

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І  
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ  
Факультет харчових технологій та управління якістю продукції АПК

УДК 664.95

**ПОГОДЖЕНО**

Декан факультету харчових технологій  
та управління якістю продукції АПК

\_\_\_\_\_ Лариса БАЛЬ-ПРИЛИПКО

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2025 р.

**ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ**

Завідувач кафедри технології м'ясних,  
рибних та морепродуктів

\_\_\_\_\_ Олександр САВЧЕНКО

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2025 р.

**МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**  
на тему: «Удосконалення технології в'ялено-сушеної риби»

Спеціальність 181 «Харчові технології»

Освітня програма «Технології зберігання та переробки водних біоресурсів»

Орієнтація освітньої програми освітньо-професійна

**Гарант освітньої програми**

к.с.-г.н, професор

\_\_\_\_\_ Наталія СЛОБОДЯНЮК

**Керівник магістерської роботи**

к.т.н., доцент

\_\_\_\_\_ Аліна МЕНЧИНСЬКА

**Виконав**

\_\_\_\_\_ Андрій ПРОСКУРА

КИЇВ – 2025

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І  
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**  
Факультет харчових технологій та управління якістю продукції АПК

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

В.о. завідувача кафедри технології  
м'ясних, рибних та морепродуктів  
Наталія ГОЛЕМБОВСЬКА  
«12» лютого 2025 р.

**ЗАВДАННЯ**  
ДО ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ  
РОБОТИ СТУДЕНТУ

**Проскурі Андрію Андрійовичу**

Спеціальність 181 «Харчові технології»

Освітня програма «Технології зберігання та переробки водних біоресурсів»

Програма підготовки освітньо-професійна

Тема магістерської роботи: **«Удосконалення технології в'ялено-сушеної риби»**

Затверджена наказом ректора НУБіП України від 25.11.2024 р. № 2093 «С»

Термін подання завершеної роботи на кафедру 01.12.2025 року

Вихідні дані до магістерської роботи

вид продукту – в'ялена і сушена риба;

сировина – товстолобик білий, хлорид натрію, хлорид кальцію; лабораторні прилади та обладнання; хімічні реактиви; економічно-статистична інформація для розрахунків економічної ефективності.

Перелік питань, що підлягають дослідженню: огляд літературних джерел; організація, об'єкти, предмети і методи досліджень; результати дослідження та їх аналіз; охорона праці; розрахунки економічної ефективності; висновки; список використаної літератури.

Дата видачі завдання «12» лютого 2025 р.

Керівник магістерської роботи \_\_\_\_\_ Аліна МЕНЧИНСЬКА

Завдання прийняв до виконання \_\_\_\_\_ Андрій ПРОСКУРА

## РЕФЕРАТ

Магістерська робота на тему: «Удосконалення технології в'ялено-сушеної риби» містить 55 сторінок, 12 таблиць, 12 рисунків та 36 літературних джерел.

В роботі розроблені питання технології виробництва в'яленої, сушеної рибопродукції із застосуванням іонів двовалентних металів.

Проаналізовано охорону праці на підприємстві та розглянуто потенційне виникнення небезпечних чинників у разі впровадження удосконаленої технології та розроблено організаційні заходи по усуненню недоліків.

Розраховано економічну ефективність виробництва при впровадженні запропонованої технологічної схеми виготовлення в'яленої риби.

Мета магістерської роботи – дослідження впливу іона кальцію і магнію на вологоутримуючу здатність м'язових білків рибної сировини та визначення оптимального способу його введення при посолі для покращення процесу сушіння.

Ключові слова: вологоутримуюча здатність, посіл, просолювання, хлорид натрію, хлорид кальцію, сушіння, вологість.

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ.....	8
1.1. Аналіз інноваційних технологій в'ялено-сушеної риби.....	8
1.2. Теоретичні основи сушіння, вплив іонів на процес зневоднення.....	9
РОЗДІЛ 2. МАТЕРІАЛИ, МЕТОДИКА ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	14
РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ АНАЛІЗ.....	18
3.1 Визначення характеристик об'єкту дослідження.....	18
3.2 Дослідження динаміки просолювання товстолобика.....	19
3.3 Дослідження динаміки зміни вологоутримуючої здатності білків рибної сировини при дії хімічного модифіканту.....	26
3.4 Зміна вологоутримуючої здатності залежно від тривалості дії і концентрації іону двовалентного металу.....	28
3.5 Вплив на процес в'ялення наявність в рибі катіону кальцію.....	30
3.6 Оцінка сенсорних характеристик в'яленого товстолобика.....	31
РОЗДІЛ 4. ОБГРУНТУВАННЯ УДОСКОНАЛЕНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ.....	35
РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ.....	38
РОЗДІЛ 6. РОЗРАХУНКИ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ.....	44
6.2. Розрахунок техніко–економічних показників впровадження дослідження.....	44
ВИСНОВКИ.....	49
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	50
ДОДАТКИ.....	54

## ВСТУП

На сьогодні в Україні широко розвинуте виробництво провісної, в'яленої і сушеної рибопродукції на основі прісноводної і морської рибної сировини. Ця продукція користується стабільним попитом населення, має високі харчові і споживчі властивості. Основною технологічною операцією, на якій формуються властивості готового продукту, є сушіння. Цей процес, як правило, складний і тривалий. При незначному порушенні процесу можливий розвиток небажаної мікрофлори, таких як патогенні мікроорганізми, паразити та ін. При цьому процес сушіння потребує значних енергозатрат.

Швидкість сушки і енерговитрати на цей процес залежать від стану вологи у м'язових тканин риби, що пов'язано з вологоутримуючою здатністю білків м'язів риби. Чим більша вологоутримуюча здатність, тим менша швидкість сушки і більші енергозатрати.

Багаторазовими дослідженнями, проведених на білках, було встановлено, що введення у водобілкову систему двовалентних металів призводить до різкого зниження вологоутримуючої здатності. Однак використання регулювання вологоутримуючої здатності процесі виробництва в'яленої, провісної і сушеної рибопродукції раніше не досліджувалося.

Таким чином, розробка науково обґрунтованого способу регулювання вологоутримуючої здатності білків тканин сировини при виробництві в'яленої, провісної і сушеної риби є актуальним, практично значимим і має безперечну наукову новизну.

З вище сказаного випливає, що метою магістерської роботи є дослідження впливу іона кальцію і магнію на вологоутримуючу здатність м'язових білків рибної сировини та визначення оптимального способу його введення при посолі для покращення процесу сушіння.

Предмет дипломної роботи являється товстолобик в'ялений, солений напівфабрикат, їх фізико-хімічні показники та хлорид кальцію.

Об'єктом є удосконалення технології виробництва в'яленої і сушеної рибопродукції.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі **завдання**:

- проаналізувати літературні джерела у сфері виготовлення в'яленої і сушеної;
- вивчення динаміки просолювання рибної сировини хлоридом натрію з додаванням хлориду кальцію;
- визначити динаміку зниження вологоутримуючої здатності на різних етапах просолювання;
- прослідити динаміку накопичення іону  $\text{Ca}^{2+}$  при просолювання риби;
- визначити вплив іонів двовалентних металів, які застосовуємо на сенсорні характеристики готового продукту.

## РОЗДІЛ 1

### ЛІТЕРАТУРНИЙ ОГЛЯД

#### 1.1. Аналіз інноваційних технологій в'ялено-сушеної риби

В'ялення та сушіння – традиційні способи консервування риби, які застосовуються ще з давніх часів. На сьогоднішній день їх технологія потребує удосконалення з метою інтенсифікації виробництва, зменшення енерговитрат та збереження якості готової продукції [1].

До інноваційних способів виготовлення в'ялено-сушеної риби належать сублімаційне сушіння, мікрохвильове сушіння, осмотична дегідратація та надкритична дегідратація CO<sub>2</sub> [2, 3].

Технологія сублімаційного сушіння належить до методів дегідратації, суть яких полягає у глибокому заморожуванні рибної сировини з подальшим різким зниженням тиску, що забезпечує перехід води безпосередньо з твердого стану у газоподібний, минаючи рідку фазу. Такий спосіб дає змогу майже повністю зберегти природний смак, харчову цінність та колір рибної продукції. На відміну від традиційних методів сушіння, сублімаційна технологія здійснюється за нижчих температур, тому термічне навантаження на чутливі компоненти (вітаміни, білки, поліненасичені жирні кислоти) значно менше. Ліофілізована риба зберігає високі органолептичні характеристики та має подовжений термін зберігання завдяки майже повному видаленню вологи, що знижує ризик розвитку мікроорганізмів. Крім того, такі продукти вирізняються малою масою та компактністю, що робить їх особливо зручними під час транспортування та зберігання [4-6].

Технологія мікрохвильового зневоднення передбачає використання мікрохвильового випромінювання, яке спричиняє інтенсивне нагрівання молекул води та їх швидке випаровування. Порівняно з сушінням гарячим повітрям, мікрохвильовий спосіб відрізняється значно меншою тривалістю процесу та підвищеною ефективністю. Такий метод забезпечує рівномірний прогрів сировини, що мінімізує неоднорідність структури та якості готового продукту, характерну для традиційних способів. Можливість проводити процес

за нижчих температур сприяє кращому збереженню харчових речовин і природних смакових характеристик риби [7-9].

Осмотична дегідратація — це спосіб видалення вологи, який базується на різниці осмотичного тиску та полягає у зануренні рибної сировини в концентрований розчин. Найчастіше використовують сольові або цукрові розчини, які не лише сприяють зневодненню, а й формують характерний смак і покращують консистенцію продукту. Під час процесу осмотично активні компоненти частково проникають у тканини риби, підвищуючи її органолептичні властивості. Основна перевага методу полягає у можливості проводити дегідратацію без впливу високих температур, що дозволяє уникнути небажаних змін якості. Регулюючи параметри розчину та умови оброблення, можна досягати оптимального співвідношення смаку, структури та ступеня видалення вологи. Осмотична дегідратація також пригнічує розвиток мікрофлори, сприяючи тривалішому зберіганню рибних продуктів [10-12].

Надкритична CO<sub>2</sub>-дегідратація є сучасною високотехнологічною методикою, що базується на використанні вуглекислого газу в надкритичному стані для м'якого видалення води з рибної сировини. У порівнянні з класичним сушінням цей метод забезпечує швидке вилучення вологи без руйнування клітинних структур, що дозволяє максимально зберегти природний вигляд, смак і харчову цінність продукту. Процес проходить в умовах відсутності кисню, тому практично виключає окиснювальні реакції та сприяє істотному подовженню терміну придатності. Окрім цього, надкритична дегідратація відзначається високою енергоефективністю, екологічністю та мінімальними втратами летких ароматичних сполук, що робить її однією з найбільш перспективних технологій сучасної харчової промисловості [13-15].

## **1.2. Теоретичні основи сушіння, вплив іонів на процес зневоднення**

Сушіння і в'ялення риби визначеної солоності дозволяє отримати готовий до вживання продукт з високими смаковими і поживними властивостями. В процесі в'ялення в м'язах риби проходять складні біохімічні зміни білкових речовин.

Сушінням називають процес видалення з матеріалів будь-якої рідини, внаслідок чого збільшується відносний вміст сухої частини. При сушінні вологих матеріалів, зокрема харчових продуктів, видаляється головним чином вода, тому під сушінням розуміють процес обезводнення матеріалів .

Застосування окремих принципів обезводнення і методів сушіння обумовлене енергією зв'язку з матеріалом.

Приблизне співвідношення води по формах зв'язку у свіжій риби складає у відсотках від загального змісту: вода мікрокапілярів і змочування — близько 7; хімічно зв'язана адсорбційна — близько 23; осмотична вода і вода мікрокапілярів — близько 70.

В процесі сушки з риби в першу чергу віддаляється вільна вода (поверхнева і вода макрокапілярів), а потім — мікрокапілярів, осмотична і адсорбційна [16-18].

Рибна сировина відноситься до вологих і гідрофільних матеріалів, в яких при сушці спостерігають всі види переміщення води, обумовлені дією дифузійно-осмотичних і капілярних сил.

При високих температурах сушки термовологопровідність, направлена від поверхні до внутрішніх шарів, грає помітну роль при переміщенні води.

При низьких температурах сушки риби (в'ялення, сушка) температурний градієнт невеликий, тому термовологопровідність майже не робить впливу, а пересування води відбувається за рахунок градієнта вологості.

В процесі холодної сушки рух води в рибі заснований на дифузійно-осмотичних процесах, причому вода з внутрішніх шарів риби рухається до поверхні у вигляді рідини. При цьому в першу чергу зменшується кількість води в поверхневих шарах риби, порушується осмотична рівновага в тілі риби і вода з глибших шарів пересувається до поверхні.

Рух пари з поверхні риби в навколишнє повітря через нерухомий (прикордонний) шар у поверхні риби називається зовнішньою дифузійною. Рух води з внутрішніх шарів до поверхневих шарів називається внутрішньою дифузійною. Якщо швидкість внутрішньої дифузії менше швидкості зовнішньої

дифузії, то поверхня об'єкту, який висушується, швидко висихає, причому скориночка, що утворюється, уповільнює надходження нових порцій води на поверхню, в результаті цього процес сушки припиняється [16-18].

Зовнішнім проявом дії сушки є зміна маси риби. Знаючи масу риби до сушки і початкову вологість цілої риби, можна по зміні маси визначити вміст води в рибі у будь-який момент сушіння.

Механізм руху води при сушці солоної риби досліджений на підставі даних по розподілу води і солі на різній відстані від поверхні зразків в різні періоди сушки. Солоні риби в процесі сушки має на поверхні меншу вологість, чим у внутрішніх шарах м'язової тканини. Зменшення кількості води в м'язовій тканині риби супроводжується збільшенням концентрації солі.

Швидкість сушки риби залежить від температури повітря, його відносної вологості і швидкості руху.

З підвищенням температури повітря швидкість сушки зростає, тому процес рекомендується здійснювати при можливо вищій температурі повітря без погіршення якості риби.

Температуру сушки встановлюють з урахуванням вмісту ліпідів, гістологічної структури м'язової тканини, способу оброблення. Так, мало жирну рибу сушать при вищій температурі, ніж жирну.

Як правило, товщина шматків (цілої риби), що рекомендується, для холодної сушки не перевищує 4 см; ширина і довжина об'єкту, який висушується на інтенсивність сушки істотного впливу не надають.

Правильний вибір швидкості руху повітря обумовлений тим, що при дуже великій циркуляції порушується відповідність між внутрішньою і зовнішньою дифузією, а при дуже низькою — сповільнюється процес сушки, що приводить до псування продукту. Звичайний діапазон швидкості руху повітря складає 0,2—1,9 м/с.

Найбільш сприятливою для сушки риби є відносна вологість повітря 40—60%, яка, як правило, досягається конденсаційним повітря, охолодженням його до негативних температур, які викликають конденсацію водяної пари [18].

Точний облік всіх чинників, що впливають на процес сушки і якість отриманого продукту, дозволяє застосовувати оптимальний режим сушки, при якому риба зневоднюється до певної вологості при мінімальній тривалості і витраті енергії.

Кожен електроліт, доданий в напівфабрикат у відповідній кількості, сприяє коагуляції білків. Ця дія пояснюється частковим або повним звільненням білкових молекул від їх електричного заряду. Заряди колоїдних частинок, що утворюються на поверхні молекул (адсорбційний шар), нейтралізуються іонами протилежного знаку. Швидка коагуляція відбувається в ізоелектричній точці. Коагуляція гідрофобних колоїдів зазвичай йде інтенсивно вже при невеликих концентраціях іонів, але коагуляція гідрофільних колоїдів з молекулами, покритими шарами молекул води, тобто при вищих концентраціях електроліту, проходить повільніше. При підвищенні концентрації електролітів, поки величина електрокінетичного потенціалу частинок менше відбувається повільна коагуляція білків, оскільки чим вище заряд іона, тим сильніше його дія, що коагулює.

Послідовність коагуляції іонів описується ліотропними рядами Хофмейстера. Неорганічні солі здатні змінювати і стабілізувати нативну структуру м'язових білків. Іонізовані групи притягають гідратаційну оболонку, яка таким чином перестає відповідати первинній структурі. Молекули білка, і рівновага порушується у бік денатурованої форми характерної складчастої просторової структури, що не має [16-18].

Ліотропні ряди Гофмейстера, ряди іонів, розташованих в порядку посилення або ослаблення їх ліотропної дії, тобто впливу на властивості розчинника, а також на швидкість і глибину хімічних реакцій і фізико-хімічних процесів, що протікають в середовищі даного розчинника. Найбільш вивчено і практично важлива ліотропна дія іонів у водних середовищах. Характерні, наприклад, ліотропні ряди неорганічних однозарядних аніонів ( $F^-$ ,  $Cl^-$ ,  $Br^-$ ,  $NO_3^-$ ,  $I^-$ ,  $CNS^-$ ) і катіонів лужних і лужноземельних металів ( $Li^+$ ,  $Na^+$ ,  $K^+$ ,  $Rb^+$ ,  $Cs^+$ ;  $Mg^{2+}$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Sr^{2+}$ ,  $Ba^{2+}$ ), розміщених по зростаючій здатності адсорбуватися з

водних розчинів на активному вугіллі або інших адсорбентах. У такому ж порядку слідує іони в ліотропних рядах по зменшенню дії, що висолює, посиленню здатності, що коагулює, впливу на розчинність і набухання у воді високомолекулярних з'єднань, дії на різні фізіологічні функції організму. Послідовність іонів в ліотропних рядах визначається їх зарядом, розміром і сольватацією (гідратацією), тобто здатністю зв'язувати молекули розчинника (води). В межах групи іонів з однаковим зарядом сольватація збільшується із зменшенням іонного радіусу. Під впливом зміни складу розчинювального середовища, величини показника рН, температури, зовнішніх силових полів послідовність іонів в ліотропних рядах може мінятися аж до повного звернення. Ліотропні ряди мають значення для розуміння і направленою регулювання різних хіміко-технологічних і біохімічних процесів.

Відповідно до теорії сильних електролітів Дебай—Хюкеля частина іонів може піддаватися асоціації. У концентрованих розчинах електролітів в результаті дії сил тяжіння між іонами поблизу кожного іона розташовується більше іонів протилежного заряду, чим одноіменних заряджених іонів.

В розбавлених розчинах, електролітів коефіцієнт активності такий же, як і у всіх розчинах однакової іонної сили. У свою чергу, відповідно до закону Дебай-Хюкеля зростання іонної сили приводить до зменшення середнього коефіцієнта активності ( $\gamma_{\pm}$ ) електроліту [16-18].

Велику роль в тканинах риби має ступінь зв'язування води, яку визначає вологоутримуюча здатність. За теорією «ліотропних рядів», яка показує здатність і силу деяких катіонів і аніонів викликати коагуляцію колоїдів, солі двовалентних металів значно знижують показник вологоутримуючої здатності, що допоможе швидше видалити вологу з м'язів риби.

Подальших досліджень потребують питання накопичення двовалентних металів в тканинах та їх проникнення в м'язи риби; вплив на вологоутримуючу здатність білків риби; процес дозрівання напівфабрикату та формування смаку і аромату готового продукту; зміни при зберіганні.

## РОЗДІЛ 2

### МАТЕРІАЛИ, МЕТОДИКА ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Дослідження проводилися за схемою, що представлена на рис. 2.1, яка зображає послідовність виконання досліджень та їх зв'язок.

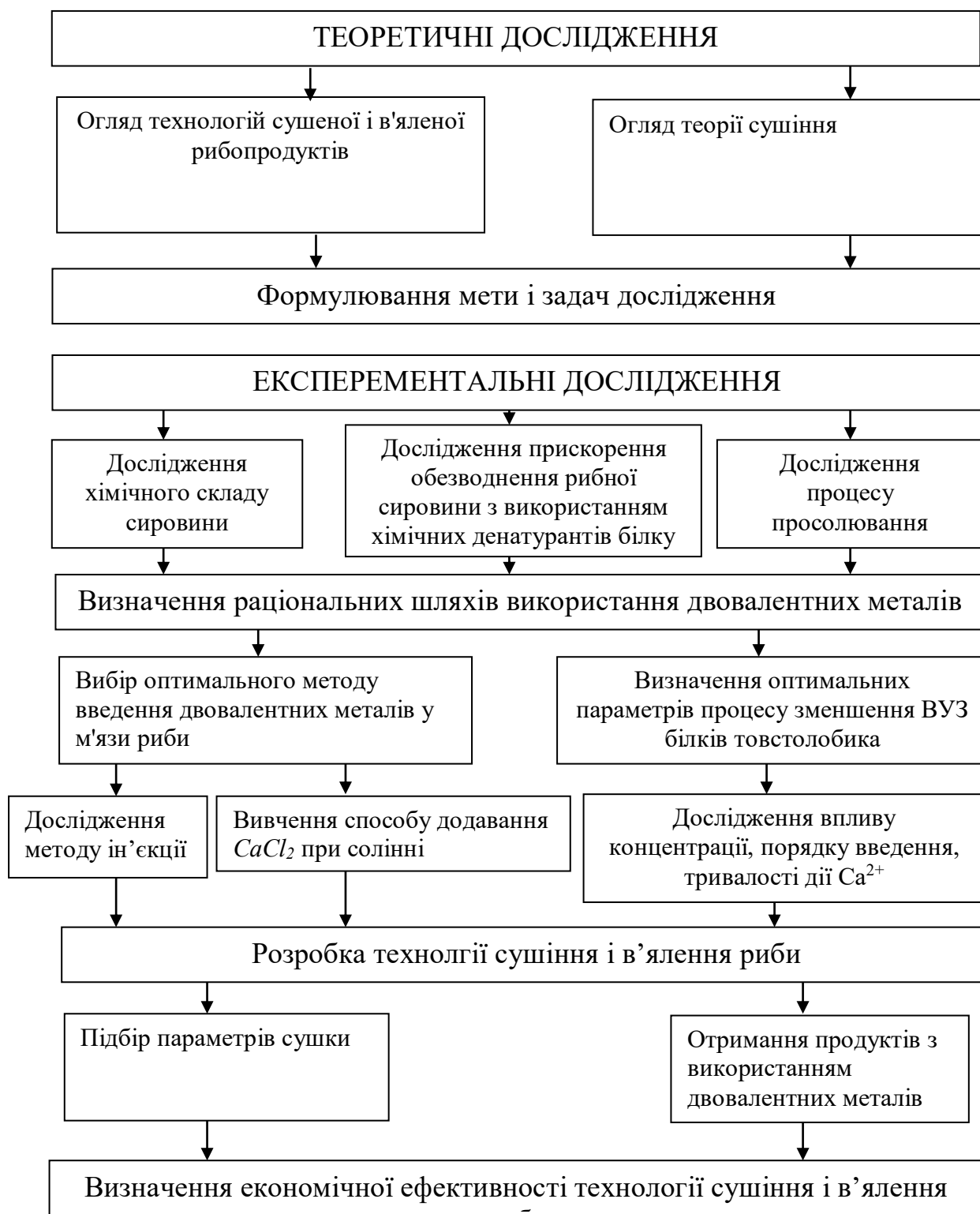


Рис.2.1. Схема проведення досліджень

Експериментальні дослідження виконувалися у лабораторії кафедри Технології переробки м'ясних, рибних і морепродуктів Національного університету біоресурсів і природокористування України.

Об'єктами досліджень є товстолобик та функціональні продукти – хлорид кальцію.

Відповідно до представленої схеми проведемо наступні експериментальні методи дослідження.

### **Методи дослідження**

Відбір проб і підготовку їх до аналізу здійснювали у відповідності до ДСТУ 7972:2015 [19].

Органолептичну оцінку сировини проводили за ДСТУ 2284:2010 [20].

Вміст масової частки вологи методом висушування при температурі 100-105 °С визначали за ДСТУ 8029:2015. Метод заснований на виділенні (випарюванні) води із продукту при тепловій обробці та визначенні зміни його маси зважуванням [21].

Визначення масової частки білку по К'ельдалю проводили за ДСТУ 8030:2015 [22].

Визначення масової частки жиру екстракційним методом в апараті Сокслета проводили за ДСТУ 8718:2017. Метод заснований на визначенні зміни маси зразка після екстракції жиру розчинником [23].

Визначення вологоутримуючої здатності проводили за методом, що заснований на виділенні води з досліджуваного зразка пресуванням і визначення його по масі або площі «вологої» плями [25].

Визначення розмірно-масових характеристик сировини проводилося у відповідності до методичних вказівок.

Органолептичну оцінку якості готового продукту проводили по ДСТУ 8451:2015 [26].

Визначення хлористого натрію аргентометричним методом ДСТУ 8031:2015. Метод заснований на здатності азотнокислого срібла в

нейтральних розчинах утворюють з хлористим натрієм білий осад хлористого срібла [27].

Визначення кальцію тригонометричним. Метод заснований на утворенні в лужному середовищі малодисоційованого комплексної сполуки катіону кальцію з динатрієвою сіллю етилендіамід-N,N,N',N'-тетрауксусної кислоти (трилон Б). Еквівалентну точку при титруванні визначають за допомогою індикатора кальцеїну (флуорексона), хрому кислотного темно-синього або мурексиду.

Статистичний аналіз при обробці результатів дослідження проведено по методиці:

На першому етапі обчислили вибіркоче середнє:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

Обчислили абсолютне відхилення для кожного вимірювання:

$$\Delta x_i = \bar{x} - x_i$$

Обчислили значення середньоквадратичного відхилення:

$$\delta = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \Delta x_i^2}{n}}$$

Обчислили фактичні значення R критерію для кожного вимірювання:

$$R_1 = \frac{|\Delta x_i|}{\delta};$$

Далі по таблиці значень критерію максимального відхилення  $R_{\max}$  вибираємо максимальне допустиме значення критерію відхилення для  $n$  і  $P = 1 - \beta$ .

З порівняння значення  $R_{\max}$  і фактичних значень R критерію для кожного вимірювання виявляємо випадкові «промахом» і виключаємо з подальших розрахунків.

На другому етапі розрахунку перевіряємо результати вимірювань на наявність «промахів».

Повторяєм розрахунок для експериментальних даних, які залишилися. У випадку відсутності виадкових «промахів» визначаєм значення довірчого інтервалу.

Для визначення довірчого інтервалу розраховуємо значення вибіркової дисперсії:

$$S_x^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1} = \frac{\sum_{i=1}^n \Delta x_i^2}{n-1}$$

Далі по таблицях розподілу Стьюдента знаходимо величину  $t(P, f)$  і розраховуємо величину довірчого інтервалу [10]:

$$\varepsilon_\beta = t(P, f) \sqrt{\frac{S_x^2}{n}}$$

Результати досліджень статистично оброблятимуться і всі графіки та таблиці будуватимуться з використанням середніх значень.

## РОЗДІЛ 3

### РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ АНАЛІЗ

#### 3.1 Визначення характеристик об'єкту дослідження

На сьогодні зміни клімату, екології, умов культивування та середовища існування є умовою для нестабільності рибної сировини. На першому етапі дослідження були уточнені основні характеристики товстолобика білого, які представлені у таблиці 3.1

Таблиця 3.1.

**Фізико-хімічні показники товстолобика білого (n=5, P=0,95)**

Показник	Величина
1	2
Вміст води, %	75,9
Вміст білка, %	18,4
Вміст жиру, %	4,5
Вміст мінеральних речовин, %	1,2
ВУЗ, %	66,5

З таблиці 3.1 можна сказати, що основні фізико-хімічні показники товстолобика не потерпіли змін. Дані дослідження узгоджуються з даними інших авторів.

На основі експериментальних даних пораховано коефіцієнти, які характеризують технологічні і харчові властивості сировини

#### **1) Білково-водний коефіцієнт м'яса:**

$$БВК = (P/W) * 100\% = (18,4/75,9) * 100\% = 24,2 \%$$

де P - вміст білка в м'ясі риби;

W - вміст води в м'ясі риби.

#### **2) Білково-водножировий коефіцієнт м'яса:**

$$БВЖК = (P/(W+L)) * 100\% = (18,4/(75,9 + 4,5)) * 100\% = 22,9 \%$$

де L - вміст жиру в м'ясі риби.

#### **3) Валова калорійність м'яса:**

$$Q_{вал} = P * 17,1 + L * 38,9 = 18,4 * 17,1 + 4,5 * 38,9 = 489,7 \text{ кДж/100г,}$$

де 17,1- це така кількість тепла, яка виділяється при окислюванні 1г білка, кДж;  
38,9 - це така кількість тепла, яка виділяється при окислюванні 1г жиру, кДж.

#### 4) Дійсна калорійність

Визначається за допомогою коефіцієнта засвоєння цих речовин в організмі.

Для білків цей коефіцієнт дорівнює 0,96, для жиру – 0,91.

$$Q_{\text{іст}} = 18,4 * 0,96 * 17,1 + 4,5 * 0,91 * 38,9 = 461,3 \text{ кДж/100г.}$$

Вибрану сировину оцінювали за зовнішнім виглядом, кольором, консистенцією та запахом.

Результати досліджень зведені у таблиці 3.2.

Таблиця 3.2.

#### Органолептична характеристика товстолобика (n=5, P=0,95)

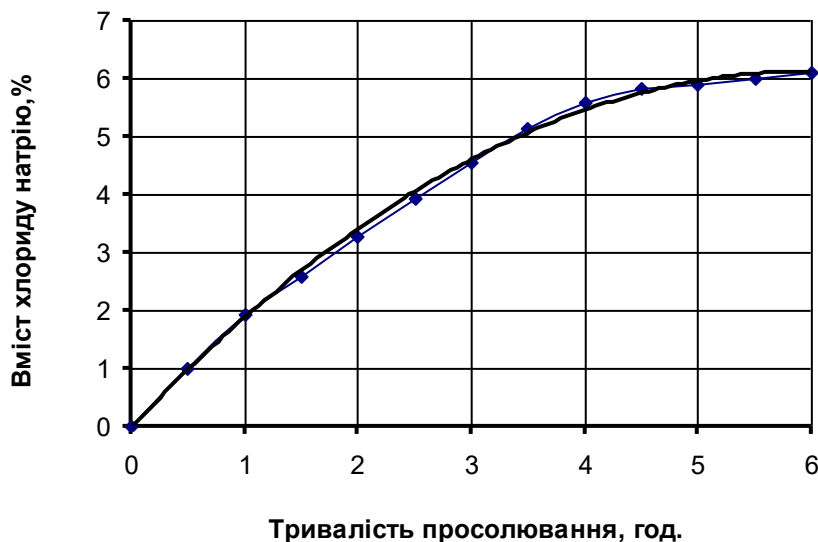
Назва показника	Характеристика та норма	Відповідність ДСТУ 2284:2010
Зовнішній вигляд	Поверхня риби чиста, природного забарвлення, властивою даному виду риби.	Відповідає
Консистенція	Туга. Притаманна рибі даного виду.	Відповідає
Запах	Властивий даному виду риби, без стороннього запаху	Відповідає

### 3.2 Дослідження динаміки просолювання товстолобика

Метою цього дослідження було встановлення проміжку часу (тривалості просолювання), необхідного для отримання соленого напівфабрикату.

Дослідження проводили при різній температурі в діапазоні 10-20°C у співвідношенні риба:тузлук 1:2 з використанням насиченого тузлуку. Зразки риби для хімічного дослідження відбирали кожні 30 хвилин.

Динаміка накопичення хлориду натрію в тканинах рибної сировини при температурі 20° С представлена на графіку 3.1.

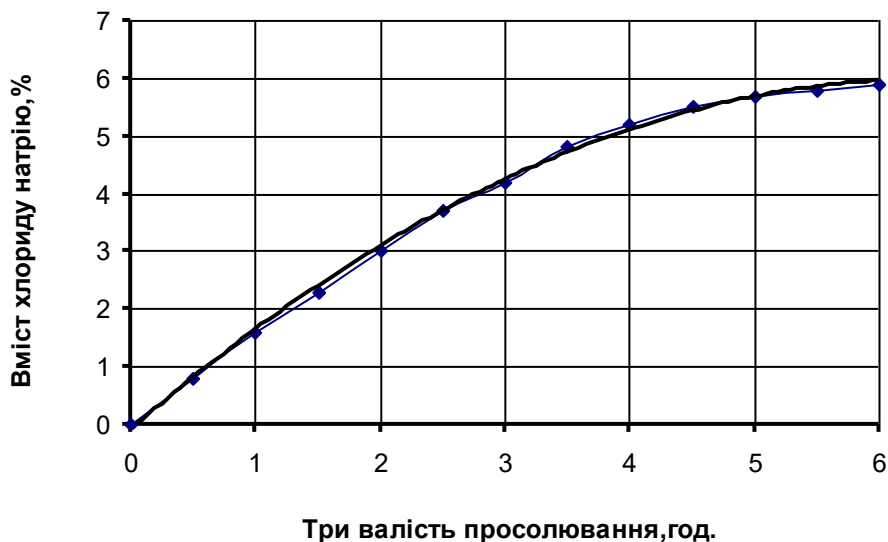


**Рис.3.1. Динаміка накопичення солі NaCl у процесі тузлучного посолу товстолюбика при температурі 20°C (n=5, P=0,95)**

Отримана експериментальна залежність описується рівнянням 3-ї степені  $y = -0,1713x^2 + 2,0503x - 0,0204$ , з точністю близько 99% ( $R^2 = 0,998$ ). Функція не має екстремумів і перегинів. Дослідження отриманої функціональної залежності методом диференціювання показує, що швидкість дифузії хлориду натрію в тканини рибної сировини знижується по мірі просоловання. Найбільше падіння швидкості процесу спостерігається після 4-5 годин процесу. Дослідження функції показали, що після 6 годин просоловання процес практично припиняється. Необхідний вміст хлориду натрію (6%) в напівфабрикаті настає після 6 годин посолу при даній температурі.

Динаміку накопичення хлориду натрію в тканинах рибної сировини при температурі 15° С представлено на графіку 3.2.

На експериментальному графіку показано залежність, яка описана рівнянням 3-ї степені  $y = -0,1465x^2 + 1,8886x - 0,1044$ , з довірою близько 99% ( $R^2 = 0,998$ ). Результати дослідження даної залежності свідчать, що швидкість проникнення і накопичення хлориду натрію в тканини риби знижується в порівнянні з попередньою залежністю. До зниження інтенсивності дифузії хлориду натрію призвело зниження температури процесу на 5°С.

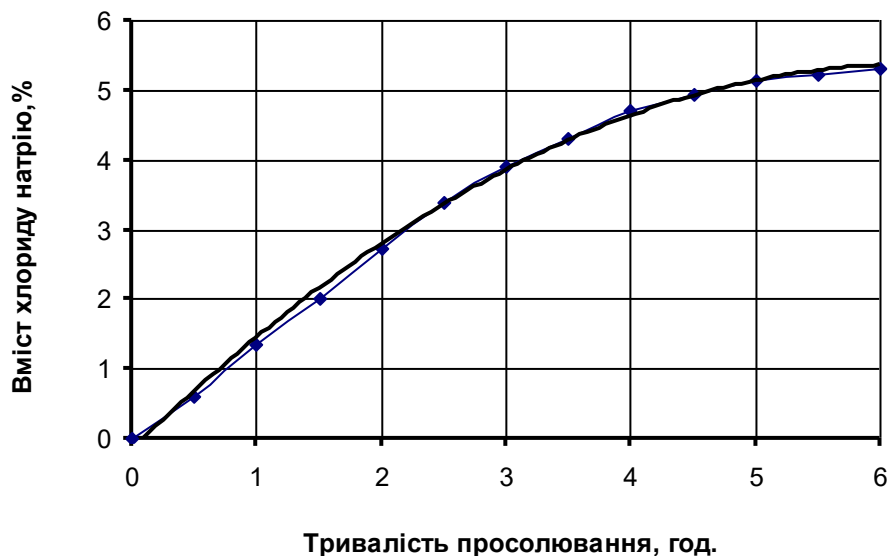


**Рис.3.2. Динаміка накопичення солі NaCl у процесі тузлучного посолу товстолюбика при температурі 15°C (n=5, P=0,95)**

З дослідження отриманої функції слідує, що збільшенням концентрації кухонної солі в рибі призводить до зменшення швидкості процесу дифузії (зменшується градієнт концентрації). Особливо це помітно в часовому інтервалі від 5 до 6 годин. В цілому швидкість просолювання при температурі 15°C помітно знижується, але при цьому температурному режимі гальмується розвиток небажаної мікрофлори.

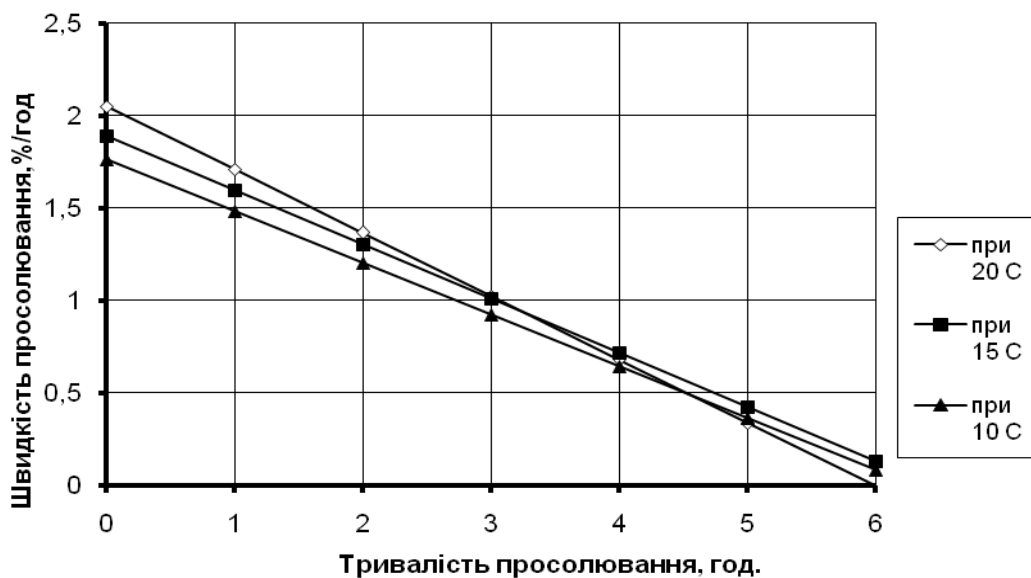
На наступному графіку (рис. 3.3) представлено динаміку накопичення хлориду натрію при температурі 10°C.

Функціональна залежність на графіку 3.3 апраксимірується рівнянням, яке має вигляд:  $y = -0,1399x^2 + 1,7616x - 0,1784$ , з точністю 99%. Екстремумів та перегинів функції не виявлено. Швидкість просолювання, яка спостерігається при температурі 10°C дуже мала, що значно збільшує тривалість просолювання.



**Рис.3.3. Динаміка накопичення солі NaCl у процесі тузлучного посолу товстолюбика при температурі 10°C (n=5, P=0,95)**

Обґрунтування вибору температури процесу було виконано, виходячи з порівняння розрахункових графічних залежностей швидкості дифузії хлориду натрію для досліджуваного діапазону температур (рис.3.4).



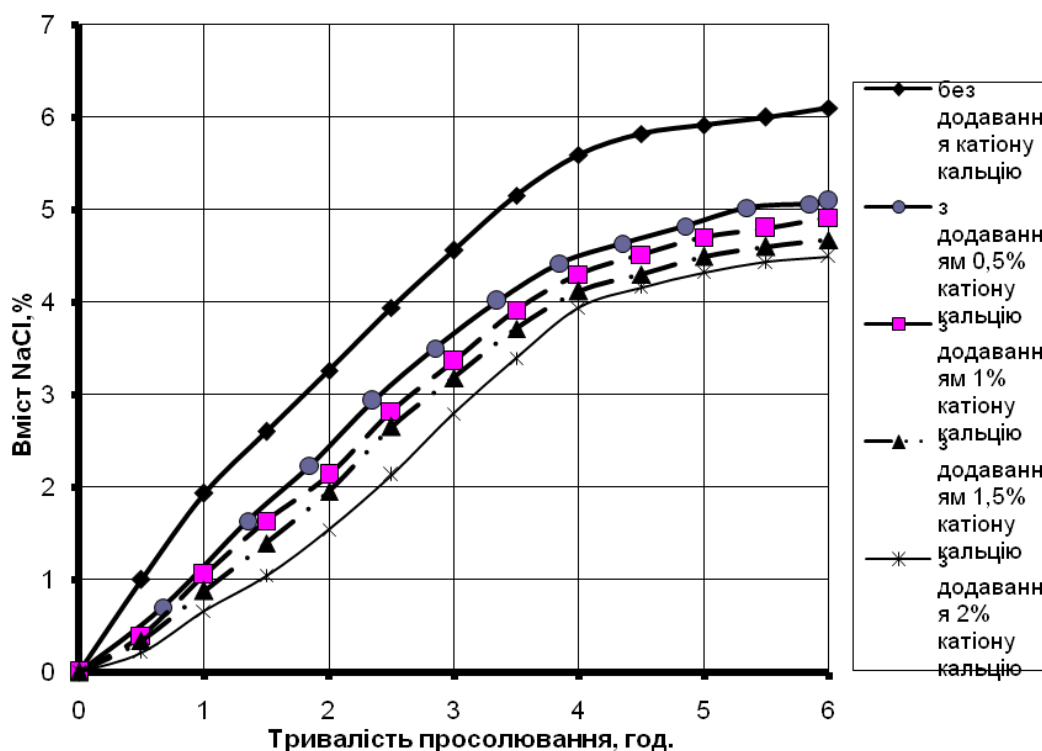
**Рис. 3.4. Порівняння розрахункових графічних залежностей швидкості дифузії хлориду натрію для різних температур (n=5, P=0,95)**

Отримана розрахункова пряма швидкості процесу при 20°C перетинає графіки швидкості процесу при інших температурах, що говорить про рівність швидкостей в точках перетину. Це спостерігається в інтервалі часу 3 і 4,5

години. Таким чином стає очевидним, що застосування температури процесу  $20^{\circ}\text{C}$  супроводжується найбільшим падінням його швидкості. Графіки швидкості дифузії хлориду натрію в тканини рибної сировини при  $10$  і  $15^{\circ}\text{C}$  не перетинаються. Швидкість процесу при  $15^{\circ}\text{C}$  вище ніж при  $10^{\circ}\text{C}$  у всьому часовому інтервалі. Таким чином температура процесу  $15^{\circ}\text{C}$  являється найбільш раціональною.

На наступному етапі досліджень була визначена динаміка накопичення кухонної солі в м'язах риби при витримці в тузлуці з додаванням хлориду кальцію в різних концентраціях (0,5; 1; 1,5; 2%) при різних температурах.

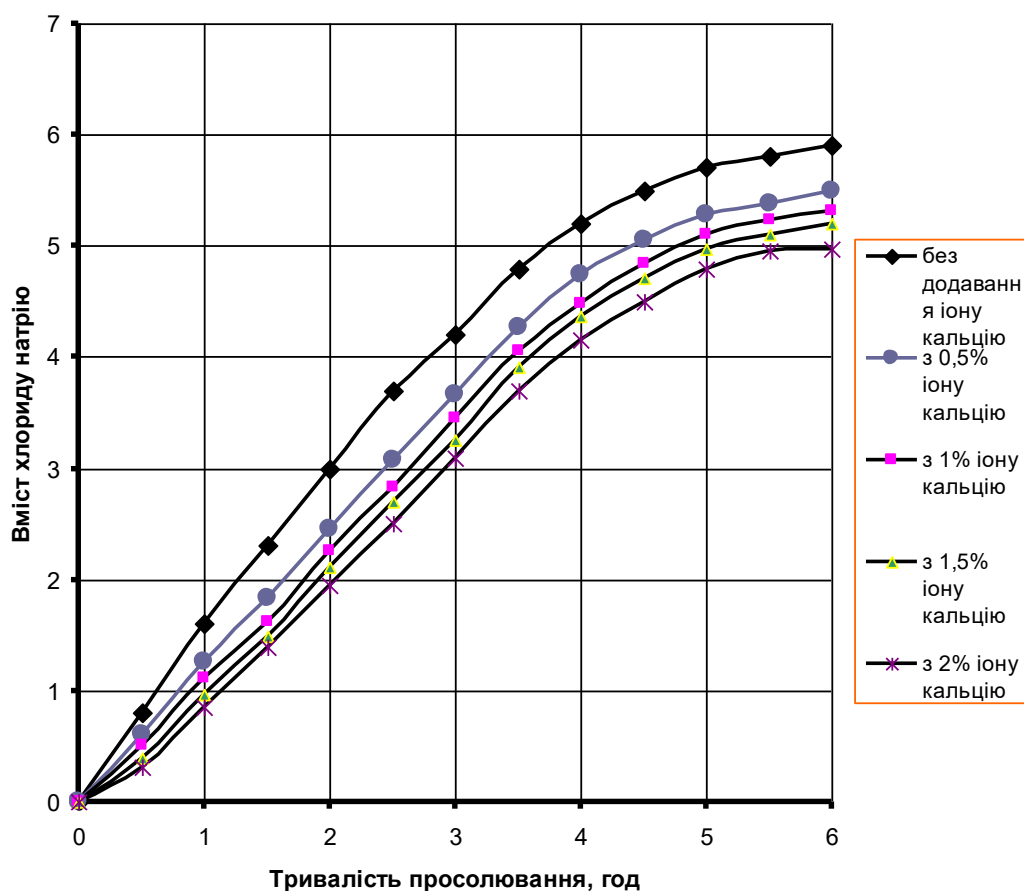
Динаміка накопичення солі  $\text{NaCl}$  у процесі тузлучного посолу товстолобика при різних температурах з додаванням у тузлук хлориду кальцію показана на рисунку 3.5.



**Рис.3.5. Динаміка накопичення солі  $\text{NaCl}$  у процесі тузлучного посолу товстолобика при температурі  $20^{\circ}\text{C}$  з додаванням у тузлук хлориду кальцію ( $n=5$ ,  $P=0,95$ )**

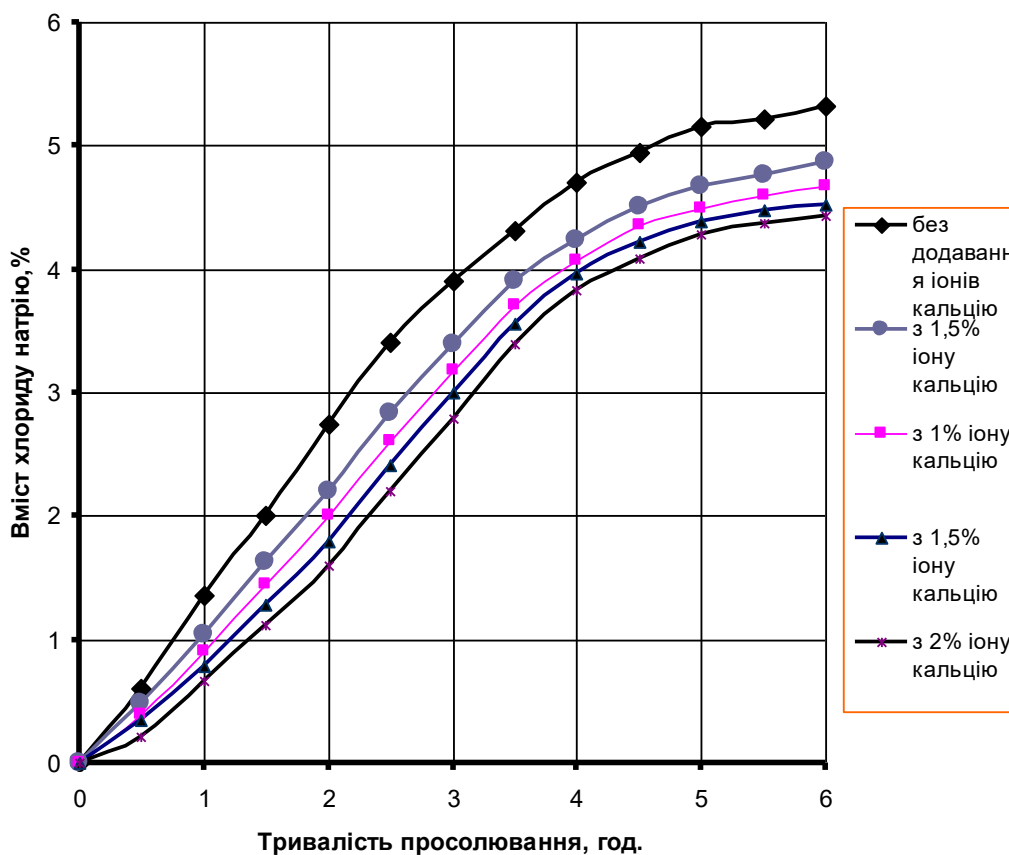
З аналізу графіків на рисунку 3.2 видно, що присутність іонів кальцію в посольному розчині збільшує тривалість просолювання. Імовірно, що  $\text{Ca}^{2+}$  ущільнює тканини рибної сировини, в результаті чого збільшується їх дифузійний опір.

Вплив температурних режимів на процес просолювання в тузлуці з хлоридом кальцію представлено на рисунках 3.6, 3.7.



**Рис.3.6. Динаміка накопичення солі NaCl у процесі тузлучного посолу товстолибика при температурі 15°C з додаванням у тузлук хлориду кальцію (n=5, P=0,95)**

Аналіз графіків на рисунку 3.3 свідчить про залежність тривалості просолювання від вмісту хлориду кальцію, яка в порівнянні з попереднім графіком показує зменшення швидкості процесу в результаті зниження температури на 5°C.



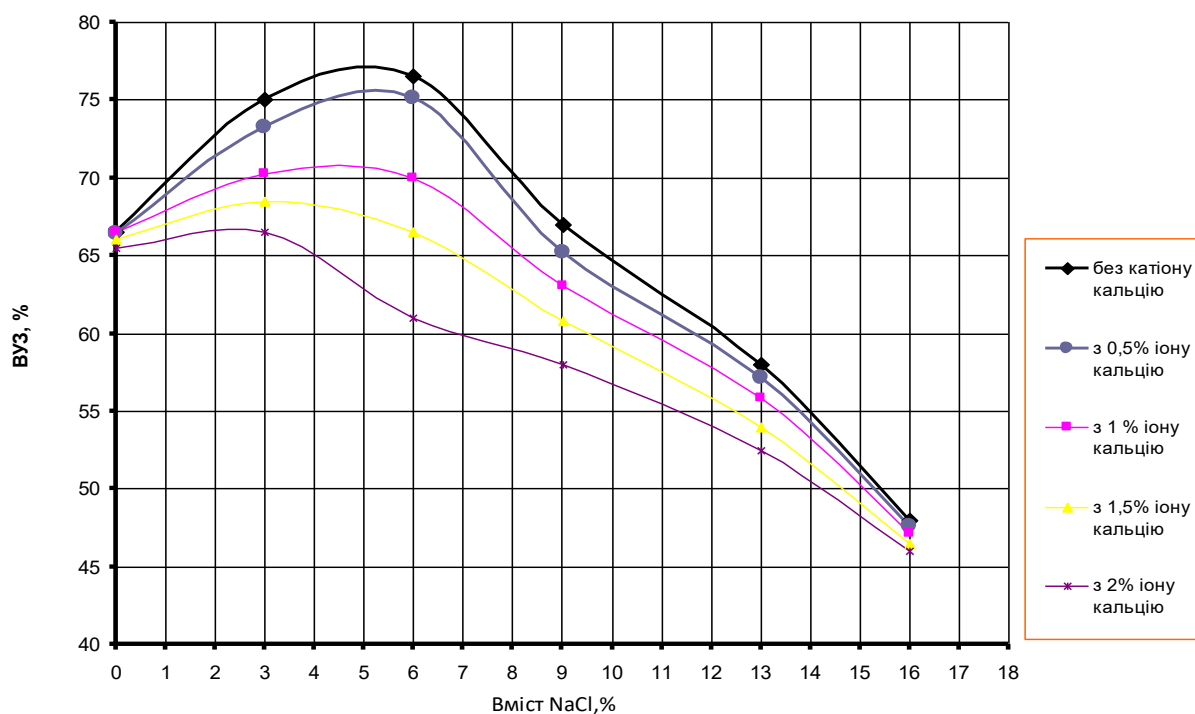
**Рис.3.7. Динаміка накопичення солі NaCl у процесі тузлучного посолу товстолобика при температурі 10°C з додаванням у тузлук хлориду кальцію(n=5, P=0,95)**

З вище представленої залежності випливає, що при зменшенні температури до 10°C швидкість накопичення хлориду натрію продовжує значно знижуватися. В результаті чого необхідний вміст хлориду натрію (6%) досягає при тривалій витримці у сольовому розчині.

### **3.3 Дослідження динаміки зміни вологоутримуючої здатності білків рибної сировини при дії хімічного модифікantu**

Зразки рибної сировини обробляли розчинами солей (хлориду натрію і хлориду кальцію) з різною концентрацією катіону кальцію. Процес просоловання проходив в насиченому тузлучі. В цьому випадку досліджували

динаміку зниження ВУЗ білків тканини риби при зміні вмісту кухонної солі в напівфабрикаті та тривалості процесу.

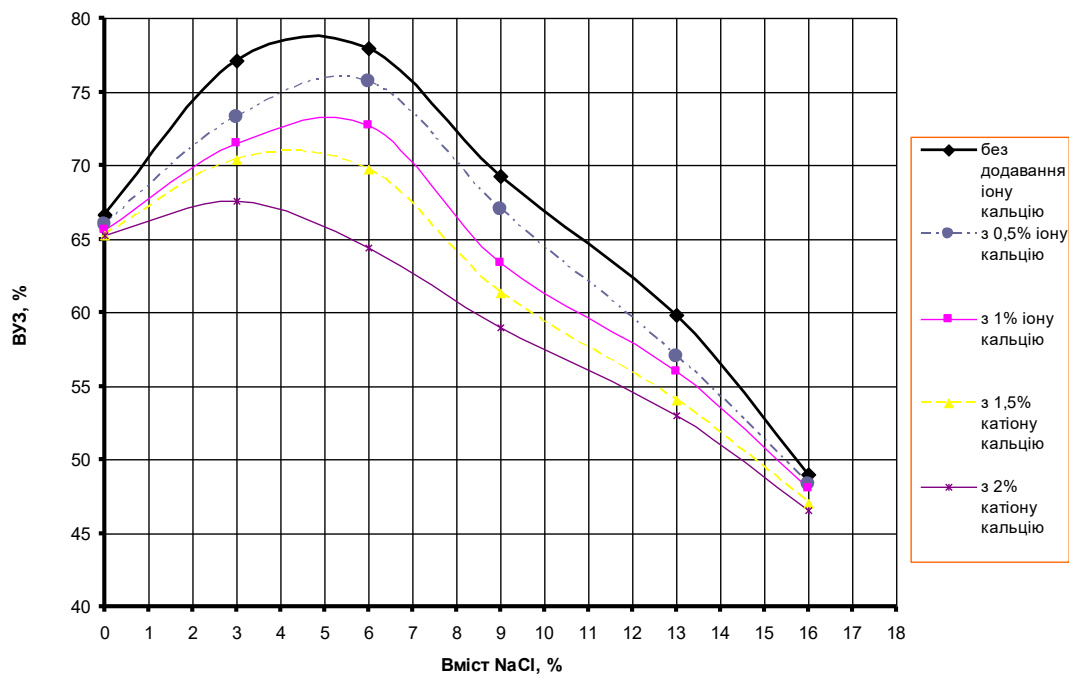


**Рис. 3.5. Динаміка зміни ВУЗ у процесі тузлучного посолу товстолюбка при 20°C (n=5, P=0,95)**

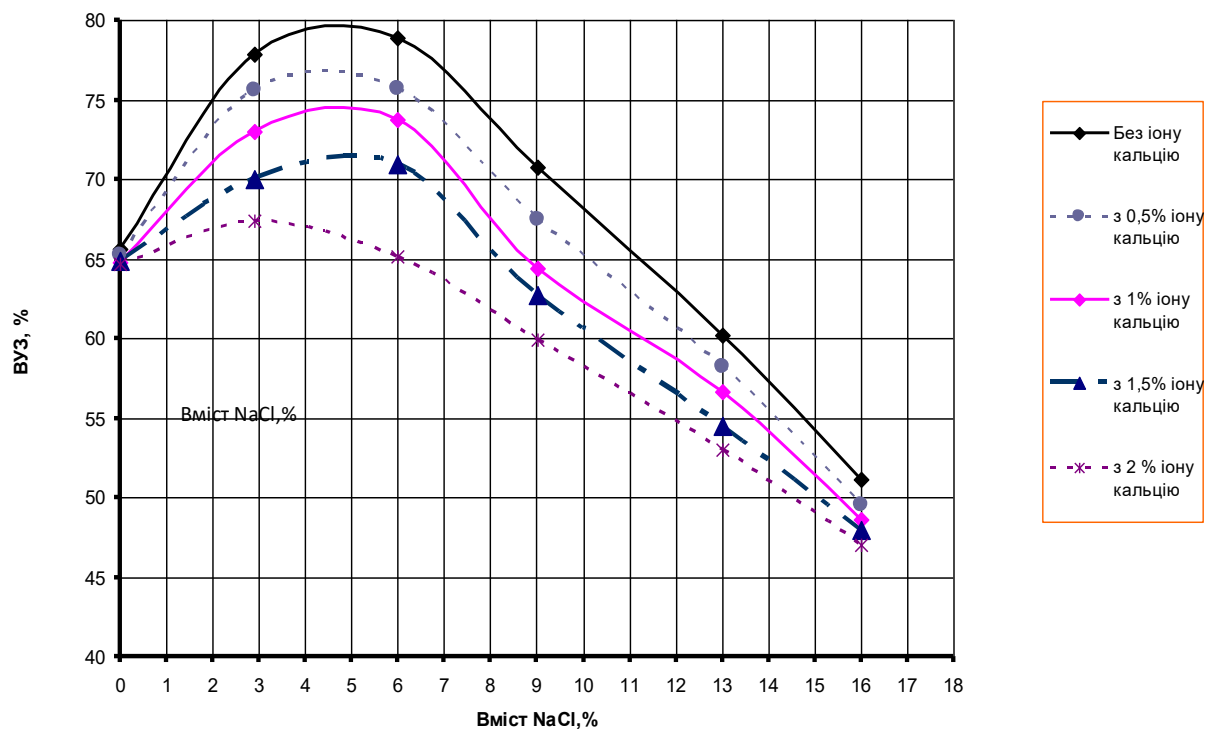
Результати досліджень показали, що наявність в м'язовій тканині хлориду натрію в кількості до 6 % сприяє деякому підвищенню ВУЗ тканин модельних зразків. Але ці значення нижчі у відповідних точках експериментальних зразків. Найбільш ефективна дія солі кальцію в інтервалі соленості напівфабрикату 3-7 %. Звісно найкращий результат значення вологоутримуючої здатності показав дослідний зразок, який мав концентрацією катіону кальцію 2%

Динаміка процесу просолювання оброблених зразків хлоридом кальцію при температурах 15 і 10 °C представлено на рисунках 3.6 та 3.7.

Аналіз даних графіків показав, що зміна температури в бік зменшення підвищує вологоутримуючу здатність.



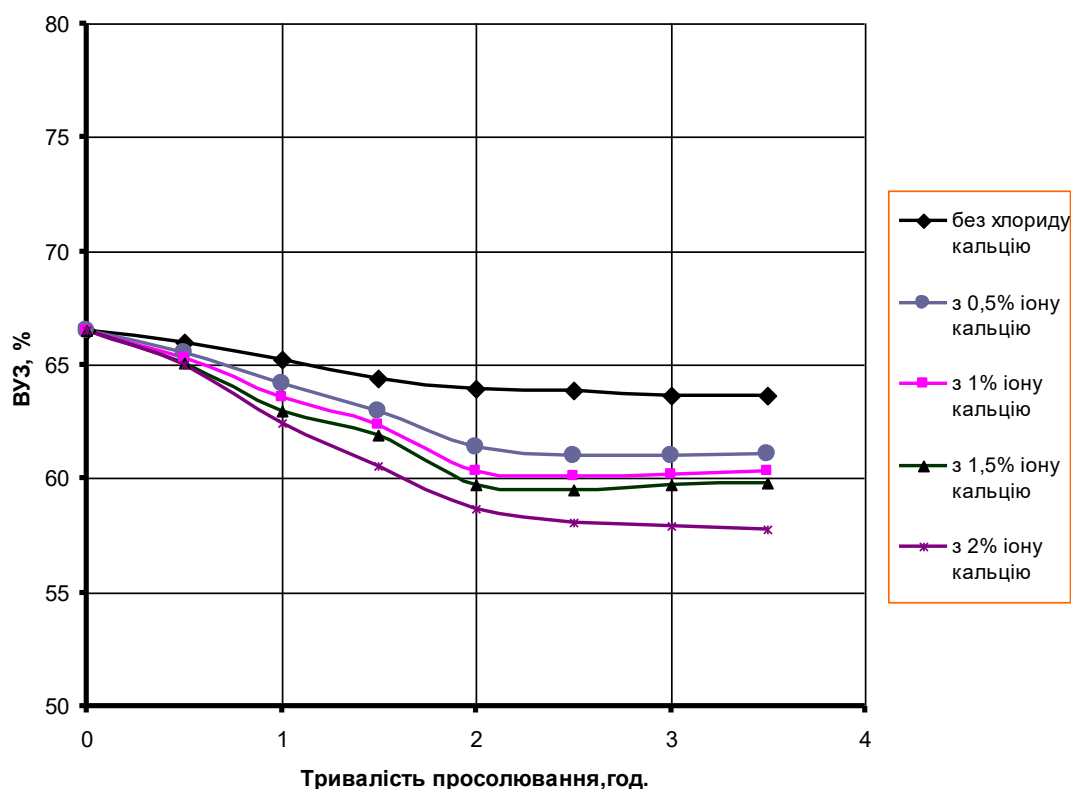
**Рис. 3.6. Динаміка зміни ВУЗ у процесі тузлучного посолу товстолюбика при 15°C (n=5, P=0,95)**



**Рис. 3.7. Динаміка зміни ВУЗ у процесі тузлучного посолу товстолюбика при 10°C (n=5, P=0,95)**

### 3.4 Зміна вологостримуючої здатності залежно від тривалості дії і концентрації іону двовалентного металу

У процесі дослідження визначалась залежність зміни ВУЗ від тривалості витримання у насиченому тузлуці при присутності катіону кальцію в концентраціях від 0,5 до 2 %. Також досліджували вплив температурних режимів в інтервалі 10-20°C.

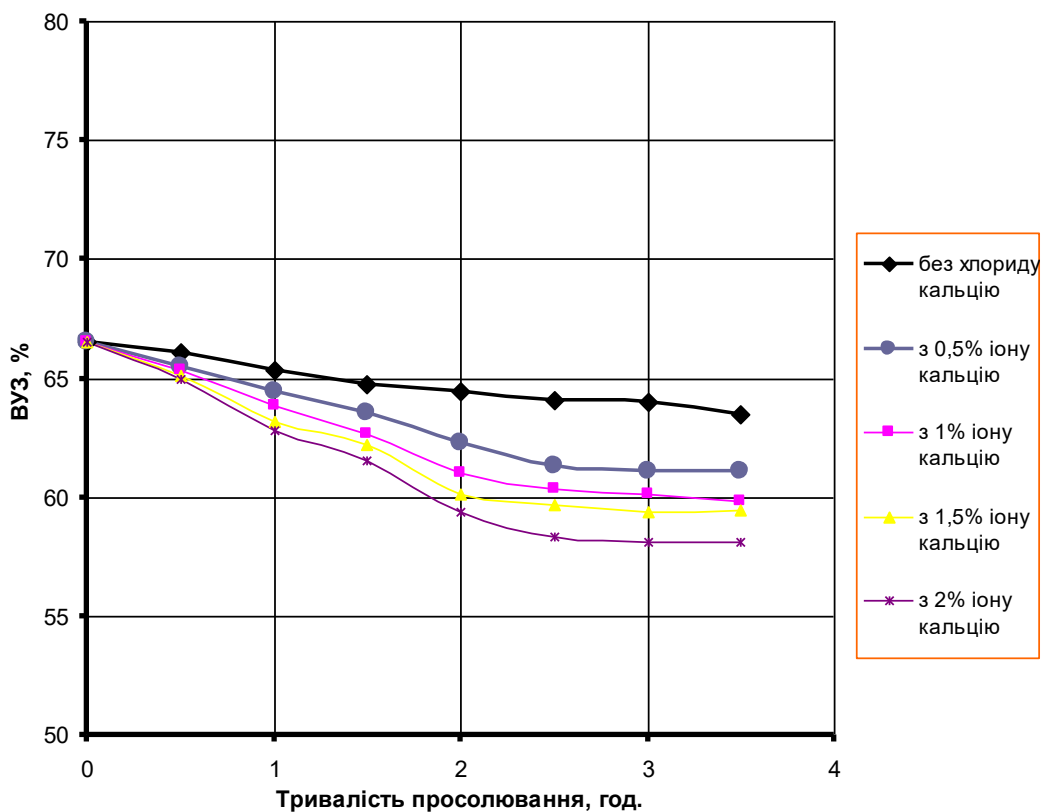


### 3.8 Динаміка зміни ВУЗ у процесі тузлучного посолу при температурі 20 °C (n=5, P=0,95)

На графіку (рис.3.8) відображено вплив тривалості витримання на ступінь зв'язування води білковими молекулами. При цьому встановлено, що тривалість обробки значно впливає на міцність зв'язування води гідрофільними групами білків. Так при 30 хвилинах ВУЗ білків білого товстолобика знижується незначно, всього на 3-5%. Найбільш ефективно зниження ступеня гідратації білкових молекул відбувається в інтервалі 0,5-2 години. При цьому ВУЗ м'язових білків знижується на 10-11%. Як показують

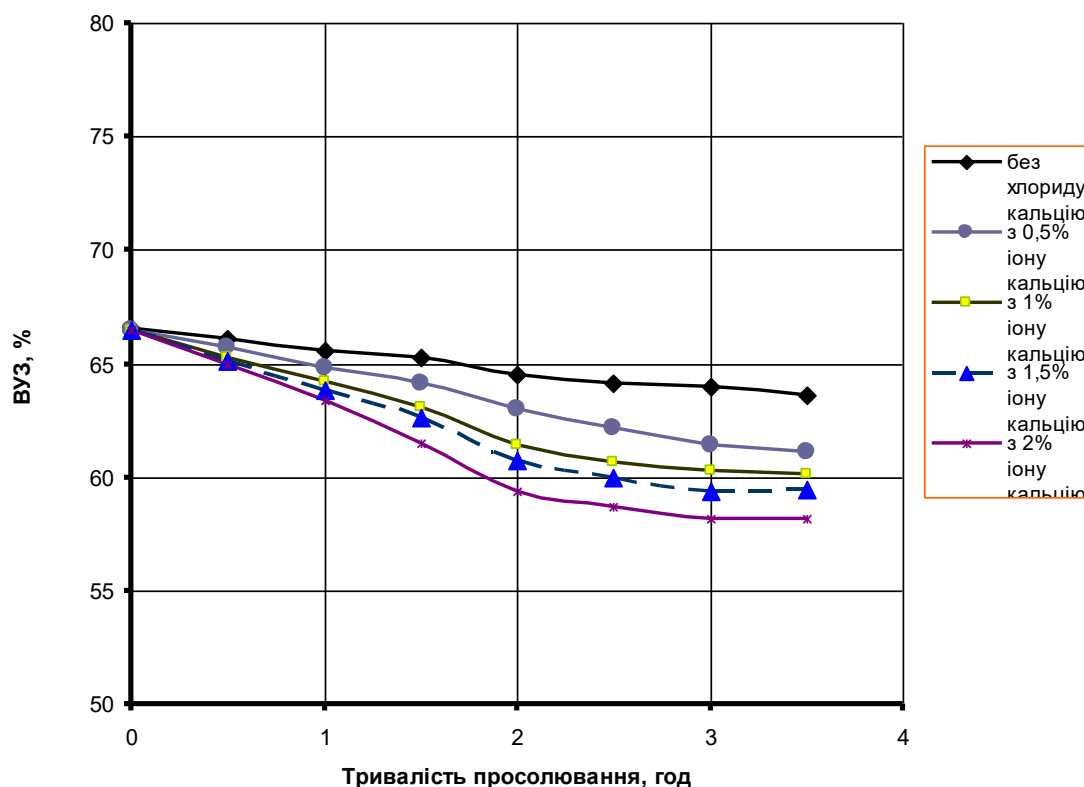
експериментальні дані, витримування в розчині досліджуваних концентрацій катіону кальцію більше 2 годин не раціонально, так як на проміжку більше 2 годин вологоутримуюча здатність практично не змінюється. При цьому тривале перебування риби у водному розчині може призводити до обводнення м'язової тканини і, як наслідок, зміна консистенції.

Динаміка зміни ВУЗ у процесі тузлучного посолу товстолобика при температурі 20 °С з додаванням хлориду кальцію представлено на рисунку 3.8.



### 3.9 Динаміка зміни ВУЗ у процесі тузлучного посолу при температурі 15 °С (n=5, P=0,95)

В результаті зниження температури на 5°С спостерігається збільшення проміжку ефективного падіння ВУЗ. Часовий інтервал падіння ступеня гідратації білкових молекул збільшився на 0,5 години порівняно з попереднім графіком.



### 3.10 Динаміка зміни ВУЗ у процесі тузлучного посолу при температурі 10 °С (n=5, P=0,95)

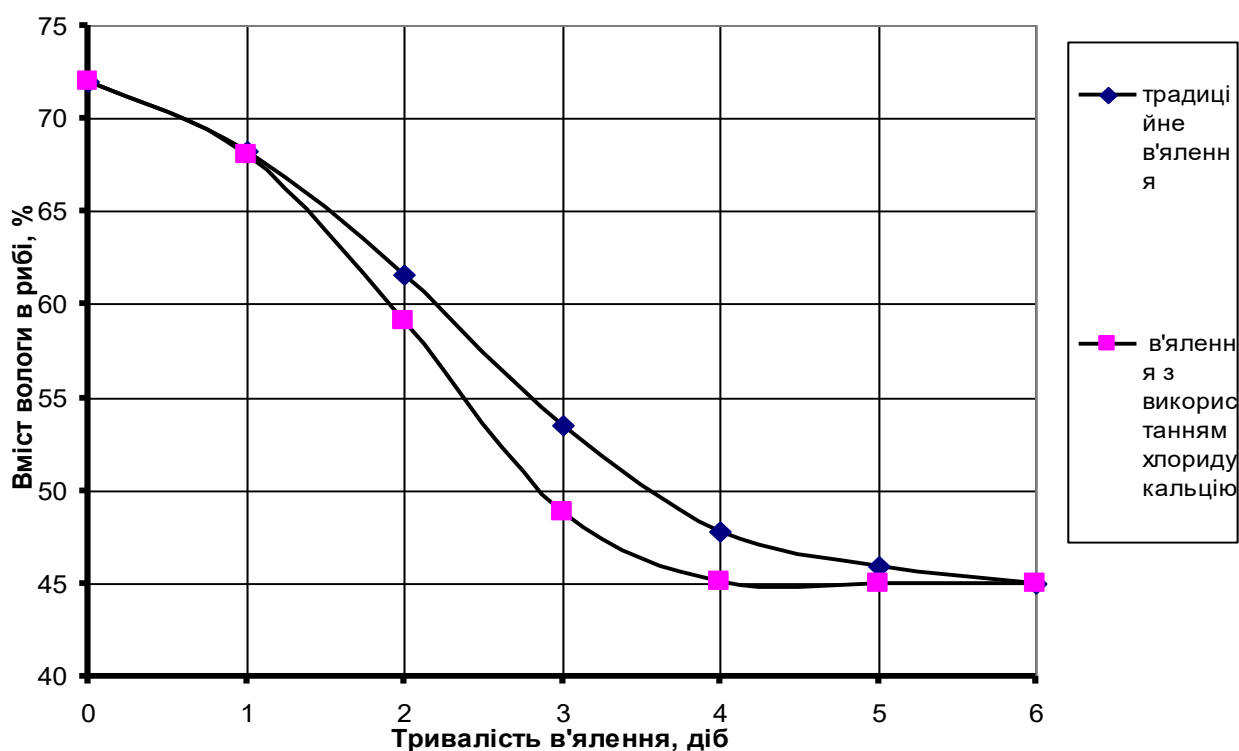
На графіку (рис 3.10) видно, що зниження температури до 10°C приводить до збільшення інтервалу ефективної зміни ступеня зв'язування вологи з білковими молекулами до 3 годин.

Отже, закінчивши аналіз досліджень процесу посолу напівфабрикату для в'ялення, сушіння і холодного копчення, можна сказати, що найраціональніша температура посолу 15°C, яку дослідили на графіку на рис.3.4. Найоптимальніша концентрація катіону кальцію 2% в розчині, так як, при цій концентрації максимально знижується ВУЗ.

### 3.5 Вплив на процес в'ялення наявність в рибі катіону кальцію

Процес сушіння соленого напівфабрикату проводили при температурі 29°C до вмісту вологи в рибі 45%.

Динаміка зміни вмісту вологи в соленому напівфабрикаті показано на рисунку 3.11.



**Рис. 3.11 Динаміка зміни вмісту води соленого товстолибіка протягом в'ялення (n=5, P=0,95)**

Представлений графік на рисунку 3.11 показує, що процес сушки соленого напівфабрикату з додаванням хлориду кальцію до потрібної вологості скоротився на 2 доби або на 25% порівняно з контрольним зразком. На початковій стадії процесу видалення води відбувається повільніше в зв'язку з тим, що проходить внутрішня дифузія в рибному напівфабрикаті. Найшвидше процес видалення води проходить на 3-й добі, коли видалається за добу близько 20% води.

### **3.6 Оцінка сенсорних характеристик в'яленого товстолибіка**

Для порівняння отриманих зразків між собою використовують метричні умовні бальні шкали.

Метричні бальні шкали – шкали, над оцінками яких можна проводити різні арифметичні дії, а потім зробити висновок. Найчастіше використовують 5-ти бальні шкали. Приклад метричних бальних шкал для товстолибіка в'яленого наведено в таблиці 3.3.

Таблиця 3.3.

**Бальна шкала для оцінювання органолептичних показників якості  
в'яленого товстолобика**

Комплексні показники	Одиничні показники	Словесна характеристика якості в'яленої риби	Бали
1	2	3	4
Зовнішній вигляд	Цілісність шкірних покривів	Поверхня рівна, чиста.	5
		Незначні тріщини на шкірному покриві у верхній частині черева	4
		Порушення цілісності шкірного покриву у передній частині черева	3
		Порушення цілісності шкірного покриву в області черевця від до хвостового плавника	2
		Порушення цілісності шкірного покриву на більшій частині поверхні	1
	Цілісність черевця	Ціле, щільне	5
		Ціле, але злегка ослабле	4
		Ослабле	3
		Ослабле з незначними пошкодженнями	2
		Ослабле із значними пошкодженнями	1
Зовнішній вигляд	Наявність виділеного жиру на поверхні риби	Відсутній	5
		Окремі ділянки одиничних екземплярів риби покриті незначною кількістю жиру	4
		Окремі ділянки більшості риб покриті незначною кількістю жиру	3
		Незначна кількість виділився жиру покриває поверхню риби	2
		Значна кількість виділився жиру на поверхні риби	1
	Колір поверхні риби	Сріблястий, поверхня блискуча, пожовтіння відсутній	5
		Сріблястий, блиск відсутня, але поверхня не потьмянів, пожовтіння відсутній	4
		Сріблястий тон і блиск відсутній, пожовтіння немає	3
		Тьмяний, незначне пожовтіння окислювального характеру	2
		Тьмяний, помітне пожовтіння окислювального характеру	1
	Збитість луски	Відсутня	5
		Незначна збитість на окремих екземплярах риб	4
		Незначна збитість на більшості риб	3
		Часткова збитість у більшості риб	2
		Збита луска у більшості риб	1
	Вологість	Поверхня суха	5
		Злегка зволожена поверхня, але неволога	3
		Зволожена	1
	Наліт солі	Відсутній	5
		Злегка помітний на невеликих ділянках поверхні у окремих риб	4
		Незначний на невеликих ділянках поверхні у окремих риб	3
		Незначний на зябрових кришках, очах і біля основи хвостового плавця	2

Продовження таблиці 3.4

1	2	3	4		
		Значний	1		
Запах	Ступінь притаманності	Багатий, своєрідний, гармонійний без сторонніх запахів.	5		
		Виражений помірно, сторонніх запахів.	4		
		Виражений слабо, без запаху вогкості, без стороннього запаху.	3		
		Ледве вловимий, відчувається запах вогкості або перезрівання, слабкий сторонній запах.	2		
		Відчувається кислий запах перезрілої риби або сирої недозрілої риби	1		
	Ступінь окислення жиру	Відсутній	5		
		Ледве вловимий в області голови	4		
		Слабкий по всій поверхні	3		
		Помірно виражений по всій поверхні риби	2		
		Значно виражений по всій поверхні	1		
Смак	Ступінь притаманності	Властивий в'яленій рибі, виражений яскраво, без стороннього присмаку	5		
		Виражений помірно, без стороннього присмаку	4		
		Виражений слабо, відчувається трохи гіркуватий присмак або присмак вогкості	3		
		Відчувається гіркуватий присмак або присмак вогкості.	2		
		Відчувається гіркуватий або сторонній присмак	1		
	Присмак окисленого жиру	Відсутній	5		
		Відсутній в м'язовій тканини, ледве вловимий у підшкірному шарі	4		
		Відсутній в м'язовій тканини, слабкий в підшкірному шарі	3		
		Ледве вловимий у м'язовій тканині, помірно виражений в підшкірному шарі	2		
		Значно виражений	1		
		Консистенція	Щільність	Щільна по всій довжині, при натисканні в області спинки м'ясо відчутно пружинить.	5
				Щільна по всій довжині, при стисненні в області спинки м'ясо пружинить слабо.	4
Ближче до голови м'яка, біля хвостового плавця - щільна	3				
м'яка по всій довжині	2				
М'яка	1				
Розшарованість	Не розшарована		5		
	Незначно розшаровується		4		
	Розшаровується		3		
	Волокниста		2		
	Рихла		1		
Маслянистість	Значно масляниста	5			
	Помірно масляниста	4			
	Недостатньо масляниста	3			
	Незначно масляниста	2			
	Не масляниста	1			

Зразки в'яленого товстолобика отриманого в процесі досліджень оцінювали і порівнювали за органолептичними характеристиками.

Бальна оцінка показників в'яленого товстолобика залежно від складу сольових сумішей в таблиці 3.5.

Таблиця 3.5.

**Бальна оцінка показників в'яленого товстолобика залежно від складу сольових сумішей (n=5, P=0,95)**

Показник	Зовнішній вигляд	Смак	Запах	Колір	Консистенція	Загальна оцінка
Класична технологія	5	5	5	5	5	5
Технологія з додаванням CaCl <sub>2</sub>	5	5	5	5	5	5

Як видно з наведених результатів дегустаційної оцінки, якість отриманого в'яленого товстолобика є приблизно однаковою. Готовий продукт відрізняється тільки світлішою поверхнею риби, прозорішим м'ясом та світлішим його відтінком. На мою думку це виглядає привабливіше від зразка, який виготовлений за класичною технологією.

## РОЗДІЛ 4

### ОБГРУНТУВАННЯ УДОСКОНАЛЕНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ

На основі отриманих результатів досліджень наведених у розділі 3 можна сказати, що направлене регулювання співвідношення вільної і зв'язаної вологи у рибній сировині передбачає введення змін в технології приготування соленого напівфабрикату в операцію «посіл». Так як в промислових масштабах прагнуть до скорочення кількості операцій, передбачених технологічним процесом тому, що збільшення тривалості проміжних операцій призводить до змін в рибі, які погіршують органолептичні властивості соленого напівфабрикату. На основі вище сказаного пропонується удосконалена технологія виготовлення в'яленого товстолобика, яка представлена на рис. 4.1.



**Рис.4.1 Технологічна схема виробництва в'яленої риби**

### Опис технологічної схеми

*Доставка, приймання, зберігання сировини.* Доставка охолодженої риби здійснюється в полімерних ящиках рефрижераторами при температурі від 0 до -3 °С. Приймання здійснюється згідно з ДСТУ 7972:2015. На підприємстві зберігається при температурі від 0 до -2 °С не більше 6 діб від моменту вилову.

*Сортування.* Мета технологічної операції - видалення з технологічного ланцюга обробки риби екземплярів риб, які не відповідають вимогам діючої нормативної документації. Особливо уважно потрібно контролювати консистенцію сировини, не допускаючи потрапляння в обробку риби з м'якою, дряблою консистенцією, що є ознакою початку автолітичних змін.

*Миття.* Перед посолом сировину промивають в проточній воді для видалення механічних забруднень та зниження мікробного обсіменіння поверхні риби. В процесі миття необхідно контролювати температуру води, вона не повинна бути вище 20 °С.

*Посол.* Риба обробляється тузлучним способом. Розчин для посолу готують змішуванням насичених розчинів кухонної солі і хімічного модифікатору у визначених об'ємному співвідношенні. При цьому концентрація кухонної солі в суміші повинна бути не менше 22%, так як більш низькі її концентрації уповільнюють швидкість дифузії іонів солі в м'язову тканину риби, що призводить до набухання білкових молекул. Максимальний вміст хлориду кальцію в такому розчині не більше 2% по катіону. При підвищенні їх концентрації утворюється нерозчинний осад.

Процес проводять до вмісту хлориду натрію в м'язах риби 6%. При високому вмісті солі необхідне відмочування.

*Вирівнювання солоності.* Промиту в чистій воді рибу викладають на стелажі і витримують для стікання тузлука і вирівнювання солоності в товщі м'язів.

*В'ялення.* Цей процес проводять природнім і штучним способами. При природному - рибу в'ялять на відкритому повітрі під спеціальним накриттям та встановлюють вентилятори при малій швидкості повітря, яка повинна бути 0,5-4,5м/с.

При в'яленні у сушильних камерах розложену рибу піддають температурі спочатку не більше +20 °С поступово підвищуючи до 25-28 °С, відносна вологість у камері повинна бути 40 -50%. Тривалість в'ялення в залежності від жирності і розміру близько 4 доби до вмісту вологи 45- 50%.

*Упакування, маркування.* Упаковують згідно вимогам нормативної документації в картонні коробки і обгортають полімерною плівкою та складають у ящики. Маркують продукцію згідно вимогам діючої нормативної документації.

Дозріває в'ялена продукція, як правило, в процесі зберігання і транспортування.

## РОЗДІЛ 5

### ОХОРОНА ПРАЦІ

Система охорони праці на підприємствах з переробки водних біоресурсів спрямована на створення безпечних та здорових умов праці, запобігання виробничому травматизму та професійним захворюванням. Організація роботи здійснюється відповідно до Закону України «Про охорону праці», Кодексу законів про працю України, Закону України «Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення», Закону України «Про основні принципи та вимоги до безпечності та якості харчових продуктів», а також галузевих санітарних правил, правил безпеки та ДСТУ.

Під час удосконалення технології виробництва в'ялено-сушеної риби необхідно враховувати вимоги таких нормативних документів:

- ДСП 4.4.4.011-2017 «Державні санітарні правила для підприємств харчової промисловості»;
- ДСТУ ISO 22000:2019 «Системи управління безпечністю харчових продуктів»;
- ДСТУ EN 1672-2:2018 «Гігієна машин для харчової промисловості»;
- НПАОП 15.0-1.01-17 «Правила охорони праці під час роботи на підприємствах харчової промисловості»;
- ДБН А.3.2-2-2009 «Охорона праці і промислова безпека».

Усі працівники повинні пройти первинний, повторний, позаплановий та цільовий інструктаж з охорони праці та протипожежної безпеки.

У виробництві в'ялено-сушеної риби працівники можуть зазнавати впливу таких факторів:

#### **1. Фізичні фактори**

- Понижені температури в холодильних камерах під час приймання, зберігання та оброблення риби.
- Підвищена температура та вологість у сушильних камерах.
- Підіймально-транспортне обладнання, яке створює ризику травмування.

- Рухомі частини машин і механізмів (ножі, стрічкові транспортери, вентилятори, різальне обладнання).
- Підвищений рівень шуму від вентиляторів, компресорів і сушильних агрегатів.
- Можливе ковзання на вологій або обробленій розсолами підлозі.

## **2. Хімічні фактори**

- Можливий контакт з мийними та дезінфікуючими розчинами (лужні, хлорвмісні, кислотні засоби).
- Пари дезінфектантів при санітарній обробці приміщень та обладнання.

## **3. Біологічні фактори**

- Потенційний контакт із мікрофлорою сирої риби: *Listeria monocytogenes*, *Salmonella* spp., *Clostridium* spp., а також паразити риби.
- Аерозолі при розбиранні та обробленні сировини.

## **4. Ергономічні та психофізіологічні фактори**

- Статичні навантаження при ручному укладанні риби на решітки, стелажі.
- Монотонність роботи та тривале перебування у незручних позах.
- Значний обсяг повторюваних операцій.

Для мінімізації ризиків необхідно:

- Забезпечити розділення «чистих» і «брудних» зон виробництва відповідно до вимог НАССР.
- Встановити чіткі маршрути руху сировини, готової продукції та персоналу.
- Контролювати параметри мікроклімату в сушильних та холодильних камерах (температура, вологість, повітрообмін).
- Забезпечити автоматизацію подавання повітря у сушарках, щоб уникнути перегрівання або пересушування продукції.
- Регулярно проводити технічне обслуговування сушильних установок, вентиляторів, компресорів.

### **Санітарно-гігієнічні вимоги**

- Виконання щоденної та щотижневої санітарної обробки приміщень.

- Використання дозволених дезінфікуючих засобів у визначених концентраціях.
- Наявність достатньої кількості рукомийників та санітарних блоків.
- Дотримання особистої гігієни: спецодяг, рукавички, головні убори, змінне взуття.
- Ведення журналів санітарної обробки та контролю чистоти.

### **Вимоги безпеки до обладнання та робочих місць**

#### **Сушильні апарати**

- Оснащуються автоматичними датчиками перегріву та аварійного вимкнення.
- Корпус і двері повинні бути термоізовані.
- Забороняється відкривати камеру під час роботи вентилятора та нагрівачів.

#### **Обладнання для оброблення риби**

- Ножі, м'ясорубки, пилки повинні мати захисні кожухи.
- Транспортери — огороження рухомих частин.
- Робочі столи — виготовлені з нержавної сталі, зі скругленими кутами.

#### **Холодильні камери**

- Оснащення сигналізацією «людина всередині».
- Забезпечення захисного взуття від низьких температур « $-10^{\circ}\text{C}$  і нижче».
- Постійний контроль концентрації  $\text{CO}_2$  у приміщеннях з холодильним обладнанням.

#### **Засоби індивідуального захисту (ЗІЗ)**

Працівники повинні бути забезпечені:

- Халатами або комбінезонами з водовідштовхувальним покриттям;
- Рукавицями з армованого матеріалу (під час оброблення риби);
- Теплим спецодягом для роботи в холодильних камерах;
- Протиковзким взуттям;
- Захисними окулярами під час санітарної обробки;
- Респіраторами при роботі з дезінфектантами або аерозолями;

- Шапочками та масками відповідно до вимог харчової гігієни.

Видача та облік ЗІЗ ведуться відповідно до НПАОП.

### **Пожежна безпека виробництва в'ялено-сушеної риби**

Основними причинами пожеж на підприємствах харчової промисловості є коротке замикання, перегрів електрообладнання, накопичення пилу та жиру, порушення правил експлуатації сушильних камер.

#### **Заходи пожежної безпеки:**

- Використання тільки сертифікованого електрообладнання.
- Регулярне чищення вентиляційних каналів від пилу та жирових відкладень.
- Заборона зберігання легкозаймистих матеріалів у виробничих приміщеннях.
- Оснащення приміщень вогнегасниками (порошковими та вуглекислотними).
- Розроблення плану евакуації, проведення навчальних тренувань.
- Встановлення автоматичної пожежної сигналізації.

### **Охорона праці при санітарній обробці та роботі з дезінфектантами**

- Роботи проводяться тільки в респіраторах, захисних окулярах та гумових рукавицях.
- Заборонено змішувати різні дезінфекційні засоби.
- Не допускається використання гарячої води для хлорвмісних засобів (виділення хлору).
- Роботи виконують лише у добре вентилятованих приміщеннях.
- Після завершення оброблення проводять промивання обладнання та інвентарю чистою водою.

### **Електробезпека**

- Усі електроустановки належать до приміщень з підвищеною вологістю, тому використовується напруга 24–42 В для місцевого освітлення.
- Металеві частини сушильних камер і холодильних агрегатів підлягають обов'язковому заземленню.

- Забороняється працювати з електрообладнанням у вологих рукавицях або з мокрими руками.
- Персонал проходить навчання з групи допуску не нижче II.

Приклад формування виробничих небезпек при проведенні технологічних процесів виробництва в'яленої і сушеної рибопродукції наведений в таблиці 5.1.

Таблиця 5.1

**Приклад формування виробничих небезпек при проведенні технологічних процесів виробництва**

Технологічний процес	Небезпечна умова (НУ)	Небезпечна дія (НД)	Небезпечна ситуація (НС)	Наслідки	Запропоновані заходи
1. Вантажно-розвантажувальні роботи за допомогою електрокари	Працівникам не проведений інструктаж щодо безпечних методів праці (НУ <sub>1</sub> ) Порушення правил укладання вантажу(НУ <sub>2</sub> )	Працівник, який не пересвідчився в правильності укладання вантажу, приступив до навантаження (НД)	Порушилась рівновага транспортного засобу-вантаж впав на працівника, який проходив поруч (НС)	Різні травми	Під час завантаження працівник повинен ретельно і рівномірно укладати вантаж на електрокару і не перевищувати допустиму норму. Працівникам потрібно періодично проводити повторний інструктаж
Модель процесу: НУ <sub>1</sub> → НД →НС→Т НУ <sub>2</sub> →					
1. Завантаження контейнерів з рибою у ванни для посолу з тузлуком	Відсутність захисних огорож (Н.У <sub>1</sub> ) Працівникам не проведений інструктаж щодо безпечних методів праці (НУ <sub>2</sub> )	Працівник не перевіряв надійність закріплення контейнерів на тельфері (НД)	Контейнер зривається з тельфера (НС)	Різні травми або смерть	Під час завантаження контейнерів працівник повинен дотримуватись правил і норм закріплення контейнеру. Працівникам потрібно періодично проводити повторний інструктаж
Модель процесу: НУ <sub>1</sub> → НД →НС→Т НУ <sub>2</sub> →					

Небезпечна ситуація на підприємстві може виникнути, якщо знехтувати проведенням інструктажу щодо безпечних методів праці та в разі недотримання працівником всіх правил.

Отже, проаналізувавши всі пункти стану охорони праці на підприємстві, необхідно провести ряд заходів по поліпшенню умов та заходів щодо безпеки праці та збільшити фінансування на охорону праці.

## РОЗДІЛ 6

### РОЗРАХУНКИ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ

#### 6.1. Розрахунок техніко – економічної доцільності впровадження розробки

Повна собівартість даного виду продукції за даними підприємства складає 19700 грн/т.

Розрахунок зміни витрат по статті «Сировина та основні матеріали» при виробництві 1 тонни в'яленого товстолобика представлений в таблиці 6.1

Таблиця 6.1

#### Розрахунок зміни витрат по статті «Сировина та основні матеріали» при виробництві 1.т

Ресурс	Одиниця вимірювання	Ціна за одиницю, грн./кг	До впровадження		Після впровадження		Різниця, грн.
			Норми витрат, кг	Вартість витрат, тис. грн.	Норми витрат, кг	Вартість витрат, грн.	
Товстолобик	Кг	50	1827,5	91375	1818,7	90935	-440
Сіль кухонна харчова	Кг	6,6	326,1	2150	319,1	2110	-40
CaCl <sub>2</sub>	Кг	8,5	-	-	43,2	370	+370
РАЗОМ:	-	-	-	-	-	-	-110

В разі впровадження удосконаленої технології витрати по статті зменшуються на 110 грн. за тонну в'яленого товстолобика.

Під час впровадження змін у виробництво в'яленого товстолобика змінюються наступні показники по статті «Паливо й енергія на технологічні цілі» представленні в таблиці 6.2.

Таблиця 6.2.

**Розрахунок зміни витрат по статті «Паливо й енергія на технологічні цілі» при виробництві 1.т**

Ресурс	Одиниця вимірювання	Ціна за одиницю	До впровадження		Після впровадження		Різниця, грн.
			Норми витрат кВт/т	Вартість,грн	Норми витрат кВт/т	Вартість,грн	
Електро-енергія	кВт·год	7,41	2904	21 518,64	2085	15 449,85	-6068,79

При впровадження удосконаленої технології витрати по статті «Паливо й енергія на технологічні цілі» зменшуються на 6068,8 грн. за тонну в'яленого товстолобика.

В результаті удосконалення технології по статті «Витрати, пов'язані з підготовкою та освоєнням виробництва продукції» з'являються витрати на затвердження технічної документації в розмірі +10 грн/т .

Зміни витрат по статті «Загальновиробничі витрати» представлені в таблиці 6.3. Норми витрат загальновиробничих витрат за даними підприємства становлять 290 грн/т.

Таблиця 6.3

**Розрахунок зміни витрат по статті «Загальновиробничі витрати» при виробництві 1тонни**

Показник	Одиниця вимірювання	До впровадження	Після впровадження	Різниця, грн.
		Норми витрат, грн/т	Норми витрат, грн./т	
Загальновиробничі витрати	грн./т	290	362,5	+72,5

При впровадження удосконаленої технології витрати по статті «Загальновиробничі витрати» збільшуються на 72,5 грн. за тонну в'яленого товстолобика.

Розрахунок зміни витрат по статті “Адміністративні витрати” при виробництві 1 тонни показано в таблиці 6.4.

Таблиця 6.4

**Розрахунок зміни витрат по статті “Адміністративні витрати” при виробництві 1 тонни**

Показник	Одиниця вимірювання	До впровадження	Після впровадження	Різниця, грн.
		Норми витрат, грн/т	Норми витрат, грн./т	
Загальновиробничі витрати	грн./т	410	512,5	+102,5

При впровадження удосконаленої технології витрати по статті «Адміністративні витрати» збільшуються на 102,5 грн. за тонну в'яленого товстолобика.

На цій статті закінчується формування повної собівартості. Розрахуємо її зміни додавши зміни витрат по всіх статтях. Розрахунок змін по статтях калькуляції витрат представлений в таблиці 6.5

Таблиця 6.5

**Розрахунок зміни повної собівартості в базовому та проектному варіантах**

Статті витрат	Базовий варіант, грн	Проектний варіант, грн	Відхилення, грн.
Сировина та основні матеріали	93525	93415	-110
Паливо і енергія на технологічні	21 518,64	15 449,85	-6068,79
Витрати, пов'язані з підготовкою та освоєнням виробництва продукції	-	10	+10
Загальновиробничі витрати	290	362,5	+72,5
Адміністративні витрати	410	512,5	+102,5
<b>Разом</b>	<b>115 743,64</b>	<b>109 749,85</b>	<b>-5 993,79</b>

Таким чином вище наведені розрахунки свідчать про зменшення витрат на виготовлення товстолобика в'яленого в результаті проведених досліджень.

Розраховуємо основні техніко-економічні показники проекту.

Запропонованими в магістерській роботі показниками економічної ефективності заходів є річний приріст прибутку, термін окупності капітальних витрат та значення інших основних техніко-економічних показників, що характеризують ефективність проекту.

Основні техніко – економічні показники проекту представлені у таблиці 6.6.

Таблиця 6.6.

#### Основні техніко-економічні показники проекту

Показники	Одиниця вимірювань	В'ялений товстолобик за класичною рецептурою	В'ялений товстолобик за сучасною рецептурою	Різниця
Змінна потужність виробництва	т/добу	1,4	1,75	0,35
Оптова ціна за 1т.	грн./т.	180000	180000	0
Собівартість	грн./т	115 743,64	109 749,85	-5 993,79
Прибуток	грн./т	64 256,36	70 250,15	+5 993,79
Витрати на 1 грн. виробленої продукції	грн.	0,643	0,610	-0,033
Рентабельність продукції	%	55,47 %	64,01 %	+8,54

З даних останньої таблиці можна зробити висновки, що впровадження даних наукових досліджень веде до збільшення обсягу виробництва на 25%; зниження собівартості в'яленого товстолобика на 5993,79 грн. за 1 тону готової продукції; зменшення витрат на 1 гривню виробленої продукції на 0,03 грн.; збільшення рентабельності продукції на 8,54 %.

Виходячи з результатів розрахунків наведених у таблиці 6.6. можна зробити висновок про доцільність та економічну ефективність впровадження результатів наукових досліджень.

## ВИСНОВКИ

На основі опрацювання теоретичних матеріалів та результатів проведених досліджень було удосконалено технологічний процес виробництва в'ялено-сушеної риби.

Аналіз літературних джерел показав, що зміна характеру зв'язування води з білками м'язової тканини дає можливість ефективно регулювати її видалення в процесі сушіння.

Встановлено, що оптимальним є проведення просоловання рибної сировини у розчині хлориду натрію з додаванням хлориду кальцію за температури 15 °С. Використання 2% іонів кальцію у тузлуці сприяє зниженню вологостійкості риби приблизно на 20%. Нагромадження іонів  $\text{Ca}^{2+}$  у тканинах під час просоловання має поступальний характер із поступовим уповільненням швидкості проникнення.

Органолептичні дослідження засвідчили, що сенсорні властивості готового продукту, виготовленого за удосконаленою технологією, практично не відрізняються від зразків за традиційною методикою, проте спостерігається помітне покращення кольору поверхні та м'яса в'яленої риби.

Впровадження отриманих наукових результатів у виробництво забезпечує зниження собівартості в'яленого товстолобика, скорочення витрат на 1 гривню виготовленої продукції та підвищення рентабельності виробництва на 8,54%, що підтверджує економічну ефективність виробництва.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Северин, О.А., Колісниченко, Т.О., Новик, Г.В., Дятченко, К.А. (2016). Дослідження енергозберігаючої обробки харчових продуктів. Вісник НТУ «ХП», 29, 72–75.
2. Marbade, P. P., Thakur, V. K., Painkra, A., & Devi, N. (2024). Traditional and Advanced Methods of Fish Drying. In *Dry Fish: A Global Perspective on Nutritional Security and Economic Sustainability* (pp. 31-44). Cham: Springer Nature Switzerland.
3. Проскура А. А., Менчинська А. А. Удосконалення технології в'яленої риби. Наукові здобутки у вирішенні актуальних проблем виробництва та переробки сировини, стандартизації і безпеки продовольства: XIII Міжнародна науково-практична конференція вчених, аспірантів і студентів (м. Київ, 10 квітня 2025 р. – 11 квітня 2025 р.). С. 158-159.
4. Ratti, C. (2019). Freeze-drying for food preservation: A review. *Food Engineering Reviews*, 11(3), 148–163. <https://doi.org/10.1007/s12393-019-09191-z>
5. Ciurzyńska, A., & Lenart, A. (2018). Freeze-drying – Application in food processing and biotechnology – A review. *Drying Technology*, 36(6), 1–14.
6. Sivakumar, R., & Saravanan, K. (2020). Quality characteristics of freeze-dried fish products: A review. *Journal of Aquatic Food Product Technology*, 29(4), 395–412.
7. Zhang, M., & Meng, X. (2020). Recent advances in microwave-assisted drying of foods: Effects on quality attributes. *Trends in Food Science & Technology*, 99, 34–46.
8. Khraisheh, M. A., McMinn, W. A., & Magee, T. R. (2018). Quality and structural changes in microwave-dried foods. *Food and Bioprocess Technology*, 11(5), 1013–1028.
9. Gamboa-Santos, J., et al. (2017). Microwave drying of fish and seafood: Effects on physicochemical and nutritional characteristics. *LWT – Food Science and Technology*, 84, 116–122.

10. López-Nicolás, J. M., & Periago, M. J. (2019). Osmotic dehydration processes in food: Recent trends and applications. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 18(6), 1820–1843.
11. Singh, B., & Kumar, P. (2021). Osmotic dehydration of fish: Effects on mass transfer, texture, and product quality. *Journal of Food Processing and Preservation*, 45(2), e15101.
12. Pan, Z., & Atungulu, G. G. (2018). *Food Dehydration: Fundamentals and Applications*. CRC Press.
13. Rezaei, K., Temelli, F., & Jenab, E. (2021). Applications of supercritical CO<sub>2</sub> in food drying and preservation: A review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 61(7), 1201–1222.
14. Herrero, M., Cifuentes, A., & Ibáñez, E. (2019). Supercritical fluid extraction and processing of aquatic foods. *Journal of Supercritical Fluids*, 143, 97–107.
15. Zhao, S., Zhang, D., & Chen, H. (2022). Supercritical CO<sub>2</sub>-assisted drying of aquatic products: Mechanisms and quality effects. *Food Chemistry*, 386, 132834. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2022.132834>
16. Менчинська А.А. Іванюта А. О., Манолі Т. А., Кислиця Я.О., Лебський С.О Фізико-хімічні та біохімічні основи переробки риби. Лабораторний практикум до виконання лабораторних робіт для студентів ОС «Бакалавр» спеціальності 181 «Харчові технології». НУБіП, 165 с.
17. Hosseini, S. F., & Gómez-Guillén, M. C. (2018). Recent trends in fish drying technologies and their impact on product quality. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 47, 76–87.
18. Sultana, A., & Uddin, M. (2021). Modern fish drying technologies: A comprehensive review. *Journal of Food Science and Technology*, 58, 4250–4262.
19. ДСТУ 7972:2015. (2015). Риба та рибні продукти. Правила приймання, методи відбирання проб.
20. ДСТУ 2284:2010. (2010). Риба жива. Загальні технічні умови.

21. ДСТУ 8029:2015. (2015). Риба та рибні продукти. Методи визначення вологи. [http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id\\_doc=81114](http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=81114)
22. ДСТУ 8030:2015. (2015). Риба та рибні продукти. Методи визначення білкових речовин. [http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id\\_doc=81127](http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=81127)
23. ДСТУ 8717:2017. (2017). Риба та рибні продукти. Методи визначення жиру. [http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id\\_doc=73417](http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=73417)
24. ДСТУ 8718:2017. (2017). Риба та рибні продукти. Методи визначення золи та мінеральних домішок. [http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id\\_doc=73418](http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=73418)
25. Слободянюк, Н. М., Голембовська, Н. В., Менчинська, А. А., Андрощук, О. С., & Тулуб, Д. О. (2018). Технологія переробки риби. Методи аналізу (300 с.). Компрінт.
26. ДСТУ 8451:2015. (2015). Риба та рибні продукти. Методи визначення органолептичних показників.
27. ДСТУ 8031:2015. (2015). Риба та рибні продукти. Методи визначення хлориду натрію.
28. Закон України «Про охорону праці». (2002). Урядовий кур'єр, (46).
29. НПАОП 0.00-4.12-05. (2005). Типове положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці (36 с.). Основа.
30. НПАОП 05.0-3.03-06. (2006). Норми безплатної видачі спеціального одягу, спеціального взуття та інших засобів індивідуального захисту працівникам рибного господарства (19 с.). Основа.
31. НПАОП 0.05-8.04-92. (1993). Порядок проведення атестації робочих місць за умовами праці (29 с.). Основа.
32. НПАОП 0.00-4.02-07. (2007). Порядок проведення медичних оглядів працівників певних категорій. Основа.
33. НПАОП 05.0-1.05-06. (2007). Правила охорони праці для працівників берегових рибопереробних підприємств (53 с.). Основа.
34. Правила пожежної безпеки в Україні. (2005). Основа.

35. Цимбалюк, Л. Г., Воїнова, Н. В., Костюк, В. К., & ін. (2006).

Організація та планування виробництва. Україна.

36. Цимбалюк, Л. Г., & Скригун, Н. П. (2006). Управління витратами на підприємствах харчової промисловості. Корпорація.

## ДОДАТКИ

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ**  
**І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

Факультет харчових технологій  
та управління якістю продукції АПК



**XIII МІЖНАРОДНА**  
**НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ**  
**ВЧЕНИХ, АСПІРАНТІВ І СТУДЕНТІВ**  
«Наукові здобутки у вирішенні актуальних  
проблем виробництва та переробки сировини,  
стандартизації і безпеки продовольства»

**ЗБІРНИК ПРАЦЬ**  
за підсумками  
XIII Міжнародної науково-практичної  
конференції вчених, аспірантів і студентів

КИЇВ – 2025

УДК 664.95

Проскура А.А., студент магістратури

Менчинська А.А., кандидат технічних наук, доцент

*Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ*

## УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ В'ЯЛЕНОЇ РИБИ

В'ялення – традиційний спосіб консервування риби, який застосовується ще з давніх часів. На сьогоднішній день технологія в'ялення потребує удосконалення з метою інтенсифікації виробництва, зменшення енерговитрат та збереження якості готової продукції [1].

До інноваційних способів зневоднення рибної сировини належать технології сублимаційного сушіння, мікрохвильового сушіння, осмотичної дегідратації та надкритичної дегідратації CO<sub>2</sub> [2].

Технологія сублимаційного сушіння — це технологія дегідратації, яка передбачає замороження рибної сировини при низьких температурах з подальшим зниженням тиску, щоб вода сублимувала безпосередньо з твердої речовини в газоподібну. Цей метод дозволяє максимально зберегти оригінальний смак, поживні речовини та колір риби. Порівняно з традиційними методами сушіння, сублимаційне сушіння може видалити воду за нижчої температури, тим самим зменшуючи пошкодження теплом для термочутливих компонентів риби, таких як вітаміни, білки та жирні кислоти. Ліофілізоване сушіння не тільки зберігає поживні речовини риби, але й значно подовжує термін зберігання продукту. Оскільки волога майже повністю видаляється, ліофілізовані рибні продукти менш схильні до розмноження мікроорганізмів. Також ці продукти мають невеликі розміри та легку вагу, що робить їх зручними для зберігання та транспортування.

Технологія мікрохвильового зневоднення використовує мікрохвильове випромінювання для нагрівання молекул води та швидкого їх випаровування, тим самим досягаючи видалення вологи. Порівняно з традиційними методами сушіння гарячим повітрям мікрохвильова сушка має значні переваги. Перш за все, мікрохвильове сушіння може завершити випаровування води за короткий час, значно покращуючи ефективність виробництва. По-друге, метод мікрохвильового нагрівання більш рівномірний, що дозволяє уникнути нестабільності якості, викликані нерівномірним нагріванням у традиційному процесі сушіння. Крім того, сушіння в мікрохвильовій печі часто можна проводити при нижчих температурах, таким чином краще зберігаючи поживні речовини та смакові якості риби.

Осмотична дегідратація - це метод дегідратації, який використовує різницю осмотичного тиску для видалення води шляхом занурення сировини в розчин високої концентрації. Під час оброблення риби для осмотичної дегідратації часто використовують розчини цукру або солі, що

не тільки видаляє воду, але й покращує смак і текстуру риби. Розчинені речовини потраплятимуть у м'ясо риби під час осмотичного процесу, надаючи рибі більше смакових якостей.

Перевага технології осмотичної дегідратації полягає в тому, що вона може зневоднювати за нижчих температур, уникаючи погіршення якості риби, спричиненої високими температурами. У той же час ця технологія може зберегти оригінальний смак риби та оптимізувати смак і текстуру продукту шляхом регулювання концентрації розчину, температури та часу відповідно до різних виробничих потреб. Осмотична дегідратація також знижує потенціал для росту мікробів, що подовжує термін придатності рибних продуктів до зберігання.

Надкритична технологія дегідратації CO<sub>2</sub> є новою технологією дегідратації, розробленою в останні роки. Вона ґрунтується на використанні властивостей вуглекислого газу в надкритичному стані для видалення вологи з рибних продуктів при нижчих температурах. У порівнянні з традиційними методами сушіння ця технологія має значні переваги: по-перше, надкритичний CO<sub>2</sub> може швидко видалити воду, не руйнуючи структуру клітин риби, тим самим ефективно зберігаючи оригінальний смак і поживні речовини продукту; по-друге, критичний процес дегідратації CO<sub>2</sub> є анаеробним процесом, який може ефективно запобігати реакціям окислення та додатково подовжувати термін придатності продукту.

Технологія суперкритичної дегідратації CO<sub>2</sub> має високу енергоефективність і низьке забруднення навколишнього середовища, а також може зменшити втрату смаку, звичну для традиційних методів сушіння. Таким чином, надкритична дегідратація CO<sub>2</sub> розглядається як важлива технологія в галузі харчової промисловості майбутнього [2].

#### **Висновок**

Удосконалення технології в'яленої риби із застосуванням інноваційних способів зневоднення дозволяє прискорити технологічний процес, забезпечити відповідні органолептичні показники, зберегти поживні речовини та продовжити термін придатності продукту

#### **ЛІТЕРАТУРА**

1. Северин, О.А., Колісниченко, Т.О., Новик, Г.В., Дятченко, К.А. (2016). Дослідження енергозберігаючої обробки харчових продуктів. *Вісник НТУ «ХПІ»*, 29, 72–75.
2. Marbade, P. P., Thakur, V. K., Painkra, A., & Devi, N. (2024). Traditional and Advanced Methods of Fish Drying. *In Dry Fish: A Global Perspective on Nutritional Security and Economic Sustainability* (pp. 31-44). Cham: Springer Nature Switzerland.