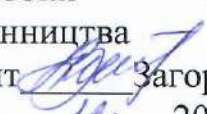


МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
БІЛОЦЕРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БІОЛОГО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Спеціальність 181 «Харчові технології»

«Допускається до захисту»
Завідувач кафедри харчових
технологій і технологій
переробки продукції
тваринництва
доцент  Загоруй Л.П.
«1» 12 2025 року

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА

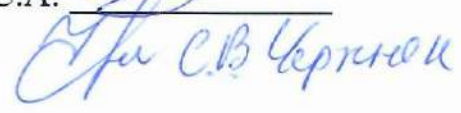
АНАЛІЗ ТА УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ПЕРЕРОБКИ ТА
КОНСЕРВУВАННЯ ЧЕРВОНОЇ ІКРИ

Виконав: Карпінський Ярослав
Ігорович 

Керівник: доцент

Наріжний С.А. 

Рецензент:

 С.В. Черков

Я, Карпінський Ярослав Ігорович, засвідчую, що кваліфікаційну роботу виконано з дотриманням принципів академічної доброчесності.

Біла Церква – 2025

ЗМІСТ

Завдання на кваліфікаційну роботу	3
АНОТАЦІЯ	4
ANNOTATION	5
Відгук керівника	6
Вступ	7
Розділ 1. Огляд літератури	9
Розділ 2. Методологія кваліфікаційної роботи	24
Розділ 3. Розроблення технології	26
3.1. Вимоги до сировини та матеріалів	26
3.2. Продуктовий розрахунок	34
3.3. Апаратурно-технологічне забезпечення	39
3.4. Опис технології	40
Розділ 4. Контроль безпечності та якості продукту, екологізація виробництва	43
Розділ 5. Економічна частина	48
Висновки та пропозиції	50
Список використаної літератури	52

АНОТАЦІЯ

Карпінський Я.І. Аналіз та удосконалення технології переробки та консервування червоної ікри

Кваліфікаційна робота присвячена дослідженню сучасних технологій переробки та консервування червоної ікри з метою підвищення її якості, подовження термінів зберігання та забезпечення стабільності споживчих властивостей. У роботі проведено аналіз чинних технологічних схем виробництва солоної ікри лососевих риб, визначено основні етапи технологічного процесу — від первинної обробки сировини до фасування готового продукту.

Запропоновано удосконалення технології консервування шляхом використання комплексу стабілізаторів, що дозволяє підвищити харчову цінність продукту та зменшити втрати якості під час зберігання. Проведено порівняльний аналіз традиційних і удосконалених технологічних схем, розраховано показники ефективності виробництва.

Результати роботи можуть бути використані на підприємствах рибопереробної промисловості для удосконалення технології виготовлення червоної ікри, підвищення конкурентоспроможності продукції та забезпечення її безпечності відповідно до вимог стандартів НАССР та ISO.

Структура та обсяг роботи. Кваліфікаційна робота складається із слідуючих розділів: вступу, технологічної частини, контролю безпечності й якості переробки та консервування червоної ікри, екологізації виробничих процесів, економічної частини, висновків, списку використаної літератури. Робота викладена на 55 сторінках комп'ютерного тексту, містить 12 таблиць, 2 рисунки. Список літератури включає 35 джерел.

Ключові слова: червона ікра, технологія переробки, консервування, засіл, якість, стабільність, удосконалення

ANNOTATION

Karpinsky Ya.I. Analysis and improvement of the technology of processing and preserving red caviar

The qualification work is devoted to the study of modern technologies of processing and preserving red caviar in order to improve its quality, extend its shelf life and ensure the stability of consumer properties. The work analyzes the current technological schemes for the production of salted salmon caviar, identifies the main stages of the technological process - from the primary processing of raw materials to the packaging of the finished product.

It is proposed to improve the canning technology by using a complex of stabilizers, which allows to increase the nutritional value of the product and reduce the loss of quality during storage. A comparative analysis of traditional and modernized technological schemes is carried out, production efficiency indicators are calculated.

The results of the work can be used at fish processing enterprises to improve the technology of red caviar production, increase the competitiveness of products and ensure its safety in accordance with the requirements of HACCP and ISO standards.

Structure and scope of work. The qualification work consists of the following sections: introduction, technological part, safety and quality control of processing and canning of red caviar, ecologization of production processes, economic part, conclusions, list of used literature. The work is presented on 55 pages of computer text, contains 12 tables, 2 drawings. The list of literature includes 35 sources.

Key words: red caviar, processing technology, canning, stocking, quality, stability, improvement

ВСТУП

Червона ікра є цінним харчовим продуктом, що відзначається високою харчовою цінністю, насиченим смаком та унікальними органолептичними властивостями. Вона містить високоякісні білки, поліненасичені жирні кислоти, мінеральні речовини та вітаміни, що робить її важливим компонентом збалансованого раціону. У сучасних умовах споживчий попит на продукти з червоної ікри постійно зростає, що обумовлює необхідність удосконалення технологій її переробки та консервування для забезпечення стабільної якості, безпечності та тривалого терміну зберігання.

Аналіз сучасних технологій показує, що на якість ікри суттєво впливають умови вилову та транспортування сировини, методи первинної обробки, параметри засолу, використання консервантів та способи фасування. Незважаючи на наявність численних технологічних схем, існує потреба в оптимізації процесів переробки, що дозволяє зберегти органолептичні та фізико-хімічні властивості продукту, підвищити його харчову цінність і продовжити термін придатності без втрати якості [1].

Мета роботи полягає у проведенні комплексного аналізу сучасних технологій переробки та консервування червоної ікри та розробці рекомендацій щодо їх удосконалення для підвищення якості продукції та ефективності виробництва.

Для досягнення мети визначено такі завдання:

1. Провести огляд сучасних технологій переробки та консервування червоної ікри та оцінити їх ефективність.
2. Вивчити вплив технологічних параметрів (засолу, температурного режиму, консервації) на фізико-хімічні, мікробіологічні та органолептичні показники ікри.
3. Проаналізувати чинники, що впливають на збереження харчової цінності та якості продукту під час зберігання.

4. Розробити та обґрунтувати пропозиції щодо удосконалення технології переробки ікри, включаючи використання натуральних стабілізаторів.
5. Провести порівняльний аналіз традиційної та удосконаленої технологічної схем для визначення ефективності запропонованих заходів.

Результати даної роботи можуть бути використані на підприємствах рибопереробної промисловості для підвищення якості продукції, її безпечності та конкурентоспроможності на ринку харчових продуктів.

РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

Червона ікра є високоякісним харчовим продуктом тваринного походження, що отримується з ікри лососевих риб, зокрема горбуші, кети, нерки та форелі. Вона відзначається високою біологічною цінністю, оскільки містить повноцінні білки з усіма незамінними амінокислотами, полінасичені жирні кислоти омега-3 (ЕРА та ДНА), вітаміни А, D, Е, групи В, а також мінерали, такі як йод, залізо, цинк та селен. Червона ікра належить до швидкопсувних продуктів, тому для її збереження застосовують різні методи обробки та консервації, включаючи соління, заморожування, пастеризацію та стерилізацію [2].

Фізико-хімічний склад і властивості червоної ікри визначають її високу харчову та біологічну цінність, а також впливають на стабільність продукту під час технологічної обробки і зберігання. Ікра лососевих риб є концентрованим джерелом поживних речовин, зокрема білків, ліпідів, вітамінів і мінералів, що перебувають у легкозасвоюваній формі.

Основну частину сухих речовин ікри становлять білки, частка яких коливається в межах 27–33 %, залежно від виду риби та стадії зрілості ікринки [3, 4]. Білковий компонент представлений переважно глобулінами, альбумінами та фосфопротеїнами, зокрема вітеліном і фосвітином, які виконують роль носіїв фосфору і є важливими у побудові мембран клітин зародка [5]. За амінокислотним складом білки ікри містять усі незамінні амінокислоти, включно з лізином, метіоніном, треоніном, валіном і аргініном, що визначає її високу біологічну повноцінність [6].

Ліпідна фракція червоної ікри є другою за масовою часткою і становить у середньому 10–15 %. Основними компонентами є фосфоліпіди, тригліцериди та стероли. У складі жирних кислот переважають поліненасичені кислоти родин ω -3 і ω -6, зокрема ейкозапентаєнова (ЕРА) та докозагексаєнова (ДНА), які мають виражені антиоксидантні, кардіопротекторні та нейропротекторні властивості. Високий вміст

фосфоліпідів сприяє стабільності клітинних мембран і формуванню ніжної текстури зерна.

Вуглеводів у червоній ікри міститься відносно небагато — близько 1,0–1,5 %, і вони представлені глікопротеїнами та невеликими кількостями глюкози й глікогену, що забезпечують енергетичні потреби ембріона на ранніх стадіях розвитку [7, 8].

Червона ікра характеризується високим вмістом вітамінів і мінералів, які мають значення для обмінних процесів в організмі людини. У 100 г продукту міститься до 9–12 мг вітаміну Е (токоферолу), 1,5–2,0 мг вітаміну А (ретинолу), а також вітаміни групи В — В₂, В₆, В₁₂ і фолієва кислота. Ікра є джерелом фосфору (до 400 мг/100 г), заліза (до 6 мг/100 г), кальцію (до 30 мг/100 г) і магнію. Високий рівень мікроелементів — цинку, селену, йоду — зумовлює антиоксидантні властивості продукту та його здатність підтримувати гормональний баланс імунної системи [10].

Однією з важливих характеристик ікри є її вологозв'язувальні властивості, що визначаються білковим складом та осмотичним тиском ікринкової оболонки. Середня вологість ікри становить 47–55 %, і при правильному солінні білки здатні утримувати значну кількість зв'язаної води, запобігаючи висиханню зерна [11]. Осмотична стійкість зерен зумовлюється концентрацією солей і фосфоліпідним складом мембрани: при концентрації NaCl понад 6 % може спостерігатися часткове зневоднення оболонки, що погіршує пружність і знижує органолептичну якість продукту.

Термостабільність червоної ікри є обмеженою через високу чутливість білкових і ліпідних компонентів до денатурації та окиснення. Температури вище +60 °C викликають коагуляцію білків вітеліну, що призводить до зниження еластичності оболонки і змінює колір зерна. Саме тому під час пастеризації застосовують щадний режим 60–65 °C протягом 60–90 хв, що дозволяє зберегти структуру і смак ікри без істотного погіршення якості.

Умови зберігання суттєво впливають на збереження поживної цінності продукту. При температурі $-2...-4$ °C і відносній вологості повітря 75–80 % відбувається мінімальна деградація білків і ліпідів. При вищих температурах спостерігається підвищення активності ліпази, що спричиняє гідроліз жирів і утворення вільних жирних кислот, які надають продукту гіркуватого присмаку [12, 13]. Наявність антиоксидантів, зокрема токоферолу та аскорбінової кислоти, а також використання герметичного пакування у середовищі інертних газів (азоту чи вуглекислого газу) значно подовжує термін зберігання і сприяє стабільності кольору ікри.

У сучасних умовах інтенсивного темпу життя і зростання рівня стресових факторів червона ікра розглядається не лише як делікатес, а й як функціональний харчовий продукт, що сприяє профілактиці гіповітамінозів, серцево-судинних розладів і порушень ліпідного обміну. Висока біологічна цінність білково-ліпідного комплексу ікри робить її ефективним джерелом есенціальних речовин, особливо у зимово-весняний період, коли раціон людини обмежений свіжими продуктами [14]. Завдяки своїм властивостям червона ікра може бути складовою лікувально-профілактичних дієт, зокрема при анеміях, порушеннях імунного статусу та виснаженні організму.

