

ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ І. І. МЕЧНИКОВА

Факультет гідрометеорології і екології

Кафедра водних біоресурсів та аквакультури

Кваліфікаційна робота

на здобуття ступеня вищої освіти «магістра»

ВПЛИВ ТИПУ УПАКОВКИ НА ТРИВАЛІСТЬ ЗБЕРІГАННЯ РИБНИХ ПРОДУКТІВ INFLUENCE OF PACKAGING TYPE ON THE SHELF LIFE OF FISH PRODUCTS

Виконав: студент 2 курсу денної форми навчання
спеціальності 207 Водні біоресурси та аквакультура
Освітньо-професійна програма Охорона,
відтворення та раціональне використання
гідробіоресурсів

Хамідов Максим Михайлович

(прізвище, ім'я, по-батькові здобувача)

Керівник к.б.н., доц., Бургаз М.І.

(науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ініціали) (підпис)

Рецензент доц., д.с-г.н., Лобойко Ю. В.

(науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ініціали)

Рекомендовано до захисту:
Протокол засідання кафедри
водних біоресурсів та аквакультури
№ ____ від ____ . ____ . 2024 р.

Завідувачка кафедри
БУРГАЗ Марина
(підпис) (прізвище, ім'я)

Захищено на засіданні ЕК № 7
протокол № ____ від ____ . ____ . 2024 р.

Оцінка ____ / ____ / ____
(за національною шкалою/шкалою ECTS/ бали)

Голова ЕК
ГАЙДАШЕНКО Ірина
(підпис) (прізвище, ім'я)

Одеса 2024

Анотація

ВПЛИВ ТИПУ УПАКОВКИ НА ТРИВАЛІСТЬ ЗБЕРІГАННЯ РИБНИХ ПРОДУКТІВ

Хамідов М.М., магістр кафедри Водних біоресурсів та аквакультури

У сучасних умовах ринок рибних продуктів вимагає використання ефективних технологій зберігання, що забезпечують високу якість продуктів та безпечність для споживачів.

Метою кваліфікаційної роботи магістра став аналіз впливу різних типів упаковки на збереження якості та безпеки рибних продуктів, зокрема порівняння пластикової, паперової та біорозкладної упаковок.

У кваліфікаційній роботі магістра досліджується вплив різних типів упаковки на тривалість зберігання рибних продуктів, зокрема, на їх якість, свіжість і безпеку для споживачів. Забезпечення довготривалого зберігання рибних продуктів є однією з основних задач харчової промисловості, оскільки ці продукти мають високу схильність до псування через швидке розвиток мікроорганізмів та окислення.

Робота охоплює аналіз різних видів упаковки, таких як пластикові пакети, вакуумні упаковки, герметичні контейнери, а також новітні матеріали, що використовуються для збереження рибних продуктів. Окремо розглянуто вплив технологій, що використовуються при упаковці, на збереження органолептичних характеристик, таких як запах, колір та текстура риби. В ході дослідження були проведені порівняння ефективності різних типів упаковки при зберіганні рибних продуктів в умовах низьких температур, а також при впливі зовнішнього середовища (вологість, температура, світло). Висновки роботи містять рекомендації щодо вибору типу упаковки для рибних продуктів в залежності від їх виду, умов транспортування та зберігання, а також для забезпечення високого рівня безпеки харчових продуктів.

Кваліфікаційна робота магістра представлена на 68 сторінках і включає в себе 12 таблиць, 15 рисунків, 59 літературних джерел посилань.

Ключові слова: упаковка, рибні продукти, термін зберігання, якість, безпека, модифіковане атмосферне середовище, харчова промисловість.

SUMMARY
INFLUENCE OF PACKAGING TYPE ON THE SHELF LIFE OF FISH
PRODUCTS

**Khamidov M.M., Master of the Water bioresources and aquaculture
department**

In today's environment, the fish products market requires the use of efficient storage technologies that ensure high product quality and safety for consumers.

The aim of the master's thesis was to analyze the impact of different types of packaging on the quality and safety of fish products, in particular, to compare plastic, paper and biodegradable packaging.

The master's thesis investigates the impact of different types of packaging on the shelf life of fish products, in particular, on their quality, freshness and safety for consumers. Ensuring long-term storage of fish products is one of the main tasks of the food industry, as these products are highly susceptible to spoilage due to the rapid development of microorganisms and oxidation.

The paper covers the analysis of various types of packaging, such as plastic bags, vacuum packaging, hermetic containers, and the latest materials used to preserve fish products. The impact of the technologies used in packaging on the preservation of organoleptic characteristics, such as smell, color and texture of fish, is also considered. The study compared the effectiveness of different types of packaging in storing fish products at low temperatures and under the influence of the environment (humidity, temperature, light). The conclusions of the study contain recommendations for choosing the type of packaging for fish products depending on their type, transportation and storage conditions, as well as for ensuring a high level of food safety.

The master's thesis is presented on 68 pages and includes 12 tables, 15 figures, 59 references.

Keywords: packaging, fish products, shelf life, quality, safety, modified atmospheric environment, food industry.

ЗМІСТ

ВСТУП	3
1 ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ ВПЛИВУ УПАКОВКИ НА ЗБЕРІГАННЯ РИБНИХ ПРОДУКТІВ	5
1.1 Види упаковки: пластик, папір, біорозкладні матеріали	5
1.2 Вплив умов зберігання та типу упаковки на якість рибних продуктів	8
1.3 Загальна характеристика рибних продуктів та особливості зберігання в різних країнах світу	10
2 МЕТОДОЛОГІЯ ТА МАТЕРІАЛИ ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ УПАКОВКИ НА ТРИВАЛІСТЬ ЗБЕРІГАННЯ РИБНИХ ПРОДУКТІВ	30
2.1 Вибір матеріалів та методів дослідження	30
2.2 Характеристика зразків упаковки та рибних продуктів	32
2.3 Методи визначення якості та термінів придатності рибних продуктів	35
3 ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ВПЛИВУ ПЛАСТИКОВОЇ, ПАПЕРОВОЇ ТА БІОРОЗКЛАДНОЇ УПАКОВКИ НА ЗБЕРІГАННЯ РИБНИХ ПРОДУКТІВ	40
3.1 Вплив пластикової упаковки на тривалість зберігання рибних продуктів	40
3.2 Вплив паперової упаковки на збереження якості рибних продуктів	44
3.3 Вплив біорозкладної упаковки на тривалість та безпечність зберігання	49
3.4 Порівняльний аналіз результатів дослідження	55
ВИСНОВКИ	59
ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ	61

ВСТУП

У сучасних умовах ринок рибних продуктів вимагає використання ефективних технологій зберігання, що забезпечують високу якість продуктів та безпечність для споживачів. Одним із ключових факторів, що впливає на тривалість зберігання рибних продуктів, є тип використовуваної упаковки. Традиційні пластикові матеріали, незважаючи на їх популярність, викликають занепокоєння через негативний вплив на навколишнє середовище. Водночас, зростає інтерес до паперових і біорозкладних упаковок, які є екологічно безпечнішими, але питання щодо їхньої ефективності у зберіганні рибних продуктів залишається відкритим.

Дослідження впливу різних типів упаковки на терміни зберігання рибних продуктів є вкрай актуальним через необхідність збереження якості продуктів, продовження терміну їх придатності, а також зменшення впливу на довкілля. Проведення порівняльного аналізу пластикових, паперових та біорозкладних матеріалів дозволить отримати чітке розуміння їхніх переваг та недоліків, що стане важливою інформацією для виробників і споживачів.

Мета і завдання дослідження. Метою цієї роботи є аналіз впливу різних типів упаковки на збереження якості та безпеки рибних продуктів, зокрема порівняння пластикової, паперової та біорозкладної упаковок. Для досягнення цієї мети були визначені такі завдання:

1. Оцінити ефективність пластикової упаковки для збереження рибних продуктів.
2. Дослідити властивості та переваги паперової упаковки.
3. Вивчити екологічні та функціональні характеристики біорозкладних упаковок.
4. Провести порівняльний аналіз трьох типів упаковки з точки зору їх впливу на термін зберігання та безпеку рибних продуктів.

Об'єктом дослідження є рибні продукти, які зберігаються за допомогою різних видів упаковки — пластикової, паперової та біорозкладної.

Предметом дослідження є вплив різних упаковок на якість та безпеку зберігання рибних продуктів.

Теоретичне значення роботи полягає в розширенні уявлень щодо екологічно чистих технологій упаковки та їх застосування в харчовій промисловості. Визначення впливу упаковки на збереження якості рибних продуктів допоможе розробити більш ефективні стратегії для забезпечення продовольчої безпеки та екологічної стійкості.

1 ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ ВПЛИВУ УПАКОВКИ НА ЗБЕРІГАННЯ РИБНИХ ПРОДУКТІВ

1.1 Види упаковки: пластик, папір, біорозкладні матеріали

Для ефективного зберігання рибних продуктів важливе значення має вибір упаковки, оскільки вона забезпечує захист продукту від впливу зовнішніх чинників, зокрема, повітря, вологи, світла та мікроорганізмів. Упаковка є ключовим фактором збереження рибних продуктів, особливо через їх чутливість до окислення та мікробного забруднення. Сучасні технології упаковки дозволяють не лише продовжити термін зберігання, але й забезпечити привабливість продукту для споживачів. На сьогодні існує декілька основних типів упаковок, які широко використовуються у харчовій промисловості, зокрема пластик, папір і біорозкладні матеріали, кожен з яких має свої переваги та недоліки.



Рис. 1.1 - Пластикове упакування рибних продуктів

Пластик залишається найбільш поширеним матеріалом для упаковки рибної продукції. Він забезпечує високу стійкість до вологи, захищає продукт від впливу кисню. Це допомагає запобігти окисленню жирів та втраті вологи, що сприяє продовженню терміну придатності продуктів. Пластикові контейнери та плівки, особливо зроблені з поліетилену та поліпропілену, використовуються для пакування свіжої та замороженої риби [57]

Однак використання пластику має і свої недоліки. По-перше, пластик є важливим джерелом забруднення навколишнього середовища. Неправильна утилізація пластикової упаковки призводить до накопичення відходів у природі, що має негативні наслідки для екосистем. Тому в сучасному світі стає актуальним використання рециркульованого пластику (наприклад, з PET), що дозволяє зменшити вплив на навколишнє середовище, забезпечуючи вторинну переробку матеріалів.



Рис. 1.2 - Паперове пакування рибних продуктів

По-друге, деякі види пластику можуть виділяти шкідливі речовини при контакті з продуктами, особливо в умовах високої температури.

Незважаючи на домінування пластику, екологічні наслідки його використання призвели до пошуку альтернативних рішень. Папір і картон стають дедалі популярнішими завдяки їхній здатності до рециркуляції та біологічного розкладу. Наприклад, використання картонних коробок з ламінованим покриттям дозволяє підтримувати належний рівень вологостійкості, що є важливим для зберігання риби в умовах холодильника. Такі коробки також можуть бути економічно вигіднішими та менш шкідливими для довкілля порівняно з пінопластовими контейнерами [50].

Новим напрямком у пакувальній індустрії стали біорозкладні упаковки, виготовлені з натуральних або синтетичних матеріалів, які розкладаються в природних умовах.

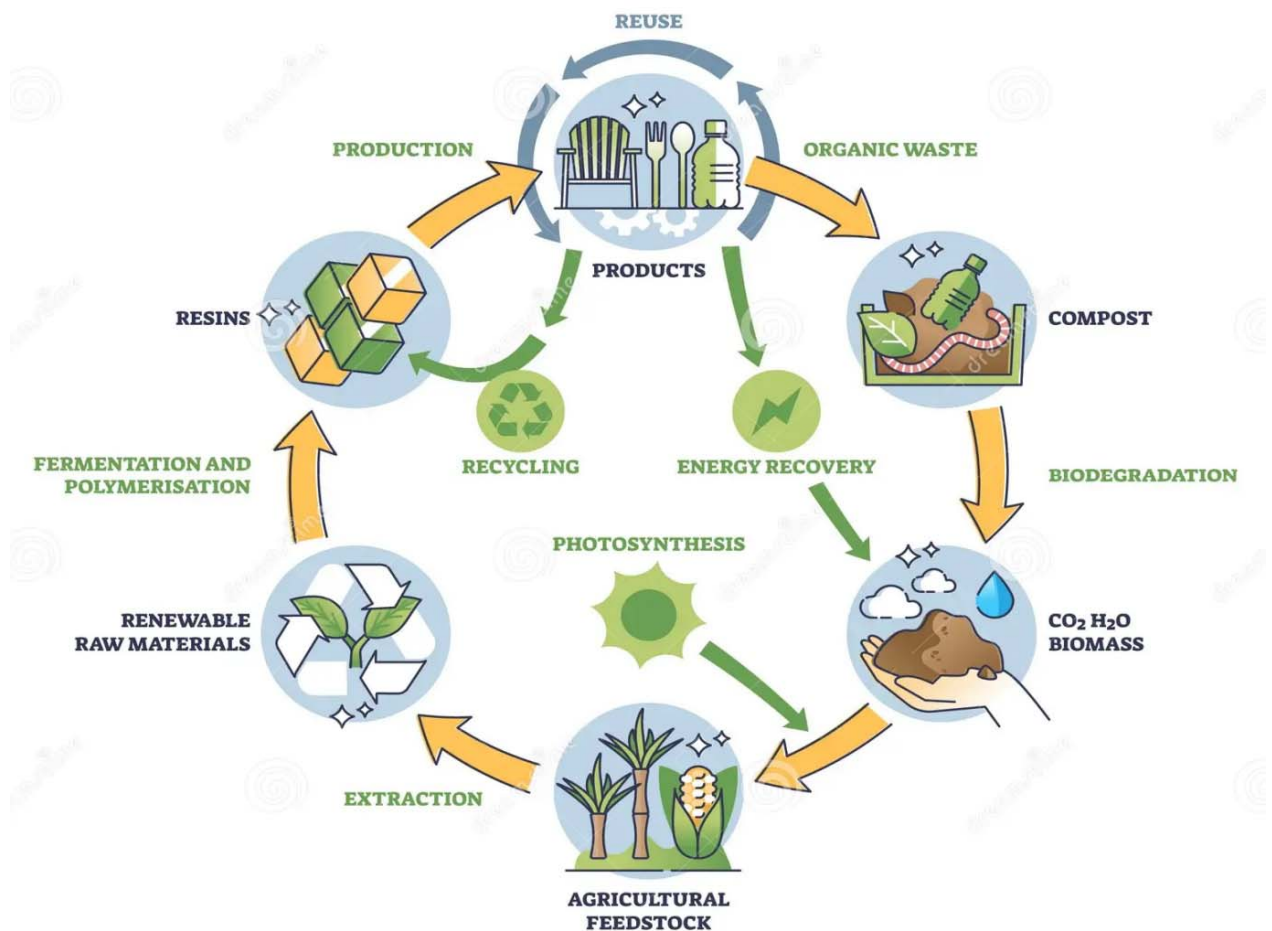


Рис. 1.3 - Контурна схема життєвого циклу виробництва біопластику та матеріалів багаторазового використання

Біопластики, зроблені з крохмалю або цукрової тростини, можуть забезпечити аналогічну захисну функцію, як і традиційний пластик, але при цьому значно зменшують викиди парникових газів. Однак біопластики ще потребують додаткових досліджень для покращення їхньої довговічності та збереження продукції під час транспортування та зберігання [52]

Таким чином, вибір упаковки для рибних продуктів є важливим фактором, що впливає на їх якість та безпечність. Пластикові упаковки, незважаючи на екологічні проблеми, все ще залишаються найпопулярнішими завдяки своїй ефективності. Паперові упаковки та біорозкладні матеріали представляють екологічні альтернативи, які можуть стати основою сталого розвитку рибної промисловості в майбутньому. Тому важливо продовжувати дослідження та розробку нових матеріалів упаковки, які будуть відповідати вимогам споживачів і водночас дбатимуть про навколишнє середовище.

