

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ПОЛІСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

Факультет ветеринарної медицини та тваринництва

Кафедра біоресурсів, тваринництва та аквакультури

Кваліфікаційна робота
на правах рукопису

ЛОЗОВИЙ ІВАН СЕРГІЙОВИЧ

639.3:597.2/.5:591.1

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

БІОХІМІЧНІ ПОКАЗНИКИ ПРІСНОВОДНИХ РИБ В УМОВАХ ПОЛІССЯ

207 «Водні ресурси та аквакультура»

Подається на здобуття освітнього ступеня магістр

Кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

_____ Іван ЛОЗОВИЙ

Керівник роботи:
Світлана ФУРМАН,
кандидат ветеринарних наук, доцент

Житомир – 2025

Висновок кафедри біоресурсів, тваринництва та аквакультури

за результатами попереднього захисту: _____

Протокол засідання кафедри біоресурсів, тваринництва та аквакультури
№ __ від «__» _____ 2025 р.

Завідувач кафедри біоресурсів,
тваринництва та аквакультури
Діна ЛІСОГУРСЬКА

«__» _____ 2025 р.

Результати захисту кваліфікаційної роботи

Здобувач вищої освіти Іван ЛОЗОВИЙ захистив кваліфікаційну роботу з оцінкою:

сума балів за 100-бальною шкалою _____

за шкалою ECTS _____

за національною шкалою _____

Секретар ЕК _____ Тетяна ПОПАДЮК
(підпис)

АНОТАЦІЯ

Лозовий І.С. – Біохімічні показники прісноводних риб в умовах Полісся. – Кваліфікаційна робота на правах рукопису.

Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня бакалавр за спеціальністю 207 «Водні ресурси та аквакультура». – Поліський національний університет, Житомир, 2025.

Визначали вміст ключових біохімічних маркерів, що відображають свіжість та якість риби. Отримані результати кількісних досліджень піддавалися статистичному аналізу з використанням описової статистики для виявлення достовірних відмінностей між групами дослідження та встановлення закономірностей. Проаналізовано ключові біохімічні показники риби. Зміни рН відображають метаболічні процеси та накопичення продуктів розпаду, тоді як наявність сірководню є маркером бактеріального розкладання сірковмісних амінокислот. Зростання вмісту аміно-аміачного азоту свідчить про прогресуючий протеоліз, а зміна реакції з сульфатом міді відображає денатурацію білків м'язової тканини. Зниження активності пероксидази корелює зі зменшенням свіжості внаслідок автолізу та бактеріальної діяльності. Комплексне застосування біохімічних показників є важливим для об'єктивної оцінки якості та безпечності рибної продукції. Є необхідність подальших досліджень, спрямованих на ідентифікацію нових біохімічних маркерів та розробку експрес-методів їхнього визначення.

Ключові слова: риба, біохімічні показники, безпечність, свіжість.

ANNOTATION

Lozovyi I.S. – Biochemical Indicators of Freshwater Fish in the Polissia Region. – Qualification work as a manuscript.

Qualification thesis submitted for the bachelor's degree in specialty 207 "Water Bioresources and Aquaculture". – Polissia National University, Zhytomyr, 2025.

The study determined the content of key biochemical markers reflecting the freshness and quality of fish. The obtained quantitative data were subjected to statistical analysis using descriptive statistics to identify significant differences between research groups and establish patterns. Key biochemical indicators of fish were analyzed. Changes in pH reflect metabolic processes and the accumulation of degradation products, while the presence of hydrogen sulfide serves as a marker of bacterial decomposition of sulfur-containing amino acids. An increase in amino-ammonia nitrogen indicates progressive proteolysis, and changes in the reaction with copper sulfate reflect protein denaturation in muscle tissue. A decrease in peroxidase activity correlates with loss of freshness due to autolysis and bacterial activity. The complex application of biochemical indicators is important for the objective assessment of the quality and safety of fish products. Further studies are needed to identify new biochemical markers and develop express methods for their determination.

