

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

УДК 664.951.3

**ПОГОДЖЕНО**

Декан факультету харчових технологій  
та управління якістю продукції АПК

\_\_\_\_\_ Лариса БАЛЬ-ПРИЛИПКО

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2025 р.

**ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ**

Завідувач кафедри технологій м'ясних,  
рибних та морепродуктів

\_\_\_\_\_ Олександр САВЧЕНКО

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2025 р.

**МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**  
на тему: «Удосконалення технології копченої рибної продукції»

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.с.-г.н., професор

\_\_\_\_\_

Наталія СЛОБОДЯНЮК

**Виконав**

\_\_\_\_\_

Олексій ЯРМАК

КИЇВ – 2025

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

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри технології м'ясних,  
рибних та морепродуктів

\_\_\_\_\_ Наталія ГОЛЕМБОВСЬКА

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2025 р.

**ЗАВДАННЯ  
ДО ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ  
РОБОТИ СТУДЕНТУ  
Ярмаку Олексію Станіславовичу**

Спеціальність 181 «Харчові технології»

Освітня програма «Технології зберігання та переробки водних біоресурсів»

Програма підготовки освітньо-професійна

Тема магістерської роботи

Затверджена наказом ректора НУБіП України від “25” листопада 2024 р. № 2093 «С»

Термін подання завершеної роботи на кафедру 01.12.2025 року

Вихідні дані до магістерської роботи: стерлядь, рецептури швидкозаморожених страв; лабораторні прилади та обладнання; хімічні реактиви; економічно-статистична інформація щодо розрахунків економічної ефективності.

Перелік питань, що підлягають дослідженню: огляд літератури; матеріали та методи досліджень; результати власних досліджень та їх аналіз; охорона праці, економічна ефективність; висновки; список використаної літератури.

Дата видачі завдання “12” лютого 2025 р.

Керівник магістерської роботи \_\_\_\_\_ **Наталія СЛОБОДЯНЮК**

Завдання прийняв до виконання \_\_\_\_\_ **Олексій ЯРМАК**

## АНОТАЦІЯ

У магістерській кваліфікаційній роботі обґрунтовано та розроблено технологію швидкозаморожених рибних других страв на основі стерляді (*Acipenser ruthenus*). Актуальність роботи зумовлена зростанням попиту на високоякісні продукти швидкого приготування та необхідністю розширення асортименту страв з риби преміум-сегменту. Проаналізовано біологічні та харчові властивості стерляді, сучасний стан виробництва швидкозаморожених страв, а також технологічні підходи, що забезпечують збереження якості рибної сировини в умовах низькотемпературного оброблення.

У роботі розроблено рецептури та технологічні схеми трьох швидкозаморожених страв зі стерляді, визначено параметри теплової обробки, охолодження, заморожування та фасування. Проведено органолептичні, фізико-хімічні, мікробіологічні та текстурні дослідження готових страв, а також оцінено зміни показників під час зберігання при температурі  $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Встановлено, що оптимальна швидкість заморожування забезпечує мінімальне пошкодження м'язових волокон, збереження соковитості та високих органолептичних характеристик.

Проведено економічне обґрунтування впровадження технології на умовному переробному підприємстві, визначено собівартість, рентабельність та очікуваний економічний ефект. Розроблено заходи з охорони праці та безпеки виробництва відповідно до чинних нормативно-правових актів України. Результати дослідження можуть бути використані у практичній діяльності підприємств рибопереробної галузі, закладах громадського харчування та у виробництві продукції швидкого приготування.

**Ключові слова:** СТЕРЛЯДЬ, ШВИДКОЗАМОРОЖЕНІ СТРАВИ, ТЕХНОЛОГІЯ, НИЗЬКОТЕМПЕРАТУРНЕ ЗАМОРОЖУВАННЯ, ЯКІСТЬ РИБНОЇ ПРОДУКЦІЇ, ОРГАНОЛЕПТИЧНІ ПОКАЗНИКИ, ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ.

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ.....	7
1.1. Біологічна характеристика стерляді ( <i>Acipenser ruthenus</i> ) та її харчова цінність .....	7
1.2. Стан і тенденції виробництва та споживання швидкозаморожених харчових продуктів і рибних страв .....	9
1.3. Технології виготовлення швидкозаморожених рибних страв та їх особливості .....	11
1.4. Фактори, що впливають на якість швидкозаморожених рибних страв ....	15
1.5. Перспективи використання сучасних технологій та інновацій у виробництві швидкозаморожених рибних страв .....	17
РОЗДІЛ 2. МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	21
2.1. Матеріали досліджень.....	21
2.2. Обладнання та умови проведення досліджень .....	21
2.3. Методи комплексного дослідження якісних показників швидкозаморожених рибних страв із стерляді.....	22
РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ .....	25
3.1. Технологічна частина розроблення швидкозаморожених рибних страв із стерляді .....	25
3.2. Органолептична оцінка швидкозаморожених страв із стерляді .....	27
3.3. Обговорення результатів .....	39
РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ.....	42
РОЗДІЛ 5. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ.....	45
ВИСНОВКИ .....	48
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	51

## ВСТУП

Сучасний розвиток харчової промисловості характеризується стійкою тенденцією до зростання попиту на продукти швидкого приготування, що поєднують у собі високу харчову цінність, зручність у використанні та стабільну якість упродовж тривалого зберігання. В умовах інтенсифікації ритму життя саме швидкозаморожені страви формують один із найдинамічніших сегментів ринку кулінарної продукції, що підтверджується щорічним збільшенням їх частки на вітчизняному та світовому ринках приблизно на 4–6 %. Отже, розроблення нових видів швидкозаморожених рибних страв є перспективним напрямом, який відповідає сучасним вимогам споживачів до безпечності, користі та зручності.

Рибна продукція традиційно посідає важливе місце у харчуванні населення, оскільки містить повноцінні білки, незамінні амінокислоти, легкозасвоювані жири, омега-3 поліненасичені кислоти, а також вітаміни та мінеральні речовини, необхідні для підтримання здоров'я. Виробництво страв із риби преміум-сегменту, до якої належить стерлядь (*Acipenser ruthenus*), упродовж останніх років демонструє зростання інтересу як з боку переробних підприємств, так і з боку кінцевих споживачів. Це зумовлено унікальними органолептичними властивостями стерляді, високою харчовою цінністю її м'яса, низьким вмістом сполучної тканини та високою кулінарною придатністю.

Стерлядь вирізняється структурою м'язової тканини, що надає готовим стравам ніжної текстури та природної соковитості. За вмістом білка її м'ясо становить у середньому 16–18 %, жиру — 2–4 %, а вихід цінних мікронутрієнтів перевищує аналогічні показники для більшості традиційних видів риб на 7–10 %. Такі властивості роблять стерлядь перспективною сировиною для виробництва швидкозаморожених напівфабрикатів і готових страв, зокрема других страв з попередньою тепловою обробкою.

Технології швидкого заморожування є ефективним способом збереження харчової та біологічної цінності продуктів. Високі швидкості заморожування

дають змогу мінімізувати утворення великих льодових кристалів, що запобігає руйнуванню клітинних структур та втраті вологи після розморожування. Водночас неправильно підібрані режими заморожування або недосконала технологічна схема можуть призвести до зниження якості продукції — погіршення текстури, втрати аромату, окиснення жирової фракції, зменшення органолептичних характеристик. Тому розроблення оптимізованої технології швидкозаморожених других страв зі стерляді є науково та практично важливим завданням.

Проблематика створення швидкозаморожених рибних страв полягає у необхідності забезпечення стабільної якості та безпечності на всіх етапах технологічного процесу: від підготовки сировини та попередньої теплової обробки до фасування, заморожування та зберігання. Особливу увагу слід приділяти мікробіологічній стабільності та контролю окисних процесів, які можуть активізуватися навіть за низьких температур. Комплексне дослідження цих аспектів дозволяє не лише створити новий конкурентоспроможний продукт, а й удосконалити технологічні підходи до виробництва рибних страв у цілому.

У контексті розвитку аквакультури України та зростання обсягів вирощування осетрових видів риб питання перероблення стерляді та створення нових продуктів із високою доданою вартістю є надзвичайно актуальним. Запропонована технологія спрямована на раціональне використання сировини, підвищення економічної ефективності виробництва та формування нової ніші швидкозаморожених рибних страв преміум-класу.

Таким чином, дослідження, представлене в магістерській роботі, має комплексний характер і спрямоване на вирішення важливого наукового та практичного завдання — розроблення технології швидкозаморожених других страв зі стерляді з урахуванням фізико-хімічних, органолептичних, мікробіологічних та технологічних аспектів, а також економічної доцільності виробництва.

## РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

### 1.1. Біологічна характеристика стерляді (*Acipenser ruthenus*) та її харчова цінність

Стерлядь (*Acipenser ruthenus*) належить до родини осетрових і є одним із найдавніших представників іхтіофауни, що зберіг морфологічні та фізіологічні особливості протягом мільйонів років еволюції. На відміну від більшості інших осетрових, стерлядь характеризується порівняно невеликими розмірами, швидшим ростом та високою адаптивністю до умов аквакультури, що робить її одним із провідних об'єктів сучасних індустріальних рибних господарств Європи та України. Завдяки можливості цілеспрямованого вирощування в контрольованих умовах забезпечується стабільна якість сировини, відсутність паразитарних ризиків та прогнозована харчова цінність.

Морфологічно стерлядь має видовжене тіло з п'ятьма рядами кісткових щитків, розвинений рилоносний відросток та видовжені вусики, що виконують чутливу навігаційну функцію. Скелет здебільшого хрящовий, що визначає низьку кількість сполучної тканини та сприяє ніжній текстурі м'яса після теплової обробки. М'язова тканина відзначається дрібнозернистою структурою та низьким вмістом внутрішньоклітинного жиру, завдяки чому стерлядь є універсальною сировиною для різних видів кулінарної обробки — варіння, тушкування, смаження, запікання, приготування делікатесних страв і напівфабрикатів.

Хімічний склад стерляді є збалансованим і характеризується високою поживною цінністю. У середньому вміст білка становить 16,2–18,1 %, жиру — 2,1–4,3 %, при цьому білкова фракція включає всі незамінні амінокислоти в оптимальному співвідношенні. Особливо високим є вміст лізину, метіоніну та треоніну, що забезпечує високу біологічну цінність білка. За амінокислотним скором окремі показники сягають 105–112 % від еталонних значень FAO/WHO.

Ліпідна фракція представлена переважно ненасиченими та поліненасиченими жирними кислотами, зокрема омега-3 (ейкозапентаєною та докозагексаєною), кількість яких у стерляді зазвичай на 8–12 % вища, ніж

у традиційних видів прісноводної риби. Це обумовлює її профілактичну дію щодо серцево-судинних захворювань та покращення ліпідного обміну.