1.2 Вплив умов зберігання та типу упаковки на якість рибних продуктів

Якість рибних продуктів є критично важливим аспектом, що впливає на безпеку споживання та сприйняття продуктів на ринку. Вплив умов зберігання та типу упаковки на якість рибних продуктів є визначальним фактором, який впливає на збереження поживних властивостей, безпеку та органолептичні характеристики риби. Основними аспектами, що визначають якість риби під час зберігання, є температура, вологість, доступ кисню та світла, а також взаємодія з пакувальними матеріалами.

Одним із найважливіших факторів впливу на якість рибних продуктів є температура. Рибні продукти надзвичайно чутливі до температурних змін, оскільки при неправильному температурному режимі активно розвиваються мікроорганізми, що призводить до псування продукту. При зберіганні свіжої

риби у холодних умовах (близько 0°C) суттєво сповільнюються біохімічні процеси, такі як окислення жирів, що запобігає розвитку неприємних запахів та погіршенню текстури. Температурні коливання також можуть призвести до утворення льодових кристалів в упаковці, що пошкоджує структуру м'яса риби, знижуючи її якість [45].

Важливим фактором є й доступ до кисню, який впливає на процеси окислення, що викликають втрату якості рибних продуктів. Упаковка з модифікованою атмосферою (МАР) або вакуумне пакування дозволяє зменшити кількість кисню в середовищі, що мінімізує ризик окислення жирів та запобігає розмноженню аеробних мікроорганізмів. Наприклад, застосування МАР дозволяє продовжити термін зберігання свіжої риби до кількох тижнів без втрати якості [40].

Тип упаковки також відіграє ключову роль. Пластикові матеріали, такі як поліетилен або поліпропілен, мають високі бар'єрні властивості, що дозволяють захищати рибні продукти від зовнішніх впливів, таких як волога та кисень. Водночас, паперові матеріали можуть бути менш ефективними через низькі бар'єрні властивості, що збільшує ризик псування продукту. Біорозкладні матеріали також можуть мати нижчу стійкість до вологи та кисню, проте активно розробляються нові біополімери, які покращують ці характеристики і дозволяють застосовувати їх у пакуванні рибних продуктів [39].

Таким чином, у світлі сучасних вимог, важливо впроваджувати інноваційні технології упаковки та зберігання, що забезпечують тривалість термінів зберігання рибних продуктів без втрати їхніх якостей. З огляду на виклики, що постають перед рибною промисловістю, таке підходження сприятиме не лише поліпшенню якості продуктів, а й підтримці здоров'я населення та зміцненню репутації галузі.

1.3 Загальна характеристика рибних продуктів та особливості їх зберігання в різних країнах світу

Рибні продукти — це харчові продукти, які виготовляються із риби, морських ссавців та інших водних організмів, таких як молюски, ракоподібні, водорості тощо. Вони є важливим джерелом білка, жирів, вітамінів та мікроелементів, що робить їх незамінними у раціоні людини. В залежності від виду та способу обробки, рибні продукти можуть мати різний смак, аромат та текстуру, що визначає їх популярність на ринку[30].

Основними групами рибних продуктів є:

1. Свіжа риба – риба, що не піддається тепловій обробці, продається охолодженою або замороженою.
2. Перероблені продукти – риба, що пройшла обробку, як от консерви, філе, стейки, копчені та солені продукти.
3. Продукти глибокої переробки – це рибні продукти, виготовлені з подрібненої риби або рибного філе, що проходять додаткову обробку (наприклад, рибні котлети, паштети, заморожені страви).

Рибні продукти займають важливе місце в харчовому раціоні людини завдяки своїм високим поживним властивостям, багатству вітамінів, мікроелементів і білка. Вони є джерелом омега-3 жирних кислот, які позитивно впливають на серцево-судинну систему, знижують ризик виникнення захворювань, пов'язаних із запаленнями, та сприяють загальному зміцненню імунітету. Риба і рибні продукти також містять вітаміни А, D, В12, а також мікроелементи, такі як йод, селен, фосфор, кальцій та магній, які важливі для нормального функціонування організму [5].

Якість рибних продуктів визначається рядом факторів, серед яких важливу роль відіграє вид риби, методи її зберігання та обробки, а також умови транспортування та реалізації продукції. Наприклад, сировина, що постачається на ринок, повинна відповідати нормам, встановленим

відповідними стандартами, щоб забезпечити її безпеку для споживання [15]. Погана якість рибних продуктів може призвести до розвитку мікробіологічних небезпек, таких як псування або навіть отруєння через накопичення токсичних сполук.

У зв'язку з тим, що риба і морепродукти часто є швидкопсувними продуктами, особливо важливою є їх обробка та пакування, що дозволяє зберігати їх свіжість протягом тривалого часу. Найбільш ефективними методами є охолодження, заморожування, копчення, засолка та консервування, кожен з яких має свої особливості і впливає на кінцевий продукт по-різному [58].

Загалом, рибні продукти є важливою частиною харчування людини завдяки своїй високій поживній цінності, різноманітності форм обробки та привабливому смаковому профілю. Однак для збереження їх якості та безпеки необхідно суворо дотримуватися норм і технологічних процесів на всіх етапах — від ловлі до споживання.

Особливості зберігання риби в країнах з холодним та теплим кліматом. Як вже було вище мною зазначено, зберігання рибної продукції є однією з ключових проблем, з якими стикаються харчова промисловість та роздрібні торговці по всьому світу. Риба є одним із найбільш делікатних продуктів, що швидко псуються, тому у кожній країні вироблено власні методи та підходи до її зберігання, які враховують національні традиції, кліматичні умови та рівень розвитку технологій. У цьому розділі розглянуто основні методи зберігання риби в різних країнах світу, а також їхній вплив на тривалість зберігання та якість продукції [23].

Особливості зберігання риби у країнах з холодним кліматом Зберігання риби у країнах із холодним кліматом має свої специфічні особливості, обумовлені як кліматичними умовами, так і вимогами до якості рибної продукції. Основна мета зберігання полягає у максимальному збереженні свіжості, харчової цінності та смакових характеристик продукції.

До традиційних та сучасних методів зберігання відносяться: охолодження, заморожування, сушка та в'ялення, копчення.

У країнах із холодним кліматом широко використовується природний холод для охолодження риби. Охолодження забезпечується температурою близькою до 0°C, що уповільнює ріст мікроорганізмів та подовжує термін зберігання свіжої риби до 7-10 діб. У природних умовах це може бути льодовий покрив чи підземні льодові сховища [25].

Таблиця 1.1 - Порівняння основних методів зберігання риби у холодному кліматі

Метод	Опис	Переваги	Недоліки
Заморожування	Швидке охолодження риби до -18°C або нижче.	Збереження якості, довгий термін зберігання.	Енергоємність, ризик утворення кристалів льоду.
Охолодження	Зберігання при температурі 0-2°C.	Мінімальні зміни смаку та текстури.	Короткий термін зберігання (до 14 днів).
Соління	Обробка риби кухонною сіллю.	Простота зберігання, тривалий термін.	Зміна смаку, високий вміст солі.
Копчення	Обробка димом (гаряче або холодне копчення).	Довший термін зберігання, унікальний смак.	Ризик окислення жирів під час зберігання.

Метод	Опис	Переваги	Недоліки
Консервування	Упакування у банки з термічною обробкою.	Довгий термін зберігання (до 1 року).	Зміна текстури та смаку риби.

Один із найбільш популярних методів у холодних регіонах. Рибу заморожують при температурі від -18°C до -30°C , що дозволяє зберігати продукцію тривалий час (від кількох місяців до року) без суттєвих втрат якості [35].

Використання низьких температур та низької вологості повітря для природного сушіння або в'ялення риби. Наприклад, у країнах Північної Європи (Норвегія, Ісландія) виготовляють в'ялену тріску (stockfish), яка може зберігатися місяцями.

У холодних країнах широко застосовується холодне копчення (при температурі $15-25^{\circ}\text{C}$), яке дозволяє не тільки зберігати рибу, але й підвищувати її смакові характеристики. Такий метод часто використовується для лососевих видів [10].

Холодний клімат сприяє економії енергоресурсів при охолодженні та заморожуванні риби. Природні льодові сховища або заморожування на відкритому повітрі є доступним методом для малих господарств.

Так, Норвегія є одним із найбільших світових експортерів риби, зокрема лосося. Через холодний клімат країни рибна продукція часто зберігається при низьких температурах, що дозволяє довше зберігати свіжість риби. Основні методи зберігання включають заморожування, охолодження та вакуумну упаковку. Норвезькі рибні ферми також використовують модифіковану атмосферу для транспортування риби на далекі відстані [32].

Канада, з її широкими прибережними водами, також має розвинену рибну промисловість. Через холодний клімат, зберігання рибної продукції у замороженому вигляді є найбільш поширеним. Заморожування забезпечує

тривале зберігання морепродуктів, таких як тріска, лосось та оселедець. Крім того, активно використовуються консервовані морепродукти для експорту.

У північних регіонах широко використовуються льодові покриви озер або морів для транспортування і тимчасового зберігання риби.

Для замороженої риби часто застосовують глазурування — покриття її поверхні тонким шаром льоду. Це запобігає окисленню жиру та висиханню під час зберігання.

Також активно використовують герметичну упаковку для захисту продукції від контакту з повітрям, що подовжує термін зберігання охолодженої та замороженої риби.

У холодних регіонах особлива увага приділяється санітарним нормам, адже низька температура лише уповільнює ріст мікроорганізмів, але не знищує їх [13]. Тому важливо дотримуватись належних умов транспортування, миття та попередньої обробки риби. Регулярний контроль температурного режиму зберігання є обов'язковою вимогою.

У регіонах з інтенсивним промислом (наприклад, у водах Арктики чи Північного моря) часто використовують морозильні судна, які заморожують рибу одразу після вилову.

Тріска та лосось – це основні види рибної продукції, що зберігаються у країнах із холодним кліматом. Вони користуються великим попитом і експортуються до багатьох країн світу.

Особлива увага приділяється зберіганню ікри (наприклад, ікри осетрових), яка потребує низьких температур (-2°C) для тривалого збереження якості.

Рекомендації для зберігання риби в холодному кліматі наступні:

✓ При заморожуванні необхідно використовувати шокове заморожування для збереження текстури та смаку та уникати повторного заморожування для запобігання втрати якості.

- ✓ При охолодженні необхідно забезпечувати постійний контроль температури, щоб уникнути розвитку мікроорганізмів.
- ✓ При пакуванні необхідно використовувати герметичні пакування для уникнення дегідратації та окислення.
- ✓ Також потрібен постійний контроль санітарних норм, а саме регулярне дезінфікування приміщення та обладнання для зберігання.

Таблиця 1.2 - Умови зберігання для різних видів риби в країнах з холодним кліматом

Вид риби	Оптимальний метод зберігання	Температура, °C	Тривалість зберігання
Лосось	Заморожування, охолодження	-20°C / 0-2°C	До 12 міс. / До 10 діб
Оселедець	Соління, копчення	0-2°C	До 6 міс.
Тріска	Заморожування	-18°C	До 10-12 міс.
Палтус	Заморожування, копчення	-18°C / 0-2°C	До 12 міс. / До 7 діб
Сардина	Консервування	Не потребує холоду	До 12 міс.

Такі умови забезпечують збереження якості риби, мінімізацію втрат і високу рентабельність продукції.

Країни з холодним кліматом мають природні переваги у зберіганні риби, що дозволяє забезпечувати високу якість продукції та тривалий термін її зберігання. Водночас сучасні технології, такі як заморожування, вакуумна упаковка та використання СЗВ, дозволяють адаптувати традиційні методи зберігання до умов глобального ринку[16].

Особливості зберігання риби в країнах з теплим кліматом.

Зберігання риби в країнах із теплим кліматом потребує особливого підходу через високі температури, які сприяють швидкому псуванню продуктів. Це вимагає використання ефективних методів охолодження, заморожування та переробки для збереження якості та безпеки рибної продукції.

Проблеми зберігання риби в теплому кліматі – це прискорений ріст мікроорганізмів, високі енергозатрати, нестача холодильного обладнання, тощо [12].

Через високі температури риба псується значно швидше, ніж у холодному кліматі. Зберігання риби потребує постійного охолодження, що збільшує витрати на енергоресурси. У деяких регіонах з теплим кліматом (наприклад, у країнах, що розвиваються) відсутня достатня кількість холодильних установок.

Таблиця 1.3 - Особливості зберігання риби у країнах з теплим кліматом

Параметр	Характеристика
<i>Основні методи зберігання</i>	Шокове заморожування, охолодження, сушіння, соління, маринування.
<i>Температура зберігання</i>	-18°C і нижче (заморожування); 0-4°C (охолодження); до 30°C (сушіння).
<i>Тривалість зберігання</i>	До 12 місяців (заморожування); 5-10 днів (охолодження); 6-12 місяців (сушіння/соління).
<i>Особливості пакування</i>	Вакуумне пакування, використання ізотермічних контейнерів для транспортування.
<i>Контроль вологості</i>	У холодильниках: 85-90%. У сушильних камерах: 15-20% відносної вологості.

Параметр	Характеристика
<i>Технології обробки</i>	Використання антибактеріальних розчинів, дезінфекція, швидке охолодження після вилову.
<i>Характерні вимоги</i>	Швидка обробка риби після вилову, підтримання холодового ланцюга.