Keywords: fish, biochemical indicators, safety, freshness

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ.....	6
1.1. Рибництво в Україні: сучасний стан та виклики.....	6
1.2. Харчова цінність риби.....	7
1.3. Сучасні підходи до визначення біохімічних показників риби..	8
2. МАТЕРІАЛ, МЕТОДИКА, МІСЦЕ ТА УМОВИ	
ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	11
3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	16
ВИСНОВКИ.....	26
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	27
ДОДАТКИ.....	32

ВСТУП

Рибництво є стратегічно важливою галуззю тваринництва та невід'ємною складовою агропромислового комплексу України. Воно виступає потужною виробничою базою, забезпечуючи населення цінним джерелом тваринного білка –рибною продукцією [31].

У глобальному масштабі риба традиційно займає провідне місце як у прісноводній, так і в морській аквакультурі. У структурі світового м'ясного балансу частка рибної продукції сягає значних 25%. Згідно з науково обґрунтованими нормами харчування, оптимальний рівень споживання риби становить близько 19 кг на особу щорічно.

Втім, в Україні спостерігається стійка тенденція до зниження середньорічного споживання риби та рибних продуктів на душу населення. У той час як у таких країнах, як Іспанія, Норвегія та Японія, цей показник досягає 90 кг, в Україні він значно нижчий. Встановлена мінімальна норма споживання становить 12 кг, тоді як раціональна –20 кг на особу на рік. Для порівняння, у більшості європейських країн середній рівень споживання риби коливається від 24 до 35 кг.

Особливо показовою є ситуація в Японії, де риба традиційно посідає ключове місце в раціоні населення. Не менш вражає і досвід Китаю –за останні 15 років рівень споживання риби там зріс у 2,5 рази: з 11 до 27 кг на особу, що значною мірою сприяло зміцненню національної продовольчої безпеки.

Обсяги вилову риби у внутрішніх водоймах України та інших держав зросли незначно – лише на 5%, досягнувши 256 тис. тонн (вилов у відкритому океані не здійснювався), що не мало суттєвого впливу на український ринок. Водночас, інші надходження риби, включаючи невраховані обсяги вирощування та вилову, браконьєрство та контрабанду, скоротилися наполовину і склали близько 35 тис. тонн. Паралельно спостерігається зростання імпорту риби в Україну.

На сьогодні середньорічне споживання риби та морепродуктів в Україні оцінюється на рівні 14-15 кг на душу населення, з яких близько 2,5-3,0 кг

припадає на консерви (близько 60% вітчизняного виробництва). У приморських регіонах, Києві, Донецьку та інших великих промислових центрах рівень споживання є значно вищим. Однак, за оцінками експертів, фізіологічно обґрунтована річна потреба України в рибі та рибній продукції становить близько 1 млн тонн.

Тому метою досліджень є визначення біохімічних показників прісноводних риб в умовах Полісся.

Завдання роботи:

1. Представити аналіз ключових біохімічних показників риби
2. Дослідити динаміку змін рН як індикатора метаболічних процесів та накопичення продуктів автолізу в рибі різного ступеня свіжості.
3. Визначити сірководень як маркер активності бактеріального розкладання сірковмісних амінокислот у процесі псування риби.
4. Обґрунтувати важливість комплексного застосування біохімічних показників для забезпечення об'єктивної оцінки якості та безпечності рибної продукції.
5. Оцінити зростання вмісту аміно-аміачного азоту як показника прогресуючого протеолізу при втраті свіжості риби.
6. Обґрунтувати необхідність подальших наукових досліджень, спрямованих на ідентифікацію нових перспективних біохімічних маркерів свіжості риби та розробку швидких і простих методів їхнього визначення (експрес-методів).

1.ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1. Рибництво в Україні: сучасний стан та виклики

Рибництво є стратегічно важливою галуззю тваринництва та невід'ємною складовою агропромислового комплексу України, забезпечуючи населення високоякісним джерелом білка. У глобальному контексті риба посідає чільне місце у продовольчій системі світу, забезпечуючи близько 25% м'ясного балансу людства завдяки активному розвитку прісноводної та морської аквакультури [1; 3; 37].

Обсяги вилову риби у внутрішніх водоймах України та інших країн демонструють незначне зростання (приблизно на 5%, до 256 тис. тонн). Однак це не має суттєвого впливу на внутрішній ринок, оскільки вилов у відкритому океані не здійснюється [31].

Україна володіє значним природним потенціалом для розвитку рибництва та риборозведення, маючи понад 400 тис. гектарів водойм – лимани, озера, водосховища та відокремлені водойми [6].