Основна класифікація червоної ікри базується на комплексі морфологічних, фізико-хімічних та технологічних ознак, що визначають її якість, харчову цінність і призначення. Перш за все, ікру класифікують за видовою приналежністю риби, оскільки різні види лососевих характеризуються специфічними морфологічними та біохімічними властивостями ікри [15]. До основних видів належать ікра горбуші, кети, нерки та форелі, кожна з яких має індивідуальні особливості кольору, розміру та щільності оболонки зерна.

Ще однією важливою ознакою класифікації є розмір зерна. Зерна червоної ікри поділяють на великозернисті, середньозернисті та дрібнозернисті. Ця характеристика безпосередньо впливає на органолептичні

властивості, текстуру, смак та зовнішній вигляд продукту. Великозернисті зерна відрізняються щільною оболонкою і виразною пружністю, середньозернисті – збалансованими смаковими властивостями, а дрібнозернисті – ніжністю та легкою засвоюваністю.

Крім того, класифікація включає оцінку кольору зерна, який може змінюватися від світло-оранжевого до насиченого червоного залежно від виду риби, умов вирощування та харчового раціону [16, 17]. Важливою ознакою є також консистенція оболонки зерна, що оцінюється за пружністю, цілісністю та стійкістю до механічних впливів під час зберігання та транспортування.

Колір червоної ікри може варіюватися від світло-оранжевого до насиченого червоного. Цей показник залежить насамперед від виду риби, з якої отримано продукт, а також від умов її вирощування та природного раціону [18]. Наприклад, ікра нерки зазвичай має більш насичений червоний колір порівняно з ікрою горбуші, яка може бути світло-оранжевою. Колір є важливим органолептичним показником, який сприймається споживачем як ознака свіжості та високої якості продукту.

Консистенція оболонки зерна оцінюється за пружністю та цілісністю. Зерна високоякісної ікри мають щільну оболонку, яка легко відокремлюється від інших зерен, не лопається при обережному натисканні і зберігає форму під час зберігання та транспортування. Пошкоджені або надто м'які зерна свідчать про порушення технології обробки або зберігання і знижують органолептичну та споживчу цінність продукту.

Ступінь обробки червоної ікри є ще одним критерієм класифікації. Вона визначається способом консервації, додаванням солі або інших харчових компонентів, а також застосуванням термічної обробки, такої як пастеризація чи стерилізація. Ступінь обробки впливає на термін придатності, органолептичні характеристики та біологічну цінність ікри.

Ступінь обробки червоної ікри визначається технологічними методами її консервації та додаванням харчових компонентів, що безпосередньо впливають на термін придатності, органолептичні та біологічні властивості продукту. Основними способами обробки є свіжий стан, соління (мокрим або сухим способом), пастеризація та стерилізація [19].

Свіжа ікра зберігає максимальні харчові та біологічні властивості, зберігаючи природний склад білків, жирів, вітамінів і мінералів. Проте вона є продуктом високої швидкопсувності і потребує суворого контролю температури та умов зберігання, оскільки мікробіологічна стабільність у свіжому вигляді низька.

Солена ікра є найпоширенішим методом обробки. Сіль може додаватися сухим способом, коли зерна перемішуються з кухонною сіллю, або мокрим способом, при якому ікру витримують у сольовому розчині певної концентрації. Соління знижує активність води, уповільнює ріст мікроорганізмів і збільшує термін зберігання продукту. При цьому методі необхідно ретельно контролювати концентрацію солі, час та температуру обробки, оскільки надмірне або нерівномірне засолювання може негативно вплинути на смак, текстуру та біологічну цінність ікри [20].

Пастеризація передбачає короткочасне нагрівання ікри до температур, що достатні для знищення патогенних мікроорганізмів, без повного руйнування білкових і жирних структур. Цей метод дозволяє значно продовжити термін придатності, однак може частково змінювати консистенцію оболонки зерен і дещо послаблювати органолептичні властивості.

Стерилізація застосовується у промисловому виробництві консервованої ікри і передбачає тривале термічне оброблення при високих температурах у герметичній упаковці. Вона забезпечує максимальну мікробіологічну безпеку та тривалий термін зберігання, проте суттєво

впливає на смак, аромат і текстуру продукту, а також може частково руйнувати вітаміни та цінні поліненасичені жирні кислоти [21, 22].

Вибір конкретного методу обробки визначається кінцевим призначенням продукту, необхідним терміном зберігання, органолептичними вимогами та економічними факторами. Кожен з методів обробки червоної ікри є компромісом між збереженням природної біологічної цінності і забезпеченням мікробіологічної стабільності та комерційної придатності продукту.

Класифікація червоної ікри за кольором, розміром і зернистістю, консистенцією оболонки та ступенем обробки є основою для визначення її якості та харчової цінності. Вона також забезпечує технологічне призначення продукту, стандартизацію виробництва та контроль безпеки, що є важливим для промислових і побутових споживачів.

Червона ікра є продуктом лососевих риб і класифікується переважно за видовою приналежністю риби, розміром та кольором зерна, консистенцією оболонки та ступенем обробки.

Ікра горбуші (*Oncorhynchus gorbusha*) характеризується дрібними або середніми зернами світло-оранжевого або рожевого відтінку. Вона має тонку, але пружну оболонку, що легко відділяється при споживанні, і ніжний смак з помірною солоністю. Білковий склад горбушиної ікри становить приблизно 24–26%, а жирність – 8–10%, причому домінують омега-3 поліненасичені жирні кислоти. Цей вид ікри широко використовується як продукт для прямого споживання та для консервації, завдяки помірній ціновій категорії та стабільним органолептичним характеристикам [23].

Ікра кети (*Oncorhynchus keta*) має більш великі та пружні зерна яскраво-оранжевого або червоного кольору. Оболонка зерна щільна, що забезпечує високу стійкість до механічних пошкоджень та тривале зберігання. Біологічно активний склад кетиної ікри включає близько 28–30% білка і 9–12% жирів, серед яких значна частка омега-3 жирних кислот. Смак

більш насичений і яскраво виражений порівняно з горбушиною ікрою, що робить її цінним продуктом для гастрономії та преміального сегмента ринку.

Ікра нерки (*Oncorhynchus nerka*) відзначається середньо- та великозернистою структурою і насиченим червоним кольором. Зерна щільні та пружні, з виразним морським ароматом і м'яким, але характерним смаком. Вміст білка в нерчиній ікрі досягає 30–32%, жирів – 10–12%, що робить її одним з найбільш поживних видів червоної ікри. Завдяки високій стійкості до ферментації та окиснення, нерчина ікра часто використовується для тривалого зберігання в солоному або пастеризованому вигляді, а також у високоякісних гастрономічних продуктах.

Ікра форелі (*Salmo trutta*) має середні зерна яскраво-оранжевого кольору, м'яку, ніжну оболонку та помірно виражений смак. Хімічний склад включає близько 22–25% білка та 7–9% жирів, що забезпечує високі харчові та біологічні властивості. Форелева ікра відрізняється ніжним ароматом і легко засвоюваною структурою, що робить її популярною для безпосереднього споживання та в кулінарних виробках преміального сегмента [24].

Технологія виготовлення та обробки червоної ікри у харчовій промисловості є складним і багатоступеневим процесом, спрямованим на збереження природних харчових, біологічних і органолептичних властивостей продукту при забезпеченні його мікробіологічної безпеки та тривалого терміну зберігання. Виробництво починається з добування ікри з лососевих риб — найчастіше горбуші (*Oncorhynchus gorbuscha*), кети (*Oncorhynchus keta*), нерки (*Oncorhynchus nerka*) або форелі (*Salmo trutta*). Добування здійснюють у період нерестової зрілості, коли ікра має максимальну щільність оболонки та оптимальний вміст білків і ліпідів. Зазвичай вилов здійснюють при температурі води 6–10 °С, що сприяє збереженню біохімічної стабільності продукту [25].

Ікра вилучається разом із ястиками — плівчастими мішечками, у яких вона знаходиться в природному стані. Після відбору риби проводиться розтин черевної порожнини стерильним інструментом, дотримуючись норм СанПіН і НАССР. Температура в цеху первинної обробки не повинна перевищувати 10 °С, а температура самої ікри — бути не вище 4 °С для запобігання автолітичним процесам.

Після вилучення ястики промивають у чистій проточній воді з температурою від 0 до +5 °С, що запобігає руйнуванню оболонки зерна. Далі проводять операцію відділення зерен від ястичної оболонки (сівання) за допомогою спеціальних машин — сітчастих сепараторів (сівачів). Швидкість обертання барабана при механічному сіванні становить 60–100 об/хв, що забезпечує делікатне відокремлення ікринок без їх деформації [27].

Приймання ікр'яної сировини є одним із найвідповідальніших етапів технологічного процесу виробництва червоної ікри, оскільки від якості вихідного матеріалу залежить кінцевий результат — харчова, органолептична й мікробіологічна якість готового продукту. Ікр'яна сировина надходить переважно у вигляді ястиків, тобто плівчастих мішечків, у яких ікра міститься природним чином. Її отримують від лососевих риби (горбуші, кети, нерки, форелі тощо), що досягли стадії нерестової зрілості, коли зерна мають характерний колір, розмір і еластичну оболонку.

Під час приймання ікри на підприємстві обов'язково проводять первинний контроль якості — органолептичну оцінку (колір, запах, консистенцію ястиків) та визначення температури сировини. Температура свіжої ікри при прийманні не повинна перевищувати +2 °С, а для замороженої — становити від –4 °С до –8 °С. Усі партії супроводжуються ветеринарно-санітарними документами, що підтверджують походження сировини, умови вилову та безпечність продукту [28].

Транспортування ікр'яної сировини здійснюють у герметичних контейнерах або ізотермічних ємностях із використанням льодової крихти чи

охолодженого повітря. Допускається транспортування у мороженому вигляді за температури $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ і нижче, що дозволяє зберігати її протягом тривалого часу без втрати технологічних властивостей. Заборонено перевезення ікри разом із продуктами, що мають різкий запах або можуть спричинити мікробіологічне забруднення.

Після приймання сировина надходить у виробниче приміщення для первинної обробки, яка включає сортування, миття, видалення сторонніх домішок і розривання ястиків. Сортування проводять вручну або механічно, відокремлюючи ікру за розміром зерна, кольором, ступенем зрілості та цілісністю оболонки [29]. Високоякісною вважається ікра, у якої зерна мають однаковий розмір, пружну консистенцію та яскраве забарвлення без згустків крові чи частинок тканин.

Перед посолом ікру промивають у слабкому розчині кухонної солі або чистій холодній воді (температура $5\text{--}10\text{ }^{\circ}\text{C}$) для видалення слизу, залишків ястикової плівки та домішок. Важливо, щоб промивання тривало не більше 2–3 хвилин, аби не пошкодити оболонку зерен і не спричинити втрату білкових речовин.

На заключному етапі попередньої підготовки проводиться відділення ікри від плівок (сівкування) за допомогою спеціальних сит — сіток із металу або нейлону з отворами діаметром 3–5 мм. Після цього сировину відціджують, обсушують і направляють на посол або інші технологічні операції [29].

