

**ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ВЕТЕРИНАРНОЇ
МЕДИЦИНИ ТА БІОТЕХНОЛОГІЙ ІМЕНІ С.З. ГИЖИЦЬКОГО**

Факультет Харчових технологій та біотехнологій
Кафедра Технології м'яса, м'ясних та олійно-жирових виробів
Освітній ступінь Магістр
Спеціальність 181 Харчові технології
ОПП «Технології зберігання, консервування і переробки м'яса»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри _____
_____/підпис/_____ Уляна ДРАЧУК
(підпис) (ім'я та прізвище)
« 12 » _____ грудня _____ 2025 р.

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу здобувача вищої освіти

АНДРІЙВСЬКОГО Олега Петровича

(прізвище, ім'я та по батькові)

1. Тема роботи: Удосконалення технології пресервів зі зниженим вмістом солі

керівник роботи: ВОЛОШИН Ростислав Веніамінович, доцент
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти від «26» 03 2025 року № 223-4

2. Строк подання здобувачем роботи 26.11.2025.

3. Вихідні дані до роботи: Обґрунтувати рекомендації до показників якості, безпеки, особливостей технології пресервів зі зниженим вмістом солі. Провести дослідження харчової цінності, показників безпеки філе оселедця, що рекомендується для виробництва пресервів зі зниженим вмістом солі. Розробити технологію засолювання філе оселедця із заданими показниками якості і безпеки. Провести дослідження харчової цінності слабосоленого філе оселедця. Оцінити економічну ефективність виробництва пресервів зі зниженим вмістом солі.

4. Зміст кваліфікаційної роботи (перелік питань, які потрібно розробити). Вступ, огляд літератури, матеріали та методи досліджень, результати власних досліджень, економічна ефективність, висновки, перелік використаної літератури, додатки.

5. Перелік графічного матеріалу рисунки, графіки, діаграми, таблиці, принципові технологічні схеми, технологічні лінії виробництва.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Вступ	доц. Волошин Р.В.	/підпис/	/підпис/
Огляд літератури	доц. Волошин Р.В.	/підпис/	/підпис/
Матеріали і методи досліджень	доц. Волошин Р.В.	/підпис/	/підпис/
Експериментальна частина	доц. Волошин Р.В.	/підпис/	/підпис/
Економічна ефективність	Березівський Я.П.	/підпис/	/підпис/
Висновки та список використаних джерел	доц. Волошин Р.В.	/підпис/	/підпис/

7. Дата видачі завдання 26.03.2025 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1.	Огляд літератури		30%
	I атестація:	20.05.2025	30%
2.	Матеріали і методи досліджень		20%
3.	Експериментальна частина		35%
	II атестація:	30.09.2025	55%
4.	Розрахунок економічної ефективності виробництва		10%
5.	Висновки та пропозиції виробництву		5%
	III атестація:	26.11.2025	15%
	Допуск до захисту:	26.11.2025	100%

Здобувач _____/підпис_____ **Андріївський О.П.**
(підпис) (ім'я та прізвище)

Керівник роботи _____/підпис/_____ **Волошин Р.В.**
(підпис) (ім'я та прізвище)

ВМІСТ

ВСТУП	3
Розділ 1 Огляд літератури	7
1.1 Характеристика оселедця як сировина для виробництва пресервів	7
1.2 Технологічні особливості засолювання оселедця	9
1.3 Підходи до оцінки якості і безпеки філе оселедця	13
РОЗДІЛ 2. МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ	17
2.1 Об'єкти досліджень	17
2.2 Методи досліджень	17
РОЗДІЛ 3. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА	20
3.1. Розробка технології пресервів зі зниженим вмістом солі	20
3.2. Наукове обґрунтування рекомендацій до показників якості, безпеки, особливостям технології слабосоленого філе оселедця	21
3.3. Обґрунтування вибору сировини, призначеної для виготовлення слабосоленого філе оселедця.	26
3.4. Розробка технології засолювання філе оселедця	30
3.5. Обґрунтування термінів придатності слабо соленого філе оселедця	47
3.6. Оцінка харчової цінності і нутрієнтної адекватності слабосоленого філе оселедця	57
3.7. Оцінка економічної ефективності виробництва пресервів зі зниженим вмістом солі на «Крамар ЛТД»	60
Висновки	64
Список джерел літератури	65

ВСТУП

Одним із пріоритетних напрямів діяльності держави є забезпечення здоров'я населення країни. Для збереження здоров'я і підвищення якості життя населення разом з рішенням завдань в області ранньої діагностики, профілактики, реабілітації і лікування найбільш поширених не інфекційних захворювань, планується створення і впровадження нових видів харчових продуктів зі зниженим вмістом насичених жирів, цукрів і солі. Це стосується спеціалізованих і функціональних продуктів, зокрема збагачених макро- і мікронутрієнтами, вживання яких рекомендовано для різних вікових і професійних груп. Зокрема, виробництво харчових продуктів для харчування дітей повинно відповідати вимогам до виробництва спеціалізованої харчової продукції для харчування дітей і задовільняти фізіологічні потреби дитячого організму, бути якісним і безпечним для здоров'я дітей.

Особлива увага повинна приділятися харчуванню дітей дошкільного і шкільного віку, оскільки повноцінне, збалансоване харчування є найважливішою умовою нормального росту і розвитку дитини. Харчова продукція, призначена для дітей дошкільного і шкільного віку, повинна відрізнятися від аналогічної продукції масового споживання використанням для її виготовлення сировини високої якості, зниженим вмістом солі, відсутністю у складі хімічних консервантів, фосфатів і частини кислот. Загалом відповідати віковим і фізіологічним потребам у харчових речовинах і енергії.

Асортимент харчових продуктів, який в даний час рекомендується для харчування дітей в дошкільних і шкільних організаціях включає соленого оселедця, оскільки він є джерелом повноцінного легкозасвоюваного білка, поліненасичених жирних кислот омега-3, вітамінів А, D і B₁₂, макро- і мікроелементів. До такої продукції ставляться особливі вимоги: вона повинна бути високої якості, безпечною, доступною щодо вартості і сировинної бази. При виробництві оселедця зі зниженим вмістом солі, призначеного для харчування дітей, як сировини в основному

використовувалося філе оселедця. Використання філе норвезького оселедця вимагає нових технологічних рішень для виготовлення продукції зі зниженим вмістом солі, призначеної для харчування дітей. Це обумовлено особливостями сировини і обмеженим застосуванням добавок для засолювання філе оселедця.

У зв'язку з цим, створення якісної і безпечної харчової продукції на основі філе оселедця, яке є джерелом поліненасичених жирних кислот, макро- і мікроелементів, призначене для харчування дітей дошкільного і шкільного віку, є актуальним і потребує досліджень.

В даний час в промисловості при виготовленні філе, шматочків, скибочок, різноманітних малосолених кулінарних виробів для засолювання, зазвичай, використовують філе оселедця мороженого. Проте недоліком філе на відміну від цілої риби є погане просолення і повільне дозрівання у разі засолювання без спеціальних добавок, що приводить до погіршення якості готової продукції. У зв'язку з цим були розроблені технології засолювання філе оселедця із застосуванням функціонально-технологічних добавок (ФТД), які прискорюють і полегшують ведення технологічного процесу, впливають на ступінь дозрівання. Слід зазначити, що до 2022 р виробники в основному працювали з філе оселедця атлантичного, то для вирішення питання імпортозаміщення виникла необхідність використовувати як сировину філе оселедця, яка значно відрізняється від філе оселедця тихоокеанського за кольором і консистенцією м'язової тканини, низькою стійкістю ліпідів до окиснення і специфічністю дії ферментних систем. Тому засолення філе оселедця вимагає нових технологічних рішень.

Мета роботи – удосконалення технології пресервів зі зниженим вмістом солі, зокрема слабосоленого філе оселедця, як джерела поліненасичених жирних кислот омега-3, калію і магнію.

Основні завдання досліджень:

1. Обґрунтувати рекомендації до показників якості, безпеки, особливостей технології пресервів зі зниженим вмістом солі.

2. Провести дослідження харчової цінності, показників безпеки філе оселедця, що рекомендується для виробництва пресервів зі зниженим вмістом солі.

3. Розробити технологію засолювання філе оселедця із заданими показниками якості і безпеки.

4. Провести дослідження харчової цінності слабосоленого філе оселедця.

5. Оцінити економічну ефективність виробництва пресервів зі зниженим вмістом солі.

Наукова новизна. Науково обґрунтовано рекомендації до показників безпеки, харчової цінності і нутрієнтної адекватності філе оселедця, особливості технології засолювання для отримання якісної і безпечної продукції зі зниженим вмістом солі, як джерело поліненасичених жирних кислот сімейства омега-3, калію і магнію.

На основі аналізу вмісту жиру і ПНЖК омега-3 у філе оселедця показано, що продукція, виготовлена з філе оселедця із вмістом жиру понад 12%, є джерелом поліненасичених жирних кислот сімейства омега-3.

Встановлено, що активність протеолітичних ферментів у філе оселедця не залежить від термінів зберігання мороженої сировини і забезпечує біохімічні процеси дозрівання при засолюванні солильною сумішшю, що містить оптимальну кількість лимонної кислоти.

На підставі залежності органолептичних показників слабосоленого філе оселедця від ступеня дозрівання встановлено, що показником якості продукції є вміст кінцевих аміногруп (ААГ) в кількості 110-130 мг/100 г продукту і значення буферної – в межах 40-45 градусів.

Практичне значення роботи. Аналіз харчової цінності і нутрієнтної адекватності слабосоленого філе оселедця показав, що продукція може бути рекомендована для харчування дітей дошкільного і шкільного віку як джерело поліненасичених жирних кислот омега-3, калію і магнію.

Кваліфікаційна робота включає наступні розділи: вступ, огляд літератури, характеристику матеріалів і методів дослідження, експериментальну частину, висновки, список використаних джерел, додатки. Робота викладена на 70 сторінках, і містить 26 таблиць, 8 рисунків. Список літератури містить 34 найменувань вітчизняних, закордонних авторів та посилання на інтернет-ресурси.

РОЗДІЛ 1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1 Характеристика оселедця як сировина для виробництва пресервів

Оселедцеві відносяться до одних із найстарших зі всіх нині існуючих різновидів риб. Сімейство, власне, оселедцевих (Qupeidale) налічує 180 видів. Місце існування оселедця – пелагіальні води північних (помірно холодних) морів, обмежується ізотермами для 6°C і 12°C. Географічно виділяють 2 ізольованих місця походження оселедця: у північній частині Атлантичного і Тихого океанів. Не дивлячись на це атлантичний і тихоокеанський оселедець дуже схожі на вигляд і важливими біологічними ознаками. На сьогоднішній день науковці схиляються до думки, що цим групам оселедця необхідно привласнити статус окремих видів [3].

Протягом багатьох років основною сировиною для виробництва продукції є оселедець атлантичний, який в основному ввозиться в Україну з Норвегії [4].

Впродовж останніх років в Україні спостерігається зростання виробництва оселедця мороженого і маринованого. Регіональним лідером виробництва оселедця мороженого від загального об'єму є підприємство Львівської області – ТД «Крамар ЛТД».

В даний час достатньо високу чисельність мають тільки три популяції атлантичного оселедця, які в основному формують загальний допустимий вилов та в подальшому асортимент продукції з них.

Для визначення раціонального використання оселедця необхідно мати дані про його хімічний склад. Добре відомо, що залежно від періоду виловлювання вміст таких важливих нутрієнтів, як білок і жир, змінюється і визначається біологічним станом оселедця [7]. Відомо, що в період нересту (червень-серпень) у оселедця існує пряма залежність між віком, масою і вмістом жиру в м'язовій тканині. У статевозрілого оселедця найнижчий вміст жиру в м'язовій тканині виявлений з березня по квітень, тобто в період нересту, а найбільш високий – у серпні-вересні. Як видно з таблиці 1

інтенсивно жир накопичується з травня по вересень, а потім його вміст в м'язовій тканині знижується [24].

Таблиця 1

Хімічний склад м'язової тканини оселедця

Період виловлювання	Вміст %			
	волога	жир	білок	мінеральні речовини
Березень-квітень	67,7-75,9	7,8-15,3	16,34-18,2	1,7-2,2
Липень-серпень	60,5-63,7	17,7-28,5	16,9-18,3	1,3-1,9
Листопад-грудень	63,9-70,5	16,9-24,4	15,4-16,8	1,3-2,1

В один і той же період року рівень жиру в м'ясі оселедця знаходиться в прямій залежності від розміру і віку риби [25]. Показано, що вміст жиру в м'язовій тканині збільшується із збільшенням розміру риби, тоді як у оселедця віку 1-6 років вміст жиру був більший, ніж у оселедця 7-11 років. Тому при виготовленні продукції з оселедця необхідно звертати увагу на розмірний ряд сировини і його однорідність.

Жир оселедця, як і інших риб, відповідно до фракційного складу містить тригліцериди, фосфоліпіди, холестерин, а згідно жирнокислотного складу – насичені, мононенасичені і полі ненасичені жирні кислоти [24].

Відомо, що в м'язовій тканині оселедця атлантичного міститься значна кількість ПНЖК омега-3 жирних кислот – близько 16% (від вмісту жиру, який складав 12,8%). Показано, що вміст ПНЖК в м'язовій тканині оселедця залежить від сезону вилову. Для атлантичного оселедця встановлено, що найвищі значення ейкозапентаєнної і докозапентаєнної кислот спостерігалися в оселедці, виловленого з травня по серпень і загальний вміст ПНЖК складав близько 24%, в той час, як для оселедця, виловленого з січня по березень вміст ПНЖК складав близько 15% [23]. Аналіз якісного і кількісного складу жирних кислот жиру оселедця показав, що сумарний вміст есенціальних поліненасичених жирних кислот складає від 14,6% до 17,7% (від вмісту жиру), що трохи відрізняється від їх кількості в

атлантичному оселедцеві. Необхідно відзначити, що із загальної кількості ПНЖК частка омега-3 жирних кислот в атлантичному оселедцеві складає (від вмісту жиру): ейкозапентаєнової кислоти 5,7%, докозапентаєнової 0,7%, докозагексаєнової – 4,9%. Встановлено, що сумарна кількість ПНЖК в малосолоній продукції трохи змінюється, в порівнянні з їх вмістом в сировині. Це дає підставу зробити висновок про доцільність використання оселедця для виробництва пресерві зі зниженим вмістом солі, як джерела омега-3 ПНЖК.

Аналіз вмісту білка і його амінокислотного складу показав, що м'язова тканина оселедця містить всі незамінні амінокислоти і не відрізняється від амінокислотного складу білка м'язової тканини основних промислових риб. Проте дослідження білків атлантичного оселедця, показали, що міозин при зберіганні оселедця при температурі мінус 20°C піддається денатурації, менш стабільний, в порівнянні з міозином інших риб, зокрема, форелі. Термін зберігання складає 12 місяців і при подальшому зберіганні погіршуються органолептичні показники сировини. Для філе атлантичного оселедця рекомендується термін придатності при температурі мінус 18°C складає 7 місяців відповідно до норм стандартів.

Оселедець атлантичний є цінним джерелом вітамінів: А, В (300-2220 МЕ на 100 г), В1 (10-40 у %), В2 (210-1110 у %), В6 (130-190 у %), РР (2400-6300 у %), В12 (6-9 у %), пантотенової кислоти (900- 950 у %) [10], що дозволяє рекомендувати цей вид сировини для виготовлення продукції харчування дітей.

1.2 Технологічні особливості засолювання оселедця

Оселедець є одним з самих стародавніх видів сировини і у зв'язку з цим розроблено дуже багато способів його збереження і переробки, які постійно удосконалюються.

Найбільш розповсюдженим способом переробки оселедця є виробництво засоленої продукції. На промислових підприємствах при

виготовленні оселедця застосовується різні технології, які дозволяють проводити широкий асортимент засоленої продукції.

Великий науковий і практичний дослід засолювання оселедця отриманий завдяки дослідженням цілого ряду учених у роботах виявлено вплив різних чинників на процес просолення і дозрівання засолених рибних продуктів, при цьому встановлена доцільність розділення процесу виробництва засоленої продукції на дві стадії:

- засолення, як дифузійно-осмотичний процес, що характеризується дифузією солі в м'язову тканину риби і виділення води;
- дозрівання, яке є комплексом важких біохімічних процесів, що йдуть під дією ферментів риби і корисної мікрофлори.