Середньорічне споживання риби та морепродуктів в Україні становить 14–15 кг на душу населення, з яких лише 2,5–3,0 кг припадає на консервовану продукцію, близько 60% якої виготовлено вітчизняними виробниками [31]. Обсяг реалізації живої риби залишається вкрай низьким –лише 1–1,5 кг на особу на рік, що значно поступається рекомендованій нормі (3,5–4,0 кг). У багатьох європейських країнах ці показники суттєво вищі –наприклад, в Угорщині споживання перевищує 4 кг на особу. Для досягнення рекомендованого рівня в Україні необхідно вирощувати та реалізовувати щонайменше 175–200 тис. тонн риби щорічно.

Успішний розвиток галузі вимагає системного ветеринарного супроводу, дотримання ветеринарно-санітарних норм, гігієнічних стандартів, а також впровадження профілактичних і лікувальних заходів. Підтримка епізоотичного благополуччя здатна підвищити продуктивність водойм на 8–10%[3–7; 32; 33; 36; 37].

Незважаючи на наявний потенціал, українське рибництво стикається з низкою проблем: низький рівень споживання, недостатні обсяги внутрішнього виробництва, відсутність належного контролю за обігом рибної продукції та "тіньові" канали постачання [11–15; 19–30].

1.2. Харчова та біологічна цінність риби

Рибна продукція має важливе народногосподарське значення – вона є не лише джерелом харчування, а й цінною сировиною для фармацевтичної, технічної та аграрної промисловості.

Білки риби характеризуються високою біологічною цінністю завдяки збалансованому амінокислотному складу, що забезпечує організм людини незамінними амінокислотами [36; 37].

Ліпіди риби мають низьку температуру плавлення через вміст поліненасичених жирних кислот –насамперед омега-3 та омега-6, що є життєво необхідними нутрієнтами.

Вміст вуглеводів у рибі незначний (0,2–0,5%) і переважно представлений глікогеном, що відіграє важливу роль у післявиловних метаболічних процесах [36].

Риба є багатим джерелом мінералів: у прісноводних видів вміст мінеральних речовин становить 1,0–1,4%, у морських –1,6–2,3%. Основними макроелементами є фосфор, кальцій, сірка, а також мікроелементи –йод, кобальт, бром. Зокрема, кобальт входить до складу кобаламіну (вітаміну B₁₂), а йод необхідний для функціонування щитоподібної залози [37].

М'язова тканина риб містить як жиророзчинні вітаміни (зокрема А), так і водорозчинні –у меншій кількості.

Особливу роль відіграють ферменти, які беруть участь в автолітичних процесах після смерті риби, впливаючи на текстуру, аромат і смакові властивості. Їхня активність є видовоспецифічною [36].

Енергетична цінність риби залежить від виду та вмісту ліпідів: у середньому вона становить 335–1046 кДж/100 г (80–250 ккал/100 г). Ліпіди та білки мають високий коефіцієнт засвоюваності –95–98%.

Поживні властивості живої риби визначаються складом м'язової тканини: білки (15–18%), ліпіди (1–20%) та мікроелементи. Вміст вуглеводів є незначним (до 0,5%). Якість цих показників залежить від багатьох факторів: виду, віку, сезону, кормової бази, фізіологічного стану, місця вилову тощо [36; 37].

Одним із ключових чинників, що впливають на споживчі властивості, є якість водного середовища. Забруднення водойм патогенними мікроорганізмами або токсичними речовинами, такими як пестициди, створює ризики для здоров'я споживачів [3–4; 7–8; 16–18; 32; 35]. У гідробіонтах можуть акумулюватися небезпечні речовини, що підкреслює потребу в ефективному моніторингу екологічної безпеки [1–2].

У контексті євроінтеграції важливою умовою розвитку галузі є гармонізація національного законодавства з європейськими нормами та міжнародними стандартами [28–30; 40–43].

1.3. Сучасні підходи до визначення біохімічних показників риби

Гравіметричний метод, що базується на точному вимірюванні маси зразка до та після видалення вологи, є стандартним підходом для визначення вмісту сухої речовини. Висушування проводиться в термостатованій сушильній шафі при температурі 105 °C до досягнення сталої маси. Вміст сухої речовини розраховується як відношення маси сухого залишку до початкової маси зразка, тоді як вміст вологи визначається як різниця між початковою масою та масою після висушування [38].

