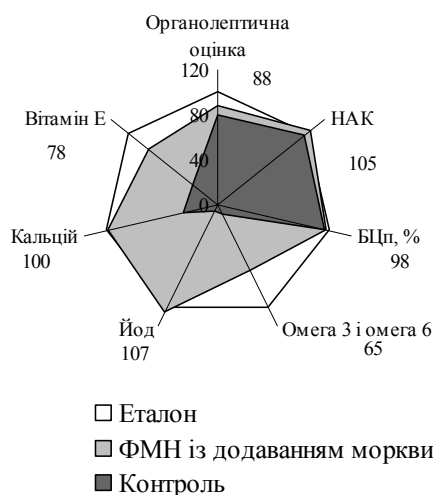


Рис. 3.32. Профіль якості ФШН з додаванням моркви

Джерело: розроблено автором.

Таким чином, ІПЯ контролю становить 0,56, ФШН з додаванням прянощів – 0,89, крупи манної – 0,86, моркви – 0,89, що на 37,6, 35,5 та 37,6% більше, ніж у контролю відповідно. Розроблені ФШН характеризуються більшою площею на профілях якості, ніж контроль, що зумовлено високими органолептичними властивостями розроблених напівфабрикатів, високим ступенем забезпечення добової потреби у НАК, жирних кислотах родин $\omega 3$ і $\omega 6$, мінеральних речовинах, вітамінах, а також кращою їх збалансованістю.

Узагальнюючий показник якості розроблених ФШН із додаванням прянощів, крупи манної та моркви вище, ніж у контролю (93,6, 92,8 і 94,4 проти 89,6 балів відповідно). Смак розроблених ФШН визначений як приємний, апетитний, свіжий, легкий, у формі букету, що гармонійно поєднує в собі смак компонентів даного виробу. Особливо відзначені напівфабрикати з додаванням моркви через приємний та оригінальний солодкуватий присмак. Смак контролю оцінений теж як приємний, але рибний.

Хімічний склад напівфабрикатів характеризується вмістом білків у контролі та ФШН із додаванням прянощів, крупи манної і моркви на рівні 9,87, 9,49, 9,50 і 9,37; ліпідів – 4 (у контролі), 10 – (у розроблених ФШН); золи – 2,3 (у контролі), 2,5–2,8 – (у розроблених ФШН); води – 72,5 (у контролі), 63,8–65,7 – (у розроблених ФШН), %, відповідно. Енергетична цінність напівфабрикатів становить 121 кКал у контролі та близько 180 кКал у ФШН із додаванням прянощів, крупи манної та моркви.

Біологічна цінність розроблених ФШН характеризується вмістом усіх НАК, однак, лімітуючими амінокислотами за шкалою ФАО/ВООЗ є валін і ізолейцин. Ступінь забезпечення ФШН потреб людини в НАК становить 20% добової потреби. За комплексом показників (амінокислотним складом та скором, потенційною біологічною цінністю білка, коефіцієнтом розрізнення амінокислотного скору, коефіцієнтом утилітарності амінокислотного складу білка та показником «надлишкового вмісту» незамінних амінокислот) розроблені ФШН характеризуються високою біологічною цінністю білків.

Біологічна ефективність ліпідів фаршевих напівфабрикатів за показниками співвідношення НЖК:МНЖК:ПНЖК, відношення $C_{18:2}:C_{18:1}$, $C_{18:2}:C_{18:3}$, жирних кислот родин $\omega 3$ і $\omega 6$ у розроблених зразках напівфабрикатів (1:9, 1:9 і 1:7) більше наближені до формули «ідеального» ліпиду (1:10–1:4) в порівнянні з контролем (1:19). Біологічна ефективність ліпідів розроблених зразків обумовлена більшим вмістом незамінних жирних кислот родин $\omega 3$ і $\omega 6$.

Мінеральний склад розроблених ФШН характеризується підвищеним вмістом кальцію, фосфору, магнію та йоду порівняно з контролем. Кальцій, фосфор і магній у розроблених напівфабрикатах знаходяться в співвідношенні, яке більш наближене до оптимального значення, у порівнянні з контролем. Вміст дефіцитних для раціонів харчування українців вітамінів А, Е і В₆ у розроблених напівфабрикатах вище, ніж у контролі. Зразок із морквою відрізняється найбільшим вмістом β-каротину та харчових волокон.

Динаміка змін показників якості напівфабрикатів впродовж 180 днів зберігання при температурі мінус 18° С характеризується погіршенням органолептичних показників усіх напівфабрикатів. За узагальнюючим показником органолептичної оцінки контроль має незадовільні споживні властивості після 90 днів, розроблені нами напівфабрикати – після 180 днів зберігання. Зміни показників якості білкової та ліпідної складової напівфабрикатів погоджується з загальновідомими змінами, які відбуваються при гідролізі, денатурації та мікробіологічному розкладанні білкових речовин, гідролізі та окисненні ліпідів. За мікробіологічними показниками якості всі напівфабрикати протягом 180 днів зберігання характеризуються як безпечні в харчовому відношенні вироби та відповідають вимогам, затвердженим Міністерством охорони здоров'я України до продуктів харчування. За показниками якості, безпечності та зі врахуванням коефіцієнту резерву встановлено термін придатності напівфабрикатів, який для ФШН із додаванням прянощів, крупи манної та моркви становить 30, 40 і 40 днів відповідно, контролю – 25 днів. Комплексна оцінка якості ФШН засвідчила, що розроблені напівфабрикати характеризуються підвищеною біологічною цінністю та ефективністю: інтегральний показник якості ФШН із додаванням прянощів, крупи манної та моркви вище на 37,6, 35,5 та 37,6 %, ніж у контролі, що зумовлено високими органолептичними властивостями розроблених напівфабрикатів, високим ступенем забезпечення добової потреби у НАК, жирних кислотах родин ω3 і ω6, мінеральних речовинах, вітамінах, а також кращою їх збалансованістю.

Література

1. Петриченко Л.К. Ценный продукт питания / Л.К. Петриченко, С.П. Петриченко // Рыбоводство и рыболовство. – 2000. – № 3. – С. 17.
2. Антипова Л.В. Расширение ассортимента рыбных продуктов / Л.В. Антипова, И.Н. Толпыгина // Рыбное хозяйство. – 2002. – № 2. – С. 52 – 54.
3. Украина увеличит масштабы производства растительных / А.И. Андрущенко, А.М. Третьак, М.И. Хижняк и др. // Рыбоводство и рыболовство. – 2000. – № 3. – С. 12.
4. Державна цільова економічна програма розвитку рибного господарства на 2012–2016 рр. : затв. Постановою Кабінету Міністрів України від 23 листоп. 2011 р. № 1245. – Режим доступу : www.zakon4.rada.gov.ua/laws/1245-2011-%DO%BF
5. Сидоренко О.В. Формування асортименту та якості риборослинних продуктів: монографія / О.В. Сидоренко. – К. : Київ. нац. торг.-екон. ун-т, 2006. – 313 с.
6. Справочник по химическому составу и технологическим свойствам водорослей, беспозвоночных и морских млекопитающих / [Г.П. Ионас, В.М. Быкова, А.И. Подкорытова и др.]. – М. : ВНИРО, 1999. – 261 с.
7. Слободяник В.С. Использование кальмаров в производстве функциональных продуктов питания / В.С. Слободяник, Нгуен Тхи Чук Лоан, Е.В. Алтухова, Ю.А. Маслова – Режим доступу : <http://www.rae.ru/forum2010/29/373>
8. Квасницкая А.А. Разработка технологии быстрозамороженных продуктов из кальмара : автореф. дис. на соиск. уч. степ. канд. техн. наук : спец. 05.18.04 «Технология мясных, молочных и рыбных продуктов» / А.А. Квасницкая. – М., 1989. – 23 с.
9. Лебська Т. Морські й прісноводні безхребетні як функціональні інгредієнти в харчових продуктах / Т. Лебська, В. Шкарупа, І. Голяк // Товари і ринки. – 2006. – № 1. – С. 87 – 93.
10. Нестерин М.Ф. Химический состав пищевых продуктов / М.Ф. Нестерин, И.М. Скурихин. – М. : Пищевая промышленность, 1979. – 247 с.

11. Белки. – Режим доступа : <http://www.ekulinar.ru/topic29220.html>
12. Ципріян В.І. Гігієна харчування з основами нутриціології / В.І. Ципріян. – К. : Здоров'я, 1999. – 568 с.
13. Козлова С.Л. Обґрунтування використання інгредієнтів рослинного і тваринного походження в функціональних продуктах / С.Л. Козлова, Т.К. Лебська // Наукові здобутки молоді у вирішенні актуальних проблем переробки сировини, стандартизації і безпеки продовольства : міжнар. науково-практ. конф. молодих вчених, аспірантів і студентів, 20-22 квітня 2010 р. : тези доп. – К. : НУБіП України, 2010. – 188 с.
14. Гидробионты и отходы их разделки как перспективное сырье для получения биологически активных добавок : материалы Первой Международной научно-практической конференции [«Морские пребрежные экосистемы: водоросли, беспозвоночные и продукты их переработки»], (Москва – Голицыно, 26-30 августа 2002 г.) / М. : ВНИРО, 2002. – 240 с.
15. Ржавская Ф.М. Жиры рыб и морских млекопитающих / Ф.М. Ржавская. – М. : Пищевая промышленность, 1976. – 470 с.
16. Пересичный М.И. Рациональное питание в условиях ионной радиации / М.И. Пересичный. – К. : Київ. нац. торг.-екон. ун-т, 1992 – 115 с.
17. Добробабіна Л.Б. Наукові основи комплексу технологій харчових продуктів з гідробіонтів : дис. на здобуття наук. ступеня докт. техн. наук : спец. 05.18.16 «Технологія продуктів громадського харчування» / Л.Б. Добробабіна. – О., 2008. – 319 с.
18. Покровский А.А. Химический состав пищевых продуктов / А.А. Покровский – Режим доступа : http://khimtab.liferus.ru/table1_8.htm.
19. Грибы – ценный пищевой продукт. – Режим доступа : <http://gribnik.org.ua/ref/sostav.html>.
20. Лук репчатый. – Режим доступа : <http://medicina.kharkov.ua/medicinal-plant/574-green-onions.html>.
21. Белінська С. Моделювання рецептур багатокomпонентних овочевих напівфабрикатів / С. Белінська, Н. Орлова, В. Краснощок // Товари і ринки. – 2008. – № 1. – С. 84–90.

22. Различные способы получения мясных эмульсий в куттере. – Режим доступа : <http://mp-tek.ru/eng/?p=892&back=Back+to+articles+list&bid=52>.
23. Абрамова Л.С. Поликомпонентные продукты питания на основе рыбного сырья / Л.С. Абрамова – М. : ВНИРО, 2005. – 175 с.
24. Васюкова А.Т. Рыбные фарши с растительными наполнителями / А.Т. Васюкова, С.И. Алымов, А.И. Ноженко. – К. : Инкос, 2005. – 160 с.
25. Технология рыбы и рыбных продуктов / [В.В. Баранов, И.Э. Бражная, В.А. Гроховский и др.] ; под ред. А.М. Ершова. – СПб. : ГИОРД, 2006. – 944 с.
26. Онищенко Г.Г. Рациональное питание. Рекомендуемые уровни потребления пищевых и биологически активных веществ / Г.Г.Онищенко. – Режим доступа : http://www.businesspravo.ru/Docum/DocumShow_DocumID_97295.html.
27. Морская капуста. – Режим доступа : <http://rasten.liferus.ru/>
28. Пересічний М.І. Технологія виробництва продукції громадського харчування радіозахисної дії – теорія та практика / М.І. Пересічний, М.Ф. Кравченко, О.М. Григоренко. – К. : «Медекол» МНІЦ БІО-ЕКООС, 1999 – 231 с.
29. Козлов А.П. Рыба та рибні товари : навч. посіб. / А.П. Козлов, В.А. Павлова, В.Д. Малигіна. – Д. : ДУЕП, 2008. – 280 с.
30. Гореликова Г.А. Обогащение пищевых продуктов йодом / Г.А. Гореликова, Н.И. Давыденко, Л.А. Маюрникова и др. // Пищевая промышленность. – 2003. – № 2. – С. 60–61.
31. Кандалей О.В. Технологія м'ясних кулінарних виробів функціонального призначення з використанням фукусів : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : спец. 05.18.16 «Технологія продуктів харчування» / О.В. Кандалей. – К., 2007. – 21 с.
32. Йодопрофилактика. – Режим доступа : <http://www.medyod.ru/5.php>.
33. Изучение биодоступности различных пищевых форм микроэлемента селена в эксперименте / Е.А. Егорова, И.В. Гмошинский, С.И. Зорин, В.К. Мазо // Вопросы питания. – 2006. – № 2. – С. 45 – 49.

34. Петренко О.Д. Досвід профілактики йододефіцитних захворювань в ендемічному районі України / О.Д. Петренко, Ю.М. Писаренко // Проблеми харчування. – 2009. – № 3. – С. 25–28.
35. Колаковский Э. Технология рыбного фарша / Э. Колаковский ; [пер. с польск. В.Е. Тишина] ; под ред. Л.И. Борисочкиной. – М. : Агропромиздат, 1991. – 220 с.
36. Богданов В.Д. Структурообразователи и рыбные композиции / В.Д. Богданов, Т.М. Сафронова. – М. : ВНИРО, 1993. – 172 с.
37. Лебська Т.К. Дослідження структурно-механічних властивостей рибного фаршу з кальмаром / Т.К. Лебська, О.А. Коваль, С.Л. Козлова // Товари і ринки – 2010. – № 2. – С. 112 – 117.
38. Богданов В.Д. Структурообразователи в технологии рыбных продуктов / В.Д. Богданов. – Владивосток : Изд-во Дальневост. ун-та, 1990. – 104 с.
39. Биотехнология морепродуктов / [Л.С. Байдалинова, А.С. Лысова, О.Я. Мезенова и др.]. – М. : Мир, 2006. – 560 с.
40. Технология продуктов из гидробионтов / [С.А. Артюхова, В.Д. Богданов, В.М. Дацун и др.]; под ред. Т.М. Сафроновой, В.И. Шендерюка. – М. : Колос, 2001. – 496 с.
41. Козлова С.Л. Вплив режимів підготовки і введення інгредієнтів фаршевих напівфабрикатів на їх водоутримуючу здатність / С.Л. Козлова, К.В. Остролуцька // Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Ґжицького. – 2011. – Т. 13, № 4 (50), Ч. 4. – С. 77–81.
42. Рогов И.А. Технологические рекомендации по применению рыбного криофарша / И.А. Рогов, Б.С. Бабакин, Ю.А. Фатыхов // Холодильщик – 2006. – интернет-выпуск № 5 (17) – Режим доступа : http://www.holodilshchik.ru/index_holodilshchik_best_article_issue_5_2006.htm.

- 43.Рогов И.А. Проектирование жирно-кислотного состава новых продуктов питания на основе комплексного использования различных видов сырья / И.А. Рогов, Н.Г. Кроха, Н.А. Михайлов, М.М. Левачев // Вопросы питания. – 1988. – № 3. – С. 52–56.
- 44.Пат. 47263 U Україна, МПК Ф23L 1/325. Котлети рибні «Імператорські» / Т.К. Лебська, С.Л. Козлова. ; заявник та патентовласник Національний університет біоресурсів і природокористування України. – 200907565; заявл. 17.07.2009; опубл. 25.01.2010, Бюл. № 2.
- 45.Васильев Ф.В. К вопросу оптимизации аминокислотного состава поликомпонентных продуктов с использованием методов вычислительной математики / Ф.В. Васильев, И.А. Глотова, Л.В. Антипова // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2002. – № 2. – С. 58–61.
- 46.Лебська Т.К. Дослідження харчової та біологічної цінності фаршевих виробів із прісноводної сировини / Т.К. Лебська, С.Л. Козлова // Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького. – 2009. – Т. 11, № 3 (42). – С. 245–249.
- 47.Козлова С.Л. Компьютерное моделирование продуктов из гидробионтов / С.Л. Козлова // Пищевые технологии и биотехнологии : XI междунар. конф. молодых ученых, 13–16 апреля 2010 г. : тезисы докл. – Казань : Отечество, 2010. – С. 85–86.
- 48.Скурихин И.М. Руководство по методам анализа качества и безопасности пищевых продуктов : под ред. И.М. Скурихин, В.А. Тутельян. – М. : Брандер-Медицина, 1998. – 380 с.
- 49.Технология и хранение фарша из прудового карпа / Н.И. Егорова, С.Г. Пученкова, Н.И. Андрейченко, Л.М. Горобец // Рибне го подарство України. – 2005. – №6. – С. 22–26.
- 50.Про затвердження Норм фізіологічних потреб населення України в основних харчових речовинах та енергії : наказ № 272 МОЗ України від 18.11.1999. – К. : Офіційний вісник України. – 1999. – № 49.

51. Рудавська Г. Консумерські аспекти використання комбінованих продуктів харчування / Г. Рудавська, Н. Притульська // Вісник КНТЕУ. – 2000. – № 6. – С. 80–88.
52. Сидоренко О.В. Наукове обґрунтування і формування споживних властивостей продуктів з прісноводної риби та рослинної сировини : дис. на здобуття наук. ступеня докт. техн. наук : спец. 05.18.15 «Товарознавство» / О.В. Сидоренко. – К., 2009. – 292 с.
53. Романенко О.В. Споживні властивості нових пресервів на основі прісноводної риби : дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : спец. 05.18.15 «Товарознавство харчових продуктів» / О.В. Романенко. – К., 2007. – 172 с.
54. Пат. 59610 U Україна, МПК A23L 1/325. Спосіб приготування багатокомпонентних фаршевих виробів на основі прісноводної риби / Т.К. Лебська, С.Л. Козлова. ; заявник та патентовласник Національний університет біоресурсів і природокористування України. – 2010 12814; заявл. 29.10.2010; опубл. 25.05.2011, Бюл. № 10.
55. Рыба охлажденная. Технические условия : ГОСТ 814-96. – К. : Госстандарт України, 1997. – 10 с.
56. Рыба заморожена. Технічні умови : ДСТУ 4868:2007. – К. : Держспоживстандарт України, 2008. – 19 с.
57. Рыба, морские млекопитающие, морские беспозвоночные и продукты их переработки. Правила приемки, органолептические методы оценки качества, методы отбора проб для лабораторных испытаний : ГОСТ 7631-85. – М. : Издательство стандартов, 1991. – 26 с.
58. Инструкция по разделке и мойке рыбы (Инструкция № 7) // Збірник технологічних інструкцій з виробництва продукції з риби. – К. : Південрибтехцентр, 2005. – Том 1. : Розділ 1. – 2005. – 169 с.
59. Изучение рынка мороженных рыбных полуфабрикатов и способ оценки их качества / Ю.А. Фатыхов, Д.Л. Альшевский, М.Н. Альшевская, Е.Е. Керевичене // Рыбная промышленность. – 2007. – № 1. – С. 8.

60. Клименко М.М. Визначення біологічної цінності комбінованих м'ясних виробів з додаванням соєвої пасти / М.М. Клименко Л.Ю. Авдєєва // Наукові праці українського державного університету харчових технологій. – 2001. – № 10. – С. 67–68.
61. Стаценко Е.С. Разработка рецептур и технологии кулинарных изделий на основе комбинированного рыбного фарша : дис. на стиск. уч. степ. канд. техн. наук : 05.18.15 / Е.С. Стаценко. – Благовещенск, 2004. – 164 с.
62. Васюкова Г.Т. Розробка та дослідження технології комбінованих м'ясо-рибних кулінарних виробів : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня докт. техн. наук : спец. 05.18.16 «Технологія продуктів громадського харчування» / Г.Т. Васюкова. – Х., 1996. – 48 с.
63. Липатов Н.Н. Организмические подходы к формированию интегральных критериев оценки объектов пищевых производств / Н.Н. Липатов, О.И. Башкиров // Технологические аспекты комплексной переработки сельскохозяйственного сырья при производстве экологически безопасных пищевых продуктов общего и специального назначения. – 2005. – С. 308–316.
64. Omega-3 fatty acids: How much is enough? – Режим доступу : <http://www.latimes.com/features/health/la-he-omega-3s-how-much-20100426,0,1610782.story>.
65. Лебська Т.К. Підвищення біологічної ефективності ліпідів фаршевих виробів із гідробіонтів / Т.К. Лебська, Л.М. Хомічак, С.Л. Козлова // Продовольча індустрія АПК. – 2010. – № 5/6. – С. 21–23.
66. Hallberg L. Calcium and iron absorbtion: mechanism of action and nutritional importance / L. Hallberg, L. Rossander-Halten, M. Brune, A. Gleerup // Europ. J. Clin. Nutr. – 1992. – № 4. – P. 46.
67. Reynal B. Milk calcium meets consumer approval / B. Reynal // The World of Food Ingredients. – 2002. – June/July. – P. 60–74.
68. Koder S. Calcium citrate / S. Koder, S. Edelstein // The World of Food Ingredients. – 2001. – Oct/Nov. – P. 91–93.

69. Ветеринарно-санитарная экспертиза рыбы. – Режим доступа : http://www.vetlib.ru/vet_ekspertiza/page,2,203-veterinarno-sanitarnaya-yekspertiza-ryby.html.
70. Muhammet Boran1 Storage Properties of Three Types of Fried Whiting Balls at Refrigerated Temperatures / Muhammet Boran1, Sevim Kose1 // Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. – 2007. – № 7. – Р. 65–70.
71. Про безпечність та якість харчових продуктів : Закон України від 14.06.2007 № 1104-16. – Режим доступу : <http://zakon.rada.gov.ua/cgi-bin/laws/main.cgi?nreg=771%2F97-%E2%F0>.
72. Перетрухина А.Т. Микробиология сырья и продуктов водного происхождения / А.Т. Перетрухина, И.В. Перетрухина. – СПб. : ГИОРД, 2005. – 320 с.
73. Яблонська О.В. Мікробіологічний контроль морожених напівфабрикатів підвищеної біологічної цінності з гідробіонтів / О.В. Яблонська, Т.К. Лебська, С.Л. Козлова // X конф. професорсько-викладацького складу, наукових співробітників і аспірантів ННІ ВМЯБПТ 16–17 березня 2011 р. : тези доп. – К. : НУБіП України, 2011. – 150 с.
74. Медичні вимоги до якості та безпечності харчових продуктів та продовольчої сировини / Державні санітарні норми та правила : Наказ від 29.12.2012 № 1140. – Режим доступу : www.rokas.com

ГЛАВА 4

ТЕОРЕТИЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ТА РОЗРОБЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ПРЕСЕРВІВ З ПРІСНОВОДНИХ РИБ ТА РОСЛИННОЇ СИРОВИНИ

4.1. Основи технології пресервів із слабо дозріваючих гідробіонтів

Рибні пресерви - солоні, пряні і мариновані продукти з риби чи морепродуктів, які містять риби не менш 65% (морепродуктів – 55%) маси нето, з масовою часткою кухонної солі не більш 8%, з додаванням різноманітних соусів або заливок, харчових добавок, гарнірів, герметично закупорені в тару (банки). На відміну від рибних консервів пресерви не підлягають стерилізації. Як антисептик при виготовленні більшості рибних пресервів використовують бензойнокислий натрій, солі карбонових кислот, чи використовують різні маринади на основі органічних кислот та цукору.

Традиційно рибні пресерви виготовляють з жирних соледозріваючих риб: оселедцевих, анчоусових, макрелешукових, скумбрієвих, ставридових, лососєвих та ін.

За своїми споживними властивостями рибні пресерви дуже близькі до бочкових солоних, прямих і маринованих рибних продуктів. Однак гастрономічні властивості пресервів вищі: в них більш широка рецептура прянощів, менші витрати тузлуку. Пресерви добре захищені від стикання з повітрям, тому створюються кращі санітарно-гігієнічні умови для зберігання продукту.

Рибні пресерви характеризуються більш сухою консистенцією і гіршими смаковими властивостями порівняно з солоними безтузлуковими соледозріваючими рибами. Це пояснюється переходом у тузлук екстрактивних речовин. Крім того, бензойнокислий натрій та оцтова кислота, які використовуються при виготовленні пресервів, є в деякій мірі шкідливі для організму людини.

На формування споживних властивостей рибних пресервів впливають такі фактори: вид риби і допоміжної сировини, їх якість, технологія виготовлення.

Високими споживними властивостями характеризуються пресерви з більш жирних і соледозріваючих риб. Наприклад, оселедці атлантичні у цьому уступають оселедцям тихоокеанським, сардинела – сардинопсу, ставрида – скумбрії.

Теоретичні основи технологій пресервів були закладені І.П. Леванідовим [1], Л.П.Міндером [2], В.І.Шендерюком [3] при розробленні способів виготовлення слабо соленої рибної продукції різними методами та подальше розгорнуті у дослідженнях Н.А. Воскресенського [4], Т.І. Слуцкої [5], О.Я. Мезенової [6] та других авторів.

Перший етап технології пресервів полягає у виготовленні слабо соленої продукції, у якій проходять одночасно два основних процесів: просолювання і дозрівання.

Перший етап при виготовленні пресервів пов'язаний з посолом. Засіл як спосіб консервування виник у давні часи і до сьогоднішнього дня залишається одним із найбільш поширених способів обробки рибної сировини.

Сутність засолу як способу консервування полягає у насиченні вологи риби сіллю, при якому діяльність мікроорганізмів і ферментів самої риби уповільнюється, що запобігає її швидкому псуванню. Консервуюча дія повареної солі залежить від її концентрації і обумовлюється зміною стану білків і ферментів, в результаті чого відбувається комплекс фізико-хімічних і біохімічних змін, пов'язаних з осмотично-діфузійними процесами насичення вологою м'язової тканини сіллю і її дозріванням.

У міру насичення тканин сіллю коефіцієнти дифузії спочатку зменшуються, потім трохи збільшуються [7]. На початку процесу, коли концентрація солі в м'ясі мінімальна, коефіцієнти дифузії максимальні. У міру просаливання м'язова тканина набухає в результаті вбирання вологи. При набуханні зменшується ефективна площа, на якій відбувається дифузія. Після досягнення певної критичної концентрації солі в м'язах відбувається часткове висолювання білків і м'язова тканина втрачає вологу. Висолювання білків сприяє скороченню розмірів

тканин і деякого збільшення ефективної поверхні, через яку дифундує сіль. Втрата вологи і поглинання солі м'язовою тканиною пов'язані обернено пропорційною залежністю.

Процеси насичення тканин риби водою в подальшому зберіганні різні дослідники пояснюють по-різному. Деякі дослідники вважають [7, 8], що в результаті гідролізу білків при посолі і подальшому зберіганні відбувається збільшення ступеня їх дисперсності, що призводить до вивільнення зв'язаної води і її дифузії з риби в тузлук (І етап). Розміри капілярів збільшуються і вже не під дією осмотичного тиску, а за рахунок атмосферного тиску відбувається всмоктування тузлука (ІІ етап).

Міндер Л.П. [2] припускає, що набухання викликано двома причинами:

- на першому етапі з риби встигає вийти більше води, ніж потрібно для встановлення рівноваги, отже, на другому етапі відбувається поглинання тузлука (1 причина);
- пептизацією білків глобулинового характеру в розчинах низької концентрації (2 причина).

Відзначається також, що ці два процеси протікають одночасно і пов'язані між собою. Представляє інтерес наступне пояснення теорії набухання [7]. Переміщення води в рибу після завершення процесу вологоотдачі свідчить про порушення електростатичного рівноваги в системі «риба-тузлук». Це відбувається за рахунок збільшення полярних груп при гідролізі білкових речовин і ліпідів, та накопичення заряджених аміних і карбоксильних груп і вільних амінокислот. Припинення набухання при розщепленні білкових молекул в період дозрівання пояснюється завершенням процесу перерозподілу шарів диполів води близько іонів Na^+ і Cl^- , причому, чим менше відстань між молекулами води та іонами Na^+ і Cl^- , тим сильніше притягання між ними. Набухання більш схильне нежирне м'ясо, ніж м'ясо зі значною кількістю жиру в м'язовій тканині.

На зміни маси й обсягу риби при засолі впливають наступні фактори: хімічний склад (жирність) риби, фортеця тузлука і температура засолу, спосіб і техніка засолу, механічні впливи, що надаються на рибу в процесі посолу, якість сировини і якість використовуваної солі [7].

В даний час відомо два наукові напрямки, в тій чи іншій мірі описують дозрівання солоних риб.

В.І. Шендерюк [3] запропонував субстратну гіпотезу, згідно якої процес дозрівання солоної продукції – це комплекс ферментативних перетворень білків, ліпідів і вуглеводів. Специфічність будови і складу субстратів впливають на якісний склад продуктів дозрівання, а активність ферментів і кількість гідролізуємих зв'язків у вихідних продуктах – на швидкість дозрівання.

Ця гіпотеза отримала подальший розвиток у роботах І. В. Кізеветера, згідно з якими роль і послідовність дії м'язових і травних ферментів впливають також на ступінь дозрівання солоної риби. Дослідження показали, що продукти протеолізу солоних риб, отримані під дією внутрішньом'язових ферментів і під сумарною дією ферментів нутрощів розрізняються, не тільки кількісно, але й мають різну спрямованість. Наприклад, у м'ясі цілих риб утворюється більша кількість низькомолекулярних продуктів: амінокислот і дрібних пептидів, ніж у м'ясі солоних розібраних риб. У той же час вивчення групового складу небілкових азотовмісних сполук протягом першого періоду зберігання (1 місяця для оселедця івасі і 2 місяці для тихоокеанської оселедця) показало, що груповий склад ідентичний для цілих і розібраних риб. Відсутність істотних відмінностей у кількості та складі продуктів протеолізу солоних розібраних і цілих риб дозволяє припустити, що спочатку протеоліз протікає в основному під впливом м'язових ферментів, а саме пептидгідролаз м'язової тканини. Звідси випливає, що процес дозрівання залежить не від швидкості проникнення ферментів нутрощів в м'язову тканину, а від ступеня підготовленості її, яке лімітується дією внутрішньом'язових ферментів. На підставі цих даних було запропоновано розділити період дозрівання на три етапи: предсозревання (І етап), дозрівання (ІІ етап), освіта основних ознак солоної риби (ІІІ етап) [9].

На першому етапі під впливом пептидгідролаз м'язової тканини відбувається незначне накопичення всіх небілкових фракцій, порушується розташування поліпептидних ланцюгів всередині молекули білка, що сприяє утворенню великих пептидних фрагментів. Катепсин Д м'язової тканини впливає

на білки як типова едонтідаза і, ймовірно, процес підготовки білків до впливу інших ферментів, у тому числі і ферментів нутрощів, залежить від катепсина Д.

Дозрівання характеризується активно йде протеолізом під сумарним впливом ферментів м'язової тканини і нутрощів [4, 5]. Відзначається зростання в кількісному відношенні азотмісткі речовини в більшій мірі - тріптофансодержащих. Продукти розпаду білків першого етапу, а також ті білки, які виявилися стійкими до дії внутрішньом'язових ферментів, під дією ферментів травного тракту піддаються руйнуванню до дрібних пептидів і вільних амінокислот.

На третьому етапі відбувається утворення смаку та аромату. Імовірно освіту смаку та аромату в солоній рибі [9] обумовлено реакціями синтезу між продуктами деградації компонентів м'язової тканини. Проте в даний час лише побічно підтверджуються ці припущення.

У формуванні смаку та аромату беруть участь такі продукти розщеплення ліпідів, як летючі карбонільні з'єднання і низькомолекулярні жирні кислоти. Велика частина з цих речовин володіє запахом і можливістю широкого взаємодії з іншими сполуками. Наприклад, з оселедця баночного засолу виділено та ідентифіковано 11 летючих кислот і 6 карбонільних сполук: ізовалеріанової, Н-валеріановий, лауриновий, оцтовий, пропіоновий і масляний альдегіди.

Не пряме підтвердження взаємодії продуктів розщеплення білків і ліпідів знайдено спеціальним визначенням, так званих підстав Шиффа (амінів, які утворюються при реакції зв'язування малонового альдегіду з двома аміногрупами).

На освіту смаку та аромату впливають і бактерії, наприклад, молочнокислі, під дією яких утворюються кислоти органічного походження. Органічні кислоти покращують смак і аромат солоної риби.

Застосування молочнокислих бактерій *L.acidophilus* з молочнокислих продуктів і *L.plantarum* з субстратів від зброджування капустиного відвару, спонтанної мікрофлори для дозрівання пресервів з дрібних мезопелагічних риб досліджували А. Т. Безусов з співавторами [10]. Встановлено,

що використання овочевих субстратів, ферментованих культурами молочнокислих бактерій *L.acidophilus* і *L.plantarum* при виробництві пресервів з мезопелагічних риб (кільки) дозволяє отримати високоякісні продукти, збагачені лікувально-профілактичними сполуками метаболізму бактерій, сприяє формуванню оригінального смаку, зниженню вмісту солі та безпекою при зберіганні. Недоліком запропонованої технології є те, що процес формування спонтанної мікрофлори при зброджуванні різних овочів вимагає серйозного опрацювання та уточнення.

Значний інтерес для регулювання процесів дозрівання і підвищення безпеки харчової продукції представляє використання органічних кислот, які в певних концентраціях знижують рН м'язової тканини в кислу сторону і сприяють підвищенню активності тканинних катепсиназ, а також пригнічують життєдіяльність мікроорганізмів [11, 12]. Показано, що використання низьких концентрацій винної, лимонної і оцтової кислот (1 – 0,6%) у поєднанні з консервантами (бензойної, сорбінової кислотами) сприяє регулюванню кислотності м'язової тканини і придушення мікрофлори пресервів в процесі їх зберігання. Недоліком запропонованої технології є те, що авторами не встановлені закономірності зміни органолептичних та фізико-хімічних показників процесу дозрівання пресервів при використанні органічних кислот і консервантів. До того ж, ці дослідження були виконані на філе такого класичного созревающего об'єкта, як оселедець.

Враховуючи те, що ферменти відіграють визначальну роль у формуванні смаку і аромату, створення і застосування ферментних препаратів дозволяє отримати якісні солоні продукти з розібраних або слабодозреваючих гідробіонтів.

Позитивний досвід використання протеолітичних ферментів для дозрівання слабодозреваючих гідробіонтів у складі пресервів з морських, прісноводних риб, молюсків був підтверджений численними дослідженнями різних авторів [13, 14]. Так, В.А. Мухиним [14] була визначена доцільність застосування ферментів з гепатопанкреаса камчатського краба для отримання делікатесних пресервів з слабосозреваючих гідробіонтів.

В якості сировини були використані зразки м'язової тканини черевоногих молюсків - трубача, серріпеса, а також риб: пінагора, морського півня, окуня-клювача, які характеризувалися низькою активністю катепсинов і відсутністю здатності самостійно здобувати смак дозрілої продукції в процесі посолу. Показано, що внесення ферментного препарату в тузлук сприяє дозріванню пресервів з слабодозрівающих гідро біонтів.

Ефективність використання ферментних препаратів у технологіях пресервів була підтверджена у дослідженнях на прісноводних рибах з використанням ферментів з їх нутроців, що забезпечувало високу швидкість гідролізу білків і дозрівання риби у складі пресервів [15].

Одним з перспективних методів інтенсифікації процесів дозрівання пресервів є застосування попереднього фізичного впливу на солоний напівфабрикат у формі аероіонів і піковолнової енергії [16, 17]. У пропонованих аероіонів технологіях пресервів для видалення із сировини вільної вологи використовують фізичне явище - здатність аероіонів інтенсифікувати тепломассові процеси. У таких умовах рівень зневоднення досягається за 3-5 годин і не створює проблем при впровадженні цих технологій на діючих виробництвах. Показано, що при зневодненні сировини аероіонами відбувається поліпшення органолептичних показників, зниження рівня мікробного обсіменіння в 3-4 рази, а також прискорення процесу дозрівання пресервів та в'яленої рибної продукції. Ці технології були апробовані на обмежених видах рибної сировини далекосхідних морів і багато теоретичні, практичні аспекти їх застосування на інших об'єктах водного промислу викликають необхідність проведення додаткових досліджень. Однак, наші дослідження не визначили позитивний вплив аероіонів на дозрівання пресервів з коропу [18].

Використання піковолнової енергії для підвищення безпеки рибних пресервів і прискорення їх дозрівання був продемонстрований в роботах В.І. Сахно [17]. Автором розроблена експериментальна установка, дослідження на якій показали один з перспективних напрямків зниження енергоємності технологічних процесів виготовлення слабосоленим пресервів, стійких в процесі тривалого зберігання без застосування консервантів.

Одним з перспективних методів фізичного впливу на сировину, напівфабрикати є використання мікрохвильової обробки в технології пресервів. Л.Б.Добробабіної [19] встановлено, що дія деяких доз мікрохвиль сприяє прискоренню дозрівання рибних пресервів та забезпечує їх безпеку при зберіганні. Однак, кожен вид сировини, способи попередньої його підготовки до виготовлення продукції вимагають уточнення і проведення додаткових досліджень.

Для прискорення процесів дозрівання пресервів апробовані і успішно застосовуються в даний час різні созреватели, що містять ферментні препарати тваринного і рослинного походження або мікробіологічного синтезу, інтенсифікатори процесу дозрівання (глюконо-дельта-лактон), а також регулятори кислотності (оцтову, лимонну, молочну, яблучну кислоти та їх солі). Встановлено, що созреватели активізують процеси рівномірного дозрівання і засолу гідробіонтів, скорочують час дозрівання, збагачують готовий продукт прямим смаком і ароматом, проявляють консервуючий ефект [20, 21].

Позитивний досвід використання органічних кислот у поєднанні з рослинними добавками і морськими бурими водоростями для дозрівання прісноводних риб при розробці технології пресервів був успішно підтверджений в роботах О.В. Сидоренко [22], Є.В. Романенко [23], Н.В. Голембовської [24].

У технології пресервів з восьминогів, анадари з урахуванням специфіки структурних особливостей м'язової тканини розроблений комплексний підхід, що включає оптимальне поєднання процесів ферментної обробки, засолу і термічного впливу на сировину, що призводить до формування якісних їх органолептичних, фізико-хімічних і мікробіологічних показників [25, 26].

Таким чином, в даний час розроблені різноманітні методи регулювання процесів дозрівання слабосозреваючих гідробіонтів з метою отримання якісної та безпечної продукції високої харчової та біологічної цінності. Однак, встановлення режимів підготовки сировини, напівфабрикату, засолу та технології дозрівання залежно від виду сировини та особливостей організації м'язової тканини викликають необхідність проведення додаткових досліджень.

4.2. Обґрунтування використання рослинної сировини у складі пресервів з прісноводних риб

Останнім часом все більшого значення набуває концепція створення нових, збалансованих за хімічним складом, збагачених функціональними компонентами харчових продуктів. При розробці продуктів харчування необхідно знати хімічний склад сировини, її харчову цінність, спеціальні прийоми технологічної обробки. В основу створення нових продуктів повинна бути покладена теорія збалансованого харчування за основними цінними компонентами для людей різних вікових груп. Функціональні властивості харчових добавок впливають на формування споживних властивостей готового продукту.

Традиційні рецептури виготовлення пресервів передбачають використання в якості рибної сировини морської риби, зокрема, оселедця. Пресерви за традиційними рецептурами готуються із різними соусами та заливками, іноді з додаванням інших компонентів.

Нами при виготовленні пресервів запропоновано використання рослинних добавок: ягід калини, журавлини, барбарису, бузини; моркви, буряку, а також морських водоростей: цистозіри, зостери. Вибір даних добавок зумовлений їх антиоксидантними і радіопротекторними властивостями.

Найбільшу цінність рослинна сировина представляє як джерело біологічно активних речовин: вітамінів, макро- і мікроелементів, речовин специфічної дії, харчових волокон тощо [27, 28].

Дикорослі ягоди є ефективним джерелом різноманітних вуглеводів, у тому числі цукрів, пектинових речовин, клітковини, геміцелюлози тощо. Загальним вмістом цукрів і їх співвідношенням обумовлений смак дикорослих рослин. Вуглеводний склад ягід наведений у табл.4.1.

Як видно з даних табл. 4.1, найбільшу кількість цукрів містять ягоди калини та бузини, відповідно 7,0–7,6% та 5,2–7,4%. Найменшим вмістом цукрів відрізняється барбарис – 3,5–5%. Пектинові речовини містяться у всіх ягодах, найбільший вміст спостерігається у ягодах барбарису та бузини (0,8–2,5%

та 0,7–1% відповідно). Важлива фізіологічна роль пектинових речовин полягає у здатності утворювати нерозчинні комплекси з полівалентними металами (залізом, кобальтом, нікелем, оловом, стронцієм тощо) і виводити з організму людини радіоактивні речовини. Наявність пектинових речовин у складі ягід сприяє подовженню строків їх зберігання.

Таблиця 4.1

Вуглеводний склад дикорослих ягід, % [28–30]

Вид ягід	Цукри	Пектинові речовини	Поліюли	Клітковина
Калина	7,0–7,6	0,5–0,7	0,11	1,9
Журавлина	5,2–5,6	0,6–0,8	0,15	2,0
Барбарис	3,5–5	0,8–2,5	–	1,5
Бузина	5,2–7,4	0,7–1	0,12	5

На формування специфічного солодкого смаку ягід впливають поліюли. Найбільший вміст поліолів характерний для журавлини – 0,15%, у барбарисі дані сполуки відсутні.

За вмістом клітковини серед досліджуваних ягід переважає бузина – 5%, майже однаковий вміст клітковини спостерігається у ягід журавлини та калини (2,0 та 1,9%). Роль клітковини, як джерела харчових волокон, полягає у нормалізації кишкової мікрофлори та покращенні процесів травлення. Нестача у харчуванні людини пектинових речовин і клітковини може стати причиною виникнення шлунково-кишкових та серцево-судинних захворювань.

Важливими компонентами сухих речовин є органічні кислоти. Вони беруть участь у формуванні смаку ягід, подовжують термін їх зберігання. Органічні кислоти також сприятливо впливають на процеси травлення, стимулюють перистальтику кишечника. Деякі з кислот, зокрема, бензойна, саліцилова, лимонна тощо мають бактерицидні властивості. Найбільш висока кислотність характерна для барбарису (4,7–8,3%), журавлини (2,2–3,2%) і калини (1,7–3,3%). Інтенсивність кислого смаку ягід зумовлюється кількісним і якісним складом кислот, а також співвідношенням вільних і зв'язаних кислот.

У якісному складі журавлини переважають лимонна (1,1%), яблучна (1,0%), щавелева (0,02%), гліколева, бензойна кислоти (0,03), ефіри саліцилової кислоти.

Барбарис відрізняється високим вмістом яблучної і лимонної кислот. Серед інших кислот у складі барбарису містяться оксикорична, кофейна, хлорогенова, хінна та фумарова кислоти. Встановлено, що кофейна, хлорогенова, фумарова кислоти належать до поліфенольних антиоксидантів [28].

Калина містить у своєму складі яблучну, валеріанову, мурашину, оцтову, каприлову, а також фенолокислоти. Леткі кислоти беруть участь у формуванні аромату ягід.

Для бузини характерними є яблучна, оцтова, винна, валеріанова, хлорогенова та хінна кислоти. Якісний склад органічних кислот змінюється протягом вегетаційного періоду, у зрілих ягодах загальна кислотність знижується.

Харчова цінність ягід визначається наявністю в них вітамінів і вітаміноподібних речовин. Ягоди калини, журавлини, барбарису, бузини є джерелом водорозчинних вітамінів. Водорозчинні вітаміни представлені вітамінами групи В (V_1 , V_2 , V_6 , V_9 , РР, тощо), аскорбіновою кислотою, біофлавоноїдами. Серед жиророзчинних вітамінів у ягодах калини, журавлини, барбарису, бузини переважають каротиноїди, зокрема, β -каротин.

Нами було досліджено вітамінний склад зазначених ягід. Результати досліджень представлені у табл. 4.2.

Таблиця 4.2

Вітамінний склад ягід, мг/100г ($n=5$, $p \leq 0,05$) [22]

Вид ягід	Вміст аскорбінової кислоти	Вміст ніацину (РР)	Вміст рибофлавіну (V_2)	Вміст фолацину (V_9)	Вміст β -каротину
Калина	49,3 $\pm$ 5,6	0,17 $\pm$ 0,03	0,072 $\pm$ 0,006	0,053 $\pm$ 0,004	0,505 $\pm$ 0,021
Журавлина	30,17 $\pm$ 2,12	0,15 $\pm$ 0,02	0,0310 $\pm$ 0,0024	1,06 $\pm$ 0,12	0,09 $\pm$ 0,006
Барбарис	120,0 $\pm$ 14,8	0,12 $\pm$ 0,02	0,1409 $\pm$ 0,0012	0,082 $\pm$ 0,006	0,243 $\pm$ 0,022
Бузина	40,6 $\pm$ 5,8	0,16 $\pm$ 0,03	0,132 $\pm$ 0,003	0,0340 $\pm$ 0,0014	0,146 $\pm$ 0,012

Результати визначення вітамінного складу ягід свідчать, що найвищим вмістом аскорбінової кислоти відрізняється барбарис (120мг/100 г), інші ягоди містять також досить високу кількість вітаміну С. Аскорбінова кислота має антиоксидантну дію, забезпечує нормальну проникливість стінок капілярів, підвищуючи їх міцність та еластичність. Встановлено, що за вмістом вітаміну С барбарис переважає апельсини, мандарини і яблука, 100 грамів ягід повністю задовольняє добову потребу організму людини у вітаміні С, яка складає 70–100 мг [27].

Вітаміни групи В регулюють вуглеводний, білковий і жировий обміни.

Усі досліджувані ягоди характеризуються достатньо високим вмістом ніацину, який входить до складу ферментів, що беруть участь у клітинному диханні, в обміні білків, регулюючих вищу нервову діяльність і функції травних органів.

Як видно з табл. 4.2, найбільшим вмістом рибофлавіну відрізняються ягоди барбарису та бузини (0,14 та 0,13 мг/100 г). Фолієва кислота має антианемічну дію, бере участь у формуванні червоних і білих кров'яних тілець. Достатнім вмістом фолацину відрізняються журавлина та барбарис (1 та 0,08 мг/100 г).

Досліджувані ягоди багаті на каротиноїди, у тому числі на β -каротин, який перетворюється у організмі людини на вітамін А, що має антиоксидантний ефект.

За даними літературних джерел [28] барбарис відрізняється високим вмістом вітаміну Е, який також має антиоксидантний ефект, сприяє стабілізації і захисту ненасичених ліпідів від окислення.

Важливими компонентами хімічного складу ягід виступають поліфенольні сполуки, в першу чергу, флавоноїди: флаволи, флавоноли, антоціаніди тощо, які мають протизапальні, антивірусні та антиканцерогенні властивості [29]. При цьому поліфеноли формують споживні властивості ягід, у тому числі їх смак.

За даними В.П. Петрової, основна частина поліфенолів плодів барбарису (до 75%) припадає на частку флавонолів, які поряд з алкалоїдами, надають плодам гіркого смаку, який зникає у зрілих ягодах [28].

Високою харчовою цінністю відрізняються морква і буряк [30]. Харчова цінність буряка обумовлена високим вмістом пектинових та барвних речовин, клітковини; серед мінеральних елементів переважають калій, магній, цинк, мідь, залізо. Харчова цінність моркви обумовлена високим вмістом β -каротину, пектинових речовин, цукрів. β -каротин має антиоксидантні властивості, які дозволяють нейтралізувати вільні радикали, які утворюються в результаті певних біохімічних реакцій. Морква є не лише харчовим, але й цілющим полівітамінним продуктом, що сприятливо впливає на загальний обмін речовин організму людини, підвищує стійкість організму до інфекційних захворювань, має сечогінну дію (оскільки містить багато калію).

З метою оптимізації мінерального складу пресервів нами при їх виготовленні запропоновано використання морських водоростей: цистозіри та зостери [31]. Вибір саме цих водоростей зумовлений їх цілющими, радіопротекторними властивостями.

Цистозіра за хімічним складом містить 70–75% вуглеводів, 20–30% мінеральних речовин. Серед вуглеводів переважають альгінова кислота (40–43%), маніт (до 25%) тощо. Водорість багата на вітаміни (токоферол, цианкобаламін, тіамін, рибофлавін, аскорбінову кислоту), містить такі важливі мікроелементи, як (мг/100г): йод 75–115, селен 65–95, залізо 60–95, кобальт 3,3–3,5.

Морська трава зостера відрізняється багатим вмістом мінеральних речовин, зокрема, йоду (100–110 мг%), селену (65,7 мг%), заліза (73,0 мг%). Зостера містить полісахарид пектин-зостерин, який має високу сорбційну здатність щодо важких металів і радіонуклідів [31].

Овочі, поступаючись по вмісту білків і жирів продуктам тваринного походження, являються основними поставниками вуглеводів, вітамінів, мінеральних солей, фітонцидів і харчових волокон, необхідних для нормального функціонування живого організму.

Суміш дрібно нарізаних свіжих або сушених коренеплодів пастернаку, петрушки і селери називають «білими коренями», які отримали таку назву тому, що коренеплоди цих рослин білі або жовто-білі і мають специфічний аромат і пряний присмак [32, 33].

Редька (лат. *Raphanus*) – невеликий рід одно- і багаторічних трав'янистих рослин родини Капустяні (*Brassicaceae*).

Належить до роду *Raphanus*, виду *Raphanus sativus* L., до підвиду редька – *subsp. Hybernus* Alef., який включає в себе різновидності, які мають різний колір коренеплодів: *var. albus* D. C. – білий, *var. niger* Sinsk. – чорний, *var. griseus* D. C. – сірий, *var. rubrus* Sinsk. – червоний або розовий, *var. violaceus* Sinsk. – фіолетовий.

У дикому вигляді росте в Європі і помірному поясі Азії. Редька посівна (*Raphanus sativus*) в дикому вигляді не зустрічається.

Харчова цінність редьки характеризується вмістом вітамінів, мінеральних солей, цінних хімічних з'єднань і ферментів, які сприяють обміну речовин і травленню. Вона містить сухі речовини (10,5–13%), вуглеводи (8,4%), цукри (1,5–6,4%) та білки (1,6–2,5).

Основну харчову цінність чорної редьки становлять мінеральні солі (мг/100 г сирої речовини): натрію – 17, калію – 255–1199, магнію – 28, кальцію – 44, заліза – 1,5, фосфору – 26,4, йоду – 8. Редька чорна по вмісту калію, кальцію і магнію займає перше місце серед овочів і нею можна повністю компенсувати потребу в калії.

Специфічний смак і аромат обумовлені наявністю ефірних масел (від 8,4 до 50 мг на 100 г сухої речовини), а гострота – глюкозидними з'єднаннями. Редька відрізняється великою кількістю гірчичних масел (сінігрін і глікорапанін). Ефірні масла володіють добрими властивостями збуджувати апетит, підвищують відділення травних соків.

У редьці багато вітамінів. Їх вміст (мг/100 г сирої речовини) такий: каротин – 0,023; В1 – 0,033; В2 – 0,03; РР – 0,25; пантотенова кислота – 0,18; В6 – 0,06; С – 29-70. Коренеплоди редьки містять такі активні бактерицидні речовини (лізоцим), антибіотики, які діють проти вірусів, бактерій і простих організмів. Виявлені в редьці і фітонцидні властивості. Велика кількість грубої рослинної розчинної клітковини в ній сприяє добрій роботі кишечника.

Хрін (*Armoracia*) – багаторічна трав'яна рослина висотою 40–150 см з родини капустяних. Поширена по всій території України.

В родині є два види: хрін луговий або гулявниковий (*A. Sisimbrioides* D. C.), – дикоросла рослина, і хрін звичайний (*A. rusticana* G.).

Корінь м'ясистий, товстий. Стебло пряме, гіллясте. Прикореневе листя велике, довгасто-округле, зарубчасте по краю, з довгими черешками, нижні – стеблові, перистороздільні, середні – довгасто-ланцетні, верхні – лінійні. Цвіте у червні – липні. Квітки білі. Плід – овальний стручок.

Хрін звичайний поширений в Україні, європейській частині Росії, в Західному і Середньому Сибіру. Ростає на вологих луках, по берегах річок і сміттєвих місцях, культивують у городах.

В залежності від тривалості вирощування хрін містить 17–32,8% сухої речовини, 2,7–4,5 білку, 7–16 – вуглеводів, 6–13 – цукрів, 2,5–5,6 – клітковини, 0,31–0,35% жиру. У ньому виявлено 2,73% азотистих речовин у виді аспарагіну, глютаміну і аргініну. Безазотистих екстрактивних речовин становить 12,8%, пентозанів – 3,02%. Містяться також крохмаль і смолянисті речовини.

Головна цінність хрону – вітамін С (до 200 мг%). Корені хрону багаті мінеральними солями (калій, кальцій, фосфор, сірка). Сума зольних елементів становить 1,4–1,6%. В 100 г свіжих коренів міститься, мг: натрію – 79–140, калію – 579–700 (даже до 1000), кальцію – 119, магнію – 35,3, залізу – 2, міді – 0,14, фосфор – 70–130, сірки – 212, алюмінію – 0,21, марганцю – 0,09, хлору – 18,8.

Гострий специфічний смак, запах і жовтуватий колір хрону обумовлені наявністю глюкозиду сінігрину, який під дією ферментів перетворюється в алілове гірчичне масло. Його вміст коливається від 50 до 215 мг на 100 г сирової речовини.

По вмісту ефірних масел (128 мг/100 г) хрін займає друге місце серед інших овочів, поступаючись лише часнику. Володіє він і бактерицидними властивостями завдяки наявності фітонцидів, летких ароматичних речовин особливої природи,

які володіють згубною дією на ряд патогенних і сапрофітних мікроорганізмів і найпростіших одноклітинних організмів. Тому хрін іноді використовують для запобігання псування продуктів при зберіганні, пересипаючи їх подрібненою масою коренів. Варене яйце, опромінене фітонцидами хрону, не протухає роками. Сік свіжих коренів містить лізоцим (331,1 мкг на 100 г сирої речовини) – речовина антибіотичної дії. Анти-мікробні властивості хрону дозволяють збільшити термін зберігання м'яса.

Хрін покращує апетит, прискорює видалення травних соків, стимулює перистальтику шлунку і кишечника, захищає від інфекційних хвороб і паразитів кишечника, покращує його мікрофлору, забезпечує вітамінами і володіє ще рядом корисних властивостей. Ефірні масла затримують розвиток золотистого стафілококу і кишкової палички.

Сік свіжого кореня володіє високою фітонцидністю згубної для мікроорганізмів. Як зміцнюючий засіб хрін рекомендують людям, які зайняті розумовою і фізичною діяльністю.

Петрушка (*Petroselinum crispum*) – дворічна рослина сімейства селерові (*Apiaceae*). Виділяють наступні різновидності петрушки: коренеплідна із звичайним листям (*var. radicosum* (Alef.) Danert.); коренеплідна з кудрявим листям (*var. erfurtense* Danert.); листова звичайна (*var. vuerghare* (Nois.) Danert.); листова кудрява (*var. crispum* (Gand.) Mazk.).

Коренеплід жовто-блідний, блідно-коричневий з жовтими або червоними полосами. М'якоть біла з приємним запахом.

Харчова цінність петрушки для здоров'я людини пов'язана з різним вмістом корисних речовин: каротину і вітаміну С, білку, мінеральних речовин і ефірних масел. Хімічний склад коренеплоду такий: сухої речовини – 11,6–36,4 %, цукру – 0,7–10,1, білку – 1,5–3,2. Вміст жиру становить 0,8 %, клітковини – 1,4 та золи – 1,8 %. У петрушці вміст каротину становить 0,03 мг/100 г, вітаміну С 20–35 мг, В₁ – 0,1, В₂ – 0,09, РР – 2, В₆ – 0,23.

Петрушка – джерело лужних мінеральних компонентів. Коренеплоди багаті натрієм (79–330 мг), кальцієм (245–325 мг), фосфором (95 мг), залізом (2 мг), а також магнієм і міддю.

По вмісту калію (340 мг в 100 г) петрушка знаходиться на одному із перших місць серед овочів. Петрушку цінують за хороші смакові якості і аромат, обумовлений наявністю ефірних масел, які покращують травлення і засвоюваність їжі. У ній також є амінокислоти і багата вона пуринами.

Петрушка містить до 180 мг/кг глутатіону – три пептид, що складається з глютамінової кислоти, цистеїну та гліцину та має антиоксидантні властивості, а також є резервним джерелом цистеїну. Має багатий ферментний склад – оксидоредуктази, фенілаланін амоніаліазу та S-аденозил-L-метіонін, ксантоксол O-метилтрансферазу, флавоносинтазу I; пальмітин СоА-гідролазу, ліпоксигеназу, пероксидазу, каталазу, естеразу, малонілтрансферазу, протеїнкіназу, карбоксилазу.

Ефірні масла обумовлюють характерний запах рослини. Їх вміст у коренеплодах становить – 0,02–0,05 –%. В склад ефірних масел входять 1–10 складних ефірів. Зовнішня складова частина масла – фенольний ефір, апіоль. Із інших з'єднань накопичуються алкалоїди і глюкозиди, а також присутній α -пінен (5%), мерістицин, ізомерістицин, пальмітинова і стеаринова кислоти, феноли, альдегіди і кетони, вуглеводень петрозілан. Петрушка надає сприятливу дію на організм при захворюванні серцево-судинної системи, нирок, печінки, сечового пузиря, при ревматизмі, сприяє виділенню рідини і продуктів обміну речовин, володіє дезинфікуючими і антисептичними властивостями, підвищує відділення травних соків і перистальтики кишечника. Вміст в ній солей заліза і фолієвої кислоти сприяє кровотворенню.

Пастернак (*Pastinaca sativa L.*) – дворічна рослина родини селерових. По формі коренеплоду розрізняють чотири різновиди із яких у нас вирощують дві: *var. longa Alef.* – коренеплоди довгі, світло-жовті, листя велике і *var. brevis Alef.* – коренеплоди короткі, округлені, товсті, листя більш дрібне.

Корінь стержневий, який утворює м'ясистий, потовщений коренеплід від округло-конічної до подовженно-конічної форми. Його поверхня нерівна, біла, жовтувато-бура або жовта з темними кільцевими смугами. М'якоть біла із жовтуватим відтінком.

Пастернак вирощують як пряну овочеву рослину для отримання коренеплоду. По зовнішньому вигляді він схожий на велику білу моркву, а по гострому специфічному смаку нагадує селеру або петрушку коренеплідну.

У коренеплодах пастернаку міститься 20–34 % сухої речовини, 1,8–3,1 – білку, 7,4–12 – цукру, 0,38 – жиру, 1,2–3,6 – клітковини, 1–1,6% золи. Він багатий легкозасвоюваними організмом вуглеводами, по вмісту їх займає одне із перших місць серед столових коренеплодів. Цінність пастернаку заключається в сприятливому співвідношенні мінеральних речовин. Вміст в 100 г коренеплодів становить: натрію – 8 мг, калію – 469, магнію – 22, кальцію – 51, заліза – 0,62, фосфору – 73 мг. В порівнянні з іншими овочами він володіє високим вмістом ефірних масел, які збудливо діють на організм, надають їжі приємний аромат. В коренеплодах містяться вітаміни: каротин – 0,02 мг/100 г, В₁ – 0,08, В₂ – 0,13, С – від 9,3 до 30, РР – 0,94, В₆ – 0,11 мг/100 г.

Пастернак володіє великими лікувальними властивостями. Він надає сприятливу дію на регулювання травлення, збуджує апетит, корисний при загальному занепаді сил, використовується як сечогінний засіб, болезаспокійливий засіб при болях в шлунку.

Селера (*Apium graveolens* L.) - дворічна городня пряна рослина з родини селерових (*Apiaceae*). У перший рік утворює розетку листків та коренеплід, на другий рік рослина зацвітає. У культурі є три різновиди селери: коренеплідна (*var. rapaceum* (Mill) D. C.), черешкова (*var. dulce* (Mill) D. C.) та листова (*var. secalinum* Alef).

Коренеплід округлений або плоско-округлений, розширений до низу, з великою кількістю бокових корінців.

Селера по вмісту білку, мінеральних солей, ефірних масел і вітамінів перевершує петрушку і пастернак. Хімічний склад коренеплодів селери: сухих речовин – 10–20%, цукрів – 1,8–4,3 і білку – 1–2,5%. У ньому також міститься 0,2–0,3% жиру, 1,3 % – клітковини, 0,8 % золи, цінні для організму амінокислоти і пектинові речовини.

Селера багата мінеральними солями. Кількість їх в 100 г продукту наступний: натрію – 77 мг, калію – 320-390, магнію – 9,3, кальцію – 68, заліза – 0,53, фосфору – 80, йоду – 2,63 мг.

Як і всі пряні овочі, селера містить ефірні масла і інші ароматичні і смакові речовини, які надають їй специфічний приємний смак і запах. Ароматичність її обумовлена наявністю седаноліду і ангідриду седанової кислоти. Коренеплоди містять 5–10 мг/100 г ефірних масел. Селера містить велику кількість вітамінів. Вітамінів в 100 г коренеплодів міститься відповідно: каротину – 0,02–0,2 мг, Е – 2,6, К – 0,1, В₁ – 0,04–0,06, В₂ – 0,03–0,07, РР – 0,3–0,9, В₆ – 0,2, С – 6–42.

В коренеплодах знайдено декілька вільних амінокислот, серед них аргінін, гістидин, лізин, серин, аланін, тирозин, аспарагінова та глютамінова кислоти.

Корені селери містять до 14% білків. На відмінно від інших овочів в селері знаходиться органічний натрій, який замінює звичайну сіль. Селерова сіль, яку виготовляють із кореня, підвищує засвоюваність організмом поживних речовин і не накопичується в суглобах.

Селера один із лікувальних засобів при різних захворюваннях людини. Вона підвищує апетит, знижує тиск, покращує травлення, збільшує виділення шлункового соку. Селера покращує сон, підтримують у людини тонус і силу, піднімає настрій.

Завдяки тому, що поживні речовини в складі селери ідеально збалансовані і легко засвоюються, селера надає сильну очищаючу, омолоджуючу дію на організм.

Селера відрізняється високим вмістом біологічно активних речовин, виводить шлаки з організму, сприяє схудненню, створює відчуття ситості, хоч і бідна калоріями, нормалізує діяльність серечно-судинної системи.

Ефірні масла володіють дезінфікуючими і антисептичними властивостями, знижують активність гнильних мікроорганізмів і запальних процесів в травному тракті, стимулюють діяльність залоз внутрішньої секреції.

Імбир садовий (*Zingiber officinale*) однодольна вічно зелена рослина родини імбирних. Кореневище імбиру має тривалу історію культивування і походить з Китаю, після чого розповсюдилося на Індію, Південно-Східну Азію, Західну Африку і Вест-Індію.

Компоненти кореня імбиру мають антиоксидантну, протизапальну, протимікробну, спазмолітичну дію, знижують рівень холестерину і цукру в крові. Імбир ефективний при морській хворобі, допомагає при гострих респіраторних захворюваннях і грипі, надає сприятливу дію на серцево-судинну систему (перешкоджає згущення крові), підвищує загальний тонус. Імбир є простим і ефективним засобом для зняття головного болю.

Хімічний склад коренеплодів імбиря: сухих речовин – 10–20%, цукрів – 1,7–2,8 і білку – 1,7–2,8%. У ньому також міститься 5,9% жиру, 2,0–3,1% – клітковини, 0,8–5,6% золи, цінні для організму амінокислоти і пектинові речовини.

У сухих кореневищах імбиру міститься ефірна олія в кількості 1,5–3% , що додає йому гострий і пряний смак. Головний компонент його – цінгіберен (активна летюча речовина з характерним прямим запахом), якого в коренеплоді міститься близько 70%. Ефірне масло містить фенолоподібні речовини: гінгерол - 1,5 % і шогоол, що додають імбиру пряний і пекучий смак. Імбир містить всі незамінні амінокислоти: триптофан, треонін, метіонін, валін, феніланін.

Порівняльна характеристика хімічного складу коренеплодів представлена в табл.4.3 та 4.4.

Таблиця 4.3

Хімічний склад пряно-ароматичних коренеплодів [32]

Вид коренеплоду	Масова частка речовин, %					
	вологи	білка	золи	жиру	клітковини	цукрів
Пастернак	71–75	1,8–3,1	1–1,6	0,38	1,2–3,6	7,4–12
Петрушка	64–88	1,5–3,2	1,6–1,8	0,8	1,4–3,7	0,7–10,1
Редька	80–88,6	1,6–2,5	1–1,2	0,2	1,5–2,1	1,5–6,4
Селера	80–90	1–2,5	0,8–1,2	0,2–0,3	0,6–1,3	1,8–4,3
Імбир	85–90	1,7–2,8	0,8–5,6	5,9	2,0–3,1	1,7–2,8
Хрін	70–77	2,7–4,5	1,4–1,8	0,35	2,5–5,6	6–13

Таблиця 4.4

**Вміст вуглеводів, мінеральних речовин
пряно-ароматичних коренеплодів [32]**

Коренеплоди	Вуглеводи, г			Мінеральні речовини, мг					
	загальні	моно- і дисахариди	крохмал	Na	K	Ca	Mg	P	Fe
Пастернак	11,0	6,5	4,0	8	342	57	22	73	0,7
Петрушка	11,0	9,4	0,4	56	262	86	41	82	1,8
Редька	7–8,3	6,2	0,3	17	255	44	28	26,4	1,5
Селера	6,7	5,5	0,6	77	393	63	33	27	0,5
Імбир	15,1	3,8	65,2	13	415	16	43	229	67,8
Хрін	16,3	–	–	140	579	119	36	130	2,0
Адекватний добовий рівень споживання, мг [34]	–	50	–	4000	2500	1250	400	800	10–15

Коренеплоди у своєму складі містять майже увесь вміст незамінних та замінних амінокислот, проте їх вміст досить незначний (табл.4.5).

Таблиця 4.5

**Амінокислотний склад білків пряно-ароматичних
коренеплодів, г на 100 г продукту [32, 33]**

Назва амінокислот	Петрушка	Імбир	Хрін
Незамінні амінокислоти	0,271	0,206	0,292
Валін	0,076	0,024	0,069
Ізолейцин	0,031	0,033	0,031
Лейцин	0,037	0,037	0,058
Лізин	0,052	0,029	0,083
Метіонін	0,007	0,031	0,003
Треонін	0,044	0,052	0,048
Фенілаланін	0,024	–	–

Закінчення табл. 4.5

Назва амінокислот	Петрушка	Імбир	Хрін
Замінні амінокислоти	0,789	0,722	0,788
Аланін	0,036	0,058	0,052
Аргінін	0,100	—	0,109
Гістидин	0,062	0,055	0,086
Пролін	0,181	0,026	0,093
Серін	0,046	0,098	0,062
Глютамінова кислота	0,177	0,131	0,166
Аспарагінова кислота	0,138	0,311	0,148
Гліцин	0,034	0,043	0,051
Тирозин	0,015	—	0,021

Важливим показником біологічної цінності білків є відповідність вмісту незамінних амінокислот ідеальному білку.

Оцінка відповідності амінокислотного складу білків пряно-ароматичних коренеплодів ідеальному білку наведена в табл. 4.6.

Таблиця 4.6

**Оцінка відповідності амінокислотного складу білків
пряно-ароматичних коренеплодів ідеальному білку
зі шкалою ФАО/ВОЗ, г/100 г білку**

Амінокислота	Сировина			Ідеальний білок за ФАО/ВОЗ
	Петрушка	Імбир	Хрін	
Валін	5,63	1,39	6,00	5,00
Ізолейцин	2,29	1,92	2,69	4,00
Лейцин	2,74	2,15	5,04	7,00
Метіонін+Цистін	0,52	1,80	0,26	3,50
Треонін	3,26	3,02	4,17	4,00
Фенілаланін+Тирозин	2,89	—	1,83	6,00
Триптофан	—	—	—	1,00
Лізин	3,85	1,69	7,22	5,50
Всього	21,18	11,97	27,21	36,0

Джерело: розроблено автором

Дані таблиці 4.6 свідчать, що вміст окремих АКС та сума незамінних амінокислот у білку пряно-ароматичних коренеплодів суттєво нижче у порівнянні з ідеальним білком, що свідчить про не високу їх біологічну цінність.

Додатково біологічну цінність білків пряно-ароматичних коренеплодів оцінювали за показниками біологічна цінність білка, коефіцієнт відмінності амінокислотного скору, коефіцієнт утилітарності амінокислотного складу білка, показник «надлишкового вмісту» незамінних амінокислот, співвідношення НАК до ЗАК (табл. 4.7).

Таблиця 4.7

**Показники біологічної цінності білків
пряно-ароматичних коренеплодів**

Показник	Петрушка	Імбир	Хрін
Потенціальна біологічна цінність (БЦп) білка, %	26,67	18,72	11,98
Коефіцієнт відмінності амінокислотного скору (КРАС), %	73,33	81,28	88,02
Коефіцієнт утилітарності АК складу білка U , частки один.	0,47	0,41	0,10
Коефіцієнт порівняльної надлишковості σ_c , г/100 г білка еталону	11,5	17,35	30,38

Джерело: розроблено автором.

Розрахований КРАС показує, що 73,33% у петрушці, 81,28% у імбиру та 88,02% у хрону незамінних амінокислот збиткові. Отримані дані дозволяють стверджувати, що незамінні амінокислоти досліджуваних петрушки та імбиру не достатньо збалансовані. На це вказує невисоке значення коефіцієнту утилітарності АК складу – 0,47 та 0,41 відповідно.

Оскільки потреби організму будуть повністю забезпечені при дотриманні певного співвідношення незамінних амінокислот то короп, як білкова рибна сировина, може бути ефективно використаний у якості основи багатокomпонентних виробів при умові комбінування його з іншими інгредієнтами для поліпшення збалансованості амінокислотного складу готового продукту.

Мінеральні речовини наявні в організмі людини в невеликих концентраціях, але беруть участь у багатьох процесах: регулюють рідинний баланс організму, чутливість нервових і м'язових клітин, підтримують кислотно-лужну рівновагу, сприяють

активізації біохімічних процесів, підвищують захисні функції організму тощо. Макро- і мікроелементи є складовою частиною клітин і тканин.

Корені пряно-ароматичних коренеплодів багаті мінеральними компонентами такими як калієм, кальцієм, фосфором, сіркою, натрієм, магнієм та залізом. Результати наших досліджень представлені в табл. 4.8.

Таблиця 4.8

**Вміст мінеральних елементів пряно-ароматичних
коренеплодів, мг/100 г ($n=5$, $p \leq 0,05$) [32]**

Мінеральні елементи	Імбир	Хрін	Петрушка	Адекватний добовий рівень споживання, мг/добу [34]
Калій	92,60±2,65	220,64±6,07	101,04±4,48	2500
Кальцій	7,23±0,57	51,40±2,24	27,38±1,78	1250
Сірка	9,01±2,95	59,30±11,27	37,19±9,75	10
Залізо	0,27±0,03	0,11±0,02	0,22±0,04	10–15
Манган	1,79±0,06	0,04±0,01	0,11±0,02	—

Дефіцит чи їх надлишок впливає на всі ланки харчових ланцюгів, призводить до нестачі або надлишку їх в організмі, до ослаблення або посилення синтезу біологічно активних речовин, що містять мікроелементи, до перебудови процесів проміжного обміну речовин. Недостатність або надлишок у харчуванні будь-яких мінералів викликає порушення обміну білків, жирів, вуглеводів, вітамінів, призводить до розвитку цілої низки різних захворювань.

Вміст мінеральних елементів у складі пряно-ароматичних коренеплодів суттєво нижче у порівнянні з адекватним рівнем споживання згідно з сучасними уявленнями нутриціології. Однак, слід відмітити високий вміст калію (220,64) в хріні, який відповідає за нормальний водний баланс в організмі. Від цього залежить робота серця, його ритм, а також діяльність нервів і м'язів. Калій попереджає розвиток атеросклерозу, нормалізує тиск, знімає спазми, виводить шлаки і лікує алергію.

Пряно-ароматичні коренеплоди мають в своєму складі важливий мінеральний елемент манган (0,04–1,79), який відсутній в рибній сировині, але є важливим для організму людини. Він необхідний для утворювання кісток, збереження репродуктивної функції організму, метаболізму глюкози та ліпідів. Входить до складу ферментних систем, які виконують окисно-відновні реакції внутрішньоклітинного обміну. Манган прискорює утворення антитіл, посилює синтез гормонів щитоподібної залози, позитивно впливає на засвоєння йоду.

Одним із важливих показників сировини є наявність в ній токсичних елементів. Результати наших досліджень цих показників наведено у табл. 4.9.

Таблиця 4.9

Масова частка токсичних елементів у пряно-ароматичних коренеплодах мг/100 г ($n=5$, $p \leq 0,05$) [32]

Найменування показників	Імбир	Хрін	Петрушка	Допустимі рівні, мг/100 г, не більше [35]
Мідь	0,06±0,001	0,02±0,001	0,05±0,01	1,0
Цинк	0,06±0,01	0,19±0,02	0,24±0,03	4,0
Рубідій	0,02±0,003	0,01±0,01	0,08±0,01	не нормується
Стронцій	0,05±0,01	0,04±0,02	0,35±0,02	не нормується

Показники безпеки являються одним із важливих критеріїв оцінки сировини для технології харчових продуктів. Особиве значення він має у пряно-ароматичних коренеплодах, які вирощуються у ґрунті, який сприятливий для розвитку мікрофлори.

Характеристика мікробіологічних показників пряно-ароматичних коренеплодів наведена в таблиці 4.10.

Таблиця 4.10

**Характеристика мікробіологічних показників
пряно-ароматичних коренеплодів**

Показники	Допустимі рівні [35]	Вміст, КОЕ в 1 г		
		Петрушка	Імбир	Хрін
Кількість мезофільних аеробних і факультативно анаеробних мікроорганізмів, КОЕ в 1 г	не більше 1×10^5	$0,15 \times 10^3$	$0,23 \times 10^3$	$0,12 \times 10^3$
Бактерії групи кишкової палички, в 0,001 г	не допускається	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено
<i>Staphylococcus aureus</i> в 0,01 г	не допускається	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено
Сульфідредуючі клостридії, у 0,1 г	не допускається	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено
Патогенні мікоорганізми, в т.ч. роду <i>Сальмонела</i> , у 25 г	не допускається	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено

Джерело: розроблено автором.

Аналіз даної сировини свідчить, що обрана рибна сировина та пряно-ароматичні коренеплоди є безпечними у харчовому відношенні і можуть бути використані у виробництві харчової продукції.

Особливо цінні пряно-ароматичні коренеплоди за вмістом вітамінів табл. 4.11 [32].

Таблиця 4.11

Вміст вітамінів у пряно-ароматичних коренеплодах

Показники	Вид коренеплоду, на 100 г їстівної частини продукту						Адекватний рівень споживання, 10% добової потреби [34]
	Пастернак	Петрушка	Редька	Селера	Імбир	Хрін	
Тіамін (В ₁), мг	0,08	0,1	0,033	0,04–0,06	0,046	0,08	0,17
Рибофлавін (В ₂), мг	0,13	0,09	0,03	0,03–0,07	0,19	0,12	0,20

Закінчення табл. 4.11

Показники	Вид коренеплоду, на 100 г їстівної частини продукту						Адекватний рівень споживання, 10% добової потреби [34]
	Пастернак	Петрушка	Редька	Селера	Імбир	Хрін	
Ніацин (В ₃), мг	0,94	2	–	0,3–0,9	0,70	0,40	2,0
Пантотенова кислота (В ₅), мг	0,60	0,50	0,18	0,40	0,20	0,10	0,50
Вітамін В ₆ , мг	0,11	0,23	0,06	0,2	0,17	0,70	0,20
β-каротин, мг	0,02	0,03	0,023	0,02–0,2	0,00	0,01	40,0
Фолацин (В ₉), мкг	67,00	152,00	–	36,00	11,00	57,00	0,50
Аскорбінова кислота (С), мг	9,3–30	20–35	29–70	6–42	12,00	24,90 – 55,00	0,17

Коренеплоди також проявляють бактерицидну, антибактеріальну, антимікробну, антисептичну дію завдяки наявності фітонцидів. Тому хрін іноді застосовують для запобігання псуванню продуктів при зберіганні, для чого їх пересипають подрібненою масою коріння. Антимікробні властивості хріну дозволяють збільшити термін зберігання м'яса та риби. Ефірні масла затримують розвиток золотистого стафілокока і кишкової палички.

Таким чином, збагачення рецептури пресервів на основі прісноводних риб широкою гамою рослинних добавок буде сприятиме формуванню приємного смаку пресервів та підвищує їх харчову цінність і дозволяє отримати продукти функціонального призначення.

Результати аналізу технологічних, біохімічних властивостей прісноводної риби, дикорослих ягід і пряно-ароматичних коренеплодів свідчать про високі показники харчової та біологічної цінності цих видів сировини і підтверджують доцільність їх використання для виробництва пресервів.

4.3. Розроблення технології пресервів з прісноводних риб та дикорослих ягід

Оптимізація рецептур пресервів з прісноводних риб та дикорослих ягід

При виготовленні пресервів із розробленої риби у вигляді філе, філе-шматочків та філе-скибочок у різного роду заливках важливою умовою є використання рибного напівфабрикату з достатньо щільною, еластичною консистенцією, яка зберігалася б при подальших технологічних операціях, пов'язаних із виробництвом і зберіганням готового продукту.

В процесі розробки рецептур нових пресервів нами було досліджено вплив способів засолу на якість солоних напівфабрикатів з метою отримання оптимальних технологічних параметрів. З метою вивчення режимів попередньої обробки рибної сировини нами використовувалися маринований та простий засолі риби, оскільки спосіб засолення значно впливає на формування споживних властивостей готового продукту.

Нами було взято білий амур та товстолобик осіннього вилову масою $1 \pm 0,1$ кг. Рибну сировину було попередньо розділено на філе і засолено простим засолом, який передбачав додавання солі та цукру (у співвідношенні 2:1), маринований – солі, оцту, прянощів (лаврового листа, духмяного чорного перцю, гвоздики).

Засолена риба витримувалася протягом 5 діб при температурі 10 ± 1 °C для дозрівання, в процесі якого відбувався гідроліз білків під дією протеолітичних ферментів, зростала кількість екстрактивних азотистих речовин. В процесі дозрівання риби консистенція її м'яса ставала ніжною, соковитою; здійснювався перерозподіл жиру в тканинах, риба набувала при цьому приємного смаку й аромату.

Процес дозрівання маринованої риби дещо відрізнявся від дозрівання солоної риби, коли мають місце лише ферментативні зміни, оскільки спостерігалася комбінована дія оцтової

кислоти та солі. На першій стадії дозрівання відбувалася значна денатурація та коагуляція білків: м'ясо риби білішало, набувало більш жорсткої консистенції, втрачало смак і запах сирової риби. У процесі подальшого дозрівання смакові й ароматичні властивості продукту покращилися, а консистенція стала більш м'якою.

Ступінь дозрівання солоних напівфабрикатів оцінювалася за допомогою органолептичних та фізико-хімічних методів. Особливого значення для контролю процесу дозрівання напівфабрикатів в той час, коли органолептичні дослідження неможливі, набувають реологічні дослідження продукту. При цьому одним із основних показників є консистенція, яка характеризується пружно-еластичними властивостями, і міцність адгезії [36].

Результати дослідження консистенції солоних рибних напівфабрикатів за допомогою індентора на різних етапах технологічного процесу, а саме: на етапах виробництва, дозрівання та зберігання наведено у табл.4.12 [23, 33, 36].

Таблиця 4.12

**Показники занурення індентора (пенетрації)
на різних етапах технологічного процесу, мм**

№ пор.	Зразок продукту	Етапи технологічного процесу		
		виробництво	дозрівання	зберігання
1.	Білий амур філе-шматочки маринованого засолу	4,82±0,21	7,5±0,4	7,7±0,4
2.	Білий амур філе-шматочки простого засолу	5,2±0,3	7,8±0,4	8,0±0,5
3.	Товстолобик філе-шматочки маринованого засолу	5,05±0,26	7,3±0,3	7,6±0,4
4.	Товстолобик філе-шматочки простого засолу	5,3±0,3	7,6±0,4	8,5±0,4

На етапі виробництва показники занурення індентора виявилися дещо більшими у напівфабрикатів простого засолу (5,2 та 5,3 мм), однак значення показників напівфабрикатів маринованого засолу мало відрізнялися від зразків простого засолу (4,82 та 5,05 мм). Це можна пояснити початком протікання фізико-хімічних та фізичних процесів, які мають місце при виготовленні солоних рибних продуктів. В подальшому, на етапі дозрівання, коли активно відбувається гідроліз білків під дією протеолітичних ферментів, зростає кількість екстрактивних азотистих речовин, зміни показників пенетрації є більш вираженими. Додавання цукру зумовлює створення середовища, сприятливого для розвитку молочнокислих бактерій, які зброджуючи цукор у молочну кислоту, підкислюють м'ясо риби. При цьому консистенція продукту стає більш м'якою. Показник занурення індентора на етапі дозрівання для білого амуру та товстолобика простого засолу склав 7,8 та 7,6 мм. При маринованому засолі консистенція зразків на етапі дозрівання виявилася більш щільною, що можна пояснити дією оцтової кислоти. Як зазначалося, на першій стадії дозрівання відбувається значна денатурація і коагуляція білків, в подальшому смакові та ароматичні властивості продукту покращуються, а консистенція відповідно стає більш м'якою. На етапі зберігання солоних напівфабрикатів тривають біофізико-хімічні зміни білків під впливом солі. Розщеплення білків сприяє послабленню і розрихленню стінок клітин м'язової тканини, що може призвести до зміни консистенції рибної сировини, зокрема, до її пом'якшення. Показники пенетрації на етапі зберігання виявилися меншими при маринованому засолі (7,6 та 7,7 мм), тоді як при простому засолі вони виявилися відповідно 8,0 та 8,5 мм, що дозволяє зробити висновок про більш характерні зміни консистенції зразків простого засолу у сторону її пом'якшення. Таким чином, за показниками пенетрації встановлено кращу консистенцію зразків солоних напівфабрикатів при маринованому засолі на усіх етапах технологічного процесу.

Отримані дані узгоджуються з результатами органолептичної оцінки якості напівфабрикатів під час дозрівання. Слід мати на увазі, що у подальшому консистенцію визначали за величиною сили проникнення F_{nr} індентора, узгоджуючи її з бальною оцінкою.

За розробленою п'ятибальною шкалою оцінювалися такі органолептичні показники, як зовнішній вигляд, колір, смак, запах, консистенція солоних напівфабрикатів.

Органолептична оцінка солоних напівфабрикатів наведена на рис. 4.1.

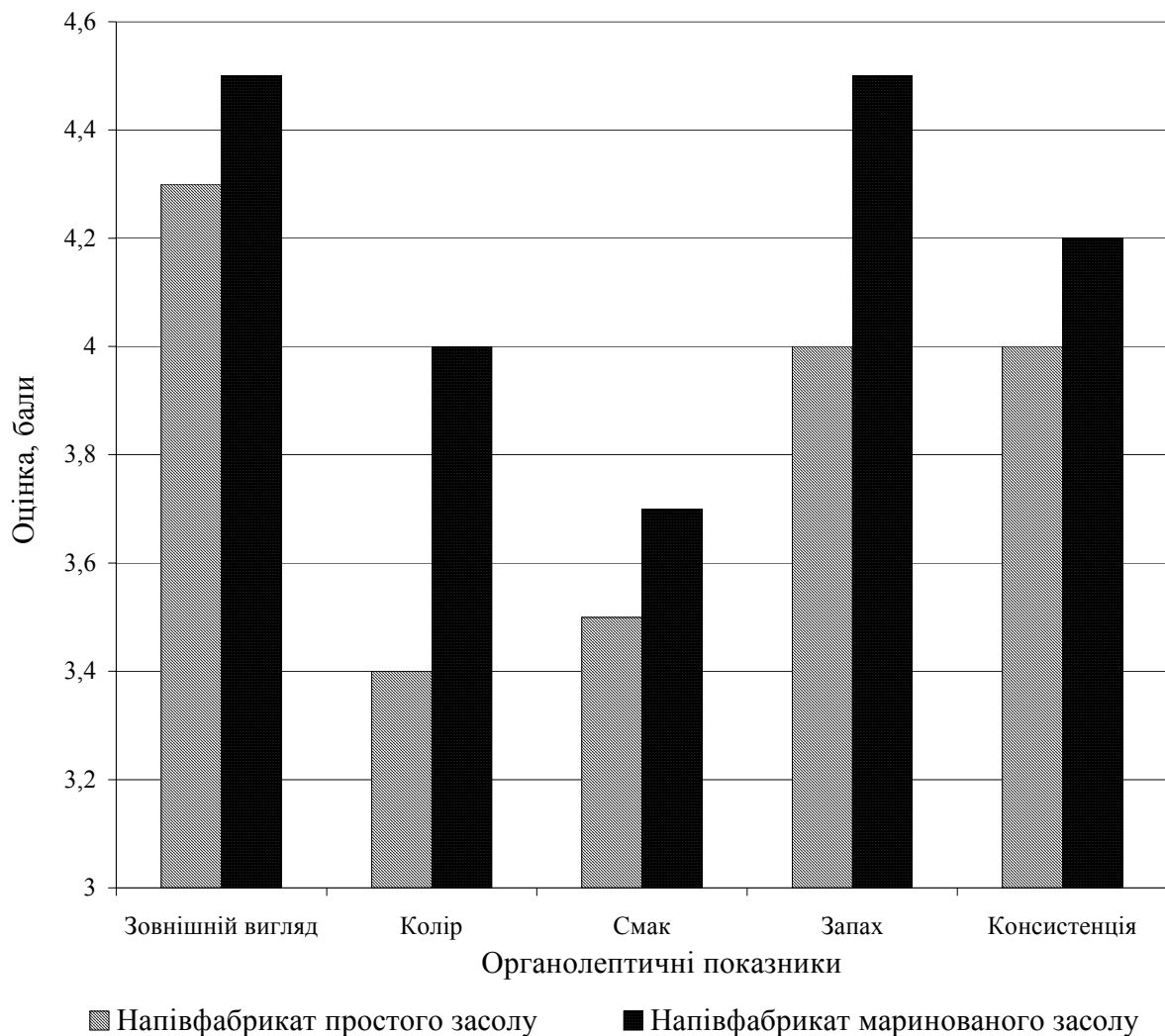


Рис.4.1. Органолептична оцінка солоних напівфабрикатів [22]

Зовнішній вигляд досліджуваних зразків солоних напівфабрикатів оцінений у 4,3 бала (білий амур та товстолобик простого засолу) та у 4,5 бала (білий амур та товстолобик маринованого засолу). Важливою ознакою зовнішнього вигляду будь-якого продукту, у тому числі досліджуваних зразків, є колір, що пов'язаний з хімічним складом, внутрішньою будовою. Як видно з рис.4.2, колір зразків маринованого засолу був оцінений на 0,6 бала вище, що можна пояснити додаванням оцту, який зумовлює більш світлий колір риби за рахунок коагуляції білків. Досліджувані зразки за показником смаку були оцінені в 3,5 та 3,7 бала. Було встановлено, що напівфабрикати маринованого засолу відрізнялися більш солоним смаком, що пояснюється додаванням більшої кількості солі, а також додаванням оцту за рецептурою. Запах білого амуру та товстолобика маринованого засолу був більш вираженим і його оцінка була на 0,5 бала вищою, ніж у напівфабрикатів простого засолу. Специфічність запаху зразків маринованого засолу обумовлена використанням за рецептурою прянощів, які надають продукту характерного аромату. Встановлено, що кращою консистенцією відрізнялися також напівфабрикати маринованого засолу, органолептична оцінка яких за даним показником була на 0,2 бали вища, у порівнянні із зразками простого засолу.

За результатами органолептичної оцінки було розраховано загальну суму балів досліджуваних напівфабрикатів: білий амур та товстолобик простого засолу – 19,2, маринованого засолу – 20,9.

Отже, загальна органолептична оцінка виявилася вищою у напівфабрикатів маринованого засолу, що свідчить про доцільність використання рецептури для виготовлення пресервів, яка передбачає маринований засіл риби.

Таким чином, виходячи з отриманих даних, нами було зроблено висновок про доцільність використання маринованого засолу напівфабрикатів при виготовленні пресервів. З метою отримання продуктів з високими споживними властивостями та органолептичними показниками було визначено оптимальні концентрації сировинних інгредієнтів шляхом математичного моделювання.

Математичне моделювання рецептур і моделей якості риборослинних пресервів

Математичні моделі були побудовані методами багатфакторного експерименту.

Пошук оптимальних параметрів здійснювали, використовуючи трьох- факторний експеримент. У якості варіативних факторів визначені компоненти рецептури: вміст солі (%), вміст оцту (%) та час дозрівання. Встановлено межі їх відхилення. В якості досліджуваного параметру, як зазначалося, було обрано інтегральний показник якості (табл.4.13) [22, 23].

Таблиця 4.13

Умови для моделі трьохфакторного експерименту

Позначення	Показники	Одиниці вимірювання	Значення показників		
			Мінімальне	Середнє	Максимальне
Y	Інтегральний показник якості	—	0,01	0,5	1
X_1	Кількість солі	%	2	6	10
X_2	Кількість оцту 9%	%	0,5	1,25	2
X_3	Час дозрівання	Діб	2	6	10

У табл. 4.14 [22] наведено експериментальні дані інтегрального показника якості. При визначенні інтегрального показника якості напівфабрикатів було враховано основні органолептичні (консистенція, смак та запах, колір, зовнішній вигляд) та фізико-хімічні (буферність, кислотність) показники.

Таблиця 4.14

Експериментальні дані інтегрального показника якості

Сіль, %	Оцет, %	Час дозр., діб	Інтегральний показник якості						Абсолютна похибка ΔY
			Y					$\bar{Y}$	
X_1	X_2	X_3	Y_1	Y_2	Y_3	Y_4	Y_5		
2	0,5	2	0,3225	0,3708	0,3125	0,3729	0,3258	0,3409	0,0186
10	0,5	2	0,3333	0,3933	0,3479	0,3804	0,3479	0,3606	0,0165
2	2	2	0,5113	0,5167	0,4708	0,5250	0,4758	0,4999	0,0163
10	2	2	0,5374	0,5092	0,4945	0,4837	0,5250	0,5100	0,0146

Закінчення табл. 4.14

Сіль, %	Оцет, %	Час дозр., діб	Інтегральний показник якості					$\bar{Y}$	Абсо- лютна похибка ΔY
			Y						
X_1	X_2	X_3	Y_1	Y_2	Y_3	Y_4	Y_5		
2	0,5	10	0,4975	0,5071	0,5146	0,5042	0,5063	0,5059	0,0063
10	0,5	10	0,6275	0,6183	0,6308	0,6300	0,6100	0,6233	0,0075
2	2	10	0,5479	0,6171	0,5300	0,6171	0,5658	0,5756	0,0255
10	2	10	0,7042	0,7500	0,7558	0,7204	0,6829	0,7227	0,0199
2	1,25	6	0,6846	0,6975	0,7038	0,7008	0,6763	0,6926	0,0089
10	1,25	6	0,5033	0,5096	0,4938	0,4908	0,5033	0,5002	0,0069
6	0,5	6	0,8158	0,8133	0,8213	0,8022	0,7974	0,8100	0,0080
6	2	6	0,8583	0,8342	0,8738	0,8244	0,8783	0,8538	0,0157
6	1,25	2	0,6883	0,6863	0,6867	0,6783	0,6967	0,6873	0,0065
6	1,25	10	0,8563	0,8492	0,8588	0,8433	0,8545	0,8524	0,0063
$D_{\text{оп}}=8,05; F_{\text{оп}}=56$									

$$p \leq 0,05$$

За допомогою методу найменших квадратів, використовуючи програму Minitab, отримали математичну модель, що описує залежність інтегрального показника якості від трьох факторів: вмісту солі, вмісту оцту та часу дозрівання. Повний статистичний аналіз отриманої математичної моделі представлений у табл. 4.15 [22].

Таблиця 4.15

Статистичний аналіз математичної моделі

Позначення	Коефіцієнти до перерахунку	δ_x	$t = \frac{ x }{\delta_x}$	$t_{табл}(q=0,05; F_{оп}=56)$	Коефіцієнти після перерахунку
x_0	-2,3720	0,2557	9,2750	2	-2,3712
x_1	0,0000	0,1269	0,0000	2	
x_2	-0,0507	0,1269	0,3999	2	
x_3	1,4212	0,1269	11,2006	2	1,4270
x_1^2	-4,2861	0,2558	16,7589	2	-4,2649
x_2^2	-7,9625	0,2558	31,1330	2	-7,9593
x_3^2	2,4239	0,2558	9,4775	2	2,4656
$x_1 \cdot x_2$	5,503572	0,1419	38,7958	2	4,8608
$x_1 \cdot x_3$	-1,1227	0,1419	7,9140	2	-1,0929
$x_2 \cdot x_3$	0,2833	0,1419	1,9969	2	

Модель має наступний вигляд:

$$Y = -2,3712 + 1,427X_3 - 4,2649X_1^2 - 7,9593X_2^2 + 2,4656X_3^2 + 4,8608X_1X_2 - 1,0929X_1X_3$$

Оптимізація технологічних параметрів пресервів з прісноводної риби здійснювалася методом глобального перебору, алгоритм якого оснований на переборі експерименту функції (залежності інтегрального показника якості від складу рецептури та часу дозрівання) на кубі, екстремумів звуження функції на кожен із 6 граней та 12 ребер куба і значення в 8 вершинах куба. За результатами розрахунків визначено, що максимальний інтегральний показник якості ($Y=0,9435$) досягається при $X_1=5,08$; $X_2=0,97$; $X_3=7$. Таким чином, встановлено, що оптимальний вміст солі складає 5,08%, оцту – 0,97%, а час дозрівання становить 7 діб.

Вибір критеріїв оптимізації рецептур рибних пресервів

Оптимізація рецептур рибних пресервів здійснювалася за вмістом рослинних добавок. Концентрації ягід та овочів, підбиралися з урахуванням їх впливу на загальний хімічний склад готового продукту. Було досліджено шляхом математичного моделювання вплив концентрації добавок на амінокислотний, жирнокислотний, вітамінний, мінеральний склади продукту, а також вплив на органолептичні показники, міцність адгезії та термін зберігання.

Вміст ягід калини, журавлини, барбарису, бузини було взято у межах від 2 до 10%, а вміст моркви та буряку – від 4 до 16%. Вибір саме таких параметрів (меж) оптимізації зумовлений тим, що додавання більшої кількості рослинних добавок призведе до зменшення кількості рибної сировини, яка нормується стандартами. Додавання ж меншої кількості рослинних компонентів є недостатнім для покращення харчової цінності та хімічного складу пресервів.

Залежність інтегрального показника якості від вмісту рослинних добавок наведено на рис. 4.2 [22].

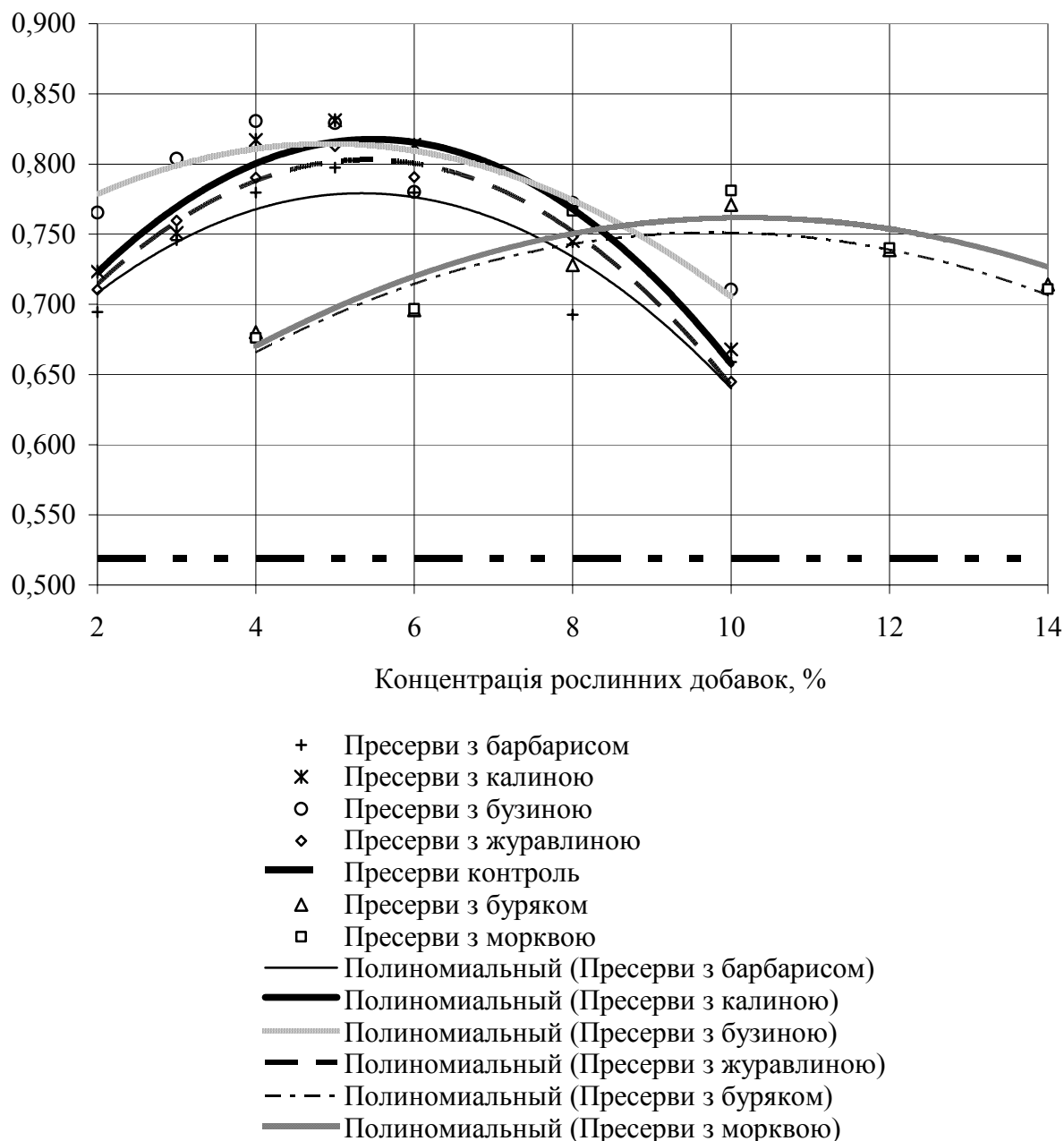


Рис.4.2. Залежність інтегрального показника якості від вмісту рослинних добавок

Відповідно, за графіками нами було визначено рівняння апроксимації поліноміального типу для кожного виду пресервів, де Y – це інтегральний показник якості, а x – вміст рослинних добавок, %, а також розраховано рівень достовірності апроксимації рівнянь (табл. 4.16) [22].

Таблиця 4.16

**Розрахунок раціональної концентрації
рослинних добавок [22]**

Найменування пресервів	Рівняння регресії	Рівень достовірності апроксимації, R^2	Раціональна концентрація добавки, %	ПІЯ при раціональній концентрації добавки
Пресерви з калиною	$Y = -0,0078x^2 + 0,0838x + 0,5822$	0,9299	5,37	0,80728
Пресерви з бузиною	$Y = -0,0042x^2 + 0,0415x + 0,7123$	0,8391	4,94	0,81481
Пресерви з барбарисом	$Y = -0,0064x^2 + 0,0682x + 0,5971$	0,8408	5,33	0,77879
Пресерви з журавлиною	$Y = -0,0077x^2 + 0,0828x + 0,5792$	0,9871	5,38	0,80179
Пресерви з морквою	$Y = -0,0024x^2 + 0,0489x + 0,5131$	0,8156	10,19	0,76218
Пресерви з буряком	$Y = -0,0025x^2 + 0,0498x + 0,5073$	0,8717	9,96	0,75530

Як видно з табл.4.16, усі значення R^2 наближаються до 1, що свідчить про найбільш наближену до реальності залежність комплексного показника якості від вмісту рослинних добавок. ПІЯ усіх зразків пресервів виявився досить високим, що свідчить про відповідний рівень якості пресервів. Найбільшим цей показник виявився у пресервах з бузиною та калиною (0,814 та 0,807).

В результаті диференціювання рівняння нами було отримано раціональну концентрацію добавок (%), яка склала для ягід від 4,94 до 5,38 %, а для овочів – 9,96–10,19%. Для полегшення розрахунків дозування кількості добавок в процесі виробництва пресервів ми вирішили додавати 5% ягід та 10% овочів.

Рецептури нових пресервів на основі білого амуру та товстолобика та технологія їх виготовлення

Розробка і конструювання рецептур та технології виготовлення пресервів проводилися за результатами проведених експериментальних досліджень з урахуванням впливу окремих сировинних компонентів на якість готових виробів.

При розробці рецептур враховувалися норми потреб, рекомендовані ФАО ВООЗ. Вихідні компоненти підбирали, враховуючи традиційні гастрономічні вимоги. Як зазначалося, вміст рослинних компонентів було підібрано шляхом математичного моделювання, раціональна концентрація ягід калини, журавлини, барбарису та бузини склала 5%, відповідно концентрація моркви та буряку – 10 %. В якості контролю було взято зразок пресервів, виготовлений без рослинних добавок. Рецепт контрольного зразка представлена у табл. 4.17.

Таблиця 4.17

Рецептура контрольних зразків пресервів [22]

Найменування компонентів	Рецептурний склад, кг на 100 кг продукції	
	Пресерви «Білий амур в оцтово-пряній заливці без добавок»	Пресерви «Товстолобик в оцтово-пряній заливці без добавок»
Риба пряна	70	70
Пряна оцтово-сольова заливка	30	30

Додаванням рослинних компонентів та морських водоростей досягали покращення органолептичних властивостей, харчової та біологічної цінності пресервів.

Рецептури нових пресервів на основі білого амуру та товстолобика наведені у табл. 4.18–4.21 [22].

Таблиця 4.18

Рецептури пресервів з рослинними добавками

Найменування компонентів	Рецептурний склад, кг на 100 кг продукції					
	Пресерви з барбарисом	Пресерви з бузиною	Пресерви з журавлиною	Пресерви з калиною	Пресерви з морквою	Пресерви з буряком
Риба пряна	63	63	63	63	57	57
Калина				5		
Журавлина			5			
Барбарис	5					
Бузина		5				
Морква					10	
Буряк						10
Пряна оцтово-сольова заливка	30	30	30	30	30	30
Водорості	2	2	2	2	3	3

Таблиця 4.19

Рецептури пресервів з ягодами (на 1000 банок ємністю 250 г)

Найменування компонентів	Витрати сировини, кг	Втрати при механічній обробці, %	Вихід розробленого напівфабрикату, кг	Втрати при розфасовці, %	Вихід готової продукції, кг
Білий амур	270,0	38,6	165,8	5	157,5
або товстолобик	272,7	39,2	165,8	5	157,5
Калина	14,3	8,0	13,2	5	12,5
або барбарис	14,3	8,0	13,2	5	12,5
або журавлина	14,3	8,0	13,2	5	12,5
або бузина	14,3	8,0	13,2	5	12,5
Пряна оцтово-сольова заливка	80,6	2,0	78,9	5	75,0
Водорості	5,4	2,0	5,3	5	5,0
Всього					250,0

Таблица 4.20

Рецептури пресервів з овочами (на 1000 банок ємністю 250 г)

Найменування компонентів	Витрати сировини, г	Втрати при механічній обробці, %	Вихід розробленого напівфабрикату, кг	Втрати при розфасовці, %	Вихід готової продукції, кг
Білий амур	244,3	38,6	150,0	5	142,5
або товстолюбик	246,7	39,2	150,0	5	142,5
Буряк	29,2	10,0	26,3	5	25,0
або морква	29,2	10,0	26,3	5	25,0
Пряна оцтово-сольова заливка	80,6	2,0	78,9	5	75,0
Водорості	8,1	2,0	7,9	5	7,5
Всього					250,0

Таблица 4.21

Рецептура оцтово-пряної заливки

Найменування компонентів	Рецептурний склад, кг на 100 кг заливки
Сіль	16,5
Оцет	3,3
Вода	79,2
Духмяний перець	0,4
Гвоздика	0,4
Натрій бензойнокислий	0,05
Лавровий лист	0,1
Всього	100,0

Дослідні роботи по виготовленню пресервів проводилися в лабораторних умовах КНТЕУ та у промислових умовах ТОВ «Прод Імпекс» , ТОВ «Дисконт» та ДП «Підсобне господарство СБ України».

Розроблення технології пресервів з прісноводних риб та дикорослих ягід

Технологічна схема виготовлення пресервів зображена на рис. 4.3.

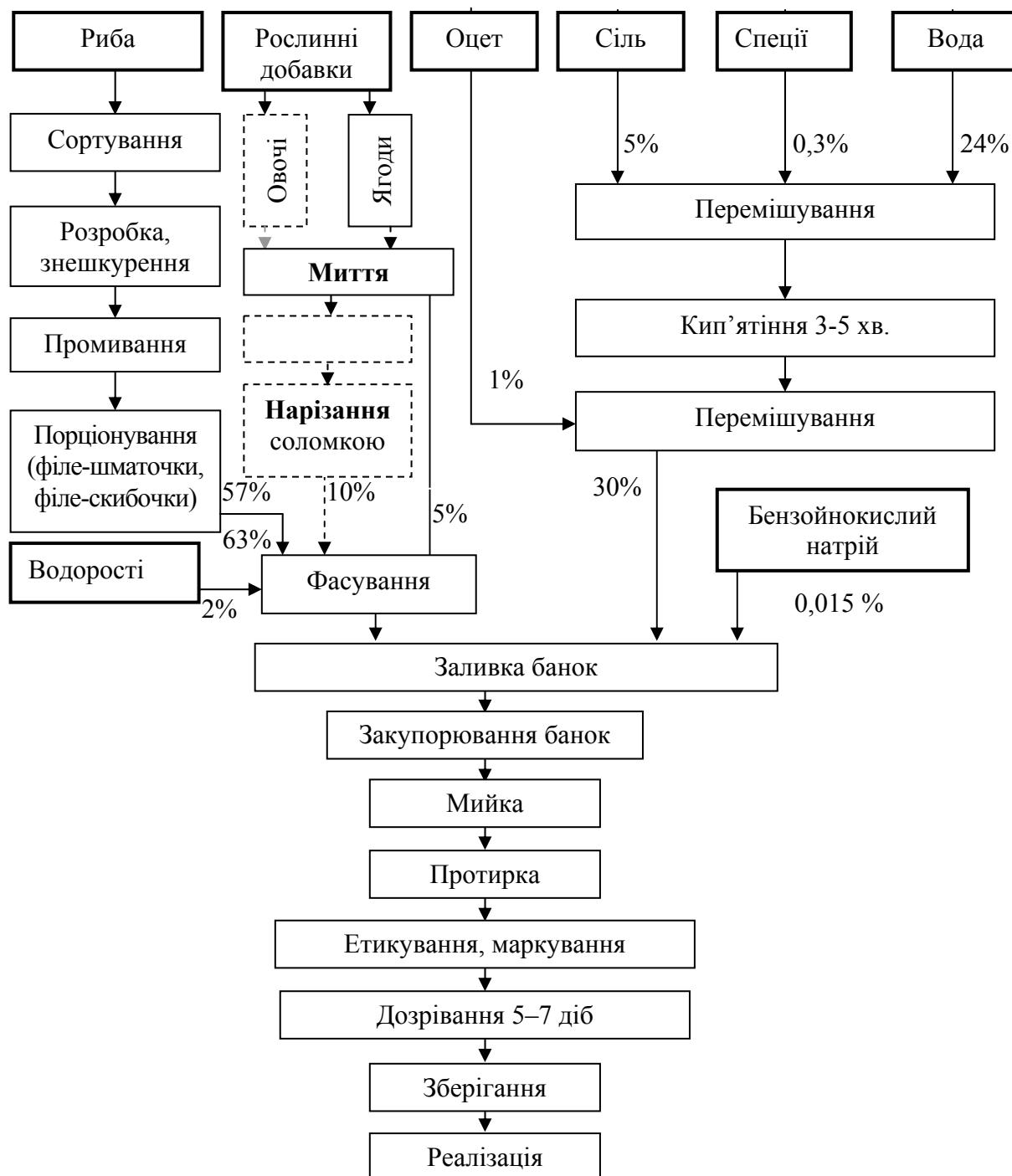


Рис. 4.3. Технологічна схема виробництва пресервів

Розроблена технологія враховує особливості білого амуру та товстолобика і включає наступні процеси:

Сортування – рибу сортували за розмірами та за якістю. Використовувалася середня та велика риба. Рослинні добавки сортували вручну, видаляючи при необхідності дефектні екземпляри.

Миття – рибумили у чистій проточній воді, що відповідає вимогам стандарту.

Ягоди миють чистою проточною водою до повного звільнення від забруднення.

Розбирання та знешкурення - у риб видаляли луску, хвостовий плавник зрізали прямим зрізом на відстані 1,5 см від середніх променів, інші плавники – на рівні кожного покрову, нутрощі видаляли шляхом розрізання черева, голову відділяли із плечовими кістками.

Після цього проводили розбирання риби на філе, розрізаючи тушку на дві повздовжні половини, видаляючи хребтову та великі реброві кістки, та кінцеве промивання холодною проточною водою.

Підготовлений філе-напівфабрикат знешкурювали на шкурорійомній машині.

Порціонування – знешкурене філе порціонували у відповідності з типом розробки продукції (філе-шматочки, філе-скибочки). При порціонуванні на філе-шматочки рибний філе-напівфабрикат нарізали на поперечні шматочки шириною 2...3 см, при порціонуванні на скибочки напівфабрикат розрізали на шматочки шириною, яка дорівнювала висоті банки або 3-4 см при вертикальній укладці, а при укладці плазом – шириною не більше 3 см.

Приготування пряної оцтово-сольової заливки

При підготовці пряної оцтово-сольової заливки використовували поварену сіль не нижче 1-го сорту помолу №2 або суміш №1 (25%) та № 3 (75%) та 9 %-ну оцтову кислоту, що відповідали вимогам стандартів. Прянощі інспектували, проводили магнітне сепарування для видалення метало домішок,

також проводили їх попередню підготовку: зерна духмяного перцю були подрібнені на 2–3 частини, гвоздика розмелена і просіяна крізь сито з отвором 1мм. Заливку готовили наступним чином: у підготовлену ємність вносили сіль, прянощі. Підготовлену суміш нагрівали до кипіння, в кінці додавали оцет. В процесі приготування сліdkували за якістю заливки. Якість заливки визначали за її кольором, запахом і прозорістю.

Після кипіння заливку охолоджували і фільтрували.

Внесення рослинних добавок, морських водоростей та консерванту (бензойнокислого натрію)

Ягоди калини, журавлини, барбарису, бузини попередньо промивали холодною водою. Моркву, буряк мили під холодною проточною водою, зачищали, подрібнювали на кубики товщиною 1...3 мм. Морські водорості (цистозіра, зостера) додавали у вигляді готового напівфабрикату відповідно до рецептури.

Бензойнокислий натрій розчиняли у гарячій воді (температура 40-50° С) і вводили у заливку безпосередньо перед заливкою у банки.

Підготовка тари

Полімерні банки і кришки мили протягом 2 хвилин гарячим (50–60° С) 0,5% розчином кальцинованої соди з послідуною промивкою проточною водою. Скляні банки промивали лужним розчином (60–65° С) 3% і двічі ополіскували гарячою водою (60–65° С).

Фасування

У підготовлену тару вносили філе-шматочки та філе-скибочки риби. Філе-шматочки укладали поперечним зрізом до денця банки в один ряд зовнішньою стороною до корпусу банки, філе-скибочки укладали щільно плазом поперечним зрізом до корпусу банки з легким нахилом. Потім дозатором вносили охолоджену пряну оцтово-сольову заливку відповідно до рецептури, додавали рослинні компоненти та морські водорості, дотримуючись відповідної маси нетто та співвідношення складових частин. Переповнення банок не допускалося.

Закатка банок

Після внесення усіх компонентів, що входять до складу рецептури, банки закривали чистими кришками і закатували, після чого перевіряли їх на герметичність.

Мийка і протирання банок

Закупорені банки мили у холодній воді і ретельно витирали.

Етикетування і маркування

Маркування, транспортне пакування проводили згідно з ГОСТ 14192, ГОСТ 8756.0, ГОСТ 13511, ГОСТ 13513 з нанесенням маніпуляційних знаків для пресервів в скляній тарі: «Хрупкое. Осторожно» .

Дозрівання і зберігання

Для дозрівання пресерви залишали у холодильній камері з температурою $0 \pm 1^{\circ} \text{C}$ протягом 7 діб.

Реалізація

Після дозрівання пресерви підлягали реалізації.

Характеристика показників якості та безпечності пресервів з прісноводних риб та дикоростучих ягід і їх зміни у продовж зберігання

Процес дозрівання пресервів супроводжується комплексом ферментативних і біохімічних процесів, під час протікання яких досягається ступінь їхньої готовності та формується їх якість. На початковій стадії проходження ферментативних процесів, що відбуваються в м'ясі риби, має місце формування споживних властивостей пресервів. В подальшому протікання ферментативних процесів при зберіганні пресервів може призвести до зниження їх якості.

З метою визначення ступеня готовності дослідних зразків пресервів нами проводилося комплексне вивчення динаміки їх органолептичних, фізико-хімічних, мікробіологічних та структурно-механічних показників.

Дослідження проводилися протягом 2-х місяців при температурі зберігання пресервів від мінус 4 до мінус 8°C [22].

Результати досліджень органолептичних показників якості дослідних зразків пресервів упродовж терміну зберігання представлені у табл.4.22 та рис. 4.4 [22].

Таблиця 4.22

**Органолептична оцінка рибних пресервів на основі
прісноводної риби з дикорослими ягідями, бали ($n=7, p \leq 0,05$)**

Найменування зразку	Термін зберігання, дні	Показники					Загальний бал
		Зовнішній вигляд	Смак	Запах	Колір	Консистенція	
Контроль	7	4,3±0,3	4,3±0,3	4,2±0,3	4,6±0,4	4,3±0,3	21,7
	14	4,3±0,2	4,4±0,3	4,2±0,3	4,5±0,3	4,4±0,3	21,8
	30	4,2±0,3	4,0±0,3	4,1±0,3	4,4±0,3	4,2±0,3	20,9
	60	4,0±0,3	3,8±0,2	4,0±0,3	4,3±0,3	4,1±0,3	20,2
Пресерви з барбарисом	7	4,8±0,4	4,5±0,4	4,6±0,4	4,9±0,4	4,4±0,3	23,2
	14	4,8±0,4	4,5±0,4	4,6±0,4	4,9±0,4	4,3±0,3	23,1
	30	4,7±0,4	4,4±0,3	4,5±0,4	4,8±0,4	4,3±0,3	22,7
	60	4,5±0,4	4,2±0,3	4,4±0,3	4,8±0,4	4,2±0,3	22,1
Пресерви з калиною	7	4,8±0,4	4,6±0,4	4,5±0,4	4,8±0,4	4,4±0,3	23,1
	14	4,8±0,4	4,5±0,4	4,6±0,4	4,8±0,4	4,5±0,4	23,2
	30	4,7±0,3	4,4±0,3	4,5±0,4	4,7±0,4	4,3±0,3	22,6
	60	4,5±0,4	4,1±0,3	4,2±0,3	4,7±0,4	4,1±0,3	21,6
Пресерви з бузиною	7	4,7±0,4	4,4±0,3	4,5±0,4	4,7±0,4	4,3±0,3	22,6
	14	4,7±0,4	4,5±0,4	4,5±0,4	4,7±0,4	4,4±0,3	22,8
	30	4,6±0,4	4,3±0,3	4,4±0,3	4,6±0,4	4,3±0,3	22,6
	60	4,3±0,3	4,0±0,4	4,3±0,3	4,5±0,4	4,0±0,3	21,1
Пресерви з журавлиною	7	4,8±0,4	4,6±0,3	4,5±0,4	4,8±0,4	4,4±0,3	23,2
	14	4,8±0,4	4,6±0,4	4,6±0,3	4,8±0,4	4,4±0,3	23,1
	30	4,7±0,4	4,5±0,4	4,5±0,4	4,7±0,4	4,3±0,4	22,7
	60	4,4±0,3	4,2±0,3	4,3±0,3	4,6±0,4	4,2±0,3	21,7
Пресерви з морквою	7	4,5±0,4	4,5±0,4	4,5±0,4	4,8±0,4	4,4±0,4	22,7
	14	4,5±0,4	4,5±0,4	4,4±0,3	4,8±0,4	4,4±0,3	22,6
	30	4,4±0,3	4,4±0,3	4,3±0,3	4,7±0,4	4,3±0,4	22,1
	60	4,1±0,3	3,9±0,2	4,2±0,3	4,6±0,4	4,0±0,3	20,8
Пресерви з буряком	7	4,4±0,3	4,5±0,4	4,4±0,3	4,3±0,3	4,5±0,4	22,1
	14	4,4±0,4	4,5±0,4	4,4±0,3	4,3±0,3	4,4±0,3	22,0
	30	4,3±0,3	4,4±0,3	4,3±0,3	4,3±0,3	4,3±0,3	21,6
	60	4,1±0,3	4,1±0,3	4,3±0,3	4,2±0,3	4,1±0,3	20,8

Як видно з табл. 4.22, найкращими органолептичними показниками відрізняються пресерви, які зберігалися протягом 7 та 14 діб. Саме у цей період відбувається формування споживних властивостей пресервів. Продукт набуває характерного букету та аромату, ніжної консистенції, формується смак пресервів. Після 7 діб зберігання пресервів встановлено, що продукт набуває здатності до споживання. Результати дегустаційної оцінки засвідчили, що усі зразки пресервів у цей період характеризувалися привабливим зовнішнім виглядом, приємним смаком та запахом, достатньо ніжною та соковитою консистенцією. Найвищою органолептичною оцінкою відрізнялися зразки пресервів із додаванням ягід барбарису, журавлини та калини. За показниками зовнішнього вигляду зразки пресервів з барбарисом, журавлиною та калиною отримали відповідно 4,8 бали, за показником смаку 4,5 бали (пресерви з барбарисом) 4,6 бали (пресерви з калиною та журавлиною).

Дещо менша органолептична оцінка була характерна для пресервів із додаванням бузини, моркви та буряку. Найменшу оцінку за органолептичними показниками отримав контрольний зразок.

Після 14 діб зберігання пресервів було відмічено, що їх споживні властивості повністю сформувалися і органолептична оцінка дослідних зразків виявилася досить високою і майже не змінилася у порівнянні із пресервами, що зберігалися протягом 7 діб. До цього часу закінчено процес просолювання і перерозподілу смакових речовин у системі риба-заливка. Консистенція пресервів при цьому набуває незначної щільності і характеризується достатньою соковитістю; філе-шматочки та філе-скибочки добре зберігають свою форму.

При дослідженні пресервів, які зберігалися 30 діб, було встановлено незначне зниження їх органолептичної оцінки в середньому на 0,1 бали. Це можна пояснити протіканням гідролітичних процесів при зберіганні пресервів. При цьому консистенція пресервів характеризувалася, як менш щільна та еластична, а смак та запах зразків були дещо більш різко вираженими, у порівнянні із смаком та запахом зразків, що зберігалися 7 та 14 діб.

Результати органолептичної оцінки пресервів, термін зберігання яких становив 60 діб, засвідчили помітне зниження їх органолептичних властивостей. Встановлено погіршення зовнішнього вигляду, смаку пресервів, консистенція філе-шматочків та філе-скибочок була ослабленою, при роз'єднанні вони втрачали форму. Найбільш відчутне погіршення органолептичних показників спостерігалось у контрольного зразка.

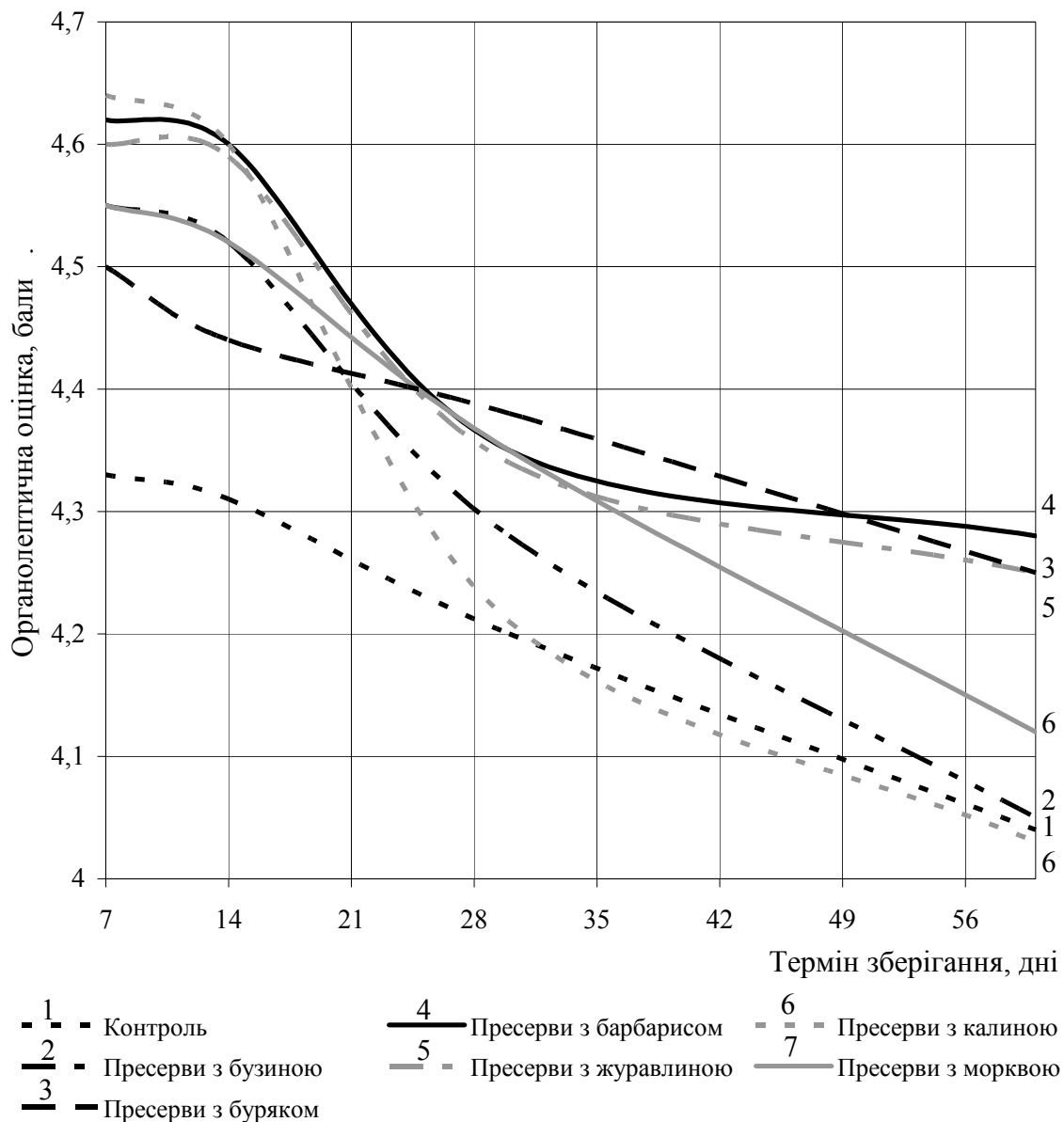


Рис. 4.4. Зміна органолептичної оцінки пресервів протягом зберігання

Найбільшою кількістю балів за органолептичними показниками характеризувалися зразки пресервів із калиною, барбарисом та журавлиною, що зберігалися від 7 до 14 діб. Так, середня органолептична оцінка пресервів із калиною склала 4,64 бали, пресервів із барбарисом 4,62 бали та пресервів із журавлиною 4,6 бали. При подальшому зберіганні спостерігалось зниження органолептичних показників дослідних зразків.

Таким чином, за результатами органолептичної оцінки встановлено, що термін, найбільш оптимальний з точки зору дозрівання і зберігання пресервів, складає від 7 до 14 діб. За цей період відбувається формування смакових властивостей продукту, він набуває органолептичних показників, властивих дозрілому солоному продукту. Зберігання пресервів більше 30 діб можливе, але при цьому спостерігається зниження органолептичних властивостей пресервів, головним чином, за рахунок розм'якшення м'язової тканини м'яса риби. При зберіганні пресервів у термін, що складає 60 діб відбувається зниження показників якості пресервів, тому воно є небажаним.

Динаміка фізико-хімічних показників якості, які характеризують процес дозрівання пресервів

Дозрівання пресервів – складний біохімічний процес, який полягає у гідролізі білків під дією протеаз м'язової тканини, в результаті чого відбувається накопичення небілкових азотовмісних сполук. Різні форми небілкового азоту відіграють значну роль у формуванні якісних характеристик готових пресервів. Характерним показником дозрівання солоних рибних продуктів є зменшення кількості білкового азоту в м'ясі риби та збільшення небілкового азоту.

З метою вивчення кінетики гідролізу білків досліджувалося накопичення небілкового азоту ($N_{\text{нб}}$), азоту кінцевих аміногруп ($N_{\text{ам}}$), азоту летких основ (АЛО) та триметиламіну (ТМА) при зберіганні пресервів.

Результати досліджень по визначенню небілкового азоту (N_{nb}) представлені на рис.4.5 [22].

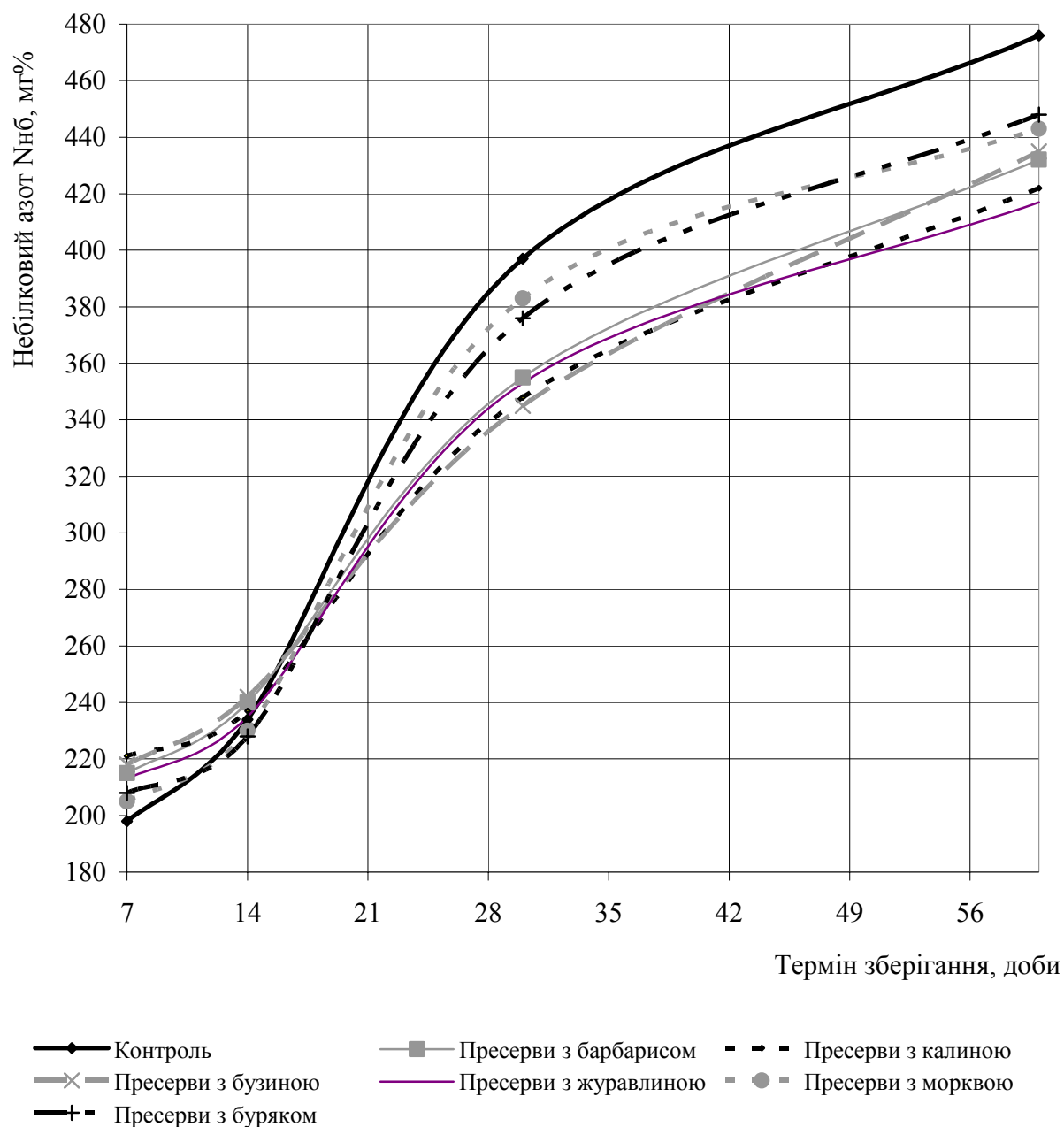


Рис. 4.5. Динаміка накопичення небілкового азоту

Аналіз представлених даних свідчить про те, що у всіх дослідних зразках пресервів у момент дозрівання відбувається незначне накопичення кількості небілкового азоту. Починаючи з терміну 14 діб від дати виготовлення і у період зберігання пресервів протягом 30 діб спостерігається найбільш інтенсивне збільшення кількості небілкового азоту. Це свідчить про те, що у цей період активно тривають гідролітичні процеси окиснення білків та ліпідів.

Після 30 діб зберігання пресервів накопичення небілкового азоту уповільнюється, що можна пояснити деяким пригніченням ферментів м'язевої тканини м'яса риби продуктами гідролізу білків та ліпідів, які утворилися у значній кількості.

Слід зазначити, що у контрольному зразку процес накопичення небілкового азоту дещо відрізняється від дослідних зразків. На початковому етапі дозрівання вміст даного показника у контролі є меншим у порівнянні зі зразками пресервів з добавками і становить 198 мг/100г, у дослідних зразках вміст $N_{\text{нб}}$ складає від 205 до 221 мг/100 г. Під час зберігання кількість небілкового азоту у контрольному зразку є значно вищою, ніж у дослідних зразках, що свідчить про більш інтенсивне протікання гідролітичних процесів.

Азот кінцевих аміногруп ($N_{\text{ам}}$) збільшується також у період зберігання пресервів на 50–60%, причому найбільш високі показники $N_{\text{ам}}$ характерні для контрольного зразка.

Оскільки пресерви не підлягають тепловій обробці, в них внаслідок протікання ферментативних процесів під дією протеаз м'язевої тканини, а також під дією мікроорганізмів, які містяться у пресервах, відбувається накопичення азотистих летких основ, в тому числі триметиламіну. За кількістю азотистих летких основ (АЛО) можна судити про якість продукції, про ступінь її свіжості та безпечності. Вміст АЛО повинен знаходитися у межах норм, які рекомендовані для рибних продуктів.

Нами досліджено зміни вмісту АЛО та ТМА під час дозрівання та зберігання пресервів. Результати досліджень представлені на рис.4.6; 4.7 [22].

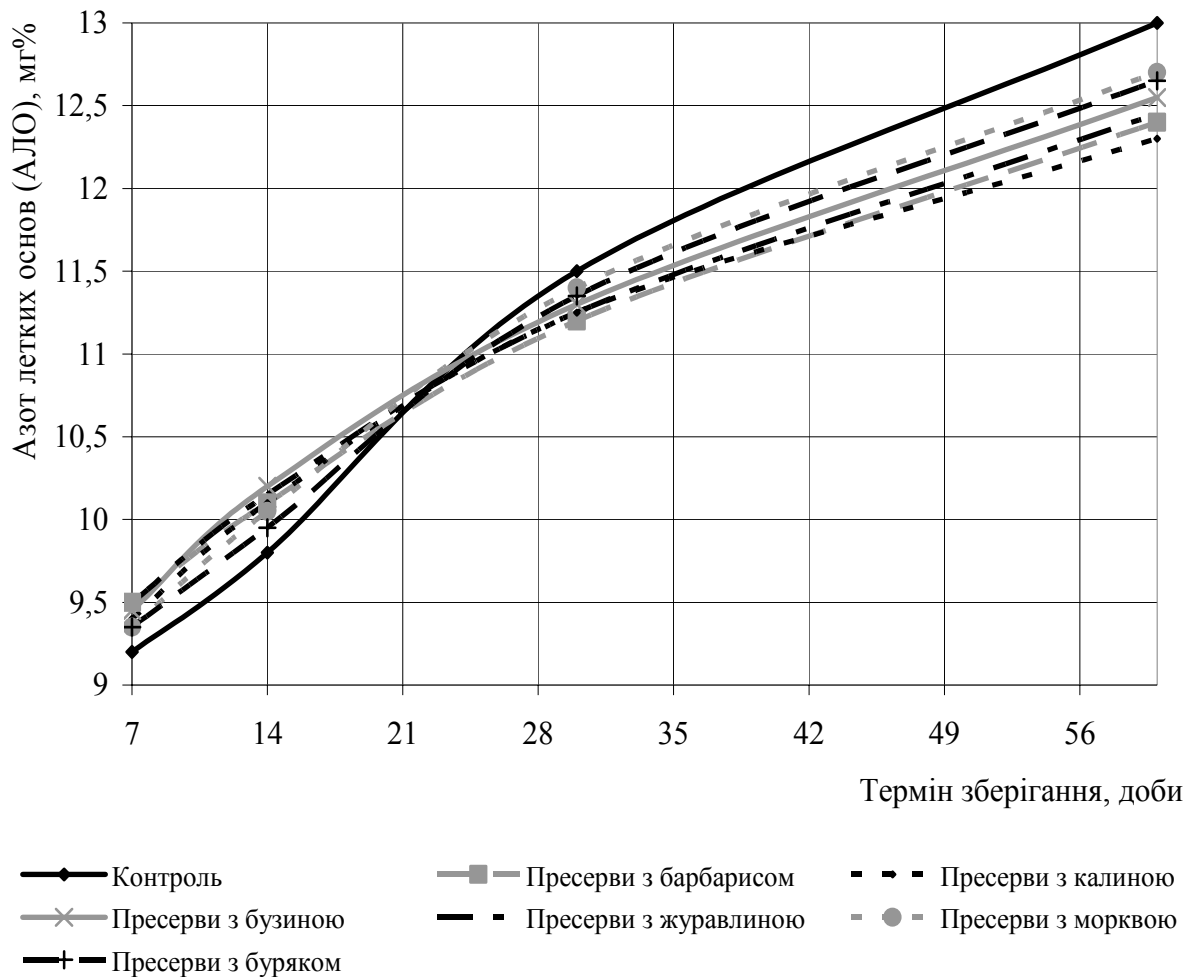


Рис. 4.6. Динаміка вмісту азотистих летких основ

Як видно з представлених даних, кількість АЛО у дослідних зразках пресервів збільшується також по мірі зберігання. У всіх видах пресервів після 7 діб зберігання спостерігається незначна кількість АЛО, яка знаходиться в межах від 9,2 до 9,5 мг%. В подальшому відбувається зростання вмісту даного показника, який складає відповідно 9,8–10,2 мг% при зберіганні пресервів протягом 14 діб; 11,2–11,5 мг% при зберіганні зразків у термін 30 діб та 12,3–13 мг% при зберіганні протягом 60 діб. Таким чином, найбільш відчутне збільшення АЛО спостерігається у період зберігання пресервів від 30 до 60 діб. Одержані дані узгоджуються з даними, зазначеними в літературних джерелах і є свідченням доброякісності рибних пресервів упродовж періоду їх зберігання.

Вміст ТМА у дослідних зразках пресервів за весь період зберігання не перевищував 0,85 мг %.

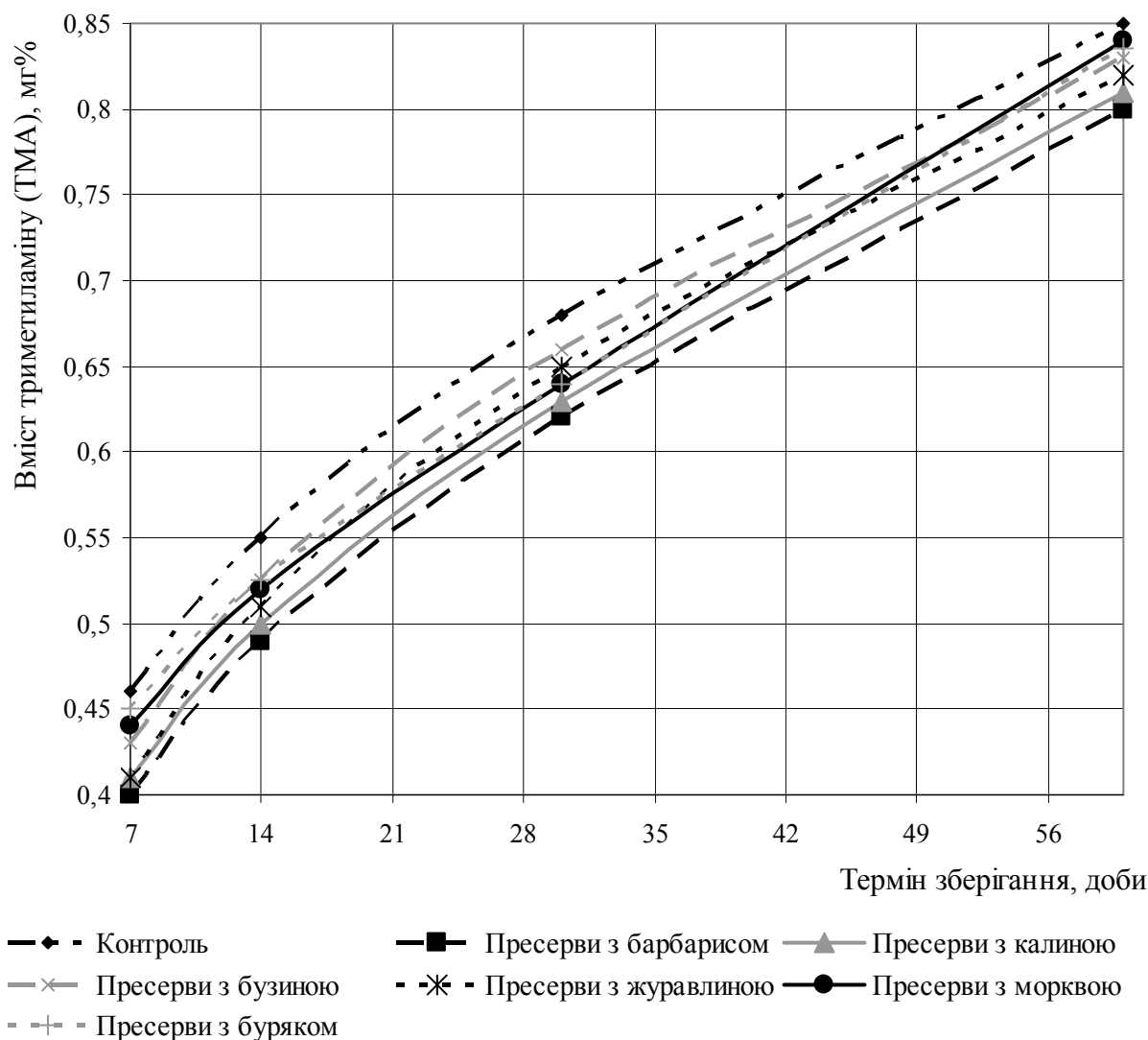


Рис. 4.7. Динаміка вмісту триметиламіну у пресервах у продовж терміну зберігання

Як видно з рис. 4.7, на початковому етапі зберігання значення даного показника знаходилося у межах від 0,40 до 0,46 мг%. Встановлено, що тенденції накопичення ТМА є аналогічні особливостям накопичення вмісту АЛО [22].

Отже, оцінка динаміки азотовмісних сполук дослідних зразків пресервів у період їх зберігання засвідчила про протікання біохімічних процесів, під час яких відбуваються

зміни білків внаслідок процесу гідролізу, що супроводжуються зменшенням вмісту білкового і збільшенням вмісту усіх форм небілкового азоту у продукті.

Таким чином, можна зробити висновок, що продукти протеолізу білків відіграють певну позитивну роль у формуванні смаку та аромату пресервів на початковій стадії їх дозрівання. Однак підвищений вміст небілкових азотовмісних сполук є небажаним і свідчить про початок псування продукту. Отримані дані корелюються із результатами органолептичної оцінки.

Іншими важливими показниками, які характеризують процес дозрівання пресервів є буферність та кислотність. Від величини буферності багато в чому залежать органолептичні властивості та консистенція готового продукту.

Динаміка буферності пресервів при дозріванні та зберіганні представлена на рис. 4.8 [22].

Як видно з рис. 4.8, даний показник збільшується протягом усього терміну досліджень пресервів. Зростання показників буферності свідчить про процеси дозрівання, що відбуваються у пресервах. Початок зміни буферності відбувається у період, починаючи з 7 діб після дати їх виготовлення, що може слугувати критерієм дозрівання пресервів. Динаміка буферності пресервів найбільш інтенсивна протягом 30 діб їх зберігання. В подальшому її збільшення є незначним, що корелює з органолептичними показниками.

Встановлено, що у контрольному зразку пресервів зміна буферності відбувалася повільніше. Після 7 діб зберігання для контролю вона становила 50°, після 30 діб – 65°.

При дослідженні пресервів під час їх дозрівання та зберігання виявлено залежність між показниками буферності, азотом кінцевих аміногруп та часом дозрівання.

За показником кислотності також можна судити про характер дозрівання пресервів та про характер змін, що відбуваються при цьому. Кислотність характеризує смакові властивості продукту, що є визначальним для оцінки споживацьких переваг. Кислотність дослідних зразків пресервів

змінювалася упродовж усього терміну їх дозрівання. Найбільш помітна динаміка кислотності мала місце у період зберігання, що становив 14 діб. При зберіганні пресервів більше 30 діб зміни даного показника майже не відбувалися.

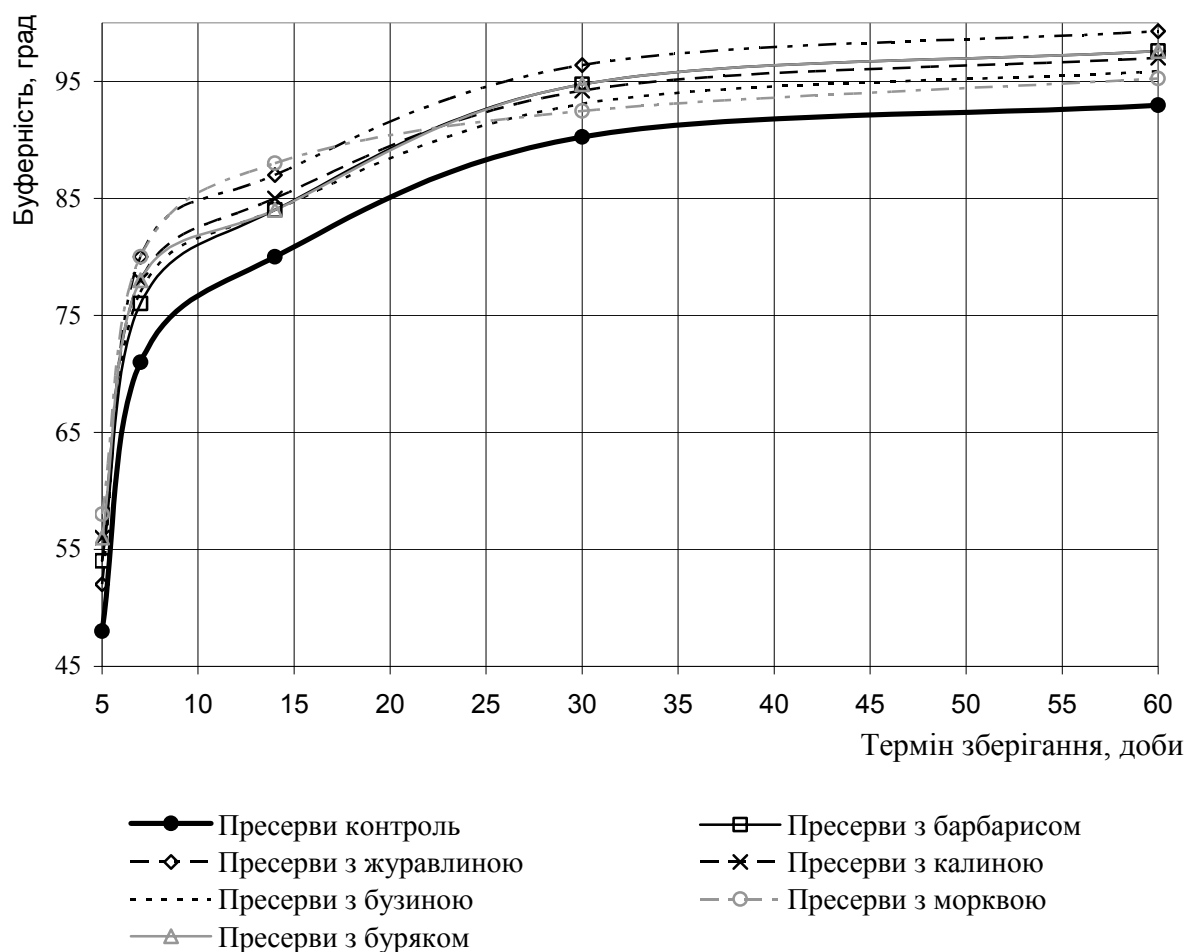


Рис. 4.8. Динаміка буферності пресервів у продовж терміну зберігання

Таким чином, можна зробити висновок, що дослідні зразки пресервів із додаванням рослинних добавок характеризувалися кращим ступенем дозрівання у порівнянні з контрольним зразком, про що свідчать результати досліджень фізико-хімічних показників пресервів.

При зберіганні пресервів динаміка вмісту різних форм небілкового азоту характеризувалася більшою стабільністю у дослідних зразках пресервів порівняно з контролем. Можливо це можна пояснити антиокиснювальним впливом рослинної сировини.

Зміна структурно-механічних властивостей пресервів упродовж зберігання

Процес дозрівання пресервів характеризується не лише утворенням хімічних продуктів розпаду білків, але й певними змінами структурно-механічних властивостей готових продуктів. Виходячи з характеру змін даних властивостей, можна судити про особливості протікання процесу дозрівання.

Структурно-механічні властивості риби (адгезійна міцність, еластичність, пластичність, в'язкість) залежать від її хімічного складу і визначаються силами зчеплення між елементами структур, ступенем розвитку структур у всьому об'ємі тканин м'яса риби (м'язевих волокнах, септах, ендомізії) і силою зчеплення окремих структур між собою.

За структурно-механічними властивостями м'ясо риби займає проміжне положення між твердими і рідкими тілами. Його слід розглядати як біоколоїдне тіло, яке характеризується певними фізичними, хімічними і фізико-хімічними особливостями. М'ясо риби – гель складної будови і складного хімічного складу. Поліпептидні ланцюги є основним матеріалом з якого побудовані структурні решітки (остов) м'яса риби.

При дослідженні процесів дозрівання важливого значення набувають структурно-механічні властивості продукту. При цьому одним із важливих органолептичних показників є консистенція, яка характеризується пружно-еластичними властивостями, і як важливий допоміжний показник – міцність адгезії.

Визначення структурно-механічних властивостей пресервів під час дозрівання дає можливість оцінити ступінь їх готовності в той час, коли оцінка смаковитості продукту органолептично неможлива. Під смаковитістю продукту розуміють комплексне відчуття смаку, запаху, консистенції продукту в ротовій порожнині під час його апробації.

Структурно-механічні властивості пресервів визначалися протягом усього технологічного процесу, починаючи від виробництва, і закінчуючи зберіганням.

Результати визначення консистенції методом пенетрації представлені у табл. 4.23 [22].

Таблиця 4.23

Показники занурення індентора (пенетрації) на різних етапах технологічного процесу, мм ($n=7, p \leq 0,05$)

№ пор.	Зразок продукту	Етапи технологічного процесу		
		виробництво	дозрівання	зберігання
1	Риба-сирець (Білий амур)	4,6±0,3	6,0±0,4	9,0±0,7
2	Пресерви без добавок (контроль)	5,0±0,3	6,5±0,5	8,0±0,6
3	Пресерви з барбарисом	7,0±0,5	7,8±0,6	8,0±0,6
4	Пресерви з калиною	6,7±0,5	7,4±0,6	7,5±0,6
5	Пресерви з журавлиною	7,0±0,5	7,7±0,6	7,9±0,6
6	Пресерви з бузиною	6,3±0,3	7,1±0,5	8,1±0,6
7	Пресерви з морквою	6,4±0,5	7,3±0,6	7,8±0,6
8	Пресерви з буряком	6,5±0,5	7,4±0,6	7,7±0,6

Як видно з табл. 4.23, консистенція м'яса риби змінюється в залежності від етапу виробництва та зберігання рибної сировини. В цілому, консистенція дослідних зразків пресервів характеризувалася як щільна, м'ясо було пружним і сліди деформації на його поверхні швидко зникали. Отримані дані повністю узгоджувалися із результатами дегустаційної оцінки (див.табл.4.22).

На етапі виробництва показники занурення індентора виявилися найбільшими у пресервів із барбарисом та журавлиною (7 мм), риба-сирець та контроль відрізнялися найменшими значення даного показника відповідно він становив 4,6 та 5,0 мм.

В процесі дозрівання пресервів консистенція ставала більш ніжною та соковитою. Це можна пояснити протіканням складних біохімічних і фізичних процесів, що мають місце на етапі дозрівання.

Готові пресерви мали соковиту, еластичну консистенцію та приємний гармонійний запах, притаманний м'ясу дозрілої риби з наявністю запаху спецій, що входять до рецептури. Як видно з таблиці 4.23, показник занурення індентора усіх зразків пресервів на етапі дозрівання збільшується, що, як зазначалося, є результатом протікання біохімічних процесів і свідчить про ступінь готовності пресервів. На даному етапі технологічного процесу відбувається розм'якшення м'яса риби, зв'язки між м'язами стають слабшими, жир перерозподіляється, пропитуючи усю товщу м'язової тканини. Пресерви набувають при цьому гармонійного смаку і запаху. На рис.4.9 зображена залежність консистенції пресервів від часу їх дозрівання [22].

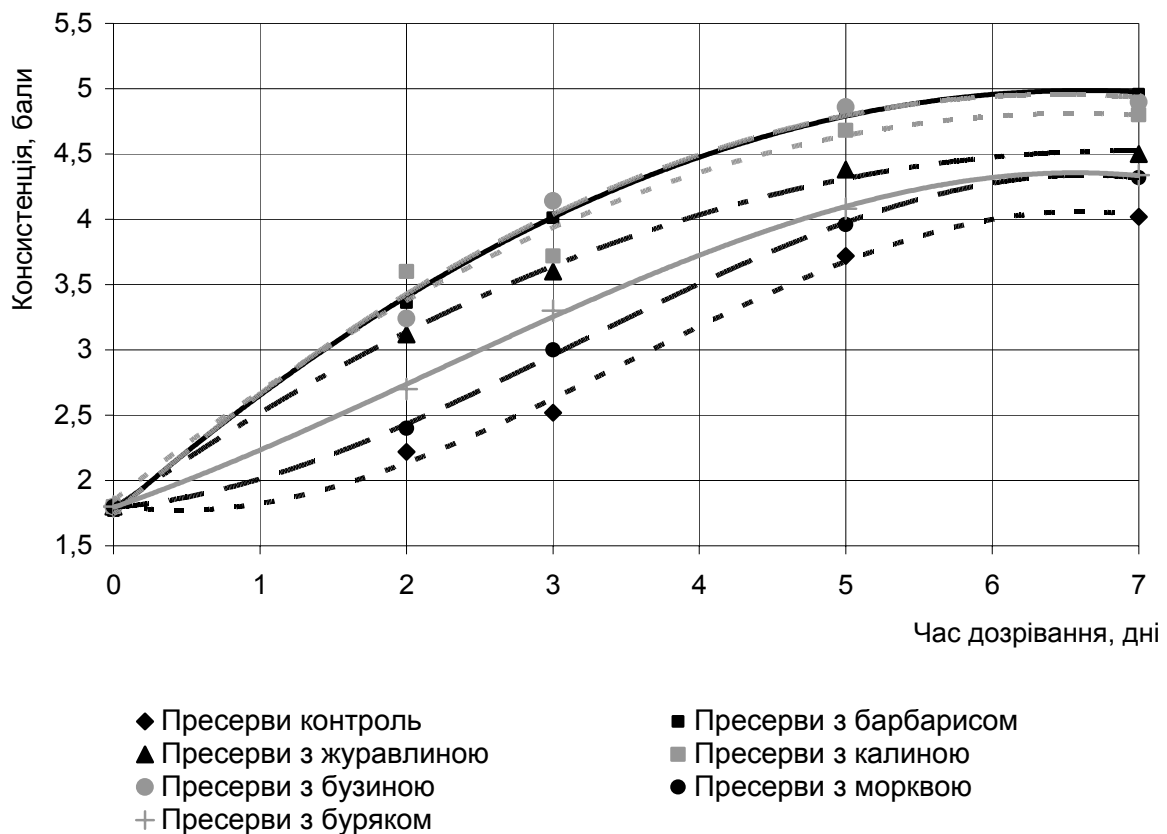


Рис. 4.9. Залежність консистенції пресервів від часу дозрівання

Як видно з рис. 4.9, найвища оцінка консистенції характерна для пресервів, термін дозрівання яких становить 7 діб. Залежність консистенції пресервів від часу дозрівання можна описати наступними рівняннями регресії:

Пресерви контроль $Y = -0,0197x^3 + 0,2088x^2 - 0,1773x + 1,812$

Пресерви з барбарисом $Y = -0,0735x^2 + 0,9755x + 1,7503$

Пресерви з журавлиною $Y = -0,057x^2 + 0,7909x + 1,7831$

Пресерви з калиною $Y = -0,0688x^2 + 0,9035x + 1,8458$

Пресерви з бузиною $Y = -0,0773x^2 + 0,9969x + 1,743$

Пресерви з морквою $Y = -0,0155x^3 + 0,1475x^2 + 0,0849x + 1,7955$

Пресерви з буряком $Y = -0,0091x^3 + 0,0601x^2 + 0,3876x + 1,7946$

де Y – консистенція, бал;
 x – час дозрівання, дні.

В усіх наведених рівняннях рівень достовірності апроксимації становив більше 0,99. Це свідчить про те, що дані рівняння найбільш достовірно описують залежність консистенції пресервів від часу їх дозрівання.

Шляхом диференціювання рівнянь було знайдено оптимальний час дозрівання (екстремуми функцій в межах x від 1 до 20 днів) та консистенцію, якої досягнуть зразки за оптимального часу дозрівання (табл.4.24).

Таблиця 4.24

Результати визначення оптимального часу дозрівання пресервів

Найменування зразків	Оптимальний час дозрівання, дні	Консистенція за оптимального часу дозрівання, бали	Консистенція на 7-й день дозрівання, бали
Пресерви контроль	6,61	4,07	4,05
Пресерви з барбарисом	6,64	4,99	4,78
Пресерви з журавлиною	6,94	4,53	4,53

Закінчення табл. 4.24

Найменування зразків	Оптимальний час дозрівання, дні	Консистенція за оптимального часу дозрівання, бали	Консистенція на 7-й день дозрівання, бали
Пресерви з калиною	6,57	4,81	4,80
Пресерви з бузиною	6,55	4,96	4,93
Пресерви з морквою	6,62	4,32	4,30
Пресерви з буряком	6,57	4,35	4,33

Під час зберігання консистенція рибних пресервів може змінюватися і ставати більш м'якою. Це може призвести до злипання шматочків риби і втрат гастрономічних властивостей продукту. Дослідні зразки на етапі зберігання відрізнялися різними показниками penetрації. Найбільшим він виявився у риби-сирця (9 мм) та у пресервів без добавок (8 мм) у порівнянні з етапом дозрівання. Зразки пресервів з рослинними добавками характеризувалися незначними змінами показника penetрації, їх консистенція була достатньо щільною, що можна пояснити впливом антиоксидантних властивостей рослинної сировини.

Таким чином, досліджувані зразки пресервів з рослинними добавками, зокрема, пресерви з барбарисом і журавлиною, за показником penetрації відрізнялися кращим ступенем дозрівання і зберігання у порівнянні зі зразком без добавок.

Як допоміжний показник при оцінці структурно-механічних властивостей, нами визначалася міцність адгезії. Під міцністю адгезії треба розуміти прояв адгезії залежно від таких факторів, як швидкість відокремлення, тривалість і тиск попереднього контакту тощо.

У більшості випадків адгезія харчових продуктів є небажаною, оскільки вона негативно впливає на ефективність використання обладнання, якість продукту, призводить до збільшення витрат сировини і енергетичних ресурсів.

Як зазначалося, при проведенні досліджень нами визначалася дальність польоту зразків пресервів, які відокремлювалися від поверхні пластини маятника, котру миттєво зупиняли.

Проведений аналіз графіків траєкторій руху пресервів дає можливість встановити, що зі збільшенням коефіцієнтів опору K довжина переміщення по осі x зменшується непропорційно. Провівши обробку графічних залежностей, отримали відповідні рівняння апроксимації:

$K = 6,3056x^2 - 3,6141x + 0,5186$ – контрольний зразок;

$K = 5,824x^2 - 3,3319x + 0,4778$ – пресерви з барбарисом;

$K = 5,7871x^2 - 3,3316x + 0,4808$ – пресерви з журавлиною;

$K = 5,6769x^2 - 3,2795x + 0,475$ – пресерви з калиною;

$K = 5,8813x^2 - 3,7539x + 0,5983$ – пресерви з бузиною;

$K = 5,5366x^2 - 3,2226x + 0,471$ – пресерви з морквою;

$K = 5,554x^2 - 3,2294x + 0,4713$ – пресерви з буряком.

При проведенні експериментальних досліджень із зразками пресервів такої ж самої маси, за умов, коли адгезія практично відсутня, траєкторія польоту мала інший вигляд: довжина координати x була значно більшою. У цьому випадку руху продукту заважав лише опір повітря.

Користуючись формулами (2.5), (2.8), (2.9), (2.10), нами було розраховано міцність адгезії. На рис. 4.10 представлені результати визначення показників адгезії дослідних зразків пресервів.

Як видно з рис. 4.10, найбільшою міцністю адгезії, яка становить 203,7 Па, відрізняється контрольний зразок пресервів. Дослідні зразки із рослинними добавками характеризуються значно меншою міцністю адгезії. Це пояснюється тим, що додавання ягід та овочів уповільнює деструктивні процеси розпаду ліпідів і зумовлює більш пружну консистенцію шматочків риби. Завдяки цьому пресерви із рослинними добавками краще зберігають свої споживні властивості протягом усього циклу товароруху.



Рис.4.10 Міцність адгезії пресервів з прісноводної риби, ягодами та буряком

Зміна мікробіологічних показників пресервів упродовж зберігання

Відсутність теплової обробки пресервів відрізняє їх від традиційних консервів і має суттєвий вплив на їх товарознавчу характеристику. При дозріванні і зберіганні пресервів автолітичні і мікробіологічні процеси є головними причинами змін їх якості. Пресерви відносяться до продуктів, що швидко псуються, саме тому мікробіологічні дослідження є необхідними з точки зору збереження їх якості та харчової нешкідливості.

Строк зберігання пресервів залежить від багатьох умов, в першу чергу від температури зберігання. Також у значній мірі на стійкість і тривалість зберігання пресервів має вплив наявність початкової мікрофлори сировини, її видовий склад, а також дозування солі, сезон вилову риби тощо.

Встановлено, що пресерви можуть містити деяку кількість життєздатних мікроорганізмів. Найбільш різноманітну мікрофлору пресерви можуть мати одразу після їх виготовлення. Частина мікроорганізмів може потрапляти у продукт із рибою, а також із мікрофлорою води, що використовується для їх виготовлення. До складу первинної мікрофлори пресервів можуть входити мікроорганізми, які містяться у спеціях і прянощах. Присутність повареної солі і антисептика спричиняє зміну первинної мікрофлори пресервів. В результаті взаємодії мікроорганізмів і середовища у продукті формується новий біоценоз, що складається з мікроорганізмів, характерних для пресервів. У формуванні основного складу мікроорганізмів важливу роль відіграє зміна умов їх існування по мірі дозрівання і зберігання пресервів. Деякі мікроорганізми (мікрококи, дріжджі) беруть участь у біохімічних процесах дозрівання пресервів, тоді як розвиток інших (гнильних, газоутворюючих, бактерій групи кишкової палички) може спричиняти псування пресервів.

Нами було проведено мікробіологічні дослідження зразків пресервів по визначенню кількості мезофільних аеробних та факультативно-анаеробних мікроорганізмів, наявності бактерій групи кишкової палички (БГКП), золотистого стафілококу, плісняви, дріжджів, патогенних мікроорганізмів, в т.ч. роду Сальмонела, а також сульфідредуючих клостридій протягом усього терміну зберігання пресервів. Результати досліджень наведені у табл. 4.25 [22].

Результати досліджень засвідчили, що в усіх зразках пресервів протягом усього терміну зберігання були відсутні бактерії групи кишкової палички, золотистий стафілокок, плісняви, дріжджі, сальмонели, сульфідредуючі клостридії, а кількість мезофільних аеробних та факультативно-анаеробних мікроорганізмів була у межах допустимих норм. Причому у пресервах з додаванням ягід калини, журавлини, барбарису, бузини кількість мезофільних аеробних та факультативно-анаеробних мікроорганізмів була нижчою у порівнянні із пресервами без рослинних добавок. Належний рівень

мікробіологічного забруднення пресервів можна пояснити доброякісністю сировини, а також додаванням бензойнокислого натрію і рослинних добавок, які мають антиоксидантні властивості і сприяють подовженню терміну зберігання готових виробів.

Таблиця 4.25

Характеристика мікробіологічних показників пресервів у продовж зберігання [22]

Найменування показників	Допустимі рівні згідно з [35]	Термін зберігання, доби	Зразки пресервів						
			Контроль	Пресерви з журавлиною	Пресерви з барбарисом	Пресерви з калиною	Пресерви з бузиною	Пресерви з морквою	Пресерви з буряком
Кількість мезофільних аеробних та факультативно-анаеробних мікроорганізмів, КУО в 1 г	Не більше 1×10^5	7	$1,7 \times 10^3$	$1,2 \times 10^3$	$1,1 \times 10^3$	$1,2 \times 10^3$	$1,4 \times 10^3$	$1,5 \times 10^3$	$1,5 \times 10^3$
		14	$1,6 \times 10^3$	$1,3 \times 10^3$	$1,3 \times 10^3$	$1,3 \times 10^3$	$1,5 \times 10^3$	$1,8 \times 10^3$	$1,8 \times 10^3$
		30	$2,5 \times 10^4$	$1,8 \times 10^4$	$1,7 \times 10^4$	$1,8 \times 10^4$	$1,9 \times 10^4$	$2,3 \times 10^4$	$2,2 \times 10^4$
		60	$5,8 \times 10^4$	$4,3 \times 10^4$	$3,9 \times 10^4$	$4,2 \times 10^4$	$4,5 \times 10^4$	$5,5 \times 10^4$	$5,3 \times 10^4$
Бактерії групи кишкової палички (коліформи), в 0,01г	Не доп.	7 14 30 60	Не виявл.	Не виявл.	Не виявл.	Не виявл.	Не виявл.	Не виявл.	Не виявл.
Золотистий стафілокок у 0,1 г	Не доп.	7 14 30 60	Не виявл.	Не виявл.	Не виявл.	Не виявл.	Не виявл.	Не виявл.	Не виявл.
Плісняви, дріжджі у 0,1 г	Не доп.	7 14 30 60	Не виявл.	Не виявл.	Не виявл.	Не виявл.	Не виявл.	Не виявл.	Не виявл.
Патогенні мікроорганізми, в т.ч. роду Сальмонела, у 25 г	Не доп.	7 14 30 60	Не виявл.	Не виявл.	Не виявл.	Не виявл.	Не виявл.	Не виявл.	Не виявл.
Сульфідредуючі клостридії, у 0,1 г	Не доп.	7 14 30 60	Не виявл.	Не виявл.	Не виявл.	Не виявл.	Не виявл.	Не виявл.	Не виявл.

Крім того, спеції і прянощі, що використовуються відповідно до рецептури для приготування пряного відвару при виготовленні пресервів, мають бактерицидні властивості.

Оцінку якості нових пресервів на основі прісноводної риби із рослинними добавками, готових до споживання, проводили за комплексом органолептичних, фізико-хімічних, мікробіологічних показників та показників безпеки.

Органолептичну оцінку якості нових пресервів на основі прісноводної риби проводили після закінчення етапу дозрівання, який, як зазначалося, закінчується після 7 діб зберігання пресервів.

Органолептичні властивості пресервів обумовлені особливостями вихідної сировини, способами обробки солоних напівфабрикатів та технологією виробництва.

Готові пресерви являли собою філе-шматочки, філе-скибочки рівномірні по ширині (висоті), товщиною 0,5–1 см, цілі, з рівними зрізами, розроблені та укладені відповідно до встановлених вимог в банки ємністю 250 грамів, залиті оцтово-пряною заливкою.

Консистенція м'яса риби досліджуваних зразків характеризувалася як ніжна, соковита, достатньо щільна та еластична. Консистенція заливки була однорідна, рідка, властива даному виду заливки.

Смак і запах готових пресервів були приємними, інтенсивно вираженими, властиві дозрілій рибі з наявністю смаку та аромату прянощів, що входять до складу рецептури.

Колір усіх зразків пресервів характеризувався як однорідний, колір риби контрольного зразка був світло-кремовий, колір зразків з ягодами та овочами був також світло-кремовий з характерним кольором рослинних добавок.

Результати органолептичної оцінки готових пресервів за комплексними показниками наведені у табл. 4.26.

Результати комплексної органолептичної оцінки свідчать, що найбільшу кількість балів отримали зразки пресервів із додаванням ягід барбарису, калини та журавлини (відповідно

4,6; 4,6 та 4,59 бали). Найменшою кількістю балів за комплексом органолептичних показників відрізнявся контрольний зразок (рис. 4.11).

Таблиця 4.26

**Органолептична оцінка рибних пресервів,
бали ($n=5, p \leq 0,05$) [22]**

Комплексні показники	Одиничні показники	Пресерви контроль	Пресерви з барбарисом	Пресерви з калиною	Пресерви з бузиною	Пресерви з журавлиною	Пресерви з морквою	Пресерви з буряком
Зовнішній вигляд	Розміри філе-шматочків (філе-скибочок)	4,3±0,5	4,7±0,4	4,8±0,4	4,7±0,4	4,8±0,4	4,6±0,4	4,4±0,3
	Розробка	4,0±0,5	4,7±0,4	4,7±0,4	4,6±0,4	4,7±0,4	4,7±0,4	4,5±0,3
	Укладання	4,6±0,4	5,0±0,4	5,0±0,4	4,8±0,4	4,9±0,4	4,6±0,4	4,6±0,4
Загальна оцінка		4,3±0,3	4,8±0,4	4,8±0,2	4,7±0,4	4,8±0,4	4,6±0,4	4,5±0,3
Смак	Пресервів	4,3±0,3	4,6±0,4	4,6±0,4	4,5±0,4	4,7±0,4	4,5±0,3	4,4±0,3
	Заливки	4,2±0,3	4,4±0,2	4,5±0,2	4,5±0,3	4,5±0,3	4,5±0,3	4,5±0,2
Загальна оцінка		4,3±0,3	4,5±0,3	4,6±0,4	4,5±0,3	4,6±0,4	4,5±0,4	4,4±0,3
Запах		4,2±0,3	4,6±0,4	4,5±0,3	4,5±0,4	4,5±0,3	4,4±0,3	4,4±0,3
Колір	Пресервів	4,5±0,4	4,9±0,4	4,8±0,4	4,7±0,4	4,7±0,4	4,7±0,4	4,6±0,4
	Заливки	4,7±0,4	4,9±0,4	4,8±0,4	4,6±0,4	4,7±0,4	4,6±0,4	4,5±0,3
Загальна оцінка		4,6±0,4	4,9±0,4	4,8±0,4	4,7±0,4	4,7±0,4	4,7±0,4	4,6±0,4
Консистенція	Пресервів	4,2±0,3	4,5±0,4	4,4±0,2	4,3±0,3	4,5±0,4	4,4±0,3	4,4±0,3
	Заливки	4,3±0,4	4,4±0,3	4,4±0,4	4,3±0,3	4,4±0,3	4,2±0,3	4,1±0,5
Загальна оцінка		4,2±0,3	4,5±0,3	4,4±0,3	4,3±0,3	4,5±0,3	4,3±0,3	4,3±0,3

В цілому, за результатами оцінки органолептичних показників дослідних зразків пресервів було зроблено висновок, що рослинні добавки разом із прянощами сприяють утворенню приємного, характерного, гармонійного смаку та запаху готових пресервів, а також здійснюють позитивний вплив на їх структурно-механічні властивості, зокрема, на консистенцію.

Тендеризація м'язової тканини готових рибних пресервів виявилася більшою саме у дослідних зразках із додаванням ягід.

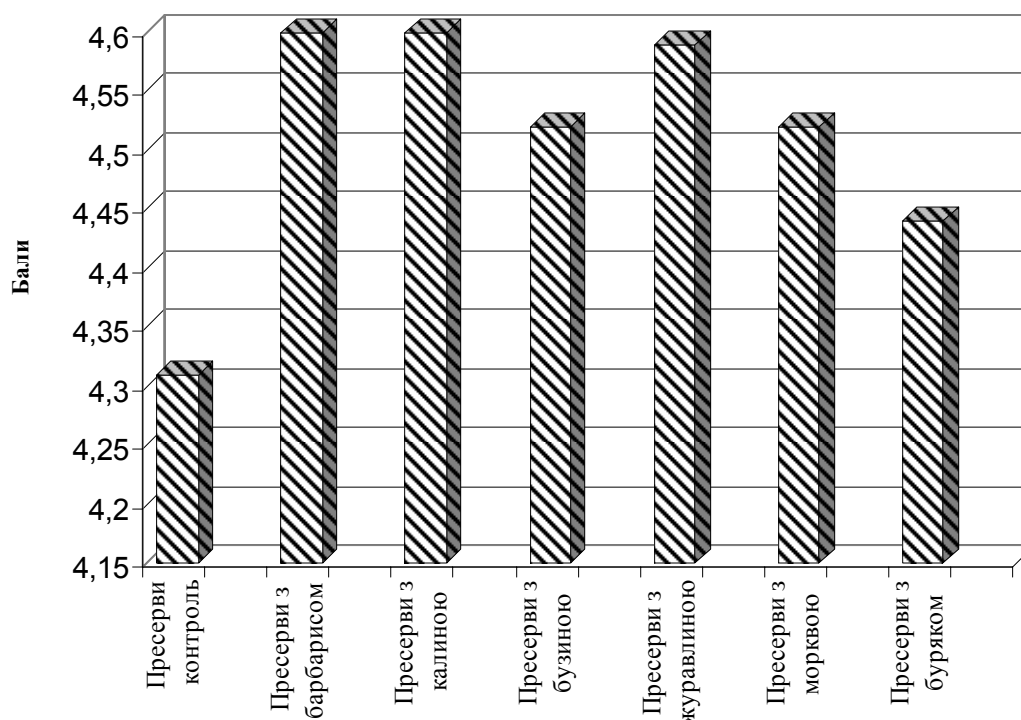


*Рис. 4.11. Комплексна органолептична оцінка якості
готових пресервів, бали [22]*

Характеристика харчової і біологічної цінності пресервів

З метою комплексної оцінки якості готових пресервів, нами досліджувався їх загальний хімічний, амінокислотний, жирнокислотний, вітамінний та мінеральний склади.

Результати досліджень загального хімічного складу пресервів представлені у табл. 4.27.

Аналіз загального хімічного складу пресервів засвідчив, що вміст білку у дослідних зразках пресервів коливається від 8,1% до 11,3%. Найменший вміст білку відмічено у пресервах з морквою та буряком. Це можна пояснити тим, що співвідношення рибної сировини і рослинних добавок у пресервах з овочами відрізняється від пресервів із додаванням ягід. Кількість рибної сировини, що використовується при виробництві пресервів з овочами є дещо меншою за рахунок більшого вмісту рослинних компонентів. Пресерви з ягодами барбарису, бузини, калини та журавлини майже не відрізнялися за вмістом білку.

Таблиця 4.27

**Загальний хімічний склад рибних пресервів,
% ($n=5, p \leq 0,05$) [22]**

Найменування показників	Зразки пресервів						
	Контроль	Пресерви з барбарисом	Пресерви з калиною	Пресерви з журавлиною	Пресерви з бузиною	Пресерви з морквою	Пресерви з буряком
Вміст води	79,5± 2,4	80,1± 2,3	80,5± 2,7	80,2± 2,4	80,1± 2,3	83,8± 2,6	83,3± 2,6
Вміст білку	11,6± 0,8	11,1± 0,9	10,9± 0,8	11,3± 0,9	11,1± 0,9	8,1± 0,7	8,9± 0,7
Вміст жиру	4,18± 0,21	3,50± 0,20	3,24± 0,21	3,24± 0,22	3,21± 0,26	2,59± 0,24	2,29± 0,22
Вміст мінеральних речовин	5,08± 0,14	5,32± 0,16	5,3± 0,15	5,25± 0,17	5,58± 0,16	5,51± 0,16	5,54± 0,17

Вміст жиру у готових пресервах склав від 2,29 до 3,50%, що позитивно діє на смакові властивості продукту.

За вмістом мінеральних речовин дослідні зразки відрізняються у порівнянні із контролем. На нашу думку, це пояснюється тим, що рослинні добавки: ягоди та овочі, а також морські водорості містять широкий спектр мінеральних речовин, які у комплексі з мінеральними речовинами рибної сировини сприяють збагаченню готових пресервів.

Визначення вмісту води у готових пресервах засвідчило, що спостерігається певне коливання даного показника в межах від 80,1 (пресерви з барбарисом, пресерви з бузиною) до 83,8% (пресерви з морквою). При цьому більшою кількістю води відрізнялися дослідні зразки із калиною, морквою та буряком.

Дослідження амінокислотного складу пресервів дозволило зробити висновок про повноцінність білків готових виробів (табл.4.28).

Таблиця 4.28

**Амінокислотний склад рибних пресервів,
мг на 100 г продукту [22]**

Амінокислоти	Контроль	Пресерви з барбарисом	Пресерви з калиною	Пресерви з журавлиною	Пресерви з бузиною	Пресерви з морквою	Пресерви з буряком	Адекватний рівень споживання, мг/добу [34]
Валін	399	510	495	500	520	356	383	2500
Ізолейцин	369	449	453	452	444	306	374	2000
Лейцин	788	930	910	909	978	642	735	4600
Лізин	921	1078	1004	1082	1002	719	876	4100
Метіонин+ цистін	71	287	294	291	278	157	197	1800*
Треонін	505	527	525	531	511	390	421	2400
Триптофан	86	97	105	101	96	73	72	800
Фенілаланін+ тирозін	386	445	448	820	434	740	415	6900**
Сума незамінних	3586	4323	4234	4686	4263	3383	3473	
Гістидин	312	274	271	277	270	208	284	2100
Аргінін	619	572	565	570	523	381	417	6100
Аспаргінова кислота	1304	1115	1103	1112	1118	735	703	12 200
Серин	613	496	491	478	509	359	432	8300
Глутамінова кислота	2551	2290	2204	2208	2270	1534	1746	13600
Пролін	564	307	377	296	389	223	407	4500
Гліцин	593	526	535	530	512	480	497	5600
Аланін	730	677	665	671	678	483	546	6600
Цистин	204	70	73	69	71	42	69	
Тирозин	454	434	446	413	512	276	298	
Сума замінних	7044	6761	6730	6624	6852	4721	5399	
Разом	11630	11084	10964	11309	11115	8103	8872	

Представлені дані свідчать про досить високий вміст окремих незамінних амінокислот, зокрема вміст лізину у дослідних зразках складає від 719 до 1082 мг/100 г продукту, також спостерігається значний вміст лейцину та треоніну.

Як видно із табл. 4.28, вміст усіх незамінних амінокислот у готових пресервах становить в середньому 38–42% від загальної суми амінокислот, в контрольному зразку цей показник є дещо меншим і складає 35,3%.

У результаті розрахунку амінокислотного скору встановлено, що всі зразки пресервів містять весь комплекс незамінних амінокислот (табл.4.29).

Таблиця 4.29

**Амінокислотний скор білків рибних пресервів
(в порівнянні зі шкалою ФАО/ВООЗ), % [22]**

Аміно-кислоти	Контроль	Пресерви з барбарисом	Пресерви з калиною	Пресерви з журавлиною	Пресерви з бузиною	Пресерви з морквою	Пресерви з буряком
Валін	80,4	92,0	90,3	92,2	93,6	93,2	86,3
Ізолейцин	93,0	101,3	103,3	104,3	99,9	100,3	105,4
Лейцин	113,6	119,9	118,6	119,9	125,7	120,3	118,3
Лізин	168,9	176,8	166,5	181,5	163,9	171,3	179,5
Треонін	128,0	118,9	119,7	122,5	114,9	127,8	118,6
Триптофан	87,0	87,5	95,8	93,0	86,4	78,0	81,2
Цистин + метіонін	70,9	92,0	95,6	95,1	89,7	74,6	85,7
Тирозин + фенілаланін	124,5	132,2	135,9	132,5	141,9	134,5	133,9

Домінуючою амінокислотою у всіх зразках пресервів є лізин. Відмічено також високий вміст лейцину (від 118,3 до 125,7 % у дослідних зразках, 113,6 % у контролі), тирозину та фенілаланіну (132,2–141,9% – дослідні зразки, 124,5% – контроль), а також треоніну (від 114,9 до 127,8 % – дослідні зразки, 128,0 % у контрольному зразку). Більш високий вміст треоніну у

контролі, ніж у дослідних зразках, можна пояснити високим вмістом даної амінокислоти у рибній сировині. Головними лімітуючими амінокислотами є валін, цистин і метіонін, триптофан. У контрольному зразку вміст зазначених амінокислот, окрім триптофану, є меншим у порівнянні з дослідними зразками пресервів.

В процесі зберігання пресервів спостерігаються певні зміни їх амінокислотного складу. Нами було також досліджено амінокислотний склад пресервів після 30 діб їх зберігання. Зміни, що відбуваються, можна пояснити протіканням процесу гідролізу білків, в результаті якого здійснюється перерозподіл вмісту амінокислот: вміст окремих амінокислот зростає, інших зменшується за рахунок накопичення кількості вільних амінокислот (табл. 4.28; 4.30).

Таблиця 4.30

**Характеристика амінокислотного складу пресервів
після 30 діб зберігання, мг на 100 г продукту [22]**

Аміно-кислоти	Контроль	Пресерви з барбарисом	Пресерви з калиною	Пресерви з журавлиною	Пресерви з бузиною	Пресерви з морквою	Пресерви з буряком
Валін	411	508	493	486	506	341	317
Ізолейцин	427	420	425	423	415	301	352
Лейцин	708	865	848	845	921	615	696
Лізин	789	915	860	918	838	685	738
Метіонін	99	249	251	252	235	134	148
Треонін	474	456	451	459	433	333	403
Триптофан	85	95	93	96	92	82	69
Фенілаланін	830	440	441	446	430	337	405
Сума незамінних	3823	3948	3862	3925	3870	2828	3128
Гістидин	194	210	210	213	215	156	178
Аргінін	623	496	489	494	517	436	397
Аспаргінова кислота	644	658	748	653	788	615	676

Закінчення табл. 4.30

Аміно-кислоти	Контроль	Пресерви з барбарисом	Пресерви з калиною	Пресерви з журавлиною	Пресерви з бузиною	Пресерви з морквою	Пресерви з буряком
Серин	363	412	389	399	478	248	363
Глютамінова кислота	1680	2184	2103	2102	2150	1512	1706
Пролін	731	701	701	604	601	317	609
Гліцин	564	449	458	452	432	470	513
Аланін	511	552	555	545	595	477	481
Цистин	122	66	66	65	68	40	45
Тирозин	451	397	409	376	476	268	279
Сума заміennих	5883	6125	6128	5903	6320	4539	5247
Разом	9705,5	10073,0	9990,0	9828,3	10190,0	7367,0	8374,5

Загальна сума всіх амінокислот після зберігання зменшилася від 4 до 8%. Кількість незамінних амінокислот під час зберігання також змінилася, при цьому спостерігалася тенденція максимальної зміни вільних амінокислот у контролі. У контрольному зразку при зберіганні протягом 1 місяця збільшилася кількість валіну, ізолейцину та фенілаланіну. Найбільш істотні зміни спостерігалися у складі заміennих амінокислот, зокрема, за рівнем аспарагінової кислоти, аланіну.

Результати досліджень фракційного складу ліпідів пресервів наведено у табл.4.31.

Як видно з даних табл.4.31, у фракційному складі ліпідів пресервів переважають тригліцериди. У дослідних зразках пресервів їх вміст становить від 50,88 до 52,62%, у контрольному зразку – 54,66 %. Частка фосфоліпідів у контролі складає 19,61%, у зразках пресервів з рослинними добавками – від 20,23% (пресерви з барбарисом) до 22,12% (пресерви з морквою). Вміст інших фракцій ліпідів рибних пресервів є незначним і становить: вуглеводні - від 5,24 до 6,12%; моногліцериди – 4,22–4,43 %; дигліцериди – 3,62–3,91 %; стерини – 3,8–4,42%; ефіри стеринів – від 4,26 до 4,62%.

Таблиця 4.31

**Фракційний склад ліпідів рибних пресервів,
% від загальної маси ліпідів [22]**

Фракції ліпідів	Контроль	Пресерви з					
		барбарисом	журавлиною	калиною	бузиною	морквою	буряком
Моногліцериди	4,43	4,22	4,32	4,27	4,26	4,35	4,38
Дигліцериди	3,62	3,87	3,85	3,91	3,78	3,67	3,7
Тригліцериди	54,66	52,62	51,94	52,17	51,99	50,88	50,95
Вільні жирні кислоти	4,02	4,32	4,08	4,25	4,18	4,18	4,17
Фосфоліпіди	19,61	20,23	21,3	20,8	21,32	22,12	21,98
Стерини	3,8	4,21	4,18	4,22	4,08	4,42	4,53
Ефіри стеринів	4,62	4,56	4,37	4,26	4,34	4,54	4,49
Вуглеводні	5,24	5,97	5,96	6,12	6,05	5,84	5,8

При комплексній оцінці якості пресервів доцільним є дослідження змін їх жирнокислотного складу, який, разом з амінокислотним складом, характеризує біологічну цінність готового продукту. З метою визначення динаміки складу жирних кислот пресервів нами було вивчено їх кількісні та якісні зміни, починаючи від сировини, і закінчуючи готовою продукцією.

Результати дослідження жирнокислотного складу сировини наведено у табл. 4.32 [22].

Як видно з табл. 4.32, рибні пресерви з рослинними добавками відрізняються великою кількістю мононенасичених і ненасичених жирних кислот. З мононенасичених кислот у дослідних зразках переважала олеїнова кислота, з поліненасичених – лінолева та ліноленова. Відомо, що присутні в жирах риб лінолева, ліноленова та арахідонова кислоти є вельми важливими, фізіологічно необхідними речовинами для організму людини і прирівнюються до вітамінів (вітамін F). Лінолева кислота і продукти її перетворень об'єднуються у групу омега 6, ліноленова кислота належить до групи омега 3. Згідно з сучасними уявленнями дієтологів існує необхідність нормувати і забезпечувати надходження в організм кислот групи омега 3. Поліненасичені жирні кислоти приймають

участь у побудові клітин різних тканин, регулюють ліпідний обмін і нормальний розвиток організму, обумовлюють еластичність стінок кровоносних судин, здійснюють інгібуючий вплив на холестериногенез в організмі людини. Тому їх нестача в організмі людини може призвести до серйозних порушень.

Таблиця 4.32

**Жирнокислотний склад готових пресервів
(% від суми жирних кислот) [22]**

Жирні кислоти	Контроль	Пресерви з журавлиною	Пресерви з барбарисом	Пресерви з калиною	Пресерви з бузиною	Пресерви з морквою	Пресерви з буряком	Адекватний рівень споживання, г/добу [34]
1. Сума насичених	26,22	26,33	25,83	26,35	26,38	28,29	26,73	25
Лауринова (C _{12:0})	0,15	0,16	0,17	0,2	0,19	0,121	0,16	
Міристинова (C _{14:0})	2,03	2,11	2,02	2,4	2,3	2,6	2,5	
Пентадеканова (C _{15:0})	0,39	0,4	0,35	0,35	0,32	0,28	0,25	
Пальмітинова (C _{16:0})	18,8	18,9	18,7	18,6	19	19,5	19,3	
Гептадеканова (C _{17:0})	0,64	0,65	0,66	0,87	0,71	0,57	0,55	
Стеаринова (C _{18:0})	4,36	4,27	4,1	4,13	4,05	5,34	4,13	
2. Сума мононенасичених	38,74	37,06	36,63	36,66	37,43	35,3	35,55	30
Пальмітоолеїнова (C _{16:1})	8,1	7,84	7,23	7,86	7,92	6,4	6,25	
Олеїнова (C _{18:1})	29,5	28,2	28,6	27,9	28,3	27,6	28,2	
Гадолеїнова (C _{20:1})	1,14	1,02	0,8	0,9	1,21	1,3	1,1	
3. Сума поліненасичених	34,82	36,59	36,9	36,99	36,45	36,16	37,33	11
Лінолева (C _{18:2})	13,3	13,7	13,9	13,9	12,6	13,3	13,4	
Екозодієнова (C _{20:2})	1,16	1,21	1,25	1,3	1,6	1,16	1,13	
Ліноленова (C _{18:3})	17,3	18,4	18,6	18,1	19,2	18,9	19,2	
Арахідонова (C _{20:4})	0,93	0,9	1,2	0,85	0,8	1,1	1,6	
Ейкозопентаєнова (C _{20:5})	1,12	1,22	0,9	1,3	1,5	0,8	0,9	
Докозогексаєнова (C _{22:6})	1,01	1,16	1,05	1,54	0,75	0,9	1,1	

Показником біологічної цінності ліпідів є відношення $C_{18:2}:C_{18:1}$, що має становити не менше 0,25. У дослідних зразках пресервів відношення $C_{18:2}:C_{18:1}$ складає: для контролю – 0,45, для пресервів із журавлиною, барбарисом та морквою – 0,48, для пресервів з калиною – 0,49, пресервів з бузиною – 0,45, пресервів з буряком – 0,47.

Також у жирнокислотному складі всіх дослідних зразків пресервів були присутні окрім ліноленової, інші поліненасичені жирні кислоти родини омега 3, зокрема арахідонова, ейкозопентаєнова та докозогексаєнова кислоти. Зазначені жирні кислоти у складі ліпідів рибної сировини сприяють профілактиці серцево-судинних захворювань.

Серед поліненасичених жирних кислот родини омега 6 у дослідних зразках пресервів виявлено ейкозодієнову кислоту.

З насичених жирних кислот в дослідних зразках пресервах переважає пальмітинова кислота, її вміст коливається від 18,6 до 19,5%.

Отримані дані свідчать про високу біологічну цінність ліпідів пресервів та корелюють з органолептичними властивостями зразків. Встановлено, що ненасичені жирні кислоти беруть участь у формуванні аромату слабосоленої продукції, до якої належать пресерви. Як свідчать літературні джерела, деякі жирні кислоти, зокрема, олеїнова, здатні утворювати з амінокислотами амінокисотно-ліпідні комплекси, які надають характерного запаху дозрілої риби.

Коефіцієнт ефективності ліпідів рибних пресервів (рис.4.12), який свідчить про повноту засвоювання ліпідів організмом людини.

Розрахований коефіцієнт дозволяє оцінити співвідношення усіх видів жирних кислот дослідних зразків пресервів. Найвищий коефіцієнт ефективності ліпідів був характерний для зразка пресервів з буряком і склав 0,805.

Стійкість пресервів під час зберігання залежить від швидкості і глибини процесів якісних змін, що відбуваються в білковій і ліпідній фракціях продукції. Відомо, що жири риб є найменш стабільними при переробці і зберіганні. З метою

вивчення якісних характеристик жиру пресервів під час зберігання нами визначалися такі показники, як: кислотне та перекисне числа (рис. 4.13, 4.14) [22].

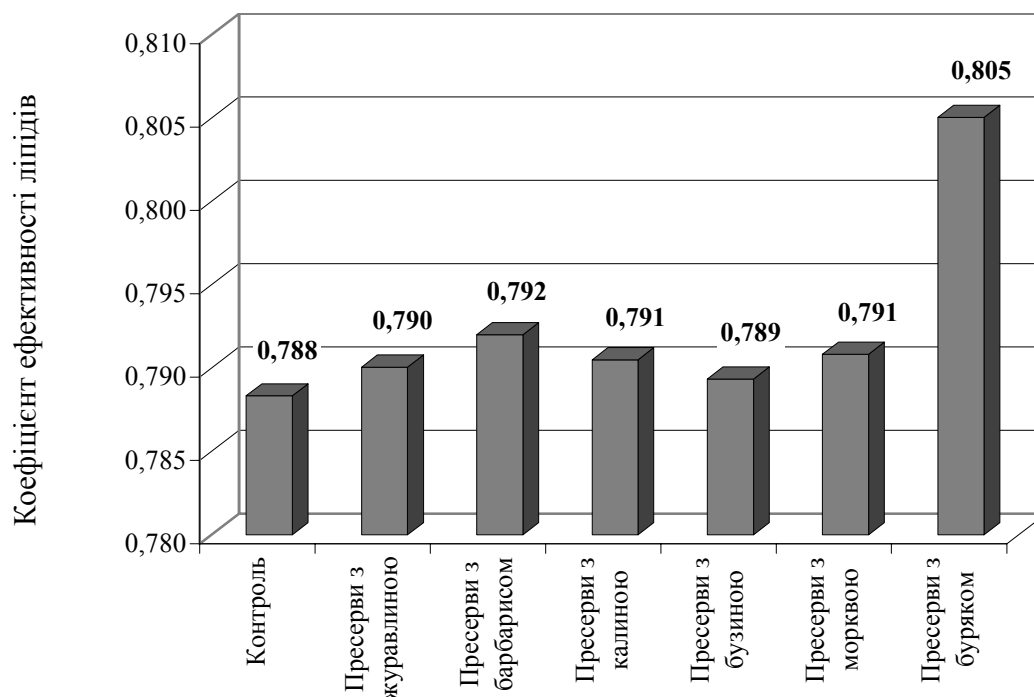


Рис. 4.12. Коефіцієнт ефективності ліпідів

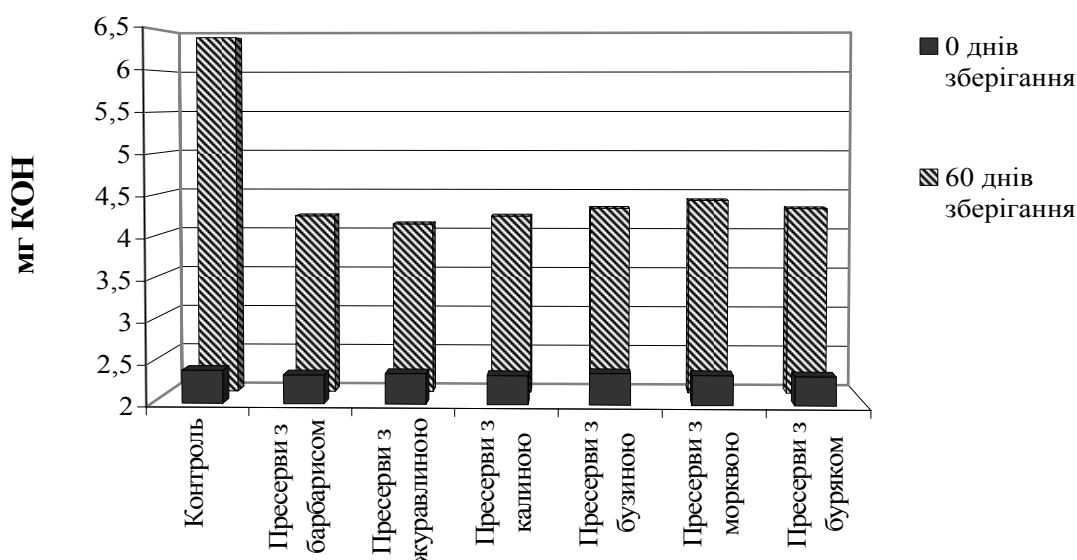


Рис. 4.13. Зміни кислотного числа жиру під час зберігання пресервів

При гідролізі ліпідів утворюються вільні жирні кислоти, сумарний вміст яких характеризується кислотним числом. Дані рис.4.13 свідчать про збільшення кислотного числа протягом зберігання пресервів. Після 60 діб зберігання значення кислотного числа у дослідних зразках зростає в середньому в 1,8 рази, тоді як у контролі – в 2,7 рази. Це свідчить про більш інтенсивне біохімічне окиснення ненасичених жирних кислот контрольного зразка ліпоксигеназами.

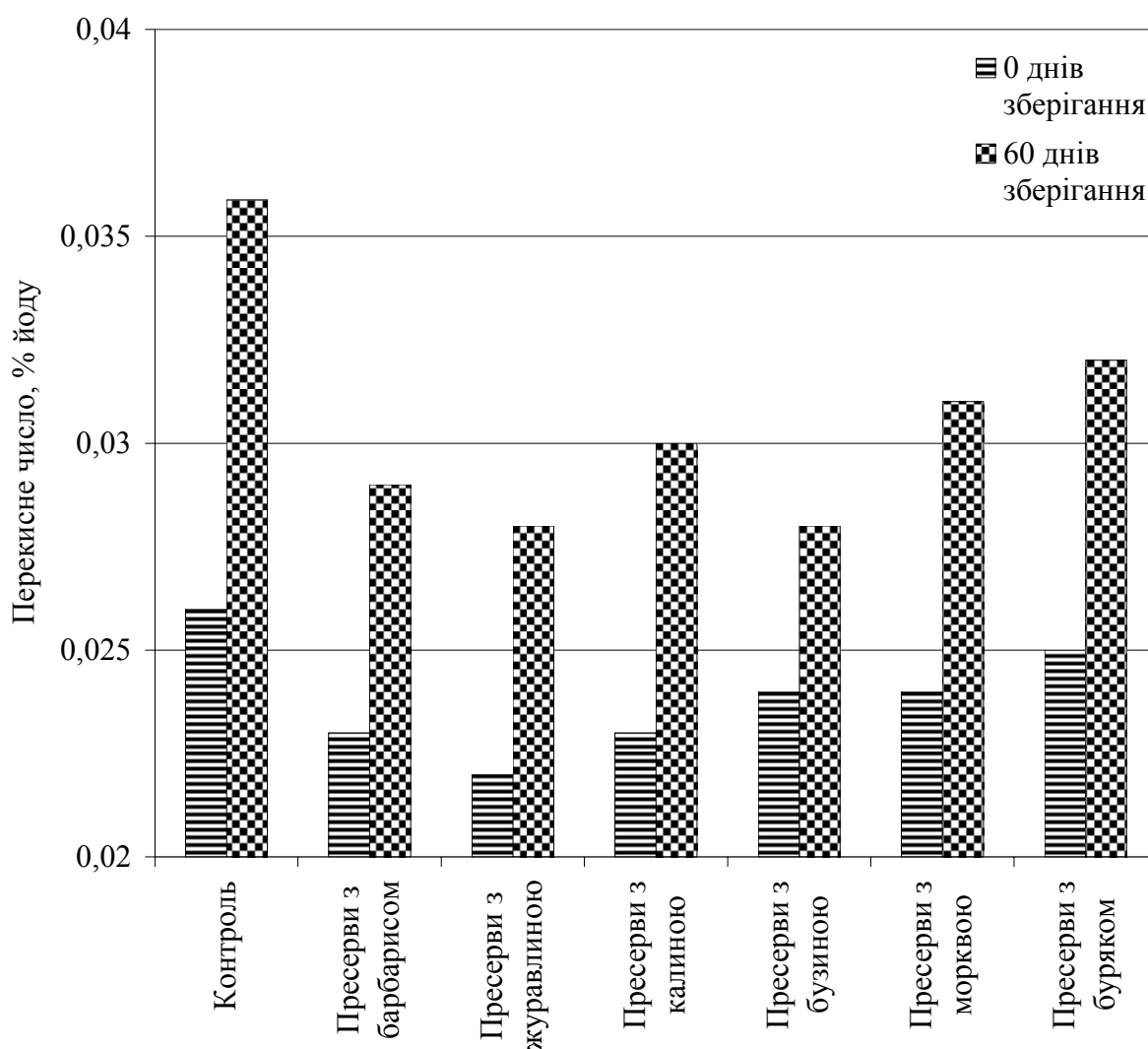


Рис. 4.14. Зміни перекисного числа під час зберігання пресервів

Перекиси є молекулярними проміжними продуктами окиснення. Як видно з рис.4.14, після зберігання пресервів значення перекисних чисел зростає у порівнянні з початковим етапом зберігання. Інтенсивне накопичення перекисей можна пояснити високим ступенем ненасиченості жиру і присутністю в тканинах риби активних біокаталізаторів. Будучи нестійкими сполуками, перекиси розпадаються з утворенням вторинних продуктів окиснення – карбонільних сполук.

З літературних джерел відомо [37], що накопичення активних перекисей у жирах за часом співпадає початком розриву подвійних зв'язків і утворенням альдегідів, кислот тощо. При зберіганні пресервів спостерігається також збільшення їх альдегідного числа, при цьому найбільше зростання даного показника характерне для контролю.

Таким чином, можна зробити висновок, що накопичення продуктів окиснення ліпідів відбувається найбільш інтенсивно у контрольному зразку пресервів.

Результати зміни фракційного складу пресервів під час зберігання представлені у табл. 4.33 [22].

Результати проведених досліджень свідчать, що при зберіганні пресервів відбуваються зміни співвідношення окремих фракцій ліпідів. Зокрема, у пресервах під час зберігання збільшилася фракція вільних жирних кислот. Її вміст після 1 місяця зберігання складає від 8,85 до 9,24% у дослідних зразках та 12,67% у контролі. Це можна пояснити гідролізом фракцій тригліцеридів та фосфоліпідів. Їх кількість зменшується в процесі зберігання, причому фосфоліпіди розкладаються більш інтенсивно, ніж тригліцериди. Вміст фосфоліпідів в середньому зменшився на 3%. У контрольному зразку зменшення фосфоліпідів відбулося на 5,2%.

В процесі зберігання пресервів спостерігаються незначні кількісні зміни їх жирнокислотного складу. Ці зміни можна пояснити протіканням процесів гідролізу ліпідів. Окиснення ліпідів починається в процесі засолу і продовжується протягом усього терміну зберігання.

Таблиця 4.33

**Зміни фракційного складу пресервів
після зберігання, % [22]**

Ліпіди	Контроль	Пресерви з					
		барбарисом	журавлиною	калиною	бузиною	морквою	буряком
Моногліцериди	8,28	7,14	7,22	7,19	7,08	7,38	7,25
Дигліцериди	6,12	6,21	6,18	6,2	6,05	6,25	6,16
Тригліцериди	43,92	44,33	44,31	44,06	44,46	43,41	43,74
Вільні жирні кислоти	12,67	9,12	9,08	8,85	9,14	9,22	9,24
Фосфоліпіди	14,4	18,2	18,7	18,8	18,5	18,4	18,2
Стерини	3,74	4,32	4,28	4,41	4,27	4,85	4,91
Ефіри стеринів	4,72	4,59	4,43	4,35	4,41	4,58	4,53
Вуглеводні	6,35	6,12	5,98	6,34	6,25	6,17	6,23

Наявність високого вмісту моно- і поліненасичених жирних кислот свідчить, з однієї сторони, про високу біологічну цінність ліпідів, а з іншої – визначає відносну нестійкість ліпідів до окиснення. Результати визначення жирнокислотного складу пресервів після їх зберігання протягом 30 діб представлені у табл. 4.34 [22].

Як видно із табл. 4.34, зміни жирнокислотного складу пресервів пов'язані, головним чином, зі змінами вмісту поліненасичених жирних кислот. Вміст лінолевої кислоти зменшився у порівнянні з її вмістом у готових пресервах. Однак у зразках пресервів із рослинними добавками, зокрема, у пресервах з журавлиною та барбарисом, ці зміни були виражені найменше.

Динаміка жирнокислотного складу пресервів дозволяє зробити висновок, що додавання рослинних добавок до складу пресервів позитивно діє на збереженість ліпідів під час зберігання, а саме: сприяє їх стійкості до окиснення.

Таблиця 4.34

**Жирнокислотний склад пресервів після зберігання
(у % від суми жирних кислот) [22]**

Жирні кислоти	Контроль	Пресерви з журавлиною	Пресерви з барбарисом	Пресерви з калиною	Пресерви з бузиною	Пресерви з морквою	Пресерви з буряком
1. Сума насичених	47,29	38,84	41,21	40	40,76	40,14	38,63
Лауринова (C _{12:0})	0,14	0,12	0,13	0,16	0,16	0,08	0,11
Міристинова (C _{14:0})	3,15	2,98	3,1	3,6	3,4	3,8	3,6
Пентадеканова (C _{15:0})	0,5	0,6	0,4	0,5	0,6	0,5	0,5
Пальмітинова (C _{16:0})	34,2	29,8	28,4	28,9	29,5	28,9	28,7
Гептадеканова (C _{17:0})	0,98	0,82	0,83	1,02	0,9	0,74	0,71
Стеаринова (C _{18:0})	8,32	4,52	8,35	5,82	6,20	6,12	5,01
2. Сума мононенасичених	37,74	39,12	39,35	39,51	40,56	38,27	38,89
Пальметоолеїнова (C _{16:1})	7,90	7,60	7,30	7,62	7,81	8,12	8,40
Олеїнова (C _{18:1})	28,60	30,40	30,90	30,80	31,50	29,30	29,60
Гадолеїнова (C _{20:1})	1,24	1,12	1,15	1,09	1,25	0,85	0,89
3. Сума поліненасичених	14,97	22,04	19,44	20,49	18,68	21,59	22,48
Лінолева (C _{18:2})	6,46	7,23	7,61	7,53	7,20	7,52	7,28
Екозодієнова (C _{20:2})	0,42	0,61	0,84	0,64	0,72	0,51	0,63
Ліноленова (C _{18:3})	7,90	13,53	9,95	11,59	9,88	12,98	14,02
Арахідонова (C _{20:4})	0,14	0,42	0,80	0,40	0,50	0,35	0,32
Екозопентегенова (C _{20:5})	0,00	0,12	0,09	0,15	0,16	0,08	0,09
Докозогексагенова (C _{22:6})	0,05	0,13	0,15	0,18	0,22	0,15	0,14
Коефіцієнт ефективності ліпідів	0,449	0,661	0,583	0,615	0,560	0,648	0,674

Визначення вітамінного складу дослідних зразків засвідчило, що нові пресерви можуть слугувати джерелом таких вітамінів, як аскорбінова кислота, ніацин, рибофлавін тощо (табл. 4.35) [22].

Дані, представлені у табл. 4.35, свідчать про досить високий вміст вітамінів у нових пресервах. При цьому дослідні зразки із додаванням рослинних добавок та морських водоростей відрізняються значно більшим вмістом усіх вітамінів, що визначалися, у порівнянні з контрольним зразком. Встановлено, що за рахунок внесення компонентів рослинного походження, багатих на вітаміни антиоксидантного ряду: β -каротин, аскорбінову кислоту, відбувається збагачення вітамінного складу готових пресервів.

Таблиця 4.35

Вітамінний склад пресервів, мг на 100 г продукту [22]

Вітаміни	Контроль	Пресерви з барбарисом	Пресерви з калиною	Пресерви з журавлиною	Пресерви з бузиною	Пресерви з морквою	Пресерви з буряком
β -каротин	0,054	0,084	0,081	0,073	0,083	0,52	0,093
Тіамін (B ₁)	0,025	0,039	0,03	0,031	0,036	0,04	0,029
Рибофлівін (B ₂)	0,12	0,3	0,18	0,20	0,35	0,21	0,17
Ніацин (PP)	0,16	1,05	1,03	1,02	1,05	0,35	0,6
Аскорбінова кислота (C)	6,9	19,8	13,1	12,8	12,5	7,1	9,8
Фолієва кислота (B ₉)	0,03	0,042	0,043	0,087	0,039	0,04	0,045

Так, за вмістом аскорбінової кислоти найбільше відрізнялися пресерви з барбарисом – 19,8 мг/100 г та пресерви з калиною – 13,1 мг /100 г. Пресерви з журавлиною та калиною за кількістю вітаміну С перевищували контроль у 1,8 рази. Вміст ніацину у дослідних зразках підвищено в середньому у 6,4 рази в порівнянні з контролем.

Відмінною особливістю нових пресервів є значний вміст вітаміну B₉. За кількістю фолієвої кислоти переважали пресерви з а журавлиною, у зазначеному зразку її вміст виявився у 2,8 рази більше, порівнюючи з контрольним зразком. Нами розраховано ступінь задоволення добової потреби людини у вітамінах при споживанні 250 грамів рибних пресервів (рис. 4.15) [22].

При розрахунку ступеня задоволення потреби у вітамінах нами було враховано, що в середньому добова потреба у β -каротині складає 4 мг, у тіаміні – 1,75 мг, у рибофлавіні – 2,3 мг, у ніацині – 19 мг, у аскорбіновій кислоті – 80 мг, у фолієвій кислоті – 0,225 мг.

Виходячи з отриманих даних, можна зробити висновок, що нові пресерви характеризуються більш збагаченим вітамінним складом порівняно з контрольним зразком. Дослідні зразки пресервів відрізняються високим ступенем задоволення потреб людини у рибофлавіні, аскорбіновій та фолієвій кислотах.

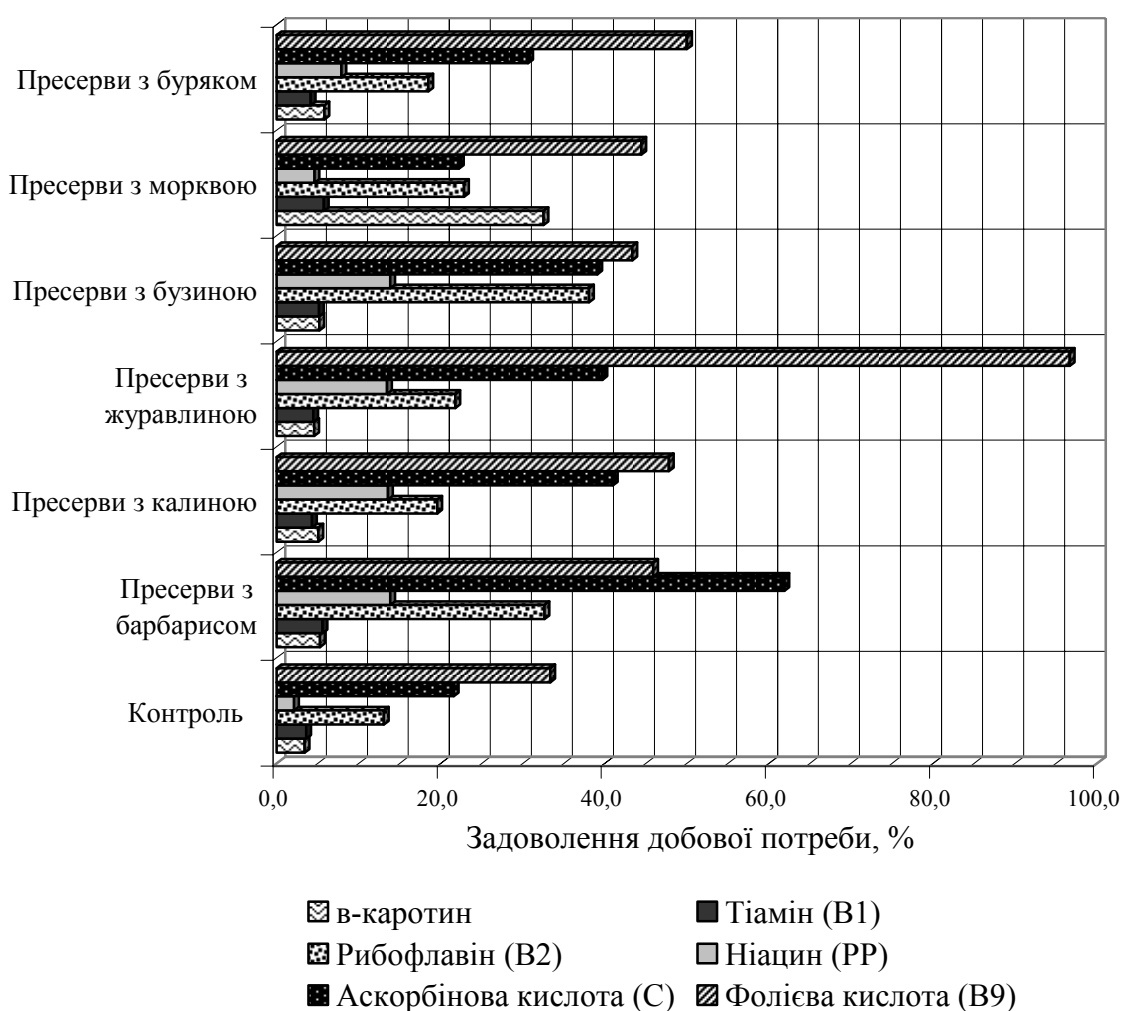


Рис. 4.15. Ступінь задоволення добової потреби людини у вітамінах при споживанні 250 г рибних пресервів, % [22]

При споживанні пресервів з барбарисом потреба у зазначених вітамінах задовольняється відповідно на 32,6%, 61,9% та 45,9%. Пресерви з калиною дозволяють задовольнити потребу у вітаміні В₂ на 19,6%, у вітаміні С на 40,9%.

Для пресервів з журавлиною характерним є високий ступінь задоволення у фолієвій кислоті – 96,7%. Пресерви з бузиною на 38% задовольняють потребу у рибофлавіні та на 43,3% – потребу у вітаміні В₉.

Найбільший ступінь задоволення потреби у β-каротині спостерігався у пресервах з морквою – 32,5%. Споживання інших зразків пресервів дозволяє задовольнити потребу у β-каротині в межах від 4,6 до 5,8%.

Задоволення потреби у тіаміні при вживанні дослідних зразків забезпечується від 4,1 (пресерви з буряком) до 5,7% (пресерви з морквою). Контрольний зразок відрізнявся найменшим ступенем задоволення потреб у всіх досліджуваних вітамінах.

Таким чином, визначення вітамінного складу пресервів підтвердило доцільність додавання до їх складу ягід барбарису, журавлини, калини, бузини, а також моркви, буряку та морських водоростей.

В процесі зберігання харчових продуктів відбуваються певні зміни їх якості, пов'язані, головним чином, зі зниженням харчової та біологічної цінності.

З метою оцінки вітамінної цінності пресервів нами було розраховано ступінь збереженості вітамінів під час зберігання усіх зразків пресервів протягом 1 місяця (рис. 4.16–4.21) [22].

Як видно з рис. 4.16, збереженість β-каротину протягом зберігання пресервів виявилася достатньо високою і склала від 76,38 % (контроль) до 86,32% (пресерви з морквою).

Визначення зміни вмісту тіаміну протягом зберігання показало, що втрати даного вітаміну знаходилися у межах від 3,48% (пресерви з бузиною) до 14,38% (контрольний зразок), що свідчить про відносно високу стабільність тіаміну в пресервах з рослинними добавками.

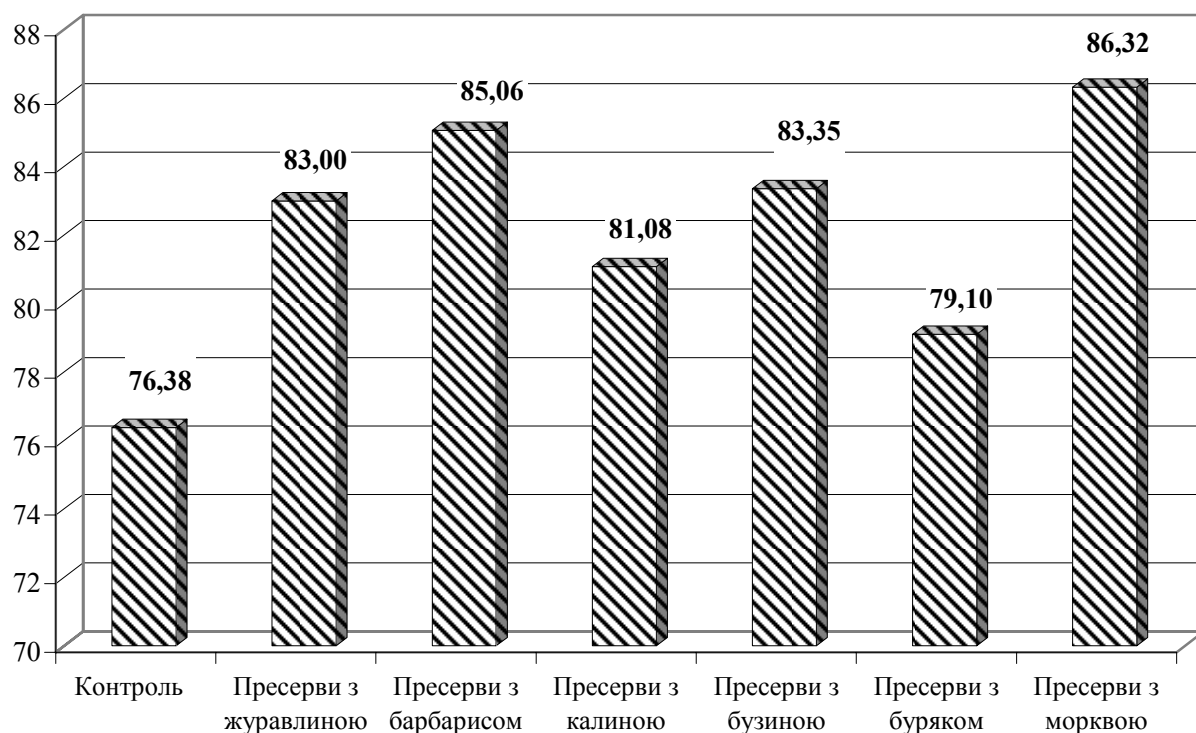


Рис. 4.16. Ступінь збереженості β -каротину, % [22]

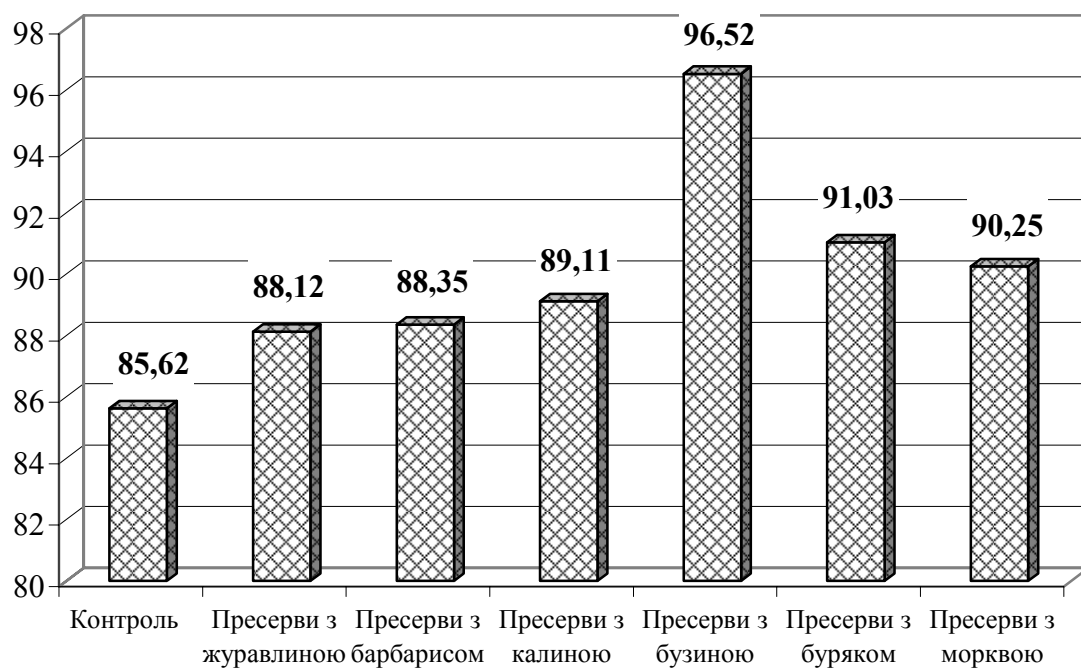


Рис.4.17 Ступінь збереженості тіаміну, % [22]

Дослідження збереженості рибофлавіну засвідчило, що найбільші втрати даного вітаміну спостерігалися у контрольному зразку пресервів і склали 20,9%, у пресервах з рослинними добавками рівень втрат вітаміну B₂ коливався в межах від 6,5% (пресерви з буряком) до 10,6% (пресерви з барбарисом). В цілому, можна зробити висновок про добру збереженість даного вітаміну.

При оцінці зміни ніацину протягом зберігання виявлено найкращу стабільність вітаміну PP, порівняно з іншими вітамінами, що визначалися.

Збереженість ніацину виявилася найбільшою у пресервах з бузиною – 98,9% та пресервах з калиною – 98,1%. У інших дослідних зразках втрати даного вітаміну не перевищували 4,7%. При цьому контрольний зразок також характеризувався високою збереженістю вітаміну PP, яка склала 93,5%. Можливо, високу стійкість ніацину можна пояснити достатньо високим вмістом аскорбінової кислоти у зразках пресервів, яка сприяє кращій збереженості вітаміну PP.

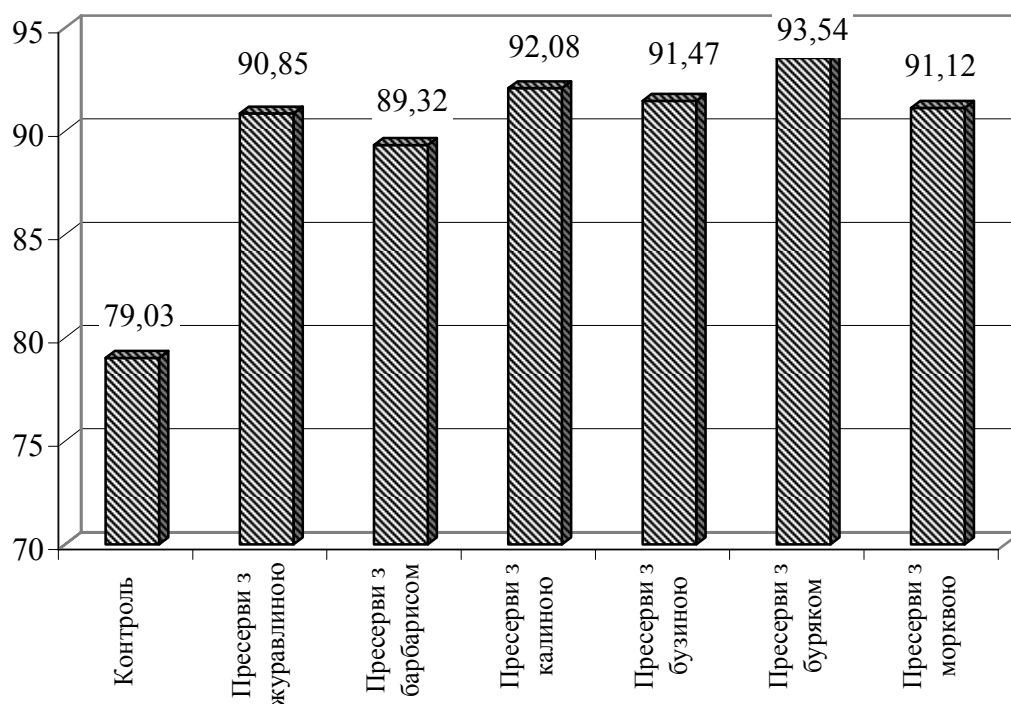


Рис. 4.18. Ступінь збереженості рибофлавіну, % [22]

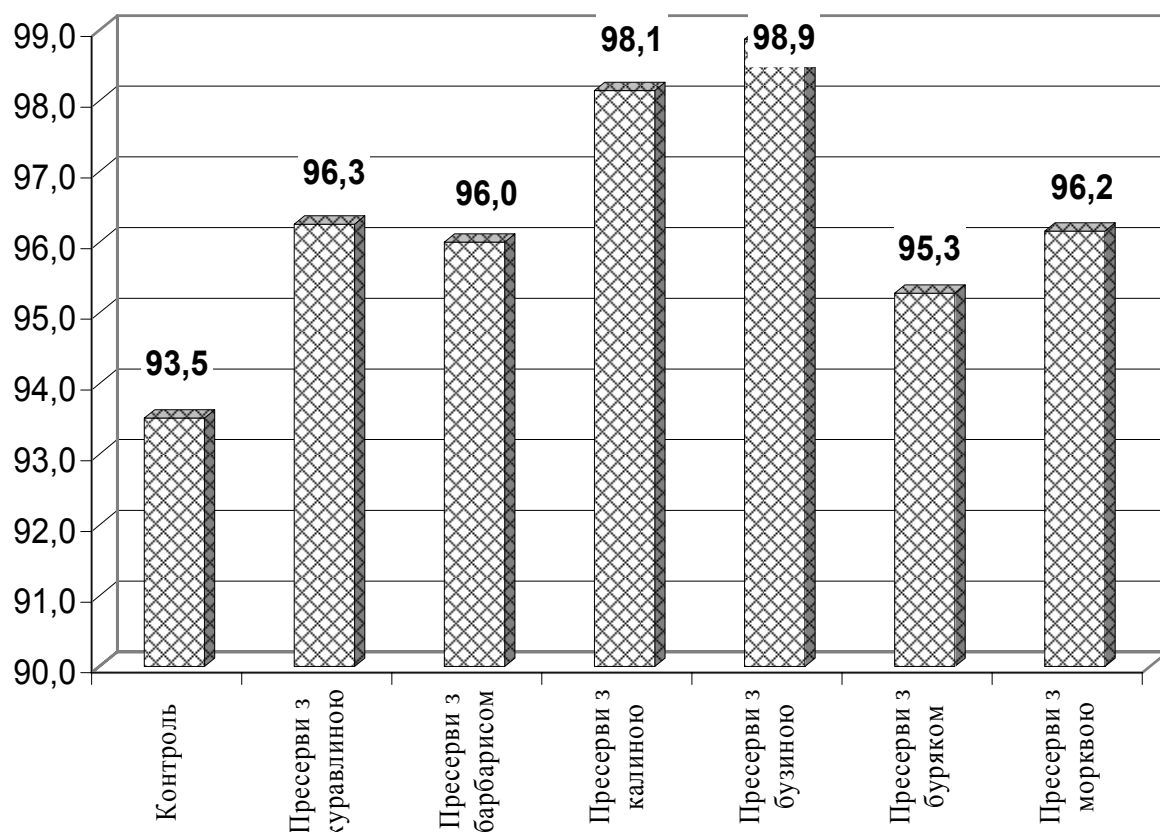


Рис. 4.19. Степінь збереженості ніацину, % [22]

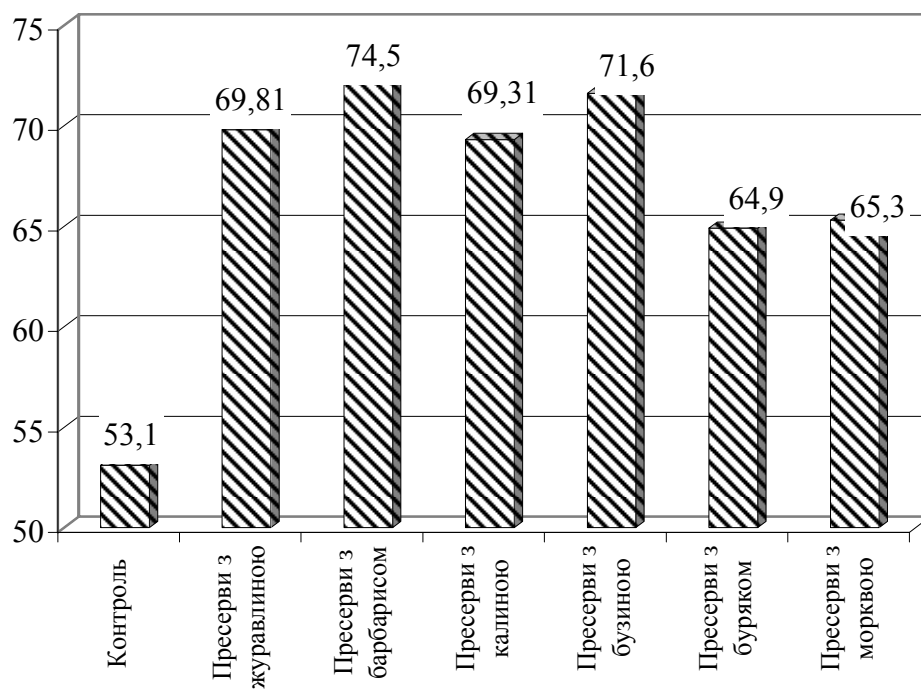


Рис. 4.20. Степінь збереженості аскорбінової кислоти, % [22]

Стійкість аскорбінової кислоти в процесі зберігання виявилася найвищою у пресервах з барбарисом та бузиною, і склала відповідно 74,5 та 71,6%. Це можна пояснити високим вмістом біофлавоноїдів у складі зазначених ягід, які виступаючи природними стабілізаторами вітаміну С, утворюють з аскорбіновою кислотою стабільні сполуки [30]. Збереженість вітаміну С у пресервах з калиною та журавлиною виявилася майже однаковою і становила 69,31 та 69,81%. Контрольний зразок зазнав найбільших втрат аскорбінової кислоти, що обумовлене невисокою стійкістю вітаміну С до окиснення під час зберігання.

Дослідження щодо визначення зміни фолієвої кислоти показали, що втрати даного вітаміну знаходилися у межах від 13,9 до 38,8%. Найбільші зміни вітаміну В₉ характерні для контрольного зразка.

В цілому, отримані дані свідчать про досить високу ступінь збереженості вітамінної цінності дослідних зразків пресервів. Наявність багатого антиокислювального комплексу, яким характеризуються обрані рослинні добавки, позитивно діє на стабільність більшості вітамінів під час зберігання пресервів.

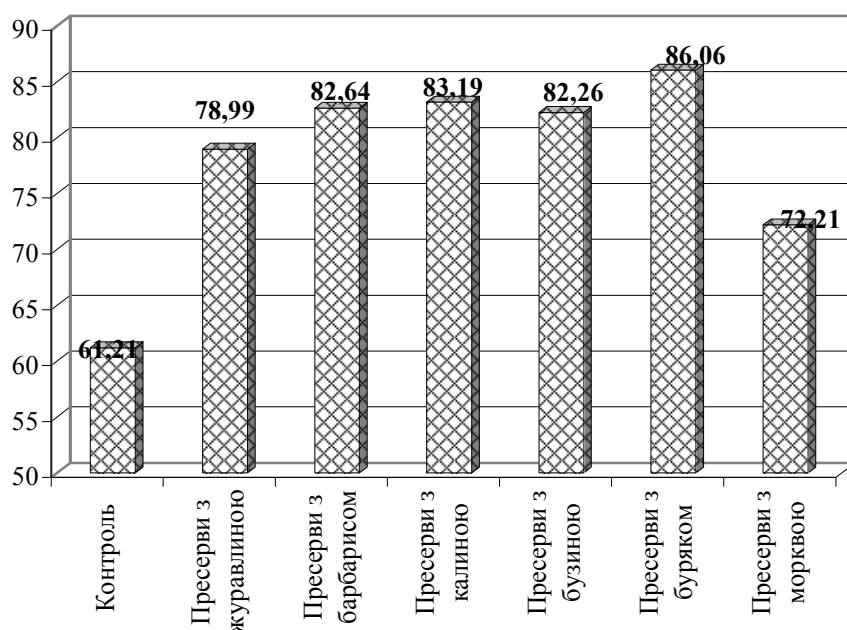


Рис. 4.21. Ступінь збереженості фолієвої кислоти, % [22]

Біологічна цінність харчових продуктів визначається, окрім вмісту незамінних амінокислот, есенційних жирних кислот та вітамінів, наявністю необхідної кількості мінеральних речовин.

Відомо, що всі життєво важливі процеси в організмі людини відбуваються за участі макро- та мікроелементів. Встановлено, що дефіцит мінералів викликає певні форми функціональних захворювань, оскільки клітина не може в даних умовах здійснювати свої функції на відповідному рівні.

Аналіз вмісту мінеральних елементів пресервів засвідчив наявність у їх складі широкого спектру макро- та мікроелементів (табл. 4.36). Мінеральний склад дослідних зразків пресервів є більш збагаченим, порівняно з контрольним зразком, що можна пояснити високим вмістом мінеральних сполук у рослинній сировині.

Як видно з табл. 4.36, у складі пресервів переважають такі макроелементи, як калій, кальцій, фосфор. Зазначені мінеральні елементи містяться у достатній кількості у всіх зразках пресервів, причому кількість фосфору у контрольному зразку є дещо більшим, ніж у дослідних зразках, що обумовлюється високим вмістом даного елемента у м'ясі білого амуру.

В усіх зразках пресервів спостерігається значний вміст сірки (від 1618 до 2380 мг/100 г продукту). На нашу думку, високий вміст сірки можна пояснити наявністю значної кількості сірковмісних білків у м'ясі вихідної сировини.

Наявність мікроелементів у складі харчових продуктів є необхідною складовою забезпечення раціонального харчування людини. Дослідні зразки пресервів характеризуються достатньо високим вмістом окремих мікроелементів. За вмістом заліза усі зразки пресервів з рослинними добавками значно перевищують контроль. Зокрема, пресерви з калиною та морквою містять найбільшу кількість заліза, яка складає відповідно – 4,35 та 4,32 мг/100 г.

Вміст марганцю у пресервах з бузиною, журавлиною та калиною виявився найбільшим, а саме: у пресервах з бузиною кількість даного мінерального елемента склала 1,90 мг/100 г, у пресервах з журавлиною – 1,80 мг/100 г, у пресервах з калиною – 1,70 мг/100 г.

Мінеральний склад пресервів [22]

Вміст хімічного елементу, мг/100г												
Найменування зразків	Калій	Кальцій	Сірка	Фосфор	Залізо	Марганець	Бром	Йод	Селен	Цинк	Мідь	
	Пресерви контроль	412,6± 59,6	91,26± 5,4	2166,1± 204,5	326,3± 53,7	0,92± 0,05	0,84± 0,05	0,02± 0,005	0,005± 0,0003	0,001± 0,0002	0,764± 0,06	0,166± 0,025
	Пресерви з журавлиною	780,7± 67,3	133,5± 7,6	2328,4± 202,4	285,4± 52,6	2,74± 0,08	1,80± 0,11	0,163± 0,03	0,025± 0,0003	0,012± 0,0002	0,571± 0,05	0,179± 0,028
	Пресерви з барбарисом	833,3± 72,3	109,2± 7,4	2367,8± 214,3	276,2± 60,5	3,32± 0,23	1,30± 0,08	0,104± 0,028	0,021± 0,0003	0,011± 0,0002	0,565± 0,05	0,18± 0,03
	Пресерви з калиною	612,1± 63,3	93,7± 6,6	2284,7± 245,6	294,1± 64,2	4,35± 0,21	1,70± 0,12	0,081± 0,014	0,024± 0,0003	0,013± 0,0002	0,534± 0,05	0,178± 0,026
	Пресерви з бузиною	653,8± 68,9	108,6± 7,3	2310,1± 238,6	272,8± 65,3	2,9± 0,3	1,9± 0,16	0,117± 0,016	0,023± 0,0003	0,01± 0,0002	0,542± 0,06	0,18± 0,03
	Пресерви з буряком	619,2± 52,3	99,6± 10,4	2380,4± 186,5	239,6± 59,8	2,9± 0,5	1,26± 0,25	0,062± 0,013	0,02± 0,0003	0,013± 0,0002	0,465± 0,04	0,164± 0,023
	Пресерви з морквою	712,4± 68,9	112,1± 7,3	2199,2± 238,6	244,7± 64,7	4,3± 0,3	1,35± 0,27	0,071± 0,016	0,02± 0,00021	0,01± 0,0002	0,443± 0,04	0,16± 0,03

Кількість таких мікроелементів, як йод, бром, селен у контрольному зразку є незначною, оскільки прісноводна риба майже не містить зазначених мінеральних речовин. Додавання морських водоростей разом з ягодами та овочами дозволило гармонізувати мінеральний склад готових продуктів. За кількістю йоду, броду та селену пресерви з ягодами та овочами переважають контрольний зразок. Збагачення мінерального складу готових пресервів зазначеними мікроелементами можна пояснити їх високим вмістом саме у морських водоростях. При цьому йод в їх складі міститься у вигляді йодорганічних сполук, що сприяє його кращому засвоюванню [31].

Враховуючи різну потребу організму людини у мінеральних речовинах, розраховано ступінь задоволення добової потреби людини у макро- та мікроелементах за умови споживання 250 грамів пресервів (рис. 4.22–4.24) [22].

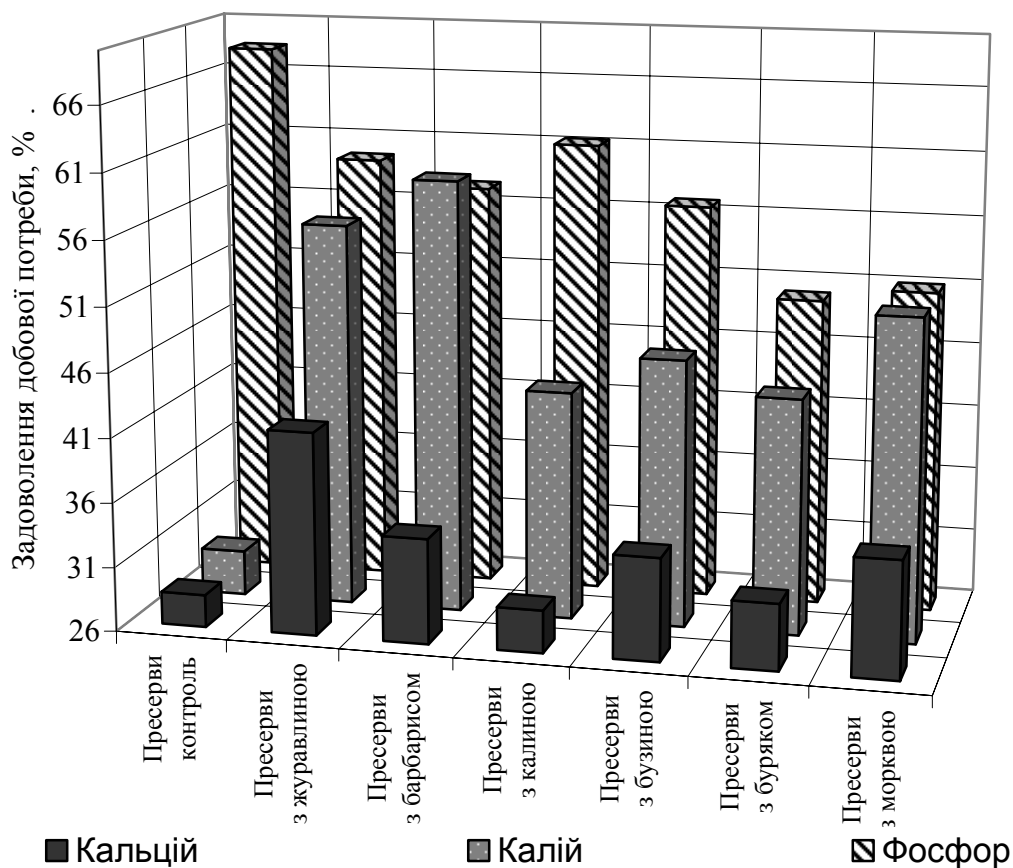


Рис. 4.22. Ступінь задоволення добової потреби людини у макроелементах при споживанні 250 г рибних пресервів, % [22]

Представлені дані свідчать, що ступінь забезпечення кальцієм при вживанні пресервів із журавлиною та пресервів з морквою є найбільшим, і складає відповідно 41,7 та 35,0% його добової потреби. Пресерви із барбарисом та бузиною забезпечують потребу у даному макроелементі на 34,1 та 33,9%.

Ступінь задоволення добової потреби у кальції при споживанні пресервів з буряком та калиною відрізняється від контролю відповідно на 2,6 та 0,76%, що можна пояснити його меншим вмістом у даній сировині.

Потреба у калії задовольняється більше, ніж на 40% при споживанні пресервів з барбарисом, журавлиною та морквою.

Визначення ступеня задоволення потреб у мікроелементах засвідчило, що споживання пресервів з журавлиною дозволяє забезпечити 75% добової потреби у марганці, 57,1% у бромі, 49,0 % у залізі та 22,4% у міді [22].

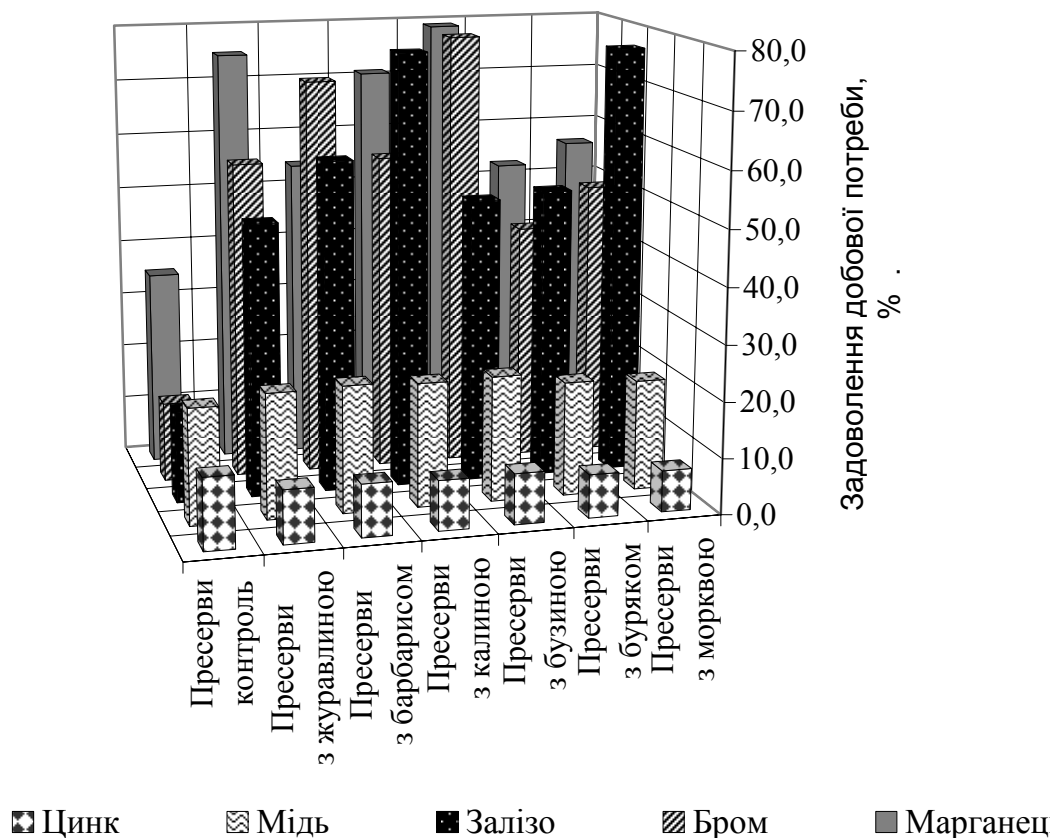


Рис. 4.23. Ступінь задоволення добової потреби людини у мікроелементах при споживанні 250 г рибних пресервів, % [22]

Найбільший ступінь забезпечення бромом та марганцем характерний для пресервів з бузиною.

Пресерви з барбарисом дозволяють задовольнити 22,8% потреби у міді та 9,4% потреби у цинку. Найбільший відсоток задоволення потреби у цинку характерний для контрольного зразка, що пояснюється високим вмістом даного елементу у вихідній сировині.

Відомо, що селен є кофактором ферменту глутатіонпероксидази, який є ендогенним антиоксидантом, марганець, мідь, цинк та залізо – кофакторами ферменту супероксиддисмутази, що виконує роль дезактиватора вільних радикалів. Тому вміст зазначених елементів у мінеральному складі пресервів є надзвичайно важливим.

Пресерви з калиною забезпечують 43,25% добової потреби у селені та 77,75% у залізі, що перевищує відсоток задоволення потреб у даних мікроелементах інших зразків пресервів. Потреба у забезпеченні йодом задовольняється на 8,25% при споживанні контрольного зразка та задовольняється на 41,75% при споживанні пресервів з журавлиною.

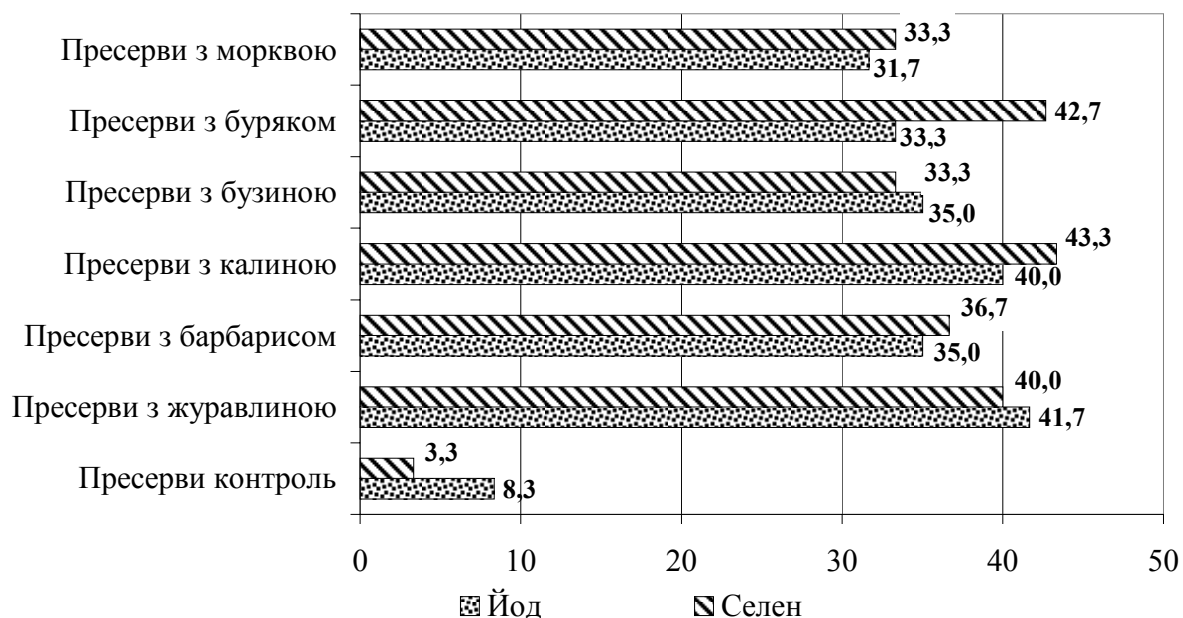


Рис. 4.24. Ступінь задоволення добової потреби людини у йоді та селені при споживанні 250 г рибних пресервів, % [22]

Контрольний зразок відрізнявся меншим ступенем задоволення більшості мікроелементів, що, знову ж таки, можна пояснити менш збалансованим мінеральним складом рибної сировини.

Таким чином, результати проведених досліджень свідчать про високу харчову та біологічну цінність готових пресервів.

Характеристика показників безпечності нових пресервів

Забезпечення якості і безпечності продовольчої сировини та харчових продуктів є одним із шляхів збереження здоров'я населення. Продовольча безпека є першочерговою основою благополуччя, науково-технічного розвитку і незалежності кожної країни. Саме тому сучасний ринок висуває жорсткі вимоги до системи контролю якості харчової сировини і готових продуктів.

В умовах сьогодення гарантії безпечності продуктів харчування повинні враховуватися при формуванні споживних властивостей нових продуктів, зокрема, пресервів.

При комплексній оцінці якості нових пресервів особливу увагу було приділено показникам харчової нешкідливості, оскільки несприятлива екологічна ситуація, забрудненість довкілля хімічними речовинами може негативно позначитися на якості вихідної сировини.

Дослідження готових пресервів на вміст важких металів засвідчили, що їх кількість знаходиться у межах, які не перевищують гранично допустимі концентрації (ГДК) (табл. 4.37).

Таким чином, за показниками безпечності нові пресерви відповідають Державним санітарним нормам та правилам «Медичні вимоги до якості та безпечності харчових продуктів та продовольчої сировини» / МОЗ України; Наказ, норми, правила від 29.12.2012 № 1140 [35].

Одним із важливих показників безпечності харчових продуктів є вміст мікроорганізмів. Слід зазначити, що наявність, кількість та видовий склад мікроорганізмів у продуктах не лише визначають їх безпечність для споживачів, а й можуть впливати на їх якість та споживні властивості.

Таблиця 4.37

Вміст токсичних елементів у пресервах, мг/кг

Найменування показників	Допустимі рівні [35]	Зразки пресервів						
		Контроль	Пресерви з журавлиною	Пресерви з барбарисом	Пресерви з калиною	Пресерви з бузиною	Пресерви з морквою	Пресерви з буряком
Свинець	Не більше 1,0	0,035	0,033	0,036	0,034	0,035	0,033	0,036
Кадмій	Не більше 0,2	0,02	0,019	0,018	0,017	0,018	0,017	0,019
Миш'як	Не більше 1,0	0,18	0,17	0,175	0,181	0,16	0,017	0,0175
Ртуть	Не більше 0,3	0,008	0,007	0,006	0,008	0,0075	0,07	0,0068
Мідь	Не більше 10,0	0,23	0,24	0,21	0,23	0,22	0,20	0,21
Цинк	Не більше 40,0	3,3	3,2	3,33	3,12	3,1	3,15	3,25

Враховуючи те, що пресерви не піддаються тепловій обробці, визначення їх мікробіологічних показників, в першу чергу, пов'язане зі встановленням їхньої безпечності, а потім зі збереженням якісних характеристик та споживних властивостей.

Для мікрофлори у пресервах існують більш сприятливі умови існування, ніж у інших видах солоної продукції. Це пов'язано з тим, що її склад включає мікрофлору риби, солі, спецій, заливок.

Кількісний вміст мікрофлори, її якісний склад і спрямованість мікробіологічних процесів залежать також від зовнішніх факторів, серед яких, в якості головного, можна виділити температурні умови зберігання готової продукції. При цьому важливим є також дотримання санітарно-гігієнічних умов виробництва.

Встановлено, що кількість МАФАМ пресервів на початку дозрівання, була дещо більшою, ніж у готових пресервів. В процесі дозрівання їх кількість зменшилася, про що свідчать отримані результати.

Це можна пояснити тим, що всі умови протікання технологічного процесу пресервів спрямовані на пригнічення життєдіяльності мікроорганізмів у рибній сировині, що обробляється. Комплексна дія повареної солі, антисептиків (бензойнокислого натрію та оцтової кислоти), рослинних добавок, низької температури сприяє гальмуванню розвитку мікроорганізмів у пресервах. При цьому найбільший вплив на активність мікробіологічних процесів здійснює низька температура. За умови дотримання температури нижче 0° С, збільшення мікроорганізмів у пресервах уповільнюється, відповідно відбувається збільшення їх стійкості в процесі зберігання. Отримані дані узгоджуються з даними літературних джерел. Встановлено, що мікрофлора пресервів представлена, в основному, мезофільними мікроорганізмами, які є чутливими до дії низьких температур [9].

Однак слід зазначити, що зменшення кількості мікроорганізмів у пресервах при низьких температурах ніколи не призводить до повного їх відмирання. Завжди залишаються життєздатними найбільш стійкі мікроорганізми та спори бактерій. Також надзвичайно важливим є рівень мікробіологічної забрудненості вихідної сировини.

Впродовж 1 місяця зберігання пресервів загальна кількість мезофільних аеробних та факультативно-анаеробних мікроорганізмів істотно не змінилася, але намітилася тенденція до збільшення їх кількості. На наш погляд, це можна пояснити тим, що в процесі зберігання відбувається зміна мікрофлори пресервів за рахунок накопичення мікроорганізмів, стійких до дії солі та антисептиків.

При зберіганні протягом 2 місяців нами було встановлено зростання кількості МАФАМ у всіх зразках пресервів, при цьому у дослідних зразках спостерігалися незначні зміни даного

показника, що, на нашу думку, можна пояснити антиоксидантними властивостями рослинних добавок. Контрольний зразок пресервів характеризувався гранично допустимим значенням МАФАМ.

Показником, що характеризує стійкість пресервів під час зберігання є активна кислотність – рН. Результати визначення рН представлені на рис.4.25.

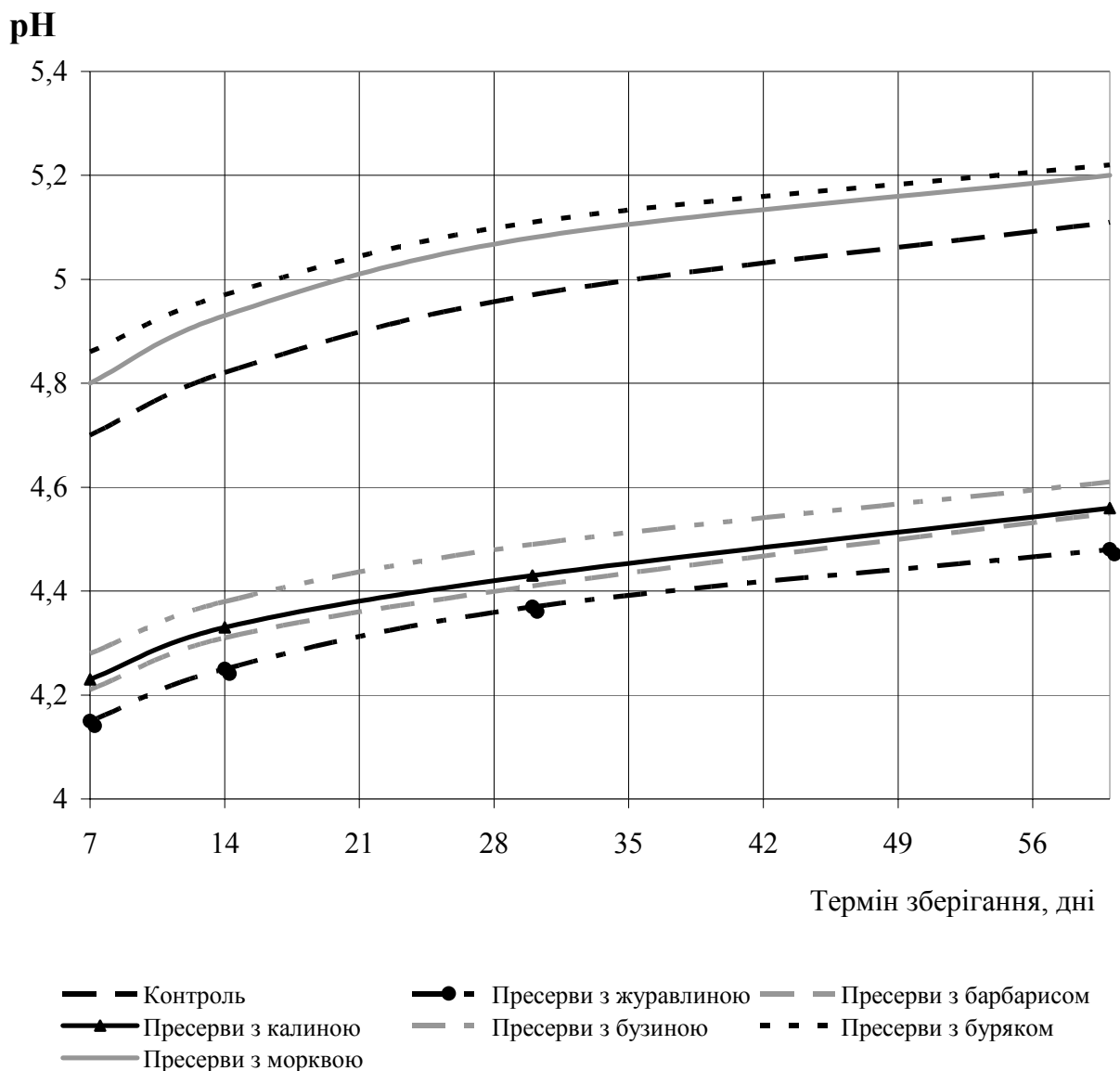


Рис. 4.25. Залежність рН від часу зберігання [22]

Активна кислотність готових пресервів з добавками становила від 4,15 (пресерви з журавлиною) до 4,28 (пресерви з бузиною), рН контролю становив 4,7. Після зберігання спостерігалися незначні зміни показника активної кислотності у всіх зразках пресервів. рН дослідних зразків з ягодами після 60 діб зберігання знаходився в межах 4,48–4,56; рН зразків з овочами – 5,2. що свідчить про стійкість пресервів до зберігання. Оскільки не прослідковувалися істотні зміни активної кислотності протягом зберігання пресервів, можна зробити висновок, що вони є безпечними за мікробіологічними показниками для споживання упродовж встановлених термінів.

Дослідження мікробіологічної безпечності пресервів за іншими показниками засвідчило, що у всіх зразках пресервів на всіх етапах технологічного циклу були відсутні бактерії групи кишкової палички, золотистий стафілокок, плісняви, дріжджі, сальмонели, а також сульфідредуючі клостридії. Отримані результати можна пояснити доброякісністю вихідної сировини та належним санітарним станом виробничих умов. Застосування низькотемпературного режиму зберігання створює надійні умови, які виключають розвиток патогенної мікрофлори.

Таким чином, можна зробити висновок про харчову нешкідливість нових пресервів упродовж установлених строків їх зберігання.

Характеристика інтегрального показника якості пресервів

В сучасних умовах категорія якості є надзвичайно важливою і визначає конкурентоспроможність продукції. Якість харчових продуктів формується в процесі виробництва та залежить від якості вихідної сировини, технологічного обладнання, технології виробництва, рівня санітарно-гігієнічного стану підприємства, дотримання умов зберігання і реалізації готової продукції тощо.

Для оцінки якості нових пресервів, яка визначалася комплексом органолептичних та фізико-хімічних показників, використовували методи кваліметрії. Метод кваліметричної

оцінки містить ряд послідовних етапів: формування еталонної множини показників, визначення коефіцієнтів вагомості, еталонних та бракувальних значень показників якості.

Отримані дані свідчать, що найвищий рівень якості мають пресерви з калиною, журавлиною та барбарисом (рис.4.26). Їх ПІЯ становить 76,4; 75,2 та 74,4%, що перевищує контрольний зразок відповідно на 47,97%, 45,69% та 44,15%. Зазначені зразки переважали за органолептичними показниками, зокрема за показниками смаку та запаху, кольору, зовнішнього вигляду. Більш високе значення ПІЯ дослідних зразків порівняно з контрольним пояснюється також їх високим ступенем задоволення добової потреби у вітамінах, мінеральних речовинах, більшим амінокислотним скором.

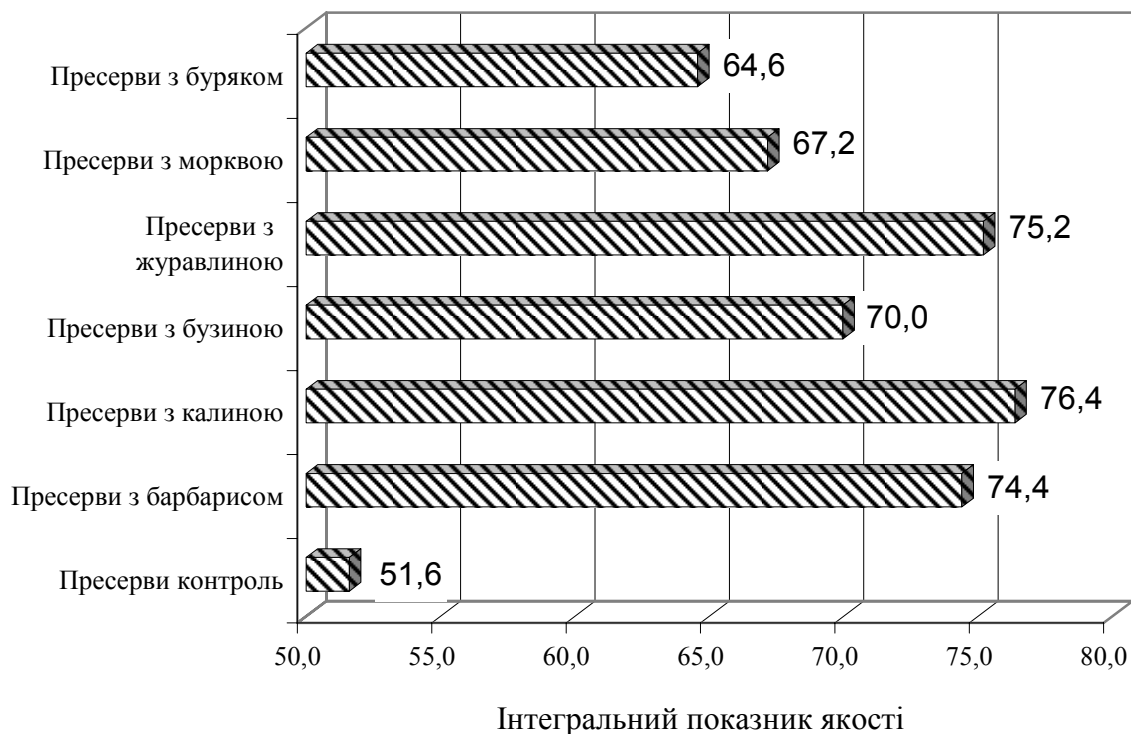


Рис.4.26. Характеристика інтегрального показника якості пресервів різних рецептур [22]

Пресерви із бузиною, морквою та буряком за інтегральним показником якості перевищують контроль на 35,8%, 30,15% та 25,10%.

Таким чином, рівень якості усіх зразків пресервів є досить високим, тому можна зробити висновок про доцільність виробництва і реалізації нових пресервів.

Зростання обсягів виробництва пресервів останнім часом, свідчить про непогану рентабельність бізнесу. Спеціалісти прогнозують наступні шляхи розвитку ринку пресервів: збільшення якісної продукції, поступове загострення конкуренції і витиснення дрібних виробників. При цьому експерти рибної галузі спираються на маркетинговий потенціал даної категорії продукції. Враховуючи інтерес до «здорових продуктів», пресерви можна позиціонувати як не лише готовий до споживання, але й корисний продукт.

Важливу роль слід відводити рекламним і промоакціям, які допомагають споживачам пояснити переваги вживання готової продукції, її смакові властивості та харчову цінність.

На сьогодні більшість виробників пресервів значну увагу приділяють презентабельності своєї продукції, оскільки якісно виготовлена упаковка і зручна розфасовка полегшують просування товару, роблячи його впізнаваним споживачами і є невід'ємними елементами бренду.

Відповідно до розробленої шкали оцінено зразки пресервів в балах та розраховано сумарний показний рівня якості нових продуктів (табл.4.38).

Результати визначення конкурентоспроможності розроблених видів пресервів представлені на рис.4.27.

Аналіз розрахунку показника конкурентоспроможності засвідчив, що найвищу конкурентоспроможність серед пресервів на основі білого амуру має зразок з барбарисом – 114,3 бали, що на 41,8% більше контролю. Конкурентоспроможність зразків із калиною та журавлиною, відповідно складає 113,8 та 113,4 балів, що також значно перевищує контроль. Інші зразки пресервів за показником конкурентоспроможності оцінені від 111,9 балів (пресерви з буряком) до 112,8 балів (пресерви з бузиною).

Таблиця 4.38

Розрахунок конкурентоспроможності пресервів

Показники	Коефіцієнт вагомості,	Пресерви контроль	Пресерви з барбарисом	Пресерви з калиною	Пресерви з бузиною	Пресерви з журавлиною	Пресерви з морквою	Пресерви з буяком
Пресерви з білого амуру								
Інтегральний показник якості	20	51,62	74,41	76,38	69,98	75,20	67,18	64,57
Термін зберігання	12	50	50	50	50	50	50	50
Оптимізація рецептури	6	25	75	75	75	75	75	75
Нормативна документація	7	25	75	75	75	75	50	50
Нова сировина	8	55	100	100	100	100	75	75
Безпечність	11	50	50	50	50	50	50	50
Реклама	10	75	75	75	75	75	75	75
Конкуренція	9	50	50	50	50	50	50	50
Стан ринку	7	55	55	55	55	55	55	55
Дослідження суспільних очікувань	10	55	80	80	80	80	80	80
Сумарний показник рівня якості		491,62	684,41	686,38	679,98	685,20	627,18	624,57
Відпускна ціна однієї банки		6,10	5,99	6,03	6,03	6,04	5,58	5,58
Пресерви з товстолибуку								
Інтегральний показник якості	20	51,62	74,41	76,38	69,98	75,20	67,18	64,57
Термін зберігання	12	50	50	50	50	50	50	50
Оптимізація рецептури	6	25	75	75	75	75	75	75
Нормативна документація	7	25	75	75	75	75	50	50
Нова сировина	8	55	100	100	100	100	75	75
Безпечність	11	50	50	50	50	50	50	50
Реклама	10	75	75	75	75	75	75	75
Конкуренція	9	75	75	75	75	75	75	75
Дослідження суспільних очікувань	10	55	55	55	55	55	55	55
Дослідження суспільних очікувань	10	55	55	55	55	55	55	55
Сумарний показник рівня якості		461,62	629,41	631,38	624,98	630,20	572,18	569,57
Відпускна ціна однієї банки		4,54	4,56	4,60	4,60	4,61	4,29	4,29

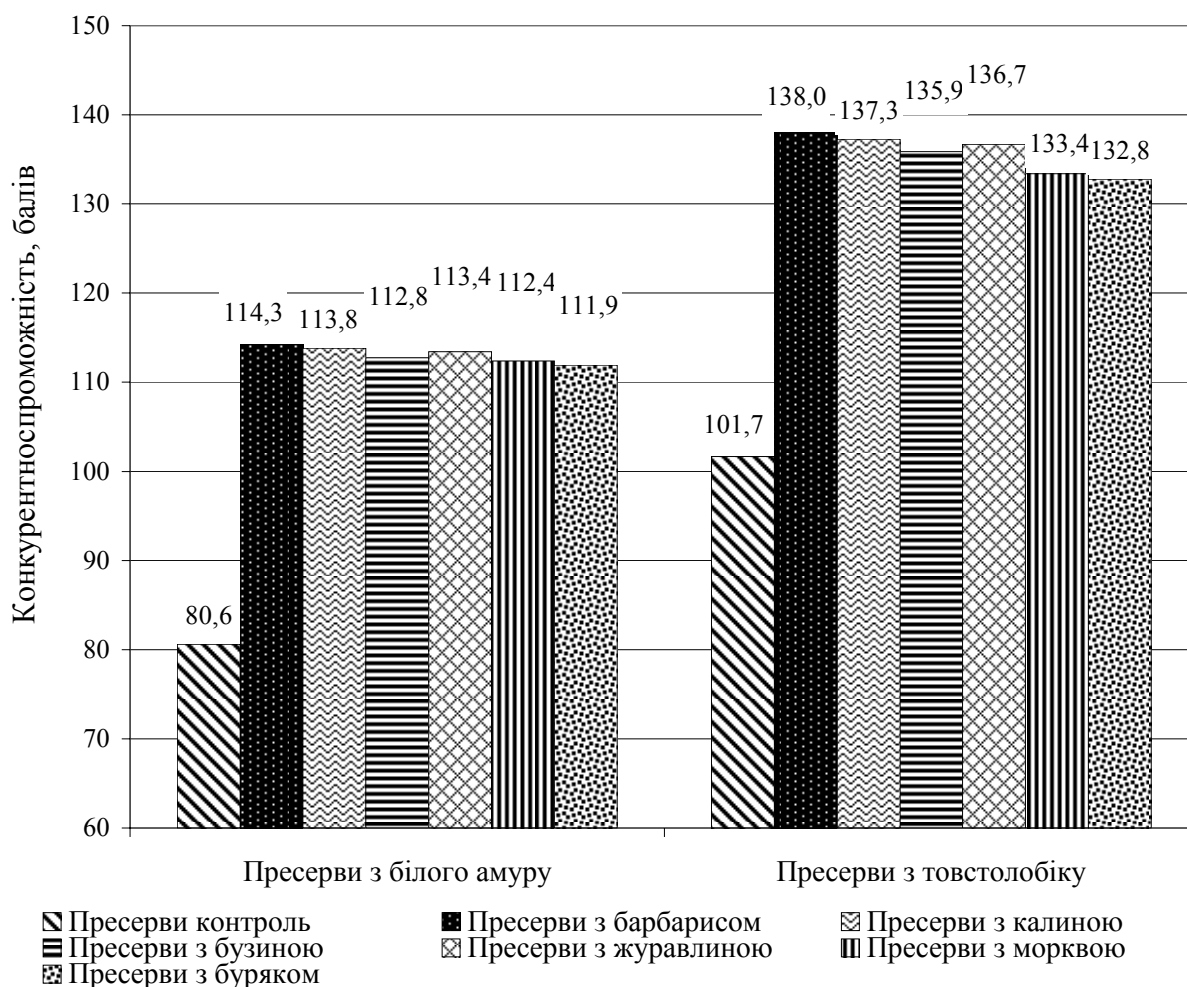


Рис. 4.27. Оцінка конкурентоспроможності нових пресервів [22]

Пресерви на основі товстолобика відрізняються більш високим рівнем конкурентоспроможності у порівнянні з пресервами на основі білого амуру за рахунок більш низької ціни товстолобика. Однак сумарний показник рівня якості пресервів на основі білого амуру є вищим, що можна пояснити більш високими споживними властивостями білого амуру.

У цілому високу конкурентоспроможність розроблених пресервів можна пояснити їх споживними властивостями, а також відносно невисокою відпускнуою ціною.

4.4. Розроблення технології пресервів на основі прісноводних риб та пряно ароматичних коренеплодів

Сучасні підходи до розробки харчових продуктів базуються на виборі видів сировини, які забезпечують високі показники якості та безпеки кінцевого харчового продукту.

Для обґрунтування доцільності поєднання риби з різними видами коренеплодів були проведенні органолептичні дослідження сумісності соленого мяса прісноводних риб та білих коренеплодів.

Органолептична оцінка сумісності прісноводної риби та пряно-ароматичних коренеплодів

Зразки пресервів з коропа, товстолобика були виготовлені з додаванням пряно-ароматичних коренеплодів: редьки, хрону, петрушки, пастернаку, селери та імбиру.

Органолептична оцінка визначила не раціональне використання мілких та середніх за розміром екземплярів товстолобику у складі пресервів, що пов'язане з великим вмістом у нього міжм'язових кісток. Тому було вирішено виготовляти пресерви тільки з коропу.

Доцільність використання різних видів пряно-ароматичних коренеплодів встановлювали за органолептичною оцінкою (табл.4.39).

За зовнішнім виглядом пресерви з різними коренеплодами характеризуються найбільш високими показниками за виключенням пресервів з імбиром, оцінка яких була на рівні з контрольним зразком.

Згідно результатів таблиці 4.39 найкраща сумісність овочів з соленою рибою відмічено у зразків пресервів з додаванням хрону, петрушки та імбиру з відповідною кількістю балів 24,4; 23,4 та 23,0.

За зовнішнім виглядом пресерви з різними коренеплодами характеризуються найбільш високими показниками.

Таблиця 4.39

**Органолептична оцінка рибних пресервів на основі
прісноводної риби з пряно-ароматичними коренеплодами,
бали ($n=5$, $p \leq 0,05$)**

Найменування зразку	Показники					Загальний бал
	Зовнішній вигляд	Смак	Запах	Колір	Консистенція	
Пресерви контроль	4,6±0,7	3,4±0,6	3,8±0,3	4,2±0,7	4,4±0,6	20,4
Пресерви з редькою	4,8±0,6	3,4±0,7	4,6±0,7	4,6±0,7	4,8±0,6	22,2
Пресерви з хроном	4,8±0,6	5,0±0,01	4,8±0,6	4,8±0,6	5,0±0,01	24,4
Пресерви з петрушкою	4,8±0,6	4,6±0,7	4,6±0,7	4,6±0,7	4,8±0,6	23,4
Пресерви з пастернаком	4,8±0,6	4,6±0,7	4,4±0,6	4,8±0,6	4,2±0,6	22,8
Пресерви з селерою	4,8±0,6	3,4±0,7	4,4±0,6	4,6±0,7	4,8±0,6	22,0
Пресерви з імбирем	4,6±0,7	4,6±0,7	4,6±0,7	4,6±0,7	4,6±0,7	23,0

Найкращі результати органолептичної оцінки отримали пресерви з хроном, петрушкою і імбирем, які характеризувались гострим специфічним смаком та пряним приємним ароматом, зумовленим наявністю в хроні глюкозиду сінігіну, в петрушці ефірних масел, а в імбирі - фенолоподібних речовин: гінгеролу та шогаолу [32].

Таким чином, органолептичними дослідженнями встановлено доцільність використання хрону, петрушки та імбиру при виготовленні пресервів з прісноводної риби тому, що ці коренеплоди сприяють поліпшенню смаку, консистенції, запаху пресервів з прісноводної риби.

Вплив різних способів попередньої обробки мяса прісноводних риб на дозрівання пресервів

Вплив органічних кислот різних концентрацій на структурно-механічні та органолептичні характеристики м'яса коропа

Технологія пресервів з слабодозріваючих гідробіонтів пов'язана з використанням факторів, які активізують власну ферментну систему м'язової тканини та сприяють формуванню «букету» харчової продукції.

Класична технологія виготовлення пресервів передбачає використання свіжої, охолодженої, мороженої риби, яку солють, розробляють на філе. Потім порціонують на кусочки, укладають у банки і заливають різними заливками, у склад яких можуть входити різні кислоти, сольові розчини, рослини олії, ароматизовані прянощами, віна, овочі та друга рослина сировина.

М'ясо коропа за своїми технологічним властивостями відноситься до слабо дозріваючих. Тому для виготовлення з нього пресервів необхідно було визначити режими попередньої обробки для розм'якшення консистенції та формування у його «букету» дозрівшої риби.

При виробництві багатьох продуктів, в тому числі і пресервів все частіше використовують органічні кислоти (оцтова, винна, лимонна, яблучна та інші) [11, 12]. Однак, основною метою цих досліджень було підвищення безпечності продукції в процесі зберігання. Тому питання впливу кислот на процеси дозрівання рибних пресервів висвячені у літературі не достатньо і вирішення цієї проблеми є актуальним.

Метою справжніх досліджень було визначення закономірностей зміни комплексу показників м'язової тканини коропа при дії різних концентрацій кислот в процесі холодильного зберігання при температурі від 0 до 5° С протягом 90 хвилин зберігання.

Органолептична оцінка м'яса коропа під дією різних концентрацій оцтової кислоти показала позитивну дію в залежності від часу обробки (рис.4.28).

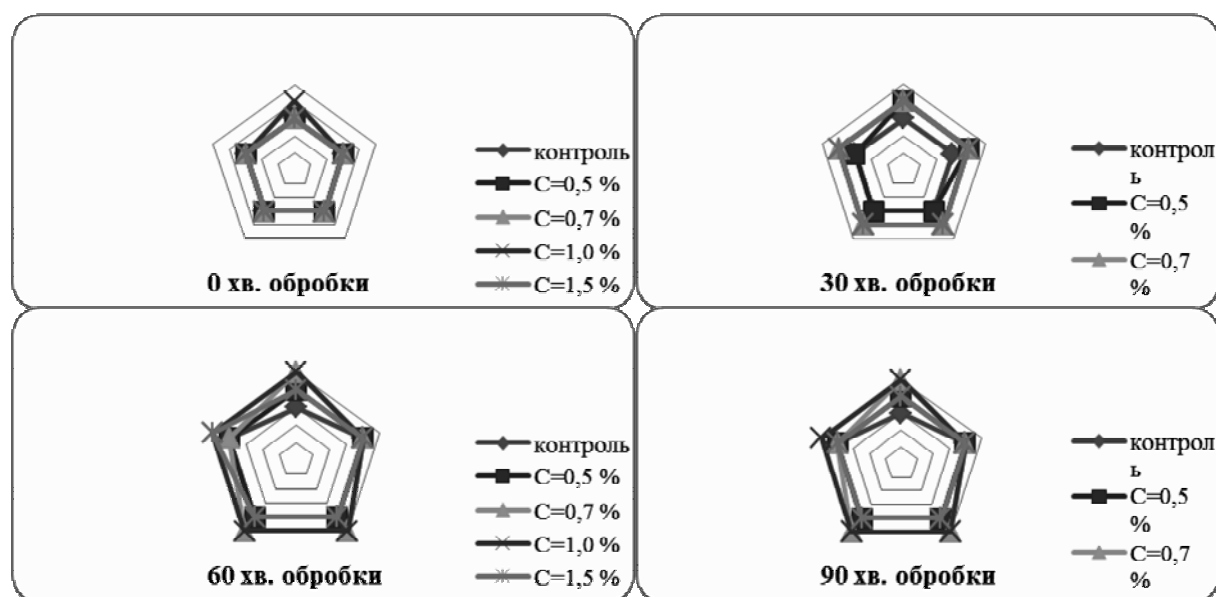


Рис. 4.28. Характеристика зміни органолептичної оцінки м'яса коропу під дією різних концентрацій оцтової кислоти в залежності від часу обробки

Джерело: розроблено автором.

Відразу після обробки зразків оцтовою кислотою в контрольному і дослідних зразках не спостерігали ніяких суттєвих органолептичних змін. Після 30 хвилин обробки у дослідних зразках органолептичні показники покращились у порівнянні з контролем, а саме при використанні оцтової кислоти у концентраціях 0,7–1,5%. Встановлено покращення смаку, запаху, кольору кусочков риби у складі пресервів. Консистенції м'яса у всіх варіантах досліджень була м'яка, дуже ніжна і соковита, а після 90 хв обробки було відмічено ущільнення консистенції та поява білого нальоту у всіх зразках.

Кращі результати по показникам консистенції, формуванню смаку, запаху і кольору були відмічені для зразків, оброблених 1,5% оцтовою кислотою протягом 60 хв. обробки. У зразках відмічено формування м'якої та ніжної консистенції м'яса і його соковитості, що відповідало 5 балам.

Таким чином, згідно результатів органолептичної оцінки оцтова кислота у всіх дослідних зразках позитивно впливає на м'язові тканини коропа, а більш виражений ефект проявляється у варіанті з концентрацією 0,7–1,0% на протязі 60 хв. обробки.

Характеристика зміни граничної напруги зсуву м'яса коропу, обробленого оцтовою кислотою, наведена на рис. 4.29.

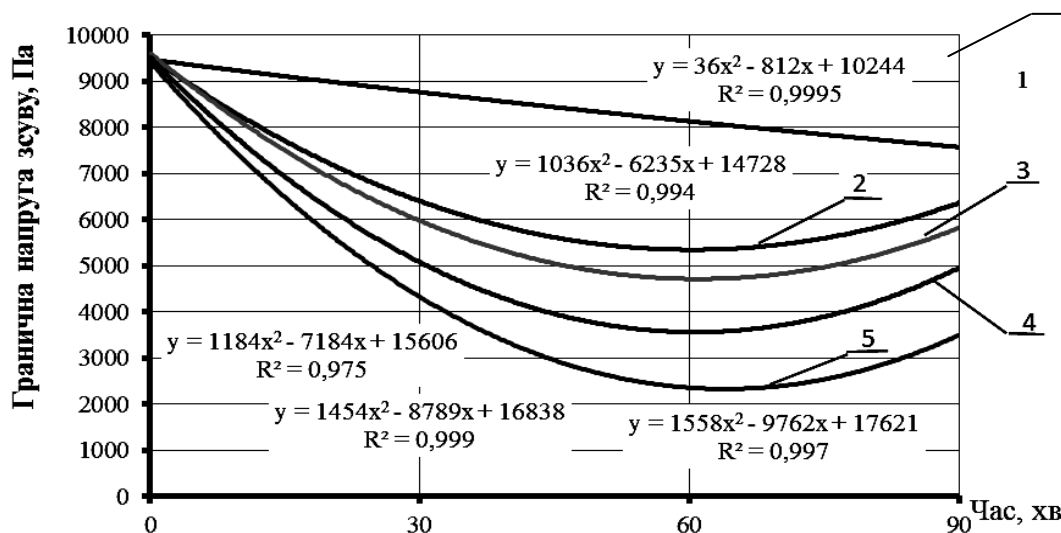


Рис. 4.29. Залежність напруги зсуву м'яса коропу від впливу різних концентрацій оцтової кислоти на протязі 90 хв. ($n=5$, $p \leq 0,05$): 1 – контроль; 2 – $C=0,5\%$; 3 – $C=0,7\%$; 4 – $C=1\%$; 5 – $C=1,5\%$

Джерело: розроблено автором.

Зміна напруги зсуву м'язової тканини коропа у контрольному зразку має лінійний характер, у той же час у всіх експериментальних зразках – типу параболи.

Виходячи з цих даних вплив усіх концентрацій оцтової кислоти супроводжується більш суттєвим зниженням показника граничної напруги у порівнянні з контрольним зразком, що свідчить про дію кислоти на м'язову тканину та відбувається її розм'якшення. Поступово зниження цього показника відбувається до 60 хвилин, після чого він знову розпочинає зростати.

Залежність $y=f(x)$ у коропа має вигляд $y=1036x^2-6235x+14728$ при концентрації оцтової кислоти 0,5%; $y=1184x^2-7184x+15606$ при концентрації 0,7%; $y=1454x^2-8789x+16838$ при концентрації 1,0%; $y=1558x^2-9762x+17621$ при концентрації 1,5% та $y=36x^2-812x+10244$ у контрольному зразку. При всіх концентраціях оцтової кислоти значення R^2 більше 0,90, що свідчить за правильність вибору лінії тренда.

Визначено, що розм'якшення консистенції м'яса під впливом кислот супроводжується зниженням рН у кислу сторону та активуванням ферментів катепсинів [7]. Результати власних досліджень узгоджуються з цими уявленнями. Динаміка зміни рН м'яса коропа під дією всіх концентрацій оцтової кислоти мала лінійну залежність і характеризувалась поступовим зміщенням в кислу сторону від 6,8 до 4,3 (рис. 4.30).

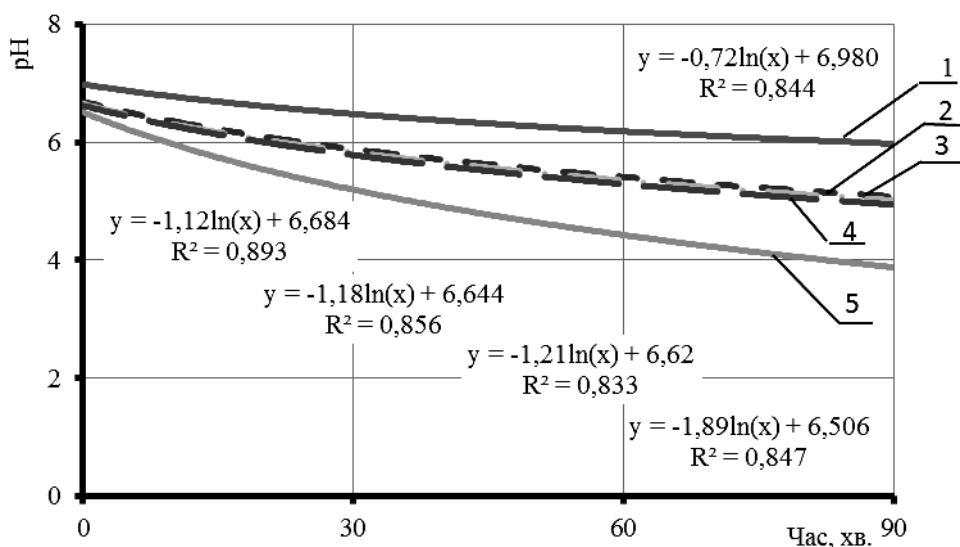


Рис. 4.30. Динаміка зміни рН м'яса коропа під дією різних концентрацій оцтової кислоти в залежності від часу обробки ($n=5$, $p \leq 0,05$): 1 – контроль; 2 – $C=0,5\%$; 3 – $C=0,7\%$; 4 – $C=1\%$; 5 – $C=1,5\%$

Джерело: розроблено автором.

У той же час показник зміни консистенції м'яса – гранична напруга зсуву свідчить, що після 60 хвилин обробки кислотами відбувається ущільнення консистенції на фоні поступової зміни рН у кислу сторону та органолептичної оцінки розм'якшення консистенції (див. рис. 4.30–4.32). Ці протиріччя можна пояснити тим, що з продовженням терміну обробки м'яса коропа кислотами одночасно відбуваються процеси як гідролізу білку так і його денатураційні зміни.

Органолептична оцінка м'язової тканини коропа обробленого яблучною кислотою при різних концентраціях наведена на рис. 4.31.

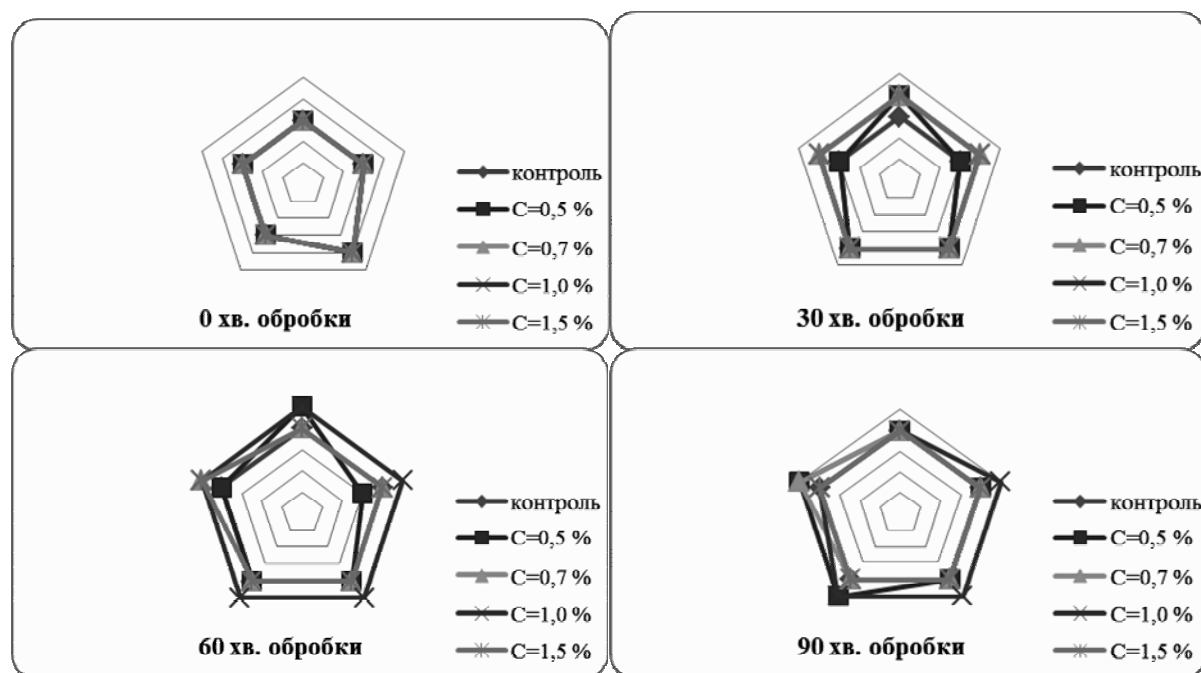


Рис. 4.31. Характеристика зміни органолептичних показників м'яса коропу під дією різних концентрацій яблучної кислоти в залежності від часу обробки

Джерело: розроблено автором.

Після 30 хвилин обробки у дослідних зразках органолептичні показники покращились в порівнянні з контролем, після 60 хвилин обробки при концентрації 0,5% суттєво покращився зовнішній вигляд, при 0,7; 1,5% – консистенція, яка досягає хорошої якості, м'ясо стає дуже м'яким, надмірно ніжним та соковитим, при 1,0% дані зразки відповідають 5 бальній оцінці. Протягом 90 хвилин обробки зразки втрачають свою якість за такими показниками як консистенція, яка стає більш жорсткою та зовнішній вигляд з незначним ознаками білого нальоту на поверхні.

Аналіз результатів дослідження граничної напруга зсуву м'яса коропу, обробленого яблучною кислотою наведений на рис. 4.32 [24].

Характер впливу різних концентрацій яблучної кислоти ідентичний дії оцтової кислоти, однак при її використанні нами відмічено найбільше зниження показника граничної напруги на протязі того ж часу.

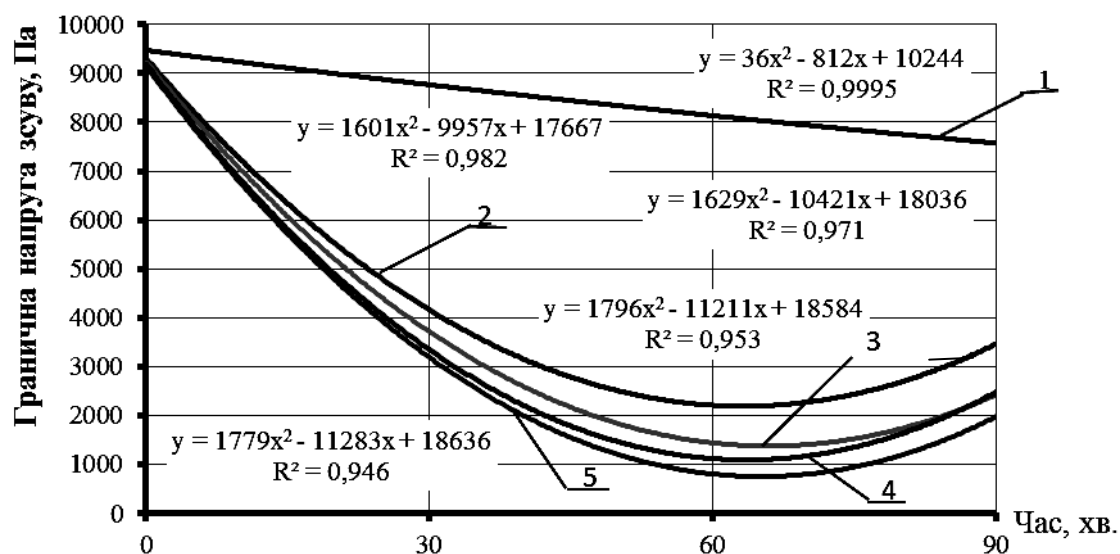


Рис. 4.32. Залежність напруги зсуву м'яса коропа обробленого різними концентраціями яблучною кислотою на протязі 90 хв. ($n=5$, $p \leq 0,05$): 1 – контроль; 2 – $C=0,5$ %; 3 – $C=0,7$ %; 4 – $C=1$ %; 5 – $C=1,5$ % [24]

Залежність $y=f(x)$ у коропа має вигляд $y=1601x^2-9957x+17667$ при концентрації яблучної кислоти 0,5 %; $y=1629x^2-10421x+18036$ при концентрації 0,7 %; $y=1796x^2-11211x+18584$ при концентрації 1,0 %; $y=1779x^2-11283x+18636$ при концентрації 1,5 % та $y=36x^2-812x+10244$ у контрольному зразку. При всіх концентраціях оцтової кислоти значення R^2 більше 0,90, що свідчить за правильність вибору лінії тренда.

Зміна рН м'яса коропу узгоджується з результатами дослідження зміни цього показника при обробці оцтовою кислотою і свідчить про те, що активація власних катепсинів у цьому випадку відбувається після 45 хв. (рис. 4.33) і характеризується поступовим зміщенням в кислу сторону від 6,8 до 4,2 [24].

Органолептична оцінка м'язової тканини коропа обробленого різними концентраціями лимонної кислоти не зовсім узгоджується з показниками зміни граничної напруги зсуву (рис. 4.34). Дані концентрації кислот не приводять до розм'якшення консистенції, а за органолептичними показниками чим більша концентрація кислоти тим більший спостерігаємо на поверхні білий наліт та щільну консистенцію.

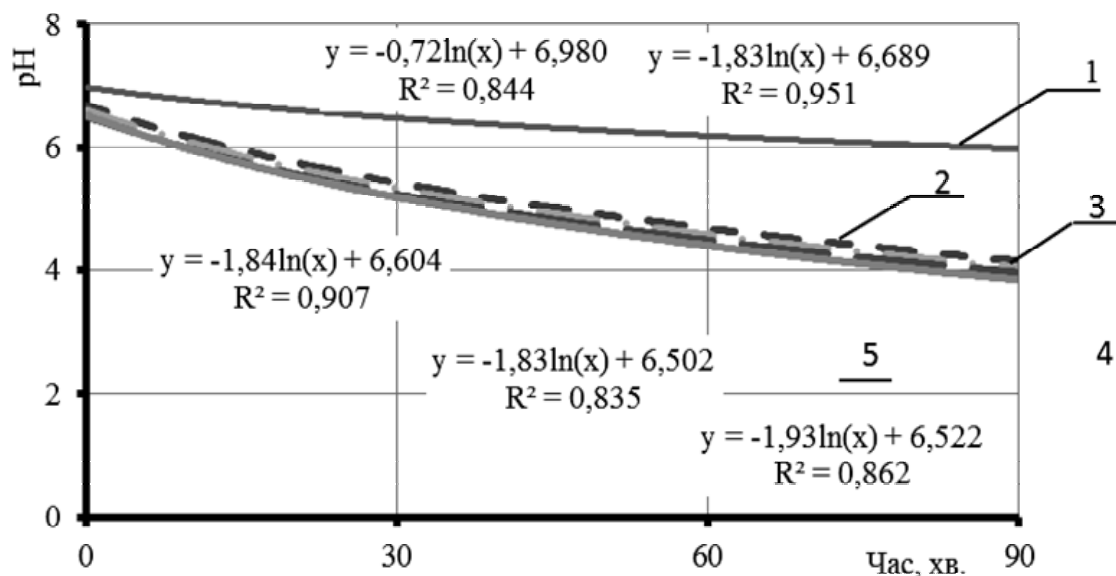


Рис. 4.33. Динаміка зміни рН м'яса коропу під дією різних концентрацій яблучної кислоти в залежності від часу обробки ($n=5$, $p \leq 0,05$): 1 – контроль; 2 – $C=0,5\%$; 3 – $C=0,7\%$; 4 – $C=1\%$; 5 – $C=1,5\%$

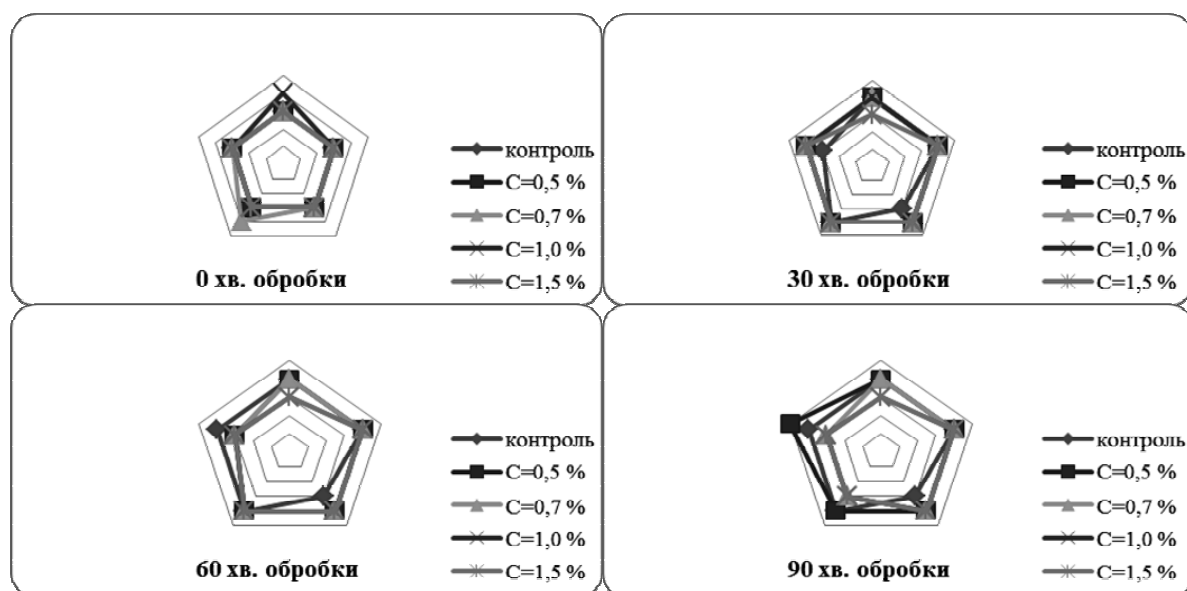


Рис. 4.34. Характеристика зміни органолептичних показників м'яса коропу під дією різних концентрацій лимонної кислоти в залежності від часу обробки

Після 30–60 хвилин обробки в контрольному і дослідних зразках не спостерігали ніяких суттєвих органолептичних змін. У дослідних зразках органолептичні показники покращились в порівнянні з контролем лише на одну одиницю, а консистенція навпаки була більш жорсткіша ніж в контролі з першими ознаками білого нальоту. Після 90 хвилин зразки оброблені лимонною кислотою концентрацією 0,5% мали кращі органолептичні показники в порівнянні з іншими зразки, а консистенція відповідала 5 балам.

Характер впливу різних концентрацій лимонної кислоти ідентичний впливу оцтової та яблучної кислот, але показники граничної напруги зменшуються зовсім мало (рис. 4.35), що не супроводжується розм'якшенням консистенції м'яса коропа [24].

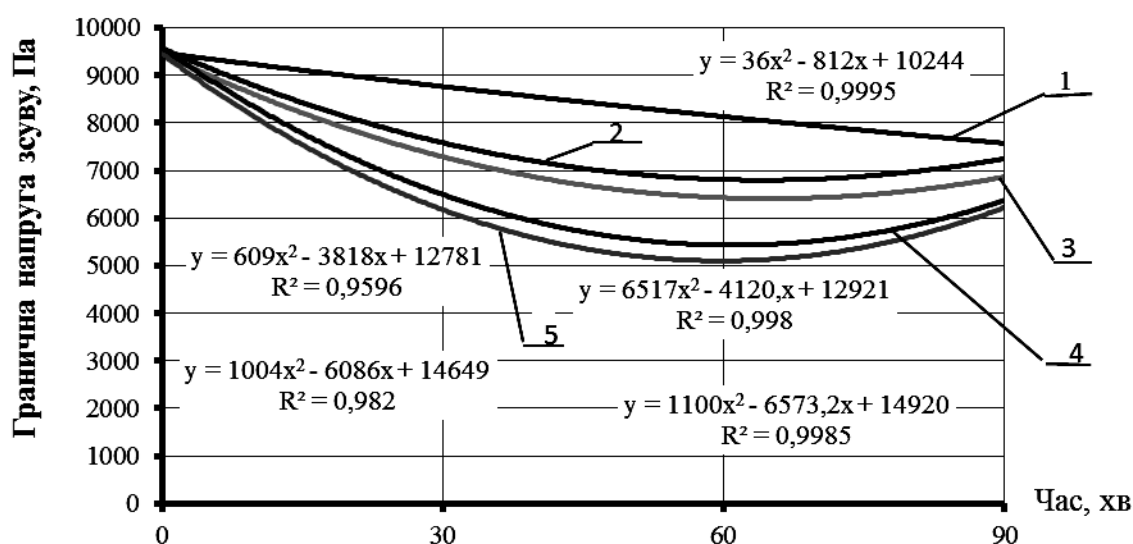


Рис. 4.35. Залежність граничної напруги зсуву м'яса коропа від впливу різних концентрацій лимонної кислоти на протязі 90 хв. ($n=5$, $p \leq 0,05$): 1 – контроль; 2 – $C=0,5$ %; 3 – $C=0,7$ %; 4 – $C=1$ %; 5 – $C=1,5$ %

Залежність $y=f(x)$ у коропа має вигляд $y=609x^2-3818x+12781$ при концентрації лимонної кислоти 0,5%; $y=651,7x^2-4120x+12921$ при концентрації 0,7%; $y=1004x^2-6086x+14649$ при концентрації 1,0%; $y=1100x^2-6573x+14920$ при концентрації 1,5% та $y=36x^2-812x+10244$ у контрольному зразку. При всіх концентраціях оцтової кислоти значення R^2 більше 0,90, що свідчить за правильність вибору лінії тренда.

Зміна рН м'яса коропа до показників при яких відбувається активація власних ферментів катепсинів, коли визначено при використанні усіх концентрацій лимонної кислоти після 45 хв. обробки (рис. 4.36) і подальше характеризується поступовим зміщенням в кислу сторону від до 4,2–3,9 [24].

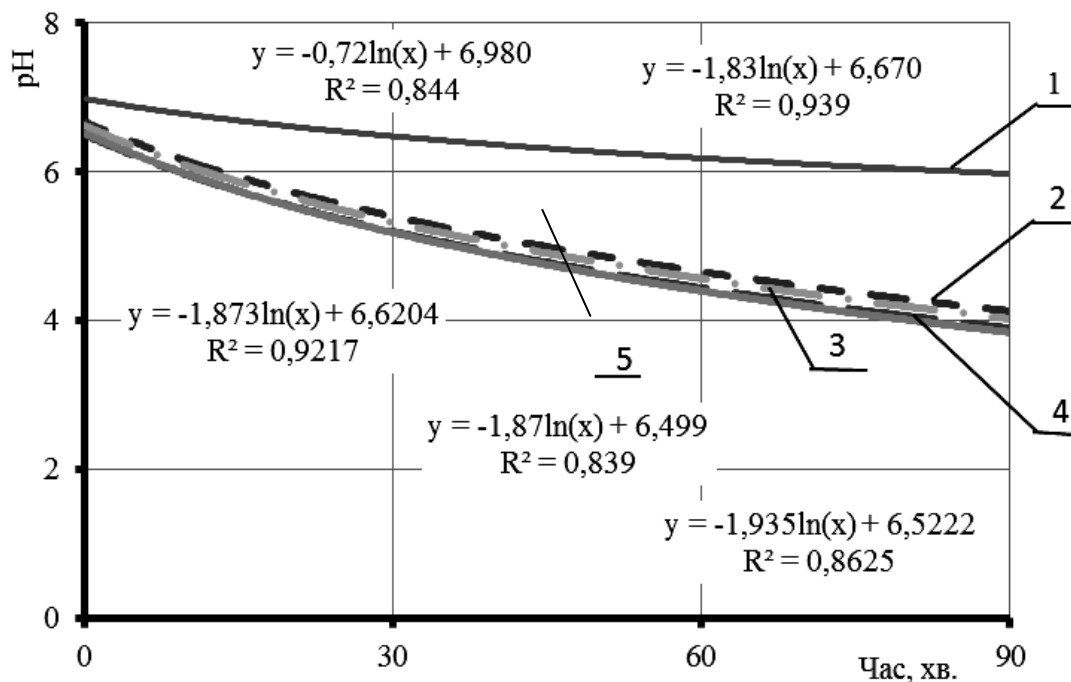


Рис. 4.36. Динаміка зміни рН м'яса коропа під дією різних концентрацій лимонної кислоти в залежності від часу обробки ($n=5$, $p \leq 0,05$): 1 – контроль; 2 – $C=0,5\%$; 3 – $C=0,7\%$; 4 – $C=1\%$; 5 – $C=1,5\%$

Органолептична оцінка м'яса коропа, обробленого різними концентраціями винної кислоти, наведена на рис. 4.37 [24].

Після 60–90 хвилин обробки не спостерігали майже ніяких суттєвих органолептичних змін, дослідні зразки за органолептичною оцінкою не відповідали 5 балам, консистенція не така ніжна, соковита. Після 90 хвилин зразки оброблені винною кислотою концентрацією 0,5–1% мали кращі органолептичні показники в порівнянні з іншими зразками, а консистенція відповідала 5 балам.

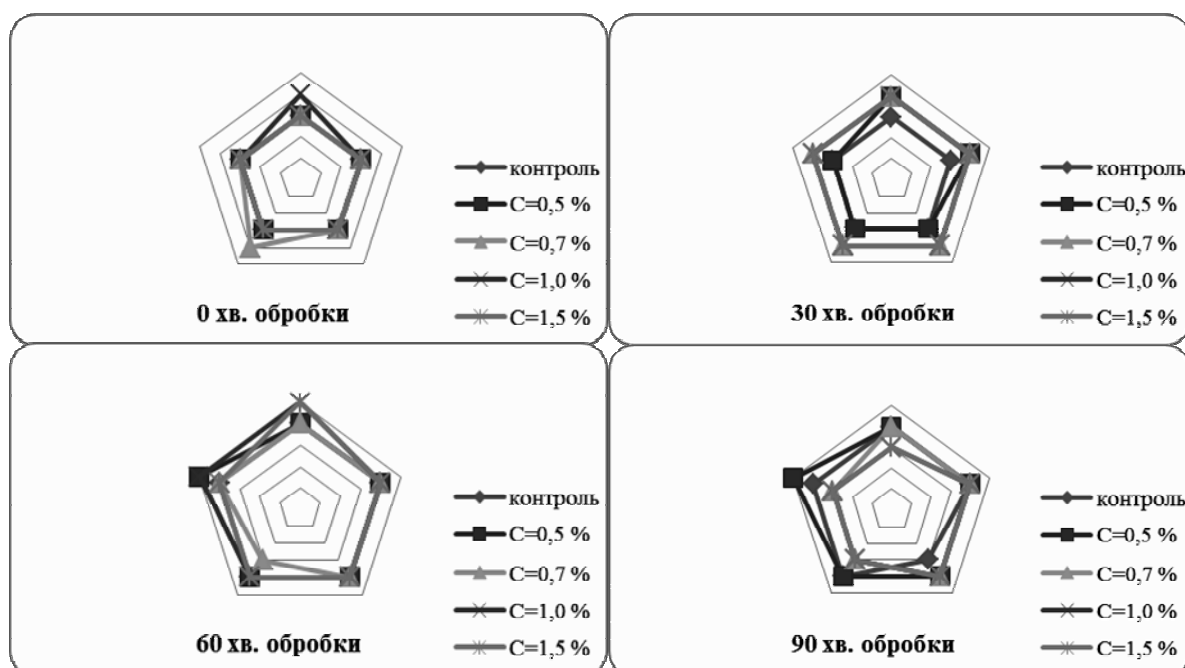


Рис. 4.37. Характеристика зміни органолептичної оцінки м'яса коропа під дією різних концентрацій винної кислоти в залежності від часу обробки

Характер впливу різних концентрацій винної кислоти на показники граничної напруги зсуву відрізнявся від впливу оцтової, яблучної та лимонної кислот. У контрольному зразку зі збільшенням терміну обробки відбувалось поступово зменшення цього показника і ці зміни мали лінійну залежність. Вплив 0,5% винної кислоти супроводжувався поступовим підвищенням показника граничної напруги зсуву. Такі концентрації винної кислоти, як 0,7; 1,0 та 1,5% розм'якшували консистенцію м'язової тканини коропа і найкращі результати були визначені при використанні 1,5% протягом 60 хвилин (рис. 4.38).

Залежність $y=f(x)$ у коропа має вигляд $y=194,2x^2-792,5x+10227$ при концентрації винної кислоти 0,5%; $y=418x^2-2899x+12058$ при концентрації 0,7%; $y=695,5x^2-4829x+13630$ при концентрації 1,0%; $y=1365x^2-9028x+17056$ при концентрації 1,5% та $y=36x^2-812x+10244$ у контрольному зразку. При всіх концентраціях оцтової кислоти значення R^2 більше 0,90, що свідчить за правильності вибору лінії тренда.

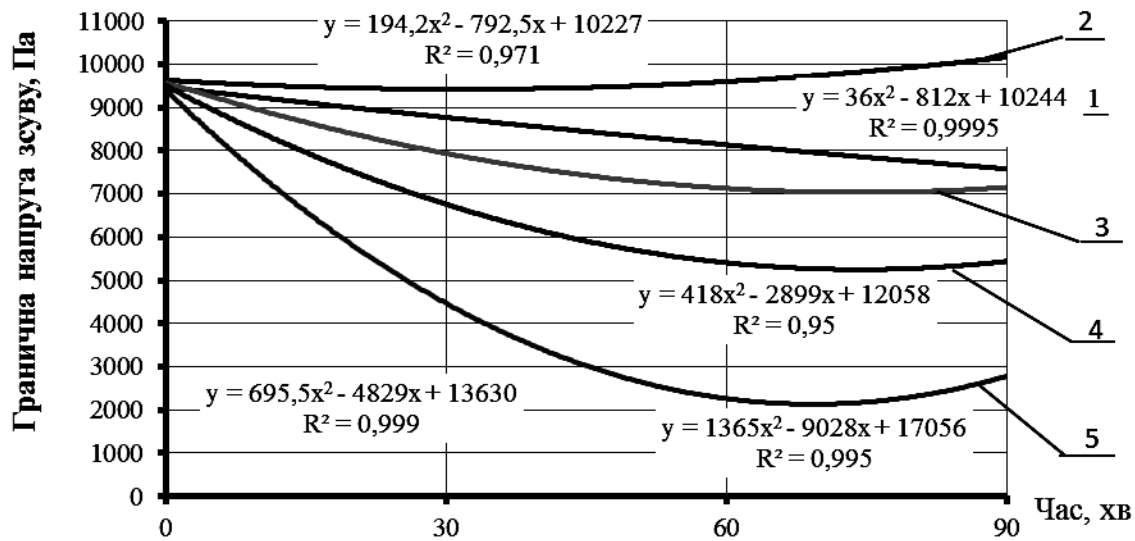


Рис. 4.38. Залежність зміни граничної напруги зсуву м'яса коропа від концентрації винної кислоти та тривалості обробки ($n=5$, $p \leq 0,05$): 1 – контроль; 2 – $C=0,5\%$; 3 – $C=0,7\%$; 4 – $C=1\%$; 5 – $C=1,5\%$

Динаміка зміни рН м'яса коропа під дією всіх концентрацій винної кислоти мала лінійну залежність і характеризувалась поступовим зміщенням в кислу сторону від 6,8 до 5,1, що сприяло частковій активації катепсинів (рис. 4.39).

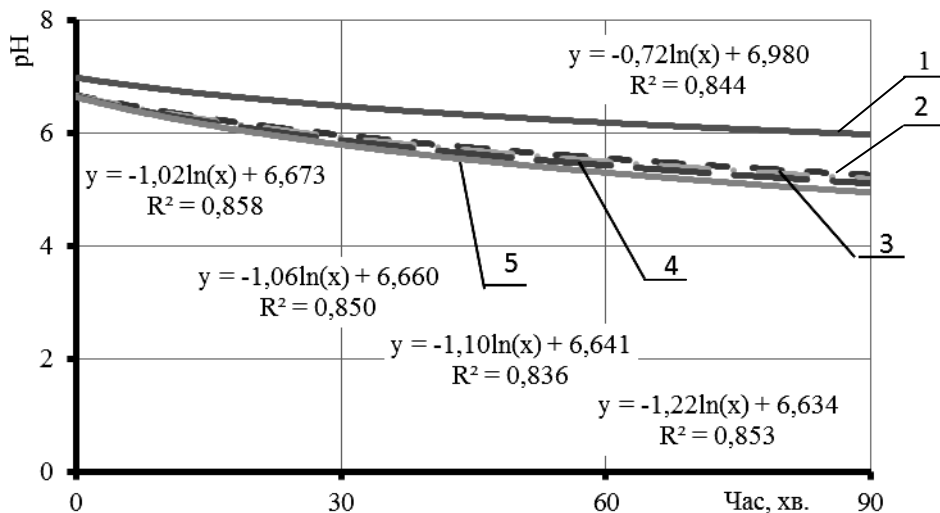


Рис. 4.39. Динаміка зміни рН м'язової тканини коропа під дією різних концентрацій винної кислоти в залежності від часу обробки ($n=5$, $p \leq 0,05$)

Відмінності у впливі органічних кислот на розм'якшення м'язової тканини риби можна пояснити тим, що оцтова і лимонна є карбоновими кислотами, які широко використовуються в харчовій промисловості в якості смакових добавок, регуляторів кислотності і консервантів. Оцтова одноосновна кислота, а лимонна – трьохосновна. У воді ці кислоти легко дисоціюють і ступінь їх дисоціації завдяки різній кількості основ не однакова, що і визначає цілком ймовірно, такі відмінності при впливі на м'язову тканину риби. У оцтовій кислоті зв'язок між воднем і киснем карбоксильної групи ($-\text{COOH}$) сильно полярний, внаслідок чого ці сполуки здатні легко дисоціювати і проявляти кислотні властивості, які сприяють ймовірно активізації тканинних катепсинів і розм'якшення консистенції м'язової тканини [38].

Порівнюючи результати досліджень залежності органолептичної оцінки від граничної напруги зсуву виявили наступні закономірності:

- позитивна дія оцтової кислоти на м'язову тканину коропа відбувається при концентрації 0,7–1,0% на протязі 60 хв. забезпечуючи формування м'якої консистенції м'яса коропа;
- розм'якшення консистенції м'язової тканини коропа, яке відповідає високим органолептичним показникам, відбувається при обробці 1,0 та 1,5% яблучною кислотою протягом 60 хвилин;
- при використанні винної кислоти найкращі результати були визначені при додаванні 0,5–1,0% кислоти протягом 60 хвилин;
- аналіз результатів дослідження впливу лимонної кислоти на показники консистенції м'язової тканини коропа свідчить про те, що досліджені нами концентрації не призводять до розм'якшення м'язової тканини коропа і показують недоцільність її застосування.

Таким чином, для розм'якшення м'язової тканини коропа можна рекомендувати застосування 1,0 та 1,5% яблучної кислоти протягом 60 хвилин обробки.

**Вплив пікохвильової обробки на пресерви
за фізико-хімічними показниками та показниками
безпеки м'яса прісноводних риб**

Підвищений інтерес до рибних пресервів обумовлений тим, що технологія їх виготовлення не передбачає використання високих температур, тиску і дає можливість більшою мірою порівняно з іншими технологіями зберегти природні показники харчової та біологічної цінності. Однак, з цієї причини рибні пресерви не підлягають тривалому зберіганню. Одним із способів підвищення якості та безпеки пресервів є обробка приготовленої продукції пікохвильовою енергією або іонізуючим випромінюванням (ПХЕ) [17, 18]. Продовольча і сільськогосподарська організація ООН (ФАО ООН) і Всесвітня організація охорони здоров'я (ВООЗ) схвалили використання іонізуючого випромінювання для обробки харчових продуктів з метою стерилізації та променевого консервування [39, 40]. Іонізуюче випромінювання рекомендується застосовувати при зберіганні напівфабрикатів і кулінарних виробів, пресервів, підтверджена безпека харчових продуктів, опромінених з дотриманням технологічних правил, доведено відсутність негативного його впливу на хімічний склад та біохімічні властивості харчових продуктів і встановлені позитивні ефекти для збільшення термінів їх зберігання.

Органолептична оцінка зразків пресервів з м'яса коропа з імбиром в оцтово-масляній заливці показала, що в процесі їх дозрівання і зберігання спостерігається поліпшення комплексного показника у всіх варіантах поглинання пікохвильової енергії (рис. 4.40–4.44) [18].

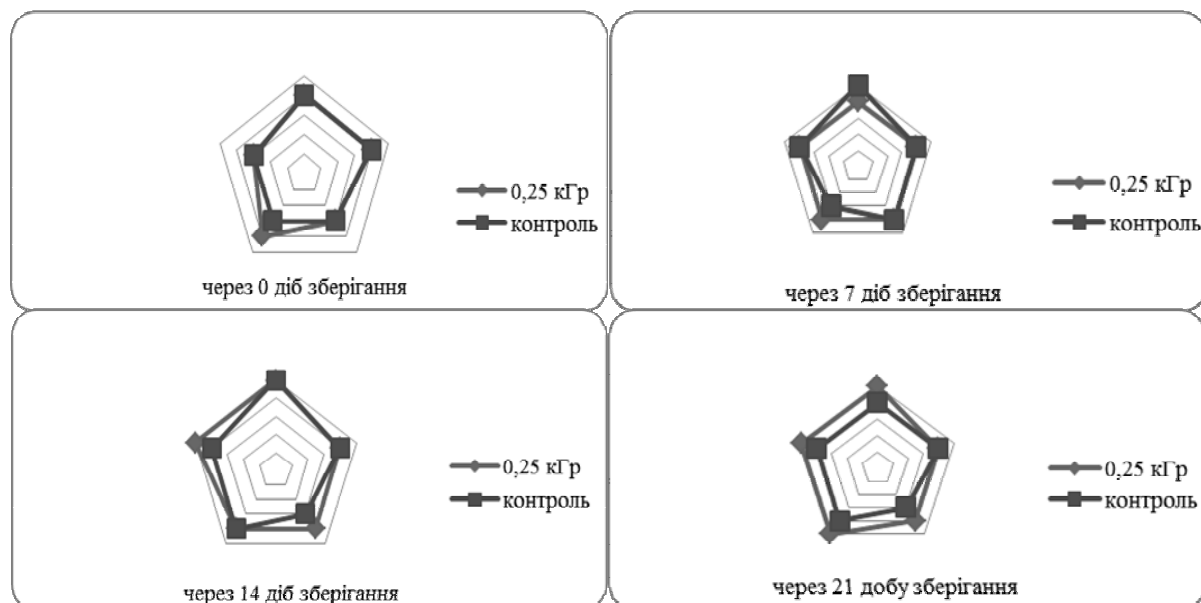


Рис. 4.40. Профілограми органолептичної оцінки пресервів з дозою опромінення 0,25 кГр

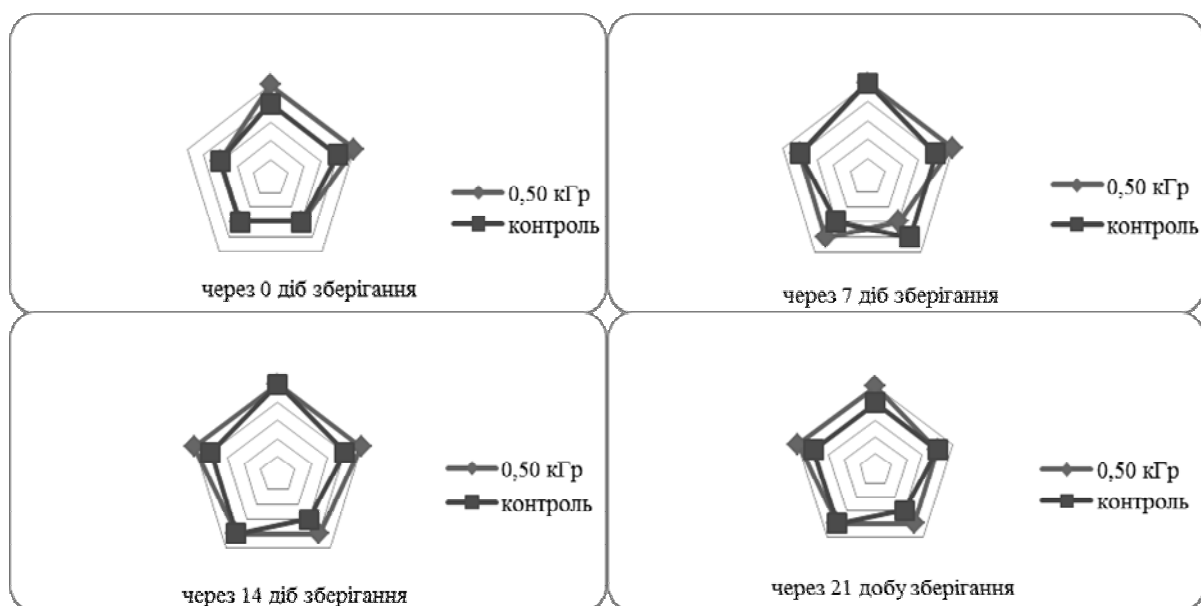


Рис. 4.41. Профілограми органолептичної оцінки пресервів з дозою опромінення 0,50 кГр

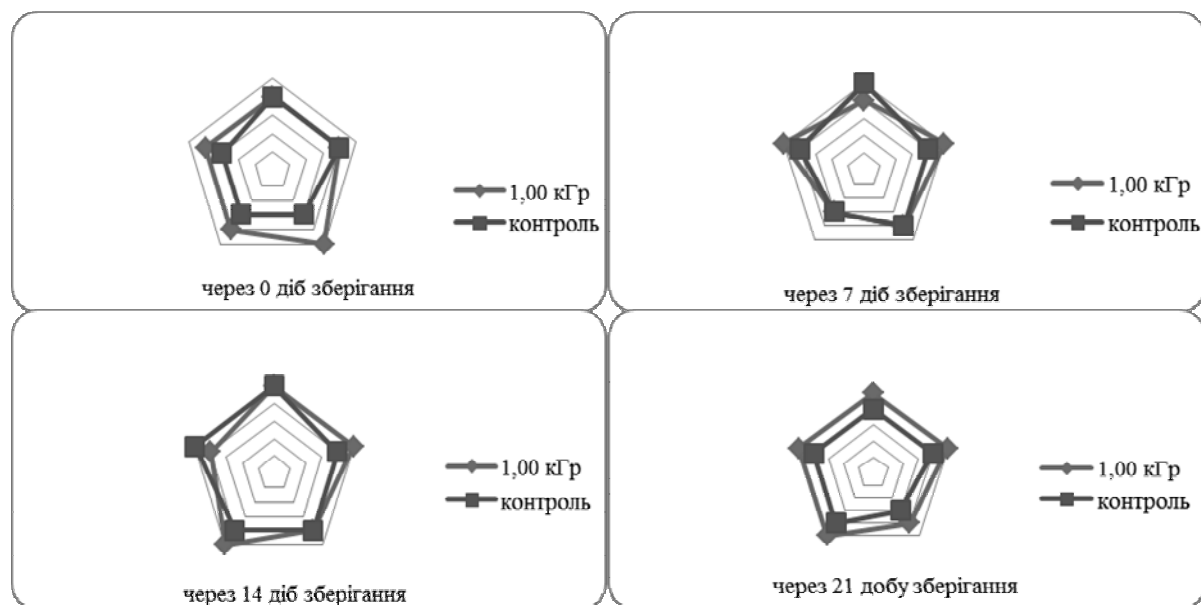


Рис. 4.42. Профілограми органолептичної оцінки пресервів з дозою опромінення 1,00 кГр

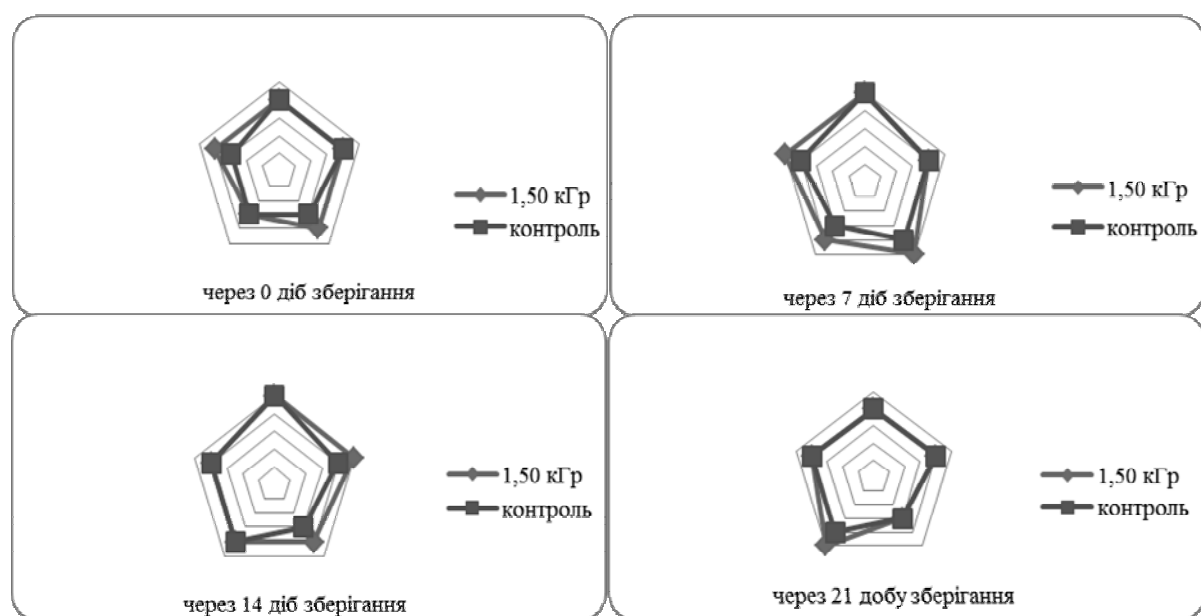


Рис. 4.43. Профілограми органолептичної оцінки пресервів з дозою опромінення 1,50 кГр

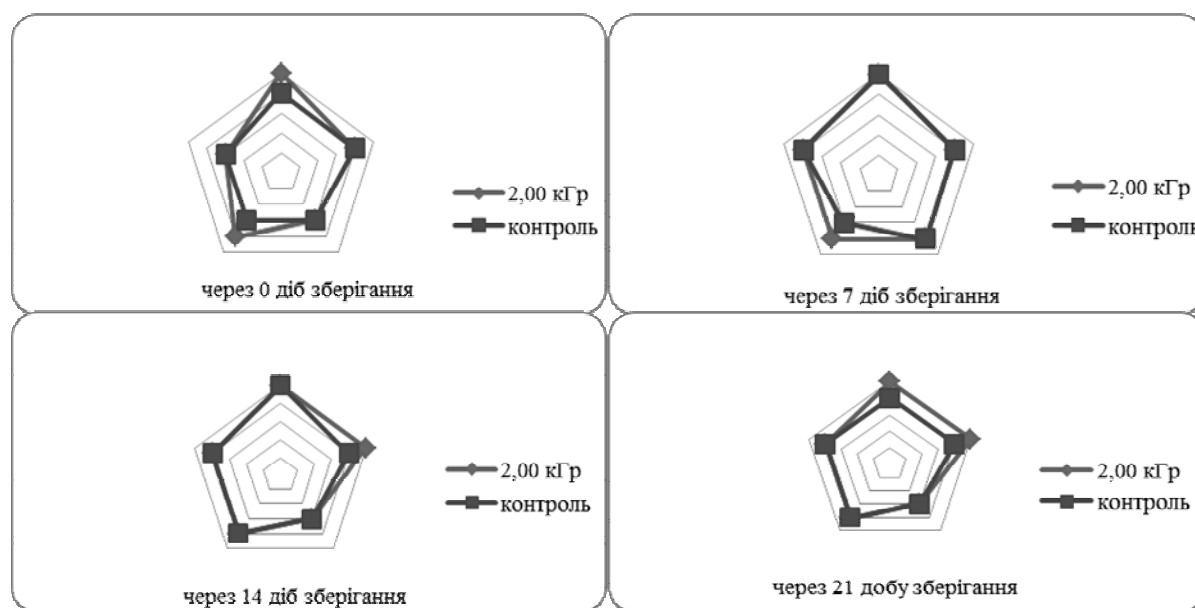


Рис. 4.44. Профілограми органолептичної оцінки пресервів з дозою опромінення 2,00 кГр

В контролі ця динаміка відзначена в меншій мірі в порівнянні з дослідними зразками і лише до 14 днів зберігання, після чого виявлено зниження комплексного органолептичного показника. Органолептична оцінка дослідних зразків після обробки і поглинання дози 0,25; 0,50; 1,5 і 2,0 кГр не виявила відмінностей між собою, але була істотно вище в порівнянні з контрольними зразками та зразками з дозою поглинання 1,0 кГр. У процесі дозрівання після 7 днів холодильного зберігання органолептичні показники м'яса коропа покращилися, проте в зразках з дозою поглинання 1,5 кГр вони були вище в порівнянні з контролем та іншими зразками. До 14 днів холодильного зберігання органолептичні показники м'яса коропа в оцтово-масляній заливці, виготовлених з дозою поглинання електронів 0,5; 1,0 кГр, мали вищі бали порівняно з іншими зразками. Зі збільшенням терміну зберігання зразків до 21 доби найбільш високу органолептичну оцінку отримали зразки з дозою поглинання 1,0 кГр; на другому місці стоять зразки з дозою поглинання 0,25 і 0,50 кГр. Зразки з дозою поглинання 1,5 і 2,0 кГр характеризувалися більш низькими органолептичними показниками, проте істотно вище в порівнянні з контрольними.

Таким чином, згідно результатів органолептичної оцінки ПХО у всіх дозах позитивно впливає на дозрівання м'яса коропа в оцтово-масляній заливці і найбільш виражений ефект проявляється у варіанті з застосуванням дози 1,0 кГр.

Зміни структурно-механічних властивостей, що відображають стан консистенції м'язової тканини, узгоджуються з результатами органолептичних досліджень і підтверджують позитивний вплив ПХО на процеси дозрівання м'яса коропа з імбиром в оцтово-масляній заливці (рис. 4.45).

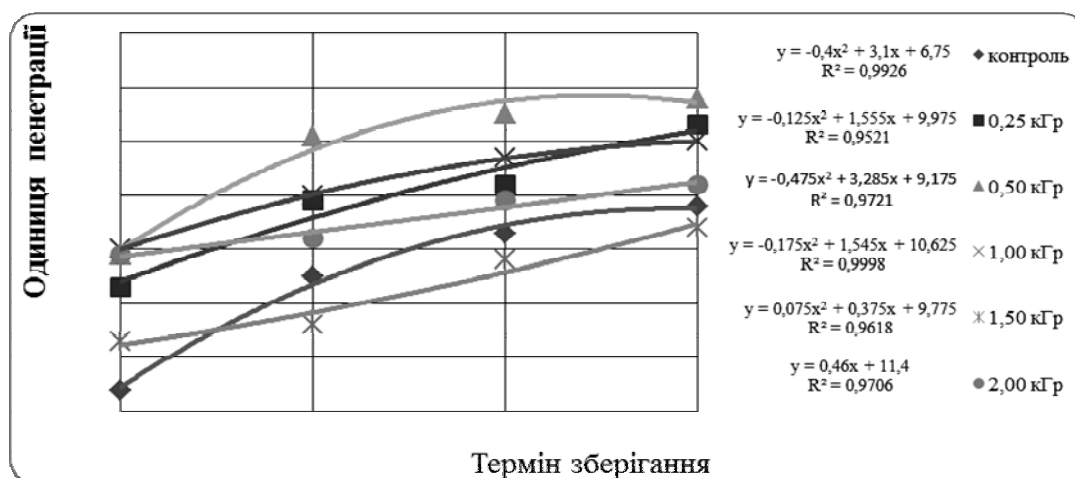


Рис. 4.45. Вплив різних доз пікохвильової обробки м'яса коропа з імбиром в оцтово-масляній заливці на зміни показника penetрації в процесі холодильного зберігання

Згідно показника penetрації краще розм'якшення консистенції м'яса коропа спостерігалось при використанні дози 0,5 кГр, і далі за зменшенням слідували дози 0,1; 0,25; 2,0 кГр. У контрольному зразку і при використанні дози 1,5 кГр розм'якшення консистенції м'яса в оцтово-масляній заливці в процесі зберігання і дозрівання було виражено в меншій мірі.

Відомо, що дозрівання солоних і маринованих рибних продуктів обумовлено сукупністю факторів, серед яких активація власних ферментів м'язової тканини катепсинів відіграє одну з провідних ролей і супроводжується зміщенням рН середовища в кислий бік. З даних малюнка 3 видно, що у всіх зразках коропа в оцтово-масляній заливці з імбиром вихідні значення рН відрізнялися і в процесі їх холодильного зберігання спосте-

рігалося зміщення рН в кислу сторону. Встановлено, що вплив ПХО на зміщення рН в кислу сторону має лінійний характер і максимальний ефект виявлено для доз поглинання 0,25 і 0,50 кГр (рис. 4.46).

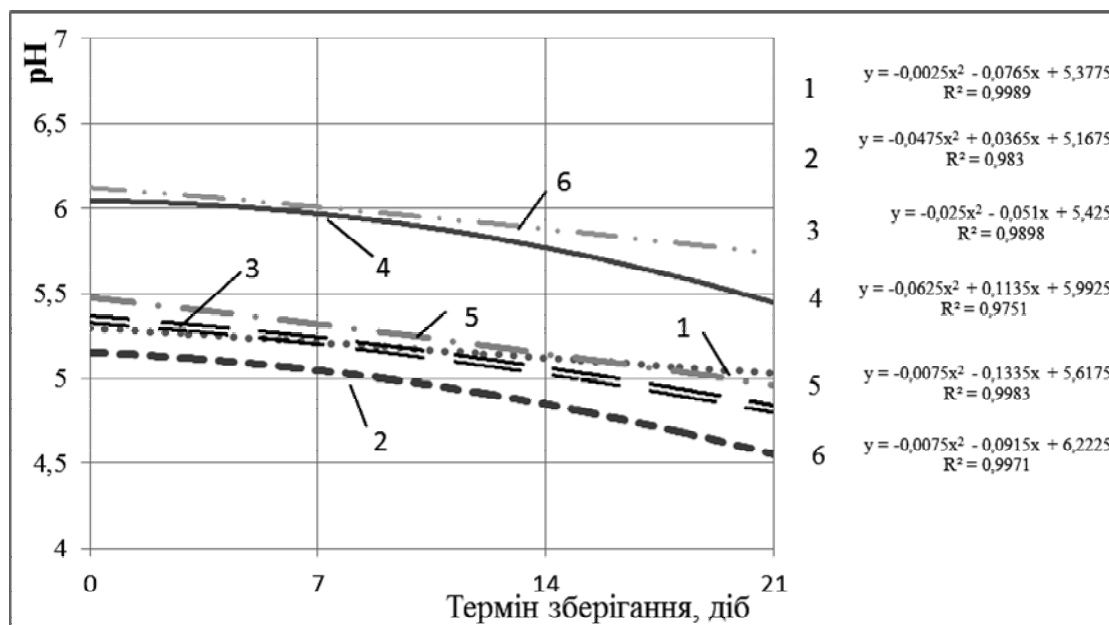


Рис. 4.46. Вплив різних доз пікохвильової обробки м'яса корона з імбиром в оцтово-масляній заливці на зміни рН м'язової тканини в процесі холодильного зберігання ($n=5$, $p \leq 0,05$):

*1 – контроль; 2 – 0,25 кГр; 3 – 0,50 кГр; 4 – 1,00 кГр;
5 – 1,50 кГр; 6 – 2,00 кГр*

У контрольних зразках також зазначено зсув рН в кислу сторону і ефективність цього процесу займала проміжне положення між впливом доз поглинання 0,25; 0,50; 1,0 і 2,0 кГр.

Одним з найважливіших показників дозрівання пресервів є буферність. Результати зміни показника буферності пресервів в процесі їх холодильного зберігання представлені на рисунку 4.47.

Відсутність теплової обробки в технології напівфабрикатів і кулінарної продукції призводить до істотного погіршення якості харчової продукції в результаті розвитку автолітичних та мікробіологічних процесів. Кулінарна продукція відноситься до продукції, яка дуже швидко псується, у зв'язку з чим термін її зберігання обмежений. Тому мікробіологічні дослідження є

невід'ємною частиною при оцінці її якості та безпеки. Результати мікробіологічних досліджень м'яса коропа з імбиром в оцтово-масляній заливці в процесі холодильного зберігання в залежності від дози поглинання електронів представлені в табл. 4.40.

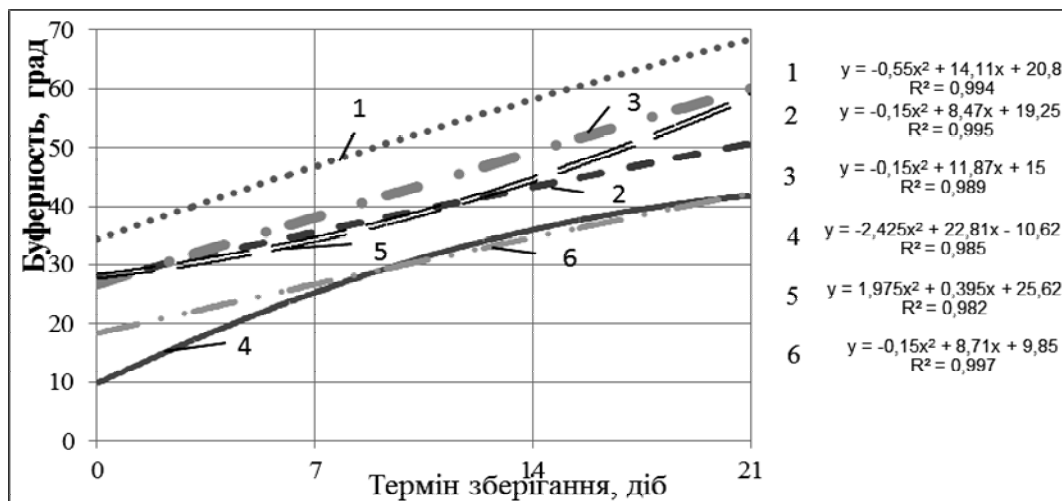


Рис. 4.47. Вплив різних доз пікохвильової обробки пресервів з коропа з імбиром на показники буферності в процесі їх холодильного зберігання ($n=5$, $p \leq 0,05$):
1 – контроль; 2 – 0,25 кГр; 3 – 0,50 кГр; 4 – 1,00 кГр;
5 – 1,50 кГр; 6 – 2,00 кГр

Таблиця 4.40

Зміни мікробіологічних показників м'яса коропа з імбиром в оцтово-масляній заливці в процесі холодильного зберігання в залежності від дози поглинання електронів

Найменування показників	Допустимі рівні [35]	Термін зберігання, діб	Зразки					
			конт-роль	0,25 кГр	0,50 кГр	1,00 кГр	1,50 кГр	2,00 кГр
Кількість мезофільних аеробних та факультативно-анаеробних мікроорганізмів, КУО в 1 г	Не більше 2×10^5	0	$2,0 \times 10^6$	$3,6 \times 10^4$	$2,6 \times 10^4$	$9,5 \times 10^3$	$7,0 \times 10^3$	$2,5 \times 10^3$
		7	$1,6 \times 10^5$	$7,0 \times 10^4$	$3,6 \times 10^4$	$2,5 \times 10^4$	$9,0 \times 10^3$	$5,5 \times 10^3$
		14	$4,6 \times 10^5$	$9,6 \times 10^4$	$5,5 \times 10^4$	$4,5 \times 10^4$	$4,2 \times 10^4$	$2,2 \times 10^4$

Закінчення табл. 4.40

Найменування показників	Допустимі рівні [35]	Термін зберігання, діб	Зразки					
			конт-роль	0,25 кГр	0,50 кГр	1,00 кГр	1,50 кГр	2,00 кГр
Бактерії групи кишкових паличок (коліформи), в 0,01 г	Не доп.	0	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено
		7	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено
		14	1 колонія	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено
Плісняви, дріжджі у 0,1 г	Не доп.	0	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено
		7	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено
		14	Виявлено плісень	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено

У контрольних зразках після виготовлення пресервів і в процесі його зберігання відзначено кількість МАФАМ вище допустимих значень. Під впливом оцтово-масляної заливки в процесі зберігання цих зразків через 7 і 14 днів виявлено зниження МАФАМ до рівня нижче допустимих значень. Після 14 днів зберігання в контрольних зразках напівфабрикатів виявлені колонія бактерій групи кишкової палички і плісень. У дослідних зразках незалежно від дози поглинання ПХО як у вихідному напівфабрикаті, так і в процесі зберігання кількість МАФАМ було нижче допустимих значень. Дріжджі і плісняви були відсутні на всіх термінах зберігання пресервів, виготовлених з поглинанням різних доз ПХО. Таким чином, обробка пресервів з дозами поглинання 0,25; 0,50; 1,0; 1,5; 2,0 кГр супроводжується пригніченням росту МАФАМ і перешкоджає утворенню бактерій групи кишкової палички і плісняви. При піддаванні пресервів ПХО найкращий знезаражуючий ефект як після обробки так і в процесі зберігання отримали зразки при дозі поглинання 2,0 кГр.

Мікробіологічні дослідження показали інгібуючу дію ПХО на мікроорганізми: загибель бактерій і мікроскопічних грибів, а також уповільнення росту спороутворюючих.

Узгодження результатів досліджень органолептичних, структурно-механічних і хімічних показників м'яса коропа з імбиром в оцтово-масляній заливці свідчить про те, що пікохвильова обробка впливає на зміни цих показників як після поглинання різних доз, так і в процесі їх холодильного зберігання і дозрівання. У технології маринованої риби в масляній заливці найбільший позитивний вплив нами встановлений для дози поглинання 0,25 кГр. Механізм позитивного впливу певних доз ПХО на процеси дозрівання м'яса прісноводної риби обумовлений тим, що в результаті процесів іонізації утворюються іони і радикали з підвищеною хімічною активністю. На першому етапі під впливом ПХО відбувається частковий гідроліз білків, ліпідів, порушується розташування поліпептидних ланцюгів всередині молекули білка, що супроводжується розм'якшенням консистенції м'яса риби, і може характеризуватися як етап преддозрівання. За часом цей період спостерігається від початку поглинання дози 0,25–0,50 кГр до зберігання зразків протягом 7 днів. Другий етап – дозрівання нами встановлений в період холодильного зберігання пресервів до 21 доби і характеризується істотним розм'якшенням консистенції м'язової тканини риби, обумовленим цілком ймовірно активацією катепсинів при рН 4,5, а також формуванням «букета» дозрілої продукції.

Встановлено позитивний ефект впливу низьких доз (0,25–0,50 кГр) іонізуючого опромінення (пікохвильової обробки) на процеси дозрівання м'яса коропа з імбиром в оцтово-масляній заливці. Передбачається, що інтенсифікація дозрівання маринованої риби обумовлена активацією низькими дозами пікохвильової обробки комплексу чинників, що формують «букет» дозрілої рибної продукції.

Визначення параметрів процесу маринування м'яса коропу в розчинах органічних кислот

Умовою високої якості маринованих пресервів є отримання напівфабрикату – маринованого філе необхідної консистенції. Однією із задач роботи була оптимізація кількості внесення органічних кислот в тузлучний розчин для посолу прісноводної риби та дослідження їх впливу на структуру м'язової тканини.

Проектування модельних композицій напівфабрикатів проводили з урахуванням максимально допустимих норм введення компонентів для посолу, їх вплив на м'язову тканину, споживчі та технологічні характеристики готової продукції.

Схема повнофакторного експерименту передбачала одночасне варіювання всіх досліджуваних факторів в межах рівнів: верхньому (Max), що має максимальне значення розглянутого фактору, нижньому (Min), відповідному мінімальному значенню фактору та середньому 0, зірковій точці, що у вибраному плані співпадають з максимальним і мінімальним рівнями. Інтервали зміни факторів в експерименті представлені в табл. 4.41.

Таблиця 4.41

Параметри повного факторного експерименту

Рівень варіювання	Позначення	Кодовані параметри	
		концентрація кислоти	тривалість обробки
		X_1 , %	X_2 , хв
Верхній	+1	2	90
Нижній	-1	0,5	10
Основний	0	1,25	50
Крок варіювання	λ	0,75	40

Математичні моделі технологічного процесу маринування отримували методом повного факторного експерименту на основі композиційного плану другого порядку для двох факторів. Виходячи з аналізу основних параметрів процесу були визначені варіативні чинники плану досліджень: концентрація кислоти (X_1) змінювали у діапазоні від 0,5 до 2%, тривалість обробки, (X_2) – у межах від 10 до 90 хв. Параметром

оптимізації (Y), в нашому випадку, виступав показник ГНЗ (Па) м'язової тканини, при маринуванні оцтовою Y_1 , яблучною Y_2 , лимонною Y_3 та винною Y_4 кислотою.

Результати експерименту в натуральних величинах наведено в табл. 4.42. Функція відгуку ($\bar{Y}$) кожної серії паралельних дослідів приведені до середнього арифметичного значення.

Таблиця 4.42

Результати експерименту

Номер дослідів	Z_1 (t, хв)	Z_2 (с, %)	Y_1	Y_2	Y_3	Y_4
1	10	0,5	3180,41	5132,47	4008,50	3729,63
2	90	0,5	4711,29	4596,31	5126,27	4646,31
3	10	2	3704,83	3412,86	5126,27	4880,42
4	90	2	4129,71	4374,23	3745,50	4867,76
5	50	1,25	4317,28	3591,50	3421,32	3640,12
6	90	1,25	3264,46	3361,55	3192,75	3729,38
7	10	1,25	3655,49	2569,12	3892,27	4693,62
8	50	2	6202,19	2300,89	4172,93	6253,96
9	50	0,5	3417,51	3738,73	5123,89	3557,49

У результаті реалізації двофакторного експерименту отримані рівняння регресії у вигляді полінома другого ступеня (рівняння 4.4.1–4.4.3) для Y_1 , Y_2 , Y_3 , Y_4 достовірно і адекватно описує досліджуваний процес в натуральному вигляді:

$$Y_1 = 2634,26 + 72,51 \cdot x_1 - 0,54 \cdot x_1^2 - 1059,51 \cdot x_2 + 850,69 \cdot x_2^2 - 9,22 \cdot x_1 \cdot x_2 \quad (4.4.1)$$

$$Y_2 = 7352,33 + 54,11 \cdot x_1 - 0,43 \cdot x_1^2 - 4716,56 \cdot x_2 + 1336,63 \cdot x_2^2 + 12,47 \cdot x_1 \cdot x_2 \quad (4.4.2)$$

$$Y_3 = 5599,39 + 25,61 \cdot x_1 - 0,04 \cdot x_1^2 - 3888,45 \cdot x_2 + 1863,90 \cdot x_2^2 - 20,82 \cdot x_1 \cdot x_2 \quad (4.4.3)$$

$$Y_4 = 4129,79 + 13,14 \cdot x_1 - 0,04 \cdot x_1^2 - 1530,37 \cdot x_2 + 1128,70 \cdot x_2^2 - 7,74 \cdot x_1 \cdot x_2 \quad (4.4.4)$$

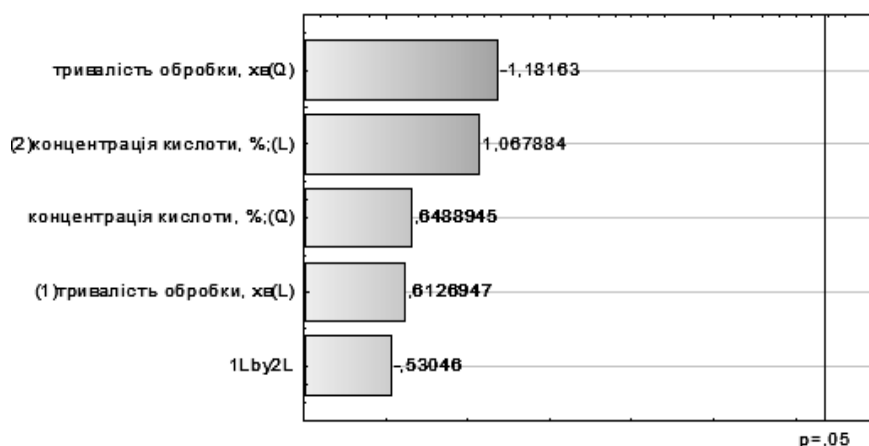
де y – граничне напруження зсуву, Па;

x_1 – концентрація кислоти, %;

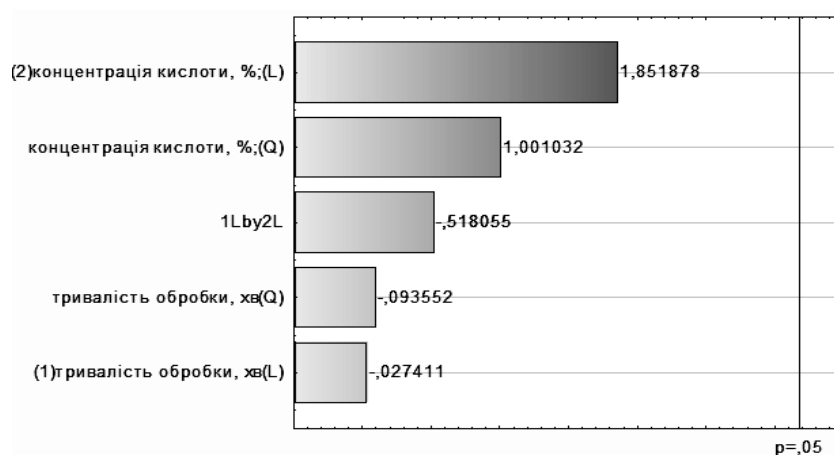
x_2 – тривалість обробки, хв.

Оцінювання впливу окремих факторів та їх взаємодій здійснювали за величиною коефіцієнтів регресії в кодованому вигляді, що представлені на діаграмах Парето (рис. 4.48).

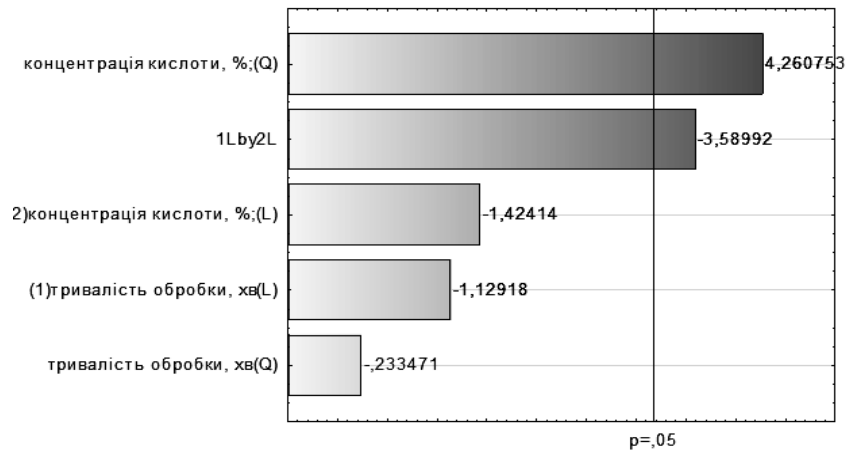
Із аналізу діаграми Парето (рис. 4.48) при використанні оцтової кислоти слідує, що серед лінійних коефіцієнтів концентрація кислоти та тривалість обробки має позитивний вплив: із її збільшенням ГНЗ збільшується, що призводить до денатурації білка і до жорсткості консистенції. А взаємодія цих факторів має негативний вплив на вихідний параметр, хоча він і незначний. Оцінка тривалості обробки продукту при квадратичному ефекті має негативний вплив на критерій оптимізації, та вдвічі більше за величиною значення, ніж концентрація кислоти. Високі значення величин квадратичних коефіцієнтів вказують на наявність екстремумів у всіх випадках для усіх функцій.



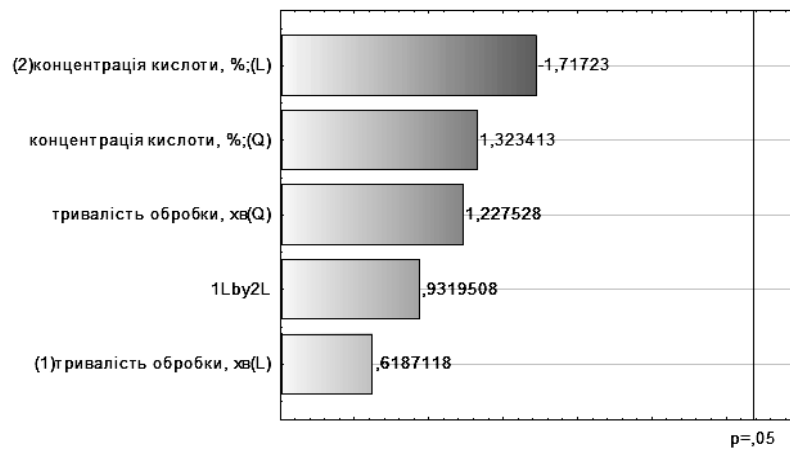
а)



б)



в)



г)

Рис. 4.48. Діаграма Парето впливу вихідних факторів процесу на ГНЗ філе при маринуванні в розчинах: а – оцтової; б – яблучної; в – лимонної; г – винної кислоти

Аналіз поверхонь відгуку рис. 4.49 щодо взаємодії факторів показує, що нижній рівень x_1 , що складає 0,5% кислоти при будь-якому значенні x_2 , є недостатнім для отримання необхідної консистенції – граничного напруження зсуву (Y_1).

У випадку використання яблучної кислоти решта лінійних ефектів: тривалість обробки і взаємодія факторів мають позитивний вплив, чим більша чисельна величина коефіцієнта, тим більший вплив на граничне напруження зсуву надає розглянутий фактор, при цьому взаємодія факторів більш значуща, ніж окремо тривалість обробки (рис. 4.48; 4.50).

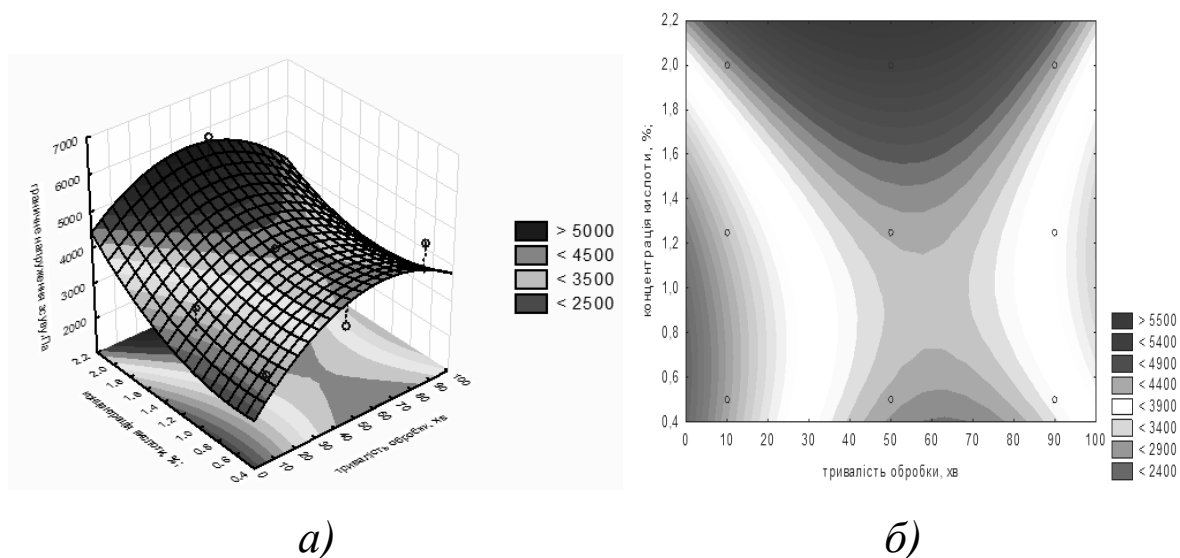


Рис. 4.49. Залежність граничного напруження зсуву від концентрації оцтової кислоти: а – поверхня відгуку, б – ізолії її перетинів

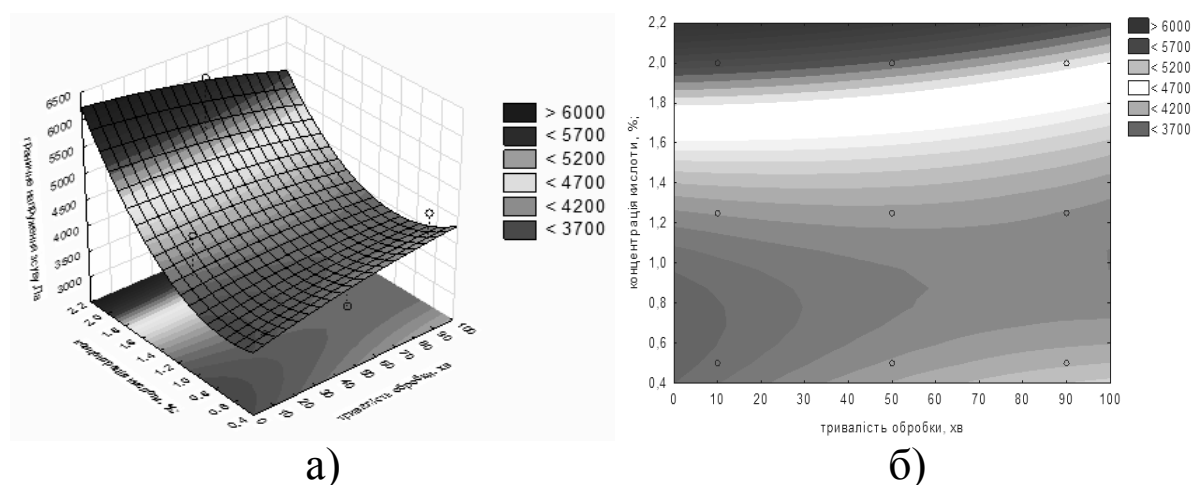


Рис. 4.50. Залежність граничного напруження зсуву від концентрації яблучної кислоти (С,%): а – поверхня відгуку, б – ізолії її перетинів

Для продукту маринованого в розчині з яблучною кислотою спостерігається протилежний ефект. Міжфакторна взаємодія та тривалість обробки окремо (як в лінійному та і в квадратичному випадках) мають негативний вплив на ГНЗ, тобто консистенція стає менш щільною, септи розшаровуються,

тощо (рис. 4.50). Це підтверджує, що яблучна кислота має «м'якший вплив» на м'язову тканину при маринуванні в її розчині, ніж лимонна і винна, при використанні яких можливе отримання більш жорсткої консистенції філе.

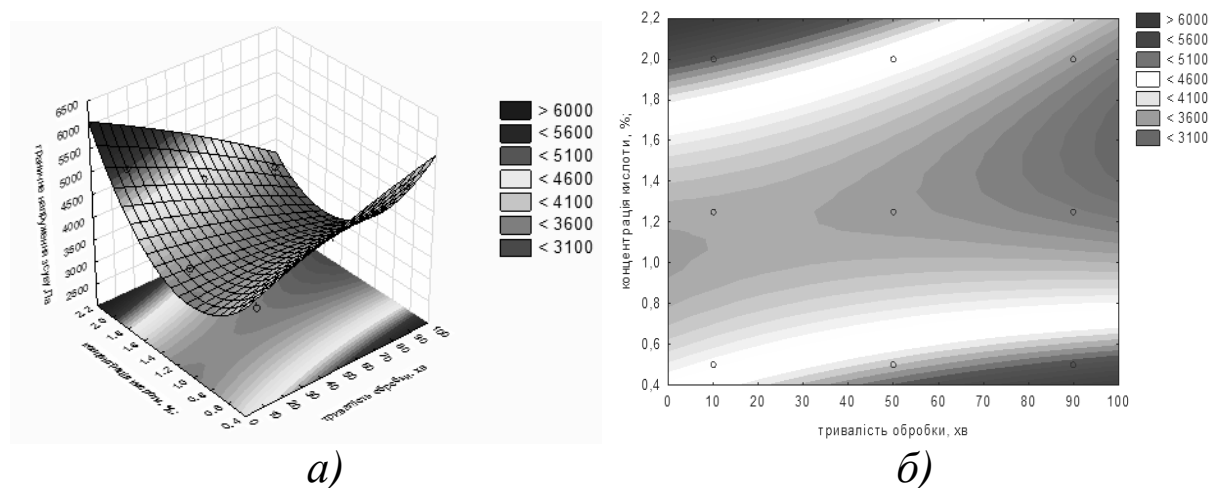


Рис. 4.51. Залежність граничного напруження зсуву від концентрації лимонної кислоти ($C, \%$): а – поверхня відгуку, б – ізолінії її перетинів

У випадку використання лимонної кислоти високої концентрації і при тривалій обробці має негативний вплив на м'язову структуру напівфабрикату і зумовлює денатурацію його білка і надає жорсткості консистенції (рис. 4.51).

Оцінювання дії яблучної та винної кислоти на ГНЗ філе коропа дозволило встановити, що лінійний коефіцієнт концентрації винної кислоти має негативний вплив на відмінно від концентрації яблучної, але ступінь впливу цих факторів майже однаковий, про що свідчать однакові за величиною значення коефіцієнтів (див.рис. 4.48). Проте аналіз поверхні відгуку (рис. 4.52) щодо взаємодії факторів показує, що консистенція ущільнюється зі збільшенням концентрації кислоти.

Для моделей процесу (рівняння 4.4.1–4.4.2) були знайдені критичні точки, в яких функції змінюють свій напрямок. Для оцтової кислоти це концентрація 0,94% і тривалість 58,6 хвилин, для яблучної – 1,58% та 40 хвилин, для лимонної – 1,15% та 20 хвилин і для винної – 0,94% протягом 78 хвилин.

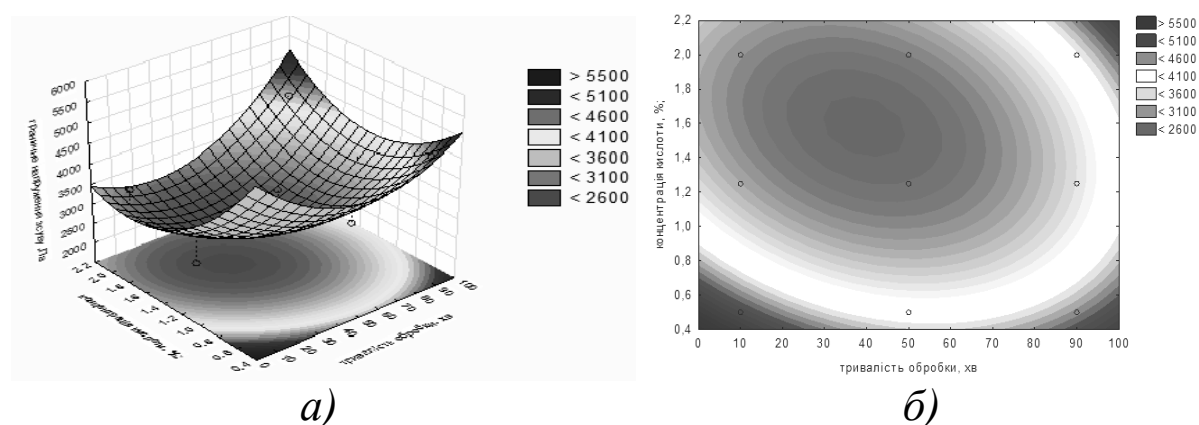


Рис. 4.52. Залежність граничного напруження зсуву від концентрації винної кислоти (С,%): а – поверхня відгуку, б – ізолії її перетинів

Розроблення технології пресервів на основі прісноводної риби з пряно-ароматичними коренеплодами

Розробка рецептур та технологія виготовлення пресервів проводилися за результатами проведених експериментальних досліджень з урахуванням впливу пряно-ароматичних компонентів на якість готових виробів.

За результатами експериментальних досліджень, оптимальна концентрація пряно-ароматичних коренеплодів склала 5%. В якості контролю було взято зразок, виготовлений без вмісту рослинних добавок.

Рецептури пресервів представлені в табл. 4.43.

Таблиця 4.43

Характеристика рецептурного складу пресервів

Інгредієнти	Рецептурний склад, кг на 100 кг продукції			
	пресерви контроль	пресерви з імбирем	пресерви з петрушкою	пресерви з хріном
Риба (короп)	75	70	70	70
Імбир	—	5	—	—
Корінь петрушки	—	—	5	—
Корінь хрину	—	—	—	5
Заливка	25	25	25	25

Рецептура оцтово-масляної заливки наведена в табл. 4.44

Таблиця 4.44

Рецептура оцтово-масляної заливки

Найменування компонентів	Рецептурний склад, кг на 100 кг заливки
Сіль	16,5
Оцет	1,5
Духмяний перець	0,4
Перець чорний	0,4
Гвоздика	0,4
Олія соняшникова	40,35
Олія лляна	40,35
Лавровий лист	0,1
Всього	100,0

Дослідні роботи по виготовленню пресервів проводилися в лабораторних умовах НУБіП України на кафедрі технології м'ясних, рибних та морепродуктів та у промислових умовах ТОВ «УКРХАРЧОПРОМКОМПЛЕКС» та ТОВ «РИБКОП-ПРОДУКТ».

Технологічна схема виготовлення пресервів зображена на рис.4.53.

Технологічний процес складається з наступних основних етапів:

Сортування

Рибу сортують за якістю.

Миття

Миють рибу у чистій проточній воді, яка відповідає ГОСТу 2874-82, щоб видалити забруднення та пісок. Температура води не перевищує 15° С.

Розбирання, знешкурення

Видаляють луску, хвостовий плавник зрізають прямим зрізом на відстані 1,5 см від середніх променів, інші плавники – на рівні кожного покрову, нутрощі видаляють шляхом розрізання черева, голову відділяють із плечовими кістками.

Після розбирання нарізали рибу на філе, розрізаючи тушку на дві повздовжні половини, видаляючи хребтову та великі реброві кістки, та кінцеве промивання холодною проточною водою. Підготовлений філе-напівфабрикат знешкурювали.

Миття і стікання вологи

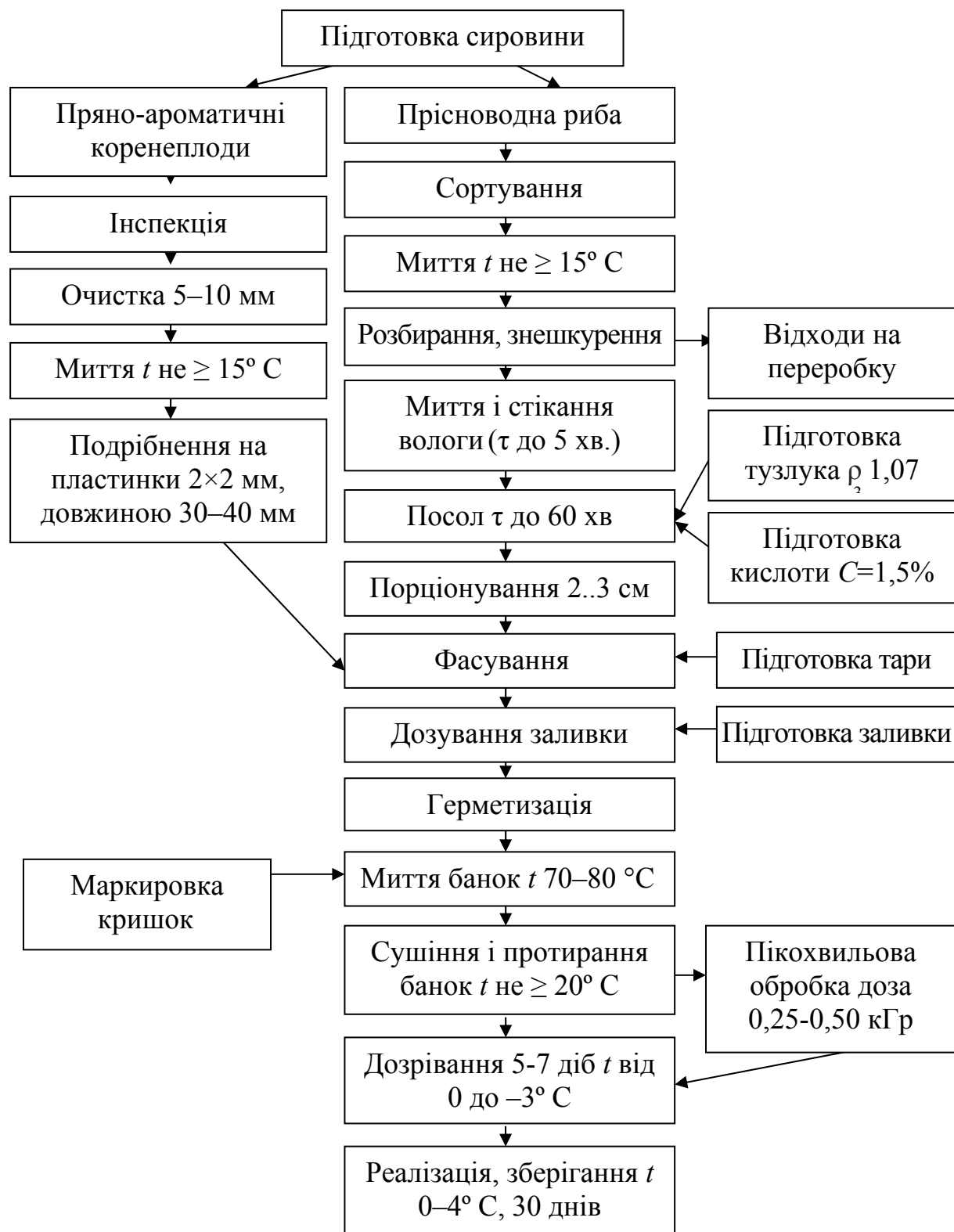


Рис. 4.53. Технологічна схема виробництва пресервів з прісноводної риби і пряно-ароматичних коренеплодів

Розібрану рибу ретельно промивають в проточній воді температурою не вище 15° С до повного видалення залишків внутрішніх органів, слизу, крові, піску та інших забруднень.

Посол

Знешкурене філе солили тузлучним посолом при густині сольового розчину 1,07 г/см³, концентрацією NaCl 10% та з додаванням яблучної кислоти 1,5%.

Порціонування

Рибу нарізали на філе-шматочки при цьому на поперечні шматочки шириною 2..3 см.

Підготовка пряно-ароматичних коренеплодів

Інспекція

Рослинну сировину інспектують і сортують вручну, видаляючи екземпляри з механічними пошкодженнями, в'ялі або пошкодженні хворобами або с/г шкідниками.

Очистка

Очистка пряно-ароматичних коренеплодів (петрушка, хрін, імбир) полягає у зрізанні залишків зелені і верхньої позеленівшої частини коренеплоду (по лінії зеленої границі в межах 5–10 мм) і всіх дрібних бокових відростків. Очистку коренеплодів від шкірки проводять вручну.

Миття

Очищені коренеплоди споліскують під душем.

Подрібнення

Коренеплоди нарізають на тонкі пластинки перетином 2×2 мм, довжиною 30–40 мм, або при необхідності кубиками з величиною ребра 3...5 мм. Підготовлені пряно-ароматичні коренеплоди подають на фасування.

Підготовка заливки

При підготовці оцтово-масляної заливки використовували поварену сіль не нижче 1-го сорту, що відповідає вимогам згідно ДСТУ 3583-97. Прянощі інспектують, проводять магнітне сепарування для видалення металевих домішок. Заливку готують наступним чином: у підготовлену ємність вносили сіль, прянощі, соняшникову та лляну олію 1:1. Підготовлену суміш нагрівали до кипіння і кип'ятили протягом 3 хв., охолоджували до $45 \pm 2^{\circ}\text{C}$ і в кінці додавали оцет, а потім фільтрували.

Фасування

В підготовлену тару вкладають філе-шматочки поперечним зрізом до денця в один або два ряди зовнішньою стороною до корпусу банки. Потім додають коренеплоди згідно рецептури.

Дозування заливки

В наповнену тару рибою та коренеплодами дозують заливку. Переповнення банок не допускається.

Герметизація

Після фасування і внесення заливки, банки закривають чистими кришками, перевіряють на герметичність.

Миття банок

Після закупорювання банки миють, щоб видалити рештки жиру та інші забруднення. Якщо на банках жиру немає, то їх обмивають гарячою водою під душем. Для видалення жиру банки миють 0,5-м розчином лугу, до якого інколи додають рідке калієве мило. Мийний розчин підігрівають до $70\text{--}80^{\circ}\text{C}$. Після миття лугом банки промивають чистою водою.

Сушіння і протирання банок

Протираються банки і сушаться в шафах при температурі повітря не більше 20°C .

Дозрівання, зберігання

Для дозрівання пресерви поміщають в холодильну камеру, де витримують при температурі від 0 до -3°C . На початку процесу зберігання не можна підтримувати дуже низьку температуру, щоб виключити підморожування риби. Термін зберігання пресервів при температурі $0-4^{\circ}\text{C}$ протягом 30 днів із дня виготовлення.

Реалізація

По закінченні процесу дозрівання пресерви формують у вагонні партії і реалізують.

Апаратурно-технологічна схема виробництва пресервів наведена на рис. 4.54.

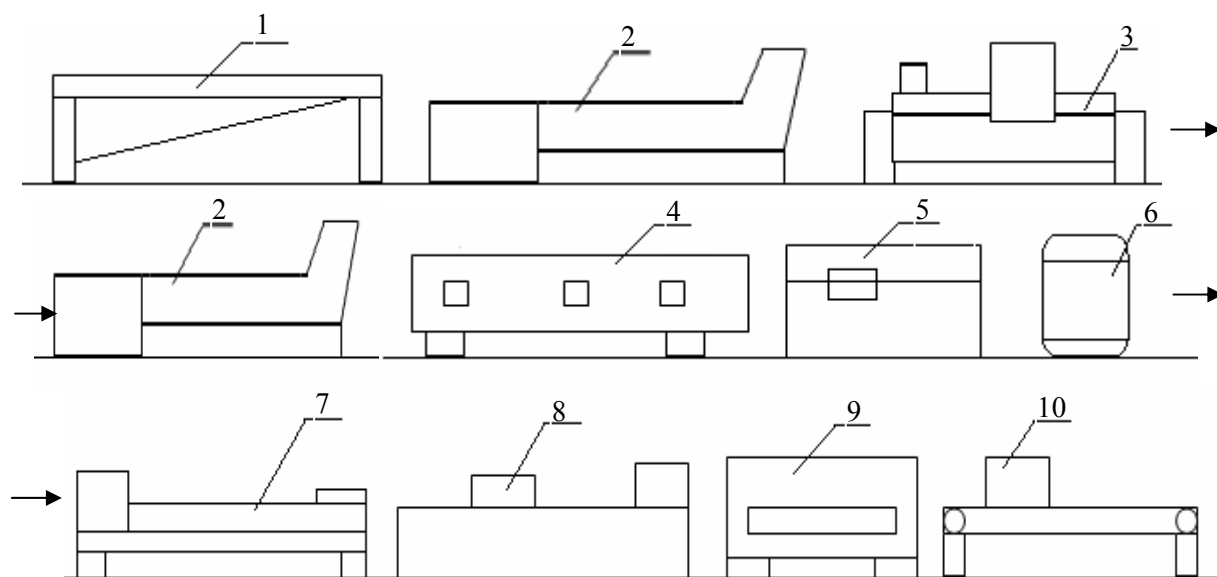


Рис. 4.54. Апаратурно-технологічна схема виробництва пресервів: 1 – сортувальна машина; 2 – машина для видалення забруднень РМ-2М; 3 – риборозбиральна машина ІРА-104; 4 – ванна для соління; 5 – філетувальна машина Баадер-99; 6 – варильний котел; 7 – дозувальний апарат, ваги CAS DB-300H; 8 – Машина Flottwerk ZS 3 для очищення та миття овочів; 9 – закупорювальна машина та для миття банок; 10 – етикетувальна машина

Характеристика органолептичних показників, хімічного складу та біологічної цінності пресервів

Органолептична оцінка пресервів дозволяє отримати об'єктивні дані про якість продукції за важливими для споживача показниками, такими як зовнішній вигляд, смак і запах, колір, консистенція, якість заливки.

Результати досліджень органолептичних показників якості дослідних зразків пресервів упродовж терміну зберігання представлені на рис. 4.55–4.57.

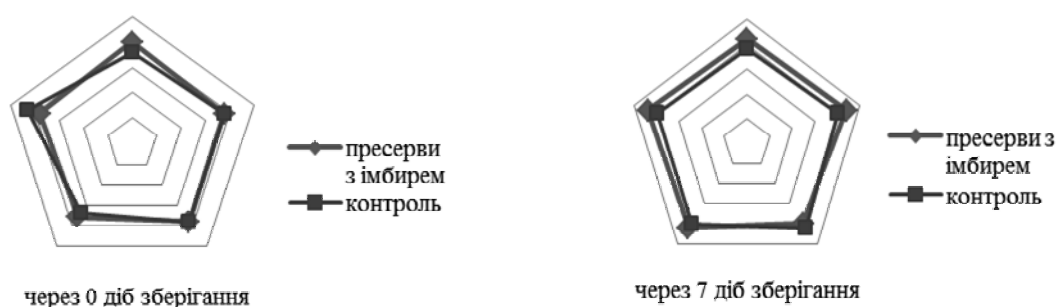


Рис. 4.55. Профілограми органолептичної оцінки пресервів з імбирем



Рис. 4.56. Профілограми органолептичної оцінки пресервів з петрушкою



Рис. 4.57. Профілограми органолептичної оцінки пресервів з хроном

Поєднання соленого коропу з імбиром, петрушкою та хроном поліпшує зовнішній вигляд, колір пресервів у порівнянні з контрольним зразком. У процесі дозрівання усі органолептичні показники пресервів з використанням білих коренеплодів мали найбільшу оцінку у балах у порівнянні з контрольними зразками.

Таким чином, поєднання прісноводної риби з пряно-ароматичними коренеплодами визначило поліпшення таких органолептичних показників, як зовнішній вигляд одразу після виготовлення пресервів та більш виражене пом'якшення консистенції, смаку, запаху у процесі дозрівання на протязі 7 днів.

Харчова цінність продуктів залежить від комплексу показників, серед яких визначення вмісту макронутрієнтів займає важливе місце.

Результати досліджень хімічного складу пресервів з коропу та пряно-ароматичних коренеплодів наведені у табл. 4.50.

Таблиця 4.50

**Загальний хімічний склад рибних пресервів,
($n=5, p \leq 0,05$)**

Зразки пресервів	Масова частка, % від загального хімічного складу					Енергетична цінність	
	вологи	білку	жиру	мінеральних речовин	клітковини	ккал	кДж
Контроль	70,49± 1,88	11,85± 0,73	9,36±0 ,65	8,29±0 ,61	–	269,64	1128,17
Пресерви з імбиром	62,90± 1,47	14,93± 0,74	10,61± 3,02	9,55±0 ,23	2,0± 0,03	262,21	1097,09
Пресерви з хроном	59,61± 1,78	15,88± 0,81	11,99± 2,78	9,93±0 ,41	2,5± 0,03	274,43	1148,22
Пресерви з петрушкою	64,65± 1,69	13,68± 0,31	10,01± 2,06	10,15± 0,66	1,5± 0,03	286,81	1200,01

Пресерви з петрушкою характеризуються більш значенням енергетичної цінності. Вміст білку у дослідних зразках коливається від 7,93 до 8,68% в порівнянні з контролем, який становить 5,85 %; жиру – від 10,61 до 11,99%, що вище ніж у контрольному зразку на 1%. Усі пресерви з коренеплодами на 1–1,2% містять вище мінеральних сполук у порівнянні із контролем. Це зумовлено тим, що рослинні добавки (імбир, хрін, петрушка) містять широкий спектр мінеральних речовин та у комплексі з рибною сировиною сприяють збагаченню ними готових пресервів.

Амінокислотний склад білків харчових продуктів відображає їх біологічну цінність, відповідність ідеальному білку і цілому комплексу показників (табл. 4.51.)

Дані таблиці 4.51 свідчать про високий вміст окремих незамінних амінокислот в порівнянні з контрольним зразком, а саме фенілаланіну 776 до 1068 мг/100 г, а також спостерігається більший вміст валіну, лейцину, лізину та треоніну.

Таблиця 4.51

**Амінокислотний склад білку рибних пресервів,
мг на 100 г продукту**

Амінокислоти	Контроль	Пресерви з імбиром	Пресерви з хроном	Пресерви з петрушкою	Адекватний рівень споживання, мг/добу [34]
Валін	307	454	683	430	2500
Ізолейцин	488	389	541	427	2000
Лейцин	819	766	916	839	4600
Лізин	1116	892	1102	949	4100
Треонін	457	484	629	449	2400
Метіонін+цистін	477	420	353	475	
Триптофан	сліди	сліди	сліди	сліди	800
Фенілаланін+тирозін	541	664	585	804	6900
Сума незамінних	4205	4069	4809	4373	23300
Гістидин	558	423	495	522	2100
Аргінін	306	182	258	191	6100
Аспаргінова кислота	1331	1212	1370	1253	12 200
Серин	443	467	585	475	8300
Глутамінова кислота	1682	1438	1715	1435	13600
Пролін	72	285	239	284	4500
Гліцин	538	507	607	558	5600
Аланін	779	652	628	614	6600
Тирозин	418	273	369	271	
Сума замінних	6127	5439	6266	5603	59000
Разом	10332	9508	11075	9976	82300

Характеризуючи вміст замінних амінокислот, то спостерігається високий вміст проліну від 265 до 316 мг/100 г, а вміст гістидину та аланіну менший в порівнянні з контрольним зразком.

Важливим показником біологічної цінності білків є відповідність вмісту незамінних амінокислот ідеальному білку (табл. 4.52).

Таблиця 4.52

**Оцінка відповідності амінокислотного складу пресервів
з пряно-ароматичними коренеплодами ідеальному білку
зі шкалою ФАО/ВОЗ, г/100 г білку**

Амінокислота	Пресерви				Ідеальний білок за ФАО/ВОЗ
	Контроль	з імбиром	з хроном	з петрушкою	
Валін	1,79	3,60	5,38	3,73	5,00
Ізолейцин	2,85	3,08	4,26	3,71	4,00
Лейцин	4,79	6,07	7,21	7,28	7,00
Метіонін+Цистін	2,79	3,33	2,78	4,12	3,50
Треонін	2,67	3,84	4,96	3,89	4,00
Фенілаланін+Тирозин	5,61	7,43	7,52	9,33	6,00
Триптофан	сліди	сліди	сліди	сліди	1,00
Лізін	6,53	7,07	8,68	8,24	5,50
Всього	27,03	34,42	40,79	40,3	36,0

Дані таблиці 4.52 свідчать, що сума незамінних амінокислот у білку пресервів з хроном та петрушкою перевищує їх кількість у ідеальному білку, а у білку контрольного зразка і білку пресервів з імбиром не досягає цього рівня. Проте спостерігається великий вміст лейцину, лізину, фенілаланіну+тирозину, які є досить важливими для людського організму.

Лейцин захищає м'язові тканини і є джерелом енергії, а також сприяє відновленню кісток, шкіри, м'язів. Лейцин також знижує рівень цукру в крові і стимулює виділення гормону росту [40].

Лізін необхідний для нормального формування кісток і зростання дітей, сприяє засвоєнню кальцію і підтримці нормального обміну азоту у дорослих, бере участь у синтезі антитіл, гормонів, ферментів, формуванні колагену і відновлення тканин.

Тирозин пригнічує апетит, сприяє зменшенню відкладення жирів, виробленню мелатоніна і покращує функції надниркових залоз, щитовидної залози і гіпофіза. Синтезується з фенілаланіну в організмі людини [41].

Жирнокислотний склад пресервів визначали в пресервах з використанням соняшникового масла і в пресервах в поєднанні соняшникового масла з лляним у співвідношенні 1:1. Жирнокислотний склад пресервів з використанням соняшникового масла наведений у таблиці 4.53.

Таблиця 4.53

**Жирнокислотний склад ліпідів пресервів з коропа
та пряно-ароматичної сировини з використанням
соняшникового масла**

Жирні кислоти	Код ЖК	Вміст жирних кислот, % від загальної їх кількості				Рекомендована кількість, г/добу [34]
		Контроль	Пресерви з імбирем	Пресерви з хрінном	Пресерви з петрушкою	
Насичені (НЖК), в т.ч.		24,802	29,923	30,780	29,926	25
мірістинова	14:0	0,094	0,115	1,070	0,078	
пальмітинова	16:0	20,517	25,632	25,444	25,585	
стеаринова	18:0	3,643	3,589	3,621	3,574	
арахінова	20:0	0,143	0,139	0,180	0,148	
нонадеканова	19:0	0,405	0,448	0,465	0,541	
Мононенасичені (МНЖК), в т.ч.		33,144	38,047	38,131	38,173	30
пальмітоолеїнова	16:1	5,100	5,092	5,111	5,115	
ω9 олеїнова	18:1	15,850	20,789	20,851	20,875	
ω9 елаїдинова	18:1	12,136	12,150	12,150	12,168	
гадолеїнова	20:1	0,058	0,016	0,020	0,015	
Поліненасичені (ПНЖК), в т.ч.		12,827	14,055	13,162	14,116	11
лінолева ω6	18:2	6,093	7,150	6,150	7,168	
ліноленова ω3	18:3	6,090	6,256	6,300	6,300	
ейкозадієнова	20:2	0,644	0,649	0,712	0,648	

Вміст групи насичених кислот у всіх зразках пресервів перевищує рекомендовану кількість виключно контрольний, у якому сума цих кислот наближається до рекомендованої кількості. Серед насичених кислот домінуючою є пальмітинова, вміст якої у експериментальних зразках з різними пряно-ароматичними коренеплодами вище ніж у контрольному на 5%.

Кількість мононенасичених кислот вище рекомендованому значенню як у контрольному зразку, так і у всіх рецептурах експериментальних пресервів, однак у останніх їх було значно вище. Домінуючою кислотою серед цієї групи є $\omega 9$ олеїнова, кількість якої у пресервах з коренеплодами перевищує їх кількість у контрольному зразку на 5%. Сумарна кількість та вміст окремих поліненасичених жирних кислот як у контрольному зразку, так і в пресервах з різними коренеплодами не суттєво відрізнялись між собою та відповідали рекомендованому значенню добової потреби.

Як видно із табл. 4.53 зміни жирнокислотного складу пресервів пов'язані головним чином зі збільшенням кількості поліненасичених жирних кислот, які були внесені з додаванням соняшникової олії, що є позитивним фактором, адже вони приймають участь у побудові клітин різних тканин, регулюють ліпідний обмін і нормальний розвиток організму, обумовлюють еластичність стінок кровоносних судин, здійснюють інгібуючий вплив на холестериногенез в організмі людини та їх нестача може призвести до серйозних порушень [42, 43].

Жирнокислотний склад пресервів з використанням соняшникового та лляного масла наведений у табл. 4.54.

Згідно результатів таблиці 4.54 слідує, що вміст насичених і мононенасичених жирних кислот в порівнянні з рекомендованою кількістю в дослідних зразках нищий, але збагачення пресервів проходить за рахунок високого вмісту поліненасичених жирних кислот, а саме лінолевої кислоти, якою багате лляне масло. Ліолева кислота служить в основному як постачальник енергії, виконує важливу роль в лікуванні та профілактиці серцево-судинних захворювань, таких як ішемічна хвороба серця, гіпертонічна хвороба, гіперліпопротеїдемії, завдяки своїй гіполіпідемічній, антиагрегантній і гіпотензивній дії [42].

Таблиця 4.54

**Жирнокислотний склад ліпідів пресервів з коропа
та пряно-ароматичної сировини з використанням
соняшникового та лляного масла**

Жирні кислоти	Код ЖК	Вміст жирних кислот, % від загальної їх кількості				Рекомендована кількість, г/добу [34]
		Контроль	Пресерви з імбирем	Пресерви з хріном	Пресерви з петрушкою	
Насичені (НЖК), в т.ч.		24,802	10,051	10,091	10,820	25
тридеканова	13:0	—	0,166	0,214	0,330	
пальмітинова	16:0	20,517	5,702	5,714	6,431	
стеаринова	18:0	3,643	3,883	3,882	3,852	
арахінова	20:0	0,143	0,300	0,281	0,207	
нонадеканова	19:0	0,405	—	—	—	
мірістинова	14:0	0,094	—	—	—	
Мононенасичені (МНЖК), в т.ч.		33,144	22,370	22,134	22,180	30
пальмітоолеїнова	16:1	5,100	—	—	—	
ω9 олеїнова	18:1	15,850	22,370	22,134	22,180	
ω9 елаїдинова	18:1	12,136	—	—	—	
гадолеїнова	20:1	0,058	—	—	—	
Поліненасичені (ПНЖК), в т.ч.		12,827	67,333	67,510	66,758	11
лінолева ω6	18:2	6,093	59,971	60,088	59,579	
ліноленова ω3	18:3	6,090	6,460	6,511	6,375	
ліноленова ω6	18:3	—	0,294	0,257	0,224	
арахідонова	20:4	—	0,608	0,654	0,580	
ейкозадієнова	20:2	0,644	—	—	—	

Показники біологічної ефективності ліпідів пресервів з коропа та пряно-ароматичними коренеплодами з використанням соняшникового масла та з соняшnikово-лляного масла наведені у табл.4.55

Таблиця 4.55

**Показники біологічної ефективності ліпідів пресервів
з коропа та пряно-ароматичними коренеплодами
з використанням соняшnikового масла**

Ліпіди	Співвідношення типів ЖК			
	НЖК:МНЖК: ПНЖК	ПНЖК: НЖК	С18:2: С18:1	ω6:ω3
Ідеальний ліпід [44]	1:1:1	0,2:0,4	> 0,25	3:1
З соняшnikовим маслом				
Контроль	1:1,34:0,52	0,52:1	1:2,60	1:0,99
Пресерви з імбирем	1:1,27:0,47	0,47:1	1:2,91	1:0,87
Пресерви з хріном	1:1,24:0,43	0,43:1	1:3,39	1:1,02
Пресерви з петрушкою	1:1,28:0,47	0,47:1	1:2,91	1:0,88
З соняшnikовим та лляним маслом				
Контроль	1:1,34:0,52	0,52:1	1:2,60	1:0,99
Пресерви з імбирем	1:2,23:6,69	6,69:1	—	1:0,11
Пресерви з хріном	1:2,19:6,69	6,69:1	—	1:0,11
Пресерви з петрушкою	1:2,05:6,17	6,17:1	—	1:0,11

Ступінь засвоєння жирних кислот ліпідів залежить від співвідношення окремих жирних кислот та характеризує їх біологічну ефективність [42–44].

Співвідношення окремих класів ліпідів не відповідає рекомендаціям, запропонованим фахівцями з нутриціології. Відомо, що рекомендоване співвідношення ПНЖК родини ω6/ПНЖК ω3 в раціоні здорової людини становить 10:1, а у випадках патології ліпідного обміну – 5:1 і даже 3:1. Однак, найбільший дефіцит в дієті відзначають для жирних кислот ω3. Тому, виявлений нами високий вміст ω3 в ліпідах пресервів свідчить про їх високу біологічну ефективність.

Характеристика впливу пряно-ароматичних коренеплодів на мінеральний склад пресервів з коропа наведена в табл. 4.56.

Таблиця 4.56

Вплив пряно-ароматичних коренеплодів на мінеральний склад пресервів з прісноводної риби коропу, мг/100 г

Мінеральні елементи	Досліджувані пресерви:				Адекватний добовий рівень споживання, мг/добу [34]
	контроль	з імбирем	з хріном	з петрушкою	
Калій	83,51±2,11	93,89±2,02	108,87±3,09	97,21±2,43	2500
Кальцій	15,43±0,69	21,69±0,61	21,81±1,06	28,99±1,02	1250
Сірка	19,11 ±3,61	22,73±0,30	26,77±5,49	20,23±3,98	10
Залізо	0,15±0,02	0,59±0,03	0,22±0,03	0,26±0,03	10-15
Манган	—	0,17±0,02	0,01±0,005	0,03±0,006	—

В пресервах з пряно-ароматичними коренеплодами у порівнянні з контрольним зразком суттєво підвищено рівень усіх мінеральних елементів, що свідчить про доцільність внесення пряно-ароматичних коренеплодів у даний продукт з метою збагачення його важливими мінеральними елементами для отримання більш цінного і корисного продукту харчування.

Визначення вмісту токсичних елементів у складі пресервів є однією з важливих характеристик їх безпечності (табл. 4.57).

Таблиця 4.57

Масова частка токсичних елементів у пресервах з пряно-ароматичними коренеплодами, мг/100 г ($n=5$, $p \leq 0,05$)

Найменування показників	Досліджувані пресерви:				Допустимі рівні, мг/100 г, не більше [35]
	контроль	з імбирем	з хріном	з петрушкою	
Мідь	0,03±0,005	0,05±0,007	0,03±0,01	0,06±0,01	1,0
Цинк	0,20±0,01	0,59±0,02	0,19±0,02	0,25±0,02	4,0

Закінчення табл. 57

Найменування показників	Досліджувані пресерви:				Допустимі рівні, мг/100 г, не більше [35]
	контроль	з імбирем	з хріном	з петрушкою	
Рубідій	0,09±0,005	0,25±0,009	0,01±0,003	0,01±0,006	не нормується
Стронцій	0,39±0,01	0,39±0,01	0,64±0,02	0,82±0,02	не нормується
Нікель	0,02±0,004	0,009±0,002	0,02±0,01	0,01±0,005	не нормується

Згідно з результатів таблиці 4.57 додавання пряно-ароматичних коренеплодів до складу пресервів не супроводжується підвищенням рівня токсичних елементів, що гарантує безпечність і придатність їх для споживання.

Таким чином, збагачення рецептури пресервів на основі прісноводних риб широкою гамою рослинних добавок підвищує їх харчову цінність і дозволяє отримати продукт цінний такими життєво важливими нутрієнтами, як вуглеводам, кальцієм, калієм, фосфором, сіркою, натрієм, магнієм, манганом та залізом.

Дослідження змін показників якості та безпеки пресервів під час зберігання

Пресерви – це харчові продукти, які зберігають протягом певного періоду в охолодженому стані. В залежності від складу сировини та особливостей її обробки (пастеризації, ПВО, кислотам, ферментами та ін.) термін зберігання може бути від 30 діб до 6 міс. У процесі зберігання пресервів відбуваються процеси їх дозрівання та псування, які супроводжуються зміною органолептичних та комплексу фізико-хімічних показників і показників безпечності.

Результати досліджень органолептичних показників якості дослідних зразків пресервів упродовж терміну зберігання представлені на рис. 4.58.

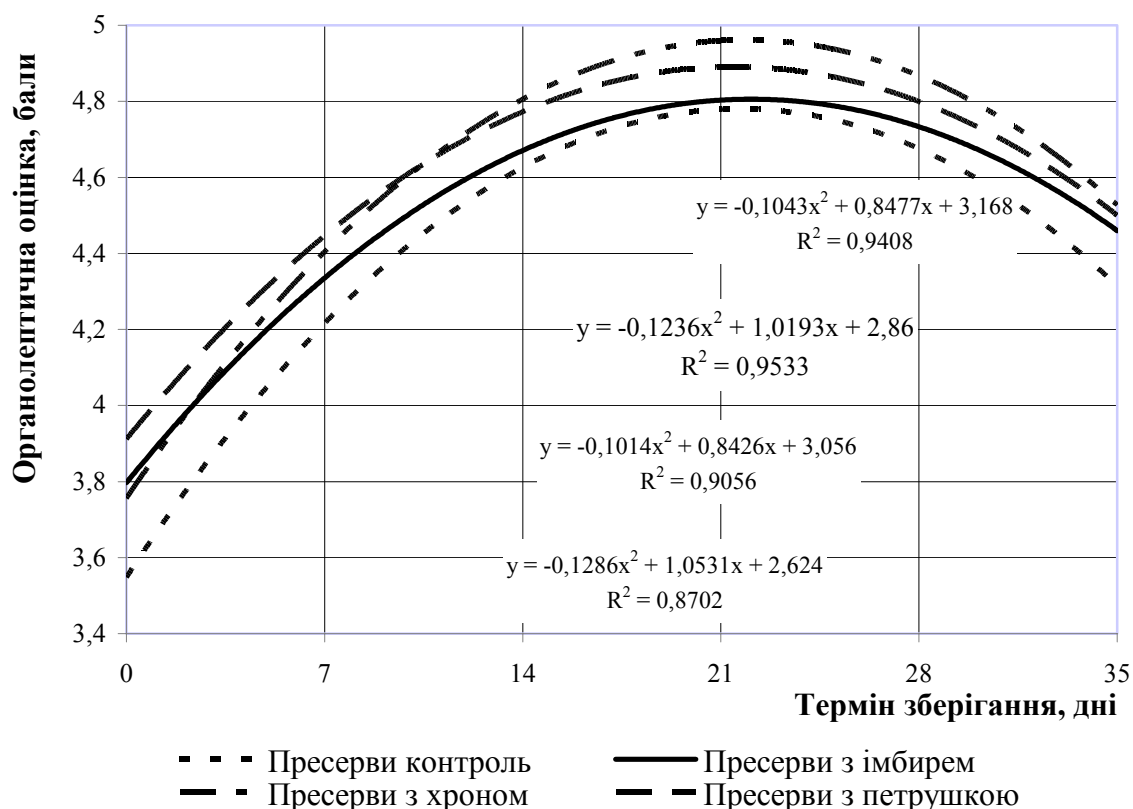


Рис. 4.58. Зміна органолептичних показників зразків пресервів упродовж терміну зберігання

Динаміка змін органолептичних показників не спостерігає суттєвих змін в залежності від рецептурного складу. Після виготовлення у всіх зразках відмічена тенденція поліпшення зовнішнього вигляду, смаку, запаху, консистенції та кольору. Пресерви з хроном відрізнялись від других зразків більш вишуканішою гамою смаку та запаху. Після 7 діб зберігання слід відмітити готовність пресервів до споживання.

Результати органолептичної оцінки свідчать, що найкращі результати отримали пресерви з хроном на 21 добу зберігання. Саме наявність в хроні глюкозиду сінігрину надає пресервам приємний гоструватий специфічний смак та запах [32].

Пресерви з імбиром, петрушкою мають нищі бали в порівнянні з пресервами з хроном, але вони не поступаються контролю. Наявні ефірні масла в петрушці обумовлюють характерний запах пресервів, а багатство імбиру на фенолоподібні речовини: гінгерол та шогаол зумовлюють появі в пресервах пряного приємного аромату. Дослідні зразки на 21 добу зберігання мають гармонійний, властивий дозрілій рибі смак, з відчутним приємним присмаком кислоти, масел та пряно-ароматичних коренеплодів. Найменшою кількістю балів за комплексом органолептичних показників характеризувався контрольний зразок.

Важливим показником, який характеризує процес дозрівання пресервів є буферність, величини якої визначає буферну ємність продуктів гідролітичного розщеплення білку [5, 7].

Динаміка буферності пресервів при дозріванні та зберіганні представлена на рис. 4.59.

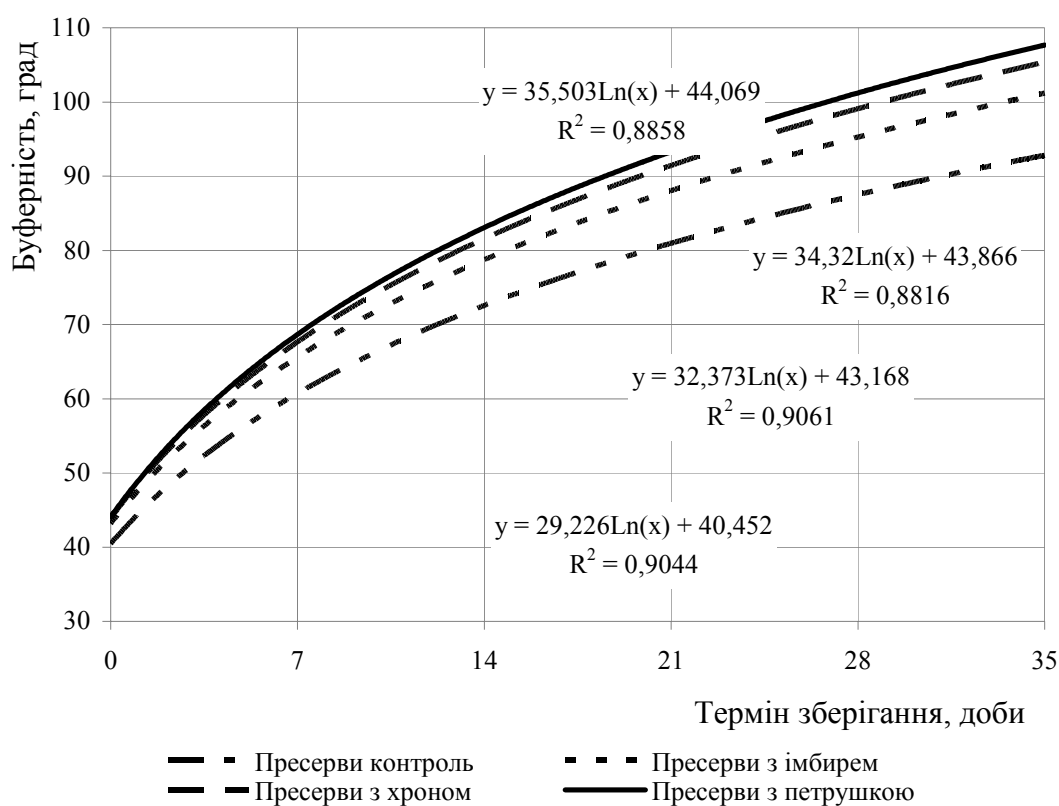


Рис. 4.59. Динаміка буферності пресервів під час зберігання

Як видно з рис. 4.59 буферна ємність збільшується протягом усього терміну досліджень пресервів, що свідчить про процеси гідролітичного розкладу білку, типичного для дозрівання. Менш інтенсивно ці процеси проходили у контрольному зразку, більш інтенсивно – у пресервах з петрушкою і хроном. На основі цих даних можна припустити, що у коренеплодах петрушки та хрому є сполуки, які впливають на ферменти протеолітичної і таким чином прискорюють процес дозрівання пресервів. На протязі усього періоду зберігання буферна ємність пресервів постійно збільшувалась, що свідчить о поступовому накопиченню продуктів гідролізу білку.

Визначено, що процес дозрівання харчової продукції пов'язаний з гідролізом білкових речовин у результаті активації власних ферментів м'язевої тканини, мікроорганізмів та накопиченням продуктів гідролізу – пептидів, амінокислот, сірководню та азоту легких основ. Ці сполуки присутні і у свіжій риби, однак у процесі зберігання чи сировини, чи будь якого продукту, їх кількість збільшується. На рисунку 4.60. наведено результати наших досліджень динаміки зміни АЛО в зразках пресервів.

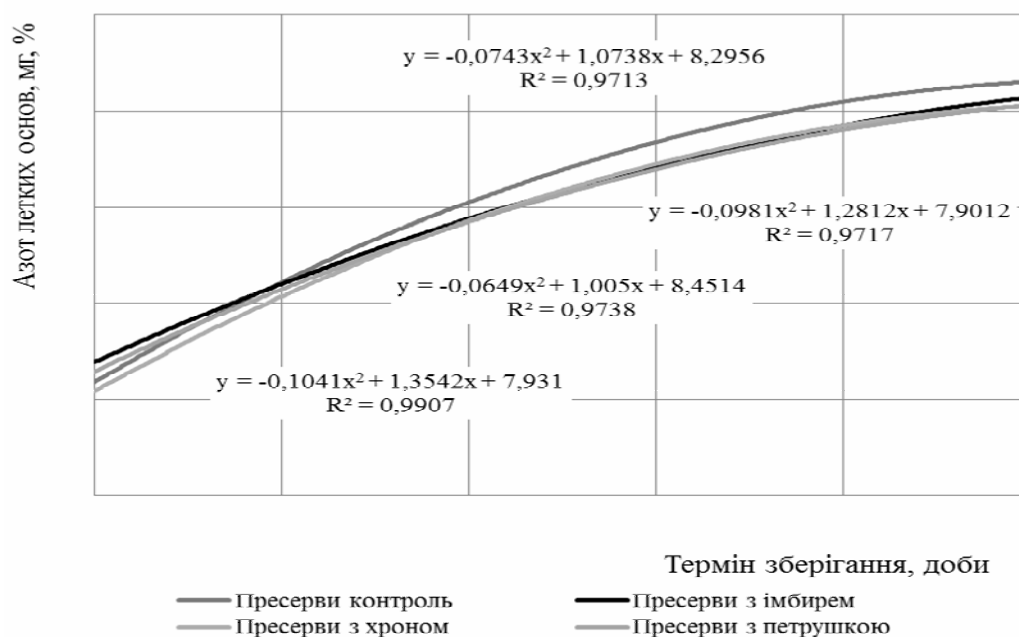


Рис. 4.60. Динаміка змін показників АЛО пресервів з різними коренеплодами під час їх зберігання

Процес гідролізу білкових речовин більш прискорено відбувався у контрольному зразку та у меншому ступеню у зразках з пряно-ароматичними коренеплодами. На основі цих даних можна припустити, що такі пряно-ароматичні коренеплоди, як хрін, петрушка та імбир завдяки вмісту фенолів проявляють антисептичні властивості та затримують активність ферментів мікроорганізмів [32].

Динаміка зміни ТМА також є одним з об'єктивних показників якості сировини та харчових продуктів і свідчить про розклад азотистих речовин [7]. Згідно з результатів наших досліджень у процесі зберігання пресервів відбувається накопичення триметиламіну, його збільшення має лінійний характер в залежності від терміну зберігання і підтверджує загально прийняті закономірності змін азотвмісних речовин при зберіганні рибних продуктів (рис.4.61).

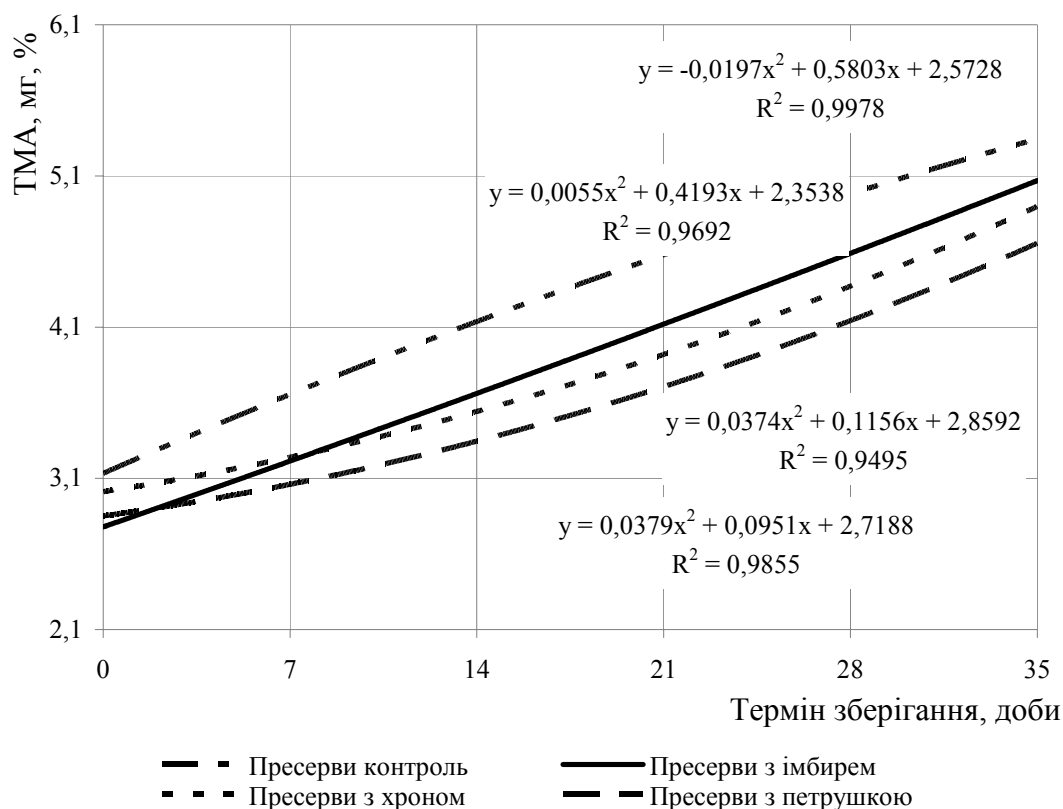


Рис. 4.61. Динаміка змін показників ТМА пресервів з різними коренеплодами під час їх зберігання

У контрольному зразку ці процеси відбувались швидше у порівнянні з дослідними зразками з пряно-ароматичними коренеплодами. У меншій степені вони були виражені у пресервах з петрушкою та хроном.

Показник активної кислотності побічно відображає ступінь активації власних ферментів м'язевої тканини та здатність до дозрівання. Згідно з результатами наших досліджень у різних зразках пресервів відбувається зміна рН у бік кислого середовища на протязі усього терміну зберігання (рис. 4.62).

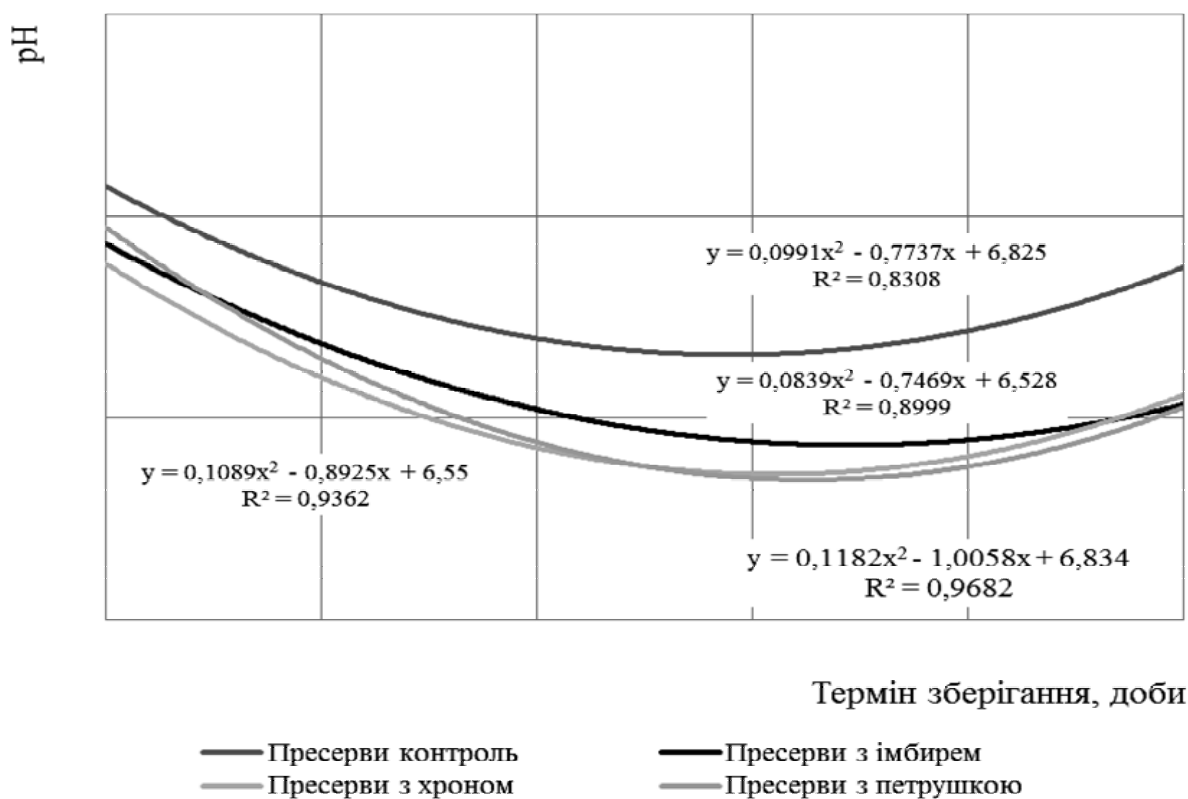


Рис. 4.62. Динаміка змін показників рН пресервів з різними коренеплодами під час їх зберігання

Згідно з сучасних теоретичних уявлень та експериментальних даних про дозрівання активація власних ферментів катепсинів, приймаючих участь у гідролізі білків, відбувається при значення рН 4,5 і нижче [7]. Результати наших даних узгоджуються з цими уявленнями. У процесі зберігання усіх

зразків пресервів відбувається зсув значень рН у кисле середовище і найбільш активно цей процес відбувався у зразках пресервів з петрушкою. Максимальне зниження рН визначено після 21 доби зберігання, після чого відбувається незначна стабілізація цього показника з послідовним підвищенням.

Пресерви відносяться до продукції, яка швидко псується, тому що вони не піддаються термічній обробці і у наших дослідженнях виготовлялись без додавання консерванту, у зв'язку з чим термін її зберігання обмежений. Тому мікробіологічні дослідження є невід'ємною частиною при оцінці її якості та безпеки. Результати мікробіологічних досліджень пресервів в процесі холодильного зберігання представлені в табл. 4.58.

Таблиця 4.58

**Зміни мікробіологічних показників пресервів
в процесі холодильного зберігання**

Найменування показників	Допустимі рівні [35]	Термін зберігання, днів	Зразки пресервів			
			контроль	з імбирем	з хрінном	з петрушкою
Кількість мезофільних аеробних та факультативно-анаеробних мікроорганізмів, КУО в 1 г	Не більше 2×10^5	0	$2,3 \times 10^3$	$1,2 \times 10^3$	$1,6 \times 10^3$	$1,9 \times 10^3$
		7	$3,1 \times 10^3$	$1,8 \times 10^3$	$2,4 \times 10^3$	$2,9 \times 10^3$
		14	$4,5 \times 10^4$	$1,9 \times 10^3$	$3,5 \times 10^3$	$4,1 \times 10^3$
		21	$4,5 \times 10^4$	$1,5 \times 10^4$	$1,6 \times 10^4$	$2,5 \times 10^4$
		28	$3,9 \times 10^4$	$2,1 \times 10^4$	$2,6 \times 10^4$	$3,5 \times 10^4$
		30	$4,5 \times 10^5$	$2,3 \times 10^4$	$3,5 \times 10^4$	$4,3 \times 10^4$
		35	$4,3 \times 10^5$	$2,5 \times 10^5$	$2,7 \times 10^5$	$3,5 \times 10^5$
Бактерії групи кишкових паличок (коліформи), в 0,01 г	Не доп.	0	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено
		7	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено
		14	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено

Закінчення табл. 4.58

Найменування показників	Допустимі рівні [35]	Термін зберігання, діб	Зразки пресервів			
			конт-роль	з імбирем	з хріном	з петрушкою
		21	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено
		28	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено
		30	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено
		35	2 колонії	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено
Плісняви, дріжджі у 0,1 г	Не доп.	0	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено
		7	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено
		14	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено
		21	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено
		28	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено
		30	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено
		35	Виявлено плісень	Виявлено плісень	Виявлено плісень	Виявлено плісень

Із даних табл. 4.58 слід, що у контрольних зразках після виготовлення пресервів і в процесі їх зберігання відзначено кількість МАФАМ вище нж у дослідних. Бактерії групи кишкових паличок були виявлені тільки у контрольних зразках після 35 діб зберігання; дріжджі та плісняви також були визначені у контрольних і експериментальних зразках після 35 діб зберігання.

На основі мікробіологічних показників можна зробити висновок, що контрольні і експериментальні зразки придатні до вживання протягом 30 діб холодильного зберігання та відносяться до безпечних у харчовому відношенні продуктів.

Таким чном, органолептичними дослідженнями визначено сумісність у складі пресервів прісноводних риб та таких пряно-ароматичних коренеплодів, як коріння петрушки, хрону та імбиру.

Теоретично обгрунтовано та експериментально підтверджено використання попередньої обробки соленого напівфабрикату з коропу яблучної кислотою з концентрацією від 0,5 до 1,5% на протязі 30 хвилин для отримання м'якої, ніжної і соковитої консистенції, яка відповідає 5-ти бальній оцінці.

Визначено доцільність обробки соленого ніпівфабрикату з коропу низькими дозами (0,25–0,50 кГр) пікохвильової обробки, яка сприяє прискоренню процесу дозрівання рибних пресервів з імбиром в оцтово-олійній заливці. Поглинання низьких доз пікохвильових випромінювань супроводжується пригніченням росту та розвитку мезофільних аеробних, факультативно анаеробних мікроорганізмів, бактерій групи кишкової палочки, плісені та дріжджів.

Із використанням методу математичного моделювання та сенсорного аналізу розроблено рецептурний склад пресервів з прісноводних риб та пряно-ароматичних коренеплодів.

Науково обґрунтовано та експериментально підтверджено, що використання 70% соленого напівфабрикату риби, 5% пряно-ароматичних коренеплодів та 25% заливки сприяє формуванню привабливої органолептичної характеристики пресервів.

Експериментально підтверджено високі показники харчової і біологічної цінності нових видів пресервів. Енергетична цінність контрольних зразків і пресервів з імбиром не відрізняються, однак у пресервах з хроном та петрушкою вища на 5–15 ккал, відповідно. Біологічна цінність білку нових пресервів з коренеплодами визначається більшою кількістю незамінних амінокислот та високому вмісту лейцину, лізину, фенілаланіну+тирозину у порівнянні з контрольним зразком, у якого усі незамінні амінокислоти лімітуючи, а в експериментальних зразках тільки триптофан та метіонін з цистином.

Біологічна ефективність ліпідів експериментальних зразків визначається більшою сумарною кількістю ПНЖК, жирних кислот $\omega 3$, що дозволяє віднести ці харчові продукти до профілактичних чи функціонального призначення.

В пресервах з пряно-ароматичними коренеплодами у порівнянні з контрольним зразком суттєво підвищено рівень усіх мінеральних елементів, що свідчить про доцільність внесення пряно-ароматичних коренеплодів у даний продукт з метою збагачення його важливими мінеральними елементами для отримання більш цінного і корисного продукту харчування.

За комплексом показників якості і безпеки науково обґрунтовано допустимий термін зберігання пресервів з прісноводних риб та пряно-ароматичними коренеплодами не більш ніж 30 діб при температурі від 0 до +10°C.

Література

1. Леванидов И.П. Технология соленых, копченых и вяленых рыбных продуктов / И.П. Леванидов, Г.П. Ионас, Т.Н. Слуцкая – М. : Агропромиздат», 1987. – 160 с.
2. Миндер Л.П. О созревании соленой сельди / Л.П. Миндер // Труды ВНИРО. – М., 1954. – С. 3–9.
3. Панина М.Н. Исследование процесса созревания малосоленых деликатесных пресервов из балтийской сельди / М.Н. Панина, В.И. Шендерюк, Д.Л. Альшевский // В кн.: Прогрессивные технологии производства из гидробионтов. – Калининград, 2001. – С. 212–220.
4. Воскресенский Н.А. Посол, копчение и сушка рыбы / Н.А. Воскресенский // М.: Пищевая промышленность, 1966. – 563 с.
5. Слуцкая Т.Н. Созревание соленых рыб / Т.Н. Слуцкая // Рыбное хозяйство. – 1991. – № 7. – С. 75–78.
6. Технология ароматизации масла коптильными препаратами и его использование при производстве малосоленых пресервов / О.Я. Мезенова, И.М. Титова, В.П. Терещенко, А.П. Калугина, // Технология деликатесных пресервов и копченой рыбы: Сб.тр. АтлантНИРО. – Калининград, 1991. – С.119–129.
7. Кизеветтер И.В. Технология обработки водного сырья / И.В. Кизеветтер, Т.И. Макарова, В.П. Зайцев // – М. : Пищ. пром-сть, 1976. – 2-е изд., перераб. и доп. – 696 с.
8. Шульгина Л.В. Биологическая оценка влияния консервирующих пищевых добавок на рыбные продукты / Л.В. Шульгина, Л.Ю. Лаженцева, Г.И. Загородная // Современ. состояние водных биоресурсов: науч. конф., посвященной 70-летию С.М. Коновалова, 25–27 мар. 2008 г. – Владивосток : ТИНРО-центр, 2008. – С. 961–963.
9. Технология рыбы и рыбных продуктов : учебник / С.А. Артюхова, В.В. Баранов, И.В. Бражная и др. ; под ред. А.М. Ершова. – М. : Колос, 2010. – С. 1–64.
10. Использование молочнокислых бактерий в технологии производства пресервов / А.Т. Безусов, Л.Б. Добробабина, З.Ю. Средницкая, М.С. Горшунов // Рыбн. хоз-во Укр. – 2005. – № 2. – С. 40–43.

11. Ездакова О.Ю. Использование органических кислот в технологии пресервов, подлежащих хранению при положительных температурах / О.Ю. Ездакова // Пути повышения качества и безопасности рыбных продуктов : сб. науч. трудов. – Калининград. – 2002. – С. 90.
12. Толкачева О.В. Исследование влияния органических кислот и их солей на стабилизацию величины рН и подавление микрофлоры в модельных пресервах / О.В. Толкачева, Б.Л. Нехамкин // Материалы VI Междун. науч.-практич. конф. [«Пр-во рыбной продукции: проблемы, новые технологии, качество»]. – Калининград : АтлантНИРО, 2007. – С. 176–185.
13. Абрамова Л.С. Поликомпонентные продукты питания на основе рыбного сырья / Л.С. Абрамова. – М. : ВНИРО, 2005. – 175 с.
14. Мухин В.А. Разработка стратегии получения ферментативных белковых гидролизатов из тканей морских гидробионтов : автореф. дис. на соиск. уч. степени док. биолог. наук: спец. 03.00.23 «Биотехнология», 03.00.04 «Биологическая химия» / В.А. Мухин. – М., 2003. – 46 с.
15. Донг Б.С. Разработка технологии производства пресервов из объектов аквакультуры на основе биотехнологических приемов / Б.С. Донг // автореферат на дис. канд. техн. наук: 05.18.07 – «Биотехнология пищевых продуктов и биологических активных веществ» / Б.С. Донг. – Воронеж, 2011. – С.23.
16. Солодова Е.А. Влияние аэроионной обработки на микроорганизмы, пищевую и биологическую ценность продукции из морских гидробионтов: автореф. дис. на соиск. науч. степени канд. техн. наук: 05.18.07 «Биотехнология пищевых продуктов (по отраслям)» / Е.А. Солодова. – Владивосток, 2002. – 195 с.
17. Розробка пікохвильових методів стерилізації пакувальних виробів для харчової промисловості / В.І. Сахно, А. Зелінський, С. Томчай та ін. // Вісник Львів. Ун-ту. : Серія фізична. – 2008. – Вип. 41. – С. 36–42.

18. Влияние аэроионной обработки на процесс созревания пресервов из карпа / Н.В. Голембовская, Т.К. Лебська, В.И. Сахно, Т.В. Ковалинская // Инновации в науке, образовании и бизнесе – 2013: XI международная научная конференция, 25–27 сентября 2013 г. : тезы докл. – Калининград : КГТУ, 2013. – С. 212-215.
19. Добробабина Л.Б. Использование микроволновой обработки в технологии производства пресервов / Л.Б. Добробабина, Е.Н. Кананыхина, М.С. Горшунов // Рыбное хозяйство Украины. – 2003. – № 2. – С. 39–41.
20. Воробьев В.В. Влияние пищевых добавок на безопасность и качество морепродуктов / В.В. Воробьев // Гигиена и санитария. – 2007. – № 1. – С. 51–54.
21. Карельская С. Применение созревателей в производстве рыбных пресервов / С. Карельская // Производство ингредиентов – 2011. – Режим доступа : <http://www.sfera.fm/proizvodstvoingredienty/primenenie-sozrevateley-v-proizvodstve-rybnyh-preservov.html>
22. Романенко О.В. Споживні властивості нових пресервів на основі прісноводної риби: дис. канд. техн. наук: 05.18.15 / О.В. Романенко. – К. : Київ. нац. торг.-екон. ун-т, 2006. – 204 с.
23. Сидоренко О.В. Наукове обґрунтування і формування споживних властивостей продуктів з прісноводної риби та рослинної сировини : автореф. на здоб. наук. ступ. д-ра техн. наук: спец. 05.18.15 «Товарознавство»/ О.В. Сидоренко. – К., 2009. – 37 с.
24. Голембовська Н.В. Характеристика змін структурно-механічних властивостей пресервів із прісноводної риби / Н.В. Голембовська, Т.К. Лебська, В.С. Гуць // Наукові доповіді НУБіП. – 2011. – № 7(23). – Режим доступу : http://www.nbu.gov.ua/e-journals/Nd/2011_7/11tkpff.pdf
25. Зюзьгина А.А. Биотехнология пищевой продукции из анадары и осьминога: дис. канд. техн. наук.: 05.18.07 / А.А. Зюзьгина. – В., 2004. – 243 с.

26. Туватова В.Е. Разработка и обоснование технологии пресервов из осьминога : автореф. дис. на соиск. науч. степени канд. техн. наук: 05.18.04 «Технология мясн., молоч., рыбн. прод. и холод-х пр-в» / В.Е. Туватова. – Владивосток, 2002. – 234 с.
27. Кощев А.К. Дикорастущие съедобные растения / А.К. Кощев, А.А. Кощев. – 2-е изд. – М. : Колос, 1994. – 351 с.
28. Виноградова О.Н. Барбарис. – М. : Лесная промышленность, 1988.
29. Гудковский В.А. Антиокислительные (целебные) свойства плодов и ягод и прогрессивные методы их хранения / В.А. Гудковский // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2001. – № 4. – С. 13–16.
30. Доценко В.А. Овощи и плоды в питании/ В.А. Доценко. – Л. : Лениздат, 1988. – 287 с.
31. Корзун В.Н. Використання морських водоростей як необхідного компонента харчування населення / В.Н. Корзун, М.Ф. Кравченко, М.І. Реус // Вісник КНТЕУ. – 2003. – № 2. – С. 64–71.
32. Особливості хімічного складу білих коренеплодів різних господарсько-ботанічних сортів : монографія / Л.П. Малюк, С.О.Ленерт, А.А.Дубініна та ін. – Х. : ХДУХТ. – 2013. – 125 с.
33. Біленька І.Р. Дослідження амінокислотного складу пряно-ароматичної сировини / І.Р. Біленька, Л.М. Тележенко, Є.Г. Міхнєва // Харч. наука і тех. – 2009. – №4(9). – С. 51–53.
34. Онищенко Г.Г. Рациональное питание. Рекомендуемые уровни потребления пищевых и биологически активных веществ / Г.Г. Онищенко. – Режим доступа : http://www.businesspravo.ru/Docum/DocumShow_DocumID_97295.html
35. Державні санітарні норми та правила «Медичні вимоги до якості та безпечності харчових продуктів та продовольчої сировини» / МОЗ України; Наказ, норми, правила від 29.12.2012. № 1140.
36. Деклараційний патент на корисну модель «Спосіб визначення консистенції харчових продуктів» № 14496 / В.С. Гуць, О.А. Коваль, О.В. Сидоренко, О.В. Тимофєєва.

37. Баль В.В. Изменение жира рыбы при ее созревании / В.В. Баль, С.Р. Доминова // Пищевая технология. – 1967. – № 2. – С. 36–39.
38. Черних В.П. Органічна хімія / В.П. Черних, Б.С. Зіменковський, І.С. Гриценко ; за заг. ред. В.П. Черних. – Х., 2008.
39. Радиационная обработка как технологический прием в целях повышения уровня продовольственной безопасности / Т.В. Чиж, Т.В. Козьмин, Л.П. Полякова, Т.В. Мельникова // Вестник Российской Академии естественных наук. – 2011. – № 4. – С. 44–49.
40. Кодекс Алиментариус. Облученные продукты питания. Совместная программа ФАО/ВОЗ по стандартам на пищевые продукты. – М. : Весь Мир, 2007. – 21 с.
41. Якубко Х.Д. Амінокислоти. Пептиди. Білки / Х.Д. Якубко, Х. Ешкай. – М. : Світ, 1985. – 456 с.
42. Влияние диеты, содержащей полиненасыщенные жирные кислоты семейства омега три, на биохимические показатели и жирнокислотный состав клеточных мембран больных ишемической болезнью сердца и семейной гиперлипидемией / М.А. Самсонов, М.М. Левачев, А.В. Погожева и др. // Вопросы медицинской химии. – 1992. – Т. 38, №3. – С. 22–24.
43. Применение растительных и животных источников ПНЖК омега-3 в диетотерапии сердечно-сосудистых больных / В.А. Тутельян, М.А. Самсонов, М.М. Левачов и др. – М. : Изд-во Института питания РАМН, 1999. – 54 с.
44. Ципріян В.І. Гігієна харчування з основами нутріціології / В.І. Ціпріян. – К. : Здоров'я, 1999. – 568 с.

ГЛАВА 5

ТЕХНОЛОГІЯ КОМБІНОВАНИХ ПАШТЕТІВ ТА КОНСЕРВІВ ПІДВИЩЕНОЇ ХАРЧОВОЇ ЦІННОСТІ З ПРІСНОВОДНИХ РИБ ТА РОСЛИННОЇ СИРОВИНИ

5.1. Характеристика хімічного складу та біохімічних властивостей рослинної сировини та морських водоростей

Профільний аналіз смаковитості (комплексне відчуття смаку, запаху та дотику в ротовій порожнині) рослиноїдних риб вказує на доцільність гармонізації смакових характеристик досліджуваних об'єктів [1].

Поліпшення сенсорних характеристик та функціональних властивостей продукції із прісноводної риби можливе за рахунок додавання рослинної сировини, морських водоростей та продуктів їх переробки (альгінат натрію).

Плодоовочева сировина є основним постачальником в організм людини біологічно активних сполук, що сприяють виведенню з організму радіоактивних елементів та важких металів, збагачують білковий продукт вуглеводами, вітамінами і гармонізують смак готового продукту [2, 3].

Дослідженнями науковців визначено, що овочі підвищують засвоюваність тваринних білків. Консервування риби у поєднанні з рослинною сировиною надає можливість отримати продукти, які містять повноцінний комплекс поживних речовин тваринного і рослинного походження [4–7].

Композиції рослинної сировини підбирали з урахуванням вмісту в них основних компонентів, їх смакових властивостей, а також наявності природних антиоксидантів для збереження якості ліпідів риби [8].

Об'єктами дослідження з метою підвищення харчової цінності комбінованих риборослинних продуктів було визначено кизил, аличу, селеру, морквуа, буряк, цибулю, пряносмакові

овочі (кріп, петрушка). Хімічний склад рослинної сировини вказує на можливість та доцільність його комбінування з рибною сировиною з метою збагачення цукрами, органічними кислотами, пектиновими речовинами, аскорбіноювою кислотою та каротином (табл. 5.1).

Таблиця 5.1

Хімічний склад рослинної сировини, ($n=5$, $p \leq 0,05$)

Вид сировини	Вміст, %				Вміст, мг%	
	Води	Цукрів	Органічних кислот	Пектинових речовин	Аскорбінової кислоти	β -каротину
Буряк	86,52± 0,12	8,62± 0,06	0,14± 0,02	2,46± 0,08	9,74± 0,11	0,01± 0,003
Морква	88,58± 0,16	7,06± 0,09	0,12± 0,01	0,23± 0,02	5,02± 0,13	13,07± 0,08
Петрушка	73,21± 0,12	0,61± 0,03	0,11± 0,03	0,19± 0,04	35,11± 0,12	16,54± 0,02
Кріп	78,00± 0,14	0,59± 0,05	0,12± 0,02	0,14± 0,03	78,33± 0,14	1,07± 0,03
Цибуля	85,93± 0,15	10,33± 0,08	0,11± 0,03	1,83± 0,06	7,36± 0,09	0,01± 0,001
Кизил	85,07± 0,13	8,73± 0,04	2,07± 0,04	1,25± 0,04	25,42± 0,13	0,07± 0,002
Алича	88,29± 0,14	7,02± 0,06	2,35± 0,03	1,04± 0,03	12,33± 0,11	0,16± 0,01

Основну частину (до 90%) сухих речовин, які містяться в овочах, складають вуглеводи. До вуглеводів належать цукри, крохмаль, целюлоза, геміцелюлоза, пектинові речовини [9].

Також овочі містять вітаміни та мінеральні речовини, що характеризують їх біологічну цінність (табл. 5.2).

Таблиця 5.2

**Мінеральний склад рослинної сировини, мг/100г,
($n=5, p \leq 0,05$)**

Мінеральні елементи	Буряк	Морква	Петрушка	Кріп	Цибуля	Кизил	Алича
Калій	279,0± 1,1	295,0± 1,3	264,4± 1,7	335,8± 1,1	162,0± 1,7	371,7± 1,3	183,3± 1,2
Натрій	69,3± 0,6	27,9± 0,3	23,2± 0,1	20,4± 0,6	18,5± 0,7	21,7± 0,2	22,9± 0,4
Кальцій	22,6± 0,3	33,8± 0,2	189,7± 1,4	223,7± 1,7	24,62± 0,8	59,8± 0,4	28,7± 0,6
Сірка	10,5± 0,3	8,7±0,1	17,9± 0,3	15,7± 0,4	82,13± 0,8	5,9±0,2	6,7±0,5
Хлор	41,8± 0,2	63,01± 0,8	91,90± 1,7	81,9± 1,4	27,05± 0,7	8,1±0,1	1,7±0,2
Фосфор	46,3± 0,2	52,3± 0,5	84,6± 0,8	93,0± 0,3	28,3± 0,4	35,4± 0,2	26,2± 0,3
Магній	49,3± 0,6	37,9± 0,3	63,2± 0,1	70,4± 0,2	15,5± 0,1	25,7± 0,2	21,9± 0,4
Марганець	0,63± 0,05	0,17± 0,08	0,25± 0,04	0,16± 0,03	0,21± 0,03	1,14± 0,04	0,11± 0,02
Залізо	1,90± 0,08	0,91± 0,03	1,95± 0,07	1,52± 0,04	0,87± 0,03	4,28± 0,07	1,89± 0,05
Мідь	0,16± 0,03	0,08± 0,02	0,07± 0,01	0,08± 0,02	0,09± 0,02	0,06± 0,01	0,09± 0,01
Цинк	0,41± 0,02	0,50± 0,04	0,18± 0,01	0,12± 0,02	0,89± 0,05	0,16± 0,03	0,18± 0,02
Йод	0,007± 0,002	0,005± 0,001	0,008± 0,001	0,009± 0,002	0,003± 0,001	0,005± 0,001	0,004± 0,002

Результати наших досліджень свідчать, що кизил, алича відрізняються високим вмістом органічних кислот (2,07 – 2,35%), пектинових речовин (1,04 – 1,25), заліза (1,89 – 4,28 мг%). Плоди кизилу рекомендують при анемії, дерматологічних захворюваннях, порушенні обміну речовин [10–13].

Відповідно до проведених нами досліджень та числених експериментальних даних науковців харчова цінність буряку визначається високим вмістом клітковини, поліфенолів (90–103 мг%), пектинових речовин, барвників. Буряк містить 14% сухих речовин, у тому числі близько 9% цукрів, 1,7% білків, 0,9% целюлози, 1,0% золи (в тому числі солі калію, натрію, магнію, кальцію, фосфору, заліза, йоду), вітаміни С, В₁, В₂, В₆, РР, Р, Е, фолієву і пантотенову кислоти, противиразковий вітамін U, каротиноїди, барвникові речовини (бетаїн).

Хімічний склад моркви характеризується значним вмістом цукрів, каротину, різноманітним мінеральним складом. Відомо, що морква активує окиснювально-відновлювальні процеси в клітинах, регулює вуглеводний обмін. Кількість сухих речовин в моркві становить 11–13%, в тому числі цукрів – 6, білків – 1,3, целюлози – 1%. Вміст β-каротину в моркві становить до 9 мг%, вітаміну С – 5мг%. Також містяться вітаміни В₁, В₂, В₆, К, РР, пантотенова і фолієва кислоти, стерини, флавоноїди, ефірні масла, пектинові речовини, легкозасвоювані солі калію, кальцію, заліза, фосфору, магнію, кобальту, міді, йоду, бору.

Цибуля ріпчаста містить 14% сухих речовин, 1,4% білків, 8–18,5% вуглеводів, в тому числі фруктозу, сахарозу, мальтозу, полісахарид інулін. Також хімічний склад характеризується вмістом вітамінів С, В, ферментів, сапонінів, солей калію, фосфору, залізу. Запах цибулі зумовлений вмістом ефірних масел, основною складовою частиною яких є тіоспирти С₆Н₁₂С₂, а також алілгірчичні олії.

Цінність кропу та петрушки зумовлена високим вмістом вітаміну С, фолієвої кислоти, каротину, ефірних масел.

У цих же овочах містяться барвники, які впливають на формування кольору готового продукту. В буряку містяться червоно-фіолетові пігменти бетаїни і жовті пігменти – бетаксантини [14, 15]. Основний пігмент буряку – бетаїн. У цибулі містяться флавони, які змінюються до непривабливого сіро-коричневого забарвлення, якщо овочі переварити. В моркві міститься каротин, який разом з ксантофілами надає їй помаранчового забарвлення.

Для найбільшої збереженості барвників, вітамінів та харчової цінності необхідно підібрати правильні режими обробки. На збереженість рослинних пігментів несприятливо впливають термічна обробка, зміна рН середовища, контакт з металами [1].

Червоні овочі під час варки в підкисленому середовищі набувають більш приємного кольору, оскільки антоціани залежно від рН середовища можуть змінювати забарвлення: при рН 4–5 мають рожеве забарвлення, при рН 2–3 – червоне, при рН – 7 – синє.

Жовті овочі в найменшій мірі піддаються зміні забарвлення. Однак, якщо їх переварити, вони втрачають забарвлення і харчову цінність. Найбільш стійким пігментом є лікопін. Також на колір консервованих продуктів впливають реакції меланоїдиноутворення, які починаються при початковій тепловій обробці сировини або напівфабрикатів. При реакції між сахарами і амінокислотами утворюються азотглюкозиди. Під час подальшого нагрівання утворюються меланоїдини. Під час біохімічних і хімічних перетворень продуктів розпаду білків – ароматичних кислот (тирозина) – утворюються меланіни – пігменти коричневого кольору [9, 10]. Стерилізація або інший вид теплової обробки інтенсифікує реакції утворення меланоїдинів. При температурі вище 100°C ці реакції протікають дуже швидко.

Отже, додавання плодоовочевої сировини в рецептури рибних продуктів сприяє поліпшенню споживних властивостей комбінованих харчових продуктів.

Прісноводні риби, порівняно з морськими, мають інший якісний та кількісний мінеральний склад. З мінеральних речовин у м'ясі прісноводної риби переважає кальцій, калій, магній, фосфор. Фактично відсутні йод, бром, мідь [16]. Тому доцільно та необхідно використання морських водоростей у складі рецептур риборослинних продуктів.

Харчова цінність водоростей полягає в тому, що вони містять необхідні для організму органічні солі, вітаміни, мікроелементи і речовини, що стимулюють імунну систему організму. Бурі водорості – природні концентрати мінеральних

елементів і здатні накопичувати їх у кількостях, що перевищують їх вміст у морській воді. Відомо, що організму людини для нормальної життєдіяльності необхідні принаймні 10 металів: залізо, мідь, магній, кобальт, цинк, марганець, молібден, натрій, калій, кальцій. Потреба людини в більшості з них незначна, але відсутність хоча б дуже незначної кількості будь-якого елемента призводить до серйозних захворювань. Велике значення має мікроелемент селен, що бере участь у процесах метаболізму і впливає на засвоєння йоду та виявляє радіозахисний, онкопротекторний та інші ефекти[17].

У наших рецептурах ми використовували ламінарію (*Laminaria saccharina*) іцистозіру (*Cystoseiracrinita Bory*). Морські водорості відзначаються високим вмістом білків та мінеральних речовин. На особливу увагу заслуговує харчова та біологічна цінність морських водоростей як сировини для виробництва продуктів оздоровчого харчування [10, 18]. Результати дослідження мінерального складу сушеної морської капусти надано в таблиці 5.3.[10].

Таблиця 5.3

Мінеральний склад сушеної ламінарії, мг/г сухої речовини, ($n=5, p \leq 0,05$)

Мінеральний елемент	Вміст	Мінеральний елемент	Вміст
Калій	16,34 ± 0,51	Нікель	0,003 ± 0,001
Натрій	11,21 ± 0,18	Хром	0,002 ± 0,001
Сірка	22,74 ± 0,14	Мідь	0,002 ± 0,001
Хлор	5,39 ± 0,17	Цинк	0,005 ± 0,002
Магній	7,84 ± 0,24	Селен	0,003 ± 0,001
Залізо	0,27 ± 0,08	Бром	0,87 ± 0,09
Марганець	0,01 ± 0,003	Йод	2,53 ± 0,11

Морські водорості містять повноцінний комплекс біологічно важливих мінеральних елементів. Завдяки значному вмісту йодистих сполук морські водорості доцільно використовувати в складі рецептур функціональних продуктів.

Основну частину вуглеводів у бурих водоростях складають альгінові кислоти і манніт. Так, ламінарії містять від 25 до 40% альгінових кислот [19].

Альгінові кислоти – основний структурний компонент клітинних стінок і міжклітинної речовини водоростей, володіють високою желуючою здатністю і широко використовуються в багатьох галузях промисловості [20, 21].

Альгінова кислота, відкрита в 1881 р. Е.С.Стенфордом як побічний продукт при добуванні йоду і виділена в чистому вигляді А.Крефтингом у 1896 р., є найбільш цінною з полісахаридів бурих водоростей.

З морської капусти виготовляють альгінат натрію, який доцільно додавати в рецептури під час виготовлення функціональних продуктів для раціоналізації їх структури та мінерального складу (табл.5.4) [10].

Таблиця 5.4

Мінеральний склад альгінату натрію, мг/г, ($n=5$, $p \leq 0,05$)

Мінеральний елемент	Вміст	Мінеральний елемент	Вміст
Калій	$0,84 \pm 0,03$	Нікель	$0,002 \pm 0,001$
Натрій	$0,21 \pm 0,01$	Хром	$0,001 \pm 0,0002$
Сірка	$2,14 \pm 0,11$	Мідь	$0,006 \pm 0,002$
Хлор	$0,013 \pm 0,002$	Цинк	$0,003 \pm 0,001$
Магній	$0,04 \pm 0,01$	Селен	$0,0008 \pm 0,0003$
Залізо	$0,34 \pm 0,04$	Бром	$0,021 \pm 0,012$
Марганець	$0,008 \pm 0,002$	Йод	$0,005 \pm 0,002$

Отже, альгінат натрію характеризується вмістом багатьох важливих мікроелементів, що, разом із впливом на структуру харчових продуктів, визначає його біологічну цінність.

З метою покращання структурно-механічних властивостей риборослинних продуктів та підвищення їх конкурентоспроможності за рахунок зниження цінових показників у рецептурах використовувався полісахарид – камедь гуару. Камедь гуару (*Cyamopsis tetragonoloba*L) – полісахарид, галактоман, що

додається в харчові продукти для отримання необхідної текстури [22–26]. Співвідношення вмісту манози до галактози становить 2:1. Камедь не має специфічного смаку та запаху. Хімічний склад надано в табл. 5.5.

Таблиця 5.5

Хімічний склад камеді гуару, ($n=5$, $p \leq 0,05$)

Показники, %	Вміст
Полісахарид (камедь)	$75,0 \pm 0,4$
Волога	$13,5 \pm 0,2$
Зола	$1,5 \pm 0,1$
Білок	$6,0 \pm 0,3$
Жири	$1,5 \pm 0,1$
Харчові волокна	$3,0 \pm 0,2$
РН	$6,2 \pm 0,1$

Відповідно до хімічного складу, застосування камеді доцільно для зменшення собівартості продуктів, збільшення вологоутримуючої здатності фаршевих систем, ущільнення консистенції, збільшення еластичності та вирішення інших технологічних питань [27].

Таким чином, запропоновані рослинні добавки та водорості є цінною сировиною, що містять комплекс біологічно активних речовин, і можуть бути використані при виготовленні риборослинних продуктів з метою збагачення їх хімічного складу вітамінами (β -каротин, ретинол, токоферол, тіамін, рибофлавін, ніацин) і мінеральними речовинами (калієм, кальцієм, залізом, фосфором, магнієм, кобальтом, міддю, йодом, бромом, селеном, фтором) [1].

Комбінування рибної та рослинної сировини з додаванням морських водоростей забезпечить поліпшення смако-ароматичних показників, зовнішнього вигляду, харчової цінності, протекторних характеристик, структурно-механічних властивостей, стійкості до зберігання рибних продуктів [10].

5.2. Моделювання рецептурного складу та технологія комбінованих риборослинних продуктів підвищеної харчової цінності

Аналіз научно-технічних аспектів пізнання природи якості продукції дозволяє виділити основну сутність цієї категорії, яка полягає у тому, що якість визначається сукупністю властивостей, які характеризують міру корисності продукту і потребу в ньому. Виходячи з цього, якість формується на основі встановлення гармонічності структури показників, які знаходяться у взаємозв'язку та взаємодії відповідно до змінних потреб споживачів і розвитку технології виробництва [28].

Використання системно-комплексного методу стандартизації під час формування якості полягає у встановленні взаємопов'язаних вимог на всіх етапах життєвого циклу товару – від розробки до кінцевого використання.

Таким чином, з'являється необхідність у використанні двох принципових вихідних положень: системності і комплексності, за допомогою яких можна оцінити сукупність властивостей продукції і загальний рівень якості від проекту до кінцевого результату виробництва [29].

У конкретних галузях промисловості оцінка рівня якості продукції залежить від вибору цільової функції оцінювання та від окремих показників якості. Проте під час вирішення завдань в галузі якості продуктів із водних біоресурсів, цільова функція виконує роль критерія оптимізації. Відповідно, поняття оптимальності використовується для визначення такого співвідношення всіх показників якості, при якому рівень якості буде мати оптимальне значення.

Обґрунтування застосування оптимальних показників є необхідною умовою оцінки рівня якості харчових продуктів. Критеріями якості є харчова цінність, безпечність, екологічність, доступність за собівартістю для масового споживача. Ці критерії повинні обов'язково враховуватися під час визначення інтегрального показника якості, що характеризує якість продукту в цілому, з точки зору його ефективності. Визначення

потреб в інтегральній формі базується, по-перше, на глибокому вивченні окремих складових потреб, по-друге, на знаннях економічних можливостей споживача [30, 31].

Особливості продуктів із водних біоресурсів полягають в неоднорідності структури, функціонально-технологічних характеристик, нестабільності хімічного складу і властивостей сировини та продукту навіть в межах однорідної групи, а також суттєвою зміною фізико-хімічних властивостей під впливом технологічних процесів [32–34].

Особливості технологічних процесів переробки продуктів із водних біоресурсів полягають в їх багатомірності, суттєвій нестаціонарності через велику кількість випадкових відхилень внаслідок коливань складу вихідної сировини, а також значній розподіленості параметрів у часі і просторі (зміна температури, вологості, тиску).

Аналіз і оцінка інформації про об'єкт дозволяє зробити висновок про обумовленість вірогідного характеру їх моделей якості, виходячи із природи біологічної сировини, що попереджує випадковість та невизначеність процесів її переробки.

Використовуючи положення системно-комплексного методу стандартизації, теорії оптимізації і науки про харчування, а також враховуючи специфіку продуктів із водних біоресурсів і технологічних процесів їх виробництва, нами обґрунтовано п'ять конструктивних принципів формування якості продуктів із водних біоресурсів[1, 10]:

- збалансованість;
- адекватність;
- комплексність;
- системність;
- оптимальність.

Подальші дослідження передбачали наукове обґрунтування розробки продуктів на основі рибної та рослинної сировини відповідно до принципів харчової комбінаторики [10, 30].

Принцип безпечності і доброякісності було реалізовано шляхом виробництва риборослинних продуктів із використанням традиційної харчової добавки – кухонної солі, вміст

якої не перевищував рекомендованої норми (2%); розробкою елементів системи управління якості під час виробництва риборослинних продуктів; роботою з відомими постачальниками для запобігання фальсифікації сировини; використанням рибної сировини внутрішніх прісноводних водойм та рослинної сировини, що надходить із визначених регіонів та фермерських господарств; використання лише природних компонентів та проведення досліджень безпечності.

Принцип необхідності використання передбачав використання лише природних харчових добавок: кухонної солі, альгінату натрію, камеді гуару, що не зменшують біологічну цінність продукту та не збільшують токсичне навантаження.

Принцип сумісності було реалізовано шляхом використання технологічно та хімічно сумісних добавок та сировинних компонентів. Виробництво риборослинних продуктів передбачало раціональне комбінування прісноводної рибної і рослинної сировини, що підвищує засвоюваність тваринних білків, харчову та біологічну цінність.

Принцип переважного використання та рівнозначності контролю передбачав використання харчових добавок та сировинних компонентів суто природного походження; дослідження їх безпечності під час виробництва (відповідно до концепції визначення критичних контрольних точок) та споживання.

Принцип кінцевого контролю і вірогідності декларування було реалізовано шляхом виробництва риборослинних продуктів із використанням вітчизняної сировини відомих постачальників, що є гарантом її безпечності. Крім того, моніторинг показників безпечності готових продуктів вказував на позитивну динаміку досліджуваних показників.

Принцип виключення передбачає призупинення дії нормативних документів щодо виробництва певної продукції у разі отримання компрометуючих даних. Апробація виробництва риборослинних продуктів була проведена на рибопереробних підприємствах України, отримано позитивні відгуки та рекомендації до виробництва.

Таким чином, розробка нових риборослинних продуктів здійснювалась на основі принципів харчової комбінаторики відповідно до вимог науки про харчування. Розробка технології передбачала такі етапи:

- визначення оптимального співвідношення рибної і рослинної сировини;
- підбір структуроутворюючих компонентів і визначення їх впливу на консистенцію продукту;
- підбір оптимальних режимів технологічної обробки;
- визначення впливу рослинних добавок на комплексний показник якості досліджуваних продуктів.

Математичні моделі було побудовано методами багатфакторного експерименту [35–37]. Визначено варіативні фактори – компоненти рецептури для консервів типу «Товстолобик з додаванням морських водоростей» – вміст риби (X_1), вміст моркви (X_2), вміст цибулі (X_3), вміст водоростей (X_4) (табл.5.6).

Таблиця 5.6

Умови для моделі чотирифакторного експерименту

Показники	Значення показників		
	Мінімальне	Середнє	Максимальне
Інтегральний показник якості (y)	0,01	0,5	1
Вміст риби (X_1), %	60	70	80
Вміст моркви (X_2), %	5	10	15
Вміст цибулі (X_3), %	3	5	7
Вміст водоростей (X_4), %	1	2	3

Варіативні компоненти змінювались залежно від виду прогнозованої рецептури.

Як досліджуваний параметр вибрано інтегральний показник якості (табл.5.7).

Таблиця 5.7

План 2₄ і результати досліду

Номер досліду	Порядок реалізації	Кодовий масштаб				Натуральний масштаб				Результат
		X_1	X_2	X_3	X_4	X_1	X_2	X_3	X_4	
1	9	+	+	+	+	80	15	7	3	0,7
2	2	–	+	+	+	60	15	7	3	0,61
3	7	+	–	+	+	80	5	7	3	0,65
4	1	–	–	+	+	60	5	7	30	0,68
5	13	+	+	–	+	80	15	3	3	0,67
6	14	–	+	–	+	60	15	3	3	0,62
7	3	+	–	–	+	80	5	3	3	0,67
8	6	–	–	–	+	60	5	3	3	0,69
9	11	+	+	+	–	80	15	7	1	0,69
10	16	–	+	+	–	60	15	7	1	0,64
11	10	+	–	+	–	80	5	7	1	0,65
12	12	–	–	+	–	60	5	7	1	0,69
13	8	+	+	–	–	80	15	3	1	0,70
14	4	–	+	–	–	60	15	3	1	0,68
15	5	+	–	–	–	80	5	3	1	0,67
16	15	–	–	–	–	60	5	3	1	0,69

У табл.5.8.наведено результати визначення у всіх тричі повторених 16 дослідів. Для кожного досліду розрахована полінійна дисперсія S_{yi}^2 .

Таблиця 5.8

Розрахунок дисперсії досліду

Номер досліду, U	Номер дубля, g	Результат, y	Середнє арифметичне, $\bar{y}_u$	Дисперсія, S_{yi}^2
1	1	0,67	0,67667	0,00013
	2	0,67		
	3	0,69		
2	1	0,65	0,67333	0,00043
	2	0,69		
	3	0,68		

Продовження табл. 5.8

Номер дослід., U	Номер дубля, g	Результат, y	Середнє арифметичне, $\bar{y}_u$	Дисперсія, S_{yu}^2
3	1	0,67	0,69	0,0004
	2	0,69		
	3	0,71		
4	1	0,72	0,68667	0,00093
	2	0,68		
	3	0,66		
5	1	0,697	0,69333	0,00063
	2	0,72		
	3	0,67		
6	1	0,68	0,69333	0,00023
	2	0,69		
	3	0,71		
7	1	0,68	0,69667	0,00023
	2	0,71		
	3	0,70		
8	1	0,67	0,69333	0,00063
	2	0,72		
	3	0,69		
9	1	0,71	0,69667	0,00053
	2	0,71		
	3	0,67		
10	1	0,70	0,69333	0,000233.20
	2	0,68		
	3	0,69		
11	1	0,72	0,70333	0,00043
	2	0,71		
	3	0,68		
12	1	0,67	0,69	0,0004
	2	0,71		
	3	0,69		
13	1	0,68	0,69	0,0003
	2	0,68		
	3	0,71		
14	1	0,70	0,69333	0,00013
	2	0,68		
	3	0,70		

Закінчення табл. 5.8

Номер досліджу, U	Номер дубля, g	Результат, y	Середнє арифметичне, $\bar{y}_u$	Дисперсія, S_{yu}^2
15	1	0,70	0,7	0,0001
	2	0,69		
	3	0,71		
16	1	0,68	0,69333	0,00053
	2	0,68		
	3	0,72		

В даному випадку можна побудувати модель:

$$y = b_0 + \sum_{1 \leq i \leq 4} b_i x_i + \sum_{1 \leq i \leq j \leq 4} b_{ij} x_i x_j + \sum_{1 \leq i \leq j \leq l \leq 4} b_{ijl} x_i x_j x_l + b_{1234} x_1 x_2 x_3 x_4$$

Для розрахунку коефіцієнтів цієї моделі надана розширена матриця планування результатів дослідів (див. додаток 3).

Модель має наступний вигляд залежно від виду консервів:

$$y_1 = 0,69125 + (-0,0029 X_2) + (-0,0029 X_3) + \\ + (-0,0033 X_4) + (-0,0012 X_1 X_2) + (-0,0008 X_1 X_4) + \\ + (-0,0008 X_2 X_4) + 0,00083 X_1 X_2 X_4 + 0,00043 X_1 X_2 X_3 X_4$$

$$y_2 = 0,64083 + 0,00167 X_2 + 0,0146 X_3 + \\ + 0,00063 X_4 + 0,00063 X_1 X_2 + (-0,0006 X_1 X_4) + \\ + (-0,001 X_2 X_4) + 0,00021 X_1 X_2 X_4 + 0,00104 X_1 X_2 X_3 X_4$$

$$y_3 = 0,67 + (-0,0017 X_2) + (-0,0004 X_3) + \\ + 0,00042 X_4 + 0,00083 X_1 X_2 + 0,00125 X_1 X_4 + \\ + 0,00125 X_2 X_4 + 0,00042 X_1 X_2 X_4 + 0,00125 X_1 X_2 X_3 X_4$$

$$y_4 = 0,66271 + (-0,0006 X_2) + (-0,0002 X_3) + \\ + (-0,0019 X_4) + 0,00104 X_1 X_2 + (-0,0002 X_1 X_4) + \\ + (-0,0002 X_2 X_4) + 0,00063 X_1 X_2 X_4 + (-0,0002 X_1 X_2 X_3 X_4)$$

$$y_5 = 0,66354 + (0,00021 X_2) + (- 0,0002 X_3) + \\ + (- 0,0006 X_4) + (- 0,0019 X_1X_2) + 0,00062 X_1X_4 + \\ + 0,0021 X_2X_4 + 0,00062 X_1X_2X_4 + 0,00104 X_1X_2X_3X_4$$

$$y_6 = 0,66292 + 0,00083 X_2 + 0,00083 X_3 + \\ + 0,00083 X_4 + (- 0,0017 X_1X_2) + 0,0025 X_1X_4 + \\ + (- 0,0004 X_2X_4) + (- 0,0004 X_1X_2X_4) + (- 0,0021 X_1X_2X_3X_4)$$

Рецептурний склад визначає біологічну цінність продукту та впливає на формування структури, кольору, зовнішнього вигляду та аромату [10].

Комп'ютерне моделювання та практична апробація можливих рецептур риборослинних консервів вказують на доцільність комбінування та оптимальність співвідношення наступних основних компонентів (табл. 5.9).

Таблиця 5.9

**Рецептури консервів риборослинних із риби
внутрішніх водойм, кг на 1000 ум.банок**

Найменування компонентів	Контроль	Товстолобик з морськими водоростями	Товстолобик з водоростями та кизилом	Товстолобик з водоростями та аличою	Товстолобик з водоростями, аличою та буряком	Товстолобик з водоростями, аличою, буряком, морквою	Товстолобик з водоростями, кизилом, морквою, буряком
Риба	307,8	245	245	245	245	245	245
Морква	—	35	10,5	10,5	—	17,5	17,5
Цибуля	—	17,5	7	7	7	7	7
Буряк	—	—	—	—	17,5	7	7
Кизил	—	—	35	—	—	—	21
Алича	—	—	—	35	28	21	-
Кріп/петрушка	—	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5

Закінчення табл. 5.9

Найменування компонентів	Контроль	Товстолобик з морськими водоростями	Товстолобик з водоростями та кизилом	Товстолобик з водоростями та аличею	Товстолобик з водоростями, аличею та буряком	Товстолобик з водоростями, аличею, буряком, морквою	Товстолобик з водоростями, кизилом, морквою, буряком
Водорості	–	7	7	7	7	7	7
Сіль кухонна	7	7	7	7	7	6,8	6,8
Перець чорний	0,2	–	–	–	–	0,2	0,2
Заливка	35	35	35	35	35	35	35

Таким чином, основним рецептурним інгредієнтом досліджуваних зразків консервів є найбільш поширена рослиноїдна риба – товстолобик. Її вміст становить не менше 70%. Функціональними добавками є кизил (10%), алича (6–10%), буряк (2–5%), морква (3–10%), морські водорості (2%).

Співвідношення рибної, рослинної сировини та заливки в рибних консервах становить 70:18:10. Процес виробництва комбінованих риборослинних консервів складається з таких операцій: підбір та підготовка сировини, наповнення банок напівфабрикатом і заливкою, закатка банок, стерилізація, маркування, зберігання (рис. 5.1).

Сортування риби за якістю проводили з метою видалення некондиційної риби (з механічними пошкодженнями, неприродним забарвленням тощо). Рибу сортували також за розмірами; це сприяє кращому проведенню подальших технологічних операцій (розбиранню, порціонуванню, засоленню, приготуванню напівфабрикату тощо).

Миття проводили з метою видалення з поверхні риби мікроорганізмів, слизу, крові, мулу, піску та інших забруднень. Рибу мили у чистій проточній воді.

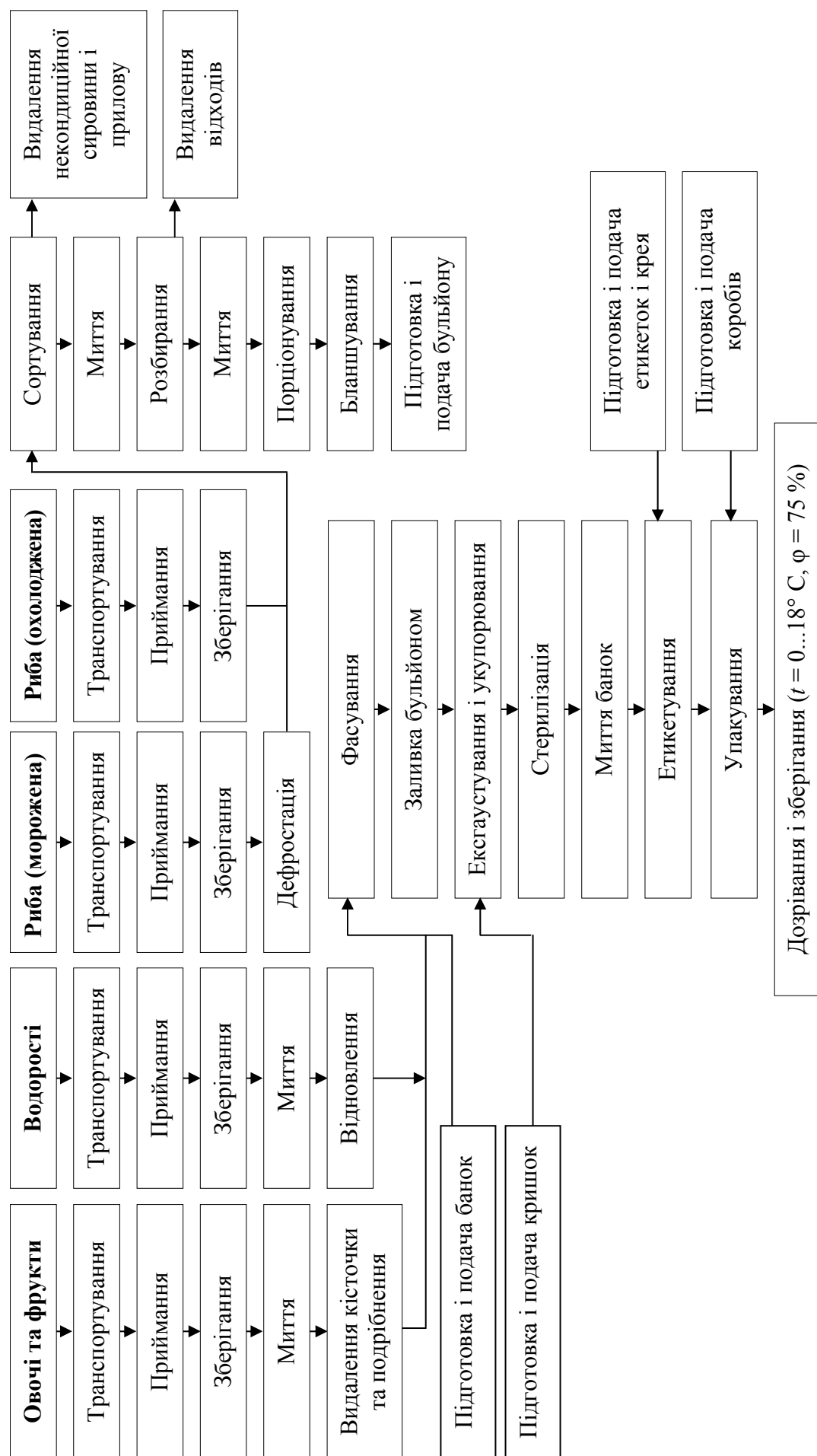


Рис. 5.1. Схема виробництва риборослинних консервів

Особливу увагу звертали на те, щоб у воді не було гнильної і патогенної мікрофлори. Найкращий ефект дає миття риби у воді з низькою температурою.

Розбирання та порціонування риби проводили відповідно до існуючих вимог [10]. Розріз тушки має проходити перпендикулярно до лінії хребта; поверхня розрізу повинна бути рівною. При визначенні висоти шматка або довжини тушки враховували зменшення об'єму їх при термічній обробці (до 17–18%). Після порціонування шматки промивали і витримували на решітках для стікання води.

Засолювання риби здійснювали внесенням сухої солі в банку. Введення солі в банки разом із заливкою забезпечує додержання стандартного дозування. Розподіл солі між м'ясом і заливкою при цьому закінчується тільки в процесі зберігання консервів. Суху сіль вносили у банки за допомогою автоматичних солонок, які дозують сіль за об'ємом.

Бланшування риби проводили у киплячій воді не більше 1 хв. При бланшуванні внаслідок гідролізу колагену шкірний покрив розм'якшується, послаблюється зв'язок шкіри з м'язами. Гідроліз сполучних колагенових тканин у ділянці септ і перемізіуму позбавляє їх структурно-опірною значення, внаслідок чого міотомі втрачають зв'язок між собою, а м'язи – зв'язок з кістками [38].

При бланшуванні риби інактивуються тканинні ферменти і гинуть мікроорганізми. Негативним є те, що при цьому руйнуються частково вітаміни, особливо нікотинова кислота [39]. Внаслідок коагуляції білків і порушення цілісності клітин з м'яса видаляються жир і бульйон, який містить у своєму складі водорозчинні азотисті речовини, солі, водорозчинні вітаміни.

Консерви упаковували в скляну тару системи «twist-off», що забезпечує високу ступінь захищеності продукту від впливу зовнішнього середовища, характеризується зручністю у використанні та хімічною інертністю продукту відносно тари.

Перед наповненням консервні банки підлягали ретельній санітарній обробці: їх мили гарячою водою, обробляли гострою парою. Приблизно 1% придатних банок перевіряли на герметичність.

Підготовлені банки наповнювали напівфабрикатом і заливкою. При цьому дотримувались відповідної маси нетто і співвідношення складових частин (риборослинних компонентів і заливки). Для наповнювання банок при виробництві більшості видів консервів використовують автоматичні набивні верстати, які працюють за принципом об'ємного порціонування. Набивні верстати мають автоматичні солонки, за допомогою яких у банки вносять необхідну кількість сухої солі. Однак після теплової обробки шматки риби укладали у банки уручну, оскільки напівфабрикат нестійкий проти механічної дії на укладальних конвеєрах.

Заливки в банки вносили таким чином: на дно банки укладали напівфабрикати і зверху вносили заливку за допомогою спеціальних наповнювальних машин конвеєрного або карусельного типів, які працюють за принципом об'ємного дозування.

Підготовка наповнених банок до стерилізації включала маркування кришок, попереднє закручування банок, ексаустикування, кінцеве закручування банок, миття закатаних банок [40].

Кришки маркували згідно з вимогами стандартів випресовуванням закодованих цифр і букв механізмами верстатів попереднього закручування.

Попереднє закручування банок проводили так, щоб кришки не знімалися з корпусу банки, але вільно прокручувалися. Після цього банки підлягали вакуумуванню і кінцевому закручуванню.

Створене в банках розрідження зменшує надлишковий тиск під час стерилізації, сприяє кращому збереженню природного забарвлення і смаку продукту, створює умови для пригнічення розвитку аеробної мікрофлори, видаляє газоподібні продукти.

Вакуумування проводили ексаустикуванням за допомогою вакуум-закатувальних верстатів, що забезпечує рівномірний і глибокий вакуум, а також високу продуктивність. При механічному ексаустикуванні з банки видаляється тільки вільне повітря. Повітря, яке міститься в тканинах, можна видалити тільки в процесі стерилізації.

З метою видалення білкових і жирових забруднень закатані банки мили у слабкому розчині лугу, а потім у горячій проточній воді при температурі 90–95° С. Для стерилізації консервів використовували найбільш раціональний режим теплової обробки.

Такі операції, як миття, обсушування банок після стерилізації і наклеювання етикеток, не впливали на формування споживних властивостей готового продукту, але вони значною мірою характеризували зовнішній стан тари та визначали конкурентоспроможність готового продукту.

Загальний хімічний склад риборослинних консервів надано в таблиці 5.10. [10].

Таблиця 5.10

**Загальний хімічний склад риборослинних консервів,
%, ($n=5$, $p \leq 0,05$)**

Вид консервів	Вода	Білки	Жири	Зола	Пектинові речовини
Контроль	73,21± 2,6	16,15± 0,7	6,37± 0,21	1,06± 0,16	0,08±0,01
Товстолобик з морськими водоростями	75,37± 2,6	13,10± 0,9	4,74± 0,22	1,90± 0,15	0,14±0,05
Товстолобик з водоростями та кизилом	74,04± 2,3	12,77± 0,8	4,84± 0,21	1,95± 0,17	0,18±0,05
Товстолобик з водоростями та аличею	73,92± 2,4	12,78± 0,9	5,01± 0,22	1,97± 0,14	0,19±0,03
Товстолобик з водоростями, аличею та буряком	73,98± 2,7	12,84± 0,9	4,95± 0,20	1,99± 0,16	0,15±0,02
Товстолобик з водоростями, аличею, буряком, морквою	75,62± 2,4	12,85± 0,8	4,85± 0,26	1,99± 0,17	0,15±0,06
Товстолобик з водоростями, кизилом, морквою, буряком	75,28± 2,3	12,77± 0,7	4,79± 0,24	1,97± 0,16	0,17±0,04

Таким чином, нові види консервів характеризуються підвищеним вмістом мінеральних елементів, пектинових речовин, меншим вмістом жиру порівняно з контрольним зразком без рослинних добавок. Використання запропонованої технології є доцільним для виробництва нових риборослинних продуктів підвищеної біологічної цінності.

Моделювання рецептур риборослинних паштетів визначило такі типи моделей залежно від виду рецептури:

$$y_1 = 0,67333 + 0,00167 X_2 + (-0,0008 X_3) + (-0,0008 X_4) + \\ + (-0,0004 X_1 X_2) + 0,00042 X_1 X_4 + 0,00083 X_2 X_4 + \\ + (-0,0004 X_1 X_2 X_4) + (-0,0004 X_1 X_2 X_3 X_4)$$

$$y_2 = 0,71 + (-0,0004 X_2) + (0,00167 X_3) + (-0,0004 X_4) + \\ + (0,00125 X_1 X_2) + (-0,0021 X_1 X_4) + 0,00083 X_2 X_4 + \\ + (-0,0025 X_1 X_2 X_4) + (-0,0012 X_1 X_2 X_3 X_4)$$

$$y_3 = 0,71979 + 0,00063 X_2 + (-0,0019 X_3) + (-0,0006 X_4) + \\ + (-0,0015 X_1 X_2) + 0,00229 X_1 X_4 + 0,00104 X_2 X_4 + \\ + (-0,001 X_1 X_2 X_4) + 0,00104 X_1 X_2 X_3 X_4$$

$$y_4 = 0,73188 + (-0,0006 X_2) + (-0,0006 X_3) + 0,00188 X_4 + \\ + (0,00187 X_1 X_2) + (-0,0023 X_1 X_4) + 0,00104 X_2 X_4 + \\ + 0,00104 X_1 X_2 X_4 + 0,00021 X_1 X_2 X_3 X_4$$

$$y_5 = 0,72313 + 0,00021 X_2 + (-0,0002 X_3) + 0,00063 X_4 + \\ + (-0,0002 X_1 X_2) + 0,00021 X_1 X_4 + 0,00021 X_2 X_4 + \\ + (-0,001 X_1 X_2 X_4) + (0,00062 X_1 X_2 X_3 X_4)$$

$$y_6 = 0,71188 + (-0,001 X_2) + 0,00104 X_3 + 0,0029 X_4 + \\ + 0,00021 X_1 X_2 + (-0,0006 X_1 X_4) + (-0,0023 X_2 X_4) + \\ + (-0,0001 X_1 X_2 X_4) + (-0,0006 X_1 X_2 X_3 X_4)$$

Варіативні компоненти змінювались залежно від виду прогнозованої рецептури. Як досліджуваний параметр вибрано інтегральний показник якості. Відповідно до проведеного моделювання паштети виробляли за рецептурами, наведеними в табл. 5.11. Для переробки використовували сировину, яка відповідає вимогам чинних стандартів. Рибу сортували за розмірами та за якістю. Рекомендується використання свіжої або охолодженої риби середніх та великих розмірів. Кизил та аличу мили чистою проточною водою, видаляли кісточку. Моркву та буряк столовий, цибулю ріпчасту гострих сортів, зелень або корінці петрушки, зелень кропу готували згідно з розробленою нами технологічною інструкцією. Для надання необхідних смакових властивостей додавали сіль, за бажанням, прянощі.

Таблиця 5.11

Рецептури паштетів риборослинних із риби внутрішніх водойм, кг на 100 кг продукції

Найменування компонентів	Контроль	Товстолобик з морськими водоростями	Товстолобик з водоростями та кизилом	Товстолобик з водоростями та аличою	Товстолобик з водоростями, аличою та буряком	Товстолобик з водоростями, аличою, буряком, морквою	Товстолобик з водоростями, кизилом, морквою, буряком
Риба	97,95	80	80	80	80	80	80
Морква	—	10	3	3	—	5	2
Цибуля	—	5	2	2	2	2	2
Буряк	—	—	—	—	5	2	2
Кизил	—	—	10	—	—	—	8
Алича	—	—	—	10	8	5	—

Закінчення табл. 5.11

Найменування компонентів	Контроль	Товстолобик з морськими водоростями	Товстолобик з водоростями та кизилом	Товстолобик з водоростями та аличею	Товстолобик з водоростями, аличею та буряком	Товстолобик з водоростями, аличею, буряком, морквою	Товстолобик з водоростями, кизилом, морквою, буряком
Кріп/петрушка	–	1	1	1	1	1	1
Морські водорості	–	1,5	1,5	1,5	1,5	2	2
Альгінат натрію	–	0,5	0,5	0,5	0,5	–	–
Камедь гуару	–	–	–	–	–	0,95	0,95
Перець чорний	0,05	–	–	–	–	0,05	0,05
Сіль кухонна	2	2	2	2	2	2	2

Морські водорості (цистозіра) та альгінат натрію додавали у вигляді напівфабрикату у відновленому стані відповідно до рецептури.

Після підготовки всіх компонентів паштетів, їх піддавали термічній обробці гарячою парою протягом 30хв, подрібнювали, додавали морські водорості, перемішували, піддавали повторній термічній обробці, фасували у скляну тару, охолоджували та заморожували.

Термічна обробка впливає на харчову цінність продукту. Під час нагрівання проходить денатурація білків. Внутрішня перебудова білкових молекул під час теплової денатурації супроводжується втратою фізіологічної активності білків і підвищенням реакційної здатності груп, що входять до складу білкових молекул.

Схема виробництва риборослинних консервів наведено на рис. 5.2.

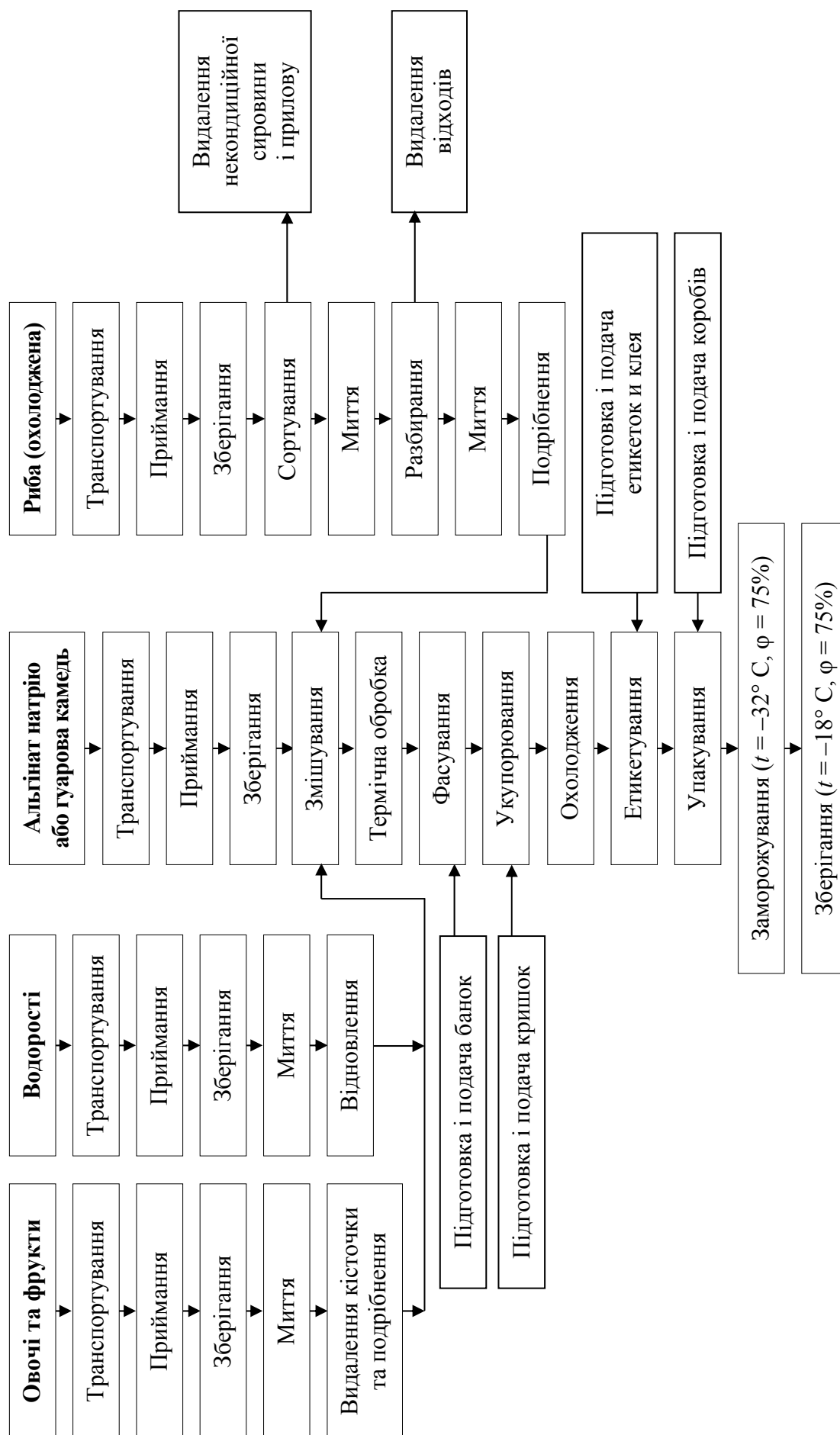


Рис. 5.2. Схема виробництва риборослинних паштетів

Збільшення реакційної здатності білкових молекул виявляється в підвищенні чутливості денатурованих глобулярних білків до дії протеолітичних ферментів. Це пояснюється тим, що при розгортанні поліпептидних ланцюжків внутрішні пептидні зв'язки стають доступні для дії ферментів, а тому помірно денатуровані білки краще засвоюються [41–43].

Жири при короткочасній тепловій обробці майже не змінюються, а під час тривалого нагрівання можуть руйнуватись, що спричиняє зниження харчової цінності ліпідів. Продукти розщеплення жирів, з свого боку, руйнують білки, що є додатковим негативним ефектом впливу на харчову цінність продукту. Попереджувальний ефект проти впливу перекисей мають антиокиснювачі, які швидко реагують з вільними радикалами і, таким чином, попереджують розвиток ланцюгових вільнорадикальних реакцій [44–47].

Найбільш стійкими при нагріванні є пантотенова кислота, циано-кобаламін(B_{12}), біотин [45, 46].

Мінеральні солі стійкі до зовнішніх впливів, але можуть втрачатись під час водної обробки. Відомо, що вміст кальцію в моркві зменшується на 12–14%, заліза – на 17% [1].

Загальний хімічний склад риборослинних паштетів надано в табл. 5.12.

Таблиця 5.12

**Загальний хімічний склад риборослинних паштетів,
% ($n=5, p \leq 0,05$)**

Найменування зразків	Волога	Білки	Жири	Зола	Пектинові речовини
Контроль	70,08±2,4	17,53±0,9	6,32±0,26	1,12±0,16	0,07±0,02
Паштет з морськими водоростями	72,31±2,3	13,74±0,7	5,41±0,24	2,91±0,14	0,30±0,04
Паштет з кизилом та водоростями	72,92±2,7	13,96±0,8	4,93±0,20	2,87±0,15	0,33±0,06
Паштет з аличею та водоростями	71,50±2,6	13,70±0,8	5,03±0,22	3,13±0,17	0,37±0,05

Закінчення табл. 5.12

Найменування зразків	Волога	Білки	Жири	Зола	Пектинові речовини
Паштет з аличею, буряком та водоростями	72,07±2,4	13,88±0,9	4,87±0,21	3,01±0,16	0,35±0,07
Паштет з аличею, буряком, водоростями та камеддю гуару	70,65±2,3	13,84±0,7	4,65±0,22	2,78±0,17	0,37±0,03
Паштет з кизилом, буряком, водоростями та камеддю гуару	70,34±2,6	13,92±0,9	4,51±0,21	2,82±0,16	0,35±0,06

Комбіновані риборослинні паштети на основі прісноводної рибної та рослинної сировини, виготовлені запропонованим способом, відрізняються привабливим зовнішнім виглядом, високими смаковими та ароматичними властивостями, збалансованим вмістом мінеральних елементів та інших біологічно активних речовин [10].

Риборослинні паштети характеризуються підвищеним вмістом мінеральних та пектинових речовин порівняно з контрольним зразком для задоволення адекватного рівня їх споживання відповідно до добової потреби [11].

Теоретико-практичне обґрунтування режимів стерилізації риборослинних консервів

Мікробіологічна безпечність вживання консервів забезпечується повним знищенням всіх життєздатних мікроорганізмів, їх спор і відсутністю бактеріальних токсинів. Для досягнення поставленої мети продукт необхідно стерилізувати при температурі вище 150° С досить тривалий час, що призводить до незворотних змін продукту та відповідного зниження його харчової цінності [10, 49, 50].

Отже, на сьогодні, процес стерилізації повинен задовольняти двом взаємовиключаючим вимогам: гарантувати мікробіологічну безпеку товарів та не викликати суттєвого зниження їх якості. Це можливо за умови стерилізації консервів до повного знищення тільки нетерmostійкої неспороутворюючої мікрофлори і зменшення кількості спороутворюючих мікроорганізмів до визначеного рівня. Крім того обов'язковою умовою є забезпечення абіозу патогенних клостридій *C.botulinum*, *C.perfringens*, а також МАФАНМ групи *B.cereus* та *B.polymyxa*.

Таким чином, відповідно до сучасних вимог, стерилізація консервів – це теплова обробка, що забезпечує повну загибель нетерmostійкої неспоро-утворюючої мікрофлори і зменшує кількість спороутворюючих мікроорганізмів до певного, заданого рівня, достатнього для запобігання псуванню продукту при відповідних температурах зберігання та гарантує безпеку вживання консервів в їжу замікробіологічними показниками [51, 52].

Головними чинниками, що визначають режимні параметри стерилізації, є:

- 1) кількість, видовий склад і властивості мікроорганізмів, які здатні впливати на мікробіологічну стабільність продукції;
- 2) теплофізичні властивості продукту, що консервується, і тари, в яку він розфасований;
- 3) характер і глибина термічного впливу на харчову цінність консервів.

Ступінь впливу процесу стерилізації на популяцію мікроорганізмів залежить в основному від двох параметрів: рівня температури і тривалості її впливу.

Критерієм вибору температури стерилізації служить величина активної кислотності продукту, оскільки до неї мікроорганізми виявляють високу чутливість. Незважаючи на видову різноманітність мікрофлори продукту перед стерилізацією, тестом для встановлення реакції мікроорганізмів на величину активної кислотності продукту, що консервується, прийнята інтенсивність відмирання *C.botulinum* – найбільш небезпечного для життя людини мікроорганізма, що продукує нервово-паралітичний токсин сильної дії.

Згідно з гігієнічними вимогами до забезпечення мікробіологічної безпеки консервів, режими їхньої стерилізації достатньо розрахувати відносно повної загибелі клітин і спор *C.botulinum* [51].

З позиції економіки виробництва при необхідності зменшити кількість можливого мікробіологічного бомбажа режими стерилізації оцінюють по більш термостійких спороутворюючих непатогенних бактеріях *C.sporogenes*, що викликають псування більшості рибних консервів[53].

Наукові дослідження вітчизняних та зарубіжних авторів вказують на те, що розвиток збудника ботулізму в харчових середовищах з активною кислотністю рН 4,5 і менше не відбувається [10, 50–55]. У зв'язку з цим, за останніми даними, продукти, рН яких 4,2 і менше, стерилізують при температурі 100° С і нижче, а продукти з рН більше за 4,2 – в основному при 112–120° С.

Для кожного виду консервів існує оптимальне співвідношення між температурою і часом нагрівання, при якому тривалість стерилізації максимально скорочена і зміни якості продукту мінімальні. Виходячи з цього, спочатку визначають гранично допустиму температуру нагріву, при якій зміни властивостей продукту мінімальні. Потім, відповідно до особливостей продукту, визначають тривалість процесу стерилізації, необхідну для досягнення заданого ступеня стерильності консервів.

Аналіз умов термовідмирання мікроорганізмів показує, що вони характеризуються багатофакторністю і варіабельністю [10, 30]. Регулюванням режимних параметрів термовпливу можна досягати різної міри інактивації мікробних клітин. Проте з точки зору збереження якості продукції і економічності виробництва міратермоінактивації мікроорганізмів повинна бути мінімально необхідною для гарантії нешкідливості і безпеки консервів для споживача.

Вибір тест-культури є самостійною задачею, під час вирішення якої враховується її термостійкість в буферному розчині і конкретному поживному середовищі, склад залишкової мікрофлори продукту, що консервується і вимоги до температурних і часових умов його зберігання.

Для консервів із гідробіонтів, у тому числі для риборослинних, як тест-культура використовують анаеробний мікроорганізм *C.sporogenes* штамм 25, який за термостійкістю перевищує *C.botulinum* і здатний викликати псування малокислотних продуктів[10, 51]. Вибір *C.sporogenes* як тест-мікроорганізма для консервів із гідробіонтів базується на його високій терморезистентності і здатності утилізувати білкові речовини консервованих риб, безхребетних і водоростей. Разом з тим, врахування індивідуальних особливостей мікробного інфікування гідробіонтів, своєрідності хімічного складу сировини і змін його під час теплової обробки, зумовлює необхідність диференційованого підходу до вибору тест-культури.

Наприклад, відомо, що в консервах з ламінарії, трепанга, кукумарії *C.sporogenes* не здатний викликати мікробіологічне псування в зв'язку з тим, що водорості і голкошкірі містять бактерицидні речовини і високий рівень сполучнотканинних білків, які не засвоюються цими мікроорганізмами в зв'язку з відсутністю у них вираженої колагеназної і еластазної активності [56, 57]. Відповідно, додавання водоростей в складі рецептур риборослинних консервів сприяє зниженню термостійкості мікроорганізмів.

Порівняльна характеристика показників термостійкості двох тест-культур, що визначається в консервах із різних видів гідробіонтів, свідчить про те, що спори *C.botulinum* за термостійкістю нижче спор *C.sporogenes* в 2–3 рази [58, 59].

Таким чином, при розробці режимів стерилізації консервів з деяких гідробіонтів доцільно використати різні тест-мікроорганізми. Термостійкість мікроорганізмів залежить не тільки від їх властивостей, а також від таких факторів: рН середовища, активності води, вологості продукту, що стерилізується, іонної сили розчинів у ньому, кількості і природи органічних кислот, присутності білків, жирів, фітонцидів, осмотично активних речовин і інших властивостей, специфічних для кожного виду продукції. Отже, для зниження термостійкості мікроорганізмів рибних консервів доцільним є комбінування рибної і рослинної сировини [10, 50].

Чинниками, що визначають збереження окремих поживних речовин у стерилізованих продуктах, є міра їх термостійкості, розчинність, концентрація кисня в герметичній тарі, рН або кислотність продукту, взаємодія між різними нутрієнтами або між ними і матеріалом тари. Велике значення мають температура і тривалість нагріву, спосіб проникнення тепла в продукт і кінетика розпаду поживної речовини.

Органічні кислоти, що містяться в рослинній сировині, знижують термо-стійкість мікроорганізмів. Ефективність їх впливу при інших рівних умовах залежить від природи кислоти: молочна > оцтова > яблучна > лимонна.

Антибіотичні речовини рослинного походження – фітонциди, які додані у складі продукту, що стерилізується, сприяють зниженню термостійкості мікроорганізмів. У той же час уявлення, що склалися про пригнічувальну дію окремих фітонцидних сполук, не завжди узгоджуються з практикою стерилізації консервів[53, 60].

Осмотично активні речовини, що представлені в консервах в основному кухонною сіллю і цукром, мають захисну або пригнічувальну дію щодо термостійкості мікроорганізмів. Спрямованість дії цих речовин залежить від молярної концентрації їх в консервованому продукті, яка визначає величину осмотичного тиску, а отже, і рівень зневоднення мікробних клітин у продукті[54].

Науковцями доведено, що жири, які містяться в консервах з гідробіонтів, сприяють підвищенню термостійкості мікроорганізмів за рахунок створення ними умов стерилізації без доступу води до мікробних кліток. Оточені ліпідною оболонкою або, так званим гідрофобним «чохлом», мікроорганізми легше переносять «сухий» нагрів, ніж «вологий» [293–296]. Відповідно, ми рекомендуємо використовувати для консервування рибу середньої жирності, враховуючи оптимальне поєднання смакових, структурно-механічних властивостей та впливу на термостійкість мікроорганізмів [1, 10].

У процесі стерилізації консервів всіх видів, які є складною, багатокомпонентною системою, відбувається зміна їхніх хімічних і фізичних властивостей під дією як внутрішніх, так і зовнішніх чинників.

На думку Сафронової Т.М., Артюхової С.А. та колективу авторів, внутрішні чинники – хімічний склад, вигляд і розмір сировини, спосіб її попередньої теплової обробки, співвідношення твердої і рідкої фаз, незначно впливають на загальний рівень якості (10%). Визначальне значення мають зовнішні чинники [61].

Підвищення якості консервованих продуктів в процесі стерилізації можливе з розвитком досліджень з мікробіології, за рахунок поліпшення складу і властивостей сировини, вибору оптимальних режимів стерилізації, вдосконалення конструкцій стерилізаторів.

Відповідно, в процесі наукового обґрунтування режиму стерилізації риборослинних продуктів було проведено аналіз факторів, що впливають на прогрівання консервів.

Під час розробки і наукового обґрунтування режимів стерилізації використовувались розрахункові і експериментальні дані, а також дані, отримані з довідкової літератури. Процедура розробки режиму стерилізації проводилась відповідно до встановлених методів мікробіологічних, тепло-фізичних і органолептичних досліджень із застосуванням спеціального обладнання і приладів, при суворому дотриманні необхідної точності вимірювань [10]. Розробка нового режиму стерилізації передбачала вирішення двох завдань: виробництво нових видів консервів та застосування нових видів конкурентоспроможної тари в рибоконсервній промисловості.

Ця процедураскладалась здекількох етапів, які передбачали корегувальні дії залежно від кількості виявлених дефектів відповідно до системи контролю за критичними точками виробництва – НАССР (рис. 5.3)[61].

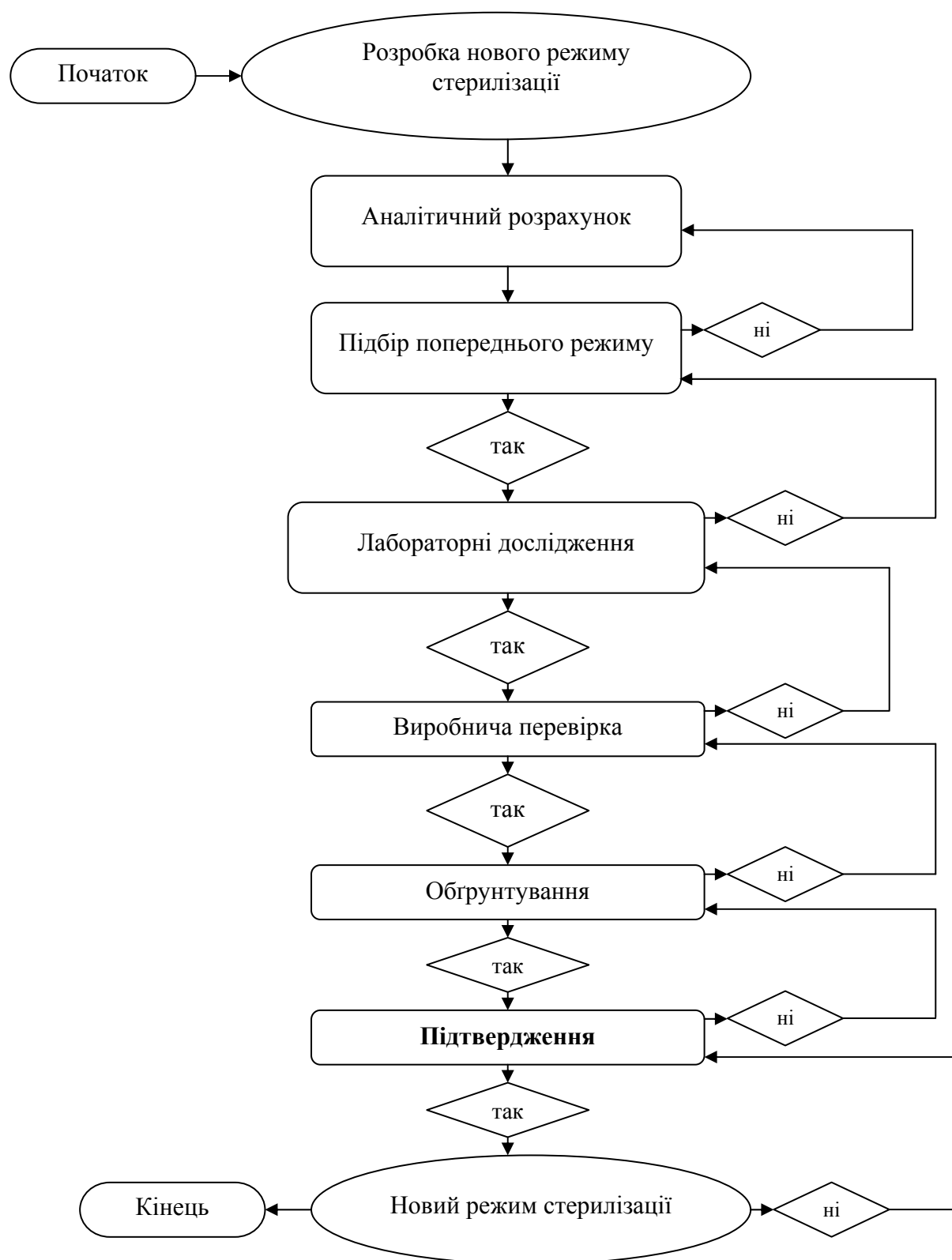


Рис. 5.3. Послідовність виконання окремих етапів розробки і обґрунтування режиму стерилізації риборослинних консервів

Попередньо підібраний режим стерилізації в автоклаві складався з трьох фізичних параметрів: тривалість етапів стерилізації (хв), максимальної температури (°С) і тиску (кПа).

Лабораторні випробування цього режиму полягали у стерилізації попередньо забруднених тест-культурою риборослинних консервів і встановленні ступеня загибелі цих культур при збереженні якості продукту відповідно до нормативної документації.

Згідно з методичними вказівками значення нормативного стерилізуючого ефекту для групи консервів «Рибні і риборослинні в бульйонах, залив-ках, різноманітних соусах, без додавання томатної пасти» становить 5,5 ум. хв. [63].

Фактична летальність процесу стерилізації нових консервів становила 7,65 ум. хв. (рис. 5.4).

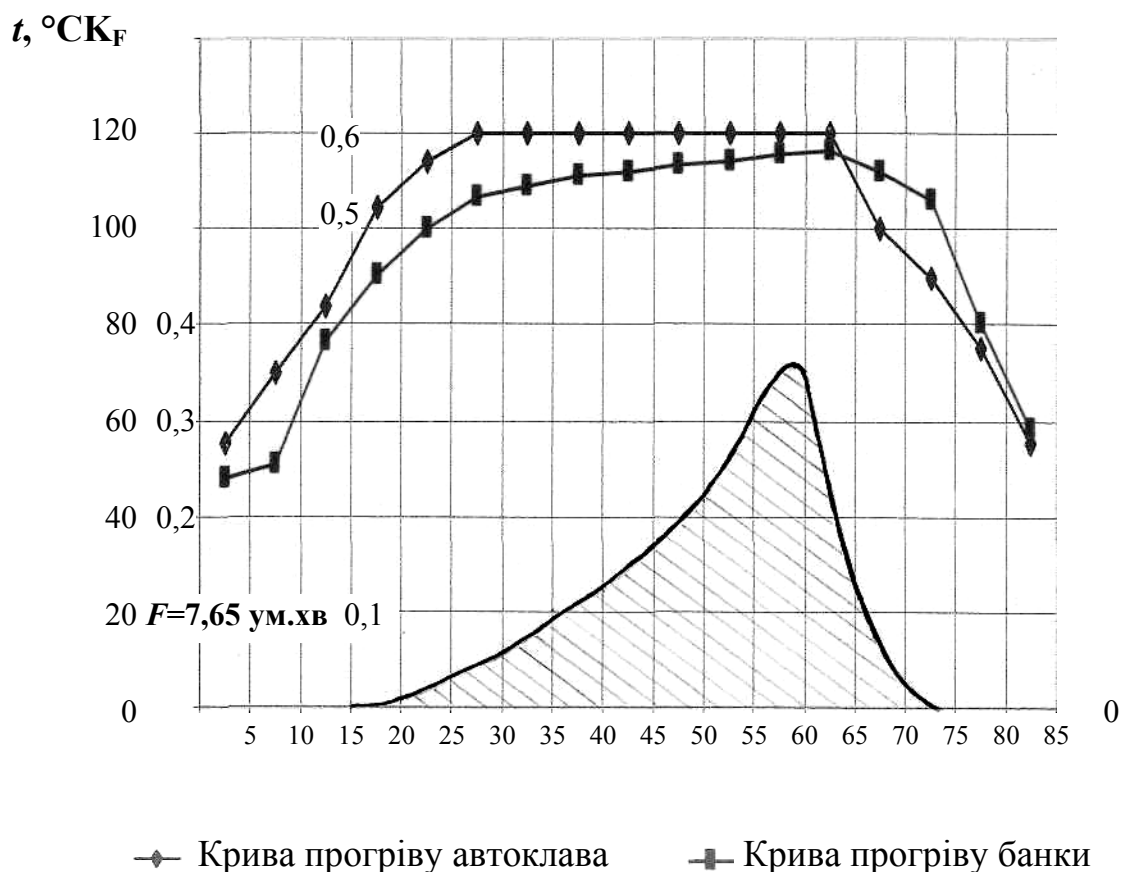


Рис. 5.4 Характеристика режиму стерилізації консервів «Товстолобик з додаванням морських водоростей»

Післяотримання позитивних результатів у лабораторних умовах режим стерилізації рекомендували до виробничої перевірки, яка передбачала:

- виробництво дослідної партії консервів відповідно до вимог нормативної документації, санітарних норм і правил за попередньо підібраним режимом стерилізації після лабораторної перевірки;
- зберігання дослідної партії не менше 90 діб в умовах, які передбачені нормативною і технологічною документацією;
- контроль промислової стерильності, виявлення і підрахунок можливого браку, визначення органолептичних і фізико-хімічних показників.

Режим стерилізації у скляних банках Ш-62-250 з кришкою системи «твіст-офф», розроблений експериментально та апробований у ТОВ «Дисконт» у вертикальних автоклавах типу КАВ-2, становив $\frac{25 - 35 - 25}{120^\circ \text{C}}$. 0,26 МПа. Умови стерилізації:

водне середовище, охолодження в автоклаві водою з використанням стиснутого повітря. Температура фасування – не нижче 45°C . Температура заливки при фасуванні – не нижче 85°C .

Надлишковий тиск, який виникає в реальних умовах стерилізації, перевищує в ряді випадків допустимий рівень, що загрожує появою фізичного браку і вимагає, для збереження герметичності тари і товарного виду продукції, застосування обґрунтованих параметрів протитиску (табл. 5.13).

Таблиця 5.13

**Величина протитиску під час стерилізації консервів
«Товстолобик з додаванням морських водоростей»**

Тривалість прогрівання та стерилізації, хв	Температура води в автоклаві, $^\circ \text{C}$	Тиск в автоклаві	
		Мпа	Кгс/см ²
0	55	0,00	0,0
5	70	0,04	0,4
10	84	0,08	0,8
15	105	0,12	1,2

Закінчення табл. 5.13

Тривалість прогрівання та стерилізації, хв	Температура води в автоклаві, ° С	Тиск в автоклаві	
		Мпа	Кгс/см ²
20	114	0,18	1,8
25	120	0,22	2,2
Постійно упродовж всього періоду власне стерилізації 0,26 Мпа (2,6 кгс/см ²)			
65	100	0,26	2,6
70	90	0,20	2,0
75	75	0,12	1,2
80	55	0,06	0,6
85	35	0,00	0,0

У період з 80 до 85 хв тиск поступово знижували до атмосферного.

Рівень протитиску залежить від матеріалу тари, її стійкості до надлишкового тиску й міцності закупорювання. Створюючи протитиск в автоклаві, слід орієнтуватись не тільки на максимальне його значення, а й додержуватися певної динаміки процесу для того, щоб крива тиску в автоклаві описувала криву тиску в банці, по можливості близько примикаючи до її контуру (див. рис. 5.4).

Розроблений режим стерилізації риборослинних консервів у скляній тарі дозволяє забезпечувати мікробіологічну стабільність консервів під час зберігання та високий рівень споживних властивостей.

Вітчизняні та зарубіжні науковці постійно працюють над вдосконаленням способів стерилізації консервів. Великий внесок у вирішенням даної проблеми зроблено вченими Одеської національної академії харчових технологій [51, 57, 60]. Російськими вченими розроблений новий спосіб автоматичного управління процесом стерилізації консервів [64]. Він полягає в тому, що оптимальне значення температури підтримується шляхом регулювання в апараті безпосередньо тиску, а не температури, враховуючи взаємну жорстку емпіричну залежність цих параметрів. Процес регулювання температури в автоклаві витратою пари досить інерційний, а зміна тиску відбувається

практично вмиє, не викликаючи значних коливань температури. Це забезпечує більш високу точність регулювання і підтримку основного параметра процесу стерилізації консервів.

Оптимізація процесу стерилізації консервів з гідробіонтів ускладнена відсутністю уніфікації критеріїв якості і методів їх визначення, що знижує достовірність результатів.

При встановленні режиму стерилізації якості продукції оцінюють відповідно до вимог нормативної документації, де більшу частину показників визначають суб'єктивним органолептичним методом [1]. У той же час, застосування методів сенсорного аналізу дає змогу отримати об'єктивну оцінку якості продуктів. Цьому сприяє введення кваліметрії, математичної статистики, відбір і навчання дегустаторів, а також створення необхідних умов для проведення сенсорного аналізу. Однак у наукових дослідженнях інструментальну оцінку впливу стерилізації різні автори проводять за одним або за сукупністю декількох показників, що розрізняються номенклатурою.

Введення в нормативну документацію обґрунтованих показників і методів інструментального і кваліметричного визначення показників якості дозволило б підвищити достовірність результатів оцінки продукції і отримати основу для їх зіставлення.

Таким чином, на основі вивчення мінерального складу рибної сировини визначено необхідність його оптимізації внаслідок відсутності деяких важливих елементів, зокрема марганцю, йоду, броду, селену.

Результати досліджень щодо визначення токсичних елементів та мікробіологічних показників свідчать, що прісноводна рибна сировина є безпечною для харчування [10]. Аналіз функціональних властивостей рослинної сировини показав, що вона містить комплекс біологічно активних речовин і може бути використана при виготовленні риборослинних продуктів з метою поліпшення смакових властивостей, підвищення стійкості до зберігання, збагачення їхнього хімічного складу вітамінами і мінеральними речовинами.

Технохімічна характеристика досліджуваної сировини та результати профільного аналізу смакових характеристик вказують на доцільність використання товстолобика для виробництва риборослинних консервів, а білого амура – для виробництва риборослинних паштетів. Запропоновано та науково обґрунтовано режим стерилізації риборослинних консервів у скляній тарі з кришкою системи «твіст-офф», який був розроблений експериментально та апробований у ТОВ «Дисконт» і становив $\frac{25-35-25}{120^{\circ}\text{C}}$. 0,26 МПа у банках Ш-62–250 для вертикальних автоклавів типу КАВ – 2. Умови стерилізації – у водному середовщі, охолодження в автоклаві водою з використанням стиснутого повітря. Температура фасування – не нижче 45° С. Температура заливки при фасуванні – не нижче 85° С.

5.3. Характеристика споживних властивостей нових риборослинних консервів і паштетів

Сенсорний аналіз нової продукції – обов’язковий етап її апробації з метою забезпечення якості та конкурентоспроможності, виявлення споживацьких переваг. Результати дегустаційної оцінки риборослинних консервів за 5-бальною системою наведено в табл. 5.14.

Таблиця 5.14

Органолептична оцінка показників якості риборослинних консервів, ($n=5, p \leq 0,05$)

Зразок	Оцінка показників, бал					
	Зовнішній вигляд	Стан заливки	Колір	Смак	Запах	Консистенція
Контроль	3,84±0,37	4,33±0,59	3,71±0,56	3,40±0,23	3,48±0,37	3,16±0,21
Товстолобик з водоростями	4,81±0,16	4,94±0,04	4,83±0,16	4,78±0,19	4,73±0,29	4,78±0,18

Закінчення табл. 5.14

Зразок	Оцінка показників, бал					
	Зовнішній вигляд	Стан заливки	Колір	Смак	Запах	Консистенція
Товстолобик з водоростями та кизилом	4,71±0,27	4,69±0,29	4,80±0,17	4,86±0,12	4,85±0,44	4,81±0,16
Товстолобик з водоростями та аличею	4,83±0,13	4,83±0,14	4,84±0,15	4,91±0,07	4,93±0,40	4,91±0,08
Товстолобик з водоростями, аличею та буряком	4,85±0,12	4,80±0,16	4,83±0,18	4,83±0,14	4,90±0,45	4,84±0,14
Товстолобик з водоростями, аличею, буряком, морквою	4,83±0,17	4,88±0,11	4,85±0,12	4,84±0,18	4,89±0,20	4,87±0,10
Товстолобик з водоростями, кизилом, морквою, буряком	4,77±0,14	4,75±0,23	4,76±0,17	4,92±0,06	4,97±0,02	4,83±0,12

Згідно з результатами органолептичної оцінки зовнішній вигляд зразків характеризувався як приємний або дуже приємний. Стан заливки – світлий, прозорий або з наявністю невеликої кількості зважених часток. Зовнішній вигляд та стан заливки зразків з додаванням кизилу має дещо нижчу оцінку за рахунок утворення ледь помітного осаду. Смак досліджуваних зразків визначено як дуже приємний, гармонійний або приємний, властивий даному різновиду консервів. Консерви з додаванням аличі мають злегка кислуватий присмак, а консерви з додаванням кизилу відрізняються оригінальними смаковими характеристиками. Запах досліджуваних зразків охарактеризовано як дуже приємний або приємний, властивий даному різновиду консервів. При додаванні різних видів рослинної сировини запах гармонізується та характеризується таким поняттям, як «букет». Консистенція досліджуваних зразків визнана як соковита або достатньо соковита, ніжна. Зразки з додаванням рослинної сировини характеризуються більш соковитою та пружною консистенцією. Ймовірно, це

пояснюється впливом антоціанів, органічних кислот та фенольних сполук рослинної сировини на структуру білкових молекул м'язової тканини. Колір досліджуваних зразків – характерний, солом'яний, з відтінками рожевого в консервах з додаванням кизилу та буряку, дещо неоднорідний за рахунок комбінування різних видів сировини. Зміна кольору зумовлена протіканням реакцій меланоїдиноутворення (реакцій Майяра) під час стерилізації. В реакцію вступають сполуки з вільними аміногрупами (білки, пептиди, амінокислоти, азотисті основи) і карбонільними групами (продукти окиснення ліпідів, в тому числі альдегіди, сахара, рибоза, глюкоза і аміносахара). Рибна сировина містить велику кількість сполук з аміногрупами, а обмежувальним фактором реакції Майяра є наявність карбонільних груп. Проте відмінною особливістю гідробіонтів від рослинної сировини є можливість реакції меланоїдиноутворення за участі аміносахарів, що містять як карбонільну, так і аміногрупу. Зміна кольору за рахунок утворення меланоїдинів не знижує харчової цінності рибних консервів за умови контрольованого протікання реакції. Комбінування рибної і рослинної сировини є одним із факторів пригнічення реакції Майяра в консервах за рахунок зменшення кількості рибної сировини та зміщення рН в кислу сторону [64, 65].

Узагальнюючий показник якості визначали як суму всіх органолептичних показників, що надає комплексну характеристику сенсорних властивостей товару [66, 67]. Результати визначення узагальнюючого показника якості риборослинних консервів представлено на рис. 5.5.

У цілому узагальнюючий показник якості досліджуваних зразків становив: 1 зразок – 28,87 бала, 2 зразок – 28,72 бала, 3 зразок – 29,25 бала, 4 зразок – 29,05 балів, 5 зразок – 29,16 бала, 6 зразок – 29 балів. Узагальнюючий показник якості контрольного зразка становив 21,92 бала.

Таким чином, представлені зразки риборослинних консервів характеризувались добрими органолептичними властивостями, про що свідчать результати дегустаційної оцінки комісії. За комплексом оцінюваних показників якості кращими були визнані товстолобик з додаванням водоростей та аличі та товстолобик з додаванням водоростей, аличі, буряку, моркви.

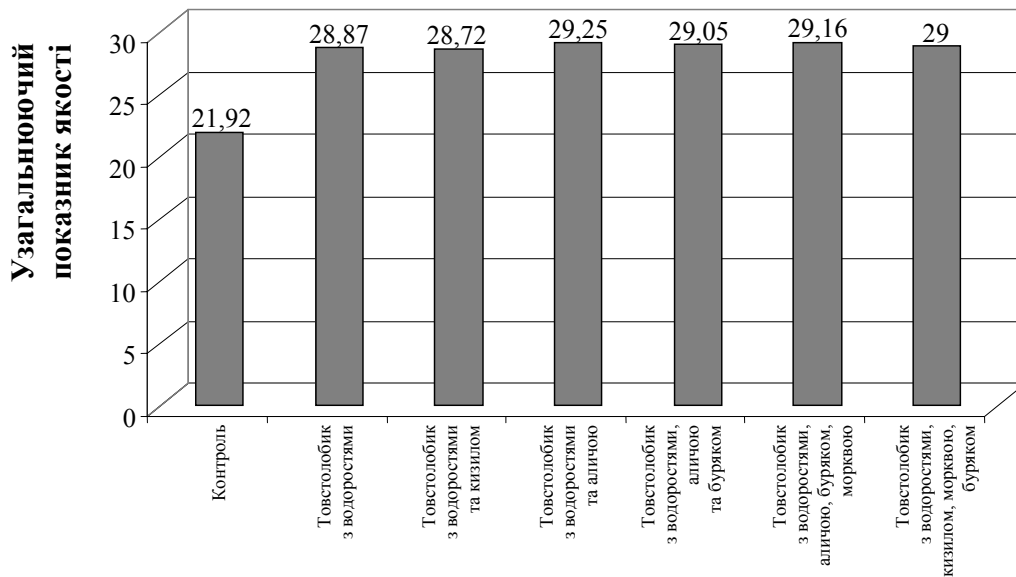


Рис. 5.5. Узагальнюючий показник якості риборослинних консервів

Критичним показником якості харчових продуктів визнано смак та смаковитість (комплексне відчуття смаку, запаху та дотику в ротовій порожнині) [1]. Крім того, смаковитість товару значним чином впливає на його конкурентоспроможність і, відповідно, вибір товару споживачем. Тому, доцільним було проведення дослідження смаковитості консервів (рис. 5.6).

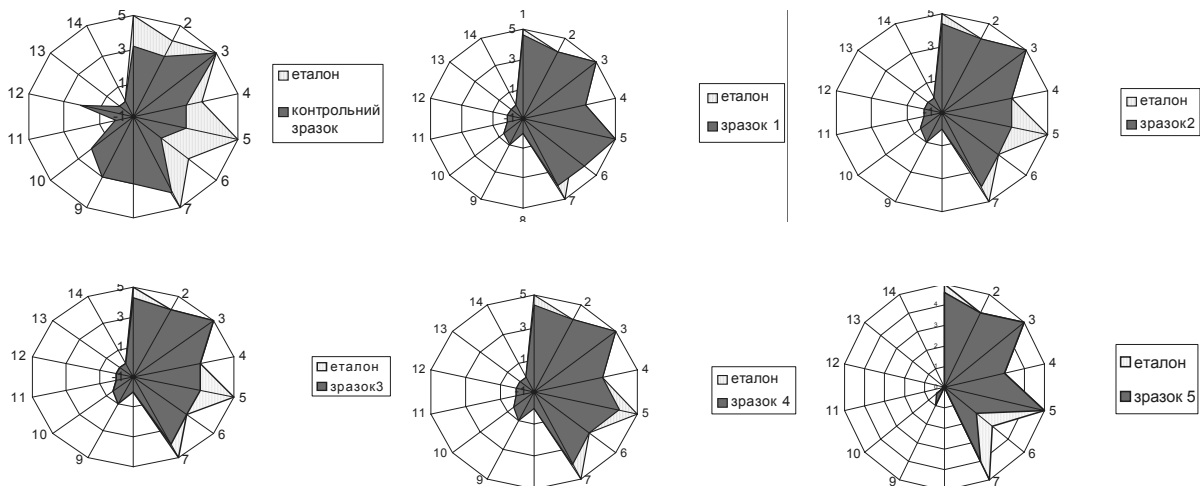


Рис.5.6. Профілограми смаковитості риборослинних консервів:
 1 – загальне враження, 2 – рибний, 3 – солоний, 4 – солодкий,
 5 – гармонійний, 6 – кислуватий, 7 – доброякісного жиру,
 8 – прісний, 9 – мулистий, 10 – гіркий, 11 – сторонній,
 12 – трав'янистий, 13 – плісняви, 14 – недоброякісного жиру

Під час дослідження смаковитості консервів враховувалися наступні характеристики смаку:

- Позитивні – загальне враження, рибний, солоний, солодкий, гармонійний, кислуватий, доброякісного жиру.
- Негативні – прісний, мулистий, гіркий, сторонній, трав'янистий, плісняви, недоброякісного жиру.

У цілому функціональні риборослинні консерви мають позитивний смаковий профіль. Смаковитість 1 та 5 зразків найбільше збігаються з еталонним профілем смачності.

Згідно з результатами органолептичної оцінки риборослинних паштетів за 5-бальною системою, зовнішній вигляд досліджуваних зразків паштетів характеризувався як приємний (табл.5.15.).

Таблиця 5.15

Органолептична оцінка показників якості риборослинних паштетів, ($n=5$, $p \leq 0,05$)

Зразок	Оцінка показників, бал				
	Зовнішній вигляд	Колір	Смак	Запах	Консистенція
Контроль	3,27±0,41	3,11±0,28	3,09±0,16	3,17±0,32	3,08±0,19
Паштет з водоростями	4,77±0,23	4,72±0,18	4,86±0,14	4,82±0,15	4,88±0,21
Паштет з кизилом та водоростями	4,87±0,20	4,81±0,13	4,93±0,06	4,87±0,12	4,87±0,12
Паштет з аличею та водоростями	4,85±0,20	4,83±0,16	4,97±0,03	4,89±0,10	4,94±0,05
Паштет з аличею, буряком та водоростями	4,88±0,12	4,87±0,18	4,95±0,05	4,90±0,10	4,89±0,11
Паштет з аличею, буряком, водоростями та камеддю гуару	4,87±0,11	4,85±0,14	4,90±0,10	4,88±0,12	4,83±0,14
Паштет з кизилом, буряком, водоростями та камеддю гуару	4,85±0,14	4,86±0,12	4,92±0,08	4,87±0,12	4,86±0,13

Колір досліджуваних зразків – характерний, дещо неоднорідний за рахунок комбінування різних видів сировини. Смак зразків визначено як приємний, гармонійний. Запах досліджуваних зразків охарактеризовано як дуже приємний або приємний. Консистенція досліджуваних зразків визнана як достатньо соковита, ніжна, характерна. Відмічено, що консистенція зразків з додаванням камеді гуару була більш в'язка, пластична та отримала досить високу оцінку дегустаторів, яка майже не відрізнялась від оцінки зразків з додаванням альгінату (рис. 5.7).

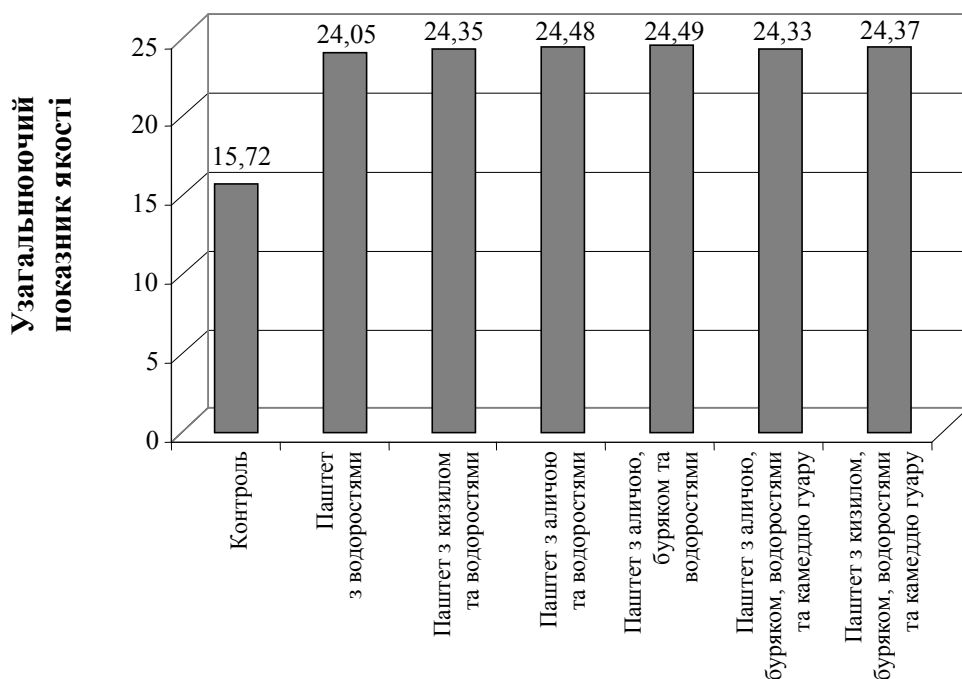


Рис. 5.7. Узагальнюючий показник якості риборослинних паштетів

Узагальнюючий показник якості дослідних зразків риборослинних паштетів становив (балів): контроль – 15,72; 1 зразок – 24,05; 2 зразок – 24,35; 3 зразок – 24,48; 4 зразок – 24,49; 5 зразок – 24,33; 6 зразок – 24,37. Отже, якість дослідних зразків риборослинних паштетів значно вища, ніж контрольного.

Таким чином, результати сенсорного аналізу нових видів комбінованих риборослинних продуктів вказують на доцільність їх виробництва з метою насичення ринку України біологічно цінними продуктами загального та профілактичного призначення.

Структурно-механічні властивості риборослинних продуктів

Об'єктивна оцінка якості харчових продуктів передбачає вивчення комплексу показників, що впливають на формування споживних властивостей готового продукту. Основними сенсорними показниками якості, що визначають конкурентоспроможність товару, є смак та консистенція, які зумовлені хімічним складом та структурно-механічними властивостями товару. М'ясо риби потрібно розглядати як біоколоїдне тіло, що має певні фізико-хімічні властивості. Воно являє собою суцільну структуровану систему зі специфічною організацією речовин і характерними структурно-механічними особливостями.

Мало вивченими і особливо складними для моделювання залишаються процеси, пов'язані з адгезією структурованих харчових мас [38, 39]. Адгезія є непрямим показником, що характеризує консистенцію продукту та значним чином впливає на його споживні властивості. Адгезія харчових мас частіше є небажаною. Вона негативно впливає на ефективність використання обладнання, якість продукту, призводить до збільшення витрат сировини і енергетичних ресурсів.

Головною причиною недостатнього вивчення адгезії є складність проведення експериментальних досліджень. Більшість приладів для дослідження базуються на вимірюванні зусиль за допомогою індукційних або тендодатчиків [68]. Суттєвим недоліком цих приладів є велика інерційність і неможливість отримання достатньо точних результатів при великих швидкостях відривання поверхні робочої частини приладу від продукту і імпульсній зміні зусиль.

Основними рецептурними компонентами, що впливають на формування структурно-механічних властивостей нових продуктів, є морські водорості, альгінат та камедь гуару.

Для визначення консистенції харчових дисперсних систем використовують прилади-пенетрометри, принцип роботи яких базується на примусовому введенні індектора у продукт.

На сьогодні, залежно від структурно-механічних властивостей і методик розрахунків консистенції продукту, використовуються прилади, які фіксують зусилля при заданій глибині занурення індектора у продукт; або фіксують глибину занурення індектора у продукт при постійному зусиллі; або реєструють одночасно глибину занурення і зусилля, яке витрачають на занурення індектора.

При визначенні консистенції м'яса, включаючи рибу і риборослинні продукти, найбільш широко використовують динамометричні пенетрометри. Індектор цих пристроїв занурюють у продукт з постійною швидкістю на задану глибину, при досягненні якої зусилля опору продукту фіксують датчиком тиску. За величиною зусилля опору визначають консистенцію.

Пристрої, які працюють за вище наведеним принципом, не забезпечують достатньої точності вимірювання, не дешеві і відносно складні за конструкцією. Їх складно використовувати, коли виникає необхідність часто контролювати технологічний процес, тобто пристрій повинен бути мобільний. Авторами запропоновано нову конструкцію портативного гравітаційного пенетрометра і нову методику визначення консистенції.

Проведений аналіз графіків траєкторій руху дає можливість встановити, що зі збільшенням коефіцієнта опору K довжина переміщення по осі X зменшується непропорційно. Графік залежності між коефіцієнтом опору K і довжиною переміщення по осі X для риборослинних консервів (на прикладі зразка 1 – «Товстолобик з додаванням морських водоростей») представлено на рис. 5.8.

Провівши обробку графічних залежностей, отримали відповідні рівняння апроксимації:

$K = 5,2248x^2 - 4,8619x + 1,1245$ – контрольний зразок;

$K = 5,2183x^2 - 5,3943x + 1,3515$ – Товстолобик консервований з додаванням морських водоростей;

$K = 4,9264x^2 - 4,4244x + 0,9127$ – Товстолобик консервований з додаванням морських водоростей та кизилу;

$K = 4,3981x^2 - 4,1231x + 0,8721$ – Товстолобик консервований з додаванням морських водоростей та аличі;

$K = 2,6363x^2 - 2,0676x + 0,4095$ – Товстолобик консервований з додаванням морських водоростей, аличі та буряку;

$K = 3,7824x^2 - 2,5478x + 0,4312$ – Товстолобик консервований з додаванням аличі, буряку, моркви;

$K = 4,9827x^2 - 2,9888x + 0,4521$ – Товстолобик консервований з додаванням морських водоростей, кизилу, моркви, буряку.

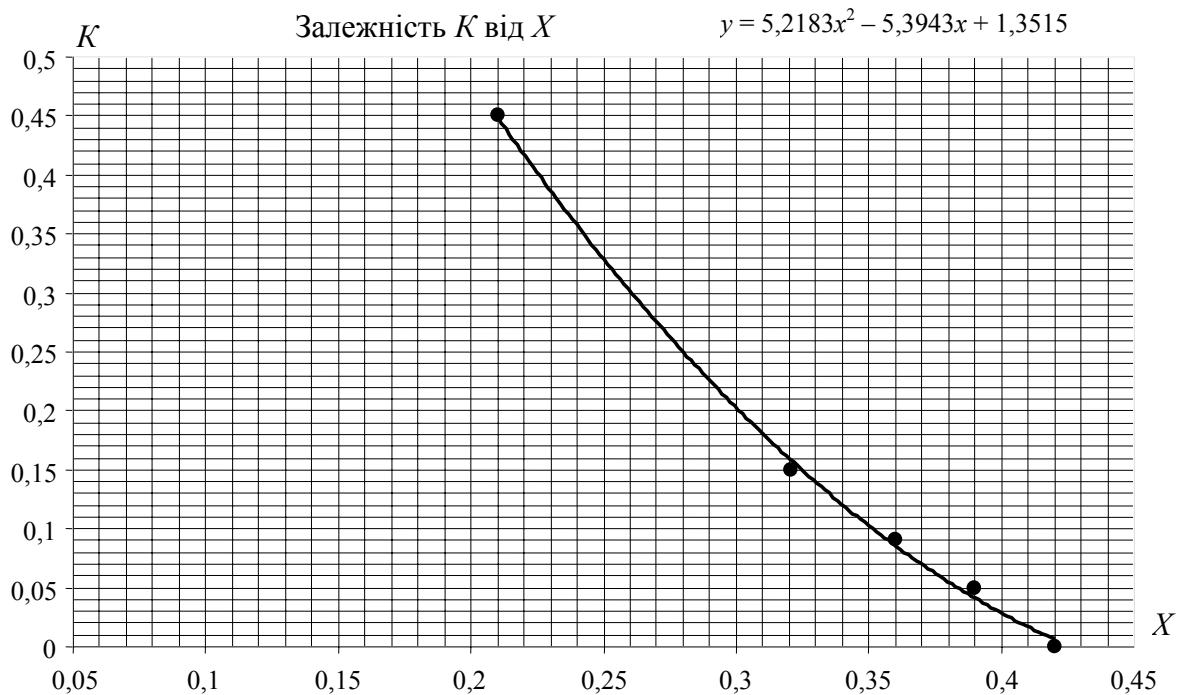


Рис.5.8. Залежність між коефіцієнтом опору (K) і довжиною переміщення(X) досліджуваного зразка «Товстолобик з додаванням морських водоростей».

Якщо провести експериментальні дослідження зразка продукту тієї ж самої маси за умов, коли адгезія відсутня, траєкторія переміщення зразка буде мати зовсім інший вигляд, відповідно, буде іншою (більшою) координата осі X . Зазначимо, що у цьому випадку заважати рухові продукту буде тільки опір повітря.

$$\frac{d^2x}{dt^2}m + \pi D x(t) F_{ad} + P_n \frac{\pi D^2}{4} = mg, \quad (5.1)$$

Рівняння (5.1) включає показник міцності адгезії F_{ad} значення якого знаходять, використавши маятниковий адгезиметр (рис. 5.9, 5.10.).

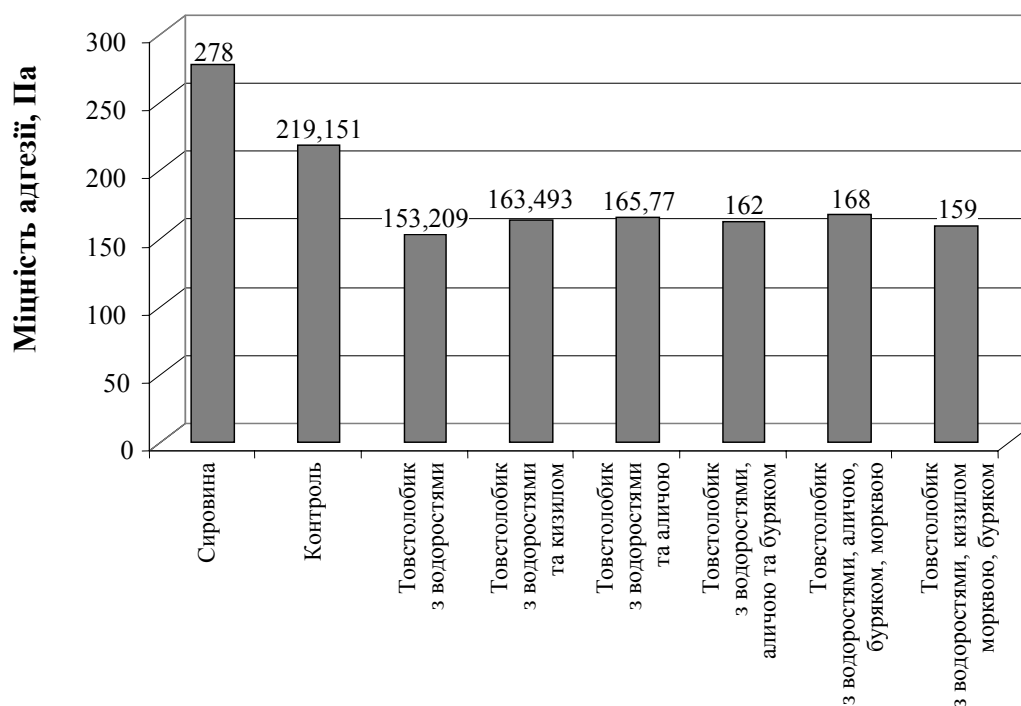


Рис.5.9. Міцність адгезії риборослинних консервів

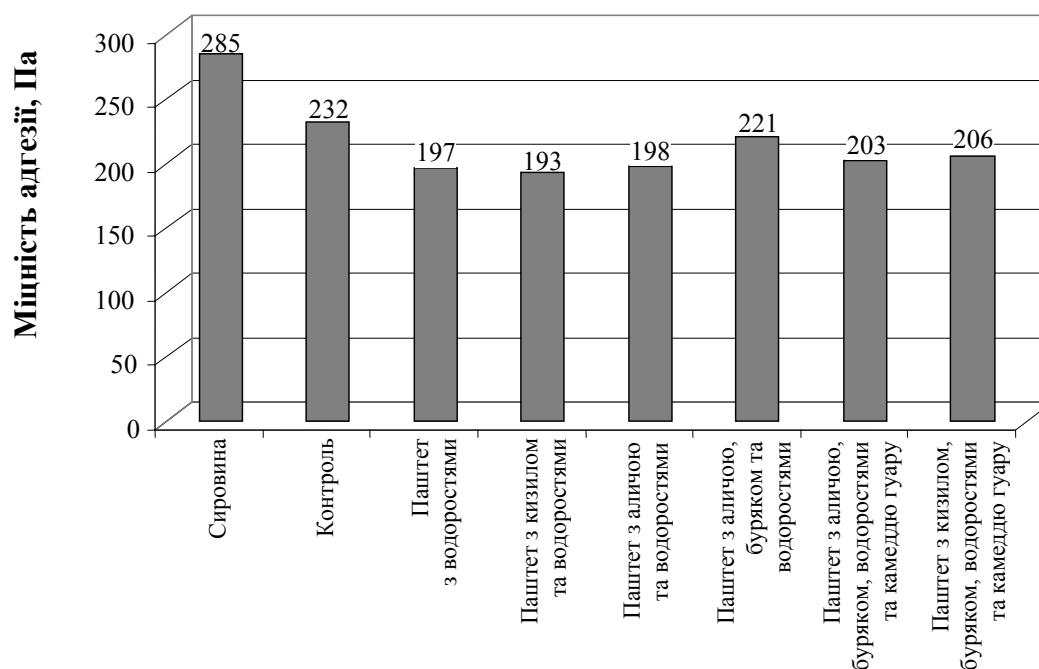


Рис. 5.10. Міцність адгезії риборослинних паштетів

Таким чином, риборослинні паштети характеризуються більшою міцністю адгезії порівняно з консервами, що обов'язково необхідно враховувати в процесі їх виробництва. В той же час, найбільша міцність адгезії характерна для рибної сировини (285 Па) та контрольних зразків продукту (219 та 232 Па відповідно для консервів і паштетів). Паштети з додаванням альгінатів мають вищий показник адгезії порівняно з продуктами, рецептури яких містять водорості та камедь гуару. В цілому, дослідні зразки із рослинними добавками характеризуються значно меншою адгезією. Додавання ягід та овочів зумовлює більш пружну консистенцію шматочків риби внаслідок дії дубильних речовин, завдяки чому зменшується площа контакту між шматочками і вони не злипаються. Завдяки цьому риборослинні консерви і паштети краще зберігають свої споживні властивості протягом товароруху.

Необхідно відмітити, що для м'яса товстолобика залежно від тривалості зберігання консервів міцність адгезії змінюється. Залежність міцності адгезії від тривалості зберігання $F_{ad} = f(t)$ показано на рис.5.11.

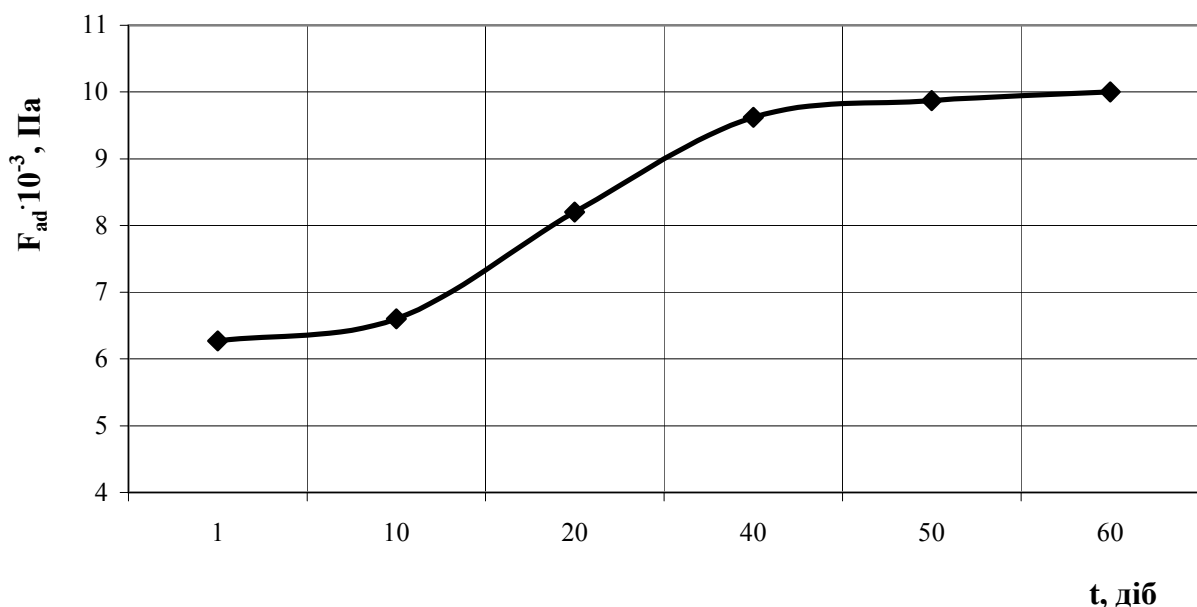


Рис. 5.11. Залежність міцності адгезії (F_{ad}) м'яса товстолобика від тривалості зберігання (t) консервів

Таким чином, під час зберігання міцність адгезії зростає непропорційно. В процесі виробництва та зберігання харчових продуктів необхідно проводити в кожному конкретному випадку моделювання процесів, що відбуваються в товарі з урахуванням як виду упаковки, так і структурно-механічних властивостей продукту. Отримавши розв'язок рівняння 5.1, маємо:

$$\begin{aligned}
 eg := x(t) = & \frac{\sin\left(\frac{\sqrt{F_{ad}} \sqrt{\pi} \sqrt{D1} t}{\sqrt{massa_1}}\right) Vox \sqrt{massa_1}}{\sqrt{F_{ad}} \sqrt{\pi} \sqrt{D1}} + \\
 & + \frac{1}{4} \frac{\cos\left(\frac{\sqrt{F_{ad}} \sqrt{\pi} \sqrt{D1} t}{\sqrt{massa_1}}\right) (P_n \pi D1^2 - 4 massa_1 g)}{F_{ad} \pi D1} + \\
 & + \frac{1 - P_n \pi D1^2 + 4 massa_1 g}{4 F_{ad} \pi D1}
 \end{aligned} \tag{5.2}$$

$$\begin{aligned}
 eg := x(t) = & \frac{\sin\left(\frac{\sqrt{F_{ad}} \sqrt{\pi} \sqrt{D1} t}{\sqrt{massa_2}}\right) Vox \sqrt{massa_2}}{\sqrt{F_{ad}} \sqrt{\pi} \sqrt{D1}} + \\
 & + \frac{1}{4} \frac{\cos\left(\frac{\sqrt{F_{ad}} \sqrt{\pi} \sqrt{D1} t}{\sqrt{massa_2}}\right) (P_n \pi D1^2 - 4 massa_2 g)}{F_{ad} \pi D1} + \\
 & + \frac{1 - P_n \pi D1^2 + 4 massa_2 g}{4 F_{ad} \pi D1}
 \end{aligned} \tag{5.3}$$

Використавши отримані значення F_{ad} , з рівняння (5.3) для різних глибин занурення індектора знаходили величини напруги опору P_n , за якими визначали консистенцію продукту.

Для встановлення відповідності величини напруги опору P_n , консистенції продукту проводили органолептичну оцінку якості за п'ятибальною системою (табл. 5.16).

Таблиця 5.16

Показники оцінки консистенції риборослинних консервів, ($n=5$, $p \leq 0,05$)

Вид продукту	Показник занурення індектора, см	Консистенція, бал
Риба-сирець (товстолобик)	$2,41 \pm 0,15$	—
Контроль	$2,89 \pm 0,12$	$3,16 \pm 0,51$
Товстолобик з додаванням водоростей	$2,73 \pm 0,14$	$4,38 \pm 0,58$
Товстолобик з додаванням водоростей та кизилу	$2,65 \pm 0,12$	$4,27 \pm 0,56$
Товстолобик з додаванням водоростей та аличі	$2,74 \pm 0,17$	$4,51 \pm 0,44$
Товстолобик з додаванням водоростей, аличі та буряку	$2,66 \pm 0,10$	$4,54 \pm 0,47$
Товстолобик з додаванням водоростей аличі, буряку, моркви	$2,58 \pm 0,15$	$4,73 \pm 0,34$
Товстолобик з додаванням водоростей, кизилу, моркви, буряку	$2,72 \pm 0,13$	$4,30 \pm 0,25$

Консистенція досліджуваних зразків визнана як соковита або достатньо соковита, ніжна. Зразки з додаванням рослинної сировини характеризуються більш соковитою та пружною консистенцією. Ймовірно, це пояснюється впливом антоціанів, органічних кислот та фенольних сполук рослинної сировини. Водорозчинні фенольні глікозиди, лігнин та дубильні речовини локалізуються в клітинних оболонках, підвищуючи їх антиокиснювальні властивості та зміцнюючи структуру.

Біофлавоноїди попереджають утворення вільних окиснювальних радикалів, які порушують цілісність мембран і структури клітин. Відповідно, у риборослинних консервах показник занурення індектора має менше значення порівняно із контрольним зразком, що не містить рослинних добавок.

Результати досліджень риборослинних паштетів свідчать, що консистенція досліджуваних зразків характеризується як достатньо соковита, ніжна (табл. 5.17.).

Таблиця 5.17

**Показники оцінки консистенції риборослинних паштетів,
($n=5$, $p \leq 0,05$)**

Вид продукту	Показник занурення індектора, см	Консистенція, бал
Риба-сирець	$2,40 \pm 0,15$	–
Контроль	$3,32 \pm 0,17$	$3,17 \pm 0,23$
Паштет з додаванням водоростей	$3,68 \pm 0,12$	$4,26 \pm 0,28$
Паштет з додаванням кизилу та водоростей	$3,94 \pm 0,14$	$4,33 \pm 0,26$
Паштет з додаванням аличі та водоростей	$4,18 \pm 0,14$	$4,46 \pm 0,14$
Паштет з додаванням аличі, буряку та водоростей	$2,93 \pm 0,17$	$4,43 \pm 0,27$
Паштет з додаванням аличі, буряку, водоростей та камеді гуару	$3,68 \pm 0,15$	$4,68 \pm 0,17$
Паштет з додаванням кизилу, буряку, водоростей та камеді гуару	$3,48 \pm 0,13$	$4,72 \pm 0,23$

Відмічено, що консистенція зразків з додаванням камеді була більш в'язка, пластична (показник занурення індектора становив 3,68 та 3,48 мм) та отримала досить високу оцінку дегустаторів (4,68 та 4,72), яка майже не відрізнялась від оцінки зразків з додаванням альгінату. Відповідно, додавання камеді гуару в паштетні маси є доцільним, оскільки підвищує економічну ефективність їх виробництва (вартість альгінатів в декілька разів вища).

Кореляційна залежність між баловою оцінкою і показником сили опору характеризується наступними рівняннями регресії (y – оцінка консистенції, бал; X – показник пенетрації (занурення індектора), см):

$y = 11,271x^3 - 148,6x^2 + 559,6x - 644,99$ – для риборослинних консервів,

$R^2 = 0,9711$ – рівень достовірності апроксимації,

$y = 12,653x^3 - 146,01x^2 + 560,41x - 711,08$ – для риборослинних паштетів,

$R^2 = 0,9852$ – рівень достовірності апроксимації.

Таким чином, кореляційна залежність органолептичних та структурно-механічних властивостей продукту є досить високою. Відповідно, у подальших дослідженнях для даного виду продукту за величиною пенетрації та напруги опору можливо об'єктивно оцінити показник консистенції без проведення органолептичних досліджень. Особливе значення дані дослідження мають для оцінки якості рибної сировини, коли органолептична оцінка безпосередньо неможлива.

Отже, вивчення структурно-механічних властивостей м'яса риби – надзвичайно важливе питання товарознавчої експертизи з метою об'єктивної оцінки показників якості. Проведені дослідження показали можливість використання морських водоростей, альгінатів, камеді гуару як поліфункціональних добавок, які не тільки підвищують харчову цінність риборослинних продуктів за рахунок збагачення мінерального та вітамінного складу, але й дозволяють оптимізувати структурно-механічні властивості продукту з метою забезпечення його конкурентоспроможності.

Застосовані методи визначення консистенції тільки опосередковано дозволяють аналізувати особливості будови тканин риби. Проте отримані дані досить добре узгоджуються з органолептичними відчуттями. Методика проведення досліджень відносно проста, не потребує складної математико-статистичної обробки експериментальних даних. Математичне забезпечення встановлюється на персональний комп'ютер. Задачею подальших досліджень буде розробка методів і вдосконалення приладів для безпосереднього вивчення тканин риби та рибних продуктів.

Мікроструктура дослідних зразків

Дослідження мікроструктури має велике значення для визначення якості готового виробу. Виявлена чітка кореляція між органолептичними показниками готового виробу і структурою сировини та фаршу, тому проведення таких досліджень дозволить своєчасно внести корективи в технологічний процес з метою виробництва продукту з необхідними органолептичними показниками [10, 69]. Крім того, дослідження мікроструктури зразків сприяє вибору оптимальної кількості необхідних добавок.

В результаті проведених досліджень встановлено, що моношар контрольного зразку паштету характеризується як гомогенна маса, в якій на фоні відносно дрібних частинок риби спостерігаються в значній кількості краплі жиру порівняно більших розмірів (рис. 5.12).

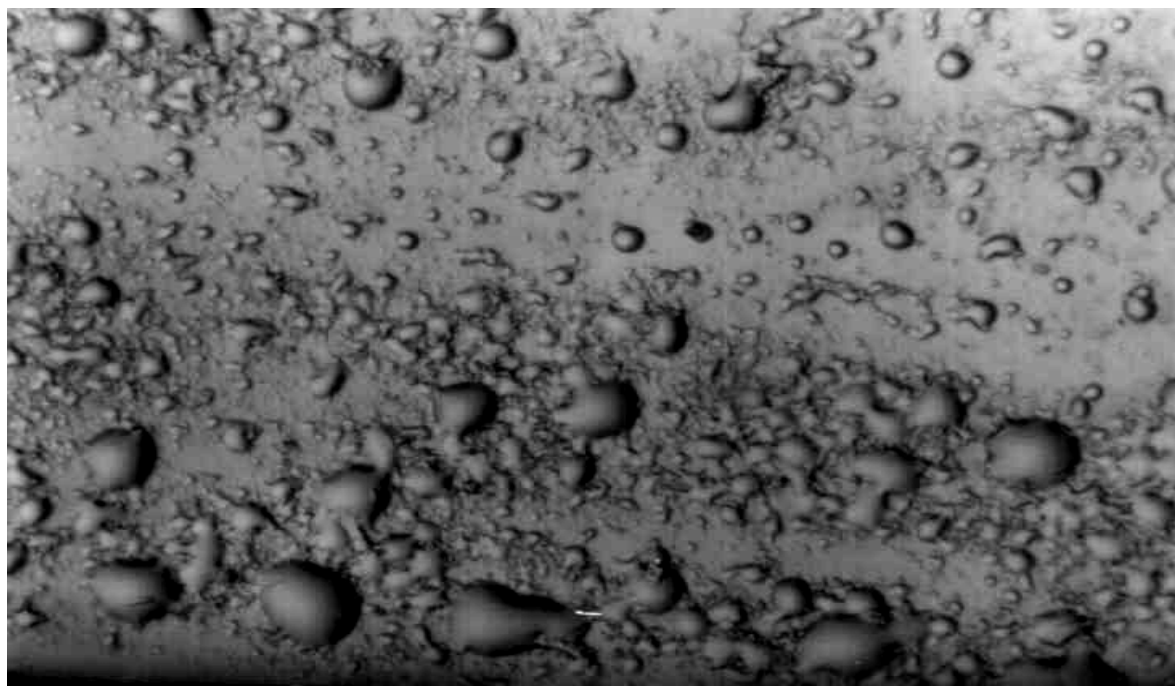


Рис. 5.12. Мікроструктура рибного паштету без добавок (контрольний зразок), збільшення ($\times 25$)

При дослідженні зразків паштетів з додаванням тільки камеді виявлено, що гранули жиру мають значно менші розміри, але різну форму (рис. 5.13).

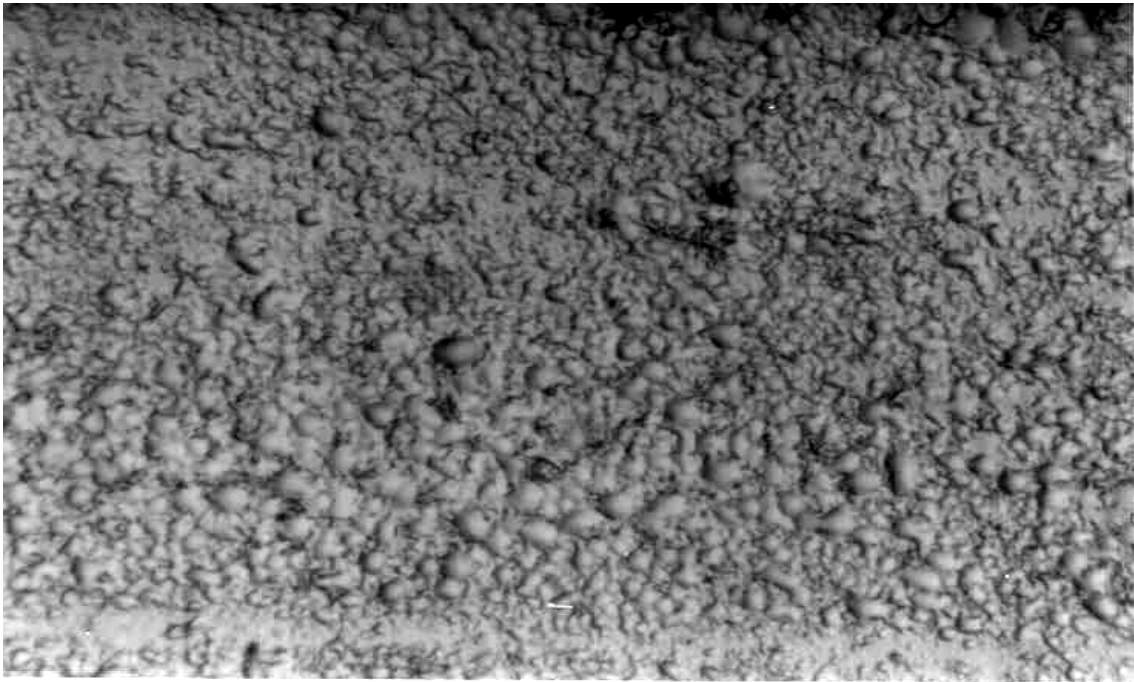


Рис. 5.13. Мікроструктура рибного паштету з додаванням камеді, збільшення ($\times 25$)

При додаванні альгінатів структура паштету є більш рівномірною, однак не досягає бажаної гомогенності (рис. 5.14).

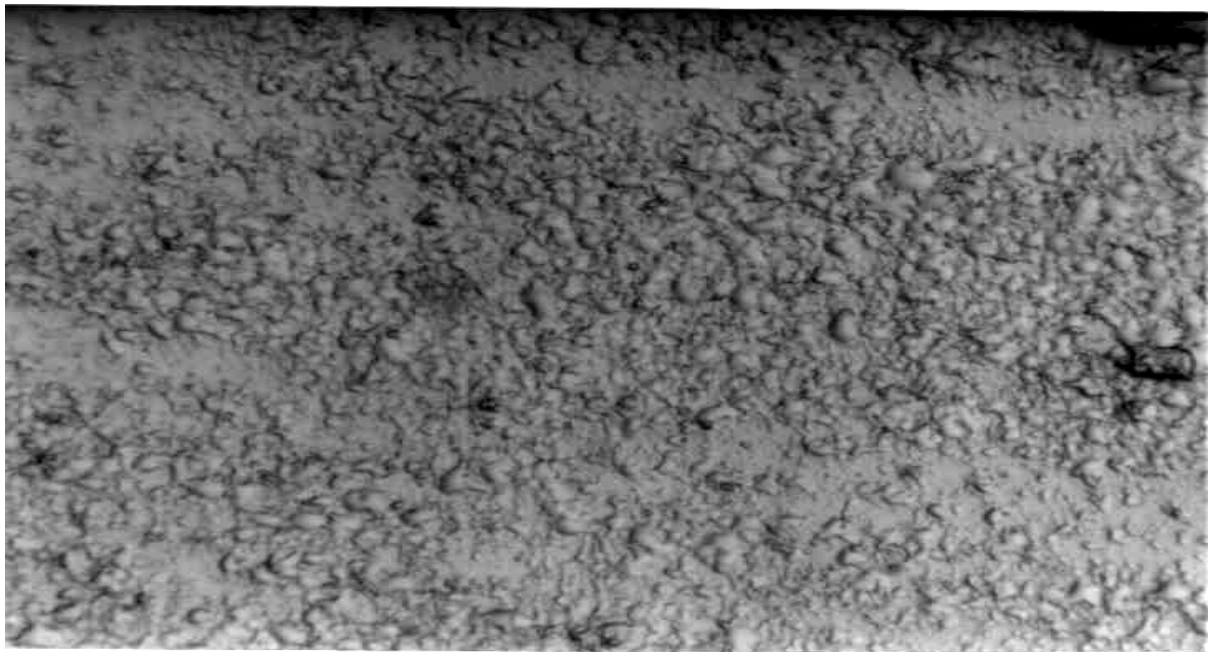


Рис. 5.14. Мікроструктура рибного паштету з додаванням альгінатів, збільшення ($\times 25$)

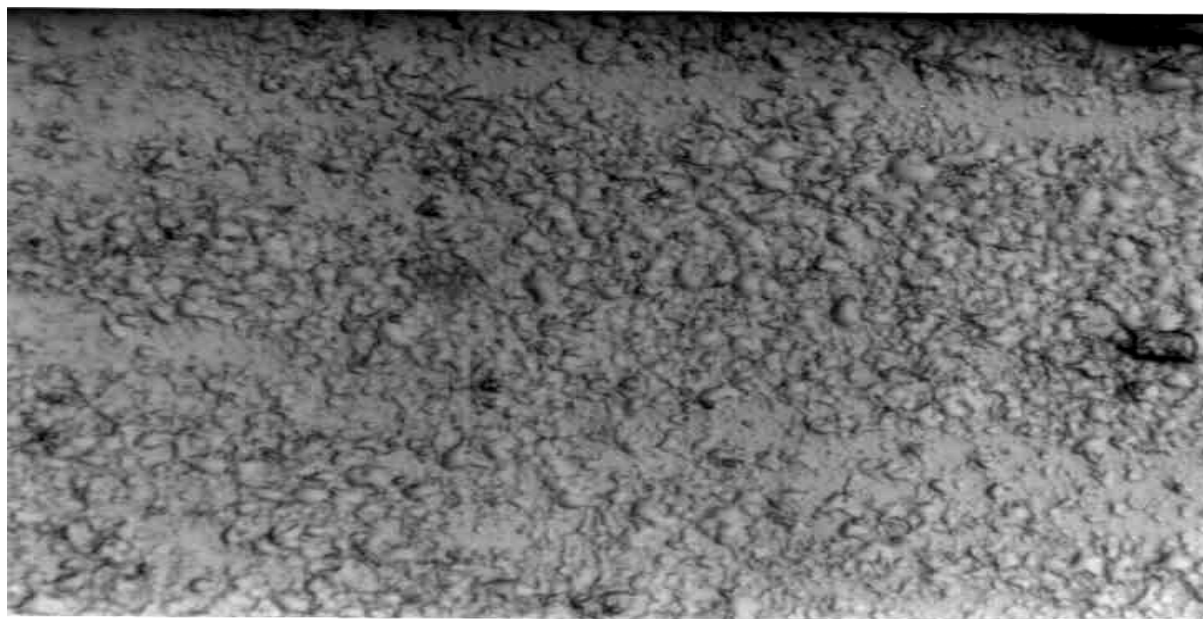


Рис. 5.15. Мікроструктура рибного паштету з додаванням камеді, альгінату та рослинних добавок, збільшення ($\times 25$)

При дослідженні зразків паштетів з додаванням камеді, альгінату та рослинних добавок виявлено, що продукт мав гомогенну структуру, а розміри жирових включень були значно менших розмірів.

В результаті проведених досліджень встановлено, що мікроструктура дослідних зразків з додаванням камеді або альгінату і рослинних добавок має більш рівномірну гомогенну структуру всіх компонентів. Відповідно, використання вказаних добавок є доцільним.

Біологічна цінність білків

Біологічна цінність, як критерій оцінки якості білка, має велике значення для визначення ефективності використання білка організмом. Амінокислотний склад продукту є одним з показників його біологічної цінності.

В результаті досліджень встановлено, що комбіновані продукти характеризуються вмістом повноцінних білків з набором необхідних для людини амінокислот. В білках досліджуваних продуктів виявлено 18 амінокислот, в тому числі всі незамінні (табл. 5.18).

Таблиця 5.18

**Амінокислотний склад білків риборослинних консервів,
мг на 100 г продукту, ($n=5, p \leq 0,05$)**

Аміно- кислоти	Контроль	Товстолобик з морськими водоростями	Товстолобик з морськими водоростями та кизилом	Товстолобик з морськими водоростями та аличею	Товстолобик з морськими водоростями-ми, аличею та буряком	Товстолобик з морськими водоростями, аличею, буряком, морквою	Товстолобик з морськими водоростями, кизилом, морквою, буряком	Адекватний рівень споживання, мг/добу[11]
Валін	775	636	628	621	623	622	631	2500
Ізолейцин	753	627	614	618	616	619	622	2000
Лейцин	1286	1021	997	963	969	974	961	4600
Лізин	1553	1232	1228	1239	1229	1243	1142	4100
Метіонін	401	388	372	381	387	385	381	1800
Треонін	862	685	646	672	674	681	690	2400
Триптофан	129	112	118	111	116	120	115	800
Фенілаланін	909	776	759	751	767	764	768	6900
Сума незамінних	6668	5477	5362	5356	5381	5408	5310	25100
Гістидин	339	274	271	277	270	208	284	2100
Аргінін	1003	872	865	870	823	881	877	6100
Аспаргінова кислота	1190	955	963	952	958	935	943	12 200
Серин	694	546	491	488	509	549	532	8300
Глутамінова кислота	3141	2390	2304	2308	2370	2334	2346	13600
Пролін	479	387	377	356	339	323	347	4500
Гліцин	843	676	635	670	672	680	651	5600
Аланін	1105	977	965	971	978	983	946	6600
Цистин	91	70	73	69	71	72	69	
Тирозин	599	474	466	459	472	476	468	
Сума замінних	9484	7621	7410	7420	7462	7441	7463	5900
Разом	16152	13098	12772	12776	12843	12849	12773	84100

Отже, в процесі досліджень відмічено найбільший вміст таких незамінних амінокислот, як лізин (1142–1243 мг/100г продукту), треонін (646–690 мг/100г продукту), лейцин (961–1021 мг/100г продукту). Особливе значення має метіонін, який належить до ліпотропних протисклеротичних речовин. Метіонін є стійким до дії високих температур, а при окисненні легко перетворюється в метіонінсульфоксид, який перетравлюється в шлунковому тракті людини під дією ферментів [70]. Вміст метіоніну в досліджуваних зразках консервів становить 381–388 мг/100г продукту. Високий вміст метіоніну забезпечує його участь в реакціях біотрансформації йоду в організмі людини [4, 30].

Серед замінних амінокислот домінуючими є аргінін, аланін, глютамінова кислота, аспарагінова кислота. Так, вміст аргініну в контрольному зразку становить 1003 мг/100г продукту, в досліджуваних зразках консервів – 823 – 881 мг/100г продукту.

Як відомо, гістидин є незамінною амінокислотою для росту дітей [71]. Вміст гістидину в досліджуваних зразках становить 208–284 мг/100г продукту, а в контрольному зразку – 339 мг/100г продукту.

Сірковмісні амінокислоти, особливо цистин, є досить чутливими до дії зовнішніх факторів, зокрема, теплової обробки [10, 72]. Під час теплової обробки можуть утворюватись леткі сірчані сполуки, а окиснювальні процеси сприяють утворенню цистеїнової кислоти. Під час досліджень спостерігаємо зменшення вмісту цистину в досліджуваних продуктах порівняно з вихідною сировиною. Вміст цистину в рибній сировині становить 152 мг/100г продукту, в контрольному зразку – 91 мг/100г продукту, в досліджуваних зразках – 69 – 73 мг/100г продукту.

В цілому вміст незамінних амінокислот в контрольному зразку – 6668 мг/100г продукту, в досліджуваних зразках – 5310–5477 мг/100г продукту. Як зазначалось в розділі 3, вміст незамінних амінокислот в рибній сировині становив 7817 мг/100г продукту.

Таким чином, спостерігаємо високий вміст незамінних амінокислот у контрольному зразку та риборослинних консервах, що вказує на доцільність вибраного способу теплової обробки.

Біологічну цінність білків консервів визначали методом амінокислотного скору, порівнюючи вміст незамінних амінокислот в досліджуваному білку і в такій же кількості ідеального білка відповідно до рекомендацій експертного комітету ФАО/ВООЗ. Амінокислотний скор білків надано в табл. 5.19.

Таблиця 5.19

**Амінокислотний скор білків риборослинних консервів
(в порівнянні зі шкалою ФАО/ВООЗ), %, ($n=5$, $p \leq 0,05$)**

Аміно- кислоти	Контроль	Товстолобик з морськими водоростями	Товстолобик з водоростями та кизилом	Товстолобик з водоростями та аличею	Товстолобик з водоростями, аличею та буряком	Товстолобик з водоростями, аличею, буряком, морквою	Товстолобик з водоростями, кизилом, морквою, буряком
Валін	95,98	97,09	98,30	97,18	96,70	96,80	98,83
Ізолейцин	116,56	119,70	120,20	120,89	119,90	120,42	121,76
Лейцин	113,75	113,34	111,53	107,65	107,8	108,3	107,5
Лізин	174,8	170,9	174,8	176,3	174,0	175,8	165,44
Треонін	133,4	130,7	126,5	131,5	131,2	128,6	131,2
Триптофан	79,9	85,5	92,4	86,9	90,3	93,4	90,1
Цистин + метіонін	71,0	84,6	83,2	85,2	86,1	85,6	85,2
Тирозин + фенілаланін	93,8	98,7	99,1	97,9	98,3	99,1	100,2

Отже, біологічна цінність білків досліджуваних зразків консервів порівняно з контролем підвищується внаслідок зменшення деструкційних змін в процесі теплової обробки, що зумовлено впливом біологічно активних речовин рослинної сировини. Домінуючою амінокислотою є лізин. Амінокислотний

скор лізину в контрольному зразку становить 174,8, в досліджуваних зразках – 165,44–176,30. Відмічено, також, високий амінокислотний скор треоніну, лейцину, ізолейцину. Лімітуючими амінокислотами є метіонін, триптофан, валін. Амінокислотний скор триптофану досліджуваних продуктів становить 85,5–93,4, а контрольного зразка – 79,9.

Характеристика показників біологічної цінності білків риборослинних консервів надана в табл. 5.20.

Таблиця 5.20

Характеристика показників біологічної цінності білків риборослинних консервів

Показники	Контроль	Товстолобик з водоростями	Товстолобик з водоростями та кизилом	Товстолобик з водоростями та аличею	Товстолобик з водоростями, аличею та буряком	Товстолобик з водоростями, аличею, буряком, морквою	Товстолобик з водоростями, кизилом, морквою, буряком
КРАС, %	35,45	24,68	26,51	24,62	23,83	23,92	24,28
ПБЦ, %	64,55	75,32	73,49	75,38	76,17	76,08	75,72
Коефіцієнт утилітарності амінокислотного складу (U)	0,65	0,75	0,73	0,74	0,76	0,75	0,76
Показник надлишкового вмісту, S_n, r	2,76	2,24	2,40	2,23	2,29	2,22	2,32
Показник порівнюваної надлишковості, S_c, r	3,90	2,65	2,88	2,62	2,66	2,59	2,73

Отже, досліджувані зразки характеризуються низьким значенням КРАС (23,83–26,51) порівняно з контрольним зразком (35,45), що є результатом оптимізації їх рецептурного

складу та дотримання раціонального значення активної кислотності. Відомо, що зниження значення активної кислотності (наприклад, внаслідок внесення томатної заливки) негативно впливає на білки консервів внаслідок руйнування деяких незамінних амінокислот, в першу чергу лізину і сірковмісних [50, 51]. Недопустити дисбаланс можливо при наявності контролю за рівнем незамінних амінокислот на етапах підбору сировинних компонентів, визначення оптимального їх співвідношення, під час вибору раціональних умов теплового консервування.

Коефіцієнт розрізнення амінокислотного скору є найнижчим у консервів

«Товстолобик з додаванням водоростей, аличі та буряку» – 23,85. Отже, 23,85% надлишкових незамінних амінокислот не використовуються безпосередньо на пластичні цілі, а можуть бути використані на енергетичні цілі або накопичуватися в організмі.

Відповідно, значення потенційної біологічної цінності нових видів консервів є вищим порівняно з традиційними. Найвищим значенням даного показника характеризуються консерви «Товстолобик з додаванням водоростей, аличі та буряку» – 76,17%.

Показник порівнюваної надлишковості (S_c) є найбільш інформативним показником збалансованості амінокислотного складу білка і характеризує сумарну масу неутилізованих амінокислот в такій кількості білка, яка еквівалентна по їх потенційному вмісту, що утилізується, 100 грамам білка-еталона. В результаті досліджень визначили, що «надлишковість вмісту» незамінних амінокислот, що показує кількість неутилізованих незамінних амінокислот становить у контрольного зразка 2,76 та в риборослинних консервах 2,22 – 2,40. Відповідно показник порівнюваної надлишковості становить 3,9 у контрольного зразка та 2,59 – 2,88 у риборослинних консервах.

Таким чином, результати досліджень свідчать про більш збалансований амінокислотний склад риборослинних консервів порівняно з консервами без додавання рослинної сировини.

Важливим показником, що характеризує ступінь засвоєння білків та вказує на раціональність комбінування прісноводної рибної і рослинної сировини, є коефіцієнт використання білка (рис.5.16.), який визначали за методом Бражнікова А.М. [73].

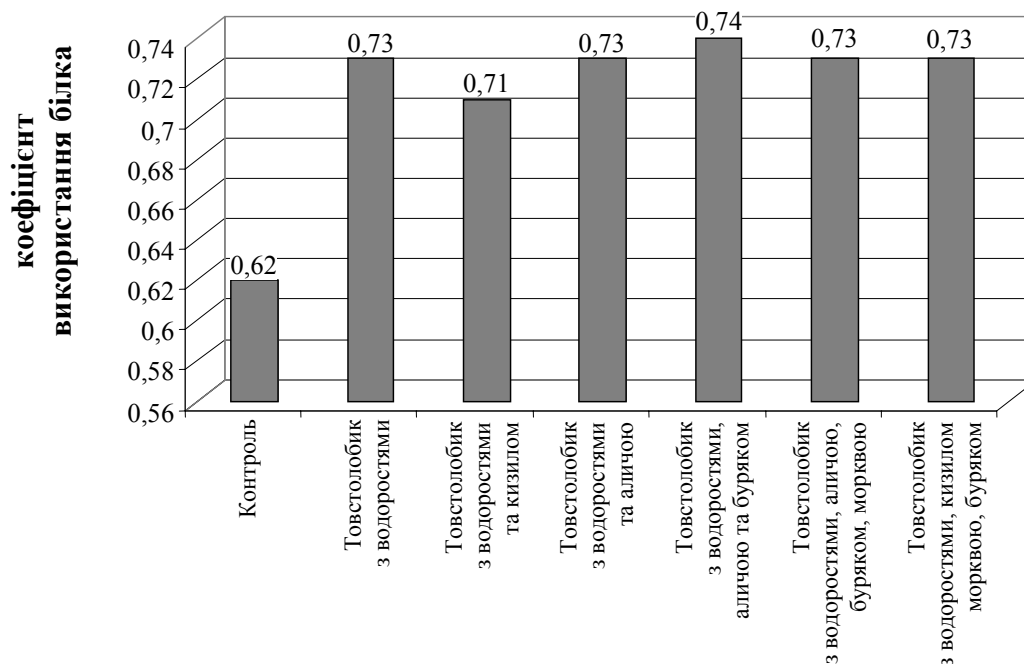


Рис. 5.16. Коефіцієнт використання білка риборослинних консервів

Результати розрахунку вказують на потенційно вищий ступінь засвоєння білків при комбінуванні рибної та рослинної сировини порівняно з традиційними рибними продуктами.

Після теплової обробки рибних консервів методом стерилізації спостерігається незначний кількісний перерозподіл амінокислотного складу білків продукту, що пояснюється неминучими деструкційними змінами під дією високих температур. Однак, додавання рослинної сировини сприяє стабілізації амінокислотного складу білків риби для забезпечення біологічної цінності готового продукту.

Отже, якісний склад білків риборослинних консервів із риби внутрішніх водоймищ вказує на доцільність комбінування прісноводної рибної та рослинної сировини з додаванням морських водоростей. Високий вміст незамінних амінокислот у досліджуваних консервах пояснюється стабілізуючим впливом рослинної сировини на деструкційні зміни білків риби.

Додавання вибраних видів рослинної сировини спричиняє зменшення загальної кількості білка в риборослинних паштетах (13,70–13,96%) порівняно з контрольним зразком (17,53%).

Однак, додавання рослинної сировини є доцільним, оскільки сприяє підвищенню харчової цінності готових продуктів за рахунок поліпшення смако-ароматичних властивостей, вітамінного та мінерального складу, стійкості до зберігання та засвоюваності рибних паштетів. Відомо, що рослинні компоненти підвищують засвоюваність рибних білків [1, 4, 10]. Під час споживання риби разом з овочами виділення шлункового соку збільшується майже в 2 рази. Крім того, додавання рослинних компонентів не зменшує біологічну цінність самих білків, на що вказують результати досліджень їх амінокислотного складу (табл.5.21).

Таблиця 5.21

Амінокислотний склад білків риборослинних паштетів, мг на 100 г продукту, ($n=5, p \leq 0,05$)

Аміно-кислоти	Контроль	Паштет з водоростями	Паштет з кизилом та морськими водоростями	Паштет з аличею та морськими водоростями	Паштет з аличею, буряком, та водоростями	Паштет з аличею, буряком, водоростями та камедь гуару	Паштет з кизилом, буряком, водоростями та камедь гуару	Адекватний рівень споживання, мг/добу[11]
Валін	855	683	651	670	681	684	679	2500
Ізолейцин	792	642	639	652	648	640	651	2000
Лейцин	1389	1051	1056	1049	1054	1049	1055	4600
Лізин	1760	1407	1461	1405	1398	1404	1387	4100
Метіонін+ Цистин	454	428	435	431	428	423	426	1800
Треонін	876	676	718	667	670	669	684	2400
Триптофан	132	118	124	118	126	125	121	800
Фенілаланін+ Тирозин	944	780	856	781	816	822	828	6900
Сума незамінних	7202	5785	5940	5773	5821	5816	5831	25100

Закінчення табл. 5.21

Аміно-кислоти	Контроль	Паштет з водоростями	Паштет з кизилом та морськими водоростями	Паштет з аличею та морськими водоростями	Паштет з аличею, буряком, та водоростями	Паштет з аличею, буряком, водоростями та камедь гуару	Паштет з кизилом, буряком, водоростями та камедь гуару	Адекватний рівень споживання, мг/добу[11]
Гістидин	445	374	371	377	370	368	384	2100
Аргінін	1051	872	865	870	873	881	878	6100
Аспаргінова кислота	1121	895	903	899	926	935	911	12200
Серин	873	696	691	678	709	759	732	8300
Глутамінова кислота	3320	2690	2674	2678	2670	2734	2746	13600
Пролін	525	307	377	296	389	223	302	4500
Гліцин	1069	526	535	530	512	480	497	5600
Аланін	1164	977	965	971	978	983	986	6600
Цистин	59	57	63	59	51	62	59	
Тирозин	701	564	576	573	582	596	598	
Сума замісних	10328	7958	8020	7931	8040	8021	8083	59000
Разом	17530	13743	13960	13704	13881	13837	13924	84100

В процесі досліджень відмічено найбільший вміст таких незамінних амінокислот, як лізин (1387–1461 мг/100г продукту), треонін (667–684 мг/100г продукту), лейцин (1049–1056 мг/100г продукту). Вміст метіоніну в досліджуваних зразках паштетів становить 423–435 мг/100г продукту.

Серед замісних амінокислот домінуючими є аргінін, аланін, глутамінова кислота, аспарагінова кислота. Так, вміст аргініну в контрольному зразку становить 1051 мг/100г продукту, в досліджуваних зразках – 865–881 мг/100г продукту. Вміст гістидину в досліджуваних зразках паштетів становив 368–384 мг/100г продукту, а в контрольному зразку – 445 мг/100г продукту.

Сірковмісні амінокислоти, особливо цистин, є досить чутливими до дії зовнішніх факторів, зокрема, теплової обробки. Під час теплової обробки можуть утворюватись леткі сірчані сполуки, а окиснювальні процеси сприяють утворенню цистеїно-

вої кислоти [10]. Під час досліджень спостерігаємо зменшення вмісту цистину в досліджуваних продуктах порівняно з вихідною сировиною. Вміст цистину в рибі-сирцю становить 145 мг/100г продукту, в контрольному зразку – 59 мг/100г продукту, в досліджуваних зразках – 51–63 мг/100г продукту.

Аналіз співвідношення амінокислот у білках риборослинних паштетів показує, що вміст незамінних амінокислот у контрольному зразку становить 7202 мг/100г продукту, в досліджуваних зразках – 5773–5940 мг/100г продукту, проте це не зменшує біологічну цінність комбінованих продуктів.

Біологічну цінність білків риборослинних паштетів визначали методом амінокислотного скору, порівнюючи вміст незамінних амінокислот у досліджуваному білку і в такій же кількості ідеального білка відповідно до рекомендацій експертного комітету ФАО/ВООЗ. Рівень амінокислотного скору свідчить про високу біологічну цінність білків досліджуваних продуктів (табл. 5.22).

Таблиця 5.22

**Амінокислотний скор білків риборослинних паштетів
(порівняно зі шкалою ФАО/ВООЗ), %**

Аміно- кислоти	Контроль	Паштет з водоростями	Паштет з кизилом та водоростями	Паштет з аличею та водоростями	Паштет з аличею, буряком та водоростями	Паштет з аличею, буряком, водоростями та камеддю гуару	Паштет з кизилом, буряком, водоростями та камеддю гуару
Валін	97,5	94,8	93,3	97,8	98,1	98,8	97,5
Ізолейцин	112,9	116,8	114,4	118,9	116,7	115,6	116,9
Лейцин	113,9	109,3	108,1	109,4	108,5	108,3	108,3
Лізин	182,5	186,2	190,3	186,5	183,1	184,4	181,1
Треонін	124,9	122,9	128,6	121,7	120,7	120,8	124,6
Триптофан	75,3	85,9	88,8	86,13	90,8	90,3	86,9
Цистин + метіонін	74,0	88,9	89,0	89,9	88,1	87,3	87,4
Тирозин + фенілаланін	89,8	94,6	102,2	95,0	100,4	98,9	99,1

Встановлено, що домінуючою амінокислотою є лізин. Амінокислотний скор лізину становить у контрольному зразку – 182,5, в досліджуваних зразках – 181,1–190,3. Відмічено також високий амінокислотний скор треоніну (120,7–128,6), лейцину (108,1–109,4), ізолейцину (114,4–118,9). Треонін лімітує синтез білка в організмі, його відсутність зумовлює затримку росту та зменшення маси тіла. Нестача лейцину в організмі спричиняє дегенеративні зміни у нирках та щитовидній залозі. Відповідно, достатній вміст зазначених амінокислот у білках риборослинних паштетів характеризує їх високу біологічну цінність.

Лімітуючими амінокислотами є метіонін, цистин, триптофан, валін. Амінокислотний скор триптофану досліджуваних продуктів становить 85,9–90,8; контрольного зразку – 75,3.

Для об'єктивної оцінки біологічної цінності білків риб доцільно врахувати нові показники, що характеризують збалансованість та надлишковість есенціальних амінокислот (табл. 5.23).

Таблиця 5.23

Характеристика показників біологічної цінності білків риборослинних паштетів

Показники	Контроль	Паштет з водоростями	Паштет з кизилом та водоростями	Паштет з аличею та водоростями	Паштет з аличею, буряком та водоростями	Паштет з аличею, буряком, водоростями та камеддю гуару	Паштет з кизилом, буряком, водоростями та камеддю гуару
КРАС, %	30,71	23,59	22,16	24,55	22,03	22,78	22,91
ПБЦ, %	69,29	76,41	77,84	75,45	77,97	77,22	77,09
Коефіцієнт утилітарності амінокислотного складу (U)	0,59	0,77	0,78	0,77	0,78	0,77	0,77
Показник надлишкового вмісту, S_n, r	2,79	2,19	2,03	2,16	2,02	2,17	2,06
Показник порівнюваної надлишковості, S_c, r	3,77	2,36	2,28	2,51	2,29	2,49	2,38

Показник КРАС білків риборослинних паштетів характеризується значно нижчими значеннями (22,03–23,59%) порівняно з контрольним зразком (30,71%), що вказує на збалансованість незамінних амінокислот. Для порівняння, КРАС телятини, білки якої вважаються найбільш збалансованими, становить 13% [74, 75]. Відповідно, значення потенційної біологічної цінності нових видів паштетів є вищим порівняно з традиційними. Найвищим значенням даного показника характеризуються паштети риборослинні з додаванням аличі, буряку та морських водоростей – 77,97%.

«Надлишковість вмісту» незамінних амінокислот (S_n, r), що показує кількість неутилізованих незамінних амінокислот, становить у контрольному зразку паштетів 2,79 та в риборослинних паштетах 2,02–2,17. Відповідно, показник порівнюваної надлишковості (S_c, r) становить 3,77 у контрольного зразка паштетів та 2,28–2,49 у риборослинних паштетах. Отже, результати досліджень вказують на більш збалансований амінокислотний склад риборослинних паштетів порівняно з паштетами без додавання рослинної сировини.

Коефіцієнт використання білка риборослинних паштетів є дещо вищим порівняно з риборослинними консервами (рис. 5.17).

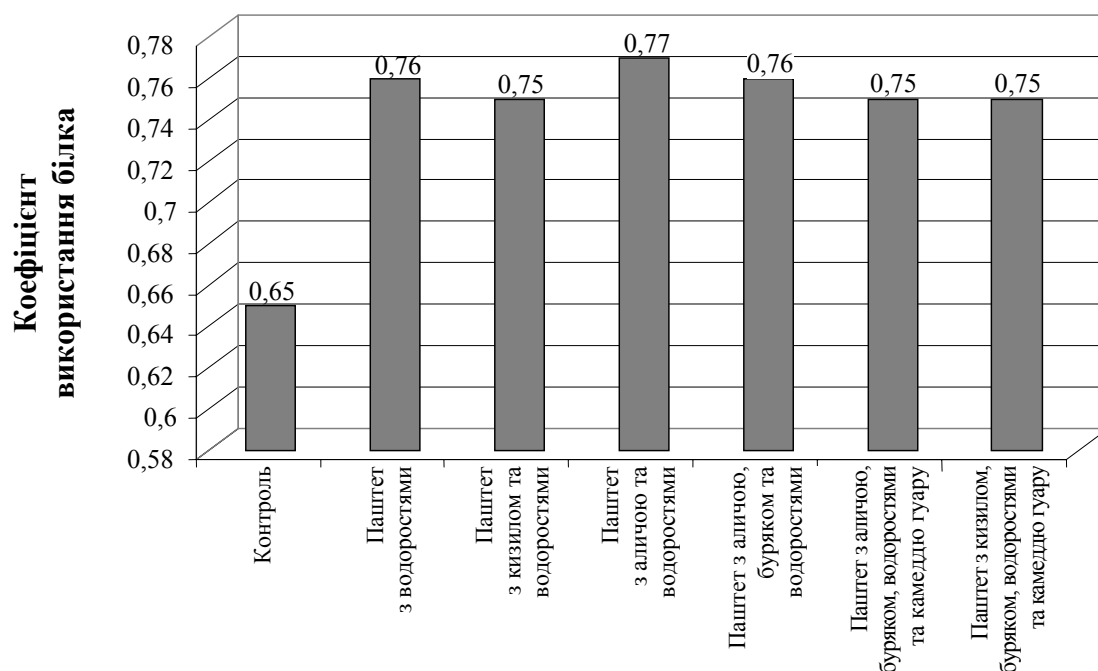


Рис. 5.17. Коефіцієнт використання білка риборослинних паштетів

На наш погляд, цей факт пояснюється технологічними особливостями виробництва паштетів: більш «м'яким режимом» теплової обробки та більшим ступенем подрібнення. Найвищим значенням даного показника характеризуються риборослинні паштети з додаванням аличі та морських водоростей (0,77) порівняно з контрольним зразком (0,65).

Отже, технологічний процес виробництва риборослинних паштетів впливає на зміну амінокислотного складу білків нативної сировини. Після теплової обробки рибних паштетів спостерігається незначний кількісний перерозподіл амінокислотного складу білків продукту, що пояснюється неминучими деструкційними змінами під дією технологічних процесів виробництва. Однак, додавання рослинної сировини сприяє стабілізації амінокислотного складу білків риби, оскільки бетаїн, вітамін Р, пектинові речовини, фітонциди, β -каротин ягід та плодів позитивно впливають на структурні компоненти клітин, підтримують цілісність клітинних мембран, забезпечуючи біологічну цінність готового продукту [76, 77].

Під дією теплової обробки в процесі виробництва відбуваються зміни якісного складу білків, що зумовлює накопичення небілкових азотистих речовин (табл. 5.23).

Таблиця 5.23

Характеристика азотистих речовин риборослинних консервів, ($n=5$, $p \leq 0,05$)

Зразок	Показники			
	Загальний азот, %	Небілковий азот		Білковий азот, %
		Кількість, %	% від загального	
Контроль	2,58	0,21	8,14	2,37
Товстолобик з водоростями	2,10	0,14	6,67	1,96
Товстолобик з водоростями та кизилом	2,04	0,12	5,88	1,92
Товстолобик з водоростями та аличею	2,06	0,13	6,31	1,93
Товстолобик з водоростями, аличею та буряком	2,05	0,12	5,85	1,93
Товстолобик з водоростями, аличею, буряком, морквою	2,06	0,11	5,34	1,95

Закінчення табл. 5.23

Зразок	Показники			
	Загальний азот, %	Небілковий азот		Білковий азот, %
		Кількість, %	% від загального	
Товстолобик з водоростями, кизилом, морквою, буряком	2,04	0,12	5,88	1,92

Таким чином, рівень небілкового азоту в риборослинних консервах нижчий порівняно з контрольним зразком, що пояснюється стабілізуючим впливом біофлавоноїдів, фенольних та дубильних сполук рослинної сировини.

Вміст небілкового азоту, що характеризує ступінь денатураційно-коагуляційних та гідролітичних змін білків риби в процесі стерилізації, становить 8,21% для контрольного зразка рибного паштету та 7,17–8,07% для риборослинних паштетів (табл. 5.24).

Таблиця 5.24

Характеристика азотистих речовин риборослинних паштетів, ($n=5$, $p \leq 0,05$)

Найменування зразка	Показники			
	Загальний азот, %	Небілковий азот		Білковий азот, %
		Кількість, %	% від загального	
Контроль	2,80	0,23	8,21	2,57
Паштет з водоростями	2,20	0,16	7,27	2,04
Паштет з кизилом та водоростями	2,23	0,18	8,07	2,05
Паштет з аличею та водоростями	2,19	0,17	7,76	2,02
Паштет з аличею, буряком, та водоростями	2,22	0,17	7,66	2,05
Паштет з аличею, буряком, водоростями та камеддю гуару	2,21	0,16	7,24	2,05
Паштет з кизилом, буряком, водоростями та камеддю гуару	2,23	0,16	7,17	2,07

Найбільше значення зазначеного показника в паштетах риборослинних з додаванням кизилу та морських водоростей – 0,18%, найменший вміст небілкового азоту – 0,16% в першому, п'ятому та шостому зразках. Проте різниця є несуттєвою між зразками риборослинних паштетів та помітною порівняно з контрольним зразком.

Процес теплової обробки значно впливає на ступінь розчинності білків риби. Аналіз фракційного складу білків риборослинних консервів показує, що водосолерозчинна фракція риборослинних консервів є більшою, а лугорозчинна – меншою порівняно з контрольним зразком без рослинних добавок (табл. 5.25).

Таблиця 5.25

**Фракційний склад білків риборослинних консервів,
%, ($n=5$, $p \leq 0,05$)**

Зразок	Азот в білкових фракціях, % від загального азоту	
	Водосолерозчинна	Лугорозчинна
Рибна сировина	77,48	8,73
Контроль	46,80	18,33
Товстолобик з додаванням водоростей	51,48	14,42
Товстолобик з додаванням водоростей та кизилу	53,04	14,06
Товстолобик з додаванням водоростей та аличі	54,60	13,21
Товстолобик з додаванням водоростей, аличі та буряку	52,84	13,58
Товстолобик з додаванням водоростей, аличі, буряку, моркви	53,47	13,44
Товстолобик з додаванням водоростей, кизилу, моркви, буряку	54,28	13,73

Визначено, що теплова обробка риби супроводжується зниженням розчинності м'язових білків, що, ймовірно, обумовлено утворенням водневих та дисульфідних зв'язків білкових молекул.

Аналогічна тенденція спостерігається і при виробництві риборослинних паштетів (табл. 5.26).

Таблиця 5.26

**Фракційний склад білків риборослинних паштетів,
%, ($n=5$, $p \leq 0,05$)**

Зразок	Азот у білкових фракціях, % від загального азоту	
	Водосолерозчинна	Лугорозчинна
Рибна сировина	79,55	8,68
Контроль	47,93	16,49
Паштет з додаванням водоростей	52,36	12,67
Паштет з додаванням кизилу та водоростей	55,24	13,05
Паштет з додаванням аличі та водоростей	54,91	12,49
Паштет з додаванням аличі, буряку, та водоростей	55,16	12,71
Паштет з додаванням аличі, буряку, водоростей та камеді гуару	53,92	13,22
Паштет з додаванням кизилу, буряку, водоростей та камеді гуару	53,78	13,43

Ступінь денатурації білків визначається їх розчинністю в лугах. У результаті денатурації білки стають нерозчинними і втрачають здатність до набухання. Збільшення лугорозчинної фракції білків риби після теплової обробки більшою мірою спостерігається в контрольних зразках продуктів без рослинних добавок.

Денатураційні зміни білків під час теплової обробки впливають на зміну активної кислотності риборослинних продуктів (рис. 5.18, 5.19).

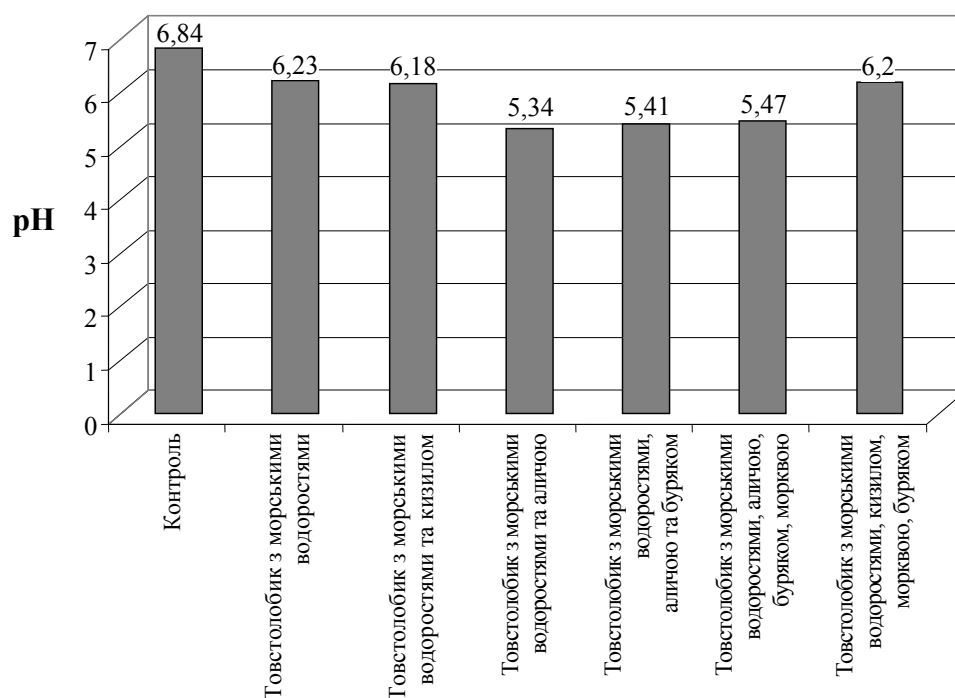


Рис. 5.18. Активна кислотність риборослинних консервів

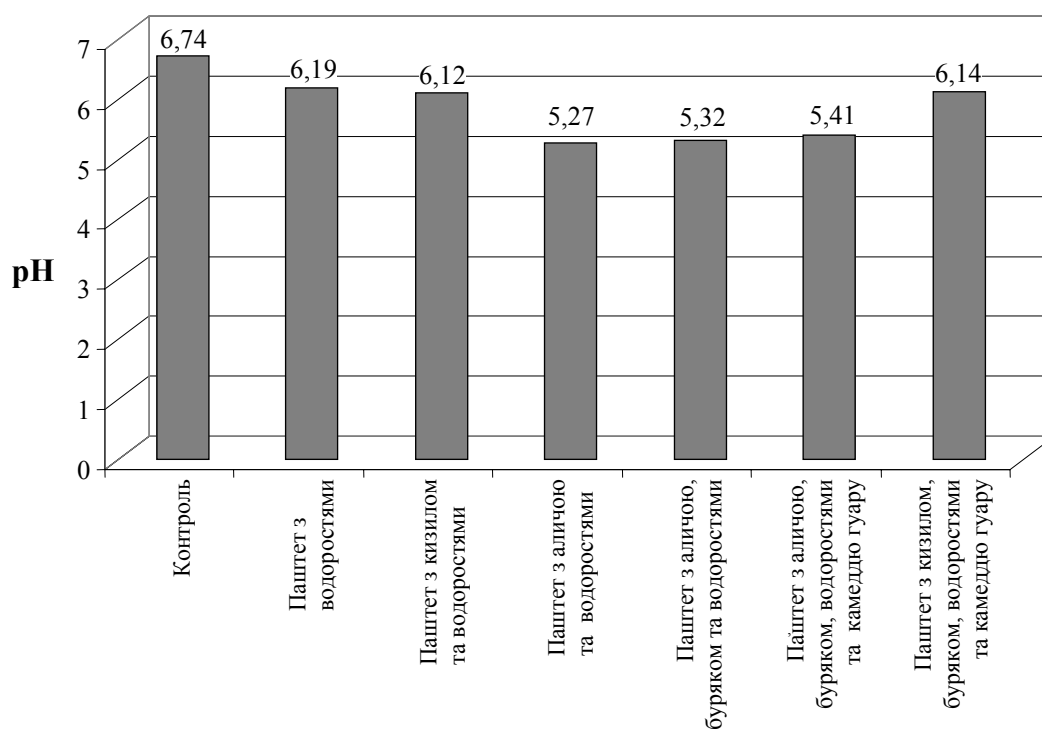


Рис. 5.18. Активна кислотність риборослинних паштетів

Збільшення активної кислотності та вірогідне зниження вологоутримуючої здатності м'язевої тканини внаслідок гідролізу білків риб під час теплової обробки спричиняють виділення тканинного соку та зменшення об'єму і маси риби. Між рибою і бульйоном відбувається перерозподіл азотистих речовин. Це впливає на зміну споживних властивостей готових продуктів. Проте гідролітичні зміни білків є менш вираженими в риборослинних продуктах порівняно з контрольним зразком. Відповідно, активна кислотність є нижчою у риборослинних консервах і паштетах, що потенційно визначає їхні терміни зберігання.

Таким чином, якісний склад білків риборослинних продуктів із риби внутрішніх водоймищ вказує на доцільність комбінування прісноводної рибної та рослинної сировини з додаванням морських водоростей, оскільки ці продукти мають більш стабільний амінокислотний склад, менше піддаються денатураційним змінам під впливом технологічних параметрів і, як наслідок, характеризуються високою біологічною цінністю білків.

Біологічна ефективність ліпідів

Біологічна цінність гідробіонтів характеризується також кількістю та якістю ліпідів. Ліпіди є найважливішим енергетичним компонентом харчового раціону. Біологічне значення ліпідів зумовлене тим, що вони є носіями таких життєво необхідних для організму речовин, як поліненасичені жирні кислоти, жиророзчинні вітаміни, фосфоліпіди, стерини. Жирнокислотний склад ліпідів гідробіонтів дуже різноманітний. Характерною особливістю ліпідів риб є наявність в їхньому складі високоненасичених жирних кислот з довгим вуглеводневим ланцюгом родини ω_3 (ліноленова, ейкозапентаєнова, докозапентаєнова і докозагексаєнова кислоти), які відіграють важливу роль у забезпеченні процесів життєдіяльності організму. Завдяки цьому ліпіди риб відрізняються легкою засвоюваністю і характеризуються високою харчовою цінністю. Однак, внаслідок великого ступеня ненасиченості, ліпіди легко зазнають окиснення в процесі виробництва та товароруху рибних продуктів [78, 79].

Біологічна ефективність ліпідів риби характеризується складом та співвідношенням жирних кислот. У результаті досліджень жирнокислотного складу ліпідів риботорослинних консервів виявлено, що в досліджуваних продуктах переважають ненасичені жирні кислоти з 16, 18, 20, 22 вуглецевими атомами різного ступеня насичення і в різних пропорціях (табл. 5.27).

Таблиця 5.27

**Жирнокислотний склад риботорослинних консервів
(% від суми жирних кислот), (n=5, $p \leq 0,05$)**

Жирні кислоти	Контроль	Товстолобик з морськими водоростями	Товстолобик з водоростями та кизилом	Товстолобик з водоростями та аличею	Товстолобик з водоростями, аличею та буряком	Товстолобик з водоростями, аличею, буряком, морквою	Товстолобик з водоростями, кизилом, морквою, буряком	Адекватний рівень споживання, г/добу[11]
1. Сума насичених	40,45	35,04	35,70	37,24	33,94	35,54	39,05	25
Ундецилова (C _{11:0})	0,19	0,14	0,16	0,08	0,10	0,11	0,25	
Лауринова (C _{12:0})	0,21	0,06	0,06	0,07	0,19	0,12	0,09	
Тридецилова (C _{13:0})	0,05	0,05	0,04	0,05	0,03	0,04	0,06	
Ізомірістинова (C _{14:0})	0,05	0,06	0,05	0,07	0,06	0,05	0,07	
Міристинова (C _{14:0})	1,19	1,91	1,41	1,82	2,30	1,66	3,91	
Пентадецилова (C _{15:0})	0,49	0,40	0,42	0,53	0,32	0,38	0,62	
Ізопальмітинова (C _{16:0})	0,12	0,20	0,17	0,23	0,13	0,15	0,18	
Пальмітинова (C _{16:0})	19,24	18,90	18,79	21,18	19,00	19,50	16,30	
Маргарінова (C _{17:0})	1,64	1,65	1,53	1,68	1,71	1,57	1,81	
Стеаринова (C _{18:0})	8,36	5,27	5,86	6,41	4,05	5,34	3,74	
Арахідова (C _{20:0})	1,12	1,38	1,79	2,04	1,83	1,71	1,38	
Бегенова (C _{22:0})	7,79	5,02	5,42	3,08	4,22	4,91	10,64	

Закінчення табл. 5.27

Жирні кислоти	Контроль	Товстолобик з морськими водоростями	Товстолобик з водоростями та кизилом	Товстолобик з водоростями та аличею	Товстолобик з водоростями, аличею та буряком	Товстолобик з водоростями, аличею, буряком, морквою	Товстолобик з водоростями, кизилом, морквою, буряком	Адекватний рівень споживання, г/добу[11]
2. Сума мононенасичених	22,30	31,11	28,60	32,19	31,21	31,05	30,27	30
Лауролейнова (C _{12:1})	0,04	0,06	0,02	0,03	0,04	0,07	0,08	
Мірістолейнова (C _{14:1})	0,23	0,48	0,39	0,56	0,52	0,47	0,43	
Пальмітоолейнова (C _{16:1})	3,28	7,84	6,43	7,36	6,92	8,40	11,38	
Гептадецилова (C _{17:1})	1,10	1,53	1,26	1,48	1,43	1,51	1,57	
Олейнова (C _{18:1})	17,65	21,20	20,50	22,76	22,30	20,60	16,81	
3. Сума поліненасичених	37,20	33,82	35,62	30,53	34,40	33,01	30,46	11
Лінолева(C _{18:2}) ω6	5,69	5,70	6,72	6,71	6,63	6,39	4,18	
Екозодієнова (C _{20:2})	0,87	1,21	1,25	0,93	1,26	1,16	0,49	
Ліноленова (C _{18:3}) ω3	7,19	11,40	11,49	11,17	11,20	10,90	8,97	
Ейкозатриєнова (C _{20:3}) ω3	1,10	1,55	1,83	1,47	1,79	1,68	1,49	
Ейкозатриєнова (C _{20:3})	1,04	1,16	1,12	0,79	1,07	0,93	1,09	
Докозатриєнова (C _{22:3})	0,36	0,21	0,26	0,15	0,17	0,19	0,22	
Октадекатетриєнова (C _{18:4})	0,31	1,03	0,66	0,56	0,97	1,01	2,40	
Арахідонова (C _{20:4}) ω6	6,01	2,90	2,80	2,60	2,84	2,71	2,69	
Докозатетриєнова (C _{22:4})	0,16	0,16	0,11	0,10	1,04	0,83	1,30	
Ейкозопентаєнова (C _{20:5})	1,12	1,42	1,71	1,30	1,50	1,86	1,90	
Докозапентаєнова (C _{22:5})	1,50	0,92	0,96	0,70	1,18	1,06	1,25	
Докозагексаєнова (C _{22:6})	11,85	6,16	6,71	4,05	4,75	4,92	4,48	

Отже, ліпіди досліджуваних продуктів містять такі есенціальні жирні кислоти, як лінолева (6,72–4,18%), ліноленова (11,49–8,97%), арахідонова (2,90–2,60%), що є складовими вітаміну F. Найбільший вміст лінолевої кислоти відзначено в консервах з додаванням кизилу (2 зразок) – 6,72% та аличі (3 зразок) – 6,71% порівняно з контрольним зразком – 5,69%; ліноленової – в консервах з додаванням кизилу (2 зразок) – 11,49% та в зразках з додаванням водоростей, моркви і цибулі (1 зразок) – 11,40%; арахідонової – в зразках з додаванням водоростей, моркви і цибулі (1 зразок) – 2,90% та в зразках з додаванням кизилу і буряку (4 зразок) – 2,84%. Як відомо, лінолева, ліноленова та арахідонова жирні кислоти мають високу біологічну активність, нормалізують жировий обмін, сприяють виведенню із організму людини надлишку холестерину, додають еластичності кровоносним судинам, захищають від шкідливого впливу γ -променів [4, 31].

Сумарний вміст зазначених кислот становить 20,00–21,01% у досліджуваних зразках та 18,89% – у контрольному зразку, що характеризує високу біологічну цінність ліпідів риборослинних консервів [10].

У ліпідах риборослинних консервів виявлено такі поліненасичені жирні кислоти як докозапентаєнова та докозагексаєнова (0,70–1,25% та 4,05–6,16%), що знижують рівень холестерину в крові та сприяють профілактиці серцево-судинних захворювань [1]. Найбільший вміст докозапентаєнової кислоти відмічено у ліпідах консервів з додаванням кизилу, моркви і буряку (6 зразок) – 1,25%; докозагексаєнової кислоти – в консервах з додаванням кизилу (2 зразок) – 6,71%. Найважливішою біологічною функцією поліненасичених жирних кислот є їх участь у синтезі тканинних гормонів – простагландинів [80]. Простагландини відіграють важливу роль у регуляції діяльності нирок, впливають на різні ендокринні залози, у тому числі на репродуктивну систему. Необхідно відмітити, що регуляція синтезу простагландинів за допомогою аліментарного чинника є одним із перспективних напрямків науки про харчування.

В цілому, домінуючими жирними кислотами риборослинних консервів є олеїнова, пальмітолеїнова, лінолева, ліноленова, докозагексаєнова. Жирнокислотний склад риборослинних консервів є більш збалансованим порівняно з контрольним зразком. Результати проведених досліджень вказують на перевагу в складі ліпідів риборослинних консервів ненасичених жирних кислот, що сприяє високому ступеню засвоювання ліпідів, але спричиняє їх нестабільність під дією зовнішніх факторів. Відповідно, після теплової обробки спостерігаються зміни у співвідношенні кислот з різним ступенем насичення, що пояснюється деструкційними змінами під дією високих температур стерилізації. В той же час, у досліджуваних зразках порівняно з контрольним відмічено більший вміст мононенасичених жирних кислот. Відповідно, вміст мононенасичених жирних кислот становить 22,3% у контрольному зразку порівняно з 28,6 – 32,19% у досліджуваних консервах. На наш погляд, даний факт пояснюється стабілізуючим впливом складових рослинної сировини на зміну якості ліпідів у процесі теплової обробки. Крім того, кількість поліненасичених жирних кислот зберігається найвищою в консервах з додаванням кизилу (2 зразок) – 35,62%, кизилу та буряку (зразок 4) – 34,4%, що зумовлено підвищеним вмістом каротину, поліфенольних сполук, органічних кислот, пектинових речовин.

В цілому, вміст поліненасичених жирних кислот становить 59,5% у контрольному зразку та 60,73 – 65,61% у риборослинних консервах.

Для більш об'єктивної оцінки засвоюваності ліпідів риборослинних продуктів нами розраховано коефіцієнт ефективності ліпідів консервів, який свідчить про повноту засвоювання ліпідів організмом людини (рис. 5.20.).

За визначенням Рогова І.О., «ідеальний ліпід» являє собою набір жирних кислот, що складається з 20 г ненасичених жирних кислот, 35 г олеїнової кислоти і 6 г поліненасичених жирних кислот [81, 82].

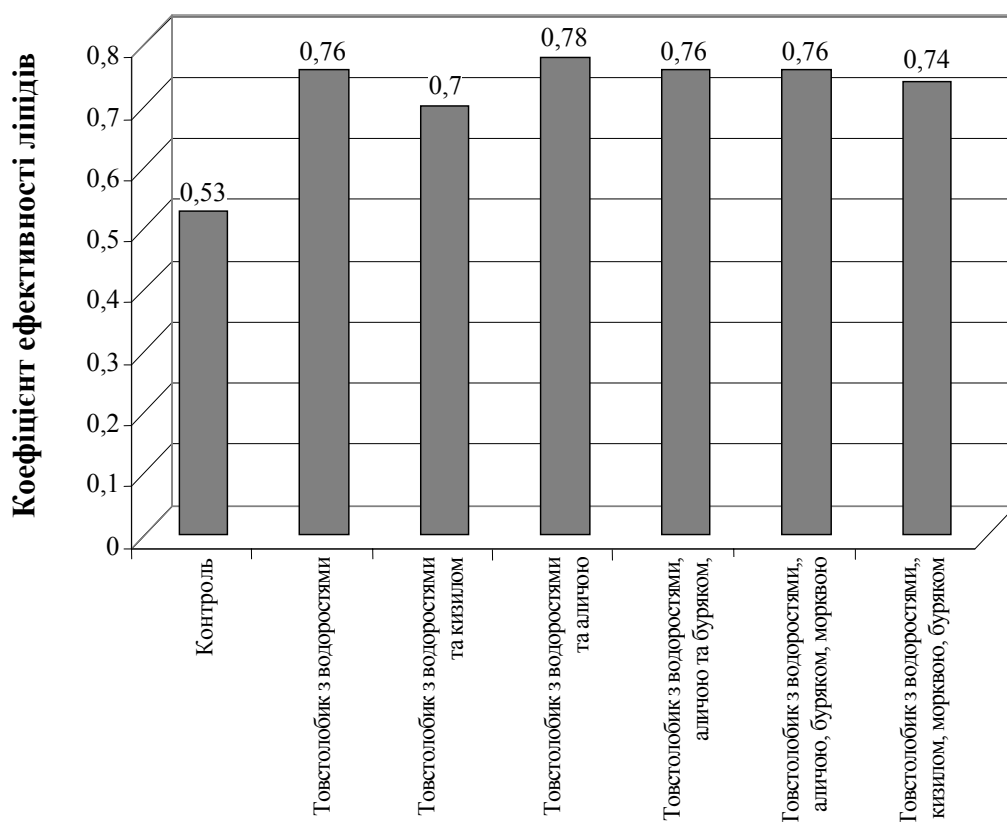


Рис. 5.20. Коефіцієнт ефективності ліпідів риборослинних консервів

Враховуючи рекомендовані норми співвідношення вмісту різних фракцій жирних кислот, за «ідеальний ліпід» нами прийнятий такий, що містить 30 г насичених жирних кислот, 40 г мононенасичених жирних кислот та 30 г поліненасичених жирних кислот. На наш погляд, в цьому випадку враховується участь усіх жирних кислот, а коефіцієнт ефективності ліпідів повніше характеризує якість ліпідів жировмісних продуктів.

Коефіцієнт ефективності ліпідів риборослинних продуктів (0,70–0,78) значно перевищує значення даного показника для контрольного зразка (0,53), що характеризує більшу повноту засвоєння ліпідів консервів при раціональному поєднанні рибної і рослинної сировини. Найбільше значення коефіцієнта ефективності ліпідів має зразок з додаванням водоростей та аличі.

Жирнокислотний склад риборослинних паштетів надано в табл. 5.28.

Таблиця 5.28

**Жирнокислотний склад ліпідів риборослинних паштетів
(% від суми жирних кислот), ($n=5$, $p \leq 0,05$)**

Жирні кислоти	Контроль	Паштет з додаванням водоростей	Паштет з додаванням кизилу та водоростей	Паштет з додаванням аличі та водоростей	Паштет з додаванням аличі, буряку, та водоростей	Паштет з додаванням аличі, буряку, водоростей та камеді гуару	Паштет з додаванням кизилу, буряку, водоростей та камеді гуару	Адекватний рівень споживання, г/добу
1. Сума насичених	39,93	36,33	35,83	35,82	34,61	34,07	35,80	25
Ундецилова (C _{11:0})	0,07	0,05	0,06	0,04	0,05	0,06	0,04	
Лауринова (C _{12:0})	0,14	0,05	0,04	0,04	0,06	0,07	0,06	
Тридецилова (C _{13:})	0,07	0,02	0,04	0,02	0,04	0,07	0,02	
Ізоміристинова (C _{14:0})	0,09	0,02	0,05	0,04	0,03	0,04	0,02	
Міристинова (C _{14:0})	2,37	2,15	2,09	2,01	2,11	1,97	1,86	
Пентадецилова (C _{15:0})	0,66	0,36	0,42	0,41	0,32	0,27	0,37	
Ізопальмітинова (C _{16:0})	0,04	0,12	0,16	0,12	0,14	0,10	0,11	
Пальмітинова (C _{16:0})	16,47	17,47	16,02	17,24	16,71	16,60	16,88	
Маргарінова (C _{17:0})	2,18	1,23	1,45	1,05	1,20	1,18	1,25	
Стеаринова (C _{18:0})	8,68	4,71	5,04	5,21	4,19	4,75	4,93	
Арахінова (C _{20:0})	1,90	2,32	2,66	2,87	2,01	1,97	2,55	
Генеїкозанова (C _{21:0})	0,62	0,72	0,69	0,64	0,70	0,65	0,58	
Бегенова (C _{22:0})	6,61	7,15	7,11	6,13	7,05	6,34	7,13	
2. Сума мононенасичених	22,00	33,36	30,76	31,11	31,09	31,77	31,49	30
Мірістолеїнова (C _{14:1})	0,62	0,31	0,47	0,53	0,48	0,52	0,40	

Закінчення табл. 5.28

Жирні кислоти	Контроль	Паштет з додаванням водоростей	Паштет з додаванням кизилу та водоростей	Паштет з додаванням аличі та водоростей	Паштет з додаванням аличі, буряку, та водоростей	Паштет з додаванням аличі, буряку, водоростей та камеді гуару	Паштет з додаванням кизилу, буряку, водоростей та камеді гуару	Адекватний рівень споживання, г/добу
Пальмітоолеїнова (C _{16:1})	5,64	9,91	8,23	7,86	7,92	8,44	8,25	
Гептадецилова (C _{17:1})	0,75	1,04	0,86	1,27	0,98	1,06	1,18	
Олеїнова (C _{18:1})	14,89	21,68	20,83	20,94	21,23	21,36	21,19	
Гондова (C _{20:1})	0,10	0,42	0,37	0,51	0,48	0,39	0,47	
3. Сума поліненасичених	38,05	30,25	33,38	33,05	34,27	34,14	32,69	11
Лінолева (C _{18:2})	7,59	3,24	3,72	3,94	3,90	4,06	3,38	
Ліноленова (C _{18:3})	5,01	5,01	5,40	5,18	5,08	4,92	4,89	
Октадекатетриєнова (C _{18:4})	0,64	1,11	1,84	1,65	1,09	1,54	1,52	
Ейкозатриєнова (C _{20:3}) ω3	0,93	1,21	1,90	1,71	1,15	1,41	1,18	
Ейкозатриєнова (C _{20:3})	0,41	0,65	1,22	0,93	0,73	0,85	0,82	
Докозатриєнова (C _{22:3})	0,13	0,28	0,26	0,35	0,54	0,75	0,47	
Арахідонова (C _{20:4})	7,81	1,86	2,44	1,92	2,08	1,96	2,17	
Ейкозатетриєнова (C _{20:4})	2,01	1,51	1,49	1,78	1,65	1,72	1,11	
Докозатетриєнова (C _{22:4})	0,36	1,08	1,03	0,97	1,09	0,88	1,28	
Ейкозопентаєнова (C _{20:5})	0,60	0,87	0,91	0,78	0,85	0,82	0,79	
Докозапентаєнова (C _{22:5})	2,23	1,09	1,32	1,48	2,03	1,79	1,64	
Докозагексаєнова (C _{22:6})	10,33	12,34	12,21	12,36	14,08	13,44	12,89	

Отже, вміст олеїнової кислоти становить 14,89% у контрольного зразка та 20,83–21,68% у риборослинних паштетах.

Вміст лінолевої кислоти найбільший у паштетах з додаванням аличі, буряку, водоростей та камеді гуару(5 зразок) – 4,06%; ліноленової та арахідонової кислоти – у паштетах з додаванням кизилу та водоростей(2 зразок) – 5,4% та 2,44% відповідно. Відмічено високий вміст докозагексаєнової кислоти – 11,85–14,35% у риборослинних паштетах та 10,33% у контрольного зразка.

Таким чином, жирнокислотний склад риборослинних паштетів є більш збалансованим порівняно з контрольним зразком, оскільки співвідношення насичених, мононенасичених та поліненасичених жирних кислот комбінованих продуктів наближається до оптимального значення (1:1:1).

Біологічну оцінку ліпідів рибопродуктів проводили на основі показників біологічної ефективності, зіставляючи з гіпотетичним ідеальним жиром (табл. 5.29).

Таблиця 5.29

Показники біологічної ефективності ліпідів консервів

Зразок	Відношення				
	МНЖК*: ПНЖК: НЖК	ПНЖК: НЖК	C _{18:2} :C _{18:1}	C _{18:2} :C _{18:3}	Жирних кислот ω6:ω3
Ідеальний жир	1 : 1 : 1	0,2–0,4	>0,25	>7,0	4 : 1
Сировина	1:0,89:1,63	0,54	0,20	0,77	1,35:1
Контроль	1:1,67:1,81	0,92	0,32	0,29	1,9:1
1. Товстолобик з водоростями	1:1,09:1,13	0,97	0,27	0,50	2,5:1
2. Товстолобик з водоростями та кизилом	1:1,25:1,25	0,99	0,32	0,58	2,38:1
3. Товстолобик з водоростями та аличею	1:0,95:1,16	0,82	0,29	0,60	2,00:1
4. Товстолобик з водоростями, аличею та буряком	1:1,10:1,09	1,01	0,30	0,59	2,16:1

Закінчення табл. 5.29

Зразок	Відношення				
	МНЖК*: ПНЖК: НЖК	ПНЖК: НЖК	$C_{18:2}:C_{18:1}$	$C_{18:2}:C_{18:3}$	Жирних кислот $\omega 6:\omega 3$
5. Товстолобик з водоростями, аличею, буряком, морквою	1:1,08:1,14	0,95	0,31	0,59	2,24:1
6. Товстолобик з водоростями, кизиллом, морквою, буряком	1:1,01:1,29	0,78	0,25	0,47	2,63:1

*МНЖК – мононенасичені жирні кислоти, ПНЖК – поліненасичені жирні кислоти, НЖК – насичені жирні кислоти

Порівняльна оцінка біологічної ефективності ліпідів риби та рибних консервів вказує на їх відносно збалансований склад. Співвідношення МНЖК:ПНЖК:НЖК найбільше наближається до ідеального у консервів з додаванням аличі (3, 4, 5 зразки). Однак даний показник є більш раціональним у всіх зразків риборослинних консервів порівняно з контрольним зразком (1:1,67:1,81) та сировиною (1:0,89:1,63).

Відношення ПНЖК:НЖК є найбільш оптимальним у консервів з додаванням морських водоростей та аличі (0,82), однак інші види досліджуваних консервів мають достатньо сприйнятливий рівень даного показника (0,92–1,01). Відношення $C_{18:2}:C_{18:1}$ становить $>0,25$ для всіх зразків риборослинних консервів. Найвище значення даного показника відмічено в зразках з додаванням морських водоростей та кизилу. Відношення $C_{18:2}:C_{18:3}$ є найкращим у зразків з додаванням аличі, що більш ніж у 2 рази перевищує значення даного показника у контрольного зразка. Відношення жирних кислот $\omega 6:\omega 3$ є найвищим у зразках з додаванням морських водоростей, кизилу, моркви, буряку.

Отже, досліджувані зразки риборослинних консервів можна вважати збалансованими за жирнокислотним складом завдяки стабілізуючому впливу органічних кислот та фенольних сполук рослинної сировини.

Біологічна ефективність ліпідів риборослинних паштетів є високою (табл. 5.30).

Таблиця 5.30

Показники біологічної ефективності ліпідів паштетів

Зразок	Відношення				
	МНЖК*: ПНЖК: НЖК	ПНЖК: НЖК	C _{18:2} :C _{18:1}	C _{18:2} :C _{18:3}	Жирних кислот ω6:ω3
Ідеальний жир	1 : 1 : 1	0,2–0,4	>0,25	>7,0	4 : 1
Сировина	1:1,04:1,0 4	0,75	0,30	0,97	1,20:1
Контроль	1:1,73:1,8 2	0,95	0,51	1,51	1,20:1
Паштет з водоростями	1:0,91:1,0 9	0,83	0,15	0,65	4,41:1
Паштет з кизилом та водоростями	1:1,09:1,1 6	0,93	0,18	0,69	3,47:1
Паштет з аличею та водоростями	1:1,06:1,1 5	0,92	0,19	0,76	3,67:1
Паштет з аличею, буряком та водоростями	1:1,10:1,1 1	0,99	0,18	0,76	3,87:1
Паштет з аличею, буряком, водоростями та камеддю гуару	1:1,07:1,0 7	1,00	0,19	0,83	3,72:1
Паштет з кизилом, буряком, водоростями та камеддю гуару	1:1,04:1,1 4	0,91	0,16	0,69	3,84:1

*МНЖК – мононенасичені жирні кислоти, ПНЖК – поліненасичені жирні кислоти, НЖК – насичені жирні кислоти

Співвідношення мононенасичених, поліненасичених та насичених жирних кислот найбільше наближається до ідеального у риборослинних паштетів та сировині (білий амур). Значення даного показника у контрольного зразка становить 1:1,73:1,82.

Відношення жирних кислот $\omega 6:\omega 3$ є оптимальним у риборослинних паштетів (близько 4:1) порівняно з контрольним зразком (1,2:1). Крім того, значення даного показника є більш раціональним у риборослинних паштетах порівняно з риборослинними консервами. Ймовірно, це пояснюється використанням різних видів рибної та рослинної сировини та технологічними режимами консервування.

Відповідно, коефіцієнт ефективності ліпідів риборослинних паштетів становить 0,75–0,82, а контрольного зразка – 0,52 (рис. 5.21).

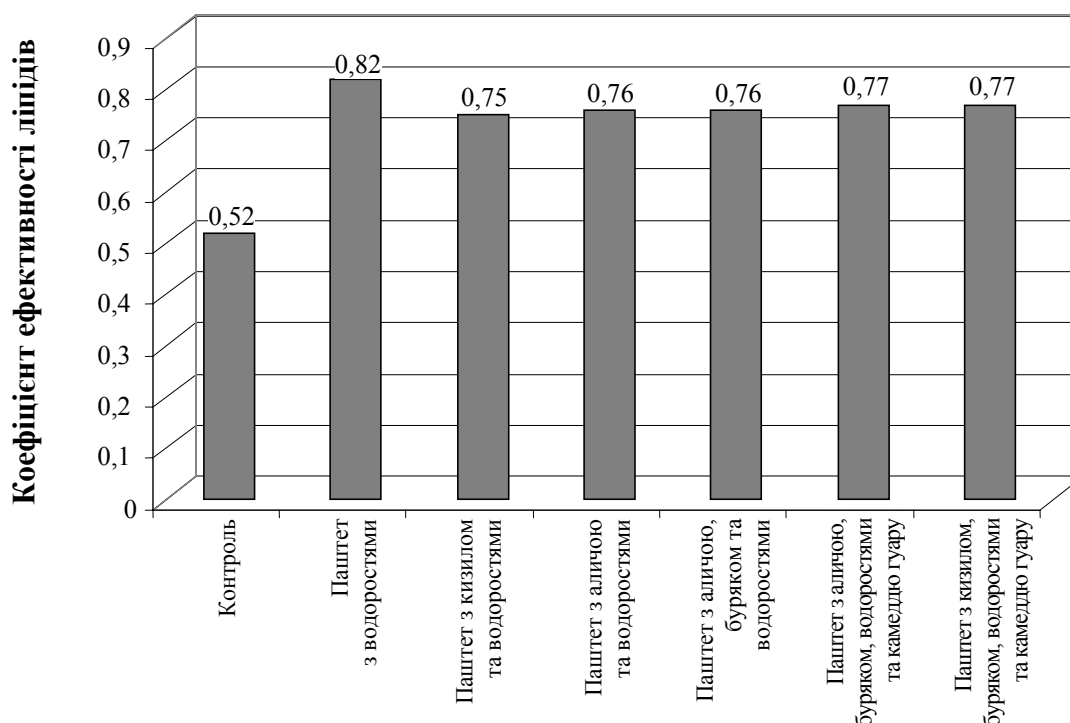


Рис. 5.21. Коефіцієнт ефективності ліпідів риборослинних паштетів

Визначений показник є вищим у риборослинних паштетах порівняно з риборослинними консервами, що пояснюється впливом технології виробництва. Найвищий коефіцієнт ефективності ліпідів має зразок риборослинного паштету з додаванням водоростей, моркви, цибулі (0,82), оскільки баластні речовини, вітаміни РР, В₂, С, Р, калій доданих овочів та водоростей мають ліпотропний ефект, стимулюють окиснення ліпідів в організмі.

Отже, засвоюваність ліпідів риборослинних паштетів є досить високою та вказує на раціональність поєднання рибної і рослинної сировини [83].

Важливим показником, що характеризує формування якості рибних товарів у процесі виробництва, є фракційний склад ліпідів. Під час дослідження фракційного складу ліпідів риборослинних продуктів виявлено такі фракції: фосфоліпіди, моногліцериди, вільні жирні кислоти, тригліцериди, ефіри стеринів, вуглеводні (табл. 5.31).

Таблиця 5.31

**Фракційний склад ліпідів риборослинних консервів,
%, ($n=5, p \leq 0,05$)**

Фракції ліпідів	Контроль	Консерви риборослинні з додаванням					
		водоростей	водоростей та кизилу	водоростей та аличі	водоростей, аличі та буряку	водоростей, аличі, буряку, моркви	водоростей, кизилу, моркви, буряку
Моногліцериди	6,22	4,49	4,27	4,59	4,21	4,38	4,43
Дигліцериди	3,18	4,11	4,22	3,88	4,19	4,01	4,16
Тригліцериди	55,17	51,36	51,02	52,01	51,44	52,03	51,21
Вільні жирні кислоти	3,07	3,93	4,18	4,01	4,15	4,10	4,25
Фосфоліпіди	20,12	21,36	21,78	20,86	21,69	20,95	21,06
Стерини	2,67	4,19	3,89	4,02	3,82	3,92	4,61
Ефіри стеринів	5,34	4,55	4,52	4,66	4,48	4,39	4,17
Вуглеводні	4,23	6,01	6,12	5,97	6,02	6,19	6,11

Вміст фосфоліпідів у досліджуваних зразках риборослинних консервів становив 21,78–20,86% (у контрольному зразку – 20,12%), моногліцеридів – 4,59–4,21% (у контрольному зразку – 6,22%), стеринів – 4,61–3,89% (у контрольному зразку – 2,67%), дигліцеридів – 3,88–4,22% (у контрольному зразку – 3,18%), вільних жирних кислот – 4,01–4,25% (у контрольному зразку – 3,07%), тригліцеридів – 51,02–52,0% (у контрольному

зразку – 55,17%), ефірів стеринів 4,17–4,66% (у контрольному зразку – 5,34%), вуглеводнів – 5,97–6,19% (у контрольному зразку – 4,23%). Найбільш вагомими фракціями ліпідів є фосфоліпіди і тригліцериди, вміст яких у риборослинних консервах вищий порівняно з контрольним зразком. Біологічна роль фосфоліпідів полягає у забезпеченні структури і функції клітинних мембран, регуляції холестеринового обміну, участі у транспортуванні тригліцеридів.

Порівняльний вміст різних фракцій ліпідів у риборослинних консервах надано на рис. 5.22.

Порівняно з сировиною спостерігаємо збільшення кількості стеринів, моногліцеридів, вуглеводнів. Зменшується відносний вміст тригліцеридів, ефірів стеринів, моногліцеридів, фосфоліпідів.

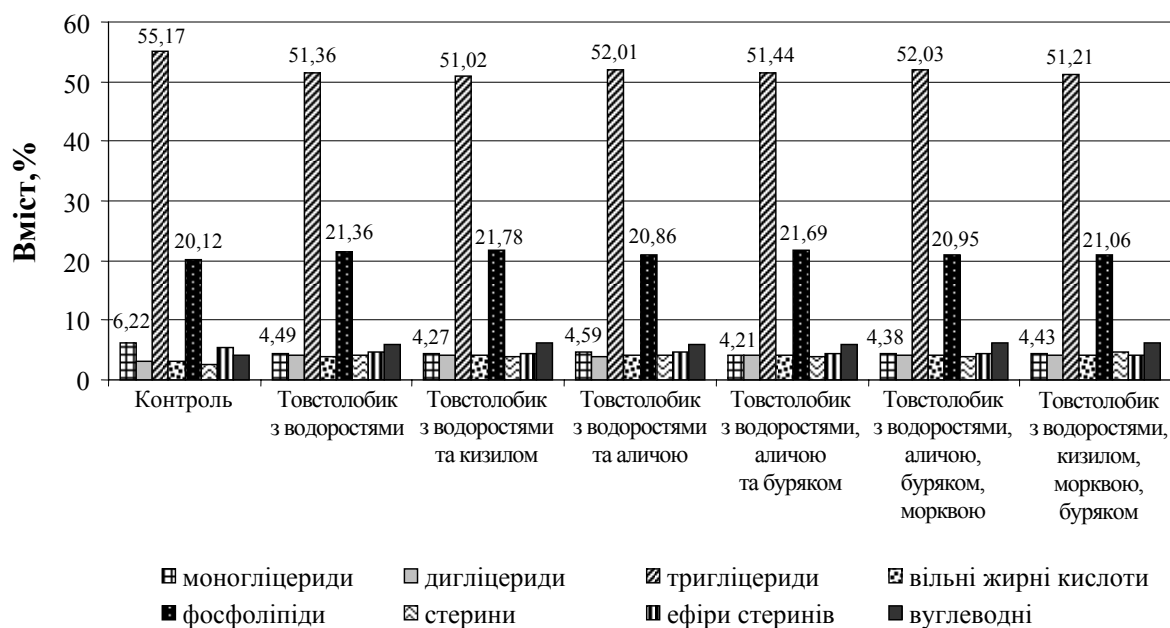


Рис. 5.22. Порівняльний вміст фракцій ліпідів у риборослинних консервах

Проте відмічені тенденції є більш вираженими для контрольного зразка порівняно з риборослинними консервами. В цілому зміни фракційного складу незначні і пояснюються гідролітичними процесами в ліпідах риб. Так, підвищення вмісту вільних жирних кислот відбувається, на наш погляд, у результаті гідролізу фосфоліпідів під дією фосфоліпази.

Необхідно відмітити, що жири риб практично не захищені від перекисного окиснення, тому в раціоні має бути достатня кількість антиоксидантів.

Фракційний склад ліпідів риборослинних паштетів надано в табл. 5.32.

Таблиця 5.32

Фракційний склад ліпідів риборослинних паштетів, %, (n=5, p≤0,05)

Фракції ліпідів	Контроль	Паштети риборослинні з додаванням					
		водоростей	водоростей та кизилу	водоростей та аличі	водоростей, аличі, буряку	водоростей, аличі, буряку, камеді гуару	водоростей, кизилу, буряку, камеді гуару
Моногліцериди	4,88	4,23	4,17	4,27	4,22	4,28	4,19
Дигліцериди	3,57	3,93	3,79	3,85	3,91	3,69	3,80
Тригліцериди	54,08	52,14	51,97	52,09	51,29	50,87	51,35
Вільні жирні кислоти	3,95	4,28	4,17	4,26	4,29	4,19	4,23
Фосфоліпіди	19,22	20,36	21,19	21,05	21,52	22,02	21,68
Стерини	3,58	4,26	4,51	4,38	4,47	4,52	4,43
Ефіри стеринів	4,99	4,32	4,22	4,19	4,28	4,51	4,36
Вуглеводні	4,73	6,03	5,98	5,91	6,02	5,87	5,96

Отже, порівняно з контрольним зразком, спостерігаємо збільшений вміст фосфоліпідів (20,36–22,02%), вуглеводнів (5,87–6,03%), дигліцеридів (3,69–3,93%).

Найбільшими фракціями ліпідів риборослинних паштетів є фосфоліпіди та тригліцериди (рис. 5.23).

Таким чином, результати дослідження якості ліпідів риборослинних продуктів вказують на їх високу біологічну цінність. Теплова обробка рибних консервів та паштетів, комбінування рибної і рослинної сировини сприяють підвищенню стабільності ліпідів рибних продуктів у процесі виробництва.

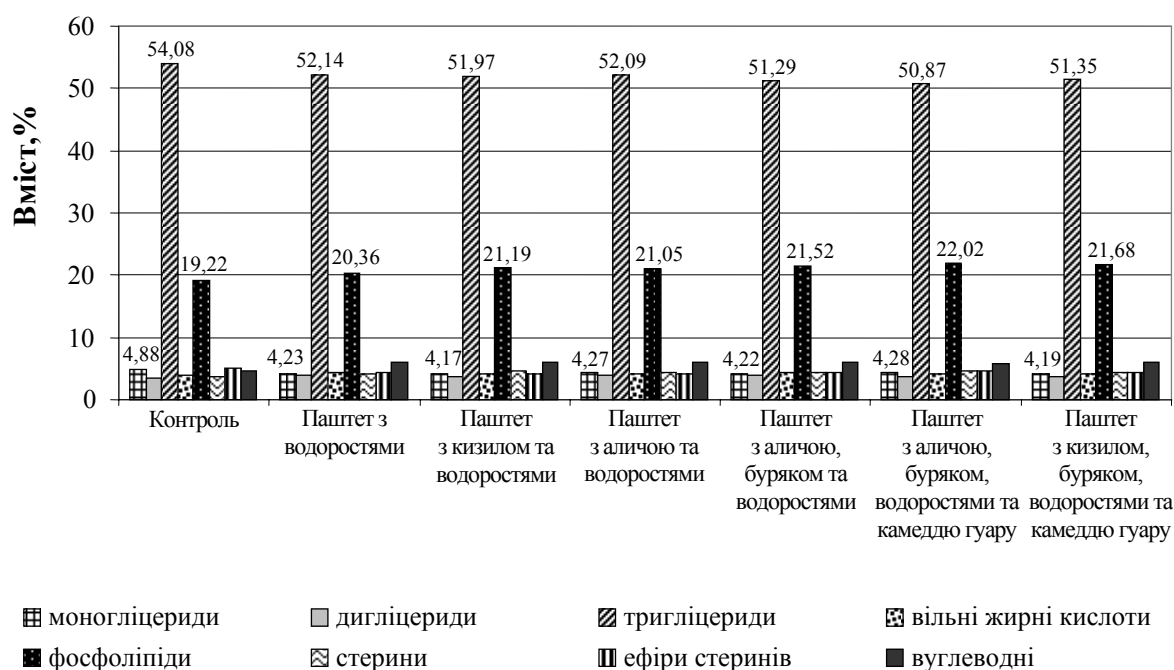


Рис. 5.23. Порівняльний вміст фракцій ліпідів у риборослинних паштетах

Мінеральний та вітамінний склад

Метою комбінування рибної та рослинної сировини при розробці нових продуктів була оптимізація споживних властивостей комбінованих продуктів шляхом збагачення їх мінерального та вітамінного складу.

Теплова обробка сировини та внесення додаткових компонентів впливає на зміну мінерального складу готових продуктів (табл. 5.33).

Відмічено збільшення вмісту калію, кальцію, марганцю, заліза, бром, селену, йоду в риборослинних консервах порівняно з контрольним зразком. Найбільший вміст заліза у консервах з додаванням кизилу та буряку (у 2,3 раза), аличі та буряку (у 2,2 раза). Залізо є складовою частиною гемоглобіну крові, м'язового гемоглобіну та деяких окисних ферментів. Організм потребує залізо для синтезу ферменту каталази, який є антиоксидантом та бореться в організмі з вільними радикалами. Потреба в залізі залежить від віку і статі та складає від 1 до 2,8 мг в день. Враховуючи, що засвоюваність

заліза складає всього 10%, його необхідно споживати на добу дорослій людині в середньому до 15мг. Додавання кизилу, буряку, водоростей та інших функціональних добавок сприяє підвищенню вмісту цього важливого елемента.

Таблиця 5.33

**Мінеральний склад риборослинних консервів,
мг/100г, (n=5, p≤0,05)**

Мінеральні елементи	Контроль	Товстолобик з водоростями	Товстолобик з водоростями та кизилом	Товстолобик з водоростями та аличею	Товстолобик з водоростями, аличею та буряком	Товстолобик з водоростями, аличею, буряком, морквою	Товстолобик з водоростями, кизилом, морквою, буряком
		1 зразок	2 зразок	3 зразок	4 зразок	5 зразок	6 зразок
Калій	626,2± 56,8	850,8± 61,3	974,3± 60,7	899,6± 60,2	904,8± 62,1	915,8± 59,8	969,7± 61,4
Кальцій	113,4± 7,8	117,2± 8,3	131,1± 8,7	119,4± 9,3	142,3± 9,1	134,2± 8,4	151,6± 9,2
Сірка	2221,3± 118,7	2045,8± 109,7	2060,9± 117,2	2032,5± 114,6	2047,5± 111,3	2029,4± 109,2	2017,9± 112,6
Хлор	223,4± 10,6	254,7± 11,9	260,3± 10,7	231,1± 11,4	249,4± 12,1	245,1± 11,3	257,6± 10,7
Фосфор	313,2± 19,0	210,4± 14,9	206,1± 13,1	209,2± 11,7	212,3± 12,8	211,7± 13,1	208,5± 12,9
Магній	84,9± 3,2	87,4± 2,8	85,6± 6,3	82,4± 5,8	98,1± 4,9	95,3± 7,1	91,4± 5,7
Марганець	0,57± 0,06	1,06± 0,08	1,04± 0,06	0,91± 0,04	1,43± 0,08	1,34± 0,07	1,28± 0,07
Залізо	0,94± 0,04	1,35± 0,08	1,43± 0,03	1,39± 0,06	2,06± 0,09	1,97± 0,07	2,13± 0,09
Мідь	0,17± 0,04	0,16± 0,02	0,19± 0,04	0,17± 0,02	0,23± 0,03	0,21± 0,04	0,25± 0,03
Цинк	2,58± 0,10	1,01± 0,07	1,63± 0,09	1,04± 0,09	0,97± 0,07	0,92± 0,03	1,22± 0,05

Закінчення табл. 5.33

Мінеральні елементи	Контроль	Товстолобик з водоростями	Товстолобик з водоростями та кизилом	Товстолобик з водоростями та аличею	Товстолобик з водоростями, аличею та буряком	Товстолобик з водоростями, аличею, буряком, морквою	Товстолобик з водоростями, кизилом, морквою, буряком
		1 зразок	2 зразок	3 зразок	4 зразок	5 зразок	6 зразок
Бром	0,12± 0,02	0,64± 0,06	0,56± 0,03	0,79± 0,03	0,68± 0,06	0,76± 0,04	0,72± 0,04
Селен	0,038± 0,002	0,092± 0,002	0,084± 0,003	0,075± 0,003	0,082± 0,002	0,077± 0,003	0,085± 0,003
Йод	0,01± 0,003	0,50± 0,02	0,50± 0,002	0,47± 0,02	0,51± 0,02	0,49± 0,01	0,48± 0,01
Ca:P	1:2,7	1:1,79	1:1,57	1:1,75	1:1,49	1:1,57	1:1,38
Ca:Mg	1:0,75	1:0,74	1:0,65	1:0,69	1:0,69	1:0,71	1:0,6

Вміст кальцію в риборослинних консервах становить 117,2–152,7 мг/100 г. Найбільшим вмістом цього елемента характеризуються консерви з додаванням буряку (4, 5, 6, зразки). Кальцій як функціональний інгредієнт сприяє роботі клітинних мембран, ферментній активності, бере участь в будові кісткової тканини. Дефіцит кальцію в ранньому віці призводить до уповільнення росту скелету, в зрілому віці – до крихкості кісток – остеопорозу. Для людей, що страждають певними видами гіпертонії, ризик підвищення кров'яного тиску може бути значно знижений при прийманні більше 1 г кальцію щоденно [4].

Середня потреба здорової людини в магнії складає 300–500 мг на добу. Магній входить до складу більшості ферментів, що беруть участь у метаболізмі АТФ. Він активізує нервово-м'язеву діяльність і знижує ризик остеопорозу, сприяє запобіганню реакції на стрес та інфаркт міокарда. Вміст магнію в риборослинних продуктах становить 33,71–35,84 мг/100 г.

Фосфор входить до складу всіх тканин організму, особливо м'яз та мозку. Цей елемент бере участь у всіх процесах життєдіяльності організму: синтезі і розщепленні сполук у клітинах, регуляції обміну речовин, входить до складу нуклеїнових кислот і ферментів, необхідний для утворення АТФ. Дефіцит фосфору призводить до зниження розумової та фізичної працездатності, втрату апетиту, апатію. Добова потреба – 1200мг. Вміст фосфору в риборослинних консервах (близько 178) вищий порівняно з риборослинними паштетами (148 мг/г), що пояснюється особливостями технології виробництва.

У раціонах дорослого працездатного населення оптимальне співвідношення кальцію і фосфору 1:1, а кальцію і магнію – 1:0,5 [8, 22]. Співвідношення даних мінеральних елементів є більш раціональним у риборослинних консервах порівняно з контрольним зразком. Особливо виділяємо риборослинні консерви з додаванням буряку (4, 6 зразки), де співвідношення Са:Р становить 1:4,9 та 1:3,8 (контрольний зразок – 1:2,7). Співвідношення Са:Mg в зазначених зразках складає 1:0,69 та 1:0,60 (контрольний зразок – 1:0,75), що також є найбільш раціональним[84].

У риборослинних паштетах порівняно з вихідною сировиною та контрольним зразком спостерігаємо підвищення вмісту йоду, селену, броду, сірки, хлору та деяких інших життєво необхідних мінеральних елементів(табл.5.34).

Оптимізації мінерального складу досліджуваних продуктів сприяє, на наш погляд, внесення рослинних добавок та морських водоростей [85]. Найбільш раціональним співвідношення Са:Р та Са:Mg є у другого та четвертого зразків – «Паштет з додаванням кизилу та водоростей» та «Паштет з додаванням аличі, буряку та водоростей».

Оскільки харчування сучасної людини не може забезпечувати адекватного надходження вітамінів в організм, необхідною складовою проведених досліджень була оптимізація вітамінного складу нових продуктів [10].

Таблиця 5.34

**Мінеральний склад риборослинних паштетів,
мг/100г, ($n=5, p \leq 0,05$)**

Мінеральні елементи	Контроль	Паштет з водоростями	Паштет з кизилом та водоростями	Паштет з аличою та водоростями	Паштет з аличою, буряком та водоростями	Паштет з аличою, буряком, водоростями та камеддю гуару	Паштет з кизилом, буряком, водоростями та камеддю гуару
		1 зразок	2 зразок	3 зразок	4 зразок	5 зразок	6 зразок
Калій	636,50±61,1	895,0±59,3	824,4±60,7	821,8±61,1	849,3±63,7	891,7±60,9	883,3±64,2
Кальцій	116,6±7,6	131,8±10,2	151,7±8,4	146,7±9,7	149,6±8,8	139,8±10,4	135,7±9,6
Сірка	2121,5±126,3	2098,7±109,1	2067,9±111,3	2057,0±112,4	2073,7±107,8	2056,9±109,9	2062,7±101,5
Хлор	211,8±12,2	308,0±10,8	391,90±12,7	381,9±11,4	372,5±11,7	363,1±10,9	368,8±12,4
Фосфор	346,3±21,2	221,3±17,5	204,6±16,8	211,0±19,3	202,9±17,4	215,4±19,2	219,2±18,9
Магній	90,3±6,6	97,9±4,3	99,2±7,1	102,4±7,6	98,5±5,7	105,7±8,2	101,9±6,4
Марганець	0,43±0,05	0,87±0,08	1,35±0,10	1,06±0,09	1,24±0,13	1,12±0,18	1,49±0,16
Залізо	0,90±0,08	3,29±0,23	2,95±0,17	3,52±0,20	3,87±0,19	3,28±0,17	3,98±0,15
Мідь	0,34±0,03	0,64±0,06	0,67±0,04	0,58±0,06	0,55±0,04	0,61±0,03	0,62±0,07
Цинк	2,64±0,12	0,95±0,08	1,18±0,10	1,02±0,07	1,17±0,10	1,06±0,08	0,98±0,09
Бром	0,13±0,07	0,93±0,03	0,75±0,05	0,89±0,06	0,97±0,05	0,83±0,03	0,78±0,04
Селен	0,043±0,003	0,081±0,004	0,072±0,002	0,075±0,004	0,077±0,002	0,071±0,003	0,075±0,004
Йод	0,01±0,003	0,53±0,01	0,54±0,01	0,49±0,02	0,56±0,01	0,45±0,01	0,41±0,02
Ca: P	1:2,96	1:1,67	1:1,34	1:1,44	1:1,35	1:1,54	1:1,61
Ca: Mg	1:0,77	1:0,74	1:0,65	1:0,69	1:0,65	1:0,75	1:0,75

Встановлено, що досліджувані зразки паштетів є досить вагомим джерелом водо- і жиророзчинних вітамінів (табл. 5.35).

Таблиця 5.35

Вміст вітамінів у риборослинних паштетах, ($n=5, p \leq 0,05$)

Зразок	Вітаміни, мг на 100 г						
	A	E	C	B ₁	B ₂	PP	β-каротин
Добова потреба	1	10	70	1,4	1,7	18	4
Контроль	0,0132	0,75	0,07	0,176	0,086	2,30	0,0023
Паштет з додаванням водоростей	0,2780	9,80	1,23	0,168	0,012	2,02	0,2680
Паштет з додаванням кизилу та водоростей	0,2651	8,57	1,33	0,165	0,015	1,80	0,2721
Паштет з додаванням аличі та водоростей	0,2682	9,21	1,42	0,167	0,013	1,97	0,2510
Паштет з додаванням аличі, буряку, та водоростей	0,2801	9,74	1,31	0,169	0,013	2,00	0,2601
Паштет з додаванням аличі, буряку, водоростей та камеді гуару	0,2739	9,81	1,47	0,168	0,024	1,88	0,2613
Паштет з додаванням кизилу, буряку, водоростей та камеді гуару	0,2764	8,73	1,36	0,166	0,021	1,92	0,2718

Спостерігаємо збільшення вмісту вітаміну А, Е, С, β-каротину в риборослинних паштетах порівняно з контрольним зразком. Вміст вітаміну А в паштетах становить 0,26–0,28 мг%, а в контрольному зразку – 0,01мг%. Вміст вітаміну С в паштетах становить 1,23 – 1,47 мг% , а в контрольному зразку – 0,07 мг%. Вміст β-каротину в паштетах становить 0,26 – 0,27 мг% , а в контрольному зразку – 0,0023мг%. Вміст вітамінів групи В фактично не змінюється в готових паштетах порівняно з контрольним зразком. Вміст вітаміну РР в паштетах становить 1,80–2,02 мг%, а в контрольному зразку – 2,30 мг%. Вміст вітаміну Е в паштетах становить 8,57–9,80 мг%, а в контрольному зразку – 0,75 мг%.

Ступінь задоволення добової потреби у вітамінах при споживанні 100г паштетів показано на рис. 5.24.

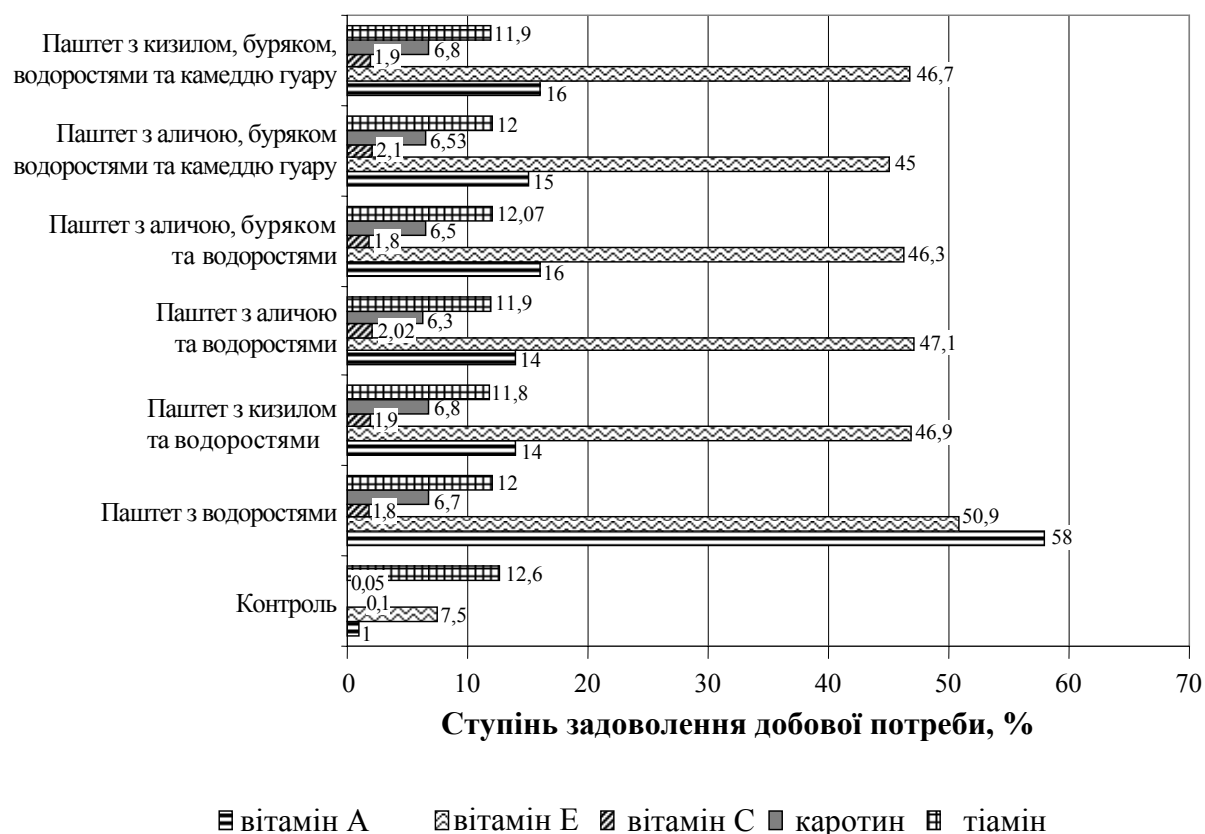


Рис. 5.24. Ступінь задоволення добової потреби у вітамінах при споживанні 100г паштетів

Отже, ступінь задоволення добової потреби при споживанні риборослинних паштетів у вітамінах А та Е є найбільшим.

В риборослинних консервах також спостерігаємо збільшення вмісту вітамінів А, Е, С та β-каротину (табл. 5.36).

Вміст вітаміну А в консервах становить 0,14–0,58 мг%, а в контрольному зразку – 0,01 мг%. Вміст вітаміну С в консервах становить 0,79–1,31 мг%, а в контрольному зразку – 0,07 мг%. Вміст β-каротину в консервах становить 0,74–0,83 мг%, а в контрольному зразку – 0,0023 мг%. Вміст вітаміну РР в консервах становить 1,59–1,72 мг%, а в контрольному зразку – 2,30 мг%.

Вміст вітаміну Е в консервах становить 4,50–5,09 мг%, а в контрольному зразку – 0,75 мг%. Найбільшим вмістом вітамінів А, Е, С та β-каротину характеризується 1 зразок – «Товстолюбик з додаванням морських водоростей» за рахунок підвищеного вмісту моркви в рецептурі.

Таблиця 5.36

Вміст вітамінів у риборослинних консервах, ($n=5$, $p \leq 0,05$)

Зразок	Вітаміни, мг на 100 г						
	А	Е	С	В ₁	В ₂	РР	β-каротин
Добова потреба	1	10	70	1,4	1,7	18	4
Контроль	0,0132	0,75	0,07	0,176	0,086	2,30	0,0023
Товстолюбик з водоростями	0,5801	5,09	0,75	0,161	0,0124	1,59	0,8301
Товстолюбик з водоростями та кизилом	0,1460	4,69	0,79	0,163	0,0120	1,63	0,7526
Товстолюбик з водоростями та аличею	0,1423	4,71	0,85	0,160	0,0125	1,72	0,8092
Товстолюбик з водоростями, аличею та буряком	0,1610	4,63	0,91	0,158	0,0123	1,60	0,7512
Товстолюбик з аличею, буряком, морквою	0,1454	4,50	0,84	0,162	0,0125	1,57	0,7403
Товстолюбик з водоростями, кизилом, морквою, буряком	0,1561	4,67	0,99	0,159	0,0124	1,62	0,7671

Порівнюючи вміст вітамінів у сировині та готових продуктах, встановили, що найбільш лабільними під час теплової обробки є аскорбінова кислота, тіамін, рибофлавін, ніацин, а стабільними – ретинол, токоферол та β-каротин. Важливо пам'ятати, що каротин усмоктується та засвоюється краще у разі надходження разом із рибними жирами.

Вітаміни А, В, Е, РР, які є функціональними інгредієнтами досліджуваних продуктів, відіграють важливу роль у позитивному харчуванні. Вони беруть участь у метаболізмі, зміцнюють імунну систему організму, допомагають попередити ряд захворювань. До антиоксидантів належать провітамін А – β -каротин, вітаміни С, Е. Антиоксиданти уповільнюють процеси окиснення ненасичених жирних кислот, що входять до складу ліпідів, шляхом взаємодії з киснем, а також руйнують утворені пероксиди. Антиоксиданти захищають організм людини від вільних радикалів, виявляючи антиканцерогенну дію, а також блокують активні перекисні радикали, уповільнюючи процес старіння. В досліджуваних зразках порівняно з рибною сировиною спостерігаємо збільшення вмісту антиоксидантів (особливо вітаміну Е) в декілька разів за рахунок раціоналізації рецептурного складу та внесення рослинних добавок і водоростей.

Ступінь задоволення добової потреби у вітамінах при споживанні 100 г консервів показано на рис. 5.25.

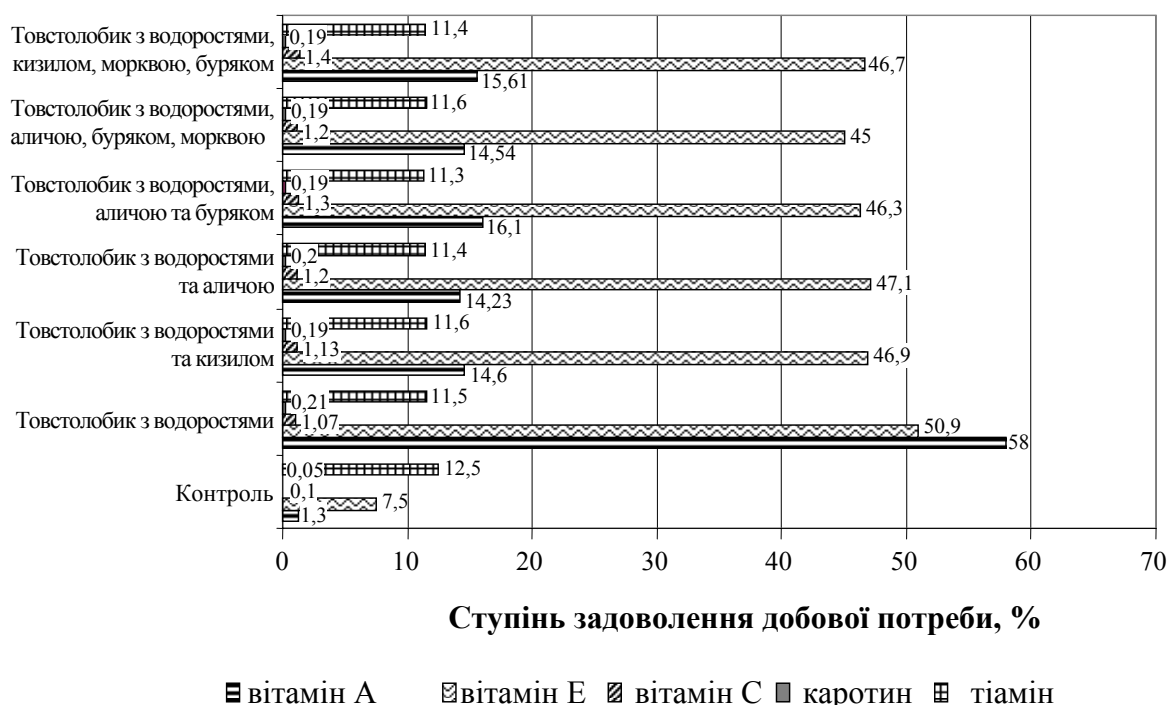


Рис. 5.25. Ступінь задоволення добової потреби у вітамінах при споживанні 100г консервів

Доведена висока ступінь задоволення добової потреби у токоферолах (45–50,9%), що є важливим фактором раціонального харчування та спрямування окиснювально-відновлюваних процесів в організмі людини.

Отже, розроблені нами риборослинні продукти належать до харчових продуктів підвищеної біологічної цінності, оскільки є натуральними, не містять штучних харчових добавок, до їх складу входять повноцінні білки, ненасичені жирні кислоти, пектинові речовини, органічні кислоти, легкозасвоювані вуглеводи, вітаміни А, В, Е, РР, кальцій, залізо, магній, калій, фосфор, мікроелементи, а також характеризуються високими харчосмаковими властивостями. Споживання таких продуктів буде сприяти зменшенню рівня холестерину, профілактиці серцево-судинних захворювань, попередженню захворювань шлунково-кишкового тракту, профілактиці захворювань щитовидної залози, зміцненню імунітету.

Безпечність риборослинних продуктів

В умовах сьогодення гарантії безпечності продуктів харчування повинні враховуватися при формуванні споживних властивостей нових продуктів.

При комплексній оцінці якості нових риборослинних продуктів особливу увагу було надано показникам безпечності, оскільки несприятлива екологічна ситуація, забрудненість довкілля хімічними речовинами може негативно позначитися на якості вихідної сировини [10].

Після проведеного моніторингу ринку рибних товарів для оцінки безпечності комбінованих продуктів було визначено за необхідне дослідження масової частки важких металів та визначення вмісту мікроорганізмів [86].

Результати дослідження вмісту важких металів у риборослинних продуктах надано в таблицях 5.37, 5.38.

Таблиця 5.37

**Масова частка важких металів в риборослинних
консервах, мг/кг, ($n=5$, $p \leq 0,05$)**

Найменування елементів	Допустимі рівні, не більше	Зразки консервів						
		Контроль	Товстолобик з водоростями	Товстолобик з водоростями та кизилом	Товстолобик з водоростями та аличею	Товстолобик з водоростями, аличею та буряком	Товстолобик з водоростями, аличею, буряком, морквою	Товстолобик з водоростями, кизилом, морквою, буряком
Свинець	1,0	0,31	0,48	0,36	0,44	0,35	0,43	0,36
Кадмій	0,2	0,07	0,07	0,03	0,05	0,04	0,07	0,05
Миш'як	1,0	0,14	0,12	0,09	0,10	0,13	0,11	0,14
Ртуть	0,3	0,009	0,007	0,009	0,008	0,007	0,007	0,008
Мідь	10,0	1,23	1,07	1,21	1,48	1,32	1,20	1,10
Цинк	40,0	7,31	6,28	6,33	6,12	6,10	6,75	6,29

Таблиця 5.38

**Масова частка важких металів в риборослинних
паштетах, мг/кг, ($n=5$, $p \leq 0,05$)**

Найменування елементів	Допустимі рівні, не більше	Зразки паштетів						
		Контроль	Паштет з водоростями	Паштет з кизилом та водоростями	Паштет з аличею та водоростями	Паштет з аличею, буряком та водоростями	Паштет з аличею, буряком, водоростями та камеддю гуару	Паштет з кизилом, буряком, водоростями та камеддю гуару
Свинець	1,0	0,35	0,43	0,38	0,34	0,32	0,33	0,29
Кадмій	0,2	0,05	0,06	0,04	0,06	0,05	0,07	0,05
Миш'як	1,0	0,17	0,15	0,15	0,18	0,16	0,17	0,15
Ртуть	0,3	0,009	0,007	0,008	0,008	0,007	0,006	0,007
Мідь	10,0	1,57	1,24	1,31	1,27	1,32	1,22	1,25
Цинк	40,0	5,31	5,28	5,30	5,12	5,17	5,14	5,22

Незважаючи на поширеність громадської думки відносно забрудненості риби внутрішніх водоймищ України, результати досліджень вказують на відповідність вмісту важких металів у риборослинних продуктах медико-біологічним вимогам [87, 88]. Так, вміст кадмію не перевищував 0,01 мг/кг у сировині; 0,03–0,07 мг/кг у консервах та 0,04–0,07 мг/кг у паштетах (при нормі 0,2). Вміст свинцю не перевищував 0,3 мг/кг у сировині (при нормі 1,0); 0,31–0,48 мг/кг у консервах та 0,29–0,43 у паштетах. Вміст міді не перевищував 0,2 мг/кг у сировині; 1,07–1,48 мг/г у консервах та 1,22–1,57 у паштетах (при нормі 10,0). Вміст миш'яку не перевищував 0,18 мг/кг у сировині (при нормі 1,0); 0,09–0,14 мг/кг у консервах та 0,15–0,18 мг/кг у паштетах (при нормі 1,0). Необхідно відзначити незначну забрудненість риби прісноводних водойм ртутю на відміну від морської риби. Так, вміст ртуті у сировині становив 0,008–0,009 мг/кг; у консервах 0,007–0,009 мг/кг, а в паштетах – 0,006–0,009 мг/кг. Спостерігаємо підвищений вміст важких металів в готових продуктах порівняно із сировиною. Як правило, під час виробництва харчових продуктів до складу останніх можуть потрапляти різні чужерідні хімічні сполуки, в тому числі і важкі метали, які містяться в сировині, воді, технологічному обладнанні.

В той же час, спостерігається зменшення вмісту важких металів у риборослинних продуктах порівняно з контрольним рибним продуктом. Фенольні сполуки рослинної сировини можуть взаємодіяти з солями важких металів, вільними радикалами, попереджуючи накопичення шкідливих речовин в організмі людини.

Таким чином, за показниками безпечності досліджувані риборослинні продукти відповідають «Медико-біологічним вимогам і санітарним нормам якості продовольчої сировини і харчових продуктів», затверджених Міністерством охорони здоров'я № 5061-89 від 01.08.89.

Одним із важливих показників безпечності харчових продуктів є вміст мікроорганізмів. Слід зазначити, що наявність, кількість та видовий склад мікроорганізмів у продуктах не лише визначають їх безпечність для споживачів, а й можуть впливати на їх якість та споживні властивості [89].

Кількісний вміст мікрофлори, її якісний склад і спрямованість мікробіологічних процесів залежать від забрудненості вихідної сировини, санітарно-гігієнічних умов виробництва, температурних умов зберігання готової продукції. Основним завданням стерилізації є знищення нетерmostійкої неспороутворюючої мікрофлори і зменшення кількості спороутворюючих мікроорганізмів до визначеного рівня, який є достатнім для попередження псування продукту при вказаних умовах зберігання і гарантує безпечність споживання консервів за мікробіологічними показниками. Досліджувані зразки консервів підлягали бактеріологічному аналізу на промислову стерильність.

Встановлено, що в усіх зразках консервів були відсутні мезофільні аеробні та факультативно-анаеробні мікроорганізми, бактерії групи кишкової палички, золотистий стафілокок, плісняви, дріжджі, сальмонели, сульфідредуючі клостридії.

Додавання водоростей та рослинної сировини є важливим фактором мікробіологічної стабільності консервів за умови дотримання раціонального значення активної кислотності. Відомо, що водорості містять високий рівень сполучних білків, які не засвоюються мікроорганізмами *C.sporogenes* у зв'язку з відсутністю у них вираженої колагеназної та еластазної активності [90, 91]. Антибіотичні сполуки рослинного походження – фітонциди – сприяють зниженню терmostійкості мікроорганізмів. Органічні кислоти ягід та овочів мають виражену бактерицидну дію. В той же час, необхідно відмітити, що незначний вміст кухонної солі в консервах (2%) та ліпіди рибної сировини підвищують терmostійкість мікроорганізмів [10, 49].

Результати досліджень мікробіологічних показників риборослинних паштетів свідчать, що в усіх зразках паштетів були відсутні бактерії групи кишкової палички, золотистий стафілокок, плісняви, дріжджі, сальмонели, сульфідредуючі клостридії, а кількість мезофільних аеробних та факультативно-анаеробних мікроорганізмів була у межах допустимих норм (табл. 5.39).

У риборослинних паштетах кількість мезофільних аеробних та факультативно-анаеробних мікроорганізмів була нижчою порівняно із контрольним зразком без рослинних добавок.

Таблиця 5.39

Мікробіологічні показники паштетів, ($n=5, p \leq 0,05$)

Показники	Допустимі рівні згідно з МБВ №5061-89	Зразки паштетів						
		Контроль	Паштет з водоростями	Паштет з кизилом та водоростями	Паштет з аличею та водоростями	Паштет з аличею, буряком та водоростями	Паштет з аличею, буряком, водоростями та камеддю гуару	Паштет з кизилом, буряком, водоростями та камеддю гуару
КМАФАнМ, КУО в 1 г	Не більше 2×10^5	$2,4 \times 10^2$	$1,7 \times 10^2$	$1,9 \times 10^2$	$1,4 \times 10^2$	$1,6 \times 10^2$	$1,8 \times 10^2$	$1,9 \times 10^2$
БГКП (коліформи), в 0,01г	Не доп.	Не виявл.	Не виявл.	Не виявл.	Не виявл.	Не виявл.	Не виявл.	Не виявл.
Золотистий стафілокок у 0,1 г	Не доп.	Не виявл.	Не виявл.	Не виявл.	Не виявл.	Не виявл.	Не виявл.	Не виявл.
Плісняви, дріжджі у 0,1 г	Не доп.	Не виявл.	Не виявл.	Не виявл.	Не виявл.	Не виявл.	Не виявл.	Не виявл.
Патогенні мікро-організми, в т.ч. родини Сальмонела, у 25 г	Не доп.	Не виявл.	Не виявл.	Не виявл.	Не виявл.	Не виявл.	Не виявл.	Не виявл.
Сульфід-редуючі клостридії, у 0,1 г	Не доп.	Не виявл.	Не виявл.	Не виявл.	Не виявл.	Не виявл.	Не виявл.	Не виявл.

Враховуючи екологічний стан навколишнього середовища, були проведені гамма-спектрометричні дослідження зразків харчових продуктів на вміст радіонукліду Cs^{137} . Цей радіонуклід є найбільш небезпечним, має високу хімічну активність. Після попадання разом з харчовими продуктами до травного тракту Cs^{137} практично повністю всмоктується в кров людини, а далі веде себе як калій, займаючи його місце у структурі клітин всього організму [92]. Накопичується Cs^{137} у м'яких тканинах, викликаючи внутрішнє опромінення. У разі надходження Cs^{137} до водойм, він швидко переміщується в донні відкладення, засвоюється планктоном. Риба активно накопичує ізомери цезію і може бути одним із основних джерел надходження його до організму людини [17, 70]. Відповідно, дослідження вмісту радіонукліду Cs^{137} є необхідною умовою гарантування безпечності рибних продуктів. Результати досліджень надано в табл. 5.40.

Таблиця 5.40

**Результати досліджень вмісту радіонукліду Cs^{137}
у риборослинних продуктах, ($n=5, p \leq 0,05$)**

№ пор.	Об'єкт дослідження	Результат дослідження, Бк/кг	Норма, Бк/кг
1	Контрольний зразок консервів	не більше 7	150
2	Товстолобик з додаванням морських водоростей	не більше 3	
3	Товстолобик з додаванням морських водоростей та кизилу	не більше 5	
4	Товстолобик з додаванням морських водоростей та аличі	не більше 4	
5	Товстолобик з додаванням морських водоростей, аличі та буряку	не більше 3	
6	Товстолобик з додаванням морських водоростей, аличі, буряку, моркви	не більше 3	

Закінчення табл. 5.40

№ пор.	Об'єкт дослідження	Результат дослідження, Бк/кг	Норма, Бк/кг
7	Товстолобик з додаванням морських водоростей, кизилу, моркви, буряку	не більше 3	
8	Контрольний зразок паштету	не більше 3	
9	Паштет з додаванням морських водоростей	не більше 3	
10	Паштет з додаванням кизилу та морських водоростей	не більше 3	
11	Паштет з додаванням аличі та морських водоростей	не більше 3	
12	Паштет з додаванням аличі, буряку, та морських водоростей	не більше 3	
13	Паштет з додаванням аличі, буряку, морських водоростей та камеді гуару	не більше 2	
14	Паштет з додаванням кизилу, буряку, морських водоростей та камеді гуару	не більше 2	

Результати досліджень показали, що вміст радіонукліду Cs^{137} не перевищує встановлені норми [93]. Відповідно, рослиноідні риби рекомендуються для виробництва біологічно цінних продуктів харчування.

Таким чином, безпечність риборослинних консервів і паштетів гарантується належною якістю рибної та рослинної сировини, санітарно-гігієнічними умовами виробництва. Додавання водоростей та рослинної сировини є важливим фактором мікробіологічної стабільності риборослинних продуктів.

В результаті систематизації проведених досліджень встановлено, що риборослинні продукти належать до біологічно цінних харчових продуктів, оскільки містять повноцінні білки, ненасичені жирні кислоти, пектинові речовини, органічні кислоти, легкозасвоювані вуглеводи, вітаміни А, В, Е, РР, кальцій, залізо,

магній, калій, фосфор, мікроелементи. Відповідно, споживання риборослинних продуктів буде сприяти зменшенню рівня холестерину, профілактиці серцево-судинних захворювань, попередженню захворювань шлунково-кишкового тракту, профілактиці захворювань щитовидної залози, зміцненню імунітету. Оригінальність нових видів риборослинних продуктів підтверджена деклараційними патентами України.

Апробування нової методики визначення структурно-механічних властивостей риборослинних продуктів характеризується простотою виконання та достовірністю отриманих результатів.

Встановлено високу ступінь кореляційної залежності органолептичних та структурно-механічних властивостей досліджуваних продуктів: $y = 11,271x^3 - 148,6x^2 + 559,6x - 644,99$ – для риборослинних консервів, $R^2 = 0,9711$ – рівень достовірності апроксимації; $y = 12,653x^3 - 146,01x^2 + 560,41x - 711,08$ – для риборослинних паштетів, $R^2 = 0,9852$ – рівень достовірності апроксимації.

Отримані результати дослідження показали можливість використання морських водоростей, альгінатів, камеді гуару як поліфункціональних добавок, які не тільки підвищують харчову цінність риборослинних продуктів, але й дозволяють оптимізувати структурно-механічні властивості продукту.

Доведено, що білки досліджуваних зразків риборослинних продуктів характеризуються високою біологічною цінністю, оскільки мають збалансований амінокислотний склад відповідно до адекватного рівня споживання та рекомендацій міжнародного комітету ФАО/ВООЗ. Домінуючою амінокислотою є лізин. Лімітуючими амінокислотами є метіонін, триптофан, валін.

Досліджувані зразки характеризуються низьким значенням коефіцієнта розрізнення амінокислотного скору (23,83–26,51) порівняно з контрольним зразком (35,45), що є результатом оптимізації їх рецептурного складу та дотримання раціонального значення активної кислотності. Відомо, що зниження

зна-чення активної кислотності негативно впливає на білки консервів внаслідок руйнування деяких незамінних амінокислот, насамперед лізину і сірковмісних. Коефіцієнт використання білка риборослинних паштетів є дещо вищим порівняно з риборослинними консервами. Значення цього показника значно вище у риборослинних паштетах з додаванням аличі та морських водоростей порівняно з контролем (0,77 і 0,65 відповідно).

Рівень небілкового азоту в риборослинних консервах нижчий порівняно з контрольним зразком, що пояснюється стабілізуючим впливом рослинної сировини.

Теплова обробка риби супроводжується зміною розчинності м'язових білків. Більш інтенсивна денатурація м'язових білків, ймовірно, обумовлена утворенням водневих та дисульфідних зв'язків білкових молекул.

Коефіцієнт ефективності ліпідів риборослинних продуктів (0,70–0,78) значно перевищує значення даного показника для контрольного зразка (0,53), що характеризує більшу повноту засвоєння ліпідів консервів при раціональному поєднанні рибної і рослинної сировини.

Відношення жирних кислот $\omega 6:\omega 3$ є оптимальним у риборослинних паштетів (близько 4:1) порівняно з контрольним зразком (1,2:1). Крім того, значення даного показника у риборослинних паштетах є більш раціональним, ніж у риборослинних консервах, що в основному зумовлено технологічними режимами консервування.

Встановлено, що теплова обробка сировини та внесення додаткових компонентів у рецептуру консервів впливає на зміну мінерального складу готових продуктів, сприяє їх збагаченню калієм, кальцієм, марганцем, залізом, бромом, селеном, йодом.

У риборослинних паштетах порівняно з вихідною сировиною та контрольним зразком спостерігається підвищення вмісту йоду, селену, броду, сірки, хлору та деяких інших життєво необхідних мінеральних елементів.

Досліджувані зразки риборослинних продуктів характеризуються збалансованим вітамінним складом. Встановлено збільшення вмісту вітаміну А, Е, С, β -каротину в риборослинних паштетах порівняно з контрольним зразком.

Незважаючи на поширеність громадської думки відносно забрудненості риби внутрішніх водоймищ України, результати досліджень вказують на відповідність вмісту важких металів у риборослинних продуктах медико-біологічним вимогам.

Встановлено, що в усіх зразках консервів та паштетів були відсутні мезофільні аеробні та факультативно-анаеробні мікроорганізми, бактерії групи кишкової палички, золотистий стафілокок, плісняви, дріжджі, сальмонели, сульфідредуючі клостридії. Додавання водоростей та рослинної сировини є важливим фактором мікробіологічної стабільності консервів. Відомо, що водорості містять високий рівень сполучних білків, які не засвоюються мікроорганізмами *C.sporogenes* у зв'язку з відсутністю у них вираженої колагеназної і еластазної активності. Антибіотичні сполуки рослинного походження – фітонциди – сприяють зниженню термостійкості мікроорганізмів.

Риба активно накопичує ізотопи цезію і може бути одним із основних джерел надходження його до організму людини. Проте результати досліджень показали, що вміст радіонукліду Cs^{137} не перевищує встановлені норми. Відповідно, рослиноїдні риби внутрішніх прісноводних водойм України можна рекомендувати для виробництва біологічно цінних продуктів харчування.

Результати дослідження якості та безпечності нових харчових продуктів із риби внутрішніх водоймищ вказують на доцільність їх виробництва з метою насичення ринку України біологічно цінними харчовими продуктами.

5.4. Прогнозування динаміки якості під час товароруху

Одним із основних факторів, що зумовлює якість рибних товарів під час товароруху, є температура [94]. Згідно з теорією *T-T-T (Time-Temperature-Tolerante)* існує чітка залежність між температурою зберігання, часом зберігання і властивостями продукту, що обумовлені його хімічним складом і структурою. Відповідно встановлено такі закономірності:

- кожній температурі зберігання відповідає певна добова втрата якості;
- якість продукту, який зберігається при непостійній температурі, залежить від середньої температури зберігання.

За допомогою теорії *T-T-T* можна визначити якість продукту за температурою, при якій він зберігався. Крім того, за допомогою цієї залежності можна визначити подальший термін зберігання, необхідний для забезпечення певних критеріїв якості.

Для визначення добової втрати стійкості до зберігання користуються залежністю:

$$U = \tau v, \quad (5.4)$$

де U – стійкість продукту до зберігання;

τ – термін зберігання;

v – добова втрата стійкості продукту до зберігання.

Вважають, що продукція не втрачає якість, якщо

$$U \geq \tau V. \quad (5.5)$$

Для спрощення розрахунків приймаємо: $U = 1$, тоді

$$1 = \tau V \Rightarrow V = 1/\tau \quad (5.6)$$

Під час тривалого товароруху і розриву технологічного процесу холодильного зберігання, або при змінах оптимальної температури зберігання, стійкість продукту при зберіганні розраховують за формулою:

$$U = \tau_1 V_1 + \tau_2 V_2 + \tau_3 V_3 + \dots + \tau_n V_n, \quad (5.7)$$

тобто, продукт з певною початковою стійкістю (U) зберігався протягом термінів $\tau_1, \tau_2, \tau_3, \dots, \tau_n$ в умовах, при яких швидкість падіння стійкості зберігання була відповідно $V_1, V_2, V_3, \dots, V_n$. Кожна складова у цьому виразі відображає втрату стійкості продукту до зберігання за час τ при швидкості її падіння V . Отже, зберігання можливе до того часу, поки не буде повністю вичерпаний гарантований термін зберігання продукту. Розглянемо на конкретному прикладі динаміку якості рибних продуктів під час товароруху.

Одним із основних факторів формування якості є якість вихідної сировини.

Динаміка якості рибної сировини для виробництва паштетів (білий амур) під час використання одного із можливих типових каналів товароруху наведена в табл. 5.52.

Виходячи з даних таблиці, необхідно зазначити, що:

- тривалість етапу – 95,02 діб;
- втрата стійкості – 59%
- найвища втрата якості спостерігається на 2-му (8%), 3-му (13%) 4-му (20%), 5-му (15%) етапах товароруху.

Таким чином, критичними контрольними точками процесу товароруху рибної сировини слід вважати такі етапи:

1. Збері
2. гання в трюмі промислового судна.
3. Зберігання в трюмі транспортного судна
4. Транспортування у рефрижераторній секції залізничного транспорту.
5. Зберігання в камері розподільчого холодильника.

Таблиця 5.52

**Динаміка якості рибної сировини (білий амур)
під частовароруху**

№ пор.	Етапи товароруху	Тривалість етапу, τ , дб	Температура продукту на даному етапі, $^{\circ}\text{C}$	Максимально можливий термін зберігання при даній температурі до повної втрати якості, τ_{max} , дб	Добова втрата стійкості до зберігання, $V=1/\tau_{\text{max}}$, частка одиниці	Втрати якості продукту на даному етапі, частка одиниці
1.	Зберігання риби до заморожування на промисловому судні	0,02	+12	1	1	0,02
2.	Зберігання в трюмі промислового судна	15	-18	200	0,005	0,08
3.	Зберігання в трюмі транспортного судна	40	-25	300	0,0033	0,13
4.	Транспортування у рефрижераторній секції залізничного транспорту	10	-9	50	0,02	0,2
5.	Зберігання в камері розподільчого холодильника	30	-18	200	0,005	0,15
Разом		95,02				59%

Динаміка якості рибної сировини для виробництва
риборослинних консервів (товстолобик) під час товароруху
надана в табл. 5.53.

Таблиця 5.53

**Динаміка якості рибної сировини (товстолобик)
під час товароруху**

№ пор.	Етапи товароруху	Тривалість етапу, τ (діб)	Температура продукту на даному етапі, $^{\circ}\text{C}$	Максимально можливий термін зберігання при даній t до повної втрати якості, τ_{max}	Добова втрата стійкості до зберігання, $V=1/\tau_{\text{max}}$	Втрата якості продукту на даному етапі, $\tau \cdot V$, частка одиниці
1	Зберігання в садках	15	10	180	0,006	0,09
2	Транспортування в контейнерах з аерацією	1,5	10	180	0,006	0,009
3	Зберігання в контейнерах до заморожування	0,5	5	2	1	0,25
4	Заморожування	0,13	-35	360	0,003	0,0004
5	Зберігання на холодокомбінаті	30	-24	270	0,003	0,11
6	Транспортування авторефрижератором	1	-18	90	0,01	0,01
7	Зберігання в холодильній камері підприємства- виробника	7	-18	90	0,01	0,07
	Разом	55,13				53,13%

В цілому, тривалість етапу – 55,13 діб; втрата стійкості – 53,13%; найбільші втрати якості спостерігається на 1-му (9%), 3-му (25%), 5-му (11%), 7-му (7%) етапах товароруху.

Таким чином, критичними контрольними точками процесу товароруху рибної сировини для виробництва консервів слід вважати такі етапи:

1. Зберігання в садках.
2. Зберігання в контейнерах до заморожування.
3. Зберігання на холодокомбінаті.
4. Зберігання в холодильній камері підприємства-виробника.

Для підвищення рівня якості сировини необхідно скоротити тривалість процесу товароруку, забезпечивши доставку риби до підприємства-виробника.

Динаміка якості риборослинних паштетів під час товароруку наведена у табл. 5.54.

Таблиця 5.54

Динаміка якості риборослинних паштетів

№ пор.	Етапи товароруку	Тривалість етапу, τ (доб)	Температура продукту на даному етапі, $^{\circ}\text{C}$	Максимально можливий термін зберігання при даній t до повної втрати якості, $\tau_{\max}$	Добова втрата стійкості до зберігання, $V=1/\tau_{\max}$	Втрата якості продукту на даному етапі, $\tau \cdot V$, частка одиниць
1.	Зберігання сировини в холодильній камері підприємства- виробника	0,5	-1	1,5	0,66	0,33
2.	Упакування продукції	0,1	+7	3	0,33	0,033
3.	Заморожування	0,15	-35	360	0,003	0,0005
4.	Зберігання на складі підприємства- виробника	5	-18	90	0,01	0,06
5.	Транспортування до роздрібного підприємства	0,5	-10	24	0,04	0,02
6.	Зберігання на роздрібному підприємстві	7	-18	90	0,01	0,08
	Разом	13,25				52,35%

Виходячи з даних таблиці, необхідно зазначити, що:

- тривалість етапу – 13,25 діб;
- втрата стійкості – 52,35%
- найвища втрата якості спостерігається на першому (33%), четвертому (6,0%) та шостому (8%) етапах товароруху.

Таким чином, критичними контрольними точками процесу товароруху риборослинних паштетів слід вважати такі етапи:

1. Зберігання сировини в холодильній камері підприємства-виробника.
2. Зберігання на складі підприємства-виробника.
3. Зберігання на роздрібному підприємстві.

Отже, доставка якісної сировини на виробниче підприємство в найкоротший термін і реалізація готової продукції у торговельній мережі, не порушуючи холодильного ланцюгу, буде сприяти зменшенню швидкості падіння стійкості продукту до зберігання.

Динаміка якості риборослинних консервів під час товароруху наведена у табл. 5.55.

Таблиця 5.55

Динаміка якості риборослинних консервів

№ пор.	Етапи товароруху	Тривалість етапу, τ (діб)	Темпера-тура продукту на даному етапі, $^{\circ}\text{C}$	Максимально можливий термін зберігання при даній t до повної втрати якості, $\tau_{\max}$	Добова втрата стійкості до зберігання, $V=1/\tau_{\max}$	Втрата якості продукту на даному етапі, $\tau \cdot V$, частка одиниці
1.	Зберігання риби до заморожування в рибному господарстві	0,02	+12	1	1	0,02
2.	Транспортування до підприємства-виробника	10	-25	300	0,0033	0,03

Закінчення табл. 5.55

№ пор.	Етапи товароруху	Тривалість етапу, τ (доб)	Темпера-тура продукту на даному етапі, °C	Максимально можливий термін зберігання при даній t до повної втрати якості, τ_{max}	Добова втрата стійкості до зберігання, $V=1/\tau_{max}$	Втрата якості продукту на даному етапі, $\tau \cdot V$, частка одиниці
3.	Зберігання сировини в холодильній камері підприємства- виробника	5	-18	200	0,005	0,025
4.	Зберігання готової продукції на складі підприємства- виробника	2	+15	540	0,0019	0,0038
5.	Транспортування	10	+15	540	0,0019	0,019
6.	Зберігання на оптовому підприємстві	30	+10	720	0,0014	0,042
7.	Транспортування	10	+15	540	0,0019	0,019
8.	Зберігання на роздрібному підприємстві	90	+10	720	0,0014	0,125
9.	Реалізація на роздрібному підприємстві	7	+22	320	0,0031	0,022
	Разом	164,02				30,58%

Дані таблиці свідчать, що:

- загальна тривалість етапів товароруху – 164,02 доби;
- втрата якості на всіх етапах – 30,58 %;
- найвища втрата якості спостерігається на шостому (4,2 %) і восьмому (12,5%) етапах товароруху.

Таким чином, критичними контрольними точками процесу товароруку риборослинних консервів з прісноводної риби в скляній тарі слід вважати наступні етапи:

1. Зберігання на оптовому підприємстві.
2. Зберігання на роздрібному підприємстві.

Зміни якості риборослинних консервів під час товароруку можуть бути зумовлена фізичними, хімічними, фізико-колоїдними, мікробіологічними процесами.

Технологічні карти для приблизного аналізу і побудови раціональної схеми товароруку риборослинних консервів та паштетів представлені у додатку У.

Математична модель, що описує зміни якості риборослинних паштетів і консервів у процесі зберігання та дозволяє прогнозувати оптимальний термін зберігання продукту надана на рис. 5.26.

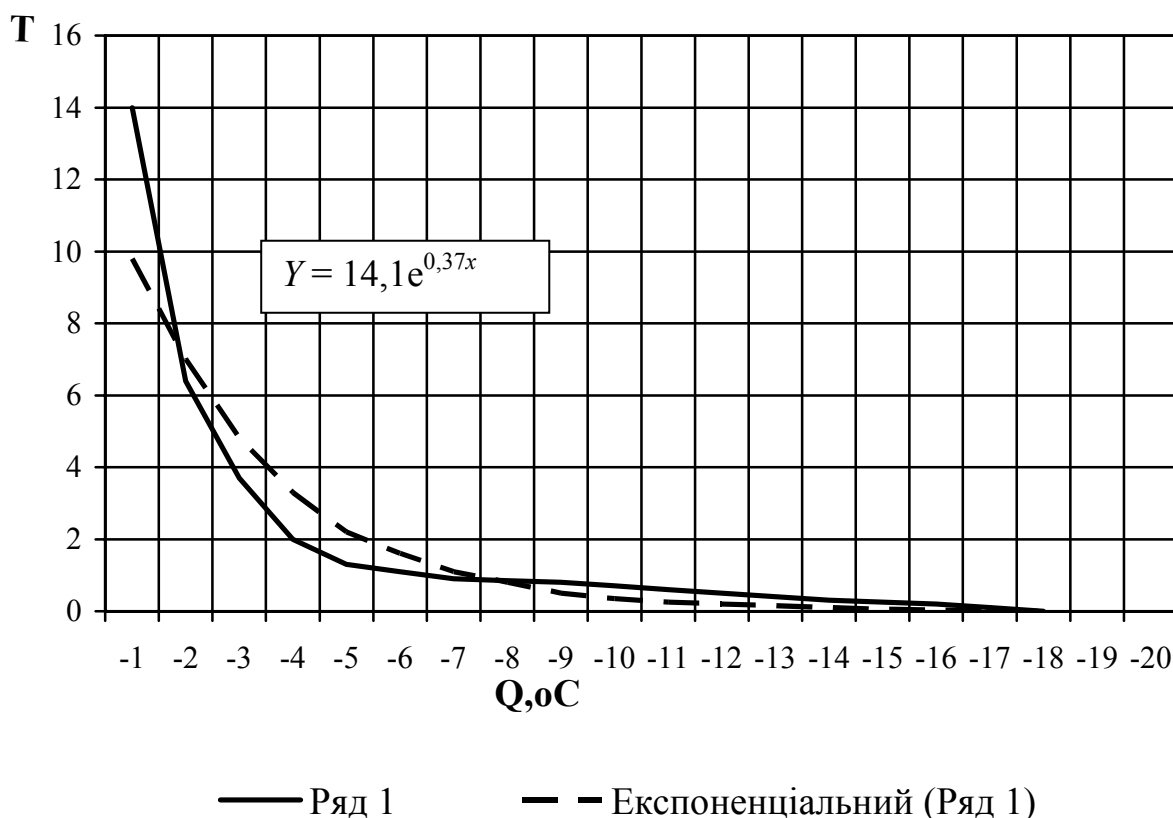


Рис. 5.26. Модель прогнозування термінів зберігання риборослинних паштетів

Для умов зберігання риборослинних паштетів модель було спрощено і представлено у вигляді диференціального рівняння другого порядку:

$$-m_i \frac{d^2}{dt^2} y(t) + T \frac{d}{dt} y(t) = 0, \quad (5.8)$$

Розв'язок рівняння запишемо у вигляді:

$$y(t) = \frac{y_0 T - V_{OY} m_i + V_{OY} m_i e^{\frac{Tt_2}{m_i}}}{T}. \quad (5.9)$$

Провівши диференціювання, знайдемо швидкість накопичення небілкового азоту:

$$\frac{d}{dt} y(t) = V_{OY} e^{\frac{Tt_1}{m_i}}. \quad (5.10)$$

З рівняння (5.6) можна знайти тривалість зберігання продукту (t), коли кількість небілкового азоту досягне у:

$$t = \frac{m_1}{T} \ln\left(\frac{yT - y_0 T + V_{oy} m_i}{V_{oy} m_i}\right) \quad (5.11)$$

Коли гранично-допустима концентрація досягне $y = 0,4$, врахувавши значення $m_1 = 0,9$; $T = 14,1e^{0,37Q}$, де Q – температура в °С, знаходили термін зберігання для різних видів риборослинних паштетів.

Паштети зберігають у охолоджених приміщеннях чи в холодильних камерах при температурі від 0 до 4° С протягом 5 діб із дати виготовлення, при температурі мінус 2 – мінус 6° С – протягом 30 діб із дати виготовлення, при температурі не вище мінус 18° С – протягом 90 діб із дати виготовлення.

Консерви зберігають в чистих, добре вентильованих приміщеннях при температурі не нижче 0° С і відносній вологості повітря не вище 75%. Гарантований термін зберігання риборослинних консервів в скляній тарі системи «твіст-офф» – 2 роки.

Отже, можна зробити висновок, що динамічна доставка якісної сировини на виробниче підприємство і реалізація готової продукції у торговельній мережі, не порушуючи холодильного ланцюгу, буде сприяти зменшенню швидкості падіння стійкості продукту до зберігання та забезпеченню належної якості.

За результатами сенсорного аналізу рівень якості досліджуваних консервів та паштетів наприкінці гарантованого терміну зберігання є високим порівняно з контролем.

Доведено, що низькотемпературне зберігання риборослинних паштетів не забезпечує абсолютної стабільності амінокислотного складу білків. Зміни, що відбуваються зумовлені гідролізом білків, у результаті чого вміст окремих амінокислот зростає, інших зменшується за рахунок накопичення певної кількості вільних амінокислот. Однак деструкційні зміни білків у риборослинних паштетах менш виражені протягом гарантованого терміну зберігання порівняно з довготривалим зберіганням консервів.

Динаміка жирнокислотного складу риборослинних продуктів свідчить, що додавання рослинних добавок до складу рибних консервів та паштетів позитивно діє на збереженість ліпідів, підвищує їх стійкість до окиснення. Крім того, використання скляної тари для консервування сприяє подовженню терміну зберігання рибних продуктів, оскільки мінімізує зниження рівня якості внаслідок взаємодії тари з продуктом.

Встановлено, що зміни значень кислотного, перекисного та тіобарбітурового чисел жиру є більш вираженими у контрольного зразка порівняно з риборослинними продуктами внаслідок активності ліполітичних ферментів. Антиоксиданти рослинної сировини мають стабілізуючий вплив на якість ліпідів риби під час зберігання завдяки швидкій реакції антиокиснювачів із вільними радикалами і гальмуванню розвитку ланцюгових вільнорадикальних реакцій.

Доведено, що ступінь збереженості токоферолів риборослинних продуктів дуже висока, що має надзвичайно важливе значення для регулювання процесів окиснення ліпідів. Вітамін Е має антиокиснювальну дію на внутріш-ньоклітинні ліпіди, захищаючи їх від пероксидації.

Визначено, що критичними контрольними точками процесу товароруку риборослинних паштетів слід вважати такі етапи: зберігання сировини в холодильній камері підприємства-виробника; зберігання на складі підприємства-виробника; зберігання на роздрібному підприємстві.

Критичними контрольними точками процесу товароруку риборослинних консервів з прісноводної риби слід вважати такі етапи: зберігання на оптовому підприємстві; зберігання консервів на роздрібному підприємстві.

На основі експериментальних досліджень та прогнозування змін якості під час зберігання рекомендовано паштети зберігати у охолоджених приміщеннях чи в холодильних камерах при температурі від 0 до 4° С протягом 5 діб із дати виготовлення, при температурі мінус 2 – мінус 6° С – протягом 30 діб із дати виготовлення, при температурі не вище мінус 18° С – протягом 90 діб із дати виготовлення.

Гарантований термін зберігання риборослинних консервів у скляній тарі із кришкою системи «твіст-офф» – 2 роки при температурі не нижче 0° С і відносній вологості повітря не вище 75%.

Література

1. Сидоренко О.В. Формування асортименту та якості риборослинних продуктів: монографія / О.В.Сидоренко. – К. : Київ. нац. торг.-екон. ун-т, 2006. – 322 с.
2. Орлова Н.Я. Заморожені плодоовочеві продукти: проблеми формування асортименту та якості / Н.Я. Орлова, С.О. Белінська. – К. : Київ. нац. торг.-екон. ун-т, 2005. – 336 с.
3. Сидоренко О.В. Теоретичні та прикладні аспекти розроблення функціональних харчових продуктів / О.В. Сидоренко // Вісник КНТЕУ. – 2005. – № 2. – С. 93–98.
4. Основи раціонального і лікувального харчування / П.О. Карпенко, С.М. Пересічна, І.М. Грищенко, Н.О. Мельничук. – К. : Київ. нац. торг.-екон. ун-т, 2011. – 504 с.
5. Петриченко Л.К. Консервы из овощей и растительных рыб / Л.К. Петриченко // Рыбное хозяйство. – 2001. – № 3. – С. 48–49.
6. Доценко С.М. Новые технологии рыбных паштетов / С.М. Доценко, О.В. Скрипко // Рыбная пром-сть. – 2005. – № 2. – С. 22–23.
7. Серпунина Л.Т. Биологическая ценность стерилизованных рыбных консервов / Л.Т. Серпунина // Рыбное хозяйство. – 2006. – № 1. – С. 110–113.
8. Сидоренко О.В. Товарознавча характеристика сировини для виробництва функціональних риборослинних продуктів : зб. наук. праць / О.В. Сидоренко. – К. : Київ. нац. торг.-екон. ун-т, 2002. – С. 34–40.
9. Орлова Н.Я. Біохімія та фізіологія харчування / Н.Я. Орлова. – К. : Київ. нац. торг.-екон. ун-т, 2006. – 281 с.
10. Сидоренко О.В. Наукове обґрунтування і формування споживних властивостей продуктів з прісноводної риби та рослинної сировини: дис. ... доктора тех. наук: 05.18.15 / О.В. Сидоренко. – К., 2009. – 513 с.
11. Тележко Л.Н. Биологически активные вещества фруктов и овощей и их сохранение при переработке / Л.Н. Тележко, А.Т. Безусов. – Одесса, 2004. – 265 с.

12. Сич З.Д. Гармонія овочевої краси та користі / З.Д. Сич, І.М. Сич. – К. : Арістей, 2005. – 192 с.
13. Сергеев В.Н. Биологически активное растительное сырье в пищевой промышленности / В.Н.Сергеев // Пищевая пром-сть. – 2001. – № 6. – С. 28–30.
14. Гудковский В.А. Антиокислительные (целебные) свойства плодов и ягод и прогрессивные методы их хранения / В.А. Гудковский // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2001. – № 4. – С. 13–16.
15. Яковлев С.А. Укрепление здоровья и профилактика преждевременного старения средствами природного происхождения / С.А. Яковлев. – М. : Роса, 2006. – С. 98–123.
16. Сидоренко О.В. Яка риба поживніша? / О.В.Сидоренко // Харчова і переробна пром-сть. – 2001. – № 5. – С. 16–18.
17. Корзун В.Н. Радіація – захист населення / В.Н. Корзун, С.І. Недоуров. – К. : Наук. думка, 1995. – 112 с.
18. Подкорытова А.В. Лечебно-профилактические и биологически активные добавки из бурых водоростей / А.В. Подкорытова // Рыбное хозяйство. – 2005. – № 1. – С. 51–52.
19. Подкорытова А.В. Влияние альгиновой кислоты и её солей на динамику накопления Sr^{85} та Cs^{137} в организме крыс / А.В. Подкорытова, Н.М. Аминина, В.М. Корзун // Радиационная биология. Радиоэкология. – 1994. – № 34 (4–5). – С. 703–712.
20. Kyosei Seiyaku Co. Alginate soft pharmaceuticals for digestive disease / Kyosei Seiyaku Co // Jap. Kokai. Tokkyo. Koho. – 1982. – № 96. – P. 223–299.
21. Злобин В.С. Использование ламинариевых водоростей в антирадиационных, лечебно-профилактических и косметических целях / В.С. Злобин, А.Ф. Федоров // Рыбное хозяйство. – 2004. – № 3. – С. 54–57.
22. Хвиля С.И. Применение полисахаридов в мясной промышленности и их выявление / С.И. Хвиля, Р.Р. Паршенкова // Мясныетехнологии. – 2006. – № 11. – С. 42–49.
23. Kim J.S. Partially purified collagen from refiner discharge of pacific whiting surimi processing / J.S. Kim, J.W. Park // J. of Food Sci. – 2005. – Vol. 70. – № 8. – P. 511–516.

24. Байдалинова Л.С. Биотехнология морепродуктов / Л.С. Байдалинова, А.С.Лысова, О.Я.Мезенова – М. : Мир, 2006. – 560 с.
25. Кирьянова А.А. Использование гидроколлоидов в пищевом производстве / А.А. Кирьянова, И.Л. Корецкая // Мясное дело. – 2006. – № 1. – С. 23–25.
26. Interdependence between heatsolubilityandpiridinolinecontentsofsquidmantlecollagen / AndoM., AndoM., MakinoM. [et.al.] // J. Food Sci. – 2001. – № 66. – P. 265–269.
27. ИсаевА.И. Реология. Концепции. Методы. Приложения / А.И. Исаев, А.Я. Малкин. – М. : Мир, 2007. – 560с.
28. SydorenkoO. Ecotechnologies in the General System of Food stuffs Total Quality Management in Ukraine / O. Sydorenko, L. Berbenets // Materialy konferencyjne «Ekologia wyrobów». – Krakow, 2003. – P. 233–238.
29. Sydorenko O. Optimization of nutritious value of functional foodstuffs / O. Sydorenko, L. Berbenets / Proceeding of the 15th Symposium of IGWT. – К. : Книга, 2006. – V. 2. – P. 825–829.
30. Притульська Н.В. Оптимізація споживних властивостей комбінованих консервів та харчових концентратів із використанням білоквмісної сировини різного походження : дис...доктора тех. наук: 05.18.15 / Н.В. Притульська. – К., 2001. – 603 с.
31. Притульська Н.В. Теоретичні та прикладні аспекти створення харчових продуктів нового покоління / Н.В. Притульська // Вісник КДТЕУ. – 1999. – № 2. – С. 22–27.
32. Effect of alkaline and acidic wash tretments on functional properties and color of Monterey sardine (*Sardinops sagax caerulea*) minced flesh / R. Pacheco-Aguilar, J.C. Ramires-Suarez, M.A. Mazorra-Manzano, J. Aguat // Food Prod. Technol. – 2001. – № 2. – P. 85–99.
33. Sahin S. Effects of microwave cooling on fish quality / S. Sahin, G. Sumnu // Int. J. Food Prop.– 2001. – № 3. – P. 501–512.
34. ДобробабинаЛ.Б. Определение эффективности теплового воздействия при различных способах стерилизации / Л.Б. Добробабіна, Т.М. Новікова // Рибне господарство України. – 2006. – № 1. – С. 36–39.

35. Методы исследований и организация экспериментов / под ред. К.П. Власова. – Х. : Гуманитарный центр, 2002. – 256 с.
36. Ким Э.Х. Статистические методы повышения качества / Э.Х. Ким ; пер. с англ. – М. : Финансы и статистика, 1990. – 295 с.
37. Лугінін О.Є. Статистика / О.Є. Лугінін. – К. : Центр навч. літ-ри, 2007. – 368 с.
38. Гуць В. Що треба знати про адгезію харчових продуктів/ В. Гуць, О. Коваль, О. Сидоренко // Тваринництво України. – 2007. – № 12. – С. 41–42.
39. Гуць В. Рибні пресерви / В. Гуць, О. Тимофєєва, О. Сидоренко // Харчова і переробна промсть. – 2006. – № 7. – С. 14 – 17.
40. Сидоренко О.В. Сенсорна характеристика функціональних риборослинних консервів : зб. наук. праць / О.В. Сидоренко. – К. : Київ. нац. торг.-екон. ун-т, 2004. – С. 71–75.
41. Технология продуктов из гидробионтов / [С.А. Артюхова, В.Д. Богданов, В.М. Дацун и др.]. – М. : Колос, 2001. – 496 с.
42. Иванова Г.В. Технология пищевых продуктов со специальными свойствами / Г.В. Иванова , И.В. Изосимова // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2003. – № 8. – С. 170–172.
43. Студенцова Н.А. Разработка технологии рыбастительных продуктов для школьного питания / Н.А. Студенцова, Н.В. Криницкая // Рыбное хозяйство. – 2004. – № 3. – С. 60–61.
44. Kinsella J.E. Dietary n-3 polyunsaturated fatty acids and amelioration of cardiovascular disease: possible mechanisms / J.E. Kinsella, B.Lokesh, R.A. Stone // Am.J. Clin. Nutr. – 1990. – Vol. 52. – № 1. – P. 1–28.
45. Сидоренко О.В. Аналіз кості ліпідів прісноводної риби / О.В. Сидоренко. – Х. : Вісник нац. техн. ун-ту «ХПІ». – 2002. – № 2. – С. 32–39.

46. Сидоренко О.В. Аналіз динаміки ліпідного складу риби залежно від початкової якості та терміну зберігання : зб. наук. праць КДТЕУ / О.В. Сидоренко. – 1999. – С. 71–76.
47. Сирохман І.В. Природні антиоксиданти для стабілізації якості жирів / І.В. Сирохман, О.Я. Давидович, Т.М. Лозова // Хлебопекарское и кондитерское дело. – 2008. – № 2. – С. 38–39
48. Рекомендуемые уровни потребления пищевых и биологически активных веществ. Методические рекомендации: МР 2.3.1. 19150-04. – М. : ГУ НИИ питания РАМН. – 2004. – 123 с.
49. Добробабина Л.Б. Современные технологии пищевых продуктов из гидробионтов / Л.Б. Добробабина, А.Т. Безусов. – Одесса : Optimum, 2008. – 322 с.
50. Горшунов М.С. Разработка технологии производства пресервов и рыбных консервов с использованием лактоферментированного сырья: дис. ... канд. тех. наук: 05.18.04 / М.С. Горшунов. – Одесса, 2007. – 125 с.
51. Добробабина Л.Б. Определение эффективности теплового воздействия при различных способах стерилизации / Л.Б. Добробабина, Т.М. Новікова // Рибне господарство України. – 2006. – № 1. – С. 36–39.
52. Технічна мікробіологія / Л.В. Капрельянц, Л.М. Пилипенко, А.В. Єгорова [та ін.] ; за ред. Л.В. Капрельянца. – Одеса : Друк, 2006. – 308 с.
53. Консервированные продукты. Принципы контроля термической обработки, подкисления и оценки герметичности тары/ под ред. О. Геймина, Л.М. Уэддинг. – Вашингтон : Ин-т переработчиков пищевой пром-сти, 1995. – 250 с.
54. Effect of alkaline and acidic wash treatments on functional properties and color of *Montereis sardine* (*Sardinops sagax caerulea*) minced flesh / R. Pacheco-Aguilar, J.C. Ramires-Suarez, M.A. Mazorra-Manzano, J. Aguat // Food Prod. Technol. – 2001. – № 2. – P. 85–99.
55. Sahin S. Effects of microwave cooling on fish quality / S. Sahin, G. Sumnu // Int. J. Food Prop. – 2001. – № 3. – P. 501–512.

56. Технология продуктов из гидробионтов / под ред. Т.М. Сафроновой и В.И. Шендерюка. – М. : Колос. – 2001. – 496с.
57. Безусов А.Т. Спрямоване регулювання вмісту вологи в м'язовій тканині при виробництві рибних консервів : зб. наук. праць ОДАХТ / А.Т. Безусов, Л.Б. Добробабіна, Н.М. Кушніренко. – Одеса, 2002. – Вип. 23. – С. 69–72.
58. Палагина И.А. Научно-практические принципы создания технологии рыбораствительных пищевых продуктов длительного хранения: дис... доктора техн.наук: 05.18.19 / И.А. Палагина. – Астрахань, 2002. – С. 222–247.
59. Артюхова С.А. Развитие научных основ комплексной оценки эффективности режимов стерилизации консервов из гидробионтов / С.А. Артюхова, В.В. Соклаков. // Материалы IV Междунар. науч.-практ. конф. [Производство рыбных продуктов: проблемы, новые технологии, качество]. – Калининград, 2003. – С. 94–99.
60. Флауменбаум Б.Л. Основы консервирования пищевых продуктов / Б.Л. Флауменбаум, С.С. Танчев, М.А. Гришин – М. : Агропромиздат, 1986. – 494с.
61. Фізико-хімічні і біологічні основи консервного виробництва / Б.Л. Флауменбаум, А.Т. Безусов, В.М. Сторожук, Г.П. Хомич. – Одеса : Друк, 2006. – 400 с.
62. Сидоренко О. Наукове обґрунтування режиму стерилізації риборослинних консервів / О. Сидоренко // Товари і ринки. – К., 2008. – № 2. – С. 147–154.
63. Методичні вказівки з розробки режимів стерилізації та пастеризації консервів і консервованих напівфабрикатів, які виробляються підприємствами України: затв. Мін-вом агропромислового комплексу України від 17.09.98. – К. : МАК. – 41 с.
64. Разработка оптимальных режимов стерилизации консервов. Теория и практика / В.Ю. Громаков, С.Ю. Гальфанд, Б.И. Голод, В.П. Филиппович // Матеріали IV междун. науч.-практ. конф. [Производство рыбных продуктов: проблемы, новые технологии, качество]. – Калининград, 2003. – С. 100–105.

65. Меланоидинообразование в процессе гидролиза белково-углеводного сырья / Н.И. Рехина, М.В. Новикова, Т.В. Беседина [и др.] // Технология рыбных продуктов: сб. науч. тр. ВНИИ мор.рыб.хоз-ва и океанографии. – М., 1997. – С. 108–122.
66. Сидоренко О.В. Теоретико-практичні аспекти формування якості комбінованих риборослинних продуктів / О.В. Сидоренко / Матеріали міжнарод. наук.-практ. конф. [Товари ХХІ століття]. – Полтава : ПУСКУ, 2002. – Ч. 2. – С. 68–70.
67. Орлова Н.Я. Формирование качества новых биологически ценных продуктов на основе рыбного и растительного сырья / Н.Я. Орлова, Е.В. Сидоренко // Материалы междунар. науч.- практ. конф. [Современные проблемы торговли, расширения ассортимента и контроля потребительских качеств товаров и продуктов общественного питания]. – СПб. : СПбТЭИ. – 2002. – С. 149–154.
68. Куранова Л.К. Разработка инструментальных методов определения реологических показателей качества гидробионтов и фаршевой продукции / Л.К. Куранова. – Мурманск : МГТУ. – 2006. – С. 216–218.
69. Гуць В.С. Структурно-механічні властивості риборослинних продуктів / В.С. Гуць, О.В. Сидоренко, О.В. Тимофєєва // Товари і ринки. – 2006. – № 2. – С. 127–134.
70. Ципріян В.І. Гігієна харчування з основами нутриціології / В.І. Ципріян, Т.І. Аністратенко, Т.М. Білко. – К. : Здоров'я, 1999. – 568 с.
71. Мартинчик А.М. Питание человека (основы нутрициологии) / А.М. Мартинчик, И.В. Маев, А.Б. Петухов. – М. : ГОУ ВУНЦ МЗРФ, 2002. – 572 с.
72. Технология переработки рыбы и морепродуктов / Касьянов Г.И. [и др.]. – Ростов н/Д. : Марм, 2001. – 256 с.
73. Рудавська Г.Б. Наукові підходи та практичні аспекти оптимізації асортименту продуктів спеціального призначення / Г.Б. Рудавська, Є.В. Тищенко, Н.В. Притульська. – К. : Київ. нац. торг.-екон. ун-т, 2002. – 371 с.

74. Самсонов М.А. Концепция сбалансированного питания и её значение в изучении механизмов лечебного действия пищи / М.А. Самсонов // Вопросы питания. – 2001. – № 5. – С. 3–9.
75. Сидоренко О.В. Теоретико-практичні засади розробки рибних кулінарних виробів підвищеної біологічної цінності / О.В. Сидоренко, Р.С. Москалюк, О.В. Романенко // Вісник ДонНУЕТ. – Донецьк, 2009. – № 1. – С. 166–170.
76. Сергеев В.Н. Биологически активное растительное сырье в пищевой промышленности / В.Н. Сергеев // Пищевая пром-сть. – 2001. – № 6. – С. 28–30.
77. Гудковский В.А. Антиокислительные (целебные) свойства плодов и ягод и прогрессивные методы их хранения / В.А. Гудковский // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2001. – № 4. – С. 13–16.
78. Ржавская Ф.М. Исследование условий стабилизации рыбных жиров с высоким содержанием свободных жирных кислот / Ф.М. Ржавская, Е.Л. Сорокина, Е.М. Макарова // Технология рыбных продуктов: сб. науч. тр. ВНИИ мор. рыб. хоз-ва и океанографии. – М., 1997. – С. 146–158.
79. Орлова Н.Я. Ліпіди риборослинних консервів / Н.Я. Орлова, О.В. Сидоренко // Харчова і переробна пром-сть. – 2008. – № 3. – С. 29–30.
80. Kritchevsky D. The effects of dietary trans fatty acids / D. Kritchevsky // Chem. and Ind. – 1996. – № 15. – P. 565–567.
81. Проектирование жирнокислотного состава новых продуктов питания на основе комплексного использования различных видов сырья / И.А. Рогов, Н.Г. Кроха, Н.А. Михайлов, М.М. Левачев // Вопросы питания. – 1988. – № 3. – С. 52–55.
82. Рогов И.А. Современные подходы к созданию мясных изделий общего и лечебно-профилактического назначения / И.А. Рогов, Е.И. Титов // Мясная пром-сть. – 1994. – № 2. – С. 7–9.

83. Сидоренко О.В. Вплив теплової обробки на жирнокислотний склад ліпідів риборослинних паштетів для функціонального харчування : зб. наук. праць «Ресторанне господарство і туристична індустрія у ринкових умовах» / О.В. Сидоренко. – К. : Київ. нац. торг.-екон. ун-т, 2004. – С. 61–64.
84. Орлова Н.Я. Оптимізація вітамінного та мінерального складу рибо-рослинних продуктів : зб. наук. праць ХДУЕТ / Н.Я. Орлова, О.В. Сидоренко. – Х. : ВЦ ХДУЕТ, 2006. – С. 22–27.
85. Орлова Н.Я. Формирование качества новых биологически ценных продуктов на основе рыбного и растительного сырья / Н.Я. Орлова, Е.В. Сидоренко // Материалы междунар. науч.-практ. конф. [Современные проблемы торговли, расширения ассортимента и контроля потребительских качеств товаров и продуктов общественного питания]. – СПб. : СПбТЭИ. – 2002. – С. 149–154.
86. Сидоренко О.В. Тенденції сучасного ринку рибних продуктів в Україні / О.В. Сидоренко, О.В. Тимофєєва // Стандартизація. Сертифікація. Якість. – 2005. – № 5. – С. 63–67.
87. Предельно допустимые концентрации тяжёлых металлов и мышьяка в продовольственном сырье и пищевых продуктах. СанПиН 42-123-4089-86.
88. Сидоренко О.В. Екологічні аспекти виробництва нових продуктів на основі морських водоростей : зб. трудов симпозиума «Межрегиональные проблемы экологической безопасности» / О.В. Сидоренко. – Сумы, 2003. – С. 99–104.
89. Рудавська Г.Б. Санітарно-гігієнічна експертиза товарів / Г.Б. Рудавська, Л.І. Демкевич. – К. : Київ. нац. торг.-екон. ун-т, 2003. – 409 с.
90. Kim J.S. Partially purified collagen from refiner discharge of pacific whiting surimi processing / J.S. Kim, J.W. Park // J. of Food Sci. – 2005. – Vol. 70. – № 8. – P. 511–516.
91. Байдалинова Л.С. Биотехнология морепродуктов / Л.С. Байдалинова, А.С. Лысова, О.Я. Мезенова. – М. : Мир, 2006. – 560 с.

92. Sydorenko O. Present Day Problems of Fresh Water Fish Processing in Ukraine / O. Sydorenko, L. Berbenets / Proceedings of the 7th International Commodity Science Conference (IGWT), Poznan, Poland, September 1–5. – 2002. – V.1. – P. 427–433.
93. Предельно допустимые концентрации тяжёлых металлов и мышьяка в продовольственном сырье и пищевых продуктах. СанПиН 42-123-4089-86.
94. Сидоренко О.В. Прогнозування динаміки якості рибних товарів під час товароруху / О.В. Сидоренко, В.П. Бондаренко // Зб. наук. пр. КНТЕУ. – К.: Київ. нац. торг.-екон. ун-т, 2001. – С. 35–41.
95. Дехник Д. Рыбный рынок Украины: оборудование и логистика / Д. Дехник // Торговое дело. – 2004. – № 4. – С. 54–57.
96. Пищевая химия / А.П. Нечаев, С.Е. Траубенберг, А.А. Кочеткова [и др.] ; под ред. А.П. Нечаева. – [2-е изд.]. – СПб. : ГИОРД, 2003. – 640 с.
97. Сирохман І.В. Природні антиоксиданти для стабілізації якості жирів / І.В. Сирохман, О.Я. Давидович, Т.М. Лозова // Хлебопекарское и кондитерское дело. – 2008. – № 2. – С. 38–39
98. Sikorsci E. Lipids in Fish raw material and smoked products – a review / E. Sikorsci, A. Kolakowska // Polish Journal of food and nutrition sciences. – 2001. – Vol. 10/51 . – № 2. – P. 3–10.

Наукове видання

МАЗАРАКІ Анатолій Антонович,
ЛЕБСЬКА Тетяна Костянтинівна,
СИДОРЕНКО Олена Володимирівна,
ПРИТУЛЬСЬКА Наталія Володимирівна,
НІКОЛАЄНКО Станіслав Миколайович

ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ПЕРЕРОБКИ РИБИ

Монографія

Дизайн обкладинки Т.В. Матвієнко
Комп'ютерне верстання Г.В. Поліщук

Формат 60x84/16. Ум. друк. арк. 22,32. Тираж 300 пр. Зам. 903.

Видавець і виготовлювач

Київський національний торговельно-економічний університет
вул. Кіото, 19, м. Київ-156, Україна, 02156

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи серія ДК № 4620 від 03.10.2013 р.