Проте таке ділення процесу засолювання вельми умовне, оскільки вже на першому етапі засолювання в результаті гідролітичних розщеплювань компонентів м'язової тканини відбувається часткове дозрівання риби, що відбувається в результаті дії ферментних систем. Ще раніше в проведених дослідженнях, показано, що активність протеолітичних ферментів оселедця залежить від сезону вилову [13, 28].

Процес ферментації широко використовується в багатьох країнах для виробництва різних рибних продуктів. В Європейській кухні, наприклад, стародавні греки і римляни робили знаменитий соус із збродженої риби під назвою гарум [14, 25-30]. В північній Європі до цих пір проводиться декілька видів традиційних ферментованих рибних продуктів, отриманих шляхом дії ферментів в м'язовій тканині або кишкового тракту, а також дією бактерійної мікрофлори.

Оселедець в норвезькій дієті використовується більше 1000 років. За традиційним способом обезголовленого оселедця (100 кг) поміщають в пластикові бочки (зазвичай 120 л) з сіллю (15 кг), цукром (6-7 кг) і іноді спеціями (2 кг) і витримкою протягом 3-6 місяців при охолоджуванні. Процеси засолювання і дозрівання важливі, як для збільшення терміну зберігання риби, так і для виробництва добре дозрілого продукту з ніжною

консистенцією і приємним смаком та запахом. Проведені дослідження показали, що дозрівання викликане головним чином дією ферментних систем. Ендогенні протеолітичні ферменти з внутрішніх органів оселедця вважаються першорядні, але ферменти м'язової тканини також беруть участь в процесі дозрівання риби. Дослідження показали, що оселедець, який був ретельно очищений від кишечника, дозріває, але поволі. Глибше вивчення дії ферментів дозволять контролювати процес створення продукції із заданими властивостями.

З технологічної точки зору, найбільш раціональним є вилов оселедця в період нагулу, коли її жирність досягає найбільшої величини, а м'ясо відрізняється хорошими смаковими якостями. Відмічена мінливість активності протеолітичних ферментів залежно від сезону вилову. Встановлена максимальна активність м'язових ферментів в період інтенсивного харчування риби; мінімальна активність цих ферментів в період закінчення нагулу, що пояснюється придушенням обмінних процесів. В оселедці, який харчується, протеолітична активність ферментів м'язів в 1,5-1,8 разів вище, ніж в оселедці що припинив харчування.

При вивченні протеолітичної активності балтійського оселедця встановлено, що активність ферментів нутрощів має найбільші значення і виявляється в лужній області при рН близько 8, але ферменти м'язової тканини також грають певну роль в процесі дозрівання балтійського оселедця [15].

У рибопереробній промисловості прийнято вважати, що оселедець, ретельно очищений від кишечника, дозріває повільно і не набуває характерного смаку і консистенції. Це ще одне свідчення того факту, що ферменти внутрішніх органів грають важливу роль в дозріванні засоленого оселедця.

Вивчено процес засолювання і дозрівання оселедця. Очищення проводили вручну, вставивши ніж в зябра, і швидким рухом видаляли зябра, грудні плавники з прилеглою частиною, і частиною нутрощів. Молочко або

ікру і пілоричні придатки залишали в рибі. При засолюванні і дозріванні оселедця було виявлено, що ферменти нутрощів разом з м'язовими ферментами сприяли вищому ступеню гідролізу білка в оселедці. Про це свідчив вищий вміст амінного азоту в засолений доспілій продукції, приготованій з оселедця. Результати даної роботи показали роль кишкових ферментів в гідролізі білка. М'язова тканина оселедця має ніжну консистенцію і володіє характерним органолептичним показником. Зроблений висновок, що ендогенні рибні ферменти є основними і відповідальними за протеоліз в процесі дозрівання риби.

На смак і аромат засоленого оселедця впливає вміст ліпідів: чим вище, тим більше виражений смак оселедця. Крім того, зроблений висновок, що характерний для засоленої риби, який утворився в процесі дозрівання з продуктами гідролізу і окиснення ліпідів.

Регулювання процесу біохімічного дозрівання може відбуватися в двох напрямках: інтенсифікації і уповільнення протеолізу. На швидкість дозрівання риби впливають такі фактори, як концентрація ферментів в тканині, особливості будови м'язової тканини, склад білкових речовин, температура процесу дозрівання, концентрація хлориду натрію і водневих іонів, наявність активаторів і інгібіторів пептидгідролаз рибної сировини.

В процесі попереднього зберігання сировини перед засолом, в період просолання, і особливо дозрівання засоленої риби можлива дифузія пептидгідролазу внутрішніх органів в м'язовій тканині риби, що сприяє підвищенню концентрації ферментів в м'язах і прискорює процес гідролізу білкових речовин.

В даний час споживачі харчової продукції, зокрема засоленої, все більше уваги приділяють органолептичним властивостям продукту. При характеристиці якості засоленої продукції одним з головних показників є, запах, смак і зовнішнім виглядом. Зміна консистенції в процесі зберігання відбувається за рахунок дозрівання, більшою мірою визначеного протеолізом тканинних білків. При дозріванні обробленої засоленої рибної продукції,

обумовлено високою активністю тканинних або протеолітичних ферментів, консистенція стає надзвичайно розм'якшеною, що є ознакою зниження якості засоленого продукту. Швидкість протеолізу значною мірою визначається особливостями будови білків різних видів риб і залежать від біологічного стану [2, 30-32], температури зберігання, масової частки солі і інших внутрішніх і зовнішніх чинників.

Оселедець ділиться за вмістом солі на малосолений, в якому солі від 4 до 6%, слабосолений – в якому солі від 6 до 8% і середньосолений – в якому 8% солі. Найбільш цінними і смачними вважаються жирні малосолені атлантичні і тихоокеанські оселедці, що мають ніжну консистенцію, виражений смак і характерний оселедцю аромат. Оселедець - джерело вітамінів А, D, B₁₂ і жирних кислот омега-3, кількість яких може значно варіюватися. М'язова тканина оселедця відрізняється високим вмістом амінокислот: лізину, фенілаланіну, тирозину і триптофану [7]. Завдяки високій харчовій цінності включення оселедця засоленого в раціон харчування дітей цілком обґрунтовано.

1.3 Підходи до оцінки якості і безпеки філе оселедця

При виробництві продукції для харчування дітей однією з головних вимог є використання сировини з високою харчовою цінністю і нутрієнтною адекватністю, тому водні біологічні ресурси, які містять повноцінний легкозасвоюваний білок, поліненасичені жирні кислоти, біологічно активні речовини, вітаміни і мікроелементи можуть бути рекомендовані для цих цілей [6]. За харчовою цінністю м'язові тканини риби не тільки не поступаються м'ясу теплокровних тварин, але у багатьох відношеннях навіть перевершують його. Критеріями при виборі рибної сировини при отриманні продуктів для харчування дітей є, як відомо, дані по хімічному складу, органолептичні показники і показники безпеки.

Згідно раціонам для харчування дітей і підлітків в організованих колективах необхідно використовувати харчові продукти з підвищеною

харчовою цінністю, тому рибна сировина може розглядатися як основне джерело білка поліненасичених жирних кислот природного джерела вітамінів А і Д, мікро- та макроелементів, особливо органічної форми йоду, харчових волокон [7].

Відповідно до вимог основних документів при виробництві пресервів зі зниженим вмістом солі дозволені наступні види сировини: риба охолоджена або морожена (тріска, пікша, сайра, минтай, хек, окунь морський, судак, кефаль, горбуша, нерка, сьомга, форель) а також філе слабо- або малосолене [8] або риба засолена (оселедець, лосось, горбуша) [9]. Основні вимоги до показників безпеки рибної сировини, що направляються на виробництво такої продукції, відрізняються від показників для продукції загального призначення з жорсткішими нормативами [11].

При формуванні раціонів рекомендується використовувати засолений оселедця не частіше за один раз на тиждень.

Важливою умовою при виробництві продукції харчування дітей є визначення чітких показників якості продукції. Велика увага повинна приділятися органолептичній оцінці, яку необхідно проводити згідно діючих документів стандартизації, що містять вимоги до переліку показників.

Органолептичну оцінку якості риби проводять за такими показниками, як зовнішній вигляд, запах, колір, консистенція і ряду інших ознак [14].

Для слабосоленого філе оселедця, призначеного для харчування дітей дошкільного і шкільного віку, можуть бути взяті за основу показники якості, що передбачені в стандартах продукції, такі як органолептичні (зовнішній вигляд, консистенція, смак, запах), вміст солі, ступінь дозрівання.

В даний час велика увага приділяється вмісту засолених продукції патогенних мікроорганізмів, зокрема лістерії (*L. monocytogenes*), у зв'язку з тенденцією до зниження вмісту солі в готовій продукції. Добре відомо, що лістерія є стійкою патогенною бактерією, яка може розмножуватися при температурі зберігання продукції від +4°C до +6°C, але гине за наявності консервантів [15, 17-20].

Вміст в продукції лістерії може привести до захворювання людини лістеріозом, що є важким інфекційним захворюванням і часто приводить до летального випадку хворого. Найбільшу небезпеку представляє захворювання для дітей, літніх людей, вагітних жінок і людей з ослабленою імунною системою. Відповідно до законодавства Євросоюзу і гармонізованими вимогами України обґрунтовано і введено в нормативні акти норми вмісту лістерії, у тому числі і для рибної продукції.

Засолена рибна продукція, яка випускається вітчизняними підприємствами і реалізується в торгових мережах, які вимагають умов зберігання протягом 1-2 міс при температурі $+5...+7^{\circ}\text{C}$, відноситься до групи продукції, в яких є висока вірогідність зростання лістерії. Проте відповідно до вимог нормативної бази з встановленням термінів придатності продукції не передбачено вивчення зростання лістерії в процесі зберігання. Це створює високі ризики при зберіганні продукції особливо призначеної для харчування дітей.

В нормативних документах вказані вимоги до мікробіологічних показників за вмістом лістерії для продукції готової до вживання в якій є високий ризик її зростання. Встановлено, що в готовій продукції перед відправкою на реалізацію вміст лістерії не допускається:

- в 25 г продукції, призначеної для дітей молодшого віку і для спеціальних медичних цілей;
- менш ніж в 0,01 г продукції, що не підтримує зростання лістерії, а, отже, допускається до 100 кл/г ($1 \text{ кл}/0,01 \text{ г} = 100 \text{ кл/г}$).

Таким чином, норми України і ЄС для готової продукції (зокрема для рибної) зростання лістерії, співпадають і значно (більш ніж в 2500 разів) розходяться на стадії обороту на ринку. Такий самий підхід існує і в інших країнах (США, Канада, Австралія, Китай і ін.), тобто вимоги відносного контролю лістерії в більшості розвинених країн гармонізовані.

Необхідно відзначити, що небезпека зростання лістерії знижується при наступних показниках в продукції:

- значення активної кислотності (pH) менше 4,5 або
- значення активності води (a_w) менше 0,93 або
- одночасне значення pH 5,0 і значення активності води 0,95.

Основні показники для засоленої рибної продукції, яка випускається і на нашому ринку, не відповідає вище згаданим вимогам і така засолена продукція схильна до зростання чисельності лістерії при зберіганні. Вказані показники, при яких припиняється зростання лістерії, можуть дотримуватися в умовах виробництва дуже засоленої або маринованої риби.

В ЄС Національним інститутом водних ресурсів Данії розроблена програма (Food Spoilage and Safety Predictor (FSSP) – доступ до програми на <http://fssp.food.dtu.dk/>) яка дозволяє розрахувати вірогідність зростання патогенних мікроорганізмів, в т.ч. лістерії в рибній продукції, для якої задається визначений перелік параметрів, так званих внутрішніх (концентрація солі, pH, масова частка консервантів, регуляторів кислотності тощо) і зовнішніх (температура, склад середовища) [19].

Даний підхід рекомендується використовувати при обґрунтуванні оптимальних термінів придатності малосоленої продукції для гарантованої упевненості в її безпеці.

РОЗДІЛ 2. МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Експериментальні дослідження проведені в лабораторії кафедри технології м'яса, м'ясних та олійно-жирових виробів ЛНУВМБ імені С.З. Гжицького, та в промислових умовах на підприємстві «Крамар ЛТД» (м.Львів).

2.1 Об'єкти досліджень

Об'єктами досліджень при виконанні експериментальної частини роботи були обрані зразки філе оселедця мороженого та різної дати виробництва (вилову), що охоплюють практично весь річний цикл імпорту, а також засолена продукція, виготовлена на його основі. Зразками представляли собою філе з шкірою однієї розмірної групи (6-7).

2.2 Методи досліджень

У роботі використовували хімічні, фізико-хімічні, органолептичні, мікробіологічні методи. Статистичну обробку експериментальних даних і побудова графічних залежностей проводили з використанням стандартних програм - Microsoft Office Excel 2007-2010 і Statistica 6.0 при ступені достовірності > 95%.

Фізико-хімічні, мікробіологічні і органолептичні методи досліджень

Відбір проб проводили згідно вимог ДСТУ 2284:2010.

В об'єктах дослідження визначали вміст білка за методом К'ельдаля.

Масову частку вологи визначали відповідно до ДСТУ 8029:2015.

Кислотне число жиру за ДСТУ 8029:2015.

Органолептичні показники оцінювали профільним методом з використанням бальних шкал. Результати представляли графічно у вигляді профілограм. Продукцію характеризували за наступними показниками: зовнішньому вигляду, кольору, смаку, запаху і консистенції і давали кількісну оцінку в балах. Індивідуальні оцінки окремих показників якості

продукції (у балах) заносили в дегустаційні листи і піддавали статистичній обробці. При розрахунку комплексного показника якості коефіцієнти значущості окремих показників не вводили, вважаючи їх рівнозначними. Середню органолептичну оцінку продукції висловлювали так:

$$X=(X_1+X_2+X_3+...+X_n)/n,$$

де X – загальна якість продукту

X_1, X_2, X_3, X_n – оцінки кожного показника,

n – кількість показників.

Вміст солі визначали по ДСТУ 8029:2015.

Показник рН визначали на рН-метрі Мультитест ПЛ-101-1.

Мікробіологічні дослідження проводили в лабораторії на підприємстві ТД «Крамар ЛТД». Кількість мезофільних аеробних і факультативно-анаеробних мікроорганізмів визначали за ДСТУ 8446:2015, бактерії групи кишкових паличок - за ДСТУ 30726- 2002, бактерій роду *Salmonella* - за ДСТУ 4769:2007, *Staphylococcus aureus* за ДСТУ ISO 6888-1:2003, сульфитредукуючі бактерії, які ростуть в анаеробних умовах, – за ДСТУ ISO 15213:2014, *Listeria monocytogenes* – за ДСТУ ISO 11290-1:2003, *Proteus* – за ДСТУ 7444:2013, дріжджі і плісень – за ДСТУ 8447:2015.

Термін придатності встановлювали в лабораторії «Крамар ЛТД» відповідно до вимог стандарту за яким, терміни дослідження продуктів повинні перевищувати передбачуваний термін придатності на певний час.

Вміст натрію, калію, магнію в готовій продукції визначали методом спектрометрії.

Методика визначення ступеня дозрівання слабосоленого філе оселедця атлантичного. Ступінь дозрівання засоленої продукції характеризували за показником буферності, який визначали за ДСТУ 8095:2015.

Необхідність розробки власного методу для характеристики ступеня дозрівання слабосоленого філе оселедця була визначена так, що показники мали низькі значення із застосуванням існуючих методів, що не дозволяло достовірно охарактеризувати якість продукції. Крім того, процес підготовки

проб в кожному методі вказаний стосовно різних об'єктів, зокрема, детально описано для гідролізату. Тому для кількісного витягання продуктів розпаду, що утворюються при дозріванні засоленої продукції, за основу вз'яті підходи, використовувані авторами для цілей визначення метаболічного профілю рибної сировини.

Етапи проведення досліджень.

Заздалегідь відбирають середню пробу досліджуваного зразка. Зразок подрібнюють на гомогенізаторі до однорідної маси.

Наважку середньої проби масою ($25 \pm 0,1$ г) (М) заливають 7,6% ТХК (можна розтерти) в співвідношенні приблизно 1:1 і кількісно переносять в мірну колбу 100 см^3 (V_2), доводять до мітки. Після витримування протягом 30 хв, струшують і фільтрують через фільтр (синя стрічка).

В конусну колбу поміщають $10,0 \text{ см}^3$ фільтрату (V_2), додають $10,0 \text{ см}^3$ 38 % формаліну і титрують 0,5 N водним розчином NaOH з тимолфталейном до появи яскраво-блакитного забарвлення – об'єм розчину NaOH, що пішов на титрування (V_3).

Дана методика апробована на зразках засоленої продукції з різним ступенем дозрівання і встановлена збіжність органолептичної оцінки і показника дозрівання.

РОЗДІЛ 3. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

3.1. Розробка технології пресервів зі зниженим вмістом солі

Згідно норм харчування в раціонах для харчування дітей дошкільного і шкільного віку в організованих колективах передбачена слабо- або малосолена риба (філе). У зв'язку з цим доцільна і актуальна розробка технології слабосоленої продукції на основі філе оселедця при дотриманні основних вимог, які забезпечують отримання продукції здорового харчування з властивостями, і регламентованими нормативними документами:

1. Сировину, яку використовували для виробництва продукції повинна бути високої якості і за показниками безпеки відповідати вимогам до сировини, призначеної для виготовлення продукції харчування дітей.

2. Технологічні операції повинні бути побудовані так, щоб забезпечити збереження якості і безпеки сировини, отримання готової продукції без консервантів, штучних фарбників, ароматизаторів, смакових добавок, які не допускаються при виробництві продукції для харчування дітей.

3. Готова продукція повинна мати високі органолептичні показники і низький вміст солі.

Важливою вимогою до малосоленої продукції з оселедця є забезпечення безпеки за вмістом кісток. При живленні дітей в організованих колективах необхідно також вирішити питання з рівномірністю порцій за масою, що можна досягти шляхом виготовлення філе слабосоленого з подальшою нарізкою його на шматочки або філе-скибочки.

При виготовленні такої продукції доцільно використовувати для засолювання філе морожене. Проте розроблені технології засолювання оселедця при використанні філе передбачають обов'язкове використання функціональних харчових добавок, ферментів, які забезпечують процес дозрівання засоленої продукції для отримання продукції з високими органолептичними показниками [12]. Складність отримання продукції для

харчування дітей полягає в обмеженій кількості добавок, які дозволено використовувати в технологічному процесі.

При створенні слабосоленого філе оселедця для харчування дітей дошкільного і шкільного віку на першому етапі розроблені науково-обґрунтовані рекомендації до показників якості, безпеки і особливостей технології.

3.2. Наукове обґрунтування рекомендацій до показників якості, безпеки, особливостям технології слабосоленого філе оселедця

При розробці рекомендацій до показників якості і безпеки слабосоленого філе оселедця керувалися основним визначенням харчової продукції для харчування дітей, регламентовані стандартами, в якому вона класифікується як «спеціалізована продукція, призначена для харчування дітей» з вказівкою вікових груп (дітей раннього віку від 0 до 3 років, дітей дошкільного віку від 3 до 6 років, дітей шкільного віку від 6 років і старше), що відповідає «фізіологічним потребам дитячого організму і що не заподіює шкоди здоров'ю дитини відповідного віку» .

Наукове обґрунтування рекомендацій до показників якості, безпеки, особливостям технології слабосоленого філе оселедця для харчування дітей проводили відповідно до вимог технічних регламентів та стандартів.

Рекомендовано використовувати філе оселедця замороженого, як сировину, яка за показниками безпеки повинна відповідати вимогам нормативних документів, приведені в (таблиці 2.) За основу прийняті допустимі рівні показників безпеки, які регламентуються для рибної сировини що рекомендується для харчування дітей.

Вимоги до мікробіологічних показників безпеки філе оселедця

Найменування показника		Значення показника	
		для харчування дітей	загального споживання
Кількість мезофільних аеробних і факультативно анаеробних мікроорганізмів, КУО /г, не більше		$5,0 \times 10^4$	1×10^5
Маса продукту (г), в якій не допускаються	БГКП (коліформи)	0,02	0,002
	<i>S.aureus</i>	0,02	0,02
	Патогенні (зокрема сальмонели)	25	25
<i>V. parahaemolyticus</i> , КУО /г, не більше		100	Не регламентується

За показниками безпеки готова продукція малосолоного філе оселедця для харчування дітей, повинна відповідати вимогам, приведеним в таблиці 3. Пропонований допустимий вміст токсичних елементів, пестицидів, нітрозамінів, поліхлорованих біфенілів і діоксину в малосолоному філе оселедця значно нижче, в порівнянні з продукцією загального призначення. Згідно нормативним документам до продукції для харчування дітей ставляться особливі вимоги за показниками якості, зокрема вони повинні містити знижену кількість солі, в порівнянні з продукцією загального споживання. Це вимога обумовлює використання при засолі низького вмісту солі, що створює ризики для забезпечення безпеки продукції.

Відомо, що консервуюча дія кухонної солі, зокрема вплив на мікроорганізми, визначається певним вмістом концентрації солі, а також видовим складом мікрофлори. Науковими дослідженнями процесу засолювання встановлено, що низька концентрація солі (менш одного відсотка) стимулює активність і спороутворення мікроорганізмів, а вищий

вміст NaCl навпаки пригнічує. Біохімічна активність ферментів рибної сировини міняється під впливом іонів натрію і хлору: змінюється характер біохімічної активності ферментів рибної сировини: гідроліз білкових речовин йде швидше при нижчій солоності. З іншого боку, кухонна сіль сприяє формуванню смако-ароматичного букета при виробництві засоленої риби.

Необхідно контролювати споживання солі, враховувати, що норма споживання солі складає 3-5 г в добу в готових блюдах; а також за можливості використовувати сіль з зниженим вмістом натрію.

Вживання продукції з високим вмістом солі приводить до цілого ряду захворювань, таких як розлад нервової системи, серцево-судинні зміни, розвиток гіпертонії, атеросклерозу і ряду інших серйозних захворювань [13].

Все це сприяє проведенню досліджень можливості заміни кухонної солі, особливо для засолювання рибної продукції, іншими солями, такими як хлористий калій, хлористий амоній. Проте це проблема до теперішнього часу не вирішена на належному рівні [14].

У зв'язку з вказаним вище при розробці технології слабосоленого філе оселедця нами рекомендовано використовувати для засолювання «Сіль харчову зі зниженим вмістом натрію плюс калій, магній». У вказаній солі міститься 68% основної речовини за рахунок введення до складу хлористого калію і сірчаноокисного магнію (таблиця 3). Крім того використання такого складу солі дозволить збагатити готову продукцію калієм і магнієм, що передбачається при забезпеченні збалансованих раціонів для харчування дітей [15].

Таблиця 3

Фізико-хімічні показники складу солі SOLENA

Найменування показника	Значення
pH розчину	6,5-8,0
Вміст %:	
Хлорид натрію	$69,0 \pm 5,0$

Натрій-іон	28,0 ± 4,0
Калій-іон	15,0 ± 2,0
Магній-іон	0,5 ± 0,3
Волога	не більше 1,0
Нерозчинний у воді залишок	не більше 0,2
Гранулометричний склад,%	
До 0,8 мм включно	не більше 76,0
Понад 0,8 до 1,2 мм включно	не більше 26,0

Для обґрунтування необхідного вмісту калію і магнію, ПНЖК сімейства омега-3 в готовій продукції за основу взяті норми споживання продукції, добова потреба в калії і магнії для дітей трьох вікових груп (3-7 років, 7-11 років і понад 12 років), вимоги за вмістом ПНЖК сімейства омега-3, рекомендації для збагаченої харчової продукції за вмістом нутрієнтів не менше 15% добової потреби при вживанні продукції, а також показник солі близько 4% для малосоленої продукції.

Згідно (таблиці 3) масова частка калій-іону в солі SOLENA складає 14%, а у філе оселедця природній вміст калію – 335 мг/100 г філе, тому можна рекомендувати вміст калію у філе оселедця малосольному не менше 50% від добової потреби. Для магнію, масова частка якого в солі SOLENA складає 0,5%, а у філе оселедця в середньому – 35 мг/100 г філе аналогічний підхід дозволяє рекомендувати вміст магнію в готовій продукції не менше 25% від добового раціону.

Розрахунок вмісту ПНЖК сімейства омега-3 проведений згідно норм фізіологічних потреб, що рекомендуються, виходячи із забезпечення в середньому 1 % від калорійності добового раціону.

Рекомендації за вмістом солі SOLENA, ПНЖК омега-3, калію і магнію у філе оселедця малосоленому, призначеному для харчування дітей трьох вікових груп, приведені в таблиці 4.

Таблиця 4

Рекомендації за вмістом харчових компонентів в малосолоному філе оселедця для харчування дітей різних вікових груп

Найменування показника	Характеристика показника і його значення					
	3-7 років		7-10 років	1 рік	12 років і старше	
	Норма	Рекомендоване	Норма	Рекомендоване	Норма	Рекомендоване
Порція філе слабосоленого, г	38	38	59	59	78	78
Масова частка кухонної солі SOLENA %, не	7	5	7	5	7	5
Вміст калію міліграмом, не менше (добова потреба)	600	300 (50%)	1100	550 (50%)	1200	600 (50%)
Вміст магнію, міліграм, не менше (добова потреба)	200	50 (25%)	250	62,6 (25%)	300	76 (25%)
Вміст ПНЖК сімейства омега-3, г, не менше (добова потреба)	2	1 (50%)	2,7	1,4 (50%)	3	1,5 (50%)

Органолептичні показники слабосоленого філе оселедця, приведені в таблиці 5, повинні бути стабільними протягом всього часу зберігання, при реалізації, аж до споживання.

Таблиця 5

Вимоги до органолептичних показників слабосоленого філе оселедця

Найменування показника	Характеристика показника
Зовнішній вигляд	Поверхня чиста, властива даному виду оселедця, природного забарвлення. При випуску продукції із застосуванням спецій - наявність спецій на поверхні.
Консистенція	Ніжна, соковита

Запах і смак	Властиві засоленому оселедцеві без стороннього присмаку і запаху, з ароматом спецій при їх внесенні.
Наявність сторонніх домішок	Не допускається

При маркуванні продукції повинні дотримуватися вимоги технічних регламентів, зокрема необхідно приводити рекомендації по вживанню і ступеню задоволення добової потреби в ПНЖК омега-3, калію і магнію для вказаної кількості слабосоленого філе оселедця.

При розробці технології повинні бути обґрунтовані основні етапи процесу, які гарантують як збереження високої якості сировини, що використовувалася, так і отримання продукції, відповідної за показниками безпеки вимогам, до продукції для харчування дітей.

Основними показниками якості слабосоленого філе оселедця тихоокеанськими є органолептичні, фізико-хімічні показники, нутрієнтна адекватність.

3.3. Обґрунтування вибору сировини, призначеної для виготовлення слабосоленого філе оселедця

Для створення слабосоленого філе оселедця із заданими показниками безпеки, харчової цінності і нутрієнтної адекватності проведень дослідження за оцінкою основних показників початкової сировини.

Як, було обґрунтоване вище, для харчування дітей доцільно використовувати філе оселедця мороженого. Поведено дослідження показників безпеки і якості філе оселедця мороженого, що використовується виробниками протягом всього року із різними датами виробництва (вилова). Розмірний ряд філе в основному був представлений групою L (6-10).

Визначені показники мікробіологічної безпеки зразків філе оселедця, приведені в таблиці 6, які свідчать про їх відповідність показникам, регламентованим стандартом. Це дало підставу рекомендувати філе оселедця мороженого для виробництва дитячого харчування.

За вмістом токсичних елементів, пестицидів, поліхлорованих біфенілів, нітрозамінів, гістаміну, діоксину, радіонуклідів всі зразки філе оселедця, згідно супровідним документам відповідали вимогам, для виробництва продукції дитячого харчування.

Вивчений хімічний склад зразків філе оселедця мороженого різних дат виробництва (вилову). Як впливає з даної таблиці 6, філе оселедця за вмістом білка, яке складає 15,27-17,27%, є високобілковим, що дозволяє рекомендувати його для виготовлення продукції, яка буде джерелом білка.

Таблиця 6

Мікробіологічні показники зразків філе оселедця різних дат виробництва

Найменування показника		Значення показника для зразків	
		Дослід	Контроль
Кількість мезофільних аеробних і факультативно анаеробних мікроорганізмів, КУО /г, не більше		$5,0 \times 10^4$	$2,5 \times 10^2$
Маса продукту (г), в якій не допускаються	БГКП (коліформи)	0,02	не виявл.
	<i>S. aureus</i>	0,02	не виявл.
	Патогенні (зокрема сальмонели)	25	не виявл.
<i>V. parahaemolyticus</i> , КУО /г, не більше		100	20

Вміст білка, жиру і вологи в м'язовій тканині філе оселедця різних дат
виробництва (вилову)

Номер зразка	Дата Виробництва (постачання)	Вміст, %		
		Волога	Білок	жир
1	10.09.2024	66,29±0,20	16,47±0,15	11,71±0,26
2	06.10.2024	66,43±0,25	15,29±0,10	15,31±0,20
3	29.11.2024	66,89±0,15	15,61±0,18	14,30±0,27
4	18.12.2024	63,35±0,15	16,30±0,13	19,51±0,35
5	20.05.2025	63,90±0,20	15,57±0,15	18,72±0,20
6	19.09.2025	75,22±0,10	17,27±0,20	9,83±0,25

В таблиці 7 приведені дані амінокислотного складу білка дослідних зразків оселедця. Згідно отриманих результатів, можна зробити висновок, що білки оселедця містять всі незамінні амінокислоти і добре збалансовані, по відношенню до еталону ФАО/ВООЗ.

В дослідних зразках філе оселедця різних дат виробництва, вміст жиру змінюється від 9,83% до 19,50% і залежить від часу заготівки (таблиця 6). Як видно з даних, до кінця квітня відбувається зниження вмісту жиру у філе, тому філе оселедця в травні практично не проводять. Раніше проведеними дослідженнями показана така ж залежність вмісту жиру в оселедці атлантичному від часу вилову.

При вивченні жирнокислотного складу жиру зразків філе оселедця встановлено, що в його склад входять насичені, мононенасичені і поліненасичені жирні кислоти, серед яких максимальну кількість складають мононенасичені жирні кислоти.

Для філе оселедця характерний високий вміст поліненасичених жирних кислот (ПНЖК) - олеїнової, лінолевої, і унікальними властивостями рибної сировини докозагексаєнової і ейкозапентаєнової, складових груп омега-3 кислот. Як випливає з даних, загальна кількість омега-3 кислот складає 1,20 - 3,55 г/100 г філе.

Виходячи з результатів досліджень, філе оселедця при включенні в раціон харчування дітей буде їх збагачувати омега-3 жирними кислотами [17, 33-34].

Аналіз фракційного складу жиру двох зразків філе оселедця різних дат виробництва представлений в (таблиці 8).

Таблиця 8

Фракційний склад жиру м'язової тканини філе оселедця

Найменування фракції жиру	Вміст %	
	Дослід	Контроль
Полярні ліпіди /фосфоліпіди/	3,5±0,7	3,2±1,5
Дигліцериди	0,9±0,4	1,2±0,6
Стерини /холестерин/	0,9±0,3	0,5±0,4
Вільні жирні кислоти	2,3±0,9	2,6±1,8
Тригліцериди	92,7±1,0	92,6±2,4
Воски, ефіри стерінової кислоти	0,2 ± 0,1	0,2 ± 0,1
Вуглеводи	-	0,5 ± 0,1

Склад жиру представлений фосфоліпідами, які грають важливу роль у формуванні структури нервової тканини, клітин печінки і клітин мозку. У зв'язку з цим при введенні оселедця в раціон харчування дітей, дитина додатково отримуватиме фосфоліпіди, які є важливими есенціальними нутрієнтами.

Проведені дослідження хімічного складу, амінокислотного складу білків, жирнокислотного і фракційного складу жиру дозволяють зробити висновок про високу харчову і біологічну цінність філе оселедця і рекомендувати для виготовлення малосоленої продукції, що містить більше дванадцяти відсотків жиру, оскільки така продукція буде джерелом омега-3 поліненасичених жирних кислот.

3.4. Розробка технології засолювання філе оселедця

При розробці технології засолювання філе оселедця тихоокеанського для харчування дітей, головною метою було отримання продукції із заданими властивостями: з низьким вмістом солі, що має високі органолептичні показники, що є джерелом омега-3 ПНЖК, а також калію і магнію.

Раніше проведеними дослідженнями засоленої продукції показано, що в процесі засолювання і подальшого дозрівання формується комплекс показників дозрілої продукції, таких як смак, запах, консистенція, які утворюються в результаті процесів біохімічних змін білка і жиру, процесів взаємодії продуктів розпаду. При цьому кухонна сіль, зокрема іони хлора, сприяють утворенню смаку засоленої риби. Проте відомо, що хлорид натрію гальмує процеси дозрівання, що відбуваються в засоленій рибі [18].

Для отримання філе оселедця слабосоленого, що відповідає розробленим нутрієнтно-технологічним рекомендаціям був обґрунтований склад суміші засолювання. Для засолювання використовували сіль SOLENA зі зниженим вмістом NaCl та частковою заміною на KCl. З метою отримання продукції з необхідною кількістю солі SOLENA не більше 5 %, так як вміст солі SOLENA в суміші засолювання повинен складати 4-7 % від маси сировини. Для забезпечення рівномірності процесу засолювання і подальшого дозрівання використовували при засолюванні цукор в кількості 4-7 % (від маси філе), оскільки раніше показано, що цукор сприяє дозріванню і робить оселедець особливо ніжним на смак [20]. Це пояснюється тим, що при дозріванні продукції молочнокисні бактерії, які утворюються завдяки присутності цукру, сприяють посиленню смаку і запаху дозрілої риби. За рахунок їх життєдіяльності утворюються органічні кислоти, які сприяють створенню більш насиченого смаку і аромату дозрілої риби.

Актуальним трендом наших днів стало зменшення вмісту натрію і кухонної солі в харчових продуктах та було виявлено, що іони калію є активаторами ферментів і хлорид калію підвищує швидкість і інтенсифікує біохімічні процеси дозрівання [22].

Як вже було відмічене вище, іони натрію і хлора змінюють характер біохімічної активності в рибній сировині: чим менше солі, тим швидше протікає гідроліз білкових речовин [23]. Із збільшенням концентрації хлористого натрію та його дії, що інгібірує, впливає більшою мірою на активність кислих пептидгідролаз. Отримані результати дають підставу зробити висновок, що кухонна сіль крім того, що інактивує пептидгідролази м'язової тканини, ще і надає істотний вплив на спрямування ферментативного процесу гідролізу білків [24].

Показано, що активність ферментів внутрішніх органів завжди зменшується при збільшенні концентрації кухонної солі, оскільки сіль інгібірує дію протеолітичних і ліполітичних ферментів [25].

Для характеристики складу протеолітичних ферментів прийнято досліджувати залежність активності пептидгідролаз від рН. З літературних даних, при дослідженні рН-характеристик активності комплексів пептидгідролаз відомо, що, не дивлячись на значні коливання активності пептидгідролаз, оптимальні значення рН для гідролізу білкових речовин рибної сировини практично постійні і не залежать від виду риби. Також було встановлено, що в рибній сировині містяться три комплекси протеолітичних ферментів, що характеризуються різними діями залежно від рН. При рН 3-4 максимальну активність проявляє комплекс кислих тканинних пептидгідролаз; при рН 3 - максимальна активність комплексу кислих пептидгідролаз внутрішніх органів риби; при рН 7-8 - максимальна активність комплексу лужних пептидгідролаз внутрішніх органів риби. При цьому порівняння активності різних комплексів пептидгідролаз показало, що в процесі засолювання і подальшого дозрівання оселедця найбільшу активність проявляє комплекс лужних пептидгідролаз внутрішніх органів риби, в порівнянні з кислими тканинними пептидгідролазами. При засолюванні використовуватиметься філе, яке можна розглядати тільки при активізації ферментів в м'язовій тканині оселедця, таких як кальцій-залежні протеїнази сімейства кальпаїнів (рН близько 7) і комплекс кислих пептидгідролаз, до

складу якого в основному входять ферменти типу катепсинів, протеолітична активність яких залежить від величини рН і максимальної активності, виявляється при значеннях рН близько 4. Тому при засолюванні рибного філе потрібний спеціальний підхід, що базується на визначенні активності і подальшої активації ферментів в м'язовій тканині для отримання якісної продукції із заданими властивостями.

3.4.1. Розробка параметрів засолювання філе оселедця

Для дослідження процесу засолювання і дозрівання при різних значеннях рН серед всіх була вибрана лимонна кислота, оскільки згідно нормативним документам її використання дозволені при виробництві продукції для харчування дітей.

При вивченні можливості активації ферментних систем м'язової тканини оселедця проведені попередні дослідження на фаршах, приготованих з філе оселедця як модель із фаршу, в який вводили сіль, цукор і різну кількість лимонної кислоти. В моделі фаршу аналізували залежність змін значення рН від 4 до 6, які рекомендовані, як оптимальні для активації ферментів м'язової тканини оселедця (таблиця 9).

Таблиця 9

Залежність значень рН в модельній системі фаршу на вміст лимонної кислоти

№ п/п	Склад засолювальної суміші, % (від маси фаршу оселедця)	Вміст лимонної кислоти %	рН суміші фаршу в процесі зберігання, годин			
			0	24	48	72
1	5,0 солі 4,0 цукру	1,0	4,79	4,85	4,85	4,84
2		2,0	4,19	4,22	4,20	4,20
3		2,6	4,05	4,03	4,04	4,03
4		3,0	3,79	3,79	3,72	3,78
5		0	6,41	6,46	6,43	6,43

Як видно з представлених даних, при збільшенні вмісту лимонної кислоти в модельній системі фаршу з 1,0% до 2,6% значення рН змінюються в межах від 4,05 до 4,79, а при вмісті лимонної кислоти 3,0% значення рН знижується до 3,79. Згідно раніше проведеним дослідженням, для створення оптимальних умов засолювання значення рН повинно складати не нижче 3,8, а для тримання смаку дозрілої риби рекомендується проводити подальше дозрівання при рН 5,3-5,5 [4].

У зв'язку з цим подальше дослідження процесу дозрівання модельних фаршевих систем при зберіганні, проводили із вмістом лимонної кислоти від 1,0% до 2,6% від маси суміші фаршу. У даних фаршевих системах визначали накопичення продуктів розпаду білка, що характеризувалося за вмістом кінцевих аміногруп (азот аміних груп - ААГ) [5].

На рис. 1 представлена зміна вмісту ААГ залежно від вмісту лимонної кислоти в модельній системі фаршу і тривалості засолювання.

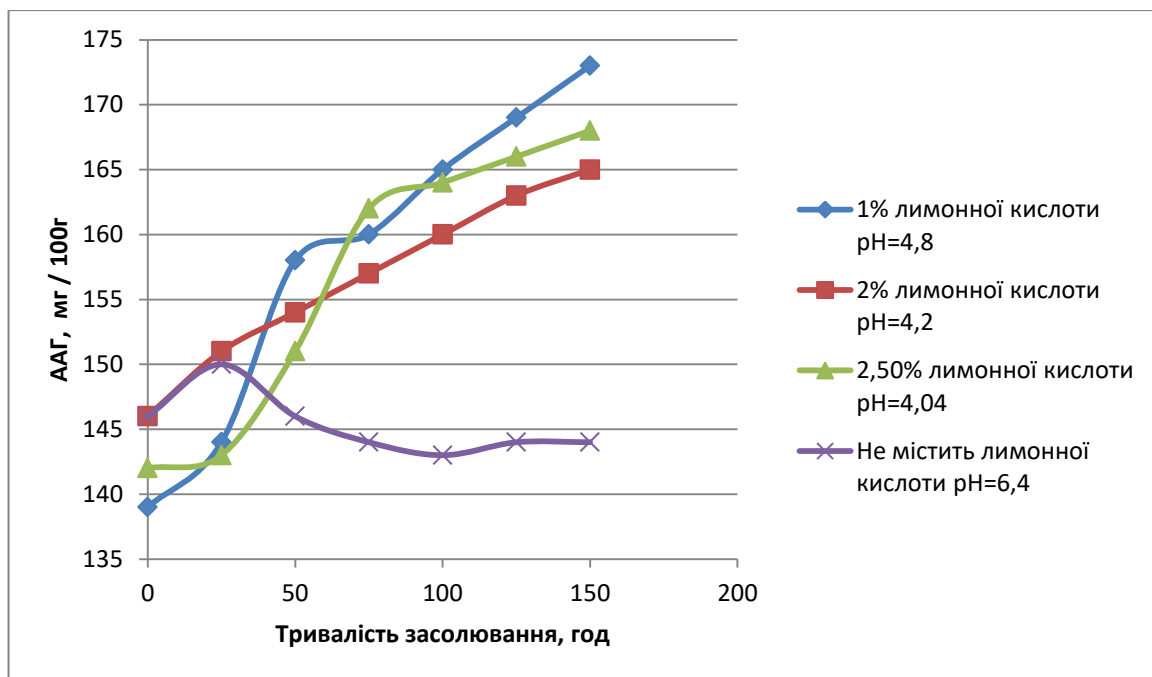


Рис. 1 Зміна вмісту ААГ залежно від вмісту лимонної кислоти в модельній системі фаршу і тривалості засолювання.

З даних видно, що із збільшенням часу засолювання спостерігається збільшення значень ААГ для фаршевих систем, що містять лимонну кислоту. Кращі результати отримані при вмісті лимонної кислоти 1,0%.

Таким чином, можна зробити висновок, що зниження значень рН шляхом внесення лимонної кислоти у фарш приводить до активації ферментних систем, що містяться в м'язовій тканині філе оселедця.

При здійсненні засолювання філе для регулювання значень рН з метою інтенсифікації процесу дозрівання, необхідно було визначити спосіб внесення лимонної кислоти: разом з сумішшю засолювання або після засолювання на стадії дозрівання.

На першому етапі досліджень процес засолювання проводили сумішшю засолювання, що складається з солі SOLENA і цукру, так називаємо сухим способом, а потім продукцію заливали ізотонічним сольовим розчином, що містить лимонну кислоту. В таблиці 10 представлені режими засолювання і показники малосоленої продукції.

Для порівняння до суміші засолювання і до ізотонічного сольового розчину вносили замість солі SOLENA харчову кухонну сіль. Ступінь дозрівання прийнято оцінювати за кількості продуктів розпаду білка, таких як пептиди, вільні амінокислоти шляхом вимірювання буферних властивостей при взаємодії з сильною кислотою і лугом. Закономірно, що із збільшенням кількості білкових продуктів розпаду, значення буферності збільшується. Продукція з атлантичного оселедця характеризується наступними значеннями буферності (в градусах): для оселедця не обробленого нагульний початок дозрівання - 80-100; дозрівання - 80- 180; перезрівання - 180 і вище [10].

Таблиця 10

Умови засолювання філе оселедця і показники слабосоленого філе оселедця

№ зразка	Склад сухої суміші (вид маси філе)	Склад розчину для заливки після засолювання	Буферність, град		рН		Вміст ААГ, мг/100 г		Вміст солі в продукції %
			після засолювання	після 10 діб зберігання	розчину для заливки	солені оселедці	після засолювання	Після 10 діб зберігання продукції	
1	5% солі NaCl 4% цукру	5% розчин солі NaCl і 0,05% лимонної к-ти	32	36	3,16	6,32	64	73	3,69
2	5% солі 4% цукру	5% розчин солі SOLENA і 0,05% лимонної кислоти	28	48	3,19	6,29	65	96	3,73
3	5% солі NaCl 4% цукру	5% розчин солі SOLENA і 0,05% лимонної к-ти	25	34	3,19	6,35	71	71	3,69
4	5% солі 4% цукру	5% розчин солі NaCl і 0,05% лимонної к-ти	28	29	3,16	6,37	71	69	3,99

Примітка: засолювання проводили 24 години при температурі плюс 5°C, потім заливали розчином при модулі 1:1 і витримували 24 години, зливали. Зберігали при температурі плюс 5°C.

У зв'язку з цим якість засоленої продукції характеризували за показником буферності, а також за вмістом кінцевих аміногруп (ААГ). Як видно з представлених даних в (таблиці 10), малосолоне філе оселедця має низькі значення буферності. Витримка слабосоленого філе при температурі плюс 5°C протягом 10 діб привела до збільшення даного показника.

Отримані результати можна пояснити тим, що кальцій-залежні протеїнази сімейства кальпаїнів, що мають спектр дії при значеннях рН близько 7 проявляють невелику активність, а заливка засоленого філе сольовим розчином, що містить лимонну кислоту, не сприяє прискоренню процесу дозрівання. Крім того, невелика кількість продуктів розпаду білків і жиру, які утворилися при дозріванні, втрачається в процесі витримки філе в сольовому розчині. Тому малосолена продукція не має вираженого смаку і запаху дозрілої риби. Використання солі SOLENA при засолюванні з подальшою заливкою ізотонічним розчином, в порівнянні з харчовою кухонною сіллю привело до отримання продукції з декілька великими значеннями буферності і ААГ після витримки протягом 10 діб.

Проведення дослідження за попередньою обробкою філе оселедця 0,05% розчином лимонної кислоти має рН 2,88. Подальше збільшення концентрації лимонної кислоти не доцільне, оскільки призводить до значного зниження рН розчину і при обробці філе відбувається погіршення зовнішнього вигляду шляхом знебварвлення поверхні філе. Філе поміщали в розчин при співвідношенні 1:1, витримували протягом 5 хв і залишали для стікання. Розчин після стікання філе мав рН 5,25. Після цього філе солили сухою сумішшю 5% солі SOLENA і 4% цукру. В процесі засолювання визначали вміст ААГ в засоленій продукції і значення рН. Для порівняння витримували філе оселедця не оброблене розчином лимонної кислоти. Результати приведені на рис. 2 і 3, свідчать, про те, що попередня обробка

філе розчином лимонної кислоти не приводить до прискорення процесу дозрівання.

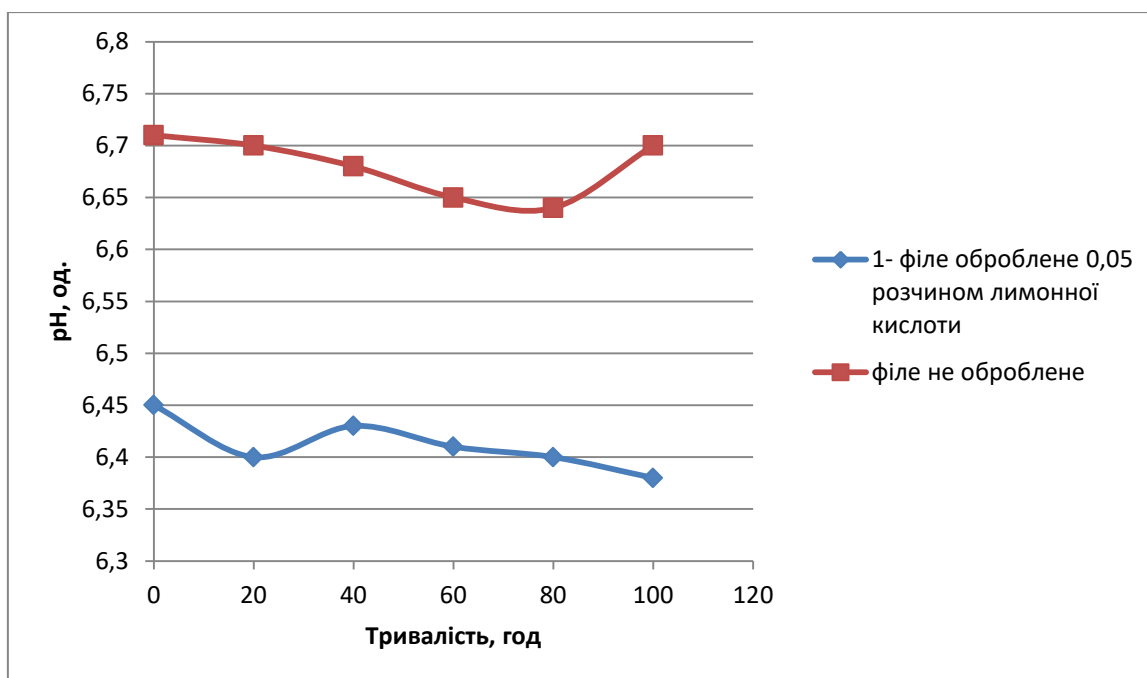


Рис. 2. Зміна pH м'язової тканини філе оселедця в процесі засолювання філе, обробленого 0,05% розчином лимонної кислоти і не обробленого.

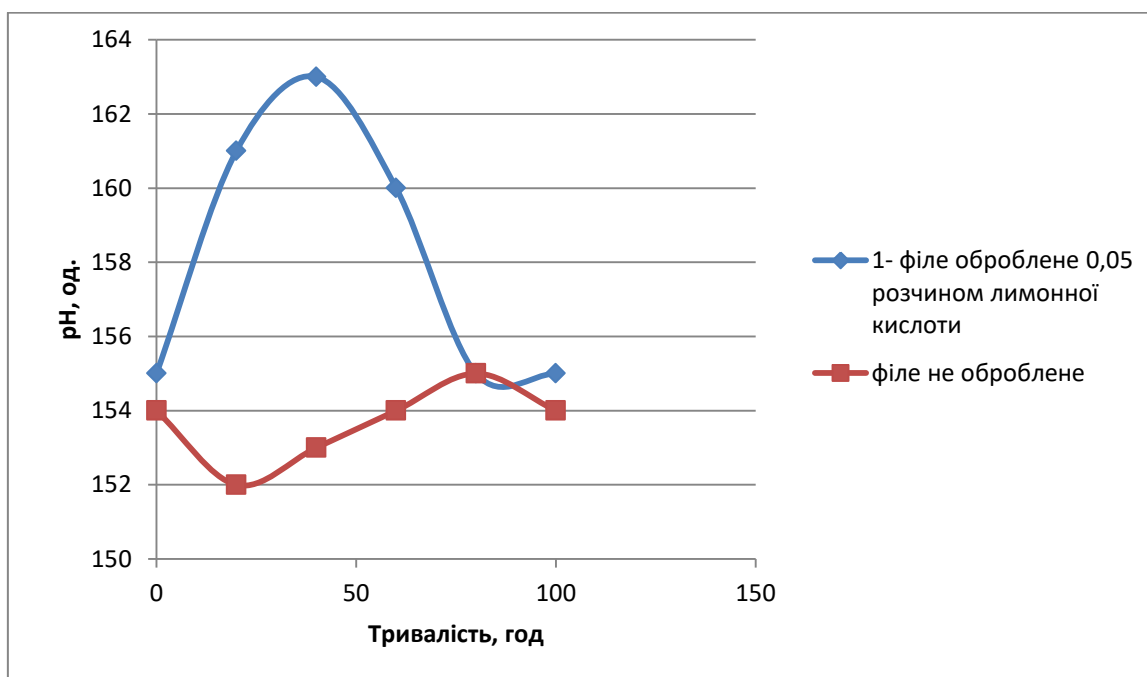


Рис. 3. Зміна ААГ в процесі засолювання філе оселедця, обробленого 0,05% розчином лимонної кислоти і не обробленого.

Це пояснюється тим, що знизити значення рН без зміни кольору поверхневого шару філе можливо тільки з 6,70 до 6,46, а при цих значеннях ферментні системи м'язової тканини не проявляють активність.

Проведені дослідження засолювання філе оселедця сухим способом з використанням суміші засолювання, в яку входили наступні компоненти: сіль - 5,0 %, цукор - 4,0%, а також різна кількість лимонної кислоти (0,05 - 1,00%). Для рівномірного нанесення суміші засолювання на поверхню філе заздалегідь готували «пасту» для засолювання: лимонну кислоту змішували з невеликою кількістю води, потім вносили сіль, цукор і перемішували до отримання однорідної консистенції у вигляді пасти.

Пасту рівномірно розподіляли по філе оселедця для однорідного розподілу суміші засолювання і рівномірного просолення для дозрівання філе оселедця.

Після 3-ої доби визначали наступні показники: рН, ААГ і буферність м'язової тканини малосоленого філе оселедця. Отримані результати приведені в (таблиці 11). Зміна вмісту ААГ слабосоленого філе оселедця залежно від тривалості засолювання і вмісту лимонної кислоти в суміші засолювання представлена на рис. 4.

Для оцінки якості отриманої продукції проводили дегустацію з визначенням органолептичних показників (рис. 5). З отриманих даних показників дозрівання продукції і результатів органолептичної оцінки зроблений висновок, що вміст лимонної кислоти в суміші засолювання в кількості від 0,05 до 0,5% (від маси філе) сприяє дозріванню продукції, і, як наслідок, появі смаку і запаху дозрілої риби. Крім того консистенція стала соковитою і ніжною. Фізико-хімічні і біохімічні процеси, що мають місце при засолі і дозріванні риби впливають на структуру її м'язової тканини і відповідно на консистенцію і реологічні властивості.

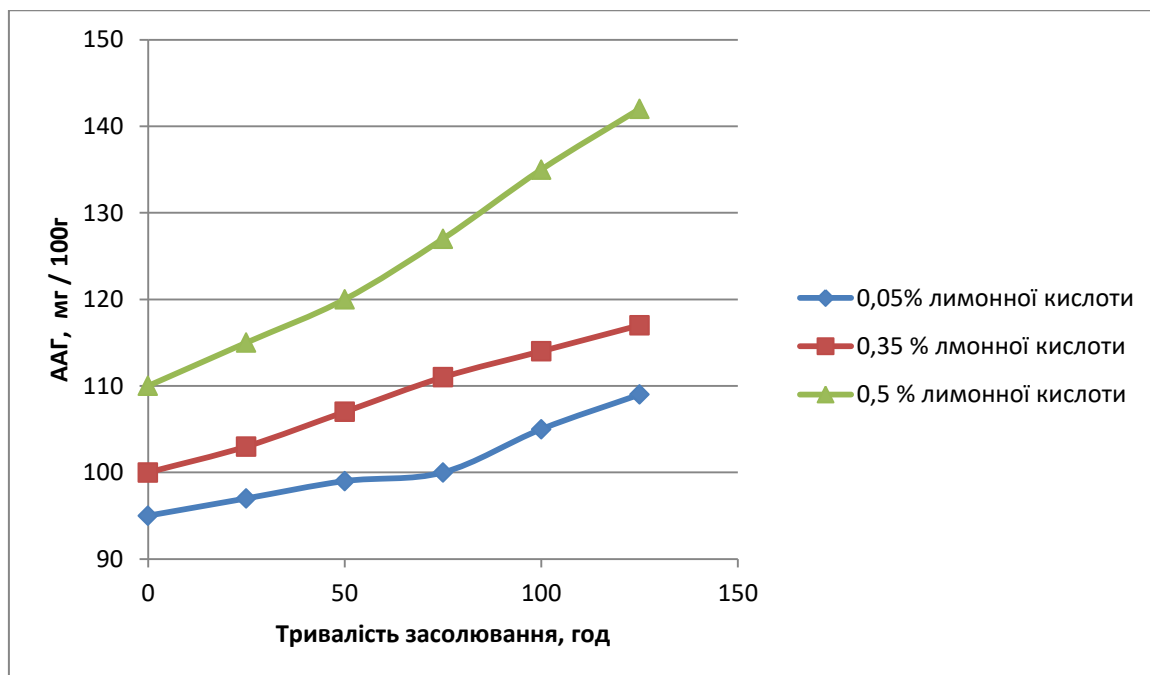


Рис. 4. Зміна показника ААГ слабосоленого філе оселедця залежно від тривалості засолювання і вмісту лимонної кислоти в суміші засолювання

Таблиця 11

Значення рН і показників дозрівання слабосоленого філе оселедця залежно від вмісту лимонної кислоти в суміші засолювання

Кількість лимонної кислоти в засоленій масі, %	рН м'язової тканини слабосоленого філе	Вміст ААГ, мг/100 г	Буферність градуси
0,05	6,04	99	41
0,25	5,93	122	46
0,35	5,69	127	42
0,50	5,309	116	41
1,00	5,059	125	41

Це пояснюється тим, що дозрівання засоленої риби супроводжується частковим гідролізом білка і результатом біохімічних процесів і зміни консистенції, зокрема розм'якшення м'язової тканини.

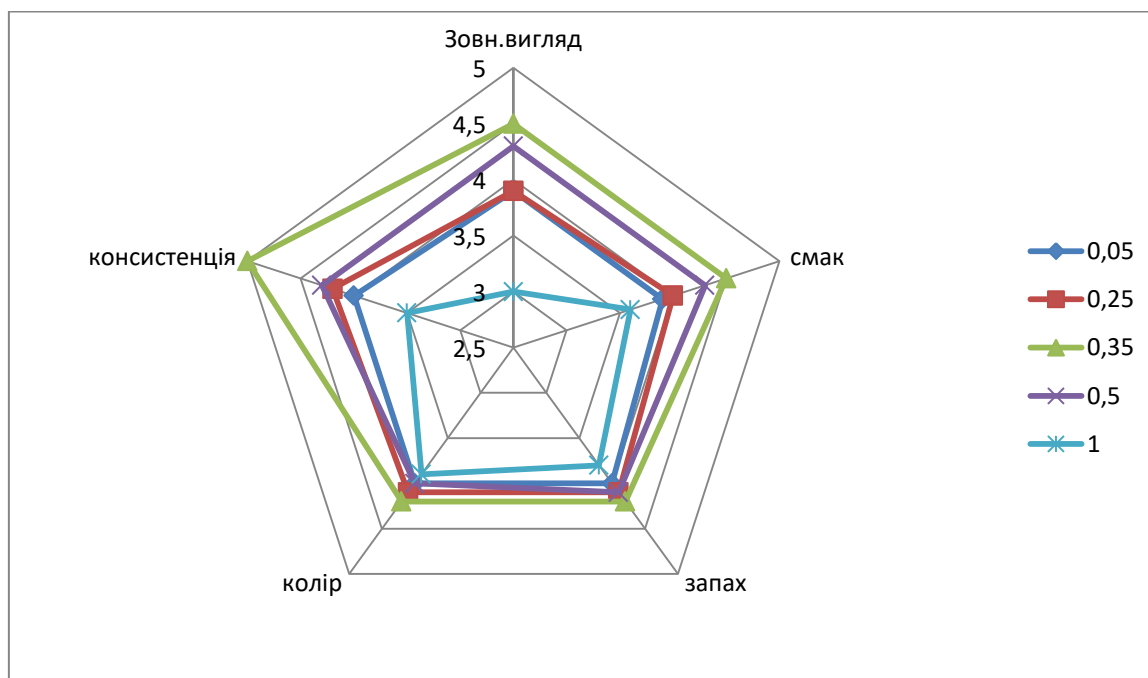


Рис. 5. Органолептична оцінка слабосоленого філе оселедця залежно від вмісту лимонної кислоти

Вміст в суміші засолювання 1,0% лимонною кислоти приводило до отримання продукту з кислим смаком, жорсткою консистенцією на поверхні, яка властива підмаринованій продукції.

Ліпіди грають ключову роль в появі м'якої і ніжної консистенції м'яса в дозрілої риби. Завдяки проникності оболонок і мембран, ліпіди стають рухливими, в процесі дозрівання рівномірно «розтікаються», пропитують міосепти і м'язову тканину, забезпечуючи ефект «маслянистої консистенції» [11].

В процесі вивчення процесу засолювання і оцінки готової засоленої продукції встановлено, що при використанні для засолювання тільки однією солю без регулювання рН значення буферності змінюється в межах 30-45 градусів, навіть при тривалій витримці. У зв'язку з цим зроблений висновок, що для оцінки якості філе за ступенем дозрівання необхідно використовувати

більш комплексний показник – вміст кінцевих аміногруп (ААГ). Проведені дослідження зміни ААГ і оцінки органолептичних показників слабосоленого філе оселедця, для характеристики продукції відповідним вимогам, представлені до продукції для харчування дітей, показник ААГ повинен складати 110-140 мг/100 г продукту, а значення буферності - 40-45 градусів.

На підставі отриманих залежностей рекомендовано внесення лимонної кислоти до суміші засолювання в кількості від 0,05 до 0,5% (від маси філе) для створення оптимальних значень рН при засолі і подальшому дозріванні, необхідне для активації ферментів катепсину D і катепсину B в оселедці.

3.4.2 Опис технологічного процесу виготовлення слабосоленого філе оселедця

Технологічна схема виготовлення слабосоленого філе оселедця представлена на рис. 6.

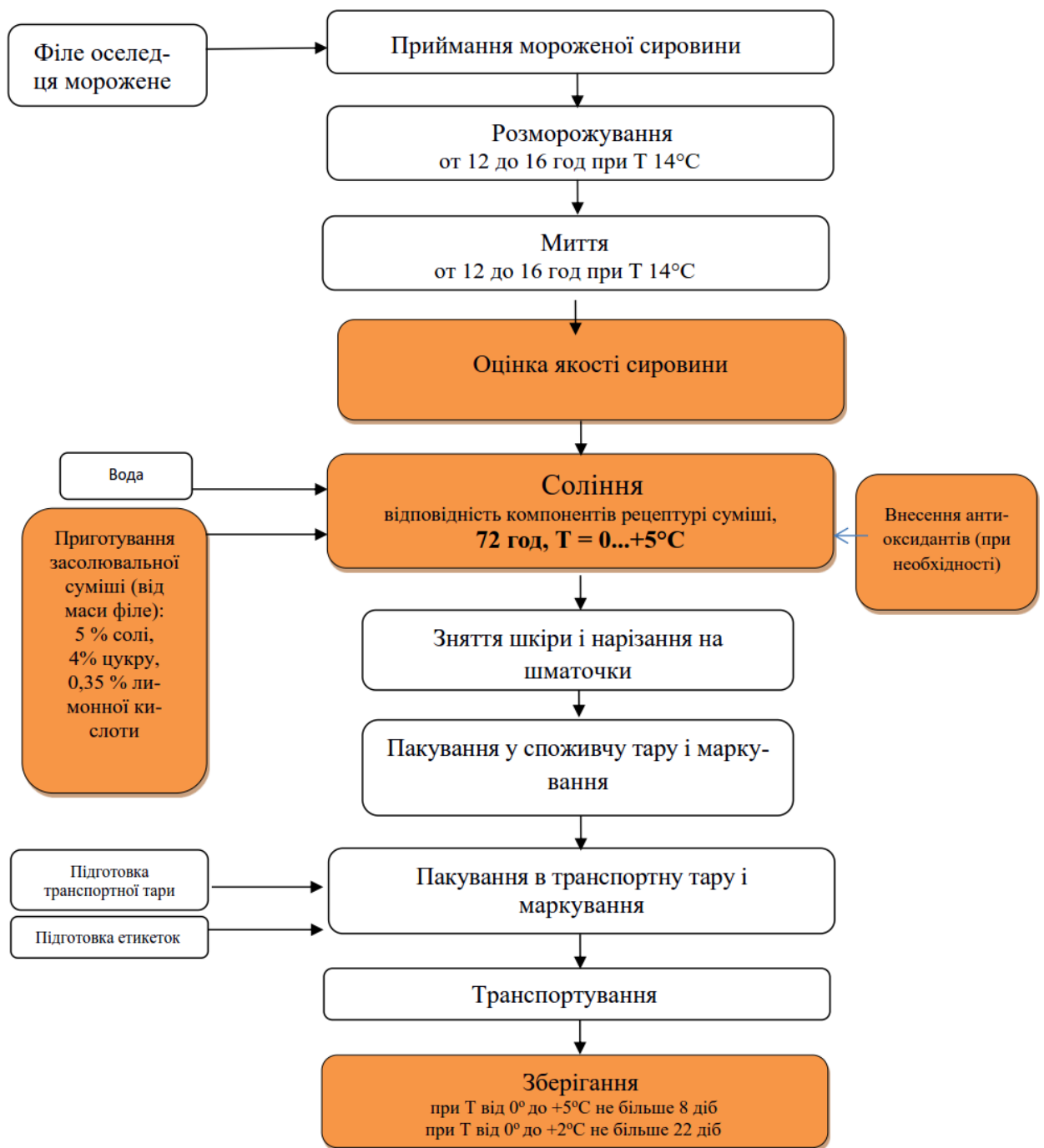


Рис. 6. Технологічна схема виготовлення слабосоленого філе оселедця Атлантичного

Рекомендовано філе оселедця, як сировину при виробництві слабосоленого філе мороженого оселедця для харчування дітей.

Рекомендації щодо підготовки сировини

З метою виготовлення високоякісного слабосоленого філе оселедця, риба повинна мати характерні для даного вигляду показники, правильний виловом із застосуванням коротких періодів буксирування. Період часу між вивантаженням на палубу і заморожуванням повинен бути коротким. Протягом декількох годин після вилову оселедець повинен бути належним чином розроблений на філе і заморожений. Філе оселедця має містити не менше 12 % жиру і зберігатися при температурах не нижче - 18°C. Після розморожування філе оселедця повинно характеризуватися належними фізичними і хімічними, а також необхідними органолептичними властивостями. За показниками безпеки філе оселедця мороженого має відповідати вимогам технічних регламентів.

Дослід виробництва свідчить, що для виготовлення безпечної продукції високої якості обов'язковою умовою є забезпечення постійного на належному рівні контролю технологічного процесу, починаючи з сировини до кінцевого споживача [11, 30].

Оскільки якість готової продукції з філе оселедця в значній мірі залежить від сезону і району вилову риби, на основі аналізу органолептичних, хіміко-технологічних показників філе оселедця рекомендовано використовувати оселедець, що містить більше дванадцяти відсотків жиру.

Строге дотримання вказаних контрольованих параметрів дозволить мати на виробництві якісну і безпечну сировину, що повністю відповідає вимогам, та повинно використовуватися при виробництві малосоленої продукції для дитячого харчування.

Філе оселедця мороженого повинно піддаватися оцінці у виробничих умовах за показниками якості відповідно до актів оцінки якості сировини. Сировину направляють на розморожування, потім перевіряють відповідність маси нетто за маркуванням

Розморожування.

Розморожування філе оселедця необхідно проводити на повітрі до розпаду блоку на окремі одиниці, при температурі повітря в приміщенні не вище 14°C в проміжку від 12 до 16 годин.

Оцінка якості сировини

Проводиться розсортовування сировини за наступними показниками:

- масовий склад (у грамах);
- розмірний ряд (у сантиметрах);
- стан м'яса (наголошуються відхилення в %);
- в'яла консистенція м'язової тканини, консистенція, що може розшаруватися за міосептами, потемніння м'яса, гематоми і крововиливу, окиснене філе
- відхилення від правильного оброблення і неправильне оброблення: залишки хребта по всій довжині.

За наслідками проведеного огляду складається акт оцінки якості сировини.

Засолювання

Для рівномірного нанесення суміші засолювання на поверхню філе заздалегідь готується «паста» для засолювання. Засолення філе оселедця здійснювали відповідно до рецептури, обґрунтованої раніше. Склад суміші засолювання з розрахунку на 100 кг філе оселедця приведений в (таблиці 12).

Таблиця 12

Рецептура засолювання філе оселедця (на 100 кг філе оселедця)

Найменування компонентів	Вміст компоненту в засолювальній суміші,% від маси філе
Сіль	5
Цукор	4
Лимонна кислота	0,35
Вода	2

Приготування «пасти» для засолювання.

Лимонна кислота розчиняється у воді температурою не більш 14°C, потім додається сіль, цукор, згідно рецептури і перемішується отримана суміш до отримання однорідної консистенції у вигляді «пасти».

Нанесення «пасти» на філе оселедця

По всій поверхні філе оселедця рівномірно розподіляється свіжоприготовлена «паста» і укладається в засолювальну ємність для рівномірного просолення і дозрівання філе оселедця.

Філе оселедця залишається в ємності на 72 години і після закінчення вказаного часу філе оселедця промивається 5% сольовим розчином.

Внесення антиоксиданту

При використанні антиоксидантів Астаксантин (ферментовані спеції) і екстракту рослини меліси під назвою Оріганокс WS-LB малосолене філе оселедця витримують в розчині антиоксидантів протягом 10 хвилин при модулі 1:1. Водний розчин антиоксиданту готується з розрахунку 0,5 г в 1 л.

Зняття шкіри і нарізка на скибочки (за рекомендаціями)

Після закінчення засолювання і внесення антиоксиданту, філе оселедця без шкіри, підморожували до температури від -1°C до -5°C, і нарізається філе оселедця косим зрізом товщиною скибочок від 0,2 до 0,3 см з подальшим пакуванням.

Пакування

Філе оселедця малосоленого упаковується в спеціальні полімерні пакети, призначені для рибної продукції під вакуумом, масою не більше 5 кг, відповідно до вимог замовника. Можуть бути використані пакети, що складаються з шару товщиною 12 мкм і трьох шарів поліетилену товщиною 50 мкм.

Упаковка, яку використовують для упакування продукції, повинна бути чистою, без стороннього запаху і виготовлена з матеріалів, відповідних вимогам стандарту.

Маркування

Маркування упакованої продукції повинно бути достовірним, зрозумілим і легким для читання.

3.5. Обґрунтування термінів придатності слабосоленого філе оселедця

При обґрунтуванні термінів придатності слабосоленого філе оселедця за розробленою технологією у виробничих умовах були виготовлені з дослідної партії. Використовували філе оселедця, як сировину для показників які наведено в (таблиці 13). Для характеристики філе якісних показників визначали показники окиснювального псування жирів (показники кислотного і альдегідного чисел), значення рН, органолептичні показники.

Таблиця 13

Значення рН і показники якості жиру філе оселедця атлантичного

Характеристика зразка	Вміст жиру %	рН м'язової тканини	Кислотне число жиру мг КОН/г жиру	Альдегідне число жиру, мг альдегіду/100 г жиру
Зразок 3	14,3±0,3	6,7	3,66	3,26

За органолептичними показниками сировина відповідала всім вимогам, що характеризують якісну сировину: не мало стороннього запаху і ознак окиснення.

Численними дослідженнями доведено, що важливим показником, що характеризує рибну сировину в процесі зберігання, є якість жиру, який залежно від умов піддається окисненню, що зрештою приводить до втрати харчової цінності і погіршенню органолептичних показників.

Для забезпечення збереження жиру в рибній продукції при зберіганні, особливо для продукції з високим вмістом жиру, рекомендується застосовувати антиоксиданти. Оскільки слабосолене філе оселедця повинне

містити більше 12% жиру для запобігання можливому окисненню в процесі зберігання, проведені дослідження за застосуванню натуральних антиоксидантів. Як антиоксидант використовували Астаксантин вітчизняного виробника, що складається з води, луку, глюкозного сиропу, закваски. Зразок слабосоленого філе оселедця, оброблений Астаксантином. Другим антиоксидантом був OriganoX (Оріганокс) WS-LB, який представляє собою екстракт рослинних меліси. Внесення антиоксидантів проводили в слабосолене філе оселедця шляхом занурення в ізотонічний сольовий розчин з антиоксидантом при співвідношенні 1:1 протягом 10 хвилин, потім зразки направляли на стікання, без шкіри і упаковки. Пакування засоленої рибної продукції під вакуумом проводили в маркувальні пакети, які рекомендовані для упаковки під вакуумом. Пакети мали один шар поліетилентерефталату і три шари поліетилену.

Зразки продукції зберігали в холодильнику при температурі +5°C. Оцінка обґрунтування термінів придатності в умовах зберігання продуктів була складена програма випробувань продукції, згідно якої визначали показники якості і безпеки, перераховані в (таблиці 14).

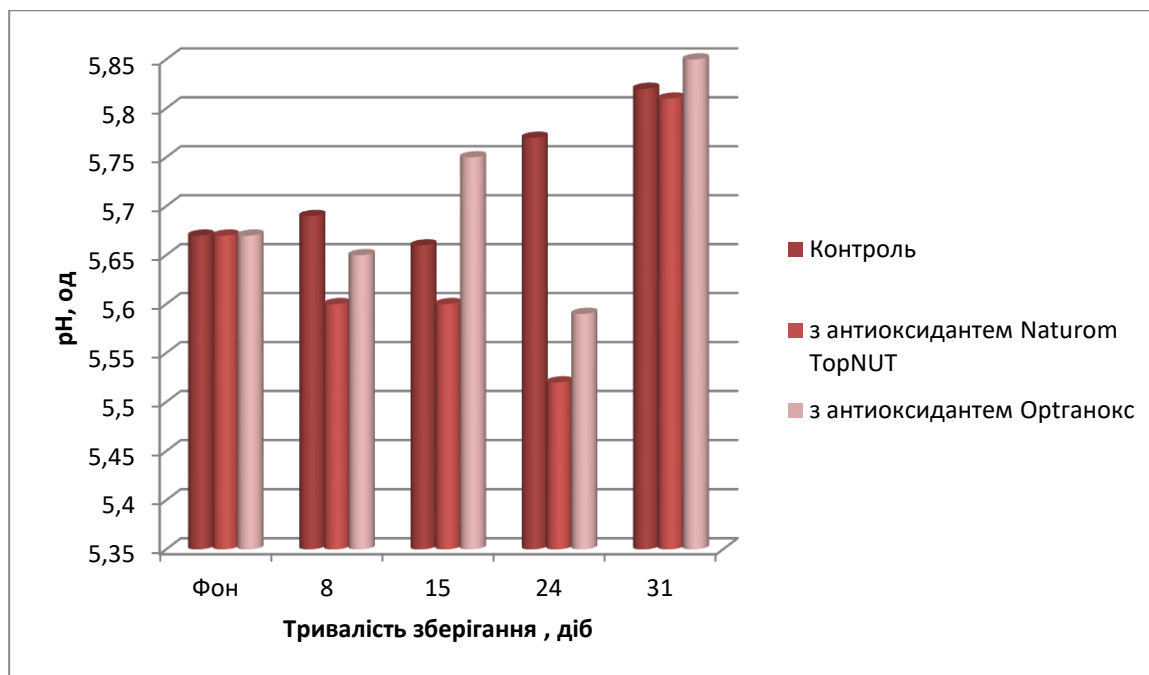
Таблиця 14

Перелік контрольованих показників і методи їх визначення

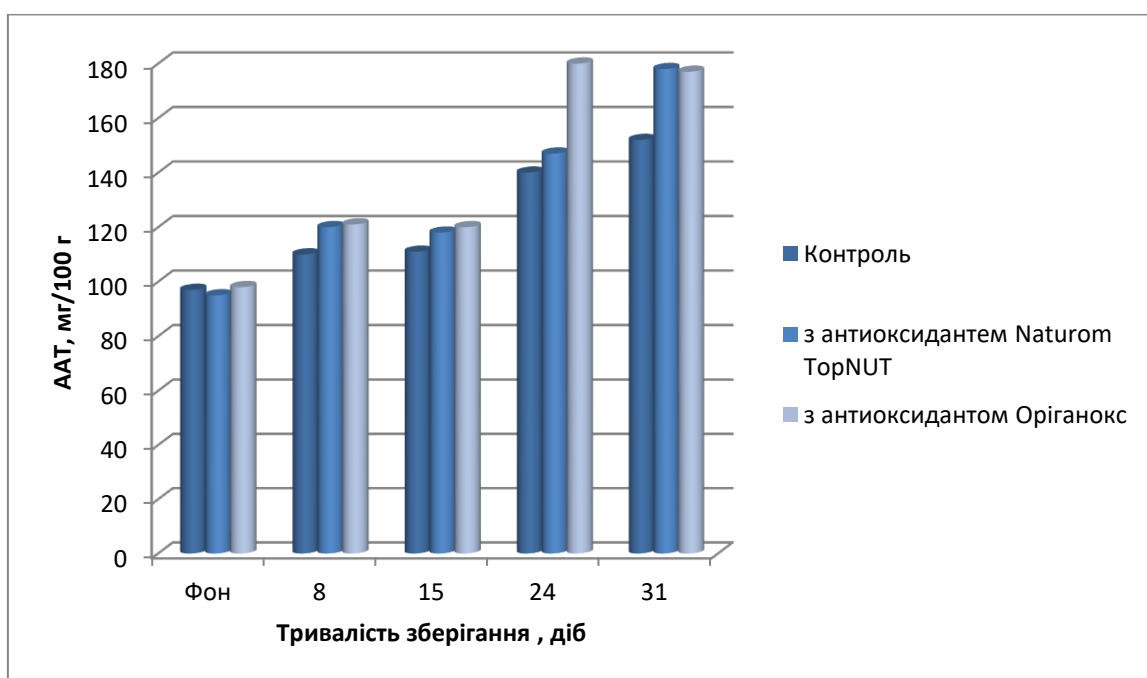
№	Найменування визначуваного показника	Нормативна документація на методи випробувань
1	КМАФАнМ	ДСТУ 8446:2015
2	БГКП (коліформ)	ДСТУ 30726- 2002
3	<i>Staphylococcus aureus</i>	ДСТУ ISO 6888-1:2003
4	Сульфітрeredуючі бактерії, що ростуть в анаеробних умовах	ДСТУ 7444:2013
5	Бактерії роду <i>Proteus</i>	ДСТУ 7444:2013
6	Бактерії роду <i>Salmonella</i>	ДСТУ 4769:2007
7	Дріжджі і плісені	ДСТУ 8447:2015
8	<i>Listeria monocytogenes</i>	ДСТУ ISO 11290-1:2003

9	Зовнішній вигляд	ДСТУ 8451: 2015
10	Консистенція	
11	Запах і смак	
12	Наявність сторонніх домішок	
13	Масова частка кухонної солі	ДСТУ 7801:2015
14	pH філе	ДСТУ 2284:2010
15	ААГ мг/100 г продукту	Формольне титрування
16	Кислотне число жиру, мг КОН/г жиру	ДСТУ 8029:2015

Показники безпеки продукції в процесі зберігання визначали на відповідність вимогам ДСТУ. Для характеристики якості слабосоленого філе оселедця при зберіганні визначали органолептичні показники, значення pH продукту, яскраво-червоне, кислотне і альдегідне числа [19]. Визначення альдегідних чисел в процесі зберігання обумовлено тим, що вони об'єктивно характеризують якість продукції і добре корелює з органолептичними показниками. Для мікробіологічних аналізів проби відбиралися в асептичних умовах, на кожну пробу проводилися два паралельні посіви. Хімічні показники зразків слабосоленого філе оселедця атлантичного в процесі зберігання при температурі +5°C приведені на рис. 7 і 8, а мікробіологічні показники – в (таблиці 15).



а)

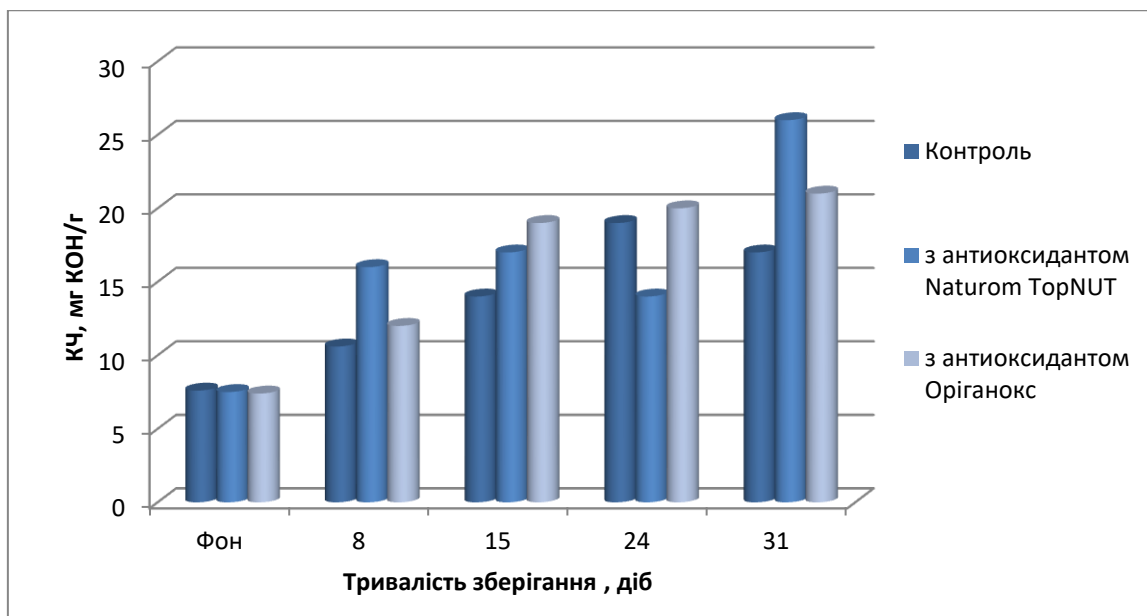


а)

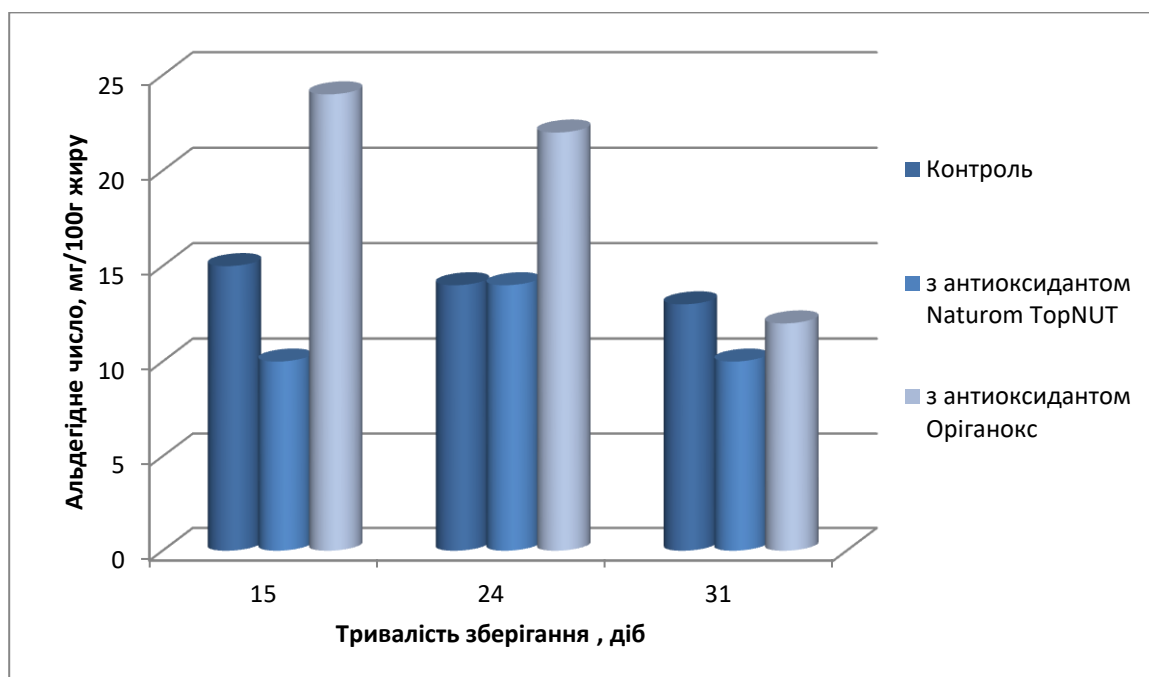
б)

Рис. 7. Зміна значень рН (а) і вміст азоту формольного титрування (б) в зразках слабосоленого філе оселедця атлантичного в процесі зберігання при температурі +5°C:

- контроль;
- з антиоксидантом Naturom TopNUT (зразок АФ);
- з антиоксидантом Оптранокс WS-LB (зразок АТ).



а)



б)

Рис. 8. Зміна кислотних (а), альдегідних (б) чисел жиру в зразках слабосоленого філе оселедця в процесі зберігання при температурі +5°C:

- контроль;
- з антиоксидантом Naturom TopNUT (зразок АФ);
- з антиоксидантом Орібанокс WS-LB (зразок АТ).

Таблиця 15

Мікробіологічні показники зразків слабосоленого філе оселедця в процесі зберігання при температурі +5°C

Найменування показників	Термін зберігання, доба						Вимоги НТД
	Фон	8	15	22	29	31	
	КОНТРОЛЬ						
КМАФАНМ	$3,8 \times 10^2$	$4,1 \times 10^2$	$3,4 \times 10^2$	$5,5 \times 10^2$	$1,3 \times 10^4$	$1,2 \times 10^4$	1×10^5 КУО/г
БГКП (коліформні бактерії)	не виявлені	не виявлені	не виявлені	не виявлені	не виявлені	не виявлені	не допуск. в 0,01 г
Staphylococcus aureus в 0,1; 1,0 г	не виявлені	не виявлені	не виявлені	не виявлені	не виявлені	не виявлені	не допуск. в 0,01 г
Сульфітредукуючі кlostридії	не виявлені	не виявлені	не виявлені	не виявлені	не виявлені	не виявлені	не допуск. в 0,01 г
Бактерії роду Salmonela в 25 г	не виявлені	не виявлені	не виявлені	не виявлені	не виявлені	не виявлені	не допуск. в 0,01 г
Listeria monocytogenes в 25 г	не виявлені	не виявлені	не виявлені	не виявлені	не виявлені	не виявлені	не допуск. в 0,01 г
Бактерії роду Proteus в 0,1 г	не виявлені	не виявлені	не виявлені	не виявлені	не виявлені	не виявлені	Не нормуються
Дріжджі і плісені в 1,0 г	$<1 \times 10^1$	$<1 \times 10^1$	$<1 \times 10^1$	$<1 \times 10^1$	$<1 \times 10^1$	$<1 \times 10^1$	не нормуються

ЗРАЗКИ АО (містять антиоксидант Оріганокс WS-LB)							
КМАФАнМ	$3,8 \times 10^2$	$2,4 \times 10^2$	$4,1 \times 10^2$	$4,2 \times 10^2$	$9,1 \times 10^3$	$9,1 \times 10^3$	1×10^5 КУО/г
БГКП (коліформні бактерії)	не виявлені	не виявлені	не виявлені	не виявлені	не виявлені	не виявлені	не допуск. в 0,01 г
Staphylococcus aureus в 0,1; 1,0 г	не виявлені	не виявлені	не виявлені	не виявлені	не виявлені	не виявлені	не допуск. в 0,01 г
Сульфітрeredууючі клостридії	не виявлені	не виявлені	не виявлені	не виявлені	не виявлені	не виявлені	не допуск. в 0,01 г
Бактерії роду Salmonella в 25 г	не виявлені	не виявлені	не виявлені	не виявлені	не виявлені	не виявлені	не допуск. в 0,01 г
Listeria monocytogenes в 25 г	не виявлені	не виявлені	не виявлені	не виявлені	не виявлені	не виявлені	не допуск. в 0,01 г
Бактерії роду Proteus в 0,1 г	не виявлені	не виявлені	не виявлені	не виявлені	не виявлені	не виявлені	Не нормуються
Дріжджі і плісені в 1,0 г	$<1 \times 10^1$	$<1 \times 10^1$	$<1 \times 10^1$	$<1 \times 10^1$	$<1 \times 10^1$	$<1 \times 10^1$	Не нормуються

Відповідно до даних, наведених на рис. 7 і 8, можна зробити висновок, що протягом 24 діб зберігання таких показників, як рН, альдегідні, перекисні числа і ААГ, змінюються незначно, що свідчить про збереження якості продукції, яка також підтверджена органолептичними показниками. Проте при дослідженні на 31 добу зберігання для контрольного зразка, що не містить антиоксидант, спостерігалось погіршення таких органолептичних показників, як запах і консистенція.

Найбільш стійким при зберіганні виявився зразок, оброблений антиоксидантом Naturom TopNUT. В процесі зберігання значення рН трохи підвищувалося для всіх зразків в результаті накопичення продуктів дозрівання. Значення ААГ поволи збільшуються у всіх зразках, що свідчить про процес дозрівання малосоленої продукції, але не приводило до перезрівання.

Добре відомо, що в процесі дозрівання відбуваються істотні зміни в жирах, які полягають в гідролізі під дією ліполітичних ферментів і частковому окисненні [19]. Як видно з даних рис. 8, протягом зберігання до 15 діб відбувається збільшення значень кислотних чисел у всіх трьох зразках, а потім до 24 діб зберігання, зміни відбуваються більшою мірою в зразках АФ і АТ. Проте це не означає, що більшою мірою відбувається окиснення жиру. Найбільш інформативним показником, що характеризує дозрівання оселедця, є альдегідні числа [11]. Отримані результати свідчать про дозрівання продукції, що одночасно підтверджується і органолептичними показниками. До 24-25 діб зберігання в продукції з'являється найбільш гармонійний і збалансований смак, запах і консистенція. При зберіганні слабосоленого філе оселедця кількість гістаміну змінюється і не перевищує нормативного значення 100 міліграм/кг.

Кількість мезофільних аеробних і факультативно-анаеробних мікроорганізмів впродовж періоду досліджень не перевищувала регламентованого значення ($1,0 \times 10^5$) і склала:

у контрольному зразку – $3,9 \times 10^2$ – $1,2 \times 10^4$ КУО/г;

зразку АФ – $2,4 \times 10^2$ – $9,1 \times 10^3$ КУО/г;

зразку АТ – $9,0 \times 10^1$ – $2,9 \times 10^2$ КУО/г.

В досліджуваних зразках філе оселедця слабосоленого впродовж всього терміну зберігання не було виявлено бактерій групи кишкових паличок (коліформних бактерій) в 0,01; 0,1 і 1,0 г продукту; коагулазопозитивних стафілококів і *Staphylococcus aureus* в 0,1 і 1,0 г; сульфїтредукуючих клостридій, що ростуть в анаеробних умовах в 0,1 г; бактерій роду *Salmonella* і *Listeria monocytogenes* в 25 г; бактерій роду *Proteus* в 0,1 г продукту.

Кількість дріжджів і плісневих грибів у зразках продукції в період холодильного зберігання при температурі плюс 5°C протягом 31 доби склало менше $1,0 \times 10^1$ КУО в 1 г продукту.

Проте, як було показано в літературному огляді законодавством України і країн Європейського союзу введена особлива (жорсткіша) норма вмісту лістерій (*L. Monocytogenes*) для малосоленої продукції.

У зв'язку із тим при обґрунтуванні термінів придатності слабосоленого філе оселедця для харчування дітей особливу увагу приділили вмісту і можливому зростанню лістерія.

Прогнозування зростання розвитку *L. monocytogenes* в малосоленому філе оселедця із заданими внутрішніми і зовнішніми параметрами в процесі зберігання.

Розрахунки проводилися з використанням комп'ютерної програми, розробленої Національним інститутом водних ресурсів Данії, - Food Spoilage and Safety Predictor (FSSP - посилання на доступ <http://fssp.food.dtu.dk/>) - оновлена версія програми Seafood Spoilage and Safety Predictor. Дана програма дозволяє визначити вірогідність зростання, в т.ч. *L. monocytogenes*, в рибній продукції із заданими внутрішніми (концентрація солі, рН, масова частка консервантів, регуляторів кислотності і тому подібне) і зовнішніми (температура, склад середовища) параметрами [18].

Надалі проводили тестове порівняння двох продуктів: Produkt 1 і Produkt 2 і задаються наступні параметри:

- 1 клітина лістерія, яка, як би мала бути присутня в продукті
- температура зберігання продукту + 2°C і +5°C,
- вміст солі у водній фазі (масова частка солі автоматично перераховується)
- вміст сухих речовин
- вміст солі (NaCl) в продукті
- значення рН
- концентрація коптільного диму (в нашому випадку відсутній)
- вміст МГС (модифікованого газового середовища) (у нашому випадку відсутній)
- вміст нітриту натрію (у нашому випадку відсутній)
- використовувані органічні кислоти (у нашому випадку застосовувалась лимонна кислота)
- допустимий термін зберігання, який згідно проведеним нами дослідженням складає 22-24 діб.

Початкові дані для розрахунку представлено в (таблиці 16).

Таблиця 16

Параметри слабосоленого філе оселедця для прогнозування впливу умов зберігання на розвиток *L. monocytogenes*

Параметри	Значення параметрів	
	+2	+5
Температура, °C		
Вміст солі в продукті %	3,6	
рН	5,8	
Вміст лимонної кислоти,%	0,4	
Вміст сухих речовин %	35	

При обробці вказаних параметрів отримана графічна залежність вірогідності розвитку *L. monocytogenes* у філе оселедця малосоленого, яка представлена на рис. 8.

Як видно з представленого графіка, вірогідність розвитку лістерія в продукті 1 з температурою зберігання +2 °С починається на 22 добу зберігання, в продукті 2 з температурою зберігання +5°С зростання лістерій починається на 8 дібу.

З урахуванням розвитку *L. monocytogenes* при різних температурах рекомендуємо два режими зберігання слабосоленого філе оселедця при температурі не вище:

+5°С не більше 8 діб

+2°С не більше 22 діб.

3.6. Оцінка харчової цінності і нутрієнтної адекватності слабосоленого філе оселедця

За розробленою технологією виготовлені дослідні зразки філе оселедця слабосоленого з сировини різних дат вилову, що містять жиру від 9,83% до 19,50%.

Дані фізико-хімічних показників слабосоленого філе оселедця з різним вмістом жиру наведено в (таблиці 17).

Як видно з даних, представлених в (таблиці 17), із збільшенням вмісту жиру в сировині процес дозрівання проходить декілька інтенсивніше. За органолептичними показниками зразки 3 і 4 відрізнялися приємнішим смаком і запахом дозрілої риби, що можна пояснити дією ліполітичних ферментів, разом з протеолітичними. Як було раніше показано, відщеплення вільних кислот не повинне надавати засоленій рибі характерних для дозрівання властивостей (консистенція м'яса дорілого продукту стає ніжною і соковитою, філе набуває характерний аромат), оскільки жирні кислоти, що входять до складу рибних жирів, в своїй більшості нелітаючі і не мають ні специфічного запаху, ні смаку дорілого оселедця.

Таблиця 17

Фізико-хімічні показники філе оселедця малосоленого

№ зразка	Вміст жиру %	Буферність градуси	ААГ мг/100 г продукту	Вміст солі %
2	15,30±0,20	40	109	3,69
3	14,29±0,27	43	119	3,73
4	19,50±0,35	45	127	3,40
5	18,71±0,20	45	120	3,69

Але звільнення жирних кислот полегшує їх подальші зміни з утворенням низькомолекулярних летючих речовин, що володіють більш вираженим смаком і запахом. Використання жирнішого філе оселедця – з вмістом жиру не менше 12 % - дозволяє отримувати якісну продукцію з більш вираженим смаком засоленої дозрілої риби, що узгоджується з даними (таблиці 18).

Таблиця 18

Харчова цінність і нутрієнтна адекватність слабосоленого філе оселедця для харчування дітей

Найменування показника	Значення показника
Вміст білка %	16,63±0,18
Вміст жиру %	14,30±0,30
Масова частка кухонної солі, %	3,05±0,53
Вміст ПНЖК сімейства омега-3, г/100 г філе	2,70
Вміст калію, мг/100 г	1030±270
Вміст магнію, мг/100 г	140,15±24,57
Енергетична цінність, в 100 г, ккал/кДж	190/800

На підставі даних (таблиці 18) проведений розрахунок потенційного задоволення добової потреби в калії, магнії і поліненасичених жирних кислотах сімейства омега-3 при вживанні порції слабосоленого філе оселедця, що рекомендується для певної вікової групи дітей (таблиця 19).

Відповідно до отриманих результатів встановлено, що при вживанні порції, що рекомендується, філе оселедця слабосоленого для певної вікової групи дітей задовольнятиметься не менше 50% добової потреби в ПНЖК сімейства омега-3 і калію, а також до 25% потреби магнію. На підставі отриманих даних зроблений висновок, що готова продукція може бути віднесена до спеціалізованої харчової продукції і рекомендована як джерело поліненасичених жирних кислот сімейства омега-3, калію і магнію [18].

Розроблений спосіб засолювання, дозволяє отримати продукт з ніжною консистенцією філе, оскільки в процесі дозрівання відбувається розм'якшення не тільки філе оселедця, але і внутрішньом'язових кісток, та запропонований спосіб нарізки виключає можливе травмування у наслідок попадання кісток при вживанні скибочок філе оселедця.

Таблиця 19

Задоволення добової потреби в калію, магнію і поліненасичених жирних кислотах сімейства омега-3 при вживанні пресервів зі зниженим вмістом солі різними віковими групами дітей.

Найменування показника	Характеристика показника і його значення					
	3-7 років		7-11 років		12 років і старше	
	Рекомендоване	Факт	Рекомендоване	Факт	Рекомендоване	Факт
Порція філе слабосоленого, г	38	38	59	59	78	78
Масова частка кухонної солі %	не більше 4	3,05	не більше 4	3,05	не більше 4	3,05

Вміст калію міліграмом, не менше (добова потреба)	300 (50%)	382,10	550 (50%)	597,40	600 (50%)	794,10
Вміст магнію, міліграм, не менше (добова потреба)	50 (25%)	52,85	63,5 (25%)	82,28	75 (25%)	108,90
Вміст ПНЖК сімейства омега-3, г, не менше (добова потреба)	2 (50%)	1,1	2,7 (50%)	1,57	3 (50%)	2,09

Примітка: від добової потреби

3.7. Оцінка економічної ефективності виробництва пресервів зі зниженим вмістом солі на «Крамар ЛТД»

Для оцінки економічної ефективності технології, що реалізовується в продуктивність готового продукту – малосолоного філе оселедця складає 100 тонн в рік при можливому об'ємі виготовлення філе оселедця 400 кг/добу (2000 упаковок по 200 г).

Проведений розрахунок і оцінка річних виробничих і капітальних витрат на «Крамар ЛТД», приведено в таблицях (20 і 21).

Таблиця 20

Розрахунок капітальних витрат

<i>Найменування обладнання</i>	<i>Кількість</i>	<i>Ціна за 1 од., грн.</i>
Столи виробничі	4	10000
Ящики сітчасті	100	230
Ящики суцільні	100	300
Весла для кантування	4	2000
Фільтр очищення води	1	4000
Стелажі з нержавіючої сталі	2	7500
Ванна трисекційна	1	15000

Ваги платформні	1	10000
Ванни для засолювання	4	2000
Етикетки	2	150000
Ваги електронні	3	1600
Холодильна камера	1	100000
РАЗОМ		557 800
Капітальні вкладення		
Транспортно-заготовчі роботи	7 %	39046
Монтаж обладнання	20 %	111560
Внутрішньоцеховий транспорт	30 %	167340
РАЗОМ		1 433 546

Таблиця 21

Розрахунок виробничих витрат на енергоносії

Вид енергоносія	Річна потреба	Вартість од., грн.	Вартість, грн. в рік
Електроенергія,	5000	4,35	21 750
Вода, м ³	23000	17,6	404800
РАЗОМ			426550

Розрахунок вартості річних витрат на сировину і допоміжні матеріали приведений в (таблиці 22).

Таблиця 22

Розрахунок вартості річних витрат на сировину і допоміжні матеріали для виробництва слабосоленого філе оселедця з розрахунку на 400 кг готової продукції

Найменування сировини і матеріалів	Потреба на добу	Потреба в рік	Вартість сировини, грн. добу.	Вартість, грн. в рік
Сировина				
Оселедець с/м	444	133200	66600	19980000

Сіль харчова з зниженим вмістом натрію + калій хлористий, магній сірчаноокисний	20,0	6000	1840	552000
Цукор	20,2	6060	848,4	254520
Лимонна кислота	0,2	60	26	7800
Антиоксидант Астаксантин	2,22	666	799,2	239760
РАЗОМ				21034080
Допоміжні матеріали				
Упаковка п/з	2000	600000	4000	1200000
Підкладка ламінувальна	2000	600000	1000	300000
Гофрокороб	250	75000	1750	525000
Етикетки	2000	600000	600	180000
Дезінфікуючі засоби	3	900	600	180000
РАЗОМ				23419080

Розрахунок витрат на заробітну плату з відрахуваннями на соціальні потреби приведений в (таблиці 23) при чисельності 10 чол. в зміну, змін в добу – 1, тривалість зміни 8 годин.

Таблиця 23

Розрахунок витрат на заробітну плату

Заробітна плата працівника за зміну, грн.	К-ть змін в рік	К-ть працівн., чол	Витрати річні грн.
1200	300	10	3 600 000,0
Відрахування на соц. потреби		50 %	1 800 000
РАЗОМ			5 400 000,0

Проведено розрахунок інших витрат (на зв'язок, обслуговування обладнання, організацію експертиз, затвердження документації, транспортні перевезення вантажів) виходячи з розрахунку 80 % від основної заробітної плати робочих, що складає 4 320 000,0 грн.

Розрахунок вартості витрат на амортизацію, поточний ремонт і вміст обладнання - в (таблиці 24).

Таблиця 24

Розрахунок вартості витрат на амортизацію, поточний ремонт і вміст
обладнання

Стаття витрати	Ставка %	Витрати, грн.
Амортизація на обладнання	8	114 683,68
Витрати на поточний ремонт	4	57 341,84
Витрати на утримання приміщень	2	28 670,92
РАЗОМ		200 696,44

Виходячи з приведених розрахунків обґрунтовані річні виробничі витрати підприємства, котрі наведено в (таблиці 25).

Для подальшого розрахунку вз'яли наступні дані: річний об'єм випуску слабосоленого філе оселедця – 60 000 упаковок, собівартість продукції 56,28 грн. за упаковку (281,4 грн. за кг)., тоді вартість продукції складатиме 62,5 грн. за упаковку (212,5 грн. за кг).

Таблиця 25

Розрахунки виробничих витрат підприємства (за рік)

Список витрат	Витрати за рік, грн.
Сировина і матеріали	23 419 080
Енергозатрати	426 550
Заробітна плата з урахуванням податку	5 400 000
Інші витрати	4 320 000
Поточний ремонт і утримання обладнання	200 696,44
РАЗОМ	3 376 632,44

Річна вартість продукції з урахуванням приведених вище даних - 3750000 грн.

Виходячи з виробничих і капітальних витрат підприємства розраховані основні техніко-економічні показники освоєння розробленої технології, які представлені в (таблиці 26).

Техніко-економічні показники освоєння технології слабосоленого філе
оселедця для харчування дітей

Найменування показника	Значення
Валовий прибуток продукції, грн.	3733673,56
Рентабельність випуску продукції %	11,06
Чистий прибуток, грн.	2 986938,85
Термін окупності, років	0,7

Розрахована економічна ефективність впровадження розробленої технології і показано, що при виготовленні 100 т слабосоленого філе оселедця чистий прибуток складе 2,987 млн. грн. в рік, термін окупності півроку, що є свідомством перспективності використання технології оселедця в сучасних економічних умовах.

Проведений розрахунок і оцінка річних виробничих і капітальних витрат на «Крамар ЛТД», що дозволило визначити основні техніко-економічні показники освоєння запропонованої технології.

З отриманих даних виходить, що чистий прибуток складе 2,987 млн. грн. в рік. при терміні окупності в 0,5 року. Це підтверджує доцільність впровадження технології на «Крамар ЛТД».

ВИСНОВКИ

1. Розроблені науково обґрунтовані рекомендації до створення слабосоленого філе оселедця, що включають вимоги до показників безпеки сировини і готової продукції, хімічного складу, зокрема вмісту ПНЖК ω -3, К і Mg в порції філе, органолептичних показників готової продукції і технологічних параметрів.

2. Встановлено, що морожене філе оселедця відноситься до високобілкової сировини, при вмісті жиру більше 12% задовольнятиме понад 50% добової потреби в ПНЖК ω -3 при введенні в раціон харчування слабосоленого філе оселедця в порції .

3. Науково обґрунтована технологія засолювання філе оселедця, що полягає у встановленні способу і параметрів засолювання, використанні засолювальної суміші, що складається з 5% солі зі зниженим вмістом натрію, 4% цукру, 0,35% лимонної кислоти протягом 72 год, що забезпечують мікробіологічну безпеку і високі органолептичні показники. Обґрунтовані терміни придатності: пресервів при температурі не вище +5°C не більше 8 діб, а при температурі не вище +2°C не більше 22 діб.

4. Встановлено, що введення в раціон харчування дітей слабосоленого філе оселедця в порції, задовільнятиме не менше 50% добової потреби в ПНЖК омега-3, 50% - калію і 25% - магнію.

5. Технологія апробована у виробничих умовах на «Крамар ЛТД». Дослідні зразки слабосоленого філе оселедця відповідали розробленим вимогам до харчової, біологічної і енергетичної цінності, показникам безпеки і органолептичним властивостям.

6. Розрахована економічна ефективність розробленої технології і показано, що при виготовленні 100 т слабосоленого філе оселедця чистий прибуток складе 2,987 млн. грн. в рік, термін окупності півроку, що є свідченням перспективності використання технології оселедця в сучасних економічних умовах.

СПИСОК ДЖЕРЕЛ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Біологічні основи рибного господарства : навчальний посібник / Н. Є. Гриневич та ін. Біла Церква, 2023. 151с.
2. Голембовська Н. Січені рибні напівфабрикати з додаванням нетрадиційної сировини. Продовольча індустрія АПК. 2018. № 4. С.14–18.
3. ДСТУ 6025:2008. Риба солена. Технічні умови. [Чинний від 2010-01-01]. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України, 2010. 15с.
4. ДСТУ 7972:2015. Риба та рибні продукти. Правила приймання, методи відбирання проб. [Чинний від 2017-01-01]. Вид.офіц. Київ : Укр НДНЦ, 2016. 17 с.
5. ДСТУ 8029:2015. Риба та рибні продукти. Метод визначення вологи. [Чинний від 2017- 01-01]. Вид.офіц. Київ : Укр НДНЦ, 2016. 10с.
6. ДСТУ 8030:2015. Риба та рибні продукти. Методи визначення білкових речовин. [Чинний від 2017-01-01]. Вид.офіц. Київ : УкрНДНЦ, 2016. 13 с.
7. ДСТУ 8031:2015. Риба та рибні продукти. Методи визначення хлориду натрію. [Чинний від 2017-01-01]. Вид. офіц. Київ : УкрНДНЦ, 2016. 11с.
8. ДСТУ 8095:2015. Пресерви рибні. Оселедці спеціального та пряного соління. Технічні умови. [Чинний від 2017-01-01]. Вид.офіц. Київ : УкрНДНЦ, 2017. 15 с.
9. ДСТУ 8451:2015. Риба та рибні продукти. Методи визначення органолептичних показників. [Чинний від 2017-07-01]. Вид. офіц. Київ : Укр НДНЦ, 2016. 17 с.
10. ДСТУ 8717:2017. Риба та рибні продукти. Методи визначення жиру. [Чинний від 2019- 01-01]. Вид. офіц. Київ : УкрНДНЦ, 2020. 20с.
11. ДСТУ ГОСТ 815:2008. Оселедці солоні. Технічні умови (ГОСТ 815-2004, IDT). [Чинний від 2009-01-01]. Вид. офіц. Київ : Держспоживстандарт України, 2009. 8 с.

12. Кравченко М. Ф., Данилюк І. П. Перспективи використання дрібних азовочорноморських риб у технологіях харчових концентратів. Харчова промисловість. 2017. № 21 С. 27–31.
13. Миськовець, Н. П. Аналіз сучасного стану та перспективи розвитку рибного господарства України. Бізнес Інформ. 2020. № 3. С. 104–111.
14. Півоваров О.А., Ковальова О.С., Кошулько В.С. Інноваційні технології переробки риби, рибних відходів, нерибних і морських продуктів : Навчальний посібник. Дніпро : ДДАЕУ, 2024. 334 с.
15. Рибне господарство: традиції та інновації. Вітчизняний та світовий досвід : наук.- допом. бібліогр. покажч. / упоряд. Т. П. Фесун. Київ : Нац. ун-т харч. технол., Наук.- техн. б-ка, 2021. 221 с.
16. Романенко О., Сидоренко О., Шаповал С. Структурно-механічні параметри рибних пресервів під час зберігання. Товари і ринки. 2019. № 1. С. 71-83.
17. Федорова Д. Технологічні аспекти корекції запасу сухих риборослинних напівфабрикатів. Товари і ринки. 2018. № 3. С.66-77.
18. Belleggia L, Aquilanti L, Ferrocino I, Milanović V, Garofalo C, Clementi F, Cocolin L, Mozzon M, Foligni R, Haouet MN, Scuola S, Framboas M, Osimani A. Discovering microbiota and volatile compounds of surströmming, the traditional Swedish sour herring. Food Microbiol. 2020 Oct; 91:103503. doi: 10.1016/j.fm.2020.103503.
19. Belleggia L, Osimani A. Fermented fish and fermented fish-based products, an ever-growing source of microbial diversity: A literature review. Food Res Int. 2023 Oct;172:113112. doi: 10.1016/j.foodres.2023.113112.
20. FAO, 2016. The State of World Fisheries and Aquaculture 2016. Contributing to food security and nutrition for all. Rome. 200 pp.
21. Gilard, E. Magnesium sulphate in the Emergency Department: an old, new friend / E. Gilardi, D. Marsiliani, R. Nicolo, M. Petrucci, E. Torelli, S. Racco, et al. // European Review for Medical and Pharmacological Sciences. 2019. Vol. 23. N 9. P. 4052-4063. doi: 10.26355/eurrev 201905 17836.

22. Giyatmi, Irianto HE. Enzymes in Fermented Fish. *Adv Food Nutr Res.* 2017;80:199-216. doi: 10.1016/bs.afnr.2016.10.004.
23. Gringer N, Safafar H, du Mesnildot A, Nielsen HH, Rogowska-Wrzesinska A, Undeland I, Baron CP. Antioxidative low molecular weight compounds in marinated herring (*Clupea harengus*) salt brine. *Food Chem.* 2016 Mar 1;194:1164-71. doi: 10.1016/j.foodchem.2015.08.121.
24. Hyldig, G. Sensory Properties of Frozen Herring (*Clupea harengus*) from different Catch Seasons and Locations / G. Hyldig, B.M. Jorgensen, I. Undeland, R.E. Olsen, A. Asbjorn Jonsson, H.H. Nielsen // *Journal of Food Science.* 2012. Vol. 77 (9) P. S288-S293. doi: 10.1111/j.1750- 3841.2012.02838.x.
25. Laub-Ekgreen MH, Martinez-Lopez B, Frosch S, Jessen F. The influence of processing conditions on the weight change of single herring (*Clupea herengus*) fillets during marinating. *Food Res Int.* 2018 Jun;108:331-338. doi: 10.1016/j.foodres.2018.03.055.
26. Li H, Li G, Bi Y, Liu S. Fermented Fish Products: Balancing Tradition and Innovation for Improved Quality. *Foods.* 2024 Aug 16;13(16):2565. doi: 10.3390/foods13162565.
27. Muñoz I, Guàrdia MD, Arnau J, Dalgaard P, Bover S, Fernandes JO, Monteiro C, Cunha SC, Gonçalves A, Nunes ML, Oliveira H. Effect of the sodium reduction and smoking system on quality and safety of smoked salmon (*Salmo salar*). *Food Chem Toxicol.* 2020 Sep;143:111554. doi: 10.1016/j.fct.2020.111554.
28. Osimani A, Ferrocino I, Agnolucci M, Cocolin L, Giovannetti M, Cristani C, Palla M, Milanović V, Roncolini A, Sabbatini R, Garofalo C, Clementi F, Cardinali F, Petruzzelli A, Gabucci C, Tonucci F, Aquilanti L. Unveiling hákarl: A study of the microbiota of the traditional Icelandic fermented fish. *Food Microbiol.* 2019 Sep; 82:560-572. doi: 10.1016/j.fm.2019.03.027.
29. Rybicka I, Silva M, Gonçalves A, Oliveira H, Marques A, Fernandes MJ, Fernandes MH, Alfaia CM, Fraqueza MJ, Nunes ML. The Development of Smoked Mackerel with Reduced Sodium Content. *Foods.* 2022 Jan 26;11(3):349. doi: 10.3390/foods11030349/

30. Shumilina, E. (2015). NMR approach for monitoring post-mortem changes in Atlantic salmon fillets stored at 0 and 4°C / E. Shumilina, A. Ciampa, F. Capozzi, T. Rustad, A. Dikiy // Food Chem. 184. P. 12-22. doi: 10.1016/j.foodchem.2015.03.037.
31. Sivamaruthi BS, Kesika P, Chaivasut C. (2021). A narrative review on biogenic amines in fermented fish and meat products. J Food Sci Technol. May;58(5):1623-1639. doi: 10.1007/s13197-020-04686-x.
32. Speranza B, Racioppo A, Campaniello D, Altieri C, Sinigaglia M, Corbo MR, Bevilacqua A. (2020). Use of Autochthonous Lactiplantibacillus plantarum Strains to Produce Fermented Fish Products. Front Microbiol. (2020) Dec 3;11:615904. doi: 10.3389/fmicb.2020.615904.
33. Torstein, Skara. Fermented and ripened fish products in the northern European countries / Skara Torstein, Lars Axelsson, Gudmundur Stefansson, Bo Exstrand, Helde Hagen // Journal of Ethnic Foods. 2015. 2. P. 18-24. doi: 10.1016/j.jef.2015.02.004.
34. Wu D, Zhang M, Chen H, Bhandari B. (2021). Freshness monitoring technology of fish products in intelligent packaging. Crit Rev Food Sci Nutr.;61(8):1279-1292. doi: 10.1080/10408398.2020.1757615.