Визначення вмісту білка у зразках риби здійснюється за допомогою класичного методу К'ельдаля, який включає три основні етапи: мінералізацію

органічної речовини концентрованою сірчаною кислотою в присутності каталізатора (наприклад, сульфату міді), підлюговування утвореного мінералізату з метою вивільнення аміаку, а також дистиляцію з подальшим титруванням відігнаного аміаку стандартним розчином кислоти. Вміст білка визначається шляхом множення встановленого вмісту загального азоту на видоспецифічний коефіцієнт, який для рибної продукції зазвичай становить 6,25. Альтернативний метод - метод Дюма - передбачає повне спалювання зразка в атмосфері кисню з подальшим автоматизованим визначенням вивільненого азоту за допомогою газової хроматографії з термопровідниковим детектором.

Вміст ліпідів визначається методом Сокслета, який базується на екстракції жирів із зразка за допомогою неполярного розчинника (наприклад, петролейного ефіру або гексану) у спеціальному апараті безперервної екстракції. Після випаровування розчинника маса залишку визначається гравіметрично. Альтернативний, швидший метод - метод Блайя та Дайєра - використовує суміш хлороформу, метанолу та води для одночасної екстракції ліпідів. Для визначення якісного та кількісного складу жирних кислот застосовується газова хроматографія з полуменево-іонізаційним детектором (ГХ-ПІД), яка проводиться після попереднього метилювання жирних кислот.

Біохімічні методи дозволяють оцінити ступінь свіжості риби шляхом визначення метаболітів, які утворюються в результаті автолізу та мікробіологічного розкладу тканин. Одним із важливих показників є вміст летких основних азотистих речовин (ЛОАР), до яких належать аміак, диметиламін та триметиламін. Їх кількісне визначення здійснюється методами дистиляції з подальшим титруванням або за допомогою спектрофотометрії. Окрему увагу приділяють визначенню гістаміну - біогенного аміну, що утворюється внаслідок дії бактеріальної декарбоксилази гістидину. Найчастіше він визначається методом вискоєфективної рідинної хроматографії (ВЕРХ) з УФ- або флуоресцентним детектуванням. У швидкісних аналізах можуть також застосовуватися імуноферментні методи (ELISA) [36].

Дослідження безпеки рибної продукції є важливою складовою державного контролю за дотриманням законодавства у сфері харчових продуктів. Вони охоплюють виявлення патогенних мікроорганізмів, біогенних амінів, залишків ветеринарних препаратів, пестицидів, важких металів та інших потенційно шкідливих домішок. Ці питання детально розглядаються у роботах багатьох дослідників[2; 9; 38; 39].

2. МАТЕРІАЛ, МЕТОДИКА, МІСЦЕ ТА УМОВИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

Дослідження проводилися в умовах навчально-наукової клініко-діагностичної лабораторії Поліського національного університету. Метою роботи було визначення біохімічних показників прісноводної риби.

Предметом дослідження виступають біохімічні показники прісноводної риби, тоді як об'єктом - прісноводна риба, що надходить для реалізації. Під партією риби розуміють сукупність особин одного виду, виловлених в один і той самий період, оброблених однаковим способом і представлених для одночасного огляду або приймання.

На першому етапі дослідження здійснюється візуальна оцінка стану пакування. Для перевірки обирається до 5 % одиниць тари від загальної кількості в партії. У разі виявлення підозрілих ознак допускається розпакування всієї партії. Із розпакованої продукції формують репрезентативну середню пробу, яка має відображати загальні якісні характеристики всієї партії. Кількість особин у середній пробі залежить від маси риби: для риби масою до 1 кг відбирають 2–3 особини; до 2 кг – 1–2 особини; для риби масою 2–5 кг з кожної пари рибин відбирають три фрагменти (з головної, середньої та хвостової частин) загальною масою до 500 г.

Органолептичне дослідження є першим етапом санітарної експертизи риби. Оцінюються такі ознаки: стан зябрових кришок (щільність прилягання), зябер (колір, наявність слизу, запах), ротової порожнини (запах, слиз), очей (прозорість рогівки, виразність зіниці, ступінь запалості), луски (прилягання, колір, слиз), плавників (цілісність, колір), консистенція м'язів (щільність, пружність, наявність посмертного залякання), стан черевної порожнини (підтисненість чи здуття), запах слизу на поверхні тіла. Додатково проводиться проба варіння, під час якої оцінюють запах риби у процесі варіння та консистенцію м'яса після термічної обробки.