Очищене ікрине зерно промивають у слабкому розчині кухонної солі (концентрація 1–2 % NaCl) для видалення залишків плівок і білкових домішок, після чого проводиться посол. Залежно від технології застосовується мокрий або сухий спосіб соління. При мокрому посолі використовують розсіл концентрацією 18–22 % NaCl, з температурою $2\text{--}5\text{ }^{\circ}\text{C}$ та тривалістю експозиції від 8 до 15 хв, залежно від розміру зерна. При сухому засолюванні сіль у заданій кількості додається до ікри у кількості 3–5

% від маси продукту, перемішують протягом 10–15 хв при температурі від 0 до +4 °С, до рівномірного розподілу солі. Соління виконує подвійне завдання — забезпечує мікробіологічну стабільність продукту шляхом зниження активності води і формує характерний смак, аромат та консистенцію. Для підвищення зберігання до складу розсолу можуть вводитися антисептичні добавки, антиоксиданти (аскорбінова кислота, токоферол) та стабілізатори кольору.

Після посолу проводиться дренавання, під час якого видаляється надлишок розсолу. Тривалість дренавання становить 15–30 хв, після чого продукт направляють на фасування [30].

Далі ікра піддається пастеризації або стерилізації залежно від типу продукту. Пастеризацію здійснюють при температурі 60–65 °С протягом 60–90 хв, що дозволяє знищити патогенну мікрофлору без суттєвих змін структури білка. Стерилізація проводиться рідше — при 115–120 °С протягом 20–30 хв для тривалого зберігання консервів.

Консервація червоної ікри є ключовим етапом у технологічному процесі її переробки, оскільки саме від неї залежить збереження харчової, біологічної та органолептичної цінності продукту. Ікра є продуктом з високим вмістом білків і ліпідів, які швидко піддаються мікробіологічному псуванню та окисним процесам, тому для подовження терміну зберігання застосовують різні методи консервації, зокрема посол, пастеризацію, заморожування та використання харчових добавок.

Традиційним способом консервації червоної ікри є посол із додаванням антисептичних компонентів, який забезпечує зниження активності води та пригнічення розвитку мікрофлори. Основним консервувальним чинником у цьому процесі є кухонна сіль, проте сучасні технології передбачають застосування комбінованих систем із використанням регуляторів кислотності, антиоксидантів, стабілізаторів і консервантів, що дозволяє не

лише забезпечити мікробіологічну стабільність, але й зберегти природний колір, аромат та еластичність оболонки ікринки [31].

Антиоксиданти (зокрема аскорбінова кислота, токоферол, бутилгідроксіанізол, бутилгідрокситолуол) запобігають окисненню ненасичених жирних кислот, що містяться в ікрі, тим самим зберігаючи її смакові властивості та харчову цінність. Консерванти, такі як сорбінова кислота, бензоати або нізин, використовуються у мінімально допустимих кількостях для пригнічення росту дріжджів, пліснявих грибів і патогенних мікроорганізмів. Вони дозволяють продовжити термін зберігання продукту без істотного впливу на його органолептичні показники.

Стабілізатори (зокрема гуарова камедь, ксантанова камедь, карагенан) забезпечують однорідність структури ікри, запобігають відшаруванню розсолу та зберігають пружність зерна під час транспортування і зберігання. Їх використання особливо актуальне при виробництві пастеризованих або заморожених консервованих продуктів, де існує ризик руйнування білкової оболонки.

Після завершення технологічного процесу ікра фасується у споживчу тару — скляні банки, металеві консервні банки або полімерні контейнери з герметичним закриттям. У разі пастеризації банки додатково закупорюють під вакуумом або під інертним газом (азотом чи вуглекислим газом), що дозволяє зменшити окислювальні процеси і подовжити термін зберігання. Маркування тари має містити інформацію про дату виготовлення, партію, умови зберігання та термін придатності, що регламентується державними стандартами та санітарними нормами [32].

Температурний режим зберігання готової продукції регламентується згідно з вимогами ДСТУ 2187:2010. Зберігання червоної ікри здійснюється у холодильних приміщеннях з температурою від -2 до -4 °C та відотною вологістю повітря 85–90 %. За таких умов непастеризована солоні ікра може зберігатися до 4 місяців, тоді як пастеризована — до 8–12 місяців без втрати

органолептичних показників. При підвищенні температури вище 0 °С активізуються мікробіологічні процеси, що може призвести до псування продукту: розрідження зерен, появи стороннього запаху, слизу та втрати блиску.

Особливу увагу приділяють захисту продукції від впливу світла, оскільки під дією ультрафіолету та кисню повітря відбувається окислення ліпідів і деградація каротиноїдів, що зумовлює потемніння ікри та зниження її харчової цінності. Тому банки з ікрою зберігають у затемнених або непрозорих упаковках, виключаючи доступ прямого світла [33].

Для тривалого транспортування, особливо на великі відстані, використовується охолоджене або заморожене перевезення. При транспортуванні охолодженої ікри температура має підтримуватись у межах -2...-4 °С, а замороженої — не вище -18 °С. Усі операції виконують у герметичних контейнерах або ізоtermічних кузовах, обладнаних холодильними установками, які забезпечують стабільність температурного режиму. Важливо, щоб продукція під час транспортування не піддавалася механічним ударам, струсам чи повторному заморожуванню, оскільки це призводить до порушення структури зерен і утворення рідкої фази.

Під час зберігання на складах готова ікра розміщується на піддонах або стелажах на відстані не менше 20 см від підлоги та не менше 50 см від джерел охолодження. Забороняється спільне зберігання ікри з продуктами, що мають сильний запах (копченості, спеції, маринади), через здатність ікри абсорбувати сторонні аромати.

Після відкриття споживчої тари продукт повинен зберігатися у холодильнику при температурі від 0 до +2 °С не більше 24–48 годин, оскільки у відкритому стані швидко розвиваються мікроорганізми. Для продовження терміну зберігання допускається фасування у вакуумну або модифіковану газову упаковку (МГУ), що містить інертні гази (CO₂ і N₂), які гальмують розвиток мікрофлори [33, 34].

Лабораторний аналіз готової продукції з червоної ікри є важливим етапом контролю якості та безпечності, який дозволяє визначити відповідність продукту чинним санітарно-гігієнічним і технологічним нормам. Основними напрямками дослідження є визначення фізико-хімічних показників (вологість, масова частка солі, кислотність), а також вміст токсичних елементів, мікробіологічних показників і наявність домішок. Ці параметри регламентуються державними стандартами, зокрема ДСТУ 2110:2018 «Ікра лососевих риб зерниста. Технічні умови» та відповідними санітарними нормами (Державні гігієнічні нормативи МОЗ України).

Вологість є одним із ключових показників, що характеризує ступінь зрілості та стійкість ікри під час зберігання. Для готової солоної ікри цей показник зазвичай становить від 48 до 60 %, залежно від виду риби та способу обробки. Надмірна вологість сприяє розвитку мікрофлори та скорочує термін придатності, тоді як занадто низька вологість призводить до втрати пружності зерен і зміни консистенції. Визначення проводять ваговим методом шляхом висушування проби у сушильній шафі при температурі 103 ± 2 °C до постійної маси.

Масова частка солі є показником ступеня посолу і впливає як на смак, так і на мікробіологічну стабільність продукту. Для готової зернистої ікри оптимальний вміст кухонної солі становить від 3 до 5 %, у пастеризованій ікрі допускається до 6 %. Визначення проводять титриметричним методом із використанням 0,1 н розчину нітрату срібла, а результат виражають у відсотках маси NaCl. Недостатній посол може сприяти росту патогенної мікрофлори, тоді як надлишковий — знижує органолептичну якість.

Кислотність ікри характеризує ступінь свіжості та інтенсивність біохімічних процесів, що відбуваються під час зберігання. Оптимальне значення рН готової продукції становить від 5,8 до 6,4. Визначення кислотності здійснюється потенціометричним методом із використанням рН-

метра. Підвищення кислотності свідчить про початок автолізу білків і розвиток мікробіологічного псування.

Контроль за вмістом токсичних елементів є обов'язковим для гарантування безпечності продукту. У зразках червоної ікри визначають вміст свинцю (Pb), кадмію (Cd), ртуті (Hg) і миш'яку (As) методом атомно-абсорбційної спектрофотометрії або індуктивно-зв'язаною плазмовою спектрометрією (ICP-MS). Допустимі рівні, відповідно до Державних гігієнічних нормативів, становлять:

свинець — не більше 0,3 мг/кг,

кадмій — не більше 0,05 мг/кг,

ртуть — не більше 0,5 мг/кг,

миш'як — не більше 1,0 мг/кг.

Додатково визначають масову частку білка (за методом К'ельдаля), вміст ліпідів (екстракційним методом Сокслета) та леткі основні азотисті сполуки (індикатор свіжості). У високоякісній готовій продукції з червоної ікри вміст білка становить 28–32 %, жиру — 10–18 %, а летких основних сполук — не більше 35 мг азоту на 100 г продукту.

Критеріями відповідності вимогам безпечності харчових продуктів є відсутність патогенної мікрофлори (зокрема, *Salmonella* spp., *Listeria monocytogenes*), токсичних домішок, сторонніх запахів і фізичних дефектів зерен. За мікробіологічними показниками кількість мезофільних аеробних і факультативно-анаеробних мікроорганізмів не повинна перевищувати 1×10^4 КУО/г, а коліформи та патогенні бактерії мають бути відсутні у 25 г продукту.

Червона ікра є високоякісним харчовим продуктом тваринного походження з унікальним біохімічним складом, що включає повноцінні білки, полінасичені жирні кислоти ω -3, вітаміни А, D, Е, групи В та мінерали, такі як йод, залізо, цинк і селен. Вона характеризується високою біологічною цінністю, легкою засвоюваністю та значним функціональним потенціалом

для профілактики гіповітамінозів, серцево-судинних захворювань і порушень ліпідного обміну. Основні компоненти білків та ліпідів ікри визначають її фізико-хімічні властивості, зокрема пружність оболонки зерна, вологосв'язувальні властивості та термостабільність під час обробки та зберігання [35].

Аналіз технології переробки та консервування показав, що ефективність збереження харчових і органолептичних властивостей ікри значною мірою залежить від способу обробки — посолу, пастеризації, стерилізації та заморожування. Використання антисептиків, антиоксидантів і стабілізаторів дозволяє продовжити термін зберігання продукту без значної втрати смакових і поживних характеристик. Контроль фізико-хімічних показників (вологість, масова частка солі, кислотність), а також токсичних елементів і мікробіологічної безпеки забезпечує відповідність продукту санітарним нормам і державним стандартам.

Таким чином, червона ікра є не лише делікатесним продуктом, а й функціонально цінним харчовим компонентом. Забезпечення її високої якості можливе за рахунок оптимізації технологічних параметрів переробки, правильного зберігання та суворого контролю безпечності, що дозволяє отримати продукт з максимальною харчовою цінністю, стабільними органолептичними властивостями та тривалим терміном придатності.

РОЗДІЛ 2. МЕТОДОЛОГІЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Об'єктом дослідження є технологічний процес переробки та консервації червоної ікри лососевих риб (горбуша, кета, нерка, форель), що включає приймання сировини, первинну обробку, сортування, посол, фасування та зберігання готового продукту.

Предметом дослідження є вплив технологічних параметрів обробки (температура, концентрація розсолу, час експозиції, метод пастеризації чи стерилізації) на фізико-хімічні, органолептичні та мікробіологічні властивості червоної ікри, а також на термін її придатності та біологічну цінність.