М'яса стерляді характеризується помірною калорійністю, яка становить у середньому 100–115 ккал/100 г, що робить його придатним не лише для повсякденного харчування, але й для спеціальних дієт. Мінеральний склад представлений калієм, фосфором, магнієм, сіркою та мікроелементами (цинк, селен), кількість яких задовольняє 10–25 % добової потреби людини. Значущим є також вміст жиророзчинних вітамінів А та D, а також групи В, що посилюють метаболічні процеси і підтримують функціонування нервової системи.

З точки зору технологічної обробки, стерлядь вирізняється високою кулінарною придатністю. Низька частка сполучної тканини забезпечує швидке розм'якшення м'язових волокон при нагріванні та формує ніжну текстуру готових страв. При тепловій дії м'ясо стерляді краще зберігає соковитість порівняно із судаком, коропом чи щукою — втрата вологи у середньому на 6–9 % менша. Це дозволяє використовувати її для виробництва делікатесних швидкозаморожених страв із збереженням початкових органолептичних властивостей.

Перспективність стерляді як сировини для виробництва швидкозаморожених страв пов'язана також із придатністю її м'язової тканини до низькотемпературної обробки. При швидкому заморожуванні утворення кристалів льоду відбувається рівномірно, а їх розміри залишаються дрібними, що знижує механічне пошкодження клітин та зменшує втрати соку після розморожування. Дослідження показують, що при оптимальній швидкості заморожування (0,9–1,3 см/год) дегідратаційні втрати становлять не більше 2,4–3,1 %, що є перевагою порівняно з іншими видами рибної сировини.

Таким чином, стерлядь є унікальним об'єктом для розроблення нових технологій швидкозаморожених других страв, оскільки поєднує високу харчову цінність, зручність технологічної обробки, низький рівень жирової оксидації та стабільні якісні показники під час заморожування.

## **1.2. Стан і тенденції виробництва та споживання швидкозаморожених харчових продуктів і рибних страв**

Світовий ринок швидкозаморожених харчових продуктів демонструє стабільне зростання протягом останнього десятиліття, що зумовлено зміною способу життя населення, урбанізацією та зростанням потреби у зручних у використанні, безпечних і поживних продуктах. За даними міжнародних аналітичних оглядів, загальні обсяги реалізації продукції швидкого заморожування зростають у середньому на 4,5–5,5 % щороку, а сегмент рибних страв і напівфабрикатів випереджає ці темпи на 1–1,3 %. Така динаміка свідчить про підвищення інтересу споживачів до продуктів, що поєднують високу якість, тривалий термін зберігання та мінімальний час приготування.

Риба та морепродукти посідають значне місце в структурі світового ринку заморожених страв. Зростання попиту пов'язане не лише з харчовою цінністю цих продуктів, але й із розширенням технологічних можливостей сучасних підприємств. Виробники активно впроваджують методи індивідуального швидкого заморожування (IQF), криогенного заморожування рідким азотом, комбіновані методи охолодження й пакування у модифікованому газовому середовищі (MAP). Завдяки цьому зберігаються текстура, смак та біологічна цінність рибної сировини, а термін зберігання збільшується до 12–18 місяців без втрати товарної якості.

У країнах Європейського Союзу та Північної Америки частка швидкозаморожених рибних страв у загальному споживанні готових кулінарних виробів досягає 22–28 %, тоді як у країнах Азії цей показник дещо нижчий, але має тенденцію до стрімкого зростання. Споживачі дедалі частіше віддають перевагу порційним продуктам, які не потребують додаткової підготовки та легко поєднуються з різними гарнірами. Зокрема, популярності набувають такі формати, як «ready-to-heat» та «ready-to-cook» страви на основі риби преміум-сегменту.

Ринок України також відображає глобальні тенденції. За останні 7–8 років спостерігається стабільне зростання попиту на готові заморожені страви,

незважаючи на економічні коливання та зміну структури виробництва. Вітчизняні споживачі все більше цінують продукти, що дозволяють заощаджувати час і водночас зберігати високу харчову цінність. Частка імпортованих заморожених рибних продуктів на українському ринку традиційно була значною (до 55–60 %), однак останнім часом простежується тенденція зростання частки вітчизняних виробників, які активно освоюють сегмент напівфабрикатів і готових страв із риби.

Одним із ключових факторів розвитку цього сегмента є розширення аквакультури та збільшення обсягів вирощування цінних прісноводних видів, зокрема осетрових. Це відкриває нові можливості для виробництва продукції з високою доданою вартістю, зокрема швидкозаморожених делікатесних страв на основі стерляді. Порівняно з традиційною сировиною (хек, минтай, тріска, короп), стерлядь має вищі органолептичні характеристики, що є важливим конкурентним фактором у преміум-сегменті.

З технологічної точки зору розвиток швидкозаморожених рибних страв тісно пов'язаний з інноваціями у сфері низькотемпературної обробки. Сучасні методи дозволяють знизити втрати маси під час заморожування до 1,8–2,6 %, що значно менше порівняно з традиційними повільними методами, де втрати можуть досягати 6–8 %. Швидке проходження критичної зони температур (-1...-5 °C) мінімізує утворення макрокристалів льоду та забезпечує збереження структури рибної тканини, що особливо важливо для делікатесних видів, таких як стерлядь.

Окремої уваги потребують споживчі вподобання. Сучасний споживач орієнтується на:

- натуральність рецептури, мінімальне використання добавок та консервантів;
- високий вміст білка та корисних жирних кислот;
- порційний формат упаковки;
- короткий час доведення страви до готовності (5–10 хвилин).

На підставі численних маркетингових досліджень встановлено, що частка покупців, які регулярно купують рибні швидкозаморожені страви, за останні роки зростає з 18–20 % до 28–31 %. До групи основних споживачів належать зайняті люди віком 20–45 років, сім'ї з дітьми, а також особи, які дотримуються здорового харчування. Попит на продукцію преміального сегмента, зокрема страви зі стерляді, демонструє зростання на рівні 6–8 % щороку.

У технологічному аспекті важливим напрямом розвитку є упровадження сучасних видів пакування, що забезпечують додатковий захист продукту від окислення й дегідратації. Серед таких технологій вагоме місце посідає пакування у вакуумі та модифікованому газовому середовищі, які дозволяють знизити швидкість окислення ліпідів у 2,3–2,7 разів порівняно з традиційною упаковкою. Це особливо важливо для риби, чутливої до жирового псування.

Таким чином, аналіз ринку свідчить про високий потенціал для розроблення нових видів швидкозаморожених рибних страв із доданою цінністю. Стерлядь як сировина вирізняється значними перевагами у преміум-сегменті, що створює сприятливі умови для формування нової категорії продуктів — швидкозаморожених других страв делікатесного рівня.

### **1.3. Технології виготовлення швидкозаморожених рибних страв та їх особливості**

Технологія виробництва швидкозаморожених рибних страв є комплексною системою операцій, спрямованих на отримання продукту з високими органолептичними, харчовими та функціональними властивостями при збереженні стабільної якості протягом тривалого зберігання. Основними етапами технологічного процесу є підготовка сировини, її розділення, порціонування, проведення теплової обробки (за потреби), охолодження, заморожування, фасування та зберігання. У випадку використання делікатесної сировини, зокрема стерляді, технологічні параметри повинні бути ретельно адаптовані для мінімізації втрат біологічно активних компонентів та забезпечення високої якості готової страви.

Початковий етап технології передбачає приймання та ветеринарно-санітарний контроль сировини. Як правило, для виробництва швидкозаморожених страв використовують охолоджену або розморожену рибу, що відповідає вимогам безпечності згідно з діючими стандартами (ДСТУ, ISO). Особливу увагу приділяють цілісності м'язової тканини, відсутності механічних пошкоджень та сторонніх запахів, а також свіжості, що визначається за комплексом органолептичних і фізико-хімічних показників.

Рибу очищають, видаляють нутрощі, голову та плавники, після чого проводять промивання та жилування філе. На цьому етапі важливим чинником є ретельність видалення сполучної тканини та кісточок, оскільки вони можуть погіршувати текстуру готового продукту. Філе стерляді, на відміну від багатьох видів риб, має мінімальну кількість дрібних кісточок, що значно спрощує процес підготовки.

Після підготовки філе проводять його порціонування відповідно до технологічних вимог. Розміри порцій повинні забезпечувати рівномірність теплової обробки та однорідність заморожування. При виготовленні других рибних страв часто використовують шматочки масою 60–120 г або комбіновані порції (рибне філе + овочевий гарнір). Правильне порціонування дозволяє запобігти надмірним втратам вологи та коливанням структури продукту під час низькотемпературної обробки.

На цьому етапі також здійснюється підготовка соусів, маринадів або овочевих компонентів, які підвищують харчову цінність страви та формують її органолептичний профіль. Все більше сучасних технологій базуються на принципах clean label — мінімального використання харчових добавок, консервантів та синтетичних підсилювачів смаку.

У виробництві швидкозаморожених других страв із риби широко використовують попередню теплову обробку. Вибір її способу визначається типом страви, рецептурою, бажаними смаковими характеристиками та ризиком мікробіологічного псування.

- Тушкування забезпечує м'яку текстуру та рівномірний розподіл соусу у продукті. Тривалість процесу зазвичай становить 8–15 хв при температурі 85–95 °С.
- Запікання дозволяє сформувати виразний аромат і золотисту поверхню. Для стерляді оптимальна температура запікання коливається у межах 160–180 °С, а тривалість — 6–12 хв залежно від розміру порцій.
- Обсмаження застосовується для створення підсмаженої скоринки та посилення смако-ароматичного профілю. Температура олії становить 160–170 °С, тривалість обсмаження — 1,5–3 хв.

Попередня теплова обробка частково знижує активність ферментів і мікрофлори, що позитивно впливає на тривалість зберігання замороженої продукції. Водночас важливо уникати надмірної термообробки, оскільки вона може викликати сухість, розрив волокон та зниження соковитості риби.

Після теплової обробки продукт обов'язково охолоджують до температури +4...+8 °С. Затримка на цьому етапі є одним із найбільш критичних ризиків, оскільки повільне охолодження сприяє розвитку мікроорганізмів і пришвидшує окисні процеси. Швидкість охолодження визначає якість подальшого заморожування й суттєво впливає на зберігання продукту. Зазвичай застосовують камерне або повітряне охолодження, рідше — вакуумне.

Заморожування є ключовим етапом, який визначає якість і тривалість зберігання швидкозаморожених страв. Основним завданням є максимальне зменшення розміру льодових кристалів, які утворюються в тканинах продукту. Чим швидше продукт проходить критичну зону температур (-1...-5 °С), тим дрібніші кристали формуються і тим менше порушується структура м'язової тканини.

У сучасних підприємствах використовують такі методи заморожування:

- Повітряне швидке заморожування при -30...-40 °С — найбільш поширений метод, який забезпечує промерзання порцій риби за 25–45 хв залежно від товщини.

- Індивідуальне швидке заморожування (IQF) — дозволяє отримати рівномірно промерзлі порції та уникнути злипання продукту.
- Кріогенне заморожування рідким азотом або вуглекислою — забезпечує надзвичайно швидке охолодження (до  $-60\dots-120$  °C), формує найдрібніші кристали льоду та зберігає максимальну природну соковитість риби.

Швидкість заморожування впливає як на структуру, так і на смак готового продукту. Дослідження показують, що при швидкому заморожуванні кількість вологи, утриманої у м'язових волокнах після розморожування, може бути на 12–18 % більшою порівняно з повільним заморожуванням.

Після заморожування продукт фасують у герметичну тару, яка запобігає дегідратації, окисненню та механічному пошкодженню. Використовують:

- багатошарові полімерні плівки;
- вакуумне пакування;
- пакування у модифікованому газовому середовищі (MAP);
- лотки з високою бар'єрністю.

Оптимальна температура зберігання заморожених страв становить  $-18$  °C або нижче. За таких умов продукт може зберігати якість упродовж 6–12 місяців залежно від рецептури, вмісту жиру та умов пакування.

Під час виробництва швидкозаморожених рибних страв необхідно забезпечити відповідність показникам безпеки згідно з ДСТУ, Санітарними регламентами та міжнародними документами (Codex Alimentarius, ISO).

Особливу увагу приділяють:

- мікробіологічній чистоті;
- активності води ( $a_w$ );
- окисній стабільності жиру;
- збереженню білкової структури;
- відсутності токсичних домішок;
- контролю температурних режимів на всіх етапах.

Таким чином, сучасні технології виготовлення швидкозаморожених рибних страв базуються на принципах мінімізації втрат якості, збереження харчової цінності та створення продуктів, готових до швидкого споживання.

Оптимальний режим заморожування, якісна сировина та ефективно пакування є ключовими чинниками формування конкурентоспроможного продукту преміум-рівня, до яких належать страви зі стерляді.

#### **1.4. Фактори, що впливають на якість швидкозаморожених рибних страв**

Якість швидкозаморожених рибних страв формується під впливом великої кількості чинників, які охоплюють усі стадії технологічного процесу — від моменту надходження сировини до підприємства і до тривалого зберігання готового продукту. Кожен із цих факторів має визначальний вплив на органолептичні, фізико-хімічні та мікробіологічні властивості страв, їхню безпечність та стабільність протягом терміну зберігання. Вихідні характеристики риби є базовим параметром, що визначає потенційну якість кінцевого продукту. Свіжість м'язової тканини, початковий рівень мікробного обсіменіння, активність ферментів, вміст вологи й жиру, а також стан білкових структур багато в чому зумовлюють поведінку риби під час заморожування та після нього. М'ясо стерляді, яке характеризується низьким вмістом сполучної тканини та ніжною структурою, є придатним для виготовлення швидкозаморожених страв, однак потребує дбайливого поводження на етапі первинної обробки, оскільки механічні пошкодження можуть спричинити порушення цілісності м'язових волокон і збільшення втрат соку.

Суттєвий вплив на зміни у рибній сировині мають ферментативні процеси, що продовжують відбуватися навіть при низьких температурах. Протеази та ліпази залишаються частково активними до  $-5...-8$  °C, спричиняючи протеоліз, розм'якшення тканини та розвиток небажаних присмаків у разі уповільненого охолодження або затримок на виробництві. Заморожування частково пригнічує активність ферментів, однак не повністю, тому швидкість проходження критичної температурної зони має вирішальне значення для збереження структури м'язових волокон та зниження втрат якості. Ліпіди риби, особливо

ненасичені жирні кислоти омега-3, є вкрай чутливими до окислення. Окисні процеси активізуються під дією кисню, світла, температурних коливань та збереженої активності ферментів. Продукти первинного та вторинного окислення призводять до появи прогірклих запахів, втрати природного кольору та зниження харчової цінності продукту. Зниження температури зберігання пригнічує окисні процеси, однак навіть у таких умовах вони повністю не припиняються, що потребує використання якісної бар'єрної упаковки.

Одним із ключових чинників, що визначають структуру та соковитість рибних страв після розморожування, є швидкість заморожування. При повільному заморожуванні утворюються великі кристали льоду, які руйнують клітинні мембрани та спричиняють значні втрати соку після розморожування. Натомість швидке заморожування забезпечує формування дрібних кристалів, що мінімізує пошкодження тканин і дозволяє зберегти природну текстуру та соковитість риби. Для продукції преміум-сегменту оптимальним є застосування низькотемпературних повітряних або криогенних способів заморожування, які дають змогу швидко знизити температуру у центрі шматка та пройти критичну зону у максимально короткий час.

Упаковка відіграє не менш важливу роль у стабілізації якісних показників швидкозаморожених рибних страв. Вона захищає продукт від доступу повітря, світла, випаровування вологи, сторонніх запахів, а також від механічних пошкоджень під час транспортування та зберігання. Найефективнішими вважають багатошарові полімерні матеріали, вакуумне пакування та пакування у модифікованому газовому середовищі, які значно уповільнюють процеси окислення ліпідів та дегідратації поверхні продукту. Стабільність температурного режиму під час зберігання є ще одним критичним фактором. Температурні коливання навіть у межах  $\pm 2$  °C можуть сприяти вторинному замерзанню та рекристалізації води, що призводить до укрупнення льодових кристалів і погіршення текстури страви. Рекристалізація супроводжується збільшенням втрат маси при розморожуванні та появою структурних дефектів.

Мікробіологічні чинники також мають визначальний вплив на якість і безпечність швидкозаморожених страв. Заморожування не знищує мікрофлору, а лише пригнічує її розвиток. Психротрофні бактерії можуть зберігати життєздатність при температурах до  $-10...-12$  °С, тому початковий рівень мікробного обсіменіння повинен бути мінімальним, а всі етапи виробництва мають відповідати санітарно-гігієнічним вимогам. Своєчасна теплова обробка інгредієнтів і швидке охолодження перед заморожуванням значно зменшують ризик контамінації.

Підсумовуючи, якість швидкозаморожених рибних страв залежить від багатьох взаємопов'язаних факторів: стану сировини, ферментативних та окисних процесів, швидкості заморожування, умов та типу упаковки, стабільності температури під час зберігання і мікробіологічної чистоти. Лише комплексне врахування цих факторів дає можливість отримати продукт із високими органолептичними властивостями, тривалим терміном зберігання, збереженою харчовою цінністю та безпечністю для споживача. Для страв зі стерляді такі вимоги є особливо важливими через делікатну структуру м'язової тканини та чутливість ліпідів до окислення, тому оптимізація технологічних параметрів є ключовою умовою успішного виробництва.

### **1.5. Перспективи використання сучасних технологій та інновацій у виробництві швидкозаморожених рибних страв**

Сучасний розвиток харчових технологій створює широкі перспективи для удосконалення процесів виробництва швидкозаморожених рибних страв, забезпечуючи їхню високу якість, подовжений термін зберігання та стабільність органолептичних характеристик. Інноваційні методи заморожування, пакування, обробки сировини та контролю якості дозволяють значно зменшити вплив негативних факторів, які традиційно супроводжують низькотемпературні процеси, та забезпечують формування продуктів нового покоління — більш безпечних, корисних і адаптованих до сучасних споживчих вимог.

Однією з найперспективніших технологій є індивідуальне швидке заморожування (IQF), яке забезпечує надзвичайно високу швидкість проходження критичної зони температур і формування дрібних кристалів льоду. Це мінімізує механічні пошкодження м'язової тканини, дозволяє уникнути злипання порцій та забезпечує високу соковитість готового продукту після розморожування. У порівнянні з традиційними методами IQF зменшує втрати маси після дефростації на 20–30 %, що є особливо важливим для делікатесних видів риби, включаючи стерлядь. Ще більш ефективним є кріогенне заморожування з використанням рідкого азоту або вуглекислоти. Завдяки надшвидкій тепловіддачі та можливості досягнення температур до  $-80 \dots -120$  °C у надзвичайно короткий час утворюються виключно дрібнодисперсні кристали льоду, що забезпечує збереження природної структури м'яса та практично повне відсутність пошкоджень клітинних мембран. Такі технології відкривають можливість виготовляти продукцію преміум-рівня з мінімальними втратами харчової цінності.

Поряд із заморожуванням значну увагу приділяють удосконаленню технологій теплової обробки та підготовки сировини. Використання низькотемпературного тушкування, вакуумного приготування (*sous-vide*), пароконвекційного оброблення та інфрачервоного нагрівання дозволяє досягти рівномірного прогріву, мінімізувати втрати поживних речовин та забезпечити високу соковитість рибних страв. Режим *sous-vide* особливо ефективні для стерляді, оскільки делікатна структура її м'язів чутлива до перегріву. М'яка термічна обробка в умовах вакууму сприяє збереженню текстури, зменшенню окисних реакцій та формуванню насиченого смако-ароматичного профілю. Крім того, використання інноваційних бар'єрних технологій, що включають поєднання низького  $a_w$ , знижених температур та модифікованого газового середовища, дозволяє забезпечити додатковий захист продукту від мікробіологічного псування.

Одним із ключових напрямів інновацій є розвиток пакувальних технологій. Використання високобар'єрних полімерних матеріалів, багатошарових плівок

та комбінованих систем із протинакопичувальними властивостями суттєво зменшує ризик окиснення жиру та дегідратації поверхні. Пакування у модифікованому газовому середовищі (MAP), де співвідношення газів адаптоване до конкретного типу риби, дозволяє в 2,5–3 рази уповільнити окисні процеси та продовжити термін зберігання продукції. Перспективним напрямом є також активне пакування, яке передбачає використання сорбентів кисню, вологи, етилену або антимікробних компонентів, що забезпечують додаткову стабільність якості. Такі системи дозволяють знизити ризик мікробіологічного псування без застосування хімічних консервантів, що відповідає сучасним тенденціям clean label.

Широкі можливості у сфері контролю якості відкриває застосування сучасних аналітичних технологій, зокрема електронних носіїв та електронних язиків, спектроскопії ближнього інфрачервоного діапазону, диференціальної сканувальної калориметрії та оптичних методів оцінки структури продукту. Ці методи дозволяють у реальному часі контролювати свіжість сировини, ступінь заморожування, окиснення ліпідів та інші важливі параметри, що значно підвищує точність технологічних процесів і зменшує втрати продукції. Використання автоматизованих систем керування та інтелектуальних сенсорів робить можливим точне дотримання температурних режимів на всіх етапах — від охолодження до глибокого заморожування та зберігання.

Не менш важливою інновацією є застосування нетермічних методів консервування, таких як високі гідростатичні тиски (HPP), імпульсні електричні поля (PEF) та ультразвукова обробка. Високий тиск дозволяє руйнувати клітини мікроорганізмів без суттєвої зміни структури білків і ліпідів, що продовжує термін зберігання продуктової лінійки без змін органолептичних характеристик. Ультразвукова кавитація, своєю чергою, може бути використана як інструмент для інтенсифікації маринування, рівномірного проникнення соусів та покращення текстури філе.

Окремо слід відзначити перспективи цифровізації та автоматизації виробництва. Інтелектуальні системи керування дозволяють оптимізувати

режими заморожування, контролювати швидкість охолодження та здійснювати моніторинг стану продукції під час зберігання. Використання Big Data та алгоритмів машинного навчання відкриває можливість прогнозувати поведінку продукту в різних умовах, оптимізувати рецептури та моделювати строки зберігання.

У контексті виробництва страв зі стерляді сучасні технології мають особливу цінність, оскільки дозволяють максимально зберегти ніжну структуру м'язової тканини, знизити окислення ліпідів та забезпечити делікатні органолептичні властивості, притаманні цьому виду риби. Інноваційні рішення сприяють створенню продуктів преміум-сегменту, які відповідають зростаючим вимогам споживачів до натуральності, безпечності та високої харчової цінності.

Таким чином, перспективи використання сучасних технологій у виробництві швидкозаморожених рибних страв тісно пов'язані з розвитком високошвидкісного заморожування, інтелектуального контролю процесів, інноваційного пакування та впровадження нетермічних методів стабілізації якості. Ці напрямки створюють науково-практичне підґрунтя для розроблення нових технологічних рішень, спрямованих на отримання продукції з високою харчовою та біологічною цінністю, у тому числі страв із стерляді.

## РОЗДІЛ 2. МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

### 2.1. Матеріали досліджень

У якості основної сировини використовували стерлядь (*Acipenser ruthenus*), вирощену в умовах аквакультури на сертифікованому рибному господарстві. Риба надходила у охолоджену стані температурою 0...+2 °С, з дотриманням ветеринарно-санітарних вимог та супровідною документацією. Середня маса однієї особини становила 0,8–1,2 кг, що забезпечувало однорідність філе за товщиною та структурою. Перед дослідженнями рибу очищали, видаляли внутрішні органи, голову, плавники та промивали у проточній воді.

Для виготовлення других страв застосовували натуральні інгредієнти відповідно до розроблених рецептур: овочеву сировину (моркву, цибулю, болгарський перець), вершкові та томатні соуси, рафіновану рослинну олію, прянощі та сіль кухонну харчову. Усі компоненти відповідали вимогам чинних ДСТУ та мали сертифікати якості.

Допоміжні матеріали включали полімерні пакувальні плівки підвищеної бар'єрності, лотки з харчового поліпропілену та етикетки для маркування готової продукції. Для заморожування використовували низькотемпературну морозильну камеру з регульованим діапазоном температур до –40 °С.

### 2.2. Обладнання та умови проведення досліджень

Для проведення роботи застосовували лабораторне та виробниче обладнання, яке забезпечує точність вимірювань та дотримання параметрів технологічного процесу:

- електронні лабораторні ваги (похибка  $\pm 0,01$  г);
- рН-метр для визначення кислотності рибних продуктів;
- інфрачервону сушильну шафу для визначення масової частки вологи;
- прилад для вимірювання активності води ( $a_w$ );
- мікробіологічний бокс та термостат;
- текстурометр для визначення структурно-механічних характеристик;

- морозильну камеру для швидкого заморожування ( $-30\dots-40$  °C);
- холодильну шафу для зберігання проб;
- дегустаційну лабораторію, обладнану згідно з вимогами ISO 8589.

Усі дослідження проводили у повторностях (не менше ніж у трикратному виконанні) для забезпечення статистичної достовірності результатів.

### **2.3. Методи комплексного дослідження якісних показників швидкозаморожених рибних страв із стерляді**

Комплексне оцінювання розроблених швидкозаморожених рибних других страв із стерляді здійснювали за допомогою поєднання органолептичних, фізико-хімічних, мікробіологічних та текстурно-механічних методів аналізу, а також контролю параметрів заморожування і математичної обробки експериментальних даних. Такий підхід дозволив отримати всебічну характеристику продукту, забезпечивши достовірність результатів і можливість подальшого наукового обґрунтування технології.

Органолептичну оцінку проводили дегустаційною комісією відповідно до вимог сенсорного аналізу. Дослідження включали визначення смаку, запаху, зовнішнього вигляду, консистенції та кольору продукту після теплового доведення до споживчої готовності. Оцінювання здійснювали у контрольованих умовах, із застосуванням 5-бальної шкали та стандартизованих протоколів, що забезпечує мінімізацію суб'єктивних факторів та оптимальну порівнянність результатів.

Фізико-хімічні показники були визначені відповідно до сучасних стандартів та методичних інструкцій, що використовуються у харчових лабораторіях. Масову частку вологи визначали методом висушування до постійної маси, вміст білка — шляхом азотного аналізу за методом К'ельдаля, жиру — екстракційним методом у апараті Сокслета. Активність води вимірювали за допомогою спеціалізованого електронного приладу, що дає змогу оцінити потенційну мікробіологічну стабільність продукту. Масову частку кухонної солі визначали титриметрично, а кислотність продукту —

потенціометричним методом. Отримані фізико-хімічні параметри дозволяли комплексно оцінити вплив технологічних режимів на якість готової продукції.

Мікробіологічні дослідження включали визначення кількості мезофільних та факультативно-анаеробних мікроорганізмів, наявності бактерій родини *Enterobacteriaceae*, а також виявлення патогенних мікроорганізмів, зокрема *Salmonella spp.* та *Listeria monocytogenes*. Дослідження проводили відповідно до вимог ДСТУ та ISO у стерильних умовах лабораторії за використання живильних середовищ, термостатів та ламінарних шаф, що забезпечує точність відбору та інкубації проб. Показники мікробіологічної безпечності є критичними у виробництві заморожених страв, оскільки заморожування не знищує мікрофлору, а лише пригнічує її розвиток.

Для оцінювання структурно-механічних властивостей використовували текстурометричний аналіз. Показники твердості, жувальності, когезивності та пружності визначали методом одноразового стискання зразків за стандартизованими параметрами. Ці дані дозволяють оцінити не лише текстурні властивості страв після заморожування та розморожування, а й ступінь структурних змін у м'язовій тканині стерляді під впливом низьких температур і теплової обробки.

Контроль параметрів заморожування здійснювали за допомогою термічних датчиків, розміщених у центрі порційного шматка. Заморожування проводили при температурі мінус 32...мінус 38 °С до досягнення  $-18$  °С у товщі продукту. Такий підхід дозволив визначити швидкість заморожування, час проходження критичної температурної зони та вплив цих параметрів на подальші якісні показники страв.

Математичну обробку результатів проводили з використанням статистичних методів — визначення середніх значень, стандартних відхилень, коефіцієнтів варіації та дисперсійного аналізу. Достовірність різниць оцінювали на рівні  $p < 0,05$ . Це забезпечувало об'єктивність отриманих результатів та можливість порівняння різних варіантів технологічних режимів.

Таким чином, методологічний підхід до дослідження швидкозаморожених других страв із стерляді ґрунтувався на комплексному аналізі властивостей продукту, що поєднує органолептичні, фізико-хімічні, мікробіологічні та структурно-механічні дослідження, а також точний контроль параметрів заморожування. Така багатовекторна система оцінювання забезпечує достовірне відображення технологічних змін у продукті та дозволяє науково обґрунтувати оптимальні режими виробництва.

## РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

### 3.1. Технологічна частина розроблення швидкозаморожених рибних страв із стерляді

Розроблення технології швидкозаморожених рибних страв із стерляді передбачало формування послідовного технологічного процесу, що забезпечує високу якість готової продукції, збереження харчової цінності та безпечності протягом усього терміну зберігання. В основу технології покладено принципи мінімального впливу на структуру рибної сировини, дотримання оптимальних режимів теплової та низькотемпературної обробки, а також застосування бар'єрного пакування для захисту продукту від дегідратації та окислення. Виробництво страв починали з підготовки рибної сировини: охолоджену стерлядь очищали, видаляли нутрощі, голову, плавці, промивали та розділяли на філе. Подрібнення здійснювали таким чином, щоб отримані порційні шматки мали однорідну товщину, що забезпечувало рівномірне прогрівання під час теплової обробки та рівномірне проморожування на подальших етапах. Підготовлене філе перевіряли за органолептичними показниками, оцінюючи його запах, колір і структуру, а також відповідність санітарним вимогам.

Для розроблення асортименту було сформовано три рецептури швидкозаморожених страв, що відрізнялися компонентним складом соусів та овочевих добавок. Перша страва передбачала поєднання філе стерляді з вершково-зеленим соусом на основі вершків, вершкового масла та подрібненої зелені. Друга рецептура включала тушкування стерляді з овочами — морквою, цибулею та болгарським перцем, із додаванням томатної пасти й спецій. Третій варіант — стерлядь у томатно-часниковому соусі з лимонним соком та орегано, що забезпечувало більш виражений ароматичний і смаковий профіль. Добір рецептур здійснювали з урахуванням сучасних тенденцій виробництва здорових продуктів: мінімального використання штучних добавок, натуральності компонентів та збалансованості смаку.

Виготовлення страв здійснювали за стандартною технологічною послідовністю. Після підготовки рибного філе та овочів виконували формування страв: порційні шматки риби укладали у лотки та додавали відповідний соус або овочеву суміш. Співвідношення філе до соусу становило від 1:0,3 до 1:0,5 залежно від рецептури, що забезпечувало оптимальні органолептичні властивості, рівномірне розподілення вологи та ароматичних компонентів. Наступним етапом була попередня теплова обробка, яка дозволяла частково інактивувати мікрофлору, стабілізувати структуру продукту та сформувати смако-ароматичний комплекс. Термічну обробку проводили методом тушкування або запікання: при тушкуванні температура становила 85–95 °C протягом 8–12 хв, при запіканні — 160–180 °C упродовж 6–10 хв. Тривалість і температура теплової обробки підбирали таким чином, щоб уникнути пересушування риби та зберегти її природну соковитість.

Після термічної стадії страви охолоджували до температури +4...+6 °C. Охолодження проводили у максимально короткий термін — не довше 60 хвилин — для запобігання розвитку мікроорганізмів і покращення умов подальшого заморожування. Заморожування здійснювали в низькотемпературній камері повітряним способом за температури –32...–38 °C. Контроль температури у центрі порційного шматка проводили за допомогою температурного датчика до досягнення –18 °C. Час заморожування залежав від маси порції та становив у середньому 25–45 хв. Використання швидкого заморожування дозволило мінімізувати утворення великих кристалів льоду, що позитивно вплинуло на текстуру риби після розморожування та зменшило втрати маси при дефростації до 2,2–3,4 %.

Після заморожування страви пакували у полімерні лотки з високобар'єрною плівкою або вакуумували, що значно знижувало контакт продукту з киснем та запобігало окисленню ліпідів. Упакування забезпечувало захист від втрати вологи та механічних пошкоджень під час транспортування і зберігання. Маркування здійснювали відповідно до чинних норм і містило інформацію про склад, харчову цінність, масу, дату виготовлення, умови та

термін зберігання. Зберігання продукції проводили при температурі  $-18\pm 1$  °С, а зміни її якості оцінювали через 1, 30 і 60 діб.

У результаті проведених технологічних операцій було встановлено, що розроблена технологічна схема забезпечує збереження натуральних властивостей стерляді, рівномірне проморожування, високу стабільність фізико-хімічних показників та формування виражених органолептичних характеристик при мінімальних втратах маси після розморожування. Така технологія є придатною для виробництва страв преміум-сегменту, що відповідають сучасним вимогам до якості, безпечності та зручності споживання.

### 3.2. Органолептична оцінка швидкозаморожених страв із стерляді

Органолептичну оцінку проводили за 5-бальною шкалою за показниками: зовнішній вигляд, колір, консистенція, запах, смак та загальна органолептична оцінка. Дегустацію здійснювали після заморожування, зберігання за температури  $-18\pm 1$  °С та наступного розморожування і доведення страв до споживчої готовності. Критерії оцінювання наведені в таблиці 3.1, а результати дегустаційної оцінки в таблиці 3.2.

Таблиця 3.1

Характеристика органолептичних показників за 5-бальною шкалою

Бал	Характеристика
5	Відмінна якість. Природний колір, гармонійний запах, збалансований смак, ніжна соковита консистенція, відсутність будь-яких недоліків.
4	Добра якість. Незначні відхилення у кольорі чи консистенції, приємний запах і смак, недоліки мінімальні.
3	Задовільна якість. Помітні відхилення, слабший запах або смак, консистенція місцями сухувата чи рихла.
2	Низька якість. Нетиповий колір, сторонній запах, водянистий або дефектний смак, порушена консистенція.
1	Дуже низька якість, продукт непридатний. Різко виражені дефекти смаку, запаху, кольору та консистенції.

Таблиця 3.2

## Органолептичні показники швидкозаморожених страв із стерляді

Показник	Зразок 1 – вершково-зелений соус	Зразок 2 – тушкована з овочами	Зразок 3 – томатно-часниковий соус
Зовнішній вигляд, балів	4,8	4,6	4,5
Колір, балів	4,7	4,5	4,6
Консистенція, балів	4,8	4,4	4,5
Запах, балів	4,7	4,5	4,6
Смак, балів	4,9	4,6	4,7
Загальна оцінка, балів	4,8	4,5	4,6

У результаті дегустаційної оцінки встановлено, що всі три зразки характеризувалися високими органолептичними показниками, загальна оцінка яких перевищувала 4,5 бала. Найвищі значення продемонстрував зразок 1 (стерлядь у вершково-зеленому соусі), для якого дегустаційна комісія відзначила гармонійний смак, виражений вершково-рибний аромат та ніжну, соковиту консистенцію. Зразок 3 (стерлядь у томатно-часниковому соусі) мав більш пікантний смако-ароматичний профіль, дещо виразніший кислувато-пряний відтінок, що позитивно вплинуло на загальну оцінку. Зразок 2 (стерлядь тушкована з овочами «По-домашньому») отримав дещо нижчі бали за консистенцію, що пов'язано з більшою часткою овочевого компонента й дещо менш вираженим «делікатесним» характером страви порівняно з іншими варіантами.

Разом із тим розбіжності між зразками за більшістю показників були незначними (у межах 0,2–0,4 бала), що свідчить про стабільно високий рівень органолептичної якості розроблених технологічних рішень. Отримані

результати дають підстави вважати, що застосовані режими теплової обробки, заморожування та зберігання забезпечують збереження притаманних стерляді смакових та ароматичних властивостей.

Фізико-хімічні показники є одним з ключових критеріїв оцінювання якості швидкозаморожених рибних страв, оскільки саме вони визначають харчову цінність, смакові властивості, структурно-механічні характеристики та мікробіологічну стабільність продукту під час зберігання. Для трьох розроблених страв із стерляді було визначено масову частку вологи, білка, жиру, кухонної солі, кислотність (рН) та активність води ( $a_w$ ). Ці показники дозволяють комплексно оцінити вплив рецептурних компонентів і технологічних режимів на формування кінцевих властивостей продукції. Дані зображено у таблиці 3.3.

Таблиця 3.3

## Фізико-хімічні показники швидкозаморожених страв із стерляді

Показник	Зразок 1	Зразок 2	Зразок 3
Масова частка вологи, %	69,8	72,4	70,6
Масова частка білка, %	17,4	16,2	17,0
Масова частка жиру, %	7,8	5,9	6,4
Масова частка кухонної солі, %	1,1	1,0	1,2
рН	6,32	6,10	5,92
Активність води ( $a_w$ )	0,975	0,972	0,968

Значення, представлені в таблиці 3.3, відображають різний ступінь взаємодії рибної сировини з компонентами соусів, ступінь теплової обробки та властивості кожної рецептури. Детальний аналіз цих показників дає змогу

глибше оцінити технологічні процеси, що відбуваються у продукті, та обґрунтувати ефективність запропонованої технології швидкого заморожування.

Передусім важливо відзначити, що масова частка вологи є ключовим параметром, який визначає соковитість, консистенцію та відчуття продукту під час споживання. Найвищий показник вологості був зафіксований у зразку 2 (72,4 %), що цілком закономірно, адже страва містить значну кількість овочевих компонентів, які під час тушкування інтенсивно виділяють вологу. Цей фактор сприяє формуванню м'якшої консистенції та більш делікатної текстури, однак водночас потребує особливо ретельного контролю умов зберігання, оскільки підвищена вологість може сприяти активнішому розвитку мікроорганізмів у разі порушення температурного режиму.

Зразок 1 (69,8 %) і зразок 3 (70,6 %) мали вологість на 1,5–2,5 % нижчу, що обумовлено наявністю соусів із меншою часткою води. Вершково-зелений соус у зразку 1 містить жирову основу, що знижує загальну частку вологи, водночас утримує її всередині м'язових волокон, забезпечуючи соковитість продукту після термічної обробки та заморожування.

Масова частка білка демонструвала найвищі значення у зразку 1 (17,4 %), що є свідченням оптимального співвідношення риби та соусу в рецептурі. Це особливо важливо, адже білок стерляді є високоякісним, легко засвоюваним і містить усі незамінні амінокислоти. Висока частка білка свідчить про збереження харчової цінності продукту після теплової обробки та заморожування. У зразку 3 вміст білка становив 17,0 %, що також є високим показником, характерним для преміальних рибних страв, тоді як у зразку 2 (16,2 %) ця величина була дещо нижчою, що пояснюється розведенням білкової частки овочевими інгредієнтами.

Вміст жиру значною мірою визначав органолептичний профіль страв. Найвищий показник спостерігався у зразку 1 (7,8 %), що пов'язано з використанням вершків і вершкового масла, характерних для вершково-зеленого соусу. Жир у таких рецептурах відіграє подвійну роль: по-перше,

покращує смак, аромат і ніжність консистенції, а по-друге, виконує функцію «внутрішнього бар'єра», знижуючи рівень окислення ліпідів під час заморожування та зберігання. Зразки 2 і 3 мали нижчі значення (5,9 % та 6,4 % відповідно), що відповідає їхній менш калорійній рецептурі й більш дієтичному складу.

Масова частка кухонної солі в усіх зразках була стабільною (1,0–1,2 %), що є оптимальним рівнем для забезпечення приємного смаку без надмірного соління. Такий діапазон також сприяє збереженню текстури рибної тканини та не спричиняє дегідратації м'язових волокон, що є ризиком при концентраціях солі понад 1,6–2,0 %. Незначні коливання у межах 0,2 % зумовлені різною інтенсивністю соусів, особливо томатного.

Кислотність (pH) показала чітку залежність від типу соусу. Найнижче значення (pH = 5,92) було характерним для зразка 3, що містить томатний соус та лимонний сік. Підвищена кислотність не лише формує специфічний кислувато-пряний смак, а й виконує природну консервувальну функцію, пригнічуючи розвиток патогенної та умовно-патогенної мікрофлори. Зразок 2 мав pH = 6,10, що також є прийнятним для страв із риби, тоді як зразок 1 характеризувався найвищою кислотністю (pH 6,32) через нейтральний характер вершково-зеленого соусу.

Активність води ( $a_w$ ), що коливалася в межах 0,968–0,975, є надзвичайно важливим показником для прогнозування мікробіологічної стабільності під час зберігання. Навіть невелике зниження  $a_w$  суттєво обмежує можливість розвитку мікроорганізмів, особливо у замороженому стані. Зразок 3, який мав найнижче значення  $a_w$  (0,968), був потенційно найбільш мікробіологічно стабільним, що є позитивним ефектом використання кислотних компонентів. Водночас усі значення нижчі за 0,98 повністю відповідають вимогам до швидкозаморожених продуктів.

У сукупності встановлені фізико-хімічні параметри демонструють високу якість усіх трьох страв та свідчать, що обрані режими теплової обробки, охолодження та заморожування забезпечують збереження основних харчових і

сенсорних властивостей стерляді. Крім того, результати підтверджують, що рецептурні особливості суттєво впливають на структуру продукту, його смак, енергетичну цінність та здатність до тривалого зберігання.

Мікробіологічні показники є ключовими критеріями безпечності рибних продуктів, особливо тих, що містять значну кількість вологи та проходять комбіновану теплову й холодову обробку. Аналіз мікробіологічного стану швидкозаморожених страв дозволяє оцінити ефективність теплової обробки, санітарний стан виробництва, якість сировини, швидкість охолодження та заморожування, а також стабільність продукту під час зберігання. Результати зображені в таблиці 3.4.

Таблиця 3.4

## Мікробіологічні показники швидкозаморожених страв із стерляді

Показник	Зразок 1	Зразок 2	Зразок 3	Норма
КМАФАнМ, КУО/г	$3,2 \times 10^2$	$4,1 \times 10^2$	$3,8 \times 10^2$	$\leq 1,0 \times 10^4$
Enterobacteriaceae, КУО/г	<10	<10	<10	$\leq 1,0 \times 10^2$
Salmonella spp. у 25 г	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено	Не допускається
Listeria monocytogenes у 25 г	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено	Не допускається
Дріжджі та плісняві гриби, КУО/г	<10	<10	<10	$\leq 1,0 \times 10^2$

Проведений аналіз мікробіологічних показників дозволив комплексно оцінити санітарний стан розроблених швидкозаморожених страв із стерляді та визначити ефективність застосованих технологічних прийомів теплової обробки, охолодження і заморожування. Дані, наведені в таблиці 3.4, свідчать про високу якість використаної сировини, належний рівень гігієни на всіх стадіях виробництва та відповідність готової продукції вимогам чинних мікробіологічних нормативів.

Загальна кількість мезофільних аеробних та факультативно-анаеробних мікроорганізмів (КМАФАнМ) у всіх трьох зразках була значно нижчою за встановлену норму, що вказує на ефективність теплової обробки та мінімальний рівень первинного забруднення сировини. Низькі значення КМАФАнМ також підтверджують правильне проведення технологічних операцій: швидке охолодження після приготування, оперативне заморожування, а також дотримання температурного режиму зберігання. Варто зазначити, що дещо підвищене значення КМАФАнМ у зразку 2 порівняно із зразками 1 та 3 пов'язане з природною мікрофлорою овочевих компонентів, які, навіть після теплової обробки, можуть містити незначну кількість виживших клітин. Проте загальні значення залишаються дуже низькими, що підтверджує високу санітарну якість продукту.

Відсутність представників родини *Enterobacteriaceae* у всіх зразках є свідченням того, що виробництво відбувалося без фекального або побутового забруднення, а санітарні умови приміщень, інвентарю та персоналу відповідали вимогам НАССР. Наявність цих бактерій могла б свідчити про порушення гігієни або недостатню теплову обробку, проте отримані результати демонструють повну відповідність технології.

Особливо важливим є те, що у жодному зі зразків не було виявлено патогенних мікроорганізмів, таких як *Salmonella* spp. та *Listeria monocytogenes*. Ці збудники становлять найбільшу небезпеку в рибній продукції, оскільки здатні виживати при низьких температурах та розмножуватися у разі порушення умов зберігання. Їхня відсутність у 25 г продукту підтверджує безпечність сировини, достатню інтенсивність теплової обробки та належні санітарно-гігієнічні умови виробництва. Особливо варто підкреслити відсутність *Listeria monocytogenes*, оскільки цей мікроорганізм здатен розвиватися навіть при низьких температурах і є критичним показником безпечності готових страв.

Низькі показники дріжджів і пліснявих грибів (<10 КУО/г) у всіх зразках свідчать про відсутність вторинної контамінації після теплової обробки та про

ефективність застосованого пакування. Ці мікроорганізми є індикаторами порушень умов зберігання, підвищеної вологості або проникності пакувального матеріалу, тому їхня мінімальна кількість характеризує продукт як стабільний і стійкий до псування протягом тривалого періоду заморожування.

Узагальнюючи отримані дані, можна зробити висновок, що всі три рецептури демонструють високий рівень мікробіологічної безпеки. Це підтверджує, що запропонована технологія виробництва — від підготовки сировини та теплової обробки до заморожування та пакування — забезпечує ефективне пригнічення мікрофлори та створює умови, що перешкоджають росту небезпечних мікроорганізмів під час зберігання. Таким чином, розроблені страви є безпечними для споживання, мають тривалу стабільність та повністю відповідають сучасним санітарним вимогам до швидкозаморожених рибних продуктів.

Текстурно-механічні властивості є одним із ключових параметрів, що визначають споживчу привабливість рибних страв і формують загальне враження від продукту після його розморожування та доведення до готовності. Саме текстура найчастіше визначає очікування споживача щодо якості рибного м'яса: ніжність, пружність, соковитість та структурну цілісність. Для заморожених страв текстурні показники мають особливо важливе значення, адже заморожування і подальше розморожування здатні викликати певні зміни у білковій структурі, привести до втрати вологи або, навпаки, надмірного ущільнення тканин.

У зв'язку з цим у рамках проведених досліджень було визначено чотири ключові параметри текстури: твердість, пружність, когезивність та жувальність. Ці показники є загальноприйнятими у міжнародній практиці дослідження рибних продуктів та дозволяють об'єктивно оцінити структурний стан м'язових волокон після застосування розробленої технології теплової обробки і швидкого заморожування. Результати зображені у таблиці 3.5.

Таблиця 3.5

## Текстурно-механічні показники страв із стерляді

Показник	Зразок 1	Зразок 2	Зразок 3
Твердість, Н	18,6	20,3	19,1
Пружність, відн. од.	0,87	0,82	0,85
Когезивність	0,72	0,68	0,70
Жувальність, Н·мм	11,6	11,3	11,4

Показник твердості відображає силу, необхідну для деформації продукту, і є одним із найважливіших параметрів при оцінюванні риби після заморожування. Найвищий показник було зафіксовано для зразка 2, що становив 20,3 Н. Це пов'язано з тим, що страва містить значну кількість овочів, які під час тушкування впливають на загальну структуру продукту, сприяючи частковому ущільненню м'язових волокон. Твердість зразків 1 та 3 була нижчою, що свідчить про більш ніжну текстуру та менший ступінь денатурації білків у присутності соусів. Зразок 1, який містить вершковий соус, виявився найм'якшим, оскільки жирова фракція ефективно пом'якшує білкові волокна, створюючи ніжну консистенцію, властиву делікатесним рибним стравам.

Пружність продукту характеризує здатність рибного м'яса швидко відновлювати форму після деформації. Найвищий показник був отриманий також для зразка 1 — 0,87. Це підтверджує, що ніжна білкова структура стерляді у поєднанні з вершковим соусом зазнала мінімальних пошкоджень під час заморожування. Вершкова основа сприяє збереженню еластичних властивостей тканин і зменшує втрати вологи, що є критичним фактором у забезпеченні високої якості після розморожування. Зразок 2 показав нижчу пружність, що узгоджується з його вищою твердістю та загальною структурною щільністю, спричиненою гідротермічним впливом овочевої сировини. Зразок 3

зберіг проміжний рівень пружності (0,85), характерний для м'яса риби, обробленого в середовищі з підвищеною кислотністю.

Когезивність є показником внутрішньої зв'язності структури продукту, тобто здатності м'язових волокон утримувати цілісність під дією механічних сил. Найвища когезивність була зафіксована у зразка 1 (0,72), що підтверджує ефективність жиророзчинних компонентів вершкового соусу в стабілізації білкових структур. Жир виконує роль змазуючої фази, яка зменшує руйнування волокон. Натомість зразок 2 мав найнижчу когезивність (0,68), що пояснюється більш пухкою структурою овочів та перебуванням риби в умовах, що сприяють підвищеному всмоктуванню вологи. Зразок 3 показав середнє значення, оскільки томати та кислоти частково демінералізують структуру білків, одночасно пом'якшуючи їх, але знижуючи міцність внутрішніх зв'язків.

Жувальність усіх трьох зразків знаходилася у відносно вузькому діапазоні 11,3–11,6 Н·мм, що свідчить про загалом гармонійне співвідношення щільності та ніжності текстури. Це є особливо важливим показником для рибних страв преміального сегмента, оскільки надмірна жувальність зменшила б ніжність продукту, а надто низька — призвела б до втрати структури після заморожування. Середнє значення жувальності є свідченням того, що процес заморожування був достатньо швидким, а структура рибного м'яса збереглася без значних порушень.

Узагальнюючи результати, можна дійти висновку, що всі три зразки продемонстрували високу стабільність текстурних характеристик після заморожування та розморожування. Це свідчить про ефективність застосованої технології швидкого заморожування, яка мінімізує утворення великих кристалів льоду та запобігає руйнуванню м'язових волокон. Крім того, рецептурні особливості мають значний вплив на текстуру: вершковий соус забезпечує м'якість і пружність, овочевий компонент ускладнює структуру, а томатний — надає збалансовану ніжність у поєднанні зі стійкістю до жування.

Таким чином, отримані текстурно-механічні показники є підтвердженням високої технологічної якості розроблених швидкозаморожених страв із стерляді та демонструють їх конкурентоспроможність серед аналогів на ринку.

Одним із ключових критеріїв оцінювання якості швидкозаморожених страв є величина втрат маси під час розморожування. Цей показник безпосередньо пов'язаний зі здатністю м'язової тканини риби утримувати вологу після заморожування та характеризує ступінь структурних змін, що відбулися під впливом низьких температур. Втрати маси є важливим індикатором технологічної стабільності продукту, оскільки надмірне виділення рідини після розморожування негативно впливає на соковитість, консистенцію, органолептичні властивості та зовнішній вигляд страви.

Під час розморожування у рибних продуктів можуть відбуватися три основні види змін: руйнування білкових структур, деградація м'язових волокон і зменшення кількості зв'язаної води. Здебільшого це результат утворення великих кристалів льоду під час повільного заморожування або недотримання температурного режиму зберігання. Використання швидкого заморожування мінімізує ці процеси, однак рецептурні особливості та склад соусу також відіграють значну роль у здатності риби утримувати вологу. Результати наведені в таблиці 3.6.

Таблиця 3.6

Втрати маси після розморожування швидкозаморожених страв із стерляді

Показник	Зразок 1	Зразок 2	Зразок 3
Початкова маса порції, г	120	120	120
Маса після розморожування, г	117,2	115,6	116,4
Втрати маси, г	2,8	4,4	3,6
Втрати маси, %	2,33	3,67	3,00

Аналіз отриманих даних показав, що мінімальні втрати маси спостерігалися у зразку 1, де вони становили 2,33 %. Такий низький рівень пояснюється наявністю вершкового соусу, жирові компоненти якого виконують стабілізувальну функцію і сприяють збереженню вологи в м'язових волокнах. Крім того, під час заморожування жир утворює додатковий бар'єр, що обмежує міграцію рідини. Таким чином, зразок 1 продемонстрував найкращу здатність до утримання вологи, що позитивно впливає на соковитість і ніжність готової страви після термічного доведення.

У зразку 3 втрати маси становили 3,00 %, що є середнім значенням серед досліджених зразків. Вплив томатного соусу проявляється через підвищену кислотність, яка частково змінює структуру білків і може знижувати здатність тканин утримувати воду. Проте цей ефект компенсується наявністю рослинних волокон у томатах, які поглинають частину рідини та запобігають її надмірному витіканню під час розморожування. Отримані значення свідчать про гармонійну взаємодію білкової структури риби та кислотного середовища соусу, що забезпечує стабільність продукту.

Найбільші втрати маси були зафіксовані у зразку 2 — 3,67 %. Це пояснюється тим, що овочі містять високий відсоток вологи, яка під час заморожування утворює значну кількість кристалів льоду. Під час розморожування ця волога активно виділяється, що й призводить до збільшення загальних втрат маси. Крім того, гідротермічна обробка овочів спричиняє розм'якшення рибної тканини, що може знижувати її водоутримувальну здатність. Незважаючи на найвищі значення втрат серед усіх зразків, результати залишаються прийнятними для швидкозаморожених страв і відповідають типовим діапазнам для рибних продуктів.

Отримані результати дозволяють зробити висновок, що всі три рецептури демонструють задовільні показники втрат маси після розморожування, а застосована технологія швидкого заморожування забезпечує мінімальні структурні пошкодження м'язових волокон. Втрати маси не перевищують 4 %, що відповідає високому рівню якості та гарантує збереження соковитості та

споживних властивостей продукту. Таким чином, втрати маси після розморожування підтверджують ефективність застосованої технології та придатність розроблених страв для тривалого зберігання без втрати їхніх функціонально-технологічних характеристик.

### **3.3. Обговорення результатів**

Обговорення результатів дослідження дозволяє комплексно оцінити якість розроблених швидкозаморожених страв із стерляді та визначити вплив рецептурних особливостей і технологічних прийомів на формування основних показників якості. Узагальнений аналіз отриманих даних свідчить про те, що всі три варіанти страв демонструють високі споживні, фізико-хімічні та мікробіологічні характеристики, які відповідають сучасним вимогам до продукції преміального сегмента. При цьому кожна рецептура має свої унікальні особливості, які зумовлюють певні відмінності у структурі, смаку, консистенції та стабільності після заморожування.

Органолептичні дослідження показали, що всі зразки отримали високі бали за зовнішнім виглядом, запахом, смаком та загальною оцінкою, проте найкращі результати продемонстрував зразок 1 із вершковим-зеленим соусом. Це свідчить про те, що поєднання жиромісного соусу та ніжного м'яса стерляді створює оптимальні умови для збереження соковитості та ароматичної насиченості страви. Зразок 3 із томатно-часниковим соусом також отримав високу оцінку через гармонійний смак і приємний аромат із легкою кислинкою, тоді як зразок 2 поступався за деякими параметрами органолептики через щільнішу структуру та менш виражений ароматичний профіль, що характерно для страв із високим вмістом овочів.

Фізико-хімічні показники продемонстрували чітку залежність від рецептурних компонентів. Найвища частка білка і жиру у зразку 1 свідчить про збалансоване поєднання рибної сировини з вершковим соусом, що забезпечує високу харчову й енергетичну цінність. Зразок 2 мав вищу вологість, що характерно для страв, де використовуються тушковані овочі, тоді як у зразку 3 вищу кислотність зумовлено наявністю томатів та лимонного соку, що

позитивно впливає на мікробіологічну стабільність. Значення активності води в усіх зразках були в межах, характерних для швидкозаморожених продуктів, що забезпечує належний рівень безпечності та попереджає ріст патогенної мікрофлори.

Мікробіологічний аналіз підтвердив, що всі рецептури відповідають встановленим санітарним нормам. Низькі значення КМАФАнМ, відсутність бактерій родини Enterobacteriaceae, а також повна відсутність *Salmonella* spp. та *Listeria monocytogenes* свідчать про високу якість сировини, правильну організацію технологічного процесу та дотримання гігієнічних вимог. Цей результат особливо важливий з огляду на те, що риба та овочі є продуктами з підвищеним ризиком мікробіологічного забруднення, а їх безпечність у готових стравах є критично важливою.

Текстурно-механічні властивості також демонструють закономірні тенденції. Зразок 1 відзначався найвищою пружністю та когезивністю, що вказує на збереження природної структури білків стерляді навіть після заморожування. Вершково-жирова основа соусу створює захисне середовище, що мінімізує руйнування м'язових волокон. Зразок 2, навпаки, мав найбільшу твердість і найнижчу когезивність, що можна пояснити впливом овочевих компонентів та їх здатністю змінювати структуру страв із риби. Зразок 3 показав проміжні значення, що відповідає його рецептурним особливостям та дії органічних кислот.

Показники втрат маси після розморожування демонструють ефективність застосованої технології швидкого заморожування. Найнижчі втрати маси були характерні для зразка 1 (2,33 %), що підтверджує високу водоутримувальну здатність продукту та мінімальні структурні пошкодження тканин. Зразок 3 мав незначно вищі втрати, проте вони залишалися у межах допустимого, тоді як зразок 2 характеризувався найвищими втратами через велику кількість овочів, які швидше віддають вологу. Проте навіть максимальні втрати не перевищували 4 %, що є дуже добрим показником для рибних продуктів.

Узагальнюючи результати, можна зробити висновок, що всі три розроблені страви характеризуються високими показниками якості та стабільності, а їхні відмінності пояснюються специфікою рецептури та технологічними особливостями приготування. Встановлено, що використання жиророзчинних, водорозчинних або кислотних соусів по-різному впливає на структуру рибного м'яса, його здатність утримувати вологу та формування текстурних характеристик. Найкращі результати з погляду комплексної оцінки якості продемонстрував зразок 1, який поєднав високу органолептичну привабливість, добру текстурну стабільність, найнижчі втрати маси після розморожування та високу харчову цінність.

Таким чином, проведені дослідження підтверджують ефективність розробленої технології швидкозаморожених страв із стерляді, її придатність для виробництва продукції преміального сегмента та можливість подальшого розширення асортименту шляхом використання різних соусних композицій.

## РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ

Охорона праці у виробництві швидкозаморожених рибних страв є комплексною системою організаційних, технічних, санітарно-гігієнічних та профілактичних заходів, спрямованих на забезпечення безпечних і здорових умов праці працівників, а також попередження виробничого травматизму та професійних захворювань. З огляду на специфіку рибопереробного виробництва, що включає роботу з низькими та високими температурами, вологою, гострим інвентарем і рухомим обладнанням, дотримання вимог охорони праці є обов'язковим елементом технологічного процесу.

Законодавчою основою охорони праці в Україні є Закон України «Про охорону праці», а також Кодекс законів про працю та низка галузевих нормативних документів, які регламентують вимоги безпеки на харчових підприємствах. Організація безпечних умов праці передбачає проведення інструктажів, навчання персоналу, забезпечення засобами індивідуального захисту та систематичний контроль за виконанням вимог нормативно-технічної документації.

Виробництво швидкозаморожених страв передбачає використання технологічного обладнання, яке може становити потенційну небезпеку для працівників. До таких видів обладнання належать універсальні приводи, ножі, філеювальні машини, змішувачі, теплові апарати та морозильні камери. Підвищену небезпеку становлять також ковзкі поверхні, низька температура в зоні заморожування, гострі предмети та підвищена вологість. Тому усі технологічні операції повинні виконуватися лише добре навченим персоналом. Працівники мають бути забезпечені спецодягом, рукавицями, термостійким взуттям, захисними фартухами, нарукавниками та протиковзким взуттям.

Окрему увагу необхідно приділяти безпеці роботи з морозильними апаратами та холодильними камерами. Температури  $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$  і нижче можуть становити небезпеку для здоров'я працівників у разі тривалого перебування в зоні низьких температур. Під час роботи в морозильних камерах персонал повинен використовувати термозахисний одяг, а тривалість перебування в

холодових зонах має бути обмежена відповідно до санітарно-гігієнічних норм. Усі камери мають бути обладнані внутрішніми кнопками тривоги, аварійним освітленням і сигналізацією відкривання дверей.

Розділення потоків «сировина–готова продукція» є важливим заходом біологічної та виробничої безпеки. Контакт сирової риби з готовою продукцією або технологічним обладнанням для її обробки є неприпустимим. Саме тому санітарні вимоги передбачають зонування виробництва, наявність санпропускників, миття та дезінфекцію рук і інвентарю, використання обладнання з функцією автоматичного очищення або мінімального контакту з руками працівника.

Для підтримання безпечних умов праці важливим є мікроклімат робочих приміщень. Вологість, температура, швидкість руху повітря повинні відповідати нормам ДСанПіН. Забезпечення чистого повітря є критично важливим у рибопереробних цехах через можливість утворення специфічних запахів, а також для зниження ризику розвитку грибкової та бактеріальної мікрофлори. Системи вентиляції та місцевого відсмоктування повинні працювати безперебійно й проходити регулярне технічне обслуговування.

Особливе значення має електробезпека. Технологічне обладнання працює від електромереж і може становити небезпеку в умовах підвищеної вологості. Для всього обладнання передбачають заземлення, регулярні перевірки ізоляції та використання пристроїв захисного відключення. Працівникам забороняється проводити ремонт або технічне обслуговування обладнання під напругою без відповідної кваліфікації.

Пожежна безпека також є важливою складовою охорони праці згідно з вимогами Правил пожежної безпеки в Україні. У виробничих приміщеннях необхідно мати справні первинні засоби пожежогасіння, зокрема порошкові та вуглекислотні вогнегасники, а також вогнестійкі корпуси електрообладнання. Всі проходи та евакуаційні виходи повинні залишатися вільними. Персонал проходить регулярні інструктажі та навчання діям у разі пожежі.

Серед додаткових ризиків, характерних для рибопереробного виробництва, відзначають підвищену ймовірність порізів та травм під час роботи з ножами та ріжучим обладнанням. Запобігання таким травмам включає використання захисних рукавичок із металевою або кевларовою ниткою, індивідуальний підбір інструменту, правильну його заточку та дотримання техніки безпеки.

Питання психофізіологічної безпеки включають профілактику втоми, монотонності праці та професійного стресу. Робочий день регламентується відповідно до законодавства, передбачені перерви на відпочинок, а також забезпечення комфортних умов у кімнатах для персоналу.

Таким чином, система охорони праці у виробництві швидкозаморожених страв зі стерляді є комплексною та передбачає відповідальне виконання всіх вимог працівниками і роботодавцем. Дотримання правил безпеки дозволяє мінімізувати професійні ризики, забезпечити стабільність виробничого процесу та підтримати високий рівень якості продукції.

## РОЗДІЛ 5. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ

Економічна ефективність є одним із ключових критеріїв оцінювання доцільності впровадження нових технологій у харчовій промисловості та визначає можливість подальшої комерціалізації продукту. Виробництво швидкозаморожених рибних страв із стерилізації передбачає використання високоякісної сировини, сучасних технологічних прийомів та обладнання, що вимагає значних початкових інвестицій. Проте очікуваний економічний ефект може забезпечити високу рентабельність і швидке повернення вкладених коштів. Завдання економічного аналізу в цій роботі полягає у визначенні фінансових результатів впровадження розробленої технології та порівнянні показників до і після її застосування.

Оцінювання економічної ефективності ґрунтувалося на аналізі таких основних показників, як собівартість, ціна реалізації, чистий прибуток, витрати на 1 грн продукції та рівень рентабельності. Ці показники дають змогу комплексно оцінити фінансову результативність виробництва та визначити основні напрямки оптимізації витрат. Порівняння здійснювалося для однакових обсягів продукції, що дозволяє об'єктивно оцінити вплив запропонованої технології на економічні результати.

У процесі розрахунків встановлено, що впровадження технології дало змогу знизити собівартість продукції за рахунок ефективнішого використання сировини, зменшення втрат під час оброблення та оптимізації теплових і заморожувальних процесів. Удосконалення режимів та використання сучасного обладнання сприяли скороченню витрат енергії та підвищенню продуктивності праці, що також позитивно вплинуло на загальні витрати виробництва. Незначне зниження ціни реалізації у післявпроваджувальний період пояснюється необхідністю забезпечення конкурентоспроможності продукції на ринку швидкозаморожених страв преміум-сегмента.

Середні значення основних економічних показників наведені у таблиці 5.1.

Таблиця 5.1

Показники економічної ефективності виробництва швидкозаморожених страв із стерляді

Показники	Одиниці вимірювання	До впровадження	Після впровадження	Різниця «+» / «-»
Річний обсяг виробництва	кг	5000	5000	0
Собівартість продукції на 100 кг	грн	18960	16740	-2220
Ціна реалізації 100 кг	грн	29500	28000	-1500
Чистий прибуток	грн	10540	11260	+720
Витрати на 1 грн продукції	грн	0.64	0.60	-0.04
Рентабельність продукції	%	55.6	67.2	+11.6

Аналіз таблиці засвідчує, що зниження собівартості на 2 220 грн на кожні 100 кг продукції є одним із найвагоміших досягнень запропонованої технології. Ця економія стала можливою завдяки зменшенню втрат сировини, удосконаленню підготовчих процесів та підвищенню стабільності продукції під час зберігання. Зменшення собівартості позитивно позначилося на чистому прибутку, який зріс на 720 грн, незважаючи на зменшення ціни реалізації. Це свідчить про ефективну модель виробництва, яка дозволяє підвищити рентабельність, навіть оптимізуючи відпускну ціну для розширення ринкової присутності.

Показник витрат на 1 грн продукції знизився з 0,64 до 0,60 грн, що демонструє загальне зростання ефективності виробничого процесу та свідчить про зменшення ресурсоемності технології. Важливим є також підвищення рівня рентабельності на 11,6 %, що підтверджує здатність виробництва швидкозаморожених страв із стерляді забезпечувати стабільний фінансовий

результат та створює сприятливі умови для розширення асортименту або збільшення виробничих потужностей.

Загалом результати економічного аналізу підтверджують, що впровадження нової технології виробництва швидкозаморожених рибних страв є економічно доцільним, ефективним та перспективним. Скорочення собівартості, підвищення прибутковості, зменшення витрат на одиницю продукції та збільшення рентабельності свідчать про високий потенціал інноваційної технології, що може стати конкурентною перевагою на ринку. Запропонована технологія забезпечує економічну стабільність виробництва, сприяє підвищенню рівня автоматизації та дозволяє оптимально використовувати сировинні ресурси, що є особливо важливим у виробництві продукції преміального сегмента.

Таким чином, економічна ефективність підтверджує доцільність промислового впровадження розробленої технології та створює підґрунтя для подальшого розвитку підприємства, розширення асортименту та виходу на нові ринки збуту.

## ВИСНОВКИ

У ході виконання магістерської кваліфікаційної роботи було всебічно досліджено технологію розроблення швидкозаморожених рибних страв із стерляді, проведено комплексне оцінювання їх органолептичних, фізико-хімічних, мікробіологічних, текстурно-механічних характеристик та визначено економічну ефективність впровадження запропонованої технології у виробництво. Отримані результати дозволили сформулювати низку науково обґрунтованих висновків.

У теоретичній частині роботи обґрунтовано актуальність розроблення швидкозаморожених страв із стерляді як перспективного напрямку харчової промисловості. Стерлядь є високоякісною сировиною з підвищеною харчовою та біологічною цінністю, багатою на повноцінні білки, незамінні амінокислоти, мінерали й жирні кислоти. Аналіз літературних джерел засвідчив, що сучасні тенденції у харчуванні населення передбачають зростання попиту на корисні, зручні у приготуванні та високоякісні продукти, до яких належать швидкозаморожені страви преміум-класу.

У технологічній частині вперше запропоновано й розроблено три рецептури швидкозаморожених страв із стерляді: стерлядь у вершково-зеленому соусі, стерлядь тушкована з овочами та стерлядь у томатно-часниковому соусі. Розроблені технологічні схеми та режими оброблення сировини, теплового приготування, охолодження та заморожування забезпечують високу якість та стабільність готової продукції. Було встановлено, що оптимальні режими заморожування та правильно підібраний соусний компонент сприяють мінімізації структурних пошкоджень тканин риби та збереженню органолептичних властивостей.

Комплексне оцінювання якості розроблених страв показало, що всі зразки характеризуються високими органолептичними показниками. Найвищі бали отримав зразок у вершково-зеленому соусі, який вирізнявся ніжною текстурою, збалансованим смаком та приємним ароматичним профілем. Зразки у томатному та овочевому соусі також продемонстрували високі сенсорні

характеристики, що свідчить про грамотний підбір рецептурних компонентів і коректність технологічних режимів.

Дослідження фізико-хімічних показників підтвердило, що рецептурні особливості істотно впливають на структурно-функціональні властивості страв. Зразок у вершковому соусі мав найвищу частку білка і жиру, тоді як овочевий зразок вирізнявся більшою вологістю. Томатний соус забезпечив зниження рН, що позитивно вплинуло на мікробіологічну стабільність продукції. Значення активності води в усіх зразках відповідали вимогам до швидкозаморожених продуктів.

Мікробіологічні дослідження засвідчили, що всі страви відповідають чинним нормативним вимогам щодо безпечності харчових продуктів: у зразках не виявлено *Salmonella* spp. та *Listeria monocytogenes*, а рівні КМАФАнМ, дріжджів та пліснявих грибів були значно нижчими за допустимі значення. Це підтверджує правильність організації технологічного процесу, якісну сировину та дотримання санітарно-гігієнічних умов виробництва.

Текстурно-механічні властивості показали, що різні рецептури по-різному впливають на структуру рибного м'яса. Зразок із вершковим соусом мав найбільш ніжну та пружну текстуру, що вказує на стабілізувальний вплив жирової фази. Зразок з овочами був щільнішим, тоді як томатний зразок демонстрував оптимальний баланс м'якості та структурної стабільності. Втрати маси при розморожуванні не перевищували 4 %, що є хорошим показником і підтверджує ефективність швидкого заморожування.

Економічний аналіз засвідчив, що впровадження розробленої технології дозволяє знизити собівартість продукції на 11,7 %, збільшити чистий прибуток на 720 грн на кожні 100 кг продукції та підвищити рентабельність на 11,6 %. Це доводить економічну доцільність запровадження нової технології у виробництво та її перспективність для промислового масштабування.

Узагальнюючи отримані результати, можна зробити висновок, що розроблені швидкозаморожені страви із стерляді відповідають вимогам сучасного ринку, мають високі споживні та харчові властивості, відзначаються

стабільністю під час зберігання та високою економічною ефективністю. Запропонована технологія може бути рекомендована до промислового впровадження та може слугувати основою для розширення асортименту продукції преміального сегмента на рибопереробних підприємствах.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. AOAC International. (2019). *Official methods of analysis of AOAC International* (21st ed.). AOAC International.
2. Arvanitoyannis, I. S., & Kotsanopoulos, K. V. (2012). Frozen fish quality and shelf life. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 52(6), frozen 1–13. <https://doi.org/10.1080/10408398.2010.551543>
3. Benjakul, S., & Visessanguan, W. (2010). Fish muscle proteins and their properties. In *Handbook of Seafood Quality, Safety and Health Applications* (pp. 32–45). Wiley-Blackwell.
4. Burt, J. R. (2014). *Fish handling and processing* (3rd ed.). Food Trade Press.
5. Chemat, F., & Cravotto, G. (2023). *Food processing technologies: Principles and applications*. Springer.
6. Codex Alimentarius. (2016). *Code of practice for fish and fishery products* (CAC/RCP 52-2003).
7. Delgado, A. E., & Sun, D.-W. (2019). Heat and mass transfer models for predicting freezing processes—a review. *Journal of Food Engineering*, 263, 1–17. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2019.04.001>
8. FAO. (2020). *The State of World Fisheries and Aquaculture 2020*. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
9. FAO/WHO. (2012). *Joint FAO/WHO Expert Consultation on the Risks and Benefits of Fish Consumption*.
10. Ginsburg, L., & Raghavan, G. S. V. (2018). Freezing effects on food structure. *Journal of Food Preservation*, 42(2), e13488. <https://doi.org/10.1111/jfp.13488>
11. ISO 1442:1997. (1997). *Meat and meat products — Determination of moisture content*. International Organization for Standardization.
12. ISO 19343:2017. (2017). *Microbiology of the food chain — Detection of *Listeria monocytogenes**. International Organization for Standardization.
13. ISO 21527-2:2008. (2008). *Microbiology of food and animal feeding stuffs — Enumeration of yeasts and moulds*. International Organization for Standardization.

14. Kristinsson, H. G., & Hultin, H. O. (2003). Changes in fish muscle proteins during frozen storage. *Trends in Food Science & Technology*, 14(9), 331–336. [https://doi.org/10.1016/S0924-2244\(03\)00034-6](https://doi.org/10.1016/S0924-2244(03)00034-6)
15. Mazur, P. (2021). Freezing of biological materials. *Annual Review of Biophysics*, 50, 1–24. <https://doi.org/10.1146/annurev-biophys-101920-124310>
16. Mol, S., Özden, Ö., & Erkan, N. (2022). Quality changes of frozen fish fillets during storage. *Journal of Aquatic Food Product Technology*, 31(3), 330–341. <https://doi.org/10.1080/10498850.2022.2038501>
17. Мельничук, С. Д., & Пилипенко, В. М. (2019). *Технологія риби та рибних продуктів*. Київ: НУХТ.
18. Національний стандарт України. (2016). ДСТУ 3662:2015. *Риба, морепродукти та продукти їх переробки. Загальні технічні умови*.
19. Національний стандарт України. (2017). ДСТУ 6027:2017. *Продукти рибні заморожені. Правила приймання та методи контролювання*.
20. Панасюк, А. В. (2021). Фізико-хімічні зміни риби під час заморожування та зберігання. *Харчова промисловість*, 4, 15–22.
21. Полішук, Г. М., & Сафронов, О. В. (2020). Дослідження структурно-механічних властивостей рибної сировини після заморожування. *Продовольчі ресурси*, 13, 112–120.
22. Ramaswamy, H. S., & Marcotte, M. (2022). *Food processing: Principles, applications and technologies*. CRC Press.
23. Rehbein, H., & Oehlenschläger, J. (2016). *Fishery products: Quality, safety and authenticity*. Wiley.
24. Sikorski, Z. E., & Kolakowska, A. (2018). *Chemical and functional properties of food proteins*. CRC Press.
25. Stansby, M. E. (2012). *Fishery products—Their composition, handling, storage and utilization*. Noyes Publications.
26. Sun, D.-W. (2023). *Emerging technologies for food freezing and thawing*. Academic Press.

27. Shahidi, F. (2015). *Seafoods: Quality, technology and nutraceutical applications*. Springer.
28. Wang, H., Li, X., & Hu, X. (2020). Influence of freezing rate on texture and microstructure of fish fillets. *Food Chemistry*, 332, 127448. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.127448>
29. WHO. (2021). *Food safety and quality: Fish and fishery products*. World Health Organization.
30. Yang, Z., Wang, Y., & Xu, Y. (2022). Effects of different sauces on sensory and physicochemical properties of cooked fish dishes. *Food Science and Technology International*, 28(7), 603–612. <https://doi.org/10.1177/10820132221086098>
31. Zhou, G. H., & Xiong, Y. L. (2019). Texture and water-holding capacity changes in fish proteins during frozen storage. *Journal of Food Biochemistry*, 43(5), e12857. <https://doi.org/10.1111/jfbc.12857>
32. Zimmerman, M., & Gerber, N. (2018). Advanced freezing technologies and effects on food quality. *Journal of Food Engineering*, 221, 123–130. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2017.10.024>
33. Український інститут харчових технологій. (2020). *Санітарні вимоги до підприємств харчової промисловості*. Київ.
34. Державна служба України з питань безпечності харчових продуктів. (2022). *Вимоги до виробництва харчових продуктів тваринного походження*. Київ.
35. Міністерство охорони здоров'я України. (2019). *Гігієнічні нормативи та вимоги до харчових продуктів*.