У разі виявлення органолептичних ознак, що можуть свідчити про зниження свіжості риби, проводиться бактеріоскопічне дослідження мазків-

відбитків. Готують два мазки: перший – з поверхневих шарів м'язів, другий – з глибоких, прилеглих до хребта. Мазки фіксують та фарбують за Грамом. Мікроскопію здійснюють при збільшенні $\times 1000$ з використанням імерсійної системи. Переглядають 10 випадкових полів зору, після чого визначають середню кількість мікроорганізмів в одному полі.

Оцінювання результатів бактеріоскопії здійснюється за наступними критеріями. Для свіжої риби у мазках з поверхневих шарів мікроорганізми або відсутні, або трапляються поодинокі коки та палички; препарат забарвлюється слабо, залишки розкладеної тканини не виявляються; у глибоких шарах мікрофлора відсутня. Риба сумнівної свіжості характеризується наявністю 10–20 мікробів у глибоких шарах і 30–50 – у поверхневих; добре помітні волокна м'язової тканини, що починають розкладатися. Для несвіжої риби характерне виявлення понад 30–40 мікроорганізмів у глибоких шарах і понад 80–100 у поверхневих; препарат забарвлюється інтенсивно, на склі помітна значна кількість залишків тканини, що розклалась.

Визначення біохімічних показників риби

Визначення аміаку з реактивом Неслера

Готують водну витяжку з м'яса риби у співвідношенні 1:10 (1 частина фаршу на 10 частин дистильованої води) шляхом настоювання протягом 15 хвилин з періодичним перемішуванням.

Витяжку фільтрують через паперовий фільтр.

У пробірку вносять 2 мл фільтрату та додають 0,5 мл (10 крапель) реактиву Неслера. Суміш залишають на 5 хвилин для протікання реакції. Облік результатів проводять візуально за зміною кольору. Свіжа риба: Блідо-жовте забарвлення суміші. Риба сумнівної свіжості: Жовто-оранжеве забарвлення суміші. Несвіжа риба: Оранжеве забарвлення з утворенням охряно-червоного осаду.

Визначення вмісту сірководню з підігріванням проби

У чисту суху пробірку поміщають 5–7 г рибного фаршу. До пробки прикріплюють смужку фільтрувального паперу, змочену 10% основним

розчином свинцю ацетату (діаметр плями змочення не більше 5 мм). Слідкують, щоб папірець не торкався м'яса та стінок пробірки. Готують контрольну пробірку з фільтрувальним папірцем, змоченим дистильованою водою. Обидві пробірки поміщають на водяну баню з температурою 48-52°C на 15 хвилин. Після закінчення нагрівання негайно оцінюють колір плями на фільтрувальному папері: Свіжа риба: Реакція відсутня – колір паперу залишається білим, як у контролі. Риба сумнівної свіжості: На папері з'являється слабо-бура пляма (сліди утворення свинцю сульфід). Несвіжа риба: Колір плями на папері варіює від бурого до темно-коричневого.

Визначення концентрації водневих іонів (pH)

До 5 г рибного фаршу додають 50 мл дистильованої води та настоюють протягом 30 хвилин, періодично перемішуючи. Суспензію фільтрують через паперовий фільтр. Визначають pH фільтрату за допомогою потенціометра (pH-метра) або індикаторного паперу, каліброваного за стандартними буферними розчинами. Оцінка результатів: Свіжа риба: Фільтрат злегка опалесцентний, pH до 6,9. Риба сумнівної свіжості: Фільтрат злегка каламутний, pH 7,0-7,2. Несвіжа риба: Фільтрат каламутний, має неприємний запах, pH 7,3 і вище.

Визначення вмісту аміно-аміачного азоту

У колбу місткістю 100 мл вносять 10 мл фільтрованої водної витяжки з м'яса риби. Додають 40 мл дистильованої води та 3 краплі 10% спиртового розчину фенолфталеїну. Вміст колби нейтралізують 0,1 н розчином гідроксиду натрію (NaOH) до появи слабо-рожевого забарвлення. Додають 10 мл формаліну, попередньо нейтралізованого за фенолфталеїном до слабо-рожевого забарвлення. Внаслідок зв'язування аміногруп формаліном вивільняються карбоксильні групи, і рожеве забарвлення зникає.