У роботі застосовано комплекс наукових методів. Систематизація літературних даних дозволила дослідити сучасні технології переробки та консервації червоної ікри, її харчову цінність та фізико-хімічні властивості.

Лабораторні фізико-хімічні методи включали визначення вологості шляхом сушіння при 103 ± 2 °C до постійної маси, масової частки солі титриметричним методом із використанням 0,1 н розчину нітрату срібла, кислотності потенціометричним методом, білкового складу методом К'ельдаля, вмісту ліпідів методом Сокслета, а також визначення летких основних азотистих сполук для оцінки свіжості продукту.

Контроль безпечності здійснювався шляхом мікробіологічного контролю, який включав кількість мезофільних аеробних і факультативно-анаеробних мікроорганізмів, коліформи, *Salmonella* spp. та *Listeria monocytogenes*.

Технологічні експерименти передбачали дослідження впливу різних стабілізаторів на фізико-хімічні та органолептичні властивості, щодо збереження смаку, кольору та консистенції зерна, а також оптимізацію для забезпечення тривалого терміну придатності.

Удосконалення технології полягало в підборі оптимального стабілізатора для збереження структури білка та ліпідів та для подовження терміну зберігання, для мінімізації втрат органолептичних властивостей. Реалізація

цієї методології дозволяє отримати науково обґрунтовані рекомендації щодо удосконалення технологічного процесу переробки та консервації червоної ікри, забезпечуючи високу харчову цінність, безпечність та тривалий термін придатності продукту.

Статистична обробка результатів здійснювалася за допомогою методів математичної статистики, зокрема розрахунку середніх значень, стандартного відхилення та коефіцієнта варіації, а також графічного та табличного представлення результатів для порівняння ефективності технологічних режимів.

РОЗДІЛ 3. РОЗРОБЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ

В сучасних умовах харчової промисловості особливе значення має створення технологічних процесів, які дозволяють зберегти природні органолептичні властивості ікри, її білково-ліпідний склад, а також мікроелементний та вітамінний профіль. Ефективна технологія повинна поєднувати науково обґрунтовані методи консервації з оптимізацією режимів обробки сировини, фасування та зберігання, що забезпечує максимальне продовження терміну придатності продукту без втрати його споживчих властивостей.

Кваліфікаційну роботу виконували в ТОВ «Дальриба». ТОВ «Дальриба» — українська компанія, що спеціалізується на виробництві та переробці рибної продукції. Її виробничі потужності розташовані в селі Тарасівка, Фастівського району, Київської області. Основна продукція ТОВ «Дальриба» включає ікру мойви, лососеву ікру, морські делікатеси та рибні консерви. Виробництво відповідає вимогам безпечності харчових продуктів, а контроль якості здійснюється на всіх етапах — від приймання сировини до фасування готової продукції. Компанія використовує сертифіковане обладнання та сучасні методи лабораторного контролю, що дозволяє визначати вологість, вміст солі, кислотність та рівень токсичних елементів у продукції.

3.1. Вимоги до сировини та матеріалів

Виготовлення свіжесоленою лососевої зернистої ікри складається з декількох етапів, кожен з яких чітко регламентований державними стандартами і технічними умовами виробництва.

За еталонну основу береться ікра з риби, що увійшла в нерестові річки на 20-30 км вгору від гирла, так би мовити «опріснення». Її відрізняє вже сформована пружна шкірка на ікринках. Саме така ікра вважається найбільш підходящим сировиною для першого (вищого) сорту.

Отже, з черевної порожнини тільки що виловленої риби виймають ястика з ікрою, після чого їх миють і пробивають через спеціальне сито - гуркіт (бутари), відокремлюючи ікринки від Ястика (сполучної тканини). Далі промивають під проточною водою, очищають від різних домішок - згустків крові, шматочків тканин, розчавлених примірників, а потім сортують по калібру і кольором.

Отриману ікру-сирець можна зберігати не більше чотирьох годин. Тому сирець відразу ж солять в тузлуке - кип'ятіння насиченому розчині кухонної солі. Допускається застосування тільки солі «Екстра» або першого помелу - тобто найбільш якісною і без домішок.

Насиченість тузлука перевіряють так: поміщають в тузлуковарку сіль, воду і кип'ятять. Зверху в охолодженому тузлуку повинна плавати соляна плівка, це означає, що тузлук насичений. Якщо щільність розчину недостатня, то такий тузлук не годиться.

Температура готового до послові тузлука становить від 0о до + 10о. Чим холодніше тузлук, тим якісніше посол ікри. Також забороняється повторне використання тузлука, оскільки знижується його щільність і як наслідок - ікра стає суцільною липкою грудкою.

Щоб ікринки легко відділялися одна від одної, в засолену ікру додають рослинне масло, і для більш тривалого зберігання - антисептики. Після засолу кілька годин ікра повинна відстоятися в спеціальному холодильнику. Далі, завершивши етап первинної обробки, ікра відправляється на розфасовку в бляшані банки або у великі пластикові кубітейнери, в яких може зберігатися протягом тривалого часу.

Для фасування в скляну тару ікру доставляють в кубітейнерах на найсучасніші підприємства, що знаходяться далеко від місць вилову. Такі заводи мають необхідні виробничі потужності, обладнання та технології, а головне забезпечують строгий контроль якості на розфасовку сировини і як наслідок - висока якість кінцевого продукту. На таких підприємствах по

стерильності ікорний цех можна порівняти з операційним лікарняним блоком. Ікра розфасовується в скляну тару (від 90 г до 600 г) і в пластикову упаковку (400г, 500 г і 1000 г).

Розфасовка ікри по ГОСТу повинна бути здійснена протягом 30 днів після засолу. Тобто ікру можна засолити і залишити на місяць в кубітейнерах. Але в споживчу тару продукт повинен бути розфасований не пізніше цього терміну, інакше з часом під власною вагою ікра може тиснути і давати відстій. Тому ікра, яка зберігалася в кубітейнерах більше 30 днів розфасовується в споживчу тару на підставі ТУ. Слід звернути увагу на той факт, що виробники відстежують щоб при розфасовці з кубітейнерах нижні шари з можливою стікання рідини або ікринками, які лопнули НЕ розфасовувалися в банки. Тому продукція, яка випускається, абсолютно не втрачає в якості навіть при розфасовці з кубітейнерах в період понад 30 днів.

Ще один важливий момент - якщо на банці вказано дату виробництва далека від літа, то це означає, що ікра була засолена під час нересту, а далі зберігалася у великих ємностях (кубітейнерах), і пізніше з них була перефасували в бляшану, пластикову або скляну тару. Зазвичай ікра в жерстяні банки розфасовується безпосередньо в місці промислу, а продукт для пластикової та скляної упаковки - на великих ікорним заводах поза місцем промислу (Україна). Але іноді і розфасовка в бляшані банки відбувається в декількох місцях, використовуючи вітчизняні заводські потужності. Це пов'язано виключно з обсягами виробництва і термінами поставок, і ніяк не відбивається на якості продукції, що випускається.

Транспортування готової ікри до місця фасування проводиться в кубітейнерах спеціальним автотранспортом, з чітким дотриманням необхідного температурного режиму від -4° до -6°C .

На підприємстві випускається ікра під таким торгівельними марками:

- СПЕЦПОСОЛ;
- Шаланда;

- Камчадал;
- Дальморепродукт;
- Мореплавець;
- Ікряні традиції.

Для здійснення процесу сухого посолу червоної ікри використовують високоякісну сировину лососевих риб — горбуші (*Oncorhynchus gorbusha*), кети (*O. keta*), нерки (*O. nerka*), форелі (*Salmo trutta*) або чавичі (*O. tshawytscha*). Ікра повинна бути свіжою або охолодженою, з цілими ікринками, природним кольором, пружною консистенцією та без стороннього запаху. Температура ікри на момент переробки не перевищує +5 °С. Основною сировиною виступає зерниста ікра, отримана після відділення ястиків, промивання та відціджування вологи.

Допоміжними матеріалами під час сухого посолу є кухонна сіль харчова не йодована вищого ґатунку з розміром кристалів 0,2–0,5 мм, яка виконує функцію природного консерванта. Для покращення зовнішнього вигляду і запобігання злипанню ікринок додають невелику кількість рафінованої рослинної олії (соняшникової або оливкової). За необхідності, для подовження терміну зберігання, застосовують сорбінову кислоту або її солі (сорбат калію) як антигрибкові добавки. Промивання ікри здійснюють охолодженою питною водою температурою 0–2 °С, що забезпечує чистоту та гігієнічність продукту.

Таблиця 1. Рецептура сухого посолу червоної ікри (на 100 кг ікри)

№	Найменування компоненту	Кількість, кг	Технологічне призначення	Примітка
1	Ікра червона (горбуші, кети, нерки, форелі)	100,00	Основна сировина	Ікра свіжоотримана або охолоджена (0...+5 °С)
2	Сіль кухонна харчова (Екстра, не йодована, вищого ґатунку)	3,75	Осмотичний консервант; знижує активність води, пригнічує розвиток мікрофлори, формує смак	Дрібнокристалічна, чиста, без домішок
3	Олія рослинна рафінована	0,4	Запобігає злипанню ікринок, надає блиску поверхні, зберігає	Соняшникова або оливкова, без запаху

			консистенцію	
4	Сорбінова кислота або сорбат калію	0,15	Антисептик, що пригнічує розвиток пліснявих грибів і дріжджів	Використовується при подовженому зберіганні
5	Вода питна охолоджена (для промивання)	до 10,0	Використовується для промивання ікри перед посолом	Температура 0–2 °С

Застосування сухого способу посолу при вмісті солі 3,5–4 % забезпечує оптимальну дегідратацію оболонок ікринок, пригнічення розвитку мікрофлори, стабілізацію білкових структур (вітеліну та фосвітину) й формування пружної консистенції продукту. Додавання незначної кількості рослинної олії створює захисну плівку, що перешкоджає окисненню ліпідів і зберігає натуральний колір і смак ікри.

Ікра (зерниста сировина) повинна характеризуватися високими якісними показниками. Ікринки мають бути цілими, неушкодженими, з рівномірним забарвленням, без затемнень, пересвітлень чи ознак псування. Запах ікри має бути свіжим, характерним для морепродуктів, без сторонніх або неприємних запахів — не допускається наявність запаху гнилі, тухлості, металу чи хімічних домішок. Температура сировини під час технологічної обробки не повинна перевищувати +5 °С, що забезпечує збереження структури білка та запобігає розвитку мікрофлори. Вміст сторонніх домішок, таких як пісок, дрібні кісткові частинки чи залишки плівок, повинен бути мінімальним і не перевищувати норм, передбачених ДСТУ 8096:2015 «Ікра риб пробійна солена. Технічні умови» — діючий стандарт, який встановлює технічні вимоги до солоної пробійної ікри риб.

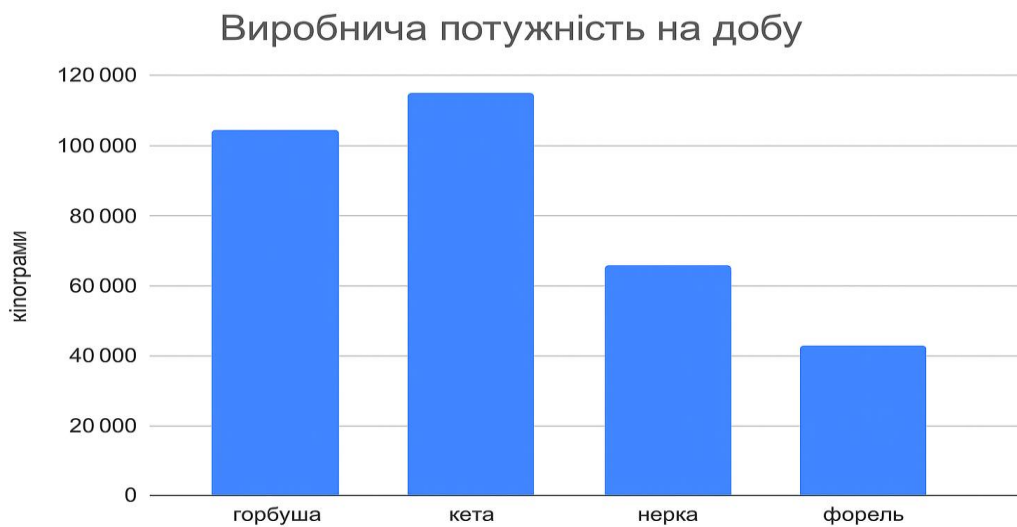


Рис. 1. Виробнича потужність підприємства по червоній ікри

В господарстві використовують ікру горбуші, кети, нерки, форелі.

Горбуша — є лідером за виробничою потужністю, і її ікру активно використовують у господарствах для отримання великого обсягу продукту. Виробнича потужність горбуші становить близько 120 000 кг на добу, що робить її важливим джерелом ікри для комерційних цілей, таких як продаж або переробка.

Кета — також має велику виробничу потужність, близько 100 000 кг на добу, що робить її ікру важливим продуктом у господарствах, які займаються її вирощуванням та обробкою.

Нерка — її виробнича потужність на добу складає близько 80 000 кг, що також свідчить про досить значне використання її ікри в господарствах. Нерка, як і інші види, може бути джерелом ікри для рибпромислових підприємств.

Форель — хоча форель має найменшу виробничу потужність серед цих видів (близько 40 000 кг на добу), її ікру також використовують у господарствах для виробництва високоякісного продукту, часто популярного в делікатесній кулінарії.

Харчова сіль для сухого засолу червоної ікри згідно з ДСТУ 3583:2015 повинна бути чистою, без домішок, з кристалами однорідного розміру, забезпечуючи безпеку та тривале збереження продукту.

Олія рафінована рослинна, яка відповідає ДСТУ 4497:2005 «Олія рослинна. Загальні технічні умови». Вона повинна бути прозорою, без стороннього запаху та смаку, стабільною при зберіганні, щоб не змінювати органолептичні властивості ікри.

Сорбінова кислота або сорбат калію, які відповідають ДСТУ 4517:2006 «Консерванти харчові. Сорбінова кислота та сорбати. Технічні умови». Вони застосовуються в дозволених концентраціях, щоб запобігти розвитку мікроорганізмів, не впливаючи на смак і колір ікри.

Вода охолоджена питна повинна відповідати ДСТУ 4806:2007 «Вода питна. Гігієнічні вимоги та контроль якості». Вода повинна бути прозорою, без запаху та сторонніх домішок, безпечна для споживання і не змінювати смакові властивості ікри.

Таким чином, для технології сухого засолу червоної ікри застосовуються лише високоякісні та стандартизовані компоненти, що забезпечують безпеку, тривале зберігання та збереження органолептичних властивостей продукту. Використання харчової солі, рафінованої рослинної олії, консервантів у вигляді сорбінової кислоти або сорбату калію та охолодженої питної води відповідно до чинних ДСТУ гарантує однорідність, стабільність і якість готової продукції.

Для підвищення мікробіологічної стабільності червоної ікри в сучасних технологіях було запропоновано використання комбінованого консерванту, що включає сорбат калію та лактат кальцію. Сорбат калію є потужним антифунгальним та антибактеріальним агентом, ефективним проти дріжджів, пліснявих грибів та деяких бактерій, і широко застосовується в харчовій промисловості завдяки відсутності впливу на органолептичні властивості продукту у рекомендованих концентраціях.

Лактат кальцію, як соляна форма молочної кислоти, проявляє антимікробну активність проти широкого спектра бактерій, включаючи патогенні та псування-зумовлені штами, і при цьому зберігає смакові якості продукту. Комбінація сорбату калію та лактату кальцію дозволяє синергічно підсилити консервуючий ефект, що дає змогу зменшити концентрацію кожного компонента, знижуючи потенційний вплив на смак ікри та водночас подовжити термін її зберігання.

Удосконалена та традиційні рецептури наведено в таблиці 2.

Таблиця 2. Рецептури сухого посолу червоної ікри (на 100 кг ікри)

№	Найменування компоненту	Традиційна рецептура	Удосконалена рецептура
1	Ікра червона (горбуші, кети, нерки, форелі)	100,00	100,00
2	Сіль кухонна харчова (Екстра, не йодована, вищого ґатунку)	3,75	3,75
3	Олія рослинна рафінована	0,4	0,4
4	Сорбінова кислота або сорбат калію	0,15	0,1 сорбат калію + 0,75 лактат кальцію
5	Вода питна охолоджена (для промивання)	до 10,0	до 10,0

Аналіз таблиці 2 демонструє еволюцію технології сухого посолу червоної ікри з точки зору якості та безпеки продукції. У традиційній рецептурі застосовуються базові компоненти: сира ікра, харчова сіль і рослинна олія, сорбат калію що забезпечує стандартний смак, консистенцію та збереження ікри. Удосконалена рецептура включає додаткові консерванти — сорбат калію у нижчій концентрації та лактат кальцію, що сприяє підвищенню антибактеріальної стабільності та збереженню органолептичних властивостей без істотного впливу на смакові характеристики продукту. Ключовим удосконаленням є комбіноване використання консерванту та кальцієвої солі, що дозволяє зменшити ризик мікробіологічної псування ікри та подовжити термін її зберігання, одночасно підтримуючи природну структуру ікринок. Використання охолодженої питної води для промивання в

обох рецептурах підкреслює важливість контролю температури та гігієнічної чистоти на етапі обробки сировини. У результаті, удосконалена рецептура підвищує безпеку та якість кінцевого продукту.

3.2. Продуктовий розрахунок

У таблиці наведено дані про виробничу потужність ікри для чотирьох видів риб: горбуші, кети, нерки та форелі, як на добу, так і на рік. Ці показники дозволяють оцінити обсяги виробництва ікри для кожного виду риби, що важливо для планування виробничих процесів та визначення загальної кількості ікри, яку можна отримати за певний період часу. Зібрані дані також демонструють загальний обсяг виробництва ікри по всіх видах риб, що дає уявлення про потенціал господарства в цій галузі.

Таблиця 3. Виробнича потужність червоної ікри

Вид риби	Виробнича потужність на добу (кг)	Виробнича потужність на рік (кг)
Горбуша	120,00	43800,00
Кета	100,00	36500,00
Нерка	80,00	29200,00
Форель	40,00	14600,00
Всього	340,00	124100,00

Найбільшу частку в загальному виробництві ікри займають горбуша та кета. Горбуша забезпечує 35,3% від загального обсягу виробництва на добу, а кета — 29,4%. Разом ці два види риб складають понад 64% від усього виробництва ікри. Нерка має частку 23,5%, що свідчить про її значний, але не домінуючий внесок у виробництво. Форель, зі своєю потужністю 40,00 кг на добу, займає найменшу частку — лише 11,8% від загального виробництва. Таким чином, горбуша та кета є основними сировинними складовими ікри, а форель, хоча й має менший внесок, все одно відіграє важливу роль у загальному обсязі продукції.

Для розрахунку кількості інгредієнтів на добу згідно з рецептурою для сухого посолу червоної ікри добовий обсяг ікри складає 340,00 кг.

Розрахунок для традиційної рецептури:

1. Ікра червона (горбуші, кети, нерки, форелі):
340,00кг
2. Сіль кухонна харчова:
 - На 100 кг ікри: 3,75 кг
 - На 340,00 кг ікри: $340,00 \times 3.75 = 12,75$ кг
3. Олія рослинна рафінована:
 - На 100 кг ікри: 0,4 кг
 - На 340,00 кг ікри: $340,00 \times 0.4 = 1,360$ кг
4. Сорбінова кислота або сорбат калію:
 - На 100 кг ікри: 0,15 кг
 - На 340,00 кг ікри: $340,00 \times 0.15 = 0,510$ кг
5. Вода питна охолоджена (для промивання):
 - На 100 кг ікри: 10 л
 - На 340,00 кг ікри: $340,00 \times 10 = 34,00$ л

Розрахунок для удосконаленої рецептури:

1. Ікра червона (горбуші, кети, нерки, форелі):
340,00 кг
2. Сіль кухонна харчова:
На 340,00 кг ікри: $340,00 \times 3.75 = 12,75$ кг
3. Олія рослинна рафінована:
На 340,00 кг ікри: $340,00 \times 0.4 = 1,360$ кг
4. Сорбат калію та лактат кальцію:
На 340,00 кг ікри: $340,00 \times 0.1 = 0,34$ кг
На 340,00 кг ікри: $340,00 \times 0,75 = 0,255$ кг
5. Вода питна охолоджена (для промивання):
На 340,00 кг ікри: $340,00 \times 10 = 34,00$ л

Таблиця 4. Розрахунок кількості інгредієнтів на добу для рецептури сухого посолу червоної ікри

№	Найменування компоненту	Традиційна рецептура (кг)	Удосконалена рецептура (кг)
1	Ікра червона (горбуші, кети, нерки, форелі)	340,00	340,00
2	Сіль кухонна харчова (Екстра, не йодована, вищого гатунку)	12,75	12,75
3	Олія рослинна рафінована	1,36	1,36
4	Сорбінова кислота або сорбат калію	0,51	0,34 (сорбат калію)
5	Лактат кальцію	—	0,255
6	Вода питна охолоджена (для промивання)	34,00 л	34,00 л

Для обох рецептур основні інгредієнти — ікра червона, сіль кухонна, олія рослинна та вода питна охолоджена — використовуються в однакових

кількостях: по 340 кг ікри, 12,75 кг солі, 1,36 кг олії та 34 літри води на 340 кг ікри.

Різниця між рецептурами полягає в використанні консервантів. У традиційній рецептурі застосовується 0,51 кг сорбінової кислоти або сорбату калію. В удосконаленій рецептурі частину сорбату калію замінено на лактат кальцію, в результаті чого на 340 кг ікри потрібно лише 0,34 кг сорбату калію і 0,255 кг лактату кальцію.

Таким чином, таблиця демонструє, що удосконалена рецептура передбачає використання меншої кількості сорбату калію, що робить її більш специфічною за складом, але при цьому забезпечує такий же рівень ефективності в консервуванні, як і традиційна рецептура.

Для забезпечення повного технологічного процесу виробництва червоної ікри необхідно враховувати не лише основні інгредієнти, а й додаткові матеріали, які впливають на якість, стабільність структури та органолептичні властивості готового продукту. До таких матеріалів відносяться сіль, рослинна олія, сорбат калію або лактат кальцію, вода для промивання, пакувальні матеріали, а також витрати енергії для охолодження і зберігання ікри. Вихід додаткових матеріалів для кожного зразка розраховується пропорційно до маси готової продукції та прийнятих нормативів, що дозволяє забезпечити точність рецептур і стабільність технологічного процесу. Кожен з цих матеріалів відіграє важливу роль у збереженні смакових якостей ікри, її текстури та термінів зберігання, тому контроль за їх кількістю та якістю є необхідною частиною виробничого процесу.

Додаткові матеріали розраховували на 1 кг готового продукту та за вихід за зміну (340 кг).

Таблиця 5. Додаткові матеріали

Компонент	Кількість на 1 кг	Кількість на 340 кг
Плівка поліетиленова	0,05 м ²	17 м ²
Упаковка (паперова/картонна)	0,15 м ²	51 м ²
Електроенергія (кВт)	0,2 кВт	68 кВт
Жестяні банки (100 г ікри)	10 банок	3 400 банок
Скляні банки (180 г ікри)	6 банок	2 040 банок
Кришки для жестяних банок	10 штук	3 400 штук
Кришки для скляних банок	6 штук	2 040 штук

Таблиця 5 демонструє розрахунок додаткових матеріалів, необхідних для упаковки та консервації червоної ікри на 1 кг та 340 кг готового продукту. Кількість кожного компонента пропорційно збільшується залежно від обсягу продукції, що дозволяє точніше планувати потреби у матеріалах та ресурсах на різних етапах виробництва.

Плівка поліетиленова (0,05 м² на 1 кг і 17 м² на 340 кг) використовується для герметичної упаковки ікри, забезпечуючи її захист від зовнішніх впливів, таких як волога, пил та бактерії. Відповідно до ДСТУ 2551-94 (Поліетиленові плівки та їх застосування в харчовій промисловості), плівка поліетиленова є одним з основних матеріалів для упаковки харчових продуктів, оскільки вона володіє необхідними властивостями для збереження свіжості ікри.

Упаковка (паперова/картонна) (0,15 м² на 1 кг і 51 м² на 340 кг) необхідна для забезпечення цілісності та зручності транспортування і зберігання ікри. Паперові та картонні упаковки повинні відповідати вимогам ДСТУ 4394-2005 (Упаковка картонна для харчових продуктів), які вимагають, щоб картон був безпечним для контакту з харчовими продуктами та не виділяв шкідливих речовин.

Електроенергія (0,2 кВт на 1 кг і 68 кВт на 340 кг) витрачається на обробку і зберігання ікри, зокрема на охолодження та пакування. Витрати електроенергії залежать від типу обладнання та технологічного процесу. Для

ефективної роботи холодильних та пакувальних установок необхідно забезпечити безперервне енергопостачання.

Жестяні банки (100 г ікри) (10 банок на 1 кг і 3 400 банок на 340 кг) використовуються для герметичної упаковки ікри. Вони повинні відповідати вимогам ДСТУ 3952-2000 (Банки металеві для харчових продуктів). Виробники упаковки зобов'язані забезпечити правильну герметичність банок, щоб уникнути потрапляння повітря та мікроорганізмів.

Скляні банки (180 г ікри) (6 банок на 1 кг і 2 040 банок на 340 кг) є ще одним варіантом упаковки ікри, який може використовуватися для продуктів преміум класу. Вони також повинні відповідати стандартам, зазначеним у ДСТУ 3657-2004 (Банки скляні для харчових продуктів), що гарантує їх відповідність нормам безпеки для продуктів, що зберігаються.

Кришки для жестяних банок (10 штук на 1 кг і 3 400 штук на 340 кг) необхідні для герметизації банок. Кришки мають бути щільно закриті для запобігання проникненню повітря і забруднень. Відповідно до вимог ДСТУ 3952-2000, кришки повинні мати герметичне закриття та витримувати належний рівень тиску при зберіганні.

Кришки для скляних банок (6 штук на 1 кг і 2 040 штук на 340 кг) мають таку ж функцію, що й кришки для металевих банок, забезпечуючи герметичність та збереження продукту. Вони повинні відповідати вимогам ДСТУ 3657-2004, що забезпечує їх безпечне використання в харчовій промисловості.

Таким чином, таблиця дає чітке уявлення про потреби в додаткових матеріалах для консервації ікри та її упаковки. Розрахунки для кожного компонента дозволяють планувати обсяги матеріалів для великих партій продукції, а також забезпечити відповідність вимогам стандартів, що гарантує якість кінцевого продукту та безпеку для споживачів.

3.3. Апаратурно-технологічне забезпечення

Виробничий цех для обробки та консервування червоної ікри є ключовим підрозділом підприємства, де здійснюються всі основні етапи виробництва — від приймання сировини до готової продукції. Цех обладнаний сучасними технологічними лініями, які дозволяють здійснювати автоматизоване та ефективне виробництво ікри, зберігаючи її високу якість та відповідність санітарним нормам.

Апаратурно-технологічне забезпечення виробництва червоної ікри включає комплекс устаткування та технологічних засобів, необхідних для виконання всіх етапів виробничого процесу, починаючи від приймання сировини та закінчуючи її упаковкою та зберіганням. Основним завданням є забезпечення високої якості продукції, ефективності технологічного процесу та безпеки на всіх етапах виробництва.

Таблиця 6. Специфікація технологічного обладнання для виробництва червоної ікри

№	Етап процесу	Обладнання	Марка/Модель	Потужність/Продуктивність
1	Очищення ікри	Промивна установка для ікри	Tetra Pak® Aquatech	300 кг/год
2	Засолювання ікри	Засолювальна установка	Bucher Unipektin	250 кг/год
3	Охолодження ікри	Охолоджувальна камера	Carrier Transicold Xarios	1 000 кг/год
4	Упаковка ікри в банки	Фасувальна машина	Volpak V4 240	1 000 банок/год
5	Вакуумне герметичне пакування	Вакуумна упаковочна машина	Multivac R 535	1 000 банок/год
6	Нанесення етикеток	Етикетувальна машина	Sato CL4	1 200 банок/год

Використання спеціалізованих установок, таких як промивні машини, вакуумні упаковувальні системи та охолоджувачі, гарантує збереження всіх корисних властивостей ікри та її безпеку. Завдяки такому апаратурно-технологічному забезпеченню, можна забезпечити високий рівень якості, дотримуючись усіх санітарних вимог і стандартів безпеки.

Використання цього обладнання дозволяє забезпечити ефективність всього технологічного процесу виробництва червоної ікри — від очищення та засолювання до упаковки, етикетування та транспортування. Всі етапи автоматизовані, що дозволяє значно підвищити швидкість виробництва та зменшити людський фактор. Підбір правильного обладнання забезпечує високу якість продукції, ефективність виробничих процесів та відповідність стандартам зберігання та безпеки.

Виробничий цех має сучасну систему контролю якості, що включає лабораторні дослідження на кожному етапі виробництва, щоб гарантовано забезпечити високий рівень якості та безпеки готової продукції. Цех відповідає всім необхідним санітарно-гігієнічним нормам, що забезпечує надійність і безпеку кінцевого продукту для споживачів.

3.4. Опис технології

Сухий посол є традиційним та високоефективним методом консервування червоної ікри, який забезпечує збереження природного смаку, кольору, консистенції та поживних властивостей продукту. Цей спосіб ґрунтується на дії кухонної солі, яка шляхом осмотичних процесів знижує активність води в ікринках, пригнічує розвиток мікроорганізмів і ферментативні процеси, що зумовлює мікробіологічну стабільність продукту без використання штучних консервантів.

Для сухого посолу відбирають свіжу або охолоджену ікру лососевих риб — горбуші (*Oncorhynchus gorbuscha*), кети (*O. keta*), нерки (*O. nerka*), форелі (*Salmo trutta*), або чавичі (*O. tshawytscha*). Ікра повинна мати цілісні оболонки, характерне забарвлення і відсутність стороннього запаху. Температура сировини на момент обробки не повинна перевищувати +5 °С, що запобігає активації автолізу та росту психрофільної мікрофлори.

Ікру відділяють від ястикової оболонки за допомогою сітки-сита (грохота) з отворами 4–6 мм, виконаної з нержавіючої сталі або полімерного

матеріалу. Під час процесу ікру обережно протирають руками або спеціальним шпателем, уникаючи пошкодження оболонок. Далі ікру промивають охолодженою (0–2 °C) питною водою або слабким сольовим розчином (1–2 %) для видалення залишків плівок та домішок.

Після промивання ікру залишають на сітчастому піддоні для стікання вологи протягом 10–15 хв, або відцентровують при 600–800 об/хв не довше 1–2 хв, щоб не пошкодити структуру оболонки. Оптимальна вологість перед солінням — 65–70 %.

Посол здійснюють шляхом рівномірного перемішування ікри з сухою кухонною сіллю. Використовують сіль харчову вищого гатунку, не йодовану, з розміром кристалів 0,2–0,5 мм. Масова частка солі становить 3–5 % до маси ікри залежно від виду риби та бажаного смаку готового продукту.

Перемішування проводять обережно в нержавіючих або емальованих ємностях лопатками з харчової сталі при температурі 0–4 °C протягом 10–15 хв.

У процесі соління сіль розчиняється у внутрішній волозі ікринок, створюючи гіпертонічне середовище, що сприяє дифузії солі всередину клітин. Одночасно відбувається дегідратація оболонок і ущільнення структури ікри.

Після посолу ікру витримують у холодильній камері при температурі –1...+2 °C протягом 1–2 год для рівномірного розподілу солі. На цій стадії завершується осмотична рівновага між оболонкою і внутрішнім вмістом ікринок.

Посолений продукт фасують у стерильні скляні або полімерні банки місткістю 100–500 г. Перед фасуванням ікру зважують та, за потреби, додають 0,1–0,2 % сорбінової кислоти або 0,5 % рослинної олії, щоб запобігти висиханню поверхні і надати блиску.

Готову ікру зберігають при температурі –4...–6 °C до 8 місяців або при 0 °C не довше 4 місяців. Вологість повітря має становити 85–90%.

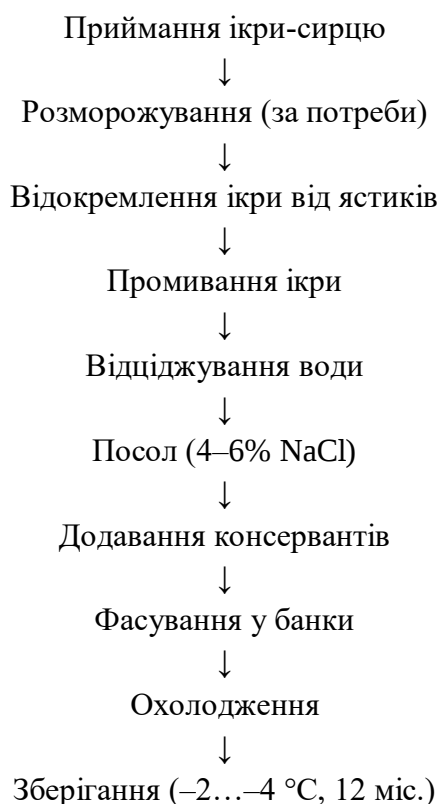


Рис. 2. Технологічна схема переробки та консервування червоної ікри.

Таблиця 7. Технологічні параметри процесу сухого посолу

Показник	Норма
Температура процесу	0...+4 °C
Тривалість перемішування з сіллю	10–15 хв
Тривалість визрівання після посолу	1–2 год при –1...+2 °C
Вміст солі в готовому продукті	3,5–4,5 %
Вологість готової ікри	65–70 %
Температура зберігання	–4...–6 °C
Термін придатності	до 8 місяців

Під час посолу відбуваються фізико-хімічні зміни — зниження активності води до 0,85–0,90, денатурація білкових фракцій, часткове окиснення ліпідів. Завдяки цьому продукт набуває щільної консистенції, вираженого аромату і тривалого терміну зберігання.

Мікробіологічний контроль засвідчує, що при вмісті солі понад 3,5 % зупиняється розвиток основних псувальних мікроорганізмів — *Pseudomonas*, *Shewanella*, *Enterobacteriaceae* і *Lactobacillus* spp.

РОЗДІЛ 4. КОНТРОЛЬ БЕЗПЕЧНОСТІ ТА ЯКОСТІ ПРОДУКТУ, ЕКОЛОГІЗАЦІЯ ВИРОБНИЦТВА

Контроль безпеки та якості червоної ікри є важливим етапом виробничого процесу, оскільки він забезпечує відповідність продукту вимогам санітарії та стандартам безпеки харчових продуктів. Для досягнення високої якості та забезпечення безпеки кінцевого продукту на всіх етапах виробництва проводиться ретельний моніторинг і лабораторні аналізи. Для забезпечення прозорості і відповідності вимогам законодавства, на кожному етапі виробництва ведеться документація, в яку записуються результати лабораторних досліджень, перевірок і контрольних заходів. Це дозволяє відстежувати весь процес виробництва та забезпечити відповідність продукту стандартам безпеки та якості, що підтверджуються відповідними сертифікатами.

Під час виробництва здійснюють операційний контроль на критичних контрольних точках (ККТ), які визначаються на основі аналізу ризиків.

Таблиця 8. Основні ККТ у технології виробництва червоної ікри

№	Етап процесу	ККТ (Контрольна критична точка)	Метод контролю	Допустимі межі	Відповідальна особа
1	Приймання сировини	Температура при транспортуванні ястиків	Термометрія, контроль температури	-2°C до +2°C	Складський оператор
2	Очищення ікри	Стерильність обладнання та приміщень	Візуальний контроль, мікробіологічний аналіз	Відсутність забруднень і патогенів	Технічний персонал
3	Засолювання ікри	Дозування солі	Автоматичний контроль дозування	3,5% - 4%	Оператор засолювальної установки
4	Охолодження ікри	Температурний режим охолодження	Термометрія, контроль температури	-2°C до 0°C	Оператор холодильного обладнання
5	Упаковка ікри	Герметичність упаковки	Вакуумметр, візуальний контроль	Відсутність повітря в упаковці	Оператор упаковки
6	Контроль якості	Мікробіологічний контроль	Лабораторний аналіз, мікробіологічний тест	Відсутність патогенів і бактерій	Лаборант
7	Зберігання	Температурний	Термометрія,	-2°C до 0°C	Оператор

	готової продукції	режим зберігання	контроль температури		складу
8	Випуск продукції	Відповідність етикетуванню та маркуванню	Візуальний контроль, перевірка документів	Правильність маркування і терміну зберігання	Менеджер з якості

Контроль якості червоної ікри спрямований на забезпечення відповідності продукції вимогам державних стандартів (ДСТУ 2183:2009, ГОСТ 7442-2002), технічних умов, санітарних норм та безпечності харчових продуктів. Основною метою є підтвердження харчової цінності, органолептичних показників, фізико-хімічних властивостей та мікробіологічної чистоти ікри.

Органолептична оцінка проводиться дегустаційною комісією за 5-бальною шкалою.

Таблиця 9. Органолептичні показники якості червоної ікри

№	Показник	Традиційна рецептура	Удосконалена рецептура
1	Зовнішній вигляд	Ікринки цілі, неушкоджені, переважно однакового розміру, без сторонніх домішок.	Ікринки цілі, рівномірні за розміром, без сторонніх домішок, з більш сухою поверхнею.
2	Колір	Від світло-помаранчевого до темно-червоного, природний, рівномірний.	Такий самий, рівномірний по всій масі, трохи більш насичений завдяки стабільнішому збереженню пігменту.
3	Запах	Характерний «морський», без сторонніх запахів.	Характерний «морський», свіжіший, чистіший, без найменших відтінків прогірклості.
4	Смак	Приємний, властивий даному виду ікри, помірно солоний.	Приємний, властивий даному виду ікри, помірно солоний, більш виражений натуральний смак.
5	Консистенція	Сипуча, ікринки еластичні, іноді спостерігається незначна кількість рідини.	Сипуча, ікринки еластичні, рідина відсутня або мінімальна.
6	Однорідність маси	Досить однорідна, окремі відхилення за розміром ікринок допускаються.	Однорідна, зерна рівномірні, структура стабільна.
7	Загальна оцінка	Висока якість, відповідає вимогам стандарту.	Висока якість, покращений вигляд і стабільність під час зберігання.

Порівняльний аналіз органолептичних показників червоної ікри за традиційною та удосконаленою рецептурою показав, що обидва зразки відповідають вимогам державних стандартів, проте удосконалений варіант характеризується дещо вищою стабільністю основних якостей під час зберігання. Ікринки в обох випадках залишаються цілими, еластичними та однорідними за розміром, однак у зразку за удосконаленою рецептурою вони мають більш суху та блискучу поверхню завдяки дії лактату кальцію, який зміцнює оболонку зерен і зменшує кількість вологи. Колір ікри природний у обох рецептурах, проте в удосконаленій він зберігається рівномірнішим і насиченішим, оскільки лактат кальцію стабілізує природні пігменти і запобігає їх окисненню. Запах обох зразків свіжий, характерний для морського продукту, але удосконалена рецептура забезпечує чистіший аромат завдяки поєднанню сорбату калію та лактату кальцію, які пригнічують розвиток мікрофлори. Смак в обох зразках приємний і помірно солоний, проте в удосконаленій рецептурі він більш збалансований, без гіркоти, що пов'язано зі зменшенням окиснення жирів. Консистенція продукту сипуча в обох варіантах, але ікринки за удосконаленою рецептурою зберігають форму краще, практично не виділяючи рідини. Загалом удосконалена рецептура забезпечує більш стабільний колір, свіжіший запах, покращену консистенцію та подовжений термін зберігання без змін природних органолептичних властивостей. Таким чином, застосування комбінації 0,1 % сорбату калію та 0,75 % лактату кальцію замість сорбінової кислоти є ефективним технологічним рішенням, що підвищує якість і товарний вигляд червоної ікри.

Порівняльний аналіз фізико-хімічних показників червоної ікри за традиційною та удосконаленою рецептурою показує, що обидва зразки відповідають стандартним вимогам до якості продукту, проте удосконалена рецептура забезпечує більш стабільні властивості та кращу збереженість продукту під час зберігання.

Таблиця 10. Фізико-хімічні показники червоної ікри

№	Показник	Традиційна рецептура	Удосконалена рецептура
1	Масова частка кухонної солі, %	3,8	3,8
2	Масова частка білка, %	24,5	24,5
3	Масова частка жиру, %	11,5	11,8
4	Масова частка вологи, %	51,0	50,2
5	Кислотність (мг КОН/г)	4,8	4,4
6	Перекисне число жиру (ммоль O ₂ /кг)	2,1	1,6
7	pH продукту	6,3	6,4

Масова частка кухонної солі та білка практично не змінилася, що свідчить про збереження базового смаку і поживної цінності ікри. Невелике підвищення масової частки жиру в удосконаленому зразку до 11,8 % та зниження вологи до 50,2 % забезпечують більш щільну консистенцію ікринок, зменшують виділення рідини та покращують сипучість. Зниження кислотності з 4,8 до 4,4 мг КОН/г і зменшення перекисного числа жиру з 2,1 до 1,6 ммоль O₂/кг свідчить про менший рівень окислення ліпідів, що підвищує стійкість продукту до псування та продовжує термін його зберігання. Незначне підвищення pH до 6,4 у удосконаленій рецептурі також сприяє стабілізації смаку та органолептичних властивостей. Загалом удосконалена рецептура, за рахунок введення лактату кальцію та комбінованого консерванту, підвищує структурну та хімічну стабільність продукту без погіршення його харчової цінності.

Таблиця 11. Мікробіологічні показники червоної ікри

№	Показник	Традиційна рецептура	Удосконалена рецептура	Гранично допустимі значення (ДСТУ/ГОСТ)
1	Загальне бактеріальне обсіменіння (КУО/г)	3×10^3	3×10^3	$\leq 1 \times 10^4$
2	БГКП (бактерії групи кишкової палички) у 0,01 г	Відсутні	Відсутні	Не допускаються
3	Salmonella spp. у 25 г	Відсутні	Відсутні	Не допускаються
4	Listeria monocytogenes у 25 г	Відсутні	Відсутні	Не допускаються
5	Дріжджі і плісняві гриби (КУО/г)	80	80	≤ 100
6	Мезофільні аеробні мікроорганізми (КУО/г)	2×10^3	2×10^3	$\leq 1 \times 10^4$

Обидві рецептури ікри повністю відповідають нормативам ДСТУ та ГОСТ і забезпечують безпечність продукту. Ідентичні показники свідчать про те, що введення лактату кальцію та комбінації консерванту в удосконаленій рецептурі не змінює мікробіологічну чистоту готового продукту, при цьому зберігаючи ефективність консервації на рівні традиційного зразка.

Екологізація виробництва є важливим напрямом сучасної харчової промисловості. В умовах виробництва червоної ікри особлива увага приділяється оптимізації використання водних ресурсів, зменшенню скидів стічних вод і раціональному використанню енергетичних ресурсів. Застосування замкнутих систем промивання ікри та повторне використання охолодженої води дозволяє значно скоротити водовитрати, водночас зменшуючи навантаження на очисні споруди та природні водні об'єкти.

Важливим елементом екологізації є також контроль і мінімізація використання хімічних добавок, консервантів та пакувальних матеріалів. Удосконалені рецептури червоної ікри з використанням природних або комбінованих консервантів, таких як сорбат калію та лактат кальцію, дозволяють зменшити кількість синтетичних речовин, що потрапляють у відходи виробництва та навколишнє середовище. Крім того, впровадження енергозберігаючих технологій, таких як ефективне охолодження і обробка сировини, дозволяє скоротити споживання електроенергії та знизити викиди парникових газів.

Комплексна екологізація виробництва включає також сортування та переробку відходів, що утворюються під час обробки ікри, зокрема оболонок і залишків рідини. Використання цих відходів у якості кормових або добривних компонентів дозволяє створити замкнутий цикл виробництва, зменшити обсяг сміття та покращити економічну ефективність підприємства. Таким чином, екологізація виробництва сприяє не лише охороні навколишнього середовища, а й підвищенню якості та безпеки харчової продукції

РОЗДІЛ 5. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

Для визначення ефективності виробництва червоної ікри було проведено розрахунок основних економічних показників за традиційною та удосконаленою рецептурами сухого посолу.

Розрахунки здійснено на добовий обсяг переробки — 340 кг ікри зернистої. У таблиці наведено витрати сировини, допоміжних матеріалів, пакувальних засобів, електроенергії, а також визначено загальні витрати, оптову ціну реалізації, прибуток і рівень рентабельності виробництва.

Таблиця 12. Таблиця економічних показників виробництва червоної ікри за традиційною та удосконаленою рецептурами

№	Показник	Одиниця виміру	Традиційна рецептура (кількість)	Традиційна рецептура (грн)	Удосконалена рецептура (кількість)	Удосконалена рецептура (грн)
1	Ікра червона (горбуші, кети, нерки, форелі)	кг	340,00	629 000,00	340,00	629 000,00
2	Сіль кухонна харчова	кг	12,75	216,75	12,75	216,75
3	Олія рослинна рафінована	л	1,36	110,74	1,36	110,74
4	Сорбінова кислота / сорбат калію	кг	0,51 (сорбінова)	91,80	0,34 (сорбат калію)	61,20
5	Лактат кальцію	кг	—	—	0,255	892,50
6	Вода питна охолоджена (для промивання)	л	34,00	178,84	34,00	178,84
7	Плівка поліетиленова	м ²	17,00	297,50	17,00	297,50
8	Паперова/картонна упаковка	м ²	51,00	389,13	51,00	389,13
9	Жестяні банки (100 г)	шт	3 400	11 900,00	3 400	11 900,00
10	Кришки для жестяних банок	шт	3 400	1 700,00	3 400	1 700,00
11	Електроенергія	кВт•год	68,00	170,00	68,00	170,00
12	Загальні витрати на виробництво	грн	—	644 054,76	—	644 916,66
13	Оптова ціна реалізації (3400 банок по 100 г)	грн	—	1 190 000,00	—	1 190 000,00
14	Прибуток	грн	—	545 945,24	—	545 083,34
15	Рентабельність	%	—	84,77	—	84,52

Порівняльний аналіз показує, що удосконалена рецептура потребує незначного збільшення витрат за рахунок введення лактату кальцію та заміни сорбінової кислоти на сорбат калію, однак забезпечує вищу якість готового продукту, покращує його стійкість під час зберігання і транспортних процесів.

Таким чином, запропоноване удосконалення є технологічно обґрунтованим та економічно доцільним, оскільки не знижує прибутковості виробництва і підтримує високий рівень рентабельності.

ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ

1. Технологія сухого посолу забезпечує збереження природного смаку, кольору, консистенції та поживних властивостей продукту завдяки оптимальному підбору температури (+8 °C під час обробки), складу солі (12,75 кг на 340 кг ікри) та додаткових компонентів (олія — 1,36 л на 340 кг ікри).
2. Високоякісна сировина лососевих риб (горбуша, кета, нерка, форель, чавичі) дозволяє отримати продукт з цілими, пружними ікринками та відсутністю сторонніх запахів, що відповідає вимогам ДСТУ.
3. Удосконалена рецептура з використанням сорбату калію та лактату кальцію підвищує мікробіологічну стабільність ікри (загальна кількість мікроорганізмів $\leq 10^3$ КУО/г, відсутність кишкової палички та сальмонели), продовжує термін зберігання до 90 діб, одночасно зберігаючи органолептичні властивості.
4. Апаратурно-технологічне забезпечення цеху (промивні установки, засолювальні та фасувальні машини, охолоджувальні камери, вакуумні пакувальні системи) гарантує високу якість і безпеку продукту при стабільності фізико-хімічних показників.
5. Виконання технологічного процесу за встановленими стандартами дозволяє виробляти червону ікру різних торгових марок із відмінними органолептичними показниками та стабільними властивостями, готову до тривалого зберігання та реалізації.

На підставі детального аналізу виробничого процесу розроблено пропозиції підприємству.

1. Впровадження удосконаленої рецептури сухого посолу з комбінованим застосуванням сорбату калію та лактату кальцію у виробництво дозволить підвищити мікробіологічну стабільність ікри, продовжити термін зберігання та зберегти органолептичні властивості продукту.

2. Розробка контролю параметрів виробництва (температура $+8^{\circ}\text{C}$, час обробки, склад суміші солі та додаткових компонентів) дозволить забезпечити стабільні фізико-хімічні та органолептичні показники червоної ікри для різних торгових марок.
3. Впровадження системи навчання персоналу з дотримання технологічних стандартів і норм обробки ікри сприятиме мінімізації втрат і підвищенню безпеки продукту.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Bondarchuk M.Ye. Status and trends of the world market of caviar. Науковий журнал Чернігівського національного технологічного університету. 2017. № 2. С. 133-140.
2. Бондарчук М. Є., Хартій М. В. Світові тенденції розвитку ринку ікряних товарів. Ефективна економіка. 2022. № 2. URL: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=10014>. DOI: 10.32702/2307-2105-2022.2.77
3. Bronzi P. Sturgeon meat and caviar production: global update. J. Appl. Ichthyol. 2019. 35. P. 257–266.
4. Риба та рибні продукти. Методи визначення органолептичних показників: ДСТУ 8451:2015 / Л. Горобець, Л. Єсін, К. Луніна, Б. Панов. Уведено вперше; чинний від 2017-07- 01. К.: УкрНДНЦ, 2016. III, 18 с., включ. обкл. (Національний стандарт України).
5. Труш А.М. Ветеринарно-санітарний нагляд за якістю імпортованої зернистої осетрової ікри в Україні. Проблеми зооінженерії та ветеринарної медицини. 2006. №30. С. 284–288.
6. Рябець О.Ю. Наукові принципи технології аналогів ікри: монографія. Х.: Харк. держ. ун-т харч. та торгівлі, 2010. 431 с.
7. Gessner J. Biochemical composition of caviar as a tool to discriminate between aquaculture and wild origin. J. Appl. Ichthyol. 2008. 24. P. 52–56.
8. Gessner J., Wirth M. Caviar composition in wild and cultured sturgeons – impact of food sources on fatty acid composition and contaminant load. J. Appl. Ichthyol. 2002. V. 18. P. 665–672.
9. Давидов О.М., Темніханов Ю.Д. Основи ветеринарно-санітарного контролю в рибництві. Київ: Фірма «ІНКООС». 2004. 144 с.
10. Якубчак О.М., Тютюн А.І., Таран Т.В., Галабурда М.А., Меженська Н.А., Білик Р.І., Вихованець В.І. Ветеринарно-санітарна експертиза тваринних гідробіонтів. Київ. 2009.

11. Bondarchuk M.Ye. Status and trends of the world market of caviar. Науковий журнал Чернігівського національного технологічного університету. 2017. № 2. С. 133- 140
12. The caviar market. URL: www.eumofa.eu/documents/20178/449260/2021+-+The+Caviar+Market.pdf
13. Ганжуренко І. В. Сучасний стан і розвиток рибопродуктового під комплексу України та світу Вісник ОНУ імені І.І. Мечникова. 2013. Т.18. Вип. 3 /1. С. 72-75.
14. Мазур Ю.П. Особливості впливу кризи на діяльність підприємств рибного господарства України. Зб. наук. праць Харківського національного аграрного університету. Вісник ХНАУ. Харків. 2009. С. 142- 149.
15. Борецько В. І., Павлюк Н. П. Роль рибництва в забезпеченні продовольчої безпеки країни Вісник Національного університету водного господарства та природокористування. Серія «Економіка».- 2012. Вип. 2(58). С.13-19.
16. Загороднюк О.В. Перспективи розвитку вітчизняного ринку риби. Вісн. Полтав. держ. аграр. акад. 2011. № 1. С. 135-139.
17. Шекк П.В., Бургаз М.І. Показчик основних термінів і понять навчального курсу «Методи рибогосподарських досліджень»: навчальної дисципліни. Одеса, Одеський державний екологічний університет , 2021. 40 с.
18. Закон України «Про рибу, інші водні живі ресурси та харчову продукцію з них». Затв. ВР України за № 486-IV від 06.02. 2003 р.
19. Державні санітарні правила і норми для підприємств і суден, що виробляють продукцію з риби та інших водних живих ресурсів. Затверджені Міністерством охорони здоров'я за № 197 від 06.05. 2003 р.
20. Брус М. О. Оцінка якості та мікробіологічної безпеки ікри риб родини лососевих : кваліфікаційна робота : спец. 207 «Водні біоресурси та аквакультура» / Поліський нац. університет, каф. біоресурсів, аквакультури та природничих наук ; наук. керівник В. Д. Соломатіна. Житомир, 2023. 30 с.

21. Недашківська Н.В., Мерзлова Г.В. Способи фальсифікації ікри. Матеріали міжнародної науково-практичної конференції Аграрна освіта та наука: досягнення, роль, фактори росту. Сучасний розвиток технологій тваринництва. Інноваційні підходи в харчових технологіях. Біла Церква. 2022. URL: https://rep.btsau.edu.ua/bitstream/BNANU/8071/1/Sposoby_falsyfik.pdf.
22. Клименко, А. В. Дослідження якості ікри лососевої. Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті : матеріали 81 Міжнародної наукової конференції молодих учених, аспірантів і студентів. Київ : НУХТ, 2015. Ч. 1. С. 80.
23. Король-Безпала Л. П., Безпалий І. Ф., Бондаренко Л. В. Оцінка якості та безпеки червоної ікри лососевих риб. Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького. Харчові технології. 2024. № 26 (101). С. 97-102.doi.org/10.32718/nvlvet-f10115
24. Новицька І. М. Аналіз видів фальсифікації червоної ікри. Актуальні проблеми товарознавства, біотехнології, експертизи та митної справи : збірник матеріалів Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції (м. Полтава, 20 лютого 2024 року). Полтава : ПУЕТ, 2024. 352 с. С. 99-102
25. Черевко О.І., Крайнюк Л.М., Касілова Л.О. Методи контролю якості харчової продукції: навчальний посібник. Суми: Університетська книга, 2019. 512 с.
26. Bronzi P. Present and future sturgeon and caviar production and marketing: a global market overview. J. Appl. Ichthyol. 2014. 30. P. 1536–1546.
27. Труш А.М. Ветеринарно-санітарна експертиза та ідентифікація баночкової зернистої ікри осетрових риб. Міжвідомчий тематичний збірник. Науково-практична конференція "Актуальні проблеми охорони здоров'я" . Харків, 2008. Ветеринарна медицина 90. С. 444-449.

28. Півоваров О.А., Ковальова О.С., Кошулько В.С. Інноваційні технології переробки риби, рибних відходів, нерибних і морських продуктів : Навчальний посібник. Дніпро : ДДАЕУ, 2024. 334 с.
29. Рибне господарство: традиції та інновації. Вітчизняний та світовий досвід : наук.- допом. бібліогр. покажч. / упоряд. Т. П. Фесун. Київ : Нац. ун-т харч. технол., Наук.- техн. б-ка, 2021. 221 с.
30. Лебська Т. К. Технологія риби та морепродуктів : навчальний підручник. Київ : НУБіП України, 2021. 311 с.
31. Шерман І. М., Рилов В. Г. Технологія виробництва продукції рибництва. Київ : «Вища освіта», 2005. 370 с.
32. Сирохман І. В., Родак О. Я., Турчиняк М. К. Товарознавство рибних і морепродуктів : підручник. Львів : Растр-7, 2014. 487 с.
33. Романенко О., Сидоренко О., Шаповал С. Структурно-механічні параметри рибних пресервів під час зберігання. Товари і ринки. 2019. № 1. С. 71–83.
34. Технологічне обладнання та лінії для переробки водних біоресурсів : навч. посіб. / Ю. Г. Сухенко та ін. Київ : ЦП «Компринт», 2015. 253 с.
35. ДСТУ 2641:2007. Продукти рибні. Пакування. [Чинний від 2009-01-01]. Вид. офіц. Київ : Держспоживстандарт України, 2009. 11 с.