До основних методів зберігання відносяться :

1. **Охолодження** - рибу зберігають при температурі близько 0°C для уповільнення розкладання білків і росту бактерій [13];

2. **Використання льоду** - у теплих країнах, особливо у прибережних регіонах, широко використовують колотий або пластинчастий лід для охолодження риби, він поміщається всередину контейнерів з рибою, що забезпечує рівномірне охолодження, а охолоджена риба має бути реалізована протягом 1-2 днів, щоб уникнути псування;

3. **Заморожування** - це основний метод зберігання риби в країнах із теплим кліматом, температура зберігання: від -18°C до -30°C, заморожена риба може зберігатися протягом декількох місяців без втрати якості, а для зменшення окислення жиру застосовують глазурування;

4. **Соління** - це ще один із найдревніших методів зберігання риби в теплих країнах; сіль витягує вологу з тканин риби, уповільнюючи ріст мікроорганізмів. Цей метод використовується для довготривалого зберігання, особливо в регіонах із обмеженим доступом до холодильного обладнання.

5. **Сушка та в'ялення** (у країнах із сухим теплим кліматом (наприклад, в Африці, Південній Азії)) широко використовується сушка риби на сонці; процес сушки потребує оптимальних умов (низька вологість, добра вентиляція), щоб уникнути псування або забруднення продукції)

6. **Копчення** - гаряче або холодне використовується для збереження риби, надаючи їй специфічний смак; у тропічних країнах застосовується гаряче

копчення, яке дозволяє швидко обробити продукт при високих температурах [20].

7. **Упаковка у вакуумі або МГС (модифіковане газове середовище)** - використовується для охолодженої та замороженої риби, тобто це зменшує контакт продукту з киснем, уповільнюючи псування.

Таблиця 1.4 - Порівняння основних методів зберігання риби у теплих країнах

Метод	Опис	Переваги	Недоліки
<i>Заморожування</i>	Швидке заморожування риби до -18°C.	Довгий термін зберігання, збереження якості.	Енергоємність, залежність від обладнання.
<i>Охолодження</i>	Тримання риби на льоду або при 0-4°C.	Проста технологія, збереження смаку.	Короткий термін зберігання (до 10 днів).
<i>Сушіння</i>	Видалення вологи з риби (традиційно на сонці або в сушильних камерах).	Економічно вигідно, не потребує холодильників.	Ризик мікробного забруднення.
<i>Соління</i>	Обробка кухонною сіллю.	Довгий термін зберігання, простота.	Високий вміст солі, зміна смаку.
<i>Маринування</i>	Замочування у кислотних розчинах.	Простота зберігання, додаткова цінність.	Обмежений термін зберігання (1-3 місяці).

Рибу відразу після вилову охолоджують у льоду або морській воді при температурі близько 0°C. Для доставки продукції у віддалені регіони потрібен транспорт із контрольованою температурою. Через теплий клімат риба швидше псується, тому логістичні ланцюги оптимізуються для мінімізації часу перевезення [29].

Таблиця 1.5 - Умови зберігання для різних видів риби у теплих кліматичних умовах

Вид риби	Оптимальний метод зберігання	Температура, °C	Тривалість зберігання
<i>Тунець</i>	Заморожування, охолодження	-18°C / 0-2°C	До 12 міс. / До 7 днів
<i>Сардина</i>	Соління, сушіння	25-30°C	До 6 міс.
<i>Макрель</i>	Заморожування, маринування	-18°C / 0-4°C	До 12 міс. / До 3 міс.
<i>Креветки</i>	Заморожування	-20°C	До 12 міс.
<i>Морський Окунь</i>	Заморожування, охолодження	-18°C / 0-4°C	До 10 міс. / До 5 днів

У теплих країнах дотримання санітарних норм є особливо важливим для запобігання псуванню продукту. Риба повинна бути очищена, оброблена і поміщена у відповідні контейнери. Регулярний контроль температури в місцях зберігання та транспортування [3].

Так, наприклад, в Індії, де рибна продукція є основним джерелом білка для багатьох регіонів, зберігання риби є серйозною проблемою через високі температури. У сільській місцевості традиційними методами зберігання риби є сушка, засолка та в'ялення, що дозволяють зберігати рибу без холодильного

обладнання. Однак із розвитком технологій, в містах активно впроваджується використання заморожування та охолодження для комерційної рибної продукції [48].

Таблиця 1.6 - Особливі вимоги до зберігання риби у теплих кліматичних умовах

Фактор	Рекомендації
<i>Швидкість обробки</i>	Рибу слід обробляти та охолоджувати не пізніше 4 годин після вилову.
<i>Холодовий ланцюг</i>	Підтримання постійної температури на всіх етапах транспортування та зберігання.
<i>Гігієна</i>	Обов'язкова дезінфекція поверхонь, пакування, використання антимікробних добавок.
<i>Системи зберігання</i>	Використання автономних холодильників, ізотермічних контейнерів у віддалених регіонах.

Єгипет, що розташований у зоні субтропічного клімату, також стикається з проблемами зберігання рибної продукції через високі температури. В країні активно використовують традиційні методи соління, сушки та консервування, особливо для продуктів на експорт. Сучасні технології заморожування та вакуумна упаковка також поширені для продукції, яка споживається всередині країни.

До переваг зберігання риби у теплих кліматичних умовах слід віднести розвинуті методи заморожування та переробки дозволяють експортувати рибу у свіжому стані навіть у віддалені країни та широке використання місцевих ресурсів (наприклад, сонячної енергії) для обробки риби [9].

Отже, зберігання риби в країнах із теплим кліматом є складним завданням, що потребує поєднання традиційних методів (сушіння, соління) та

сучасних технологій (заморожування, вакуумна упаковка). Важливою є оптимізація "холодового ланцюга", інвестиції в енергозберігаючі технології та суворе дотримання санітарних норм для забезпечення високої якості продукції.

Зберігання риби в країнах Азії. Азія є найбільшим континентом за обсягами вилову, споживання та експорту риби. Особливості зберігання рибної продукції в країнах Азії залежать від кліматичних умов, економічного розвитку регіону, культурних традицій та наявності сучасної інфраструктури. Важливу роль у зберіганні відіграє поєднання традиційних і сучасних методів консервації.

У більшості країн Азії переважає теплий або тропічний клімат, що сприяє швидкому псуванню риби. Висока вологість також створює сприятливе середовище для розвитку мікроорганізмів.

У сільських і прибережних регіонах часто бракує холодильного обладнання та належних умов транспортування. Традиційні методи зберігання, такі як сушіння, ферментація і соління, мають довгу історію й широко використовуються для збереження продукції [24].

У країнах із розвинутою інфраструктурою (Японія, Південна Корея, Китай) використовують сучасні технології охолодження та заморожування.

Цей метод популярний для збереження якості риби при експорті. Наприклад, тунця, виловленого в Японії, часто заморожують одразу після вилову.

Таблиця 1.7 - Особливості зберігання риби у Китаї та Японії

Параметр	Китай	Японія
<i>Основні методи зберігання</i>	Заморожування, охолодження, сушіння, ферментація.	Заморожування, охолодження, сушіння, консервування.

Параметр	Китай	Японія
<i>Температура зберігання</i>	-18°C (заморожування), 0-4°C (охолодження).	-20°C (заморожування), 0-2°C (охолодження).
<i>Тривалість зберігання</i>	До 12 міс. (заморожування), 5-10 діб (охолодження).	До 18 міс. (заморожування), 7-10 діб (охолодження).
<i>Особливості пакування</i>	Вакуумні пакети, багатошарові плівки, традиційна тара для сушеної риби.	Вакуумні пакети, індивідуальне пакування.
<i>Методи обробки</i>	Шокове заморожування, ферментація, маринування.	Шокове заморожування, миттєва обробка на борту.
<i>Гігієнічні вимоги</i>	Санітарний контроль на етапах транспортування та зберігання.	Жорсткі стандарти зберігання НАССР.

У регіонах із обмеженим доступом до холодильного обладнання широко використовують соління. Процес включає засолювання свіжої риби для витягування вологи та пригнічення зростання мікроорганізмів [20].

Сушка та в'ялення - найбільш поширений метод у країнах із тропічним кліматом. У процесі сушіння рибу обробляють сіллю або просто висушують на сонці, щоб знизити вологість і подовжити термін зберігання.

Ферментовані рибні продукти мають значне поширення в Азії як спосіб зберігання та додавання специфічного смаку.

Гаряче копчення - використовується в багатьох країнах для збереження та підвищення смакових характеристик риби. Холодне копчення - менш поширене через тропічний клімат, але використовується для цінних видів риби, таких як лосось.

В Японії, Китаї та Південній Кореї популярні технології вакуумного пакування та використання модифікованого газового середовища (МГС) для подовження терміну зберігання охолодженої продукції [41].

Так, Японія має унікальну культуру споживання свіжої риби, зокрема сирої (як у випадку з суші та сашімі). Високі вимоги до якості рибної продукції призводять до розвитку вдосконалених технологій зберігання. Одним із ключових методів є ультра-швидке заморожування, що дозволяє зберігати смакові якості риби, мінімізуючи зміни текстури. Також широко використовується вакуумна упаковка для експорту.

Таблиця 1.8 - Основні методи зберігання риби в Китаї та Японії

Метод	Опис (Китай)	Опис (Японія)
<i>Заморожування</i>	Застосовують шокове заморожування (-18°C і нижче).	Удосконалене шокове заморожування (-20°C і нижче).
<i>Охолодження</i>	Використовують льодяні ванни або льодяні пластини.	Сучасні охолоджувальні системи при $0-2^{\circ}\text{C}$.
<i>Сушіння</i>	Висушування на сонці, у камерах або традиційних сушарках.	Використання сучасних сушильних камер.
<i>Ферментація</i>	Використовується для створення локальних продуктів, таких як солонина сушена риба.	Обмежене застосування, зосереджено на маринуванні.
<i>Консервування</i>	Використовується для внутрішнього ринку.	Використовують для експорту рибної продукції.

Китай є найбільшим споживачем та виробником риби у світі. Для зберігання рибних продуктів у країні використовують як традиційні методи (сушіння, засолка), так і сучасні технології (заморожування, вакуумна упаковка)[32]. У багатьох регіонах Китаю велике значення має рибна продукція, яка зберігається в солоній воді або під маринадом.

Таблиця 1.9 - Умови зберігання для основних видів риби в Китаї та Японії

Вид риби	Китай: метод зберігання	Температура, °C	Японія: метод зберігання	Температура, °C
<i>Лосось</i>	Заморожування, ферментація	-18°C	Заморожування, охолодження	-20°C / 0-2°C
<i>Тунець</i>	Заморожування	-20°C	Глибоке заморожування	-50°C
<i>Сардина</i>	Сушіння, соління	До 30°C	Консервування, сушіння	0-4°C
<i>Вугор</i>	Ферментація, маринування	0-4°C	Охолодження, консервування	0-2°C
Креветки	Заморожування	-18°C	Заморожування	-20°C

Зберігання риби в країнах Азії варіюється від використання традиційних методів (сушка, соління, ферментація) до сучасних технологій (охолодження, заморожування, вакуумна упаковка). Зростаючий попит на свіжу та якісну продукцію стимулює впровадження інновацій, таких як "холодовий ланцюг", сонячні холодильники та швидке заморожування. У той же час культурні традиції залишаються важливим елементом у зберіганні та переробці рибної продукції [24].

Особливості зберігання риби в країнах з теплим кліматом

У Європі рибна продукція є важливим елементом раціону, а зберігання риби регулюється суворими санітарними, ветеринарними та екологічними нормами. Завдяки помірному клімату та сучасній інфраструктурі, у більшості європейських країн використовуються передові методи зберігання, які гарантують високу якість продукції та її безпеку для споживачів.

До ключових факторів впливу слід віднести кліматичні умови, інфраструктуру, норми ЄС, споживчі вимоги, тощо.

У Європі переважає помірний клімат, що дозволяє ефективніше зберігати рибу без значного ризику її швидкого псування. Добре розвинені холодильні та транспортні системи. Висока доступність рефрижераторного обладнання на всіх етапах постачання.

Регламент ЄС (наприклад, № 853/2004) встановлює стандарти для зберігання, транспортування та продажу риби. Європейські споживачі надають перевагу свіжій, охолодженій і високоякісній рибній продукції [28].

Європейські країни застосовують поєднання традиційних (соління, копчення, сушка) і сучасних методів (охолодження, заморожування, вакуумна упаковка) для зберігання рибної продукції. Високий рівень інфраструктури, суворі стандарти якості та інноваційні технології забезпечують збереження риби у свіжому вигляді, що відповідає вимогам споживачів і міжнародних ринків.

В Італії, наприклад, риба є важливою частиною середземноморської кухні. У регіонах з теплим кліматом часто використовуються методи соління та маринування для зберігання риби, такі як приготування анчоусів або тунця в оливковій олії. Крім того, рибна продукція активно заморожується та консервується для збереження на тривалий час [14].

Іспанія, як велика морська держава, використовує різноманітні методи зберігання риби. Консервовані морепродукти, такі як сардини або тунець, є популярними як всередині країни, так і для експорту. Заморожування та

модифікована атмосфера також використовуються для зберігання свіжої риби, що споживається всередині країни[40].

Таблиця 1.10 - Особливості зберігання риби у Європейських країнах (Італія, Іспанія)

Параметр	Італія	Іспанія
<i>Основні методи зберігання</i>	Заморожування, охолодження, маринування, консервування.	Заморожування, охолодження, соління, копчення.
<i>Температура зберігання</i>	-18°C (заморожування), 0-4°C (охолодження).	-20°C (заморожування), 0-4°C (охолодження).
<i>Тривалість зберігання</i>	До 12 міс. (заморожування), 5-7 днів (охолодження).	До 18 міс. (заморожування), 5-10 днів (охолодження).
<i>Особливості пакування</i>	Вакуумне пакування, індивідуальні порції для ресторанів.	Вакуумне пакування, металеві консерви.
<i>Методи обробки</i>	Шокове заморожування, маринування з використанням спецій.	Шокове заморожування, обробка солями.
<i>Гігієнічні вимоги</i>	Дотримання стандартів ЄС з безпеки харчових продуктів (НАССР).	Стандарти НАССР, контроль на всіх етапах зберігання.

Таблиця 1.11 - Основні методи зберігання риби в Італії та Іспанії

Метод	Опис (Італія)	Опис (Іспанія)
<i>Заморожування</i>	Використовують для довготривалого зберігання, особливо морської риби.	Широко застосовується для експорту продукції.
<i>Охолодження</i>	Використання льодових ванн та холодильних камер.	Контейнери з температурним контролем (0-4°C).
<i>Маринування</i>	Додають трави, спеції для створення регіональних делікатесів.	Поширене для анчоусів, сардин.
<i>Соління</i>	Менш поширене, використовується для певних сортів риби (анчоуси).	Звичайний метод для сардин, тріски.
<i>Консервування</i>	Рибні консерви з оливковою олією або спеціями.	Консервування тунця, сардин для експорту.
<i>Копчення</i>	Менш популярне, але застосовується для лосося та скумбрії.	Використовується для скумбрії, лосося, вугра.

Таблиця 1.12 - Умови зберігання основних видів риби в Італії та Іспанії

Вид риби	Італія: метод зберігання	Температура, °C	Іспанія: метод зберігання	Температура, °C
<i>Анчоуси</i>	Соління, маринування	0-4°C	Соління, консервування	0-4°C
<i>Сардини</i>	Консервування, маринування	-18°C / 0-4°C	Консервування, соління	-20°C / 0-4°C
<i>Тріска</i>	Заморожування, соління	-18°C	Соління, заморожування	-20°C
<i>Тунець</i>	Заморожування, консервування	-18°C	Заморожування, консервування	-20°C
<i>Кальмари</i>	Заморожування, охолодження	-18°C / 0-4°C	Заморожування	-20°C

Отже, зберігання рибної продукції в різних країнах світу залежить від національних традицій, рівня технологічного розвитку та кліматичних умов. У розвинених країнах широко використовуються сучасні технології, такі як заморожування, вакуумна упаковка та модифікована атмосфера. У країнах з обмеженим доступом до холодильного обладнання важливу роль відіграють традиційні методи, такі як соління, сушка та ферментація. Ефективне зберігання рибної продукції є важливою умовою для забезпечення її безпеки, якості та доступності на світових ринках[58].

У першому розділі досліджено теоретичні аспекти впливу упаковки на зберігання рибних продуктів. Визначено, що рибні продукти є особливо вразливими до псування через свою високу вологість і делікатну структуру, що зумовлює необхідність їхнього належного зберігання.

Розглянуті різні види упаковки — пластикові, паперові та біорозкладні матеріали — продемонстрували свої переваги та недоліки в контексті збереження якості рибних продуктів. Зокрема, ефективність упаковки в значній мірі залежить від умов зберігання, включаючи температуру та вологість. Належний вибір упаковки може значно продовжити термін придатності риби, запобігти її псуванню та зберегти органолептичні властивості.

Отже, можна стверджувати, що використання сучасних упаковочних технологій є ключовим чинником для забезпечення безпеки та якості рибних продуктів. У подальших дослідженнях важливо зосередитися на оптимізації упаковки та зберігання з урахуванням специфіки рибної продукції, що сприятиме підвищенню конкурентоспроможності в умовах сучасного ринку.

2 МЕТОДОЛОГІЯ ТА МАТЕРІАЛИ ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ УПАКОВКИ НА ТРИВАЛІСТЬ ЗБЕРІГАННЯ РИБНИХ ПРОДУКТІВ

2.1 Вибір матеріалів та методів дослідження

Дослідження впливу упаковки на тривалість зберігання рибних продуктів вимагає ретельного вибору матеріалів та методів, які дозволяють забезпечити точність і достовірність результатів. У процесі вибору упаковки рибних продуктів важливо враховувати не лише фізичні, а й екологічні фактори, які визначають вибір матеріалів. Відбір упаковки для дослідження був обґрунтований їх здатністю зберігати свіжість, безпечність та органолептичні властивості продукту, що особливо важливо для рибної продукції через її високу сприйнятливості до псування .

У даному дослідженні було вибрано три основні типи упаковки, які найпоширеніші на ринку рибної продукції: пластик, папір та біорозкладні матеріали. Вибір пластикової упаковки не є випадковим: цей матеріал використовують для рибних продуктів через його водонепроникність, здатність до тривалого зберігання та зручність у транспортуванні [54]. Пластик також ефективно захищає від механічних пошкоджень і надає можливість створювати вакуумні упаковки, що сприяє подовженню терміну зберігання продуктів, знижуючи ризик розвитку бактерій і плісняви.

Папір був обраний для порівняння, оскільки він має низьку вартість і є більш екологічно чистим матеріалом. Однак папір має суттєві недоліки, зокрема недостатню здатність до захисту від вологи, що важливо для рибних продуктів, схильних до псується при впливі води. Біорозкладні матеріали, які є новинкою на ринку, були включені через їхню екологічну перевагу. Вони є більш дружніми до навколишнього середовища, оскільки повністю розкладаються, не залишаючи шкідливих відходів. Однак їхня здатність до

збереження продуктів є обмеженою через вразливість до вологи та механічного пошкодження [46].

Для оцінки впливу упаковки на якість рибних продуктів застосовувалися різноманітні методи, що охоплюють як фізико-хімічні, так і мікробіологічні показники. Одним з основних критеріїв оцінки якості є рівень рН продукту. Дослідження показують, що зниження рН в рибі може бути ознакою розвитку кислотного середовища, що сприяє зростанню бактерій та швидкому псуванню. Тому вимірювання рН є важливим етапом для порівняння ефективності різних упаковок [44].

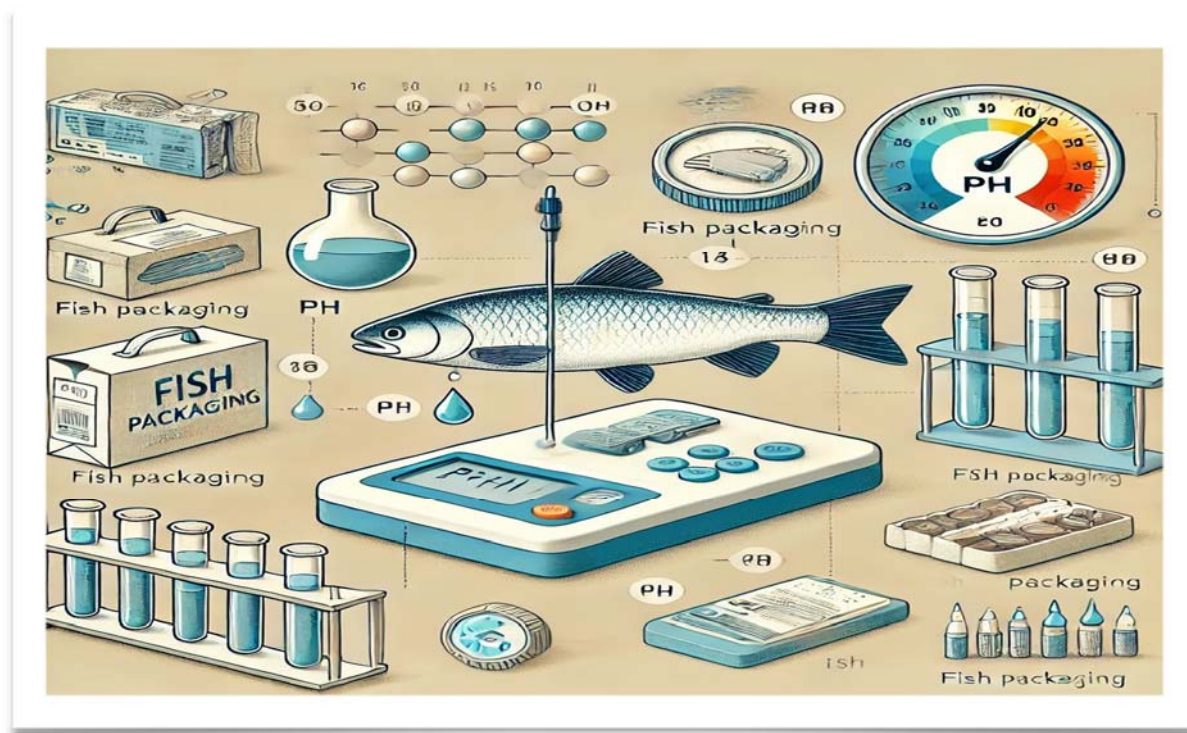


Рис. 2.1 - Вимірювання рН для ефективності різних упаковок

Ще одним критерієм для оцінки якості рибних продуктів є рівень вологості. У рибі високий рівень води може сприяти розвитку гнильних процесів і порушувати структуру продукту. Тому проводять вимірювання вологості кожного типу упаковки протягом усього періоду зберігання. Крім того, проводяться мікробіологічні аналізи для виявлення присутності патогенних

мікроорганізмів, таких як лістерія та сальмонела, які можуть бути небезпечними для здоров'я споживачів.

Для цих цілей використовуються стандартні методи для визначення мікробного забруднення, включаючи вирощування культур у лабораторних умовах. Експерименти проводять у контрольованих умовах, де температура, вологість та інші фактори можуть бути точно зафіксовані. Рибні продукти зберігаються в упаковці, що піддаються тривалому зберіганню, протягом кількох тижнів, щоб оцінити зміну їхніх властивостей під впливом часу та умов [45].

Таким чином, вибір матеріалів і методів дослідження для цього дослідження був зроблений з урахуванням специфіки рибних продуктів, які швидко псуються через вологу та мікробіологічне забруднення. Пластик, папір і біорозкладні матеріали були обрані через їх різні властивості в контексті тривалості зберігання та екологічного впливу. Методи фізико-хімічного аналізу та мікробіологічного контролю дозволили детально вивчити, як різні типи упаковки впливають на збереження якості рибних продуктів [35].

Цей підхід забезпечує комплексну оцінку впливу упаковки на термін зберігання і якість рибної продукції, що є важливим для розвитку більш ефективних і екологічно безпечних методів упаковки на ринку харчових продуктів.

2.2 Характеристика зразків упаковки та рибних продуктів

Вибір упаковки для рибних продуктів є ключовим аспектом у забезпеченні їх якості та безпеки протягом зберігання. Існує кілька видів рибних продуктів, кожен з яких потребує специфічного підходу до упаковки. Від того, чи є риба свіжою, замороженою, копченою або консервованою, залежить вибір упаковки та умови її зберігання [42].

Типи рибних продуктів

1. Свіжа риба. Свіжа риба є найбільш швидкопсувним продуктом і потребує особливо ретельного контролю за умовами зберігання. Вона вимагає упаковки, яка забезпечує мінімальний контакт з повітрям, що дозволяє запобігти розвитку аеробних мікроорганізмів і зменшити втрати вологи. Найбільш ефективними є пакети з високоякісної поліетиленової плівки, а також комбіновані упаковки, що включають пластикові контейнерні системи з добавками для збереження свіжості [55]. Утім, важливою вимогою для упаковки свіжої риби є також здатність до контролю температури, оскільки риба має зберігатися в холодильних умовах (2–4 °C). Свіжі рибні продукти, як наприклад, філе лосося або тріски, часто упаковуються в полімерні пакети з можливістю герметичного запечаткування для зниження ризику окислення та втрати аромату.

2. Заморожена риба. Для заморожених рибних продуктів, таких як морожена тріска, камбала або оселедець, необхідна упаковка, що запобігає втраті вологи через сублімацію льоду, оскільки це може призвести до «сушіння» продукту та погіршення його якості. Для цієї категорії використовують поліетиленові та поліпропіленові плівки або вакуумні пакети, які дозволяють утримувати вологу всередині упаковки та захищають від впливу повітря [53]. Важливо зазначити, що заморожені рибні продукти можуть мати значно більшу тривалість зберігання порівняно зі свіжими, якщо упаковка відповідає вимогам збереження низької температури [13].

3. Копчені рибні продукти. Копчена риба, зокрема оселедець або скумбрія, має свої особливості зберігання. Цей вид риби потребує упаковки, яка не тільки забезпечує герметичність, але й дозволяє вивести надлишкову вологу. Копчені рибні продукти часто пакуються в пластикові контейнери або спеціальні перфоровані пакети, що дають змогу контролювати вологість, одночасно захищаючи продукт від забруднень і механічних пошкоджень.

Водночас упаковка для копченої риби повинна бути стійкою до запахів і не повинна впливати на органолептичні характеристики продукту [33].

4. Консервовані рибні продукти. Консерви є однією з найбільш популярних форм упаковки для тривалого зберігання рибних продуктів, таких як тунець, сардини чи тріска. Металеві банки створюють герметичне середовище, що забезпечує довготривале зберігання продуктів без холодильних умов. Вони також захищають рибу від світла та повітря, що знижує ризик розвитку окислювальних процесів. Проте, важливим фактором є те, що тривалий контакт рибних продуктів з металевими банками може змінити їх смакові якості, що також вимагає обережного підходу до вибору консервних матеріалів [9].

Вибір упаковки та її вплив на характеристики риби

Упаковка для рибних продуктів повинна задовольняти кілька основних вимог. Перша з них — це забезпечення оптимальних умов для збереження фізико-хімічних характеристик продукту, таких як рівень рН, вологість і окислювальні процеси. Рибні продукти можуть зазнавати значних змін у складі при неправильному зберіганні, що впливає на їх органолептичні властивості і може сприяти розвитку патогенних мікроорганізмів. Упаковка повинна зменшувати контакт продукту з киснем і іншими факторами, що сприяють псуванню [32].

Іншою важливою характеристикою є забезпечення **правильного рівня вологості**, оскільки втрата води може призвести до деградації структури риби, а її надлишок — до розвитку мікробіологічних процесів. Важливим аспектом є також контроль температури, оскільки риба є першим продуктом, що піддається біохімічним змінам при підвищенні температури. Тому упаковка повинна бути здатною зберігати стабільні температурні умови і забезпечувати ефективний термоізоляційний ефект [23].

Отже, вибір упаковки для рибних продуктів є важливим етапом у забезпеченні їх тривалого зберігання, збереження якості та безпеки для

споживачів [51]. Усі типи риби мають свої особливості, що визначають специфічні вимоги до упаковки: для свіжої риби важливим є мінімізація втрат вологи та запобігання розвитку бактерій; для заморожених рибних продуктів — захист від сублімації та забезпечення герметичності; для копчених продуктів — підтримка оптимальної вологості і мінімізація впливу запахів; для консервованих рибних продуктів — герметичність та стійкість до впливу металу. Вибір відповідної упаковки залежить від виду риби, її стану та умов зберігання .

2.3 Методи визначення якості та термінів придатності рибних продуктів

Методи визначення якості та термінів придатності рибних продуктів є одним із ключових аспектів забезпечення безпеки та довговічності продуктів харчування. В умовах швидкого псування риби, зумовленого її високим вмістом білків і води, застосування надійних методів визначення свіжості та якості є вкрай важливим. Вибір конкретних методів залежить від виду риби, умов її зберігання, а також типу обробки та упаковки [43].

1. Органолептичні методи

Органолептичний аналіз, що є одним з найбільш простих і доступних методів, дозволяє швидко оцінити стан риби за зовнішніми ознаками, такими як запах, колір, текстура та щільність м'яса. Наприклад, свіжа риба зазвичай має прозорий слиз, блискучу луску, пружну консистенцію м'яса, а також характерний запах, що свідчить про її якість. Проте, у разі початкових стадій псування, слиз стає липким, луска тьмяніє, а запах набуває кислуватих або гнильних ноток [3]. Для більш об'єктивної оцінки органолептичні методи доповнюються фізико-хімічними та мікробіологічними методами.

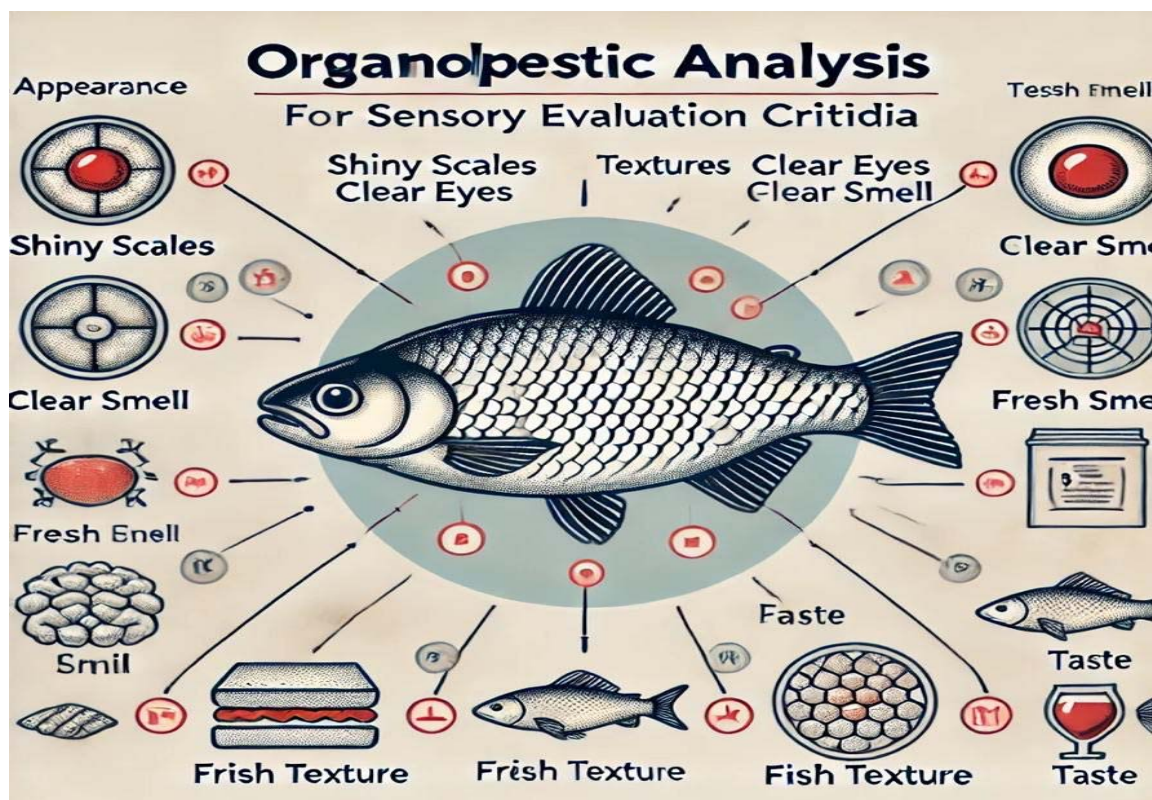


Рис. 2.2 - Органолептичний аналіз риби

2. Фізико-хімічні методи

Серед фізико-хімічних методів дослідження, одним із найважливіших є вимірювання рН продукту, оскільки зниження цього показника може бути ознакою анаеробних процесів і розвитку мікроорганізмів. Згідно з дослідженнями, показник рН є значно нижчим у свіжій риби і поступово знижується в процесі зберігання, особливо за умов підвищеної вологості, що сприяє розвитку псувальних бактерій [12]. Наприклад, для свіжій риби типовим є показник рН від 6.2 до 6.8, тоді як зниження рН до 5.5 або нижче свідчить про небезпеку анаеробного середовища.

Оцінка вологовмісту є також важливим критерієм, адже високий вміст води сприяє розвитку патогенних мікроорганізмів, особливо у випадку свіжій та охолодженої риби. Наприклад, у замороженій рибі рівень води залишається стабільним, що дозволяє значно подовжити термін її зберігання, проте

заморожена риба потребує дотримання суворих температурних умов, щоб уникнути зневоднення та втрати текстури продукту [14].

3. Мікробіологічний контроль

Мікробіологічний аналіз є невід'ємною частиною комплексної оцінки якості рибних продуктів. Найчастіше у лабораторіях використовують методи вирощування культур на спеціальних живильних середовищах для ідентифікації патогенів, таких як *Salmonella* та *Listeria*, які можуть бути небезпечними для здоров'я людини. У разі перевищення гранично допустимих рівнів бактерій риба вважається небезпечною для споживання. Наприклад, у свіжій рибі рівень бактеріального забруднення низький, проте він зростає з часом, особливо у випадках, коли зберігання здійснюється в умовах підвищеної температури [25].

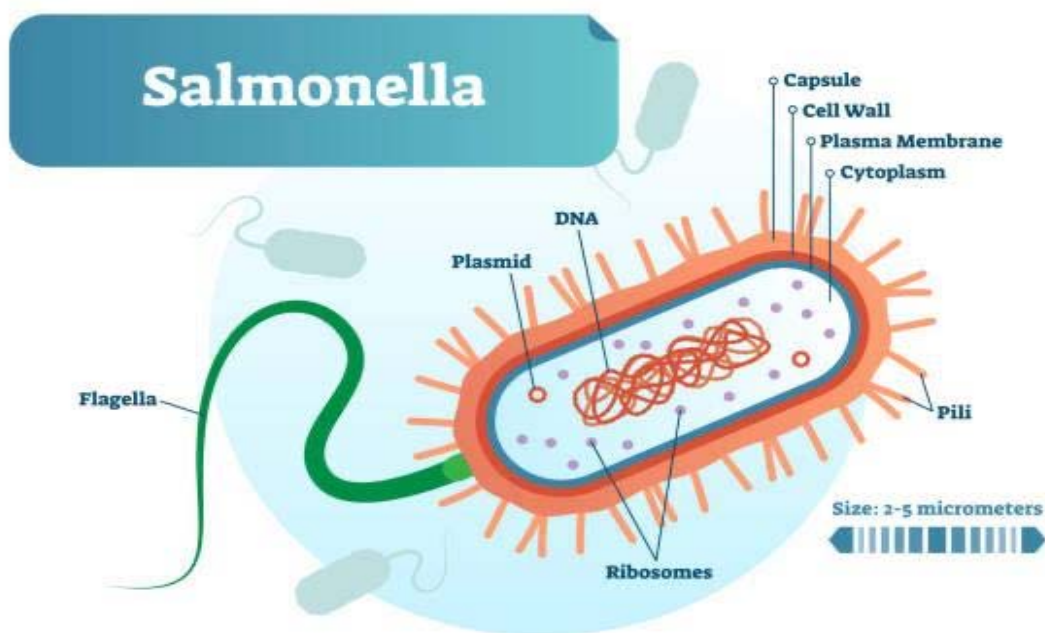


Рис. 2.3 - Бактерії сальмонели мікро біологічний векторний ілюстрація

4. Специфічні методи для різних видів риби

Вибір методів дослідження також залежить від виду рибного продукту. Наприклад, для охолодженої та замороженої риби важливим є дотримання температурного режиму, оскільки відхилення навіть на кілька градусів може призвести до псування продукту. Для копченої та солоної риби важливими показниками є рівень солі або диму, оскільки ці речовини мають консервуючий ефект. Також важливим аспектом є вивчення рівня окислення жирів, особливо в умовах зберігання жирної риби. Високий рівень ненасичених жирів робить деякі види риб, наприклад, лосось, більш чутливими до окислення, що вимагає додаткових заходів контролю, як-от використання вакуумної упаковки [22].

Комплексне застосування органолептичних, фізико-хімічних та мікробіологічних методів дозволяє здійснювати ефективний контроль якості рибних продуктів, що є важливою складовою їх збереження та безпеки. Надійність результатів забезпечується регулярними перевірками і ретельним дотриманням вимог зберігання, а також використанням сучасного обладнання для виявлення будь-яких відхилень від норм якості[34].

У розділі досліджено методологію та матеріали, що застосовуються для вивчення впливу упаковки на термін зберігання рибних продуктів. Було проаналізовано різноманітні методи оцінки якості риби, які включають як фізико-хімічні, так і мікробіологічні дослідження, що є ключовими для визначення ефективності упаковки та оптимальних умов зберігання. Одним із основних індикаторів якості рибних продуктів є рівень рН, що дозволяє визначити рівень кислотності і можливі зміни, які можуть вказувати на розвиток патогенних мікроорганізмів, що прискорюють псування продукту.

Дослідження вологості рибних продуктів стало важливим етапом, оскільки високий рівень води в продуктах може призводити до розвитку гнильних процесів. Оцінка рівня вологості в поєднанні з вимірюваннями рН дозволяє отримати більш повну картину змін у якості продукту під час зберігання. Крім того, мікробіологічні дослідження дозволяють виявити

небезпечні патогени, такі як лістерія або сальмонела, що можуть бути присутніми у рибних продуктах, а також дозволяють порівняти ефективність різних видів упаковки.

Вибір методів дослідження є надзвичайно важливим, оскільки для забезпечення науково обґрунтованих результатів необхідно застосовувати стандартні методики, які дозволяють достовірно оцінити якість та безпеку рибних продуктів. Поряд із фізико-хімічними та мікробіологічними методами, важливим є також органолептичний аналіз, що дозволяє візуально та сенсорно оцінити свіжість продукту, його консистенцію, запах і колір, що також впливає на термін зберігання та споживчу цінність.

З огляду на різноманіття типів упаковки, що використовуються для рибних продуктів, було розглянуто їх вплив на процеси зберігання. Зокрема, упаковка, яка знижує рівень контакту з киснем та зберігає вологу, сприяє уповільненню процесів окислення та псування продукту. З іншого боку, занадто щільна упаковка може створювати умови для накопичення вологи всередині упаковки, що призводить до розвитку бактерій і плісняви.

Таким чином, цей розділ демонструє, як різні методи та підходи до визначення якості рибних продуктів взаємодіють з умовами зберігання, пакуванням і термінами придатності, дозволяючи отримати об'єктивні дані для розробки більш ефективних технологій зберігання та упаковки. Підхід, що включає комплексне дослідження фізико-хімічних, органолептичних і мікробіологічних показників, є необхідним для забезпечення високої якості та безпеки рибних продуктів у процесі їх зберігання та транспортування.

3 ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ВПЛИВУ ПЛАСТИКОВОЇ, ПАПЕРОВОЇ ТА БІОРОЗКЛАДНОЇ УПАКОВКИ НА ЗБЕРІГАННЯ РИБНИХ ПРОДУКТІВ

3.1 Вплив пластикової упаковки на тривалість зберігання рибних продуктів

Пластикові упаковки є одним із найбільш поширених матеріалів для пакування харчових продуктів, зокрема рибних продуктів. Її популярність серед виробників та споживачів обумовлена багатьма факторами, такими як низька вартість, легкість у використанні та, найголовніше, ефективність у продовженні терміну зберігання продуктів. Вибір упаковки для рибних продуктів має важливе значення, оскільки від цього залежить не лише збереження свіжості, а й безпека харчування [56].

Основною перевагою пластикової упаковки є її здатність забезпечувати бар'єр для води, кисню та світла, що критично важливо для рибних продуктів, які схильні до швидкого псування через розвиток мікроорганізмів, окислювальні процеси та втрату вологості. Наприклад, поліетиленова плівка (PE) та поліпропілен (PP) забезпечують гарні бар'єрні властивості для кисню, що уповільнює процеси окислення і продовжує термін зберігання риби. Особливо важливим є використання плівки з низькою проникністю для газів у разі заморожених рибних продуктів, що дозволяє мінімізувати розвиток мікроорганізмів [47].

Крім того, пластикові упаковки знижують рівень мікробіологічного забруднення завдяки герметичності упаковки, що створює бар'єр для патогенних бактерій та грибків [25]. Це особливо важливо для рибних продуктів, оскільки вони мають високу активність води і є хорошим середовищем для розвитку мікроорганізмів. Такі упаковки також захищають

продукти від механічних пошкоджень, що можуть виникнути під час транспортування, забезпечуючи їх цілісність і зберігаючи їх первісний вигляд



Рис. 3.1 - Поліетиленова та поліпропіленова плівки для пакування риби

Рибні продукти є високочутливими до умов зберігання, оскільки вони швидко втрачають свіжість через високу жирність, а також через наявність значної кількості води, що сприяє росту бактерій [6]. Пластикові упаковки, особливо герметичні контейнери, здатні продовжити термін зберігання продукту, захищаючи його від забруднень і зменшуючи взаємодію з киснем і водяною парами, що може призвести до псування.

Дослідження показують, що використання пластикової упаковки у рибній промисловості допомагає значно збільшити терміни зберігання продуктів, навіть на кілька діб при кімнатній температурі. Зокрема, пластикові упаковки, які використовуються для пакування свіжої та замороженої риби, здатні підтримувати її свіжість протягом 3-5 діб, у порівнянні з продуктами, які не упаковані або упаковані в менш ефективні матеріали [49].

Крім того, пластикові упаковки здатні знижувати температуру зберігання риби, якщо це необхідно. Завдяки використанню технології

зниженого кисню та вакуумного пакування, можливість зберігання рибних продуктів при низьких температурах значно збільшується, а якість зберігається на високому рівні навіть після тривалого зберігання в холодильниках або морозильних камерах[41].

Проте, незважаючи на численні переваги пластикової упаковки, є й деякі недоліки, пов'язані з її використанням. Однією з основних проблем є екологічна шкода, спричинена пластиковими відходами. Пластик, особливо одноразова упаковка, може перебувати в природі протягом сотень років, що сприяє забрудненню навколишнього середовища. Це підвищує рівень обговорень серед виробників та споживачів щодо необхідності переходу до більш екологічних матеріалів, таких як біорозкладні упаковки [48].



Рис. 3.2 - Екологічна шкода, спричинена пластиковими відходами

Іншим важливим аспектом є використання певних видів пластика, які можуть містити токсичні добавки, що потрапляють у їжу під час тривалого зберігання. Це може створювати додаткову небезпеку для здоров'я споживачів, особливо якщо упаковка не є сертифікованою або використовується неправильно.

Дослідження, проведене в 2016 році, показало, що використання поліетиленової упаковки для рибних продуктів знизило рівень бактеріального забруднення вдвічі порівняно з неупакованою рибою. У цьому дослідженні вивчали вплив пластикових упаковок на термін зберігання лосося та тріски при температурі 4°C. Пластикові упаковки значно покращували збереження кольору, запаху та текстури продукту порівняно з іншими видами упаковки [47].

Також виявлено, що пластикові упаковки з низькою проникністю для кисню особливо ефективні для заморожених рибних продуктів, оскільки вони мінімізують негативний вплив замороження на структуру риби, зберігаючи її свіжість навіть при тривалому зберіганні.



Рис. 3.3 - Виробництво поліетиленової упаковки - Підприємство "Полімер"

Таким чином, можна зазначити, що пластикова упаковка має суттєвий вплив на тривалість зберігання рибних продуктів завдяки своїм бар'єрним властивостям щодо кисню, води та механічних пошкоджень. Вона забезпечує продовження терміну зберігання і знижує ризики псування продуктів, одночасно покращуючи їх вигляд та зберігаючи їх безпеку. Проте екологічні проблеми, пов'язані з пластиковими відходами, спонукають до пошуку альтернативних, більш екологічних варіантів упаковки. Це є важливим напрямком у розвитку упаковкової індустрії, який потребує подальших досліджень і вдосконалень [59].

3.2 Вплив паперової упаковки на збереження якості рибних продуктів

Паперова упаковка для зберігання рибних продуктів привертає увагу завдяки своїм екологічним перевагам та можливості біорозкладення, що є важливим чинником у світлі глобальної кризи пластикових відходів. Паперова упаковка є одним із найпопулярніших матеріалів для зберігання харчових продуктів, оскільки вона є екологічно безпечною, біорозкладною та виготовляється з відновлюваних ресурсів [27]. Основною перевагою паперу є його безпечність для навколишнього середовища та можливість компостування, що знижує обсяг пластикових відходів. Папір не містить токсичних хімічних компонентів, які можуть потрапити в їжу, і це важливо для підтримки якості та безпечності рибних продуктів [4].

Крім того, папір має певні адсорбційні властивості, що дозволяють йому поглинати надлишкову вологу, підтримуючи оптимальне середовище для зберігання риби, особливо свіжої та охолодженої. Така властивість може запобігати виникненню бактеріальної флори, яка розвивається у вологих умовах і призводить до псування продукту. Додаткові антимікробні властивості можуть бути досягнуті за рахунок покриття паперу натуральними

антиоксидантами, що додатково захищає рибу від псування [37]. Проте питання ефективності паперової упаковки щодо збереження якості та терміну придатності рибних продуктів залишається актуальним. У цьому підрозділі я розгляну властивості та обмеження паперових матеріалів у пакуванні рибних продуктів, а також інноваційні рішення, спрямовані на покращення їхніх бар'єрних властивостей.



Рис. 3.3 - Ламіноване паперове пакування з внутрішнім шаром з поліетилену

Попри свої екологічні переваги, папір має деякі суттєві недоліки для пакування рибних продуктів. Головним чином, папір не є достатньо стійким до вологи та може легко деформуватися або руйнуватися при контакті з рідинами. Це обмежує його застосування для довготривалого зберігання або пакування риби з високим вмістом вологи чи жиру, які можуть швидко

зіпсуватися через окислення. Тому для більш стійкого захисту папір часто покривають шаром воску або біополімерів, які надають йому додаткових бар'єрних властивостей [38]. Однак такі покриття можуть знижувати біорозкладність упаковки, що частково нівелює її екологічні переваги.

З метою подолання обмежень паперу, сучасна харчова промисловість часто використовує комбіновані пакувальні матеріали, де папір поєднується з іншими матеріалами, такими як пластик або біополімери. Наприклад, ламінований папір, який має внутрішній шар з поліетилену, може ефективно захищати продукт від вологи, одночасно забезпечуючи достатню міцність і захист від механічних пошкоджень [21]. Водночас використання таких матеріалів зменшує біорозкладність упаковки, але дозволяє зберегти свіжість риби протягом тривалішого часу.

Варіації паперової упаковки

Оброблений папір (восковий або полімерний) – цей тип паперу використовується для запобігання проникненню вологи та зберігає продукти, які вимагають певного рівня вологості. Таке покриття часто використовується для рибних продуктів, які піддаються короткотерміновому зберіганню або транспортуванню [36].

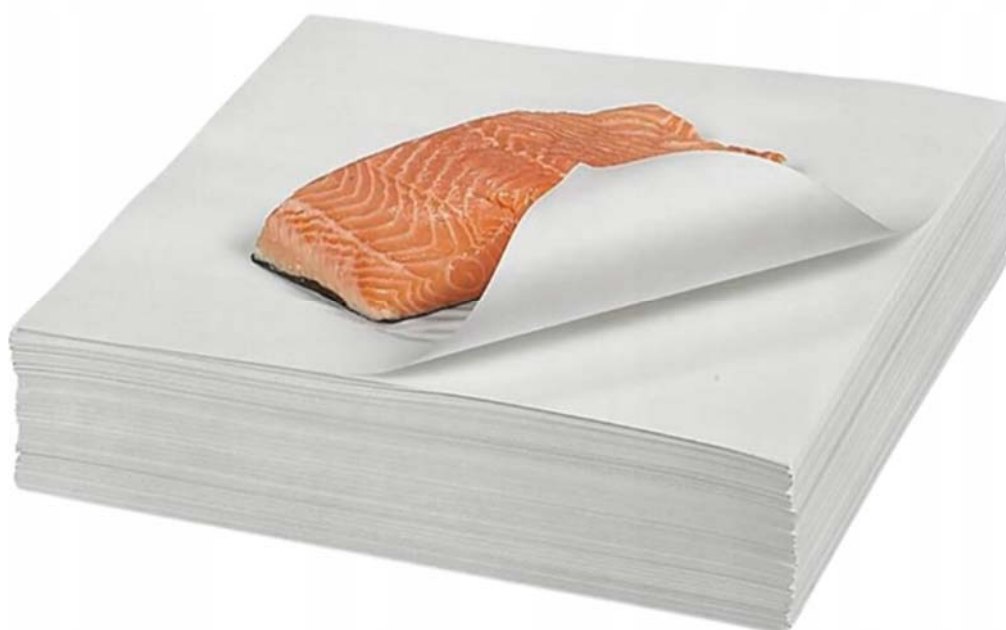


Рис. 3.4 - Восковий папір для пакування риби

Картонні коробки – використовуються для пакування замороженої або сушеної риби. Вони забезпечують надійний захист продуктів від механічних пошкоджень та забруднень під час транспортування, але менш ефективні для зберігання продуктів з високою вологістю [20].



Рис. 3.5 - Картонна коробка для пакування риби

Антимікробні паперові пакети – нова технологія, що передбачає додавання натуральних антибактеріальних речовин, які уповільнюють розвиток патогенних мікроорганізмів. Такі пакети можуть використовуватися для зберігання свіжої риби протягом короткого періоду часу та дозволяють покращити якість продукту без використання синтетичних добавок [16].



Рис. 3.6 - Антимікробні паперові пакети

Паперова упаковка є зручним варіантом для короткотермінового зберігання свіжої або охолодженої риби. Свіжа риба, яка швидко втрачає якість через високий вміст вологи, особливо виграє від використання паперової упаковки з адсорбуючими властивостями, яка дозволяє зберігати продукт до кількох днів у холодильних умовах. Для замороженої риби папір також використовується, але тільки в поєднанні з захисним покриттям, яке забезпечує герметичність, оскільки відсутність такого шару може призвести до швидкого окислення жирів при заморожуванні і розморожуванні [36].

Таким чином, паперове пакування є перспективним вибором для екологічного та економічного зберігання рибних продуктів, особливо в умовах короткотривалого зберігання. Вона дозволяє зберегти смакові якості та знизити рівень відходів, але має обмеження у вигляді низької стійкості до

вологи та окислення. Відповідно, для досягнення оптимальної якості упаковки, папір комбінують з іншими матеріалами або додають захисні покриття.

3.3 Вплив біорозкладної упаковки на тривалість та безпечність зберігання рибних продуктів

Термін «біорозкладний» (англ. *biodegradable*) позначає матеріал, який з часом розкладається на органічні та неорганічні сполуки, що можуть включатися в природні біологічні процеси. Ідея створення біорозкладних упаковок з'явилася на початку 2000-х, і вже у 2004 році в Великобританії вперше була реалізована в комерційному виробництві [18].

З поширенням екологічного мислення серед споживачів деякі компанії почали переходити на біорозкладні упаковки, що спричинило хвилю маркетингових спекуляцій і навіть підміну понять. Початкова ідея екологічної упаковки не завжди відповідала реальності: в деяких випадках її використання мало не менш шкідливі наслідки, ніж традиційні пластикові пакети. Це порушує питання, які пакети справді екологічно безпечні, а які — ні, і як правильно їх використовувати.

Біорозкладні упаковки виготовляються з різних типів матеріалів, що варіюються від традиційних нафтопродуктів до більш екологічних матеріалів на основі відновлюваних ресурсів, таких як рослинні волокна або крохмаль [19]. Ці матеріали, зокрема біопластик, можуть бути виготовлені як із викопних ресурсів (нафти), так і з біологічних сировинних матеріалів, що дає їм перевагу з точки зору потенціалу для використання в екологічних рішеннях. Однак важливо зазначити, що склад матеріалу не завжди визначає його здатність до розкладу.

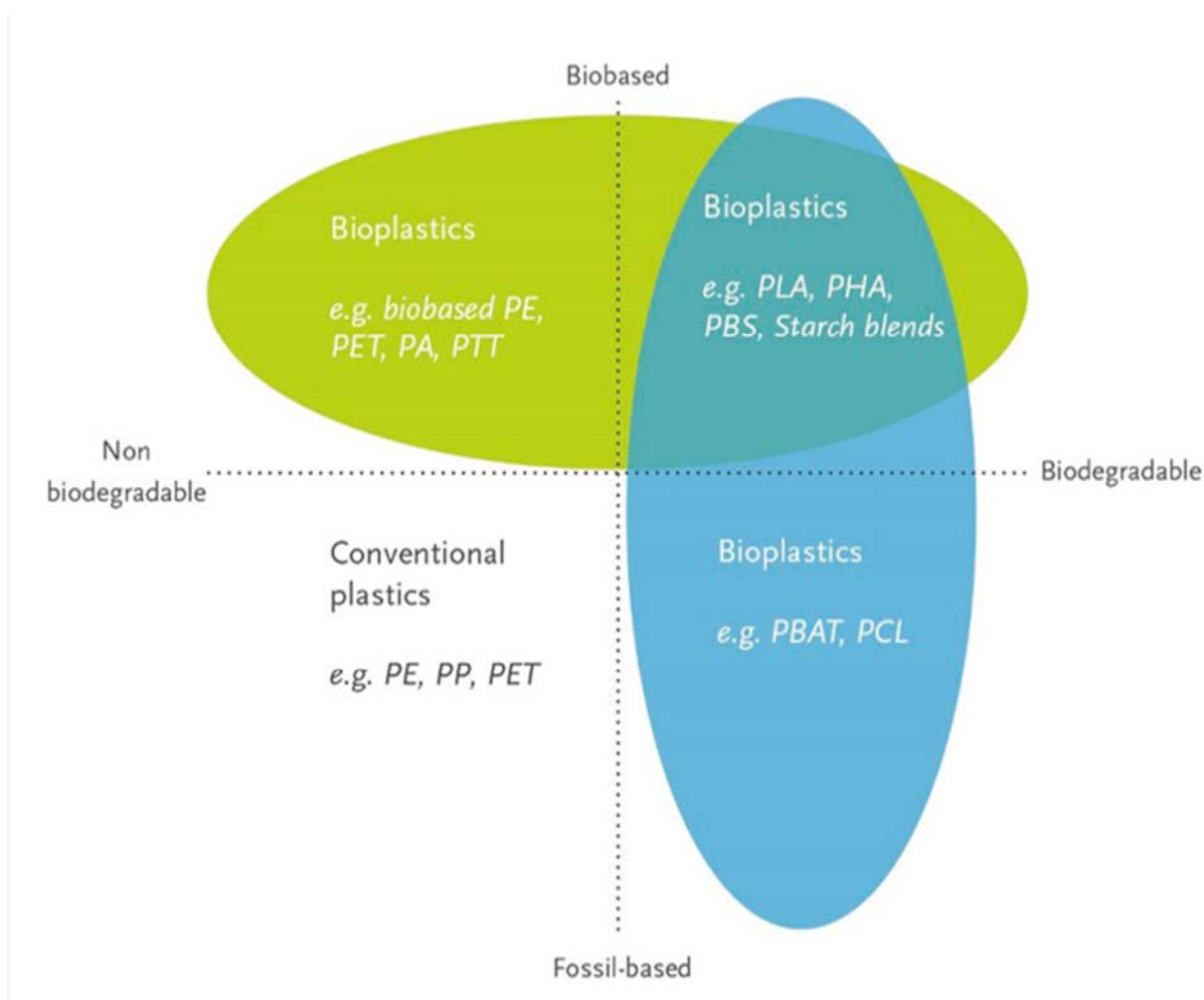


Рис. 3.7 - Схема залежності біодеградації від складу пакета

У практиці біорозкладного пакувального матеріалу можуть використовуватись різноманітні види пластику, виготовлені з органічних речовин, які виявляються не біорозкладними, а також пластику, що походить від корисних копалин, який може розкладатися природним чином. Водночас, терміни «біопластик» та «біопакети» можуть вводити споживачів в оману, оскільки сам по собі префікс «біо» не гарантує екологічність або здатність матеріалу розкладатися. Важливим аспектом є те, що біорозкладність матеріалу залежить не лише від походження сировини, а й від хімічної структури та умов, у яких цей матеріал перебуває після використання [11].

Це підтверджує необхідність розрізняти біорозкладні матеріали, що здатні швидко розкладатися в природних умовах, і матеріали, які, попри свою органічну сировину, не розкладаються або навіть створюють негативний вплив на навколишнє середовище. Тому вивчення конкретних умов, за яких відбувається розкладання таких матеріалів, є важливою частиною екологічної стратегії щодо зменшення впливу пакувальних матеріалів на довкілля [31].

На основі сучасних стандартів, біорозкладними можуть вважатись лише ті пакети, які здатні розкладатись на 90% протягом 12 тижнів при промисловому компостуванні. При цьому залишки, що утворюються після розкладу, не повинні містити токсичних сполук, які можуть негативно вплинути на подальше використання компосту, зокрема у сільському господарстві або садівництві.

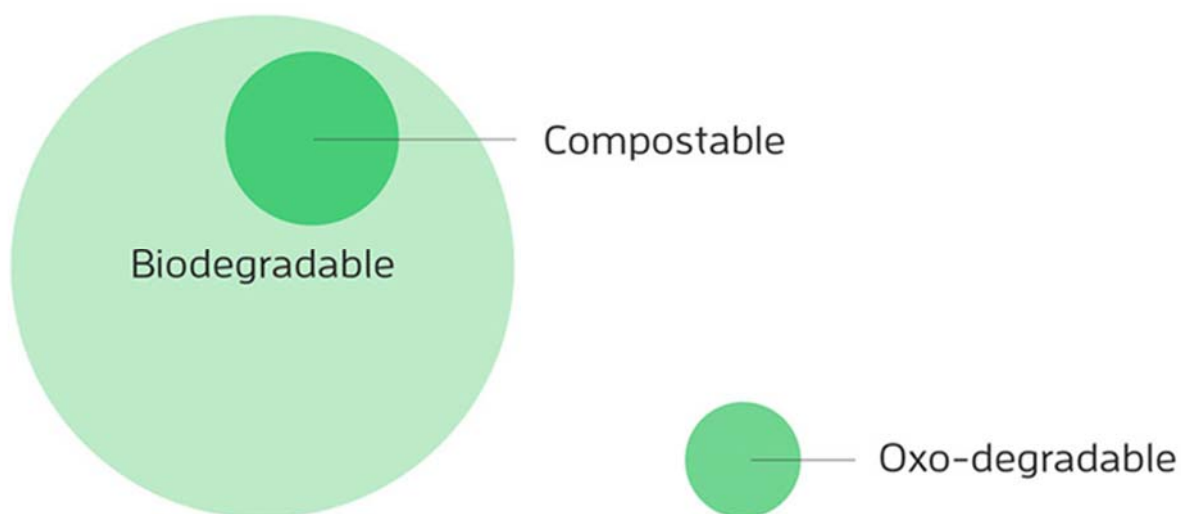


Рис. 3.8 - Класифікація видів біорозкладних пакетів

Таким чином, існує кілька категорій упаковки, що розкладаються:

Біорозкладні упаковки: матеріали, що повністю розкладаються в природі за певних умов, зокрема під час компостування, з додатковою

обробкою. Вони можуть бути безпечними для навколишнього середовища, але інколи процес розкладу супроводжується утворенням токсичних речовин [8].

Оксорозкладні упаковки: ці матеріали піддаються впливу ультрафіолету чи води і розпадаються на дрібні частки мікропластику, що робить їх джерелом забруднення, аналогічно традиційному пластику [18].

Цю класифікацію можна ілюструвати за допомогою схеми, яка наочно демонструє різницю між біорозкладними та оксорозкладними пакетами, їх властивостями та умовами розкладу.

Таким чином, біорозкладна упаковка є інноваційною альтернативою традиційним матеріалам для зберігання рибних продуктів, що відповідає сучасним вимогам щодо екологічної безпеки та сталого розвитку. Враховуючи високу чутливість риби до факторів навколишнього середовища, таких як волога та температурні коливання, біорозкладні матеріали мають як переваги, так і виклики в забезпеченні тривалої збереженості та безпеки рибних продуктів [7].

Однією з основних переваг біорозкладної упаковки є її здатність уповільнювати окислювальні процеси завдяки відмінним бар'єрним властивостям. Матеріали, такі як полілактид, полігідроксibuтират, а також крохмаль і целюлоза, створюють на поверхні продукту захисний бар'єр, який знижує доступ кисню та вологи, тим самим подовжуючи термін зберігання риби та запобігаючи розвитку небажаних запахів і мікробіологічних змін. Важливою характеристикою є також те, що біорозкладна упаковка, розкладаючись, не створює забруднення, що є важливим кроком на шляху до зниження екологічного навантаження [19].



Рис. 3.9 - Біорозкладна упаковка для заморожених рибних продуктів

Додатковим перевагою є включення антибактеріальних компонентів, таких як ефірні олії розмарину, чебрецю або лаванди. Ці природні добавки активно перешкоджають розмноженню патогенних мікроорганізмів, що значно знижує ризик бактеріального псування риби, особливо важливого для зберігання свіжих та заморожених рибних продуктів. Це дозволяє забезпечити більшу безпеку для споживачів і продовжити термін зберігання риби без потреби у використанні хімічних консервантів.

Попри численні переваги, біорозкладні упаковки мають і суттєві обмеження. Основною проблемою є чутливість таких матеріалів до вологи. Оскільки риба має високу вологість, це створює ризик того, що упаковка не зможе ефективно захистити продукт від впливу зовнішнього середовища, що призводить до псування продукту. Волога може впливати на механічні властивості біорозкладних матеріалів, знижуючи їх міцність і спричиняючи розпад структури упаковки. Тому доцільно використовувати додаткові

покриття для підвищення водостійкості, наприклад, воскові або природні біополімери, проте це може знизити швидкість розкладу упаковки, створюючи певний компроміс між екологічністю і функціональністю [17].

Крім того, біорозкладні матеріали можуть бути менш міцними за пластикові аналоги, що призводить до їх пошкодження під час транспортування і зберігання. Відтак важливо розробляти нові матеріали з покращеними механічними властивостями, здатні витримувати навантаження без шкоди для якості продукту [1].

З метою вирішення цих проблем вчені активно працюють над створенням нових видів біорозкладних матеріалів, які б поєднували високу механічну міцність і здатність до швидкого розкладу. Одним із таких напрямів є використання nanoцелюлози або природних волокон, що дозволяє покращити міцність упаковки, зберігаючи її здатність до біорозкладу [31]. Це дозволяє створювати пакувальні матеріали, які мають підвищену стійкість до механічних пошкоджень, при цьому зберігаючи екологічність.

Крім того, технології, які включають антиоксиданти, такі як екстракти зеленого чаю або вітамін Е, можуть допомогти зберегти органолептичні властивості риби, запобігаючи окисленню жирів і покращуючи смакові якості продукту. Це дозволяє не тільки подовжити термін зберігання, але й зберегти високу якість рибних продуктів протягом тривалого часу.

Сутність вищевикладеного зводиться до того, що біорозкладна упаковка є перспективним рішенням для зберігання рибних продуктів завдяки своїм екологічним властивостям та здатності включати природні антибактеріальні і антиоксидантні компоненти, що покращують якість і безпеку продукту. Однак для ефективного використання таких упаковок необхідно вирішити проблему їх чутливості до вологи та механічних пошкоджень. Подальші наукові розробки в області біорозкладних матеріалів, що поєднують високу механічну міцність і екологічність, можуть значно покращити їх застосування у харчовій промисловості, зокрема для зберігання рибних продуктів.

3.4 Порівняльний аналіз результатів дослідження

Враховуючи результати досліджень впливу пластикової, паперової та біорозкладної упаковки на збереження рибних продуктів, можна провести детальний порівняльний аналіз їх ефективності. Дослідження показали, що кожен з типів упаковки має специфічні переваги та обмеження залежно від фізичних, хімічних і екологічних характеристик матеріалів.

По-перше, пластикова упаковка, завдяки своїй здатності забезпечувати високий рівень бар'єрних властивостей, є найбільш ефективною в збереженні свіжості рибних продуктів. Вона захищає від впливу вологи, кисню та світла, що є критично важливим для продовження терміну зберігання риби. Пластик має високу механічну міцність і забезпечує безпечне транспортування продуктів без ризику їх пошкодження [31]. Проте пластикові упаковки мають суттєві екологічні проблеми: вони не розкладаються в природі, що веде до накопичення пластикових відходів і забруднення навколишнього середовища. Згідно з дослідженням 2012 року, проведених С.Ф. Гавенком та О.М. Савченком, пластикові упаковки займають багато часу для розкладу, що викликає серйозні побоювання щодо їхнього екологічного впливу на природу [7].

По-друге, паперова упаковка має переваги з точки зору екологічної безпеки, оскільки є біорозкладною і менш шкідливою для навколишнього середовища. Вона активно використовувалась у багатьох галузях, однак для збереження рибних продуктів вона є менш ефективною. Через здатність паперу до вбирання вологи, упаковка не забезпечує належного захисту для риби, що може призвести до зниження її якості [2]. Водночас папір є менш міцним за пластик і може пошкоджуватись під час транспортування, що обмежує його використання для пакування рибних продуктів.

По- третє, біорозкладні упаковки з використанням матеріалів, таких як крохмаль, целюлоза та інші біополімери, пропонують збалансований підхід до

вирішення екологічних проблем. Вони забезпечують відповідний рівень захисту для рибних продуктів завдяки своїм бар'єрним властивостям. Наприклад, біорозкладні упаковки з ефірними оліями розмарину або чебрецю можуть активно боротися з бактеріальним псуванням і продовжувати термін зберігання риби без використання хімічних консервантів [19]. Однак, незважаючи на екологічність, ці упаковки мають певні недоліки, зокрема низьку водостійкість і механічну міцність, що зменшує їхню ефективність в умовах високої вологості, характерної для зберігання риби. За даними досліджень, біорозкладні матеріали мають обмежену здатність витримувати вологість, що може призвести до їх руйнування.

Враховуючи отримані результати, можна зробити висновок, що пластикова упаковка має найкращі характеристики з точки зору збереження рибних продуктів. Вона ефективно запобігає окисленню і розвитку мікроорганізмів, що важливо для тривалого зберігання риби. Однак негативний вплив пластикових упаковок на навколишнє середовище ставить під питання її подальше використання. Паперова упаковка має еко-дружні характеристики, але через недоліки в захисті від вологи та механічну нестабільність вона не є ідеальним матеріалом для зберігання рибних продуктів. Біорозкладні упаковки, хоча й мають екологічні переваги, потребують покращення механічних та водостійких характеристик для ефективнішого застосування в харчовій промисловості.

В подальшому необхідно проводити дослідження для вдосконалення біорозкладних матеріалів, поєднуючи їх екологічність з підвищеними механічними та бар'єрними властивостями, щоб забезпечити їх ефективне використання для пакування рибних продуктів.

Отже, порівняльний аналіз впливу різних типів упаковки на тривалість та якість зберігання рибних продуктів, проведений у даному розділі, дозволяє зробити кілька важливих висновків.

Пластикові упаковки, завдяки своїм відмінним бар'єрним властивостям, забезпечує найбільш ефективний захист рибних продуктів від впливу кисню, вологи та світла. Це дозволяє зберігати свіжість риби протягом тривалого часу, запобігаючи розвитку мікроорганізмів та окисленню жирів. Проте негативним аспектом пластикової упаковки є її низька екологічність. Пластик, що не розкладається в природі, стає серйозною проблемою для навколишнього середовища, що значно обмежує його застосування в довгостроковій перспективі.

Паперова упаковка, незважаючи на свою екологічну безпеку, не має таких високих бар'єрних властивостей, що робить її менш ефективною в збереженні рибних продуктів. Волога, що вбирається папером, може призвести до псування продуктів, знижуючи їх термін зберігання. Однак, паперові упаковки є кращим варіантом з екологічної точки зору порівняно з пластиковими, оскільки вони біорозкладні і не забруднюють навколишнє середовище після використання.

Біорозкладні упаковки, виготовлені з матеріалів, таких як крохмаль або целюлоза, поєднують екологічні переваги з потенціалом для збереження рибних продуктів. Вони можуть включати природні антибактеріальні добавки, що знижують ризик бактеріального псування і дозволяють продовжити термін зберігання продукту без використання хімічних консервантів. Однак, такі упаковки мають обмежену водостійкість і механічну міцність, що може бути проблемою при зберіганні і транспортуванні риби в умовах високої вологості.

У підсумку, порівняльний аналіз показує, що пластикова упаковка є найбільш ефективною для збереження рибних продуктів з точки зору тривалості зберігання, але її негативний вплив на навколишнє середовище потребує пошуку альтернативних рішень. Паперова упаковка, хоча й є екологічно безпечною, не відповідає вимогам до збереження якості риби, оскільки не може захистити її від вологості. Біорозкладні упаковки виглядають перспективно з точки зору зменшення екологічного

навантаження, однак потребують подальших досліджень для поліпшення їх водостійкості та механічної міцності.

З огляду на це, найбільш ефективними є комбіновані підходи, що поєднують переваги різних матеріалів для створення упаковки, яка буде забезпечувати надійний захист рибних продуктів та мінімізувати їх екологічний вплив. Подальші наукові дослідження в цій галузі повинні бути спрямовані на удосконалення біорозкладних матеріалів, що поєднують екологічність з підвищеними механічними властивостями.

Загалом, вирішення питання щодо вибору найбільш оптимального пакувального матеріалу для рибних продуктів повинно враховувати не тільки технічні характеристики упаковки, але й вплив на навколишнє середовище, що є важливим аспектом сучасних тенденцій у харчовій промисловості.

ВИСНОВКИ

У процесі виконання мною роботи було проведено всебічне дослідження впливу різних типів упаковки (пластикової, паперової та біорозкладної) на збереження рибних продуктів. У першому розділі було опрацьовано загальні аспекти зберігання рибних продуктів, а також досліджено різноманітні види упаковки, що використовуються в харчовій промисловості. Визначено, що рибні продукти є вразливими до негативних змін в умовах зберігання, таких як вплив вологи, температури, кисню та мікроорганізмів. Це, у свою чергу, вимагає використання ефективних упаковок, які забезпечують тривале збереження свіжості та безпеки продукту.

У другому розділі було представлено методологію дослідження, яка включала вибір відповідних матеріалів упаковки та методів оцінки їх ефективності. Описано вибір зразків упаковки та рибних продуктів, що дозволило точно оцінити, як різні упаковки впливають на збереження якості рибних продуктів. Методи дослідження базувалися на стандартних підходах у сфері харчової безпеки, що забезпечили достовірність отриманих результатів.

У третьому розділі був здійснений порівняльний аналіз впливу пластикової, паперової та біорозкладної упаковки на зберігання рибних продуктів. Пластикові упаковки, завдяки своїм бар'єрним властивостям, забезпечує найкращі результати зберігання, захищаючи продукти від впливу вологи та кисню. Однак, через проблеми з утилізацією пластику та екологічні проблеми, виникає потреба у пошуку більш стійких альтернатив.

Паперова упаковка, хоча й є екологічно безпечною, не забезпечує високої ефективності в збереженні рибних продуктів, оскільки не здатна достатньо захистити від вологи та механічних пошкоджень. Її використання виявилось доцільним для продуктів з коротким терміном зберігання.

Найбільш перспективною альтернативою пластиковій упаковці є біорозкладна упаковка, яка поєднує екологічні переваги з ефективністю в

збереженні якості продукту. Однак, біорозкладні матеріали потребують додаткових досліджень для покращення їх механічних та бар'єрних властивостей. У цій частині роботи було висвітлено важливість розвитку таких матеріалів, які б поєднували екологічність та високу ефективність у збереженні харчових продуктів.

Загалом, результати дослідження підтвердили важливість вибору упаковки для рибних продуктів, що забезпечує не лише тривалість зберігання, але й мінімізацію негативного впливу на навколишнє середовище. Для майбутніх досліджень ключовим завданням є подальше вдосконалення біорозкладних матеріалів з метою забезпечення балансу між екологічністю та ефективністю упаковки.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

1. Баблюк Є. Перспективи застосування нанотехнологій та сучасна упаковка / Є. Баблюк // Тара та упаковка. - 2007. - № 1. - С. 12-15.
2. Берзіна С.В. Екологічне маркування (нові правила та відповідальність) / С.В. Берзіна // Упаковка. – 2015. – № 3. – С. 46–48. URL: <https://www.slideshare.net/slideshow/ss-14633932/14633932>
3. Білоусова А. А., Черевач Н. В., Дрегваль О. А., Голодок Л. П., Скляр Т. В. Санітарно-мікробіологічне дослідження рибних продуктів, що реалізуються в м. Дніпро / А. А. Білоусова, Н. В. Черевач, О. А. Дрегваль, Л. П. Голодок, Т. В. Скляр // Український журнал медицини, біології та спорту. - 2020. - Т. 5, № 6. - С. 336-341. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/ujmbs_2020_5_6_51
4. Благодір О.Л. Систематизація технологій виготовлення етикетково-пакувальної продукції в Україні / О.Л. Благодір, Т.В. Розум, О.П. Сокіл // Наук. зап. [Укр. акад. друкарства]. - Сірий. : Технічні науки. – 2015. – № 2. – С. 95-100
5. Борисочкіна Л.М. «Харчова та біологічна цінність риби» // Рибне господарство. 1972 р. №2.
6. Вишнякова Т.Б. Дослідження взаємозв'язку структурних та споживчих властивостей матеріалів для пакування жиро- та вологовмісних харчових продуктів / Т.Б. Вишнякова, Л.А. Коптюх, А.Р. Морозовський // Тара та Упаковка. - 1998. - № 2. - С. 34-37
7. Гавенко С.Ф. Нові можливості розумного та активного пакування / С.Ф. Гавенка, О.М. Савченко // Квалілогія кн. – 2012. – № 2. – С. 81–88.
8. Головацька Н.В. Дослідження крахмальних клеїв для виготовлення гофрокартону / Н.В. Головацька // Квалілогія кн. - 2010. - № 1. - С. 87-90. URL: <https://uacademic.info/ua/document/0413U006663>

9. Голубєв В. Н., Кутіна О. І. Довідник технолога з обробки риби та морепродуктів. - СПб. : ГІОРД, 2005. - 401с.

10. Горфункель І.І. Товарознавство м'ясних, рибних, молочних і жирових товарів. – М.: Економіка, 1985. – 297 с. URL: <https://studfile.net/preview/5193694/page:82/#96>

11. Гусєва Л.Р. Біорозкладаються полімери: світ ілюзій? / Л.Р. Гусєва // Пластик. – 2007. – № 7-8. – С. 53–54

12. Гуцол А. В., Березовський І. В. Санітарія та гігієна в рибництві. Методичні вказівки до виконання лабораторної роботи студентів денної форми навчання з напрямку підготовки 6.090201 "Водні біоресурси та аквакультура" освітньокваліфікаційного рівня «Бакалавр». – Вінниця: ОЦ ВНАУ, 2013. – 54 с. URL: <http://socrates.vsau.org/b04213/html/cards/getfile.php/7057.pdf>

13. Звід гігієнічних правил для охолоджених упакованих харчових продуктів із подовженим терміном зберігання(САС/RCP 46:1999, IDT). - Чинний від 2010-01-01. - К. : Держспоживстандарт України, 2010. - V, 15 с.

14. Інструкція з санітарно-паразитологічної оцінки морської риби та рибної продукції (риба-сирець, охолоджена та морожена морська риба, призначена для реалізації в торговельній мережі та на підприємствах громадського харчування), 1989.

15. Колосов О. Є. Технологія зберігання неупакованої та упакованої харчової продукції [Електронний ресурс] : навчальний посібник / О. Є. Колосов ; НТУУ «КПІ». – Електронні текстові дані (1 файл: 2, 11 Мбайт). – Київ : НТУУ «КПІ», 2016. – 180 с. URL: <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/14443>

16. Колосов, О. Є. Технологія зберігання харчової продукції: неупакованої та упакованої із застосуванням полімерних плівкових матеріалів [Текст] : навч. посібник / О. Є. Колосов ; Нац. техн. ун-т України "Київ. політехн. ін-т". - Київ : НТУУ "КПІ", 2015. - 180 с. - Бібліогр.: с. 168

17. Капіну С.Г. Екологічний полімер – це і недорогого / С.Г. Капіну // Упаковка. - 2009. - № 4. - С. 26-27.

18. Коневич М. Сучасні пакувальні матеріали та їхня екологічна характеристика / М. Коневич // Зб. тез Всеукр. студент. наук.-техн. конф. «Природничі та гуманітарні науки. Актуальні питання». - 2008. - Т. 1. - С. 10. URL:

https://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/123456789/14169/2/Conf_2008v1_Konevich_M-Suchasni_pakuvalni_materialy_10.pdf

19. Легонькова О. Крохмалонаповнені полімерні біорозкладні матеріали / О. Легонькова, О. Сдобникова, А. Бокарев та ін // Тара та упаковка. - 2003. - № 5. - С. 56-57.

20. Леванідов І.П., Йонас Г.П. Технологія солоних, копчених та в'ялених рибних продуктів. - М.: Агропромиздат, 1987.-160 с

21. Микитюк П.В. Технологія переробки риби.- Бібліотека ветеринарної медицини, 1999. - 125 с. URL:
http://eprints.library.odeku.edu.ua/id/eprint/8644/1/%D0%9C%D0%B5%D1%82%D0%BE%D0%B4%D0%B8%D1%87%D0%BA%D0%B0_%D0%A2%D0%B5%D1%85%D0%BD%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D1%96%D1%8F%20%D0%BF%D0%B5%D1%80%D0%B5%D1%80%D0%BE%D0%B1%D0%BA%D0%B8_%D0%BB%D0%B0%D0%B1.%D1%80%D0%BE%D0%B1_09.pdf

22. Наказ № 813 від 20.10.2022 Про затвердження Гігієнічних вимог до виробництва та обігу харчових продуктів тваринного походження. URL:
<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1409-22#Text>

23. Наукові основи і апаратурне оформлення процесів довгострокового зберігання харчових продуктів : автореф. тис. д-ра техн. наук: 05.18.12 / Шевченко Олександр Юхимович ; Національний ун-т харчових технологій. - К., 2006. - 43 с.

24. Нові підходи щодо забезпечення якості рибної продукції // Рибне господарство. - №1, - 2005 - С. 57.

25. Новікова О.В. Санітарія та гігієна в рибництві. - М.: Агропромиздат, 1991. - 96 с. (Підручники та навчальні посібники);

26. Обладнання харчових та переробних виробництв: традиції та інновації. Вітчизняний та світовий досвід [Електронний ресурс] : наук.-допом. бібліогр. покажч. / [упоряд. О. В. Олабоді] ; Нац. ун-т харч. технол., Наук.-техн. б-ка. – Київ, 2020. – 247 с. URL: <https://dspace.nuft.edu.ua/server/api/core/bitstreams/20fbef79-f93d-4a44-b44c-80b515367b06/content>

27. Паперові пакувальні матеріали : монографія / В.А. Осінчук, Ю.О. Дудка. - Київ: Національний університет харчових технологій, 2020.

28. Регламент Європейського Парламенту і Ради (ЄС) № 853/2004 від 29 квітня 2004 року про встановлення спеціальних гігієнічних правил для харчових продуктів тваринного походження. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/994_a99#Text

29. Рибне господарство: традиції та інновації. Вітчизняний та світовий досвід [Електронний ресурс] : наук.-допом. бібліогр. покажч. / [упоряд. Т. П. Фесун] ; Нац. ун-т харч. технол., Наук.-техн. б-ка. – Київ, 2021. – 221 с. URL: <https://dspace.nuft.edu.ua/server/api/core/bitstreams/fd5e14f9-a12f-4bc9-ba33-4eb87ae088e1/content>

30. Рибні товари. Навчально-методичний посібник за редакцією Г.М.Михальчук майстра виробничого навчання Коломийського індустріально – педагогічного технікуму, 2015 р. URL: https://kipt.com.ua/wp-content/uploads/2019/10/%D0%9C%D0%B5%D1%82%D0%BE%D0%B4%D0%B8%D1%87%D0%BD%D0%B8%D0%B9%D0%BF%D1%96%D0%B4%D1%80%D1%83%D1%87%D0%BD%D0%B8%D0%BA_%D0%A0%D0%B8%D0%B1%D0%BD%D1%96%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%B4%D1%83%D0%BA%D1%82%D0%B8_%D0%9C%D0%B8%

31. Соколов О.Д. Сучасні матеріали для пакування харчових продуктів: властивості та екологія / О.Д. Соколов // Наук. пр. [Одеса. нац. акад. харчових технологій]. - 2010. - № 2 (38). - С. 405-410.
 URL:http://nbuv.gov.ua/UJRN/Np_2010_38%282%29__92 (http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?I21DBN=LINK&P21DBN=UJRN&Z21ID=&S21REF=10&S21CNR=20&S21STN=1&S21FMT=ASP_meta&C21COM=S&2_S21P03=FILA=&2_S21STR=Np_2010_38%282%29__92)

32. Сучасні технології забезпечення якості харчових продуктів у процесі їх тривалого зберігання : монографія / В. О. Сукманов [та ін.] ; Донец. нац. ун-т економіки і торгівлі ім. Михайла Туган-Барановського. - Донецьк : ДонНУЕТ, 2012. - 308 с. : рис., табл. - Бібліогр. в кінці розд.

33. Технологія зберігання товарів. Харчові продукти : навч. посіб. / В. А. Колтунов ; Київ. нац. торг.-екон. ун-т. - Київ : КНТЕУ, 2014. - 431 с. : табл. - (Серія "Товарознавство"). - Бібліогр.: с. 427-431.

34. Фейгенбаум А. Контроль за якістю продукції. - М.: Економіка, 1986. - 410с.

35. Фізико-хімічні методи обробки сировини та продуктів харчування / А. І. Соколенко [та ін.] ; ред. А. І. Соколенко. - К. : АртЕк, 2000. - 306 с

36. Фляте Д.М. Властивості паперу/Д.М. Флят. - М.: Лісова пром.-сть, 1986. - 680 с.

37. Шендерівська Л.П. Тенденції розвитку ринку упаковки України/Л.П. Шендерівська, Д.О. Савенок // Наук. вісн. Межнар. гуманітар. ун-ту. - Сірий. : Економіка та менеджмент. – 2016. – № 16. – С. 97–101.

38. Шрьодер В.Л. Упаковка з картону: монографія / В.Л. Шрьодер, С.Ф. Пилипенка. - Київ: ЕкспресПоліграф, 2004. - 658 с. URL:

39. Aider, M. (2010). Chitosan application for active bio-based films production and potential in the food industry: Review. LWT - Food Science and

- Technology, 43(6), 837-842. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S002364381000040X>
40. Dalgaard, P. (2000). Fresh and lightly preserved seafood. In: Shelf life evaluation of foods. Aspen Publishers. URL: https://www.researchgate.net/publication/288534903_Freshness_quality_and_safety_in_seafoods
41. Duran, A. L., & Kucuk, M. (2021). Vacuum Packaging and Its Impact on Seafood Shelf Life. Journal of Food Quality, 2021.
42. FAO. (2021). Fishery and Aquaculture Statistics. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
43. Food Technology, Vol. 55, No. 4, Apr '01, Is Something Fishy About Packaging? by Aaron L. Brody. URL: https://www.ift.org/news-and-publications/food-technology-magazine/issues/2001/april/columns/products-and-technologies_packaging
44. Gram, L., & Dalgaard, P. (2002). Fish Spoilage Bacteria - Problems and Solutions. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0958166902003099>
45. Huss, H. H. (1995). Quality and quality changes in fresh fish. FAO Fisheries Technical Paper No. 348. Rome: FAO. URL: FAO.org/4/v7180e/v7180e00.htm
46. Kerry, J. P. (2006). Maximising the Use of Marine By-products and Ingredients. Elsevier. URL: https://www.researchgate.net/publication/295532307_Maximising_the_value_of_marine_by-products
47. Modern Food Packaging, Eco-friendly and Safe Packaging of Seafood for Exports by C.V.N. Rao. URL: https://www.icpe.in/icpefoodnpackaging/pdfs/12_seafood.pdf

48. Modern Food Packaging, Optimised MA-Packaging of Fish for Retailing by Kati Randell, Raja Ahvenainen. URL: https://www.researchgate.net/publication/264720665_Evaluation_of_Antimicrobial_Active_Packaging_to_Increase_Shelf_Life_of_Gluten-Free_Sliced_Bread
49. Modern Food Packaging, Packaging of Fish by M.A.R. Snel, R.W.M. Bakker, A.C. Bekenbosch
50. Nagarajarao RC. "Recent advances in processing and packaging of fishery products." Aquat Procedia (2016). URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214241X16300499>
51. Packaging Technology and Science, 14, '01, Influence of Active Packaging on the Shelf-life of Minimally Processed Fish Products in a Modified Atmosphere by Laura Franzetti, Stefano Martimoli, Luciano Piergiovanni, Antonietta Galli-Universita 'degli-Studi di Milano, Italy. URL: https://www.academia.edu/104518090_Influence_of_Active_Packaging_on_the_Shelf_life_of_Minimally_Processed_Fish_Products_in_a_Modified_Atmosphere
52. Perera, K.Y., Jaiswal, A.K., Jaiswal, S. "Biopolymer-Based Sustainable Food Packaging Materials." MDPI Foods (2023). URL: <https://www.mdpi.com/2304-8158/12/12/2422>
53. Principles of Food Packaging by S. Sacharow, G.A. Griffith
54. Robertson, G. L. (2013). Food Packaging: Principles and Practice. CRC Press. URL: https://www.researchgate.net/publication/264200284_Food_Packaging_Principles_and_Practice_3rd_Edition_Editor_edited_by_Gordon_L_Robertson_CRC_Press_Taylor_Francis_Group_Boca_Rotan_FL_33487-2742
55. Research Study Report (Draft), Export Packaging and Standards in Selected Industry Segments by METCON
56. Shukla, B., Bhagat, S.U. (2017). "Packaging and Storage of Seafood." Journal of Food Science and Technology.

57. Tsironi TN, Taoukis PS. "Current practice and Innovations in Fish Packaging." J Aquat Food Prod Technol (2018). URL: https://www.researchgate.net/publication/328523642_Current_Practice_and_Innovations_in_Fish_Packaging

58. Tirpanalan, S., Maulina, S., & Winata, D. (2021). Packaging Technology for Fish and Fishery Products: Trends and Innovations. Sustainable Food Technology.

59. The future of Global Packaging. - Pira International Ltd, 2005. - 433 p.