Вміст колби повторно титрують 0,1 н розчином NaOH до появи стійкого слабо-рожевого забарвлення, що не зникає протягом 1 хвилини. Оцінка результатів (для прісноводної риби): Свіжа риба: До 0,69 мг аміно-аміачного азоту на 10 мл фільтрату (еквівалентно 0.069 мг/г риби при розведенні 1:10). Риба сумнівної свіжості: 0,7-0,8 мг аміно-аміачного азоту на 10 мл фільтрату

(0.07-0.08 мг/г риби). Несвіжа риба: Понад 0,81 мг аміно-аміачного азоту на 10 мл фільтрату (понад 0.081 мг/г риби).

Визначення продуктів первинного розкладання білків (реакція з CuSO_4)

У колбу місткістю 200 мл вносять 20 г фаршу зі спинних м'язів риби та додають 60 мл дистильованої води. Ретельно перемішують. Колбу накривають годинниковим склом і нагрівають на киплячій водяній бані протягом 10 хвилин.

Бульйон фільтрують у пробірку, охолоджувану в склянці з холодною водою, через ватно-паперовий фільтр. При наявності пластівців білка фільтрацію повторюють. У чисту пробірку вносять 2 мл фільтрату бульйону та додають 3 краплини 5% розчину міді сульфату (CuSO_4). Збовтують 2-3 рази та витримують 5 хвилин. Контролем служить пробірка з 2 мл бульйону без додавання CuSO_4 . Оцінка результатів: Свіжа риба: Бульйон злегка каламутний. Несвіжа риба: Утворюються пластівці або випадає желеподібний згусток синьо-блакитного кольору.

Реакція на пероксидазу

У бактеріологічну пробірку вносять 2 мл водної витяжки з зябрової тканини (1:10). Додають 5 крапель 0,2% спиртового розчину бензидину. Вміст пробірки збовтують. Додають 2 краплі 1% розчину перекису водню (H_2O_2).

Спостерігають за зміною кольору протягом 5 хвилин: Свіжа риба: Протягом 1-2 хвилин з'являється синє забарвлення, що поступово переходить у коричневе. Риба сумнівної свіжості: З'являється менш інтенсивне синє забарвлення, перехід у коричневий колір відбувається значно пізніше (через 3-4 хвилини). Несвіжа риба: Синє забарвлення відсутнє або з'являється швидкоплинно і одразу переходить у коричневий колір (негативна реакція на пероксидазу).

Редуктазна проба

У бактеріологічну пробірку вносять 5 г фаршу з м'яса риби та заливають 10 мл стерильної дистильованої води (співвідношення 1:2).

Суміш енергійно струшують та залишають на 30 хвилин для екстракції ферментів. Додають 1 мл 0,1% водного розчину метиленового блакитного.

Знову енергійно струшують для рівномірного забарвлення фаршу.

Обережно нашаровують зверху шар стерильного вазелінового масла товщиною 0,5-1 см для створення анаеробних умов.

Пробірку поміщають у термостат при температурі 37 °C.

Періодично (кожні 10-15 хвилин протягом першої години, потім кожні 30 хвилин) спостерігають за часом знебарвлення метиленового блакитного.

3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Органолептичні показники риби

Ефективне оцінювання якісних показників рибної продукції розпочинається з належного відбору та підготовки проб. Репрезентативність зразків є ключовою умовою для екстраполяції отриманих результатів на всю партію. Підготовка проб включала низку послідовних етапів. У межах дослідження партії коропа, що надійшла для реалізації, було проведено органолептичний аналіз із початковою оцінкою зовнішніх макроскопічних ознак.

Оцінювалися загальний стан риби, характеристики шкірного покриву, луски, кількість і консистенція слизу, стан плавців, зябер, зябрових кришок, очей, черевної порожнини та анального отвору. Консистенцію м'язової тканини визначали пальпаторно, із фіксацією посмертного залякання. Додатково проводилась проба варіння, що дозволяла оцінити запах риби під час термічної обробки, а також консистенцію м'яса після варіння.

Отримані органолептичні характеристики порівнювались із нормативними критеріями для свіжої, сумнівної та недоброякісної риби. Ознаками свіжого коропа були: добре виражене посмертне залякання (при взятті риби за середину тулуба вона не згинається), швидке відновлення ямки при натисканні на спинні м'язи, блискуча або злегка бліда луска з оксамитовим відтінком, щільно прилегла до тіла. Слиз –прозорий, без стороннього запаху. Шкіра –пружна. Плавці –щільні, цілісні. Зяброві кришки щільно закривають зябра. Зябра вкриті густим прозорим або блідо-червоним слизом без запаху розкладання. Очі –злегка випуклі або помірно запалі, рогівка прозора. Черевце – не здуте, анус –щільно стиснутий. М'язова тканина –пружна, щільно прилягає до кісток, без стороннього запаху. Бульйон –прозорий, з блискітками жиру та характерним приємним запахом. М'ясо після варіння легко розділяється на пучки.

Ознаки сумнівної свіжості включали: ослаблене посмертне залякання (риба згинається при піднятті), повільне відновлення ямки при натисканні, тьмяна луска, яка легко відокремлюється, слиз – мутний, липкий, з кислуватим запахом. Плавці – опалі, прилягають до тіла. Зяброві кришки неповністю закривають зяброву порожнину. Зябра – з рідким, тьмяним слизом червонуватого кольору, зі стороннім запахом (вогкості, затхлості, кислоти). Очі – запалі, скловидні, рогівка тьмяна. Черевце – деформоване або здуте. Анус – трохи відкритий. М'язова тканина – розм'якшена, з підвищеною соковитістю, легко розшаровується. Колір м'яса на поперечному розрізі – тьмянний або сіруватий, запах – вологий або з кислинкою. При розтині черевної порожнини виявлялися ознаки розкладу внутрішніх органів: розповзання тканин нирок і печінки, дифузія жовчі, здуття кишківника, поява червоної смуги під хребтом. Бульйон – мутнуватий, із незначною кількістю жиру, із характерним неприємним запахом.

На основі органолептичного аналізу партію коропа було класифіковано за рівнем свіжості: більшість зразків відповідали ознакам свіжої риби, однак в окремих випадках були зафіксовані ознаки сумнівної свіжості. У таких випадках проводились додаткові лабораторні дослідження з метою верифікації попередніх висновків та визначення подальшої придатності продукції до реалізації.

Серед досліджених зразків було виявлено чотири риби з характерними відхиленнями від нормативних показників. З метою підтвердження результатів органолептичної оцінки, а також для прийняття обґрунтованого рішення щодо подальшого використання партії, рекомендовано проведення розширеного комплексу біохімічних та мікробіологічних досліджень згідно з чинними нормативними документами. Враховуючи, що лише органолептичні показники не є вичерпними для оцінки безпечності продукції, важливо додатково враховувати біохімічні параметри, які відображають процеси автолізу, мікробіологічного псування та інші зміни, що можуть становити небезпеку для здоров'я споживачів.

Аналіз біохімічних показників риби

Для об'єктивного розуміння виявлених відхилень у досліджуваній рибі необхідно визначити референтні діапазони біохімічних показників, характерних для свіжої продукції. Незважаючи на видоспецифічні особливості, існують загальні тенденції, що дозволяють використовувати певні біохімічні індикатори як надійні критерії свіжості.

Одним із ключових показників якості є рівень рН м'язової тканини. У живої риби рН зазвичай становить 6,2–6,5. Після загибелі внаслідок анаеробного гліколізу у м'язах накопичується молочна кислота, що призводить до поступового зниження рН до значень, характерних для посмертного закислення (в межах 5,5–6,0). Мінімальне значення рН досягається залежно від температури зберігання, фізіологічного стану риби, виду та інших факторів.

У випадку свіжої риби, вилов якої супроводжується належним дотриманням умов зберігання, рН м'яса коливається в межах 6,3–6,6. Подальше зберігання, особливо при підвищених температурах, активізує автолітичні процеси та бактеріальне розкладання, що, навпаки, призводить до підвищення рН. Значне перевищення зазначеного діапазону (особливо понад 6,8) є ознакою початку псування.

Температурний режим безпосередньо впливає на швидкість змін рН. При вищих температурах гліколітичні, автолітичні й мікробіологічні процеси прискорюються, що може як зменшити тривалість фази зниження рН, так і пришвидшити його подальше підвищення.

Таким чином, рН м'язової тканини риби – це складний, багатофакторний, проте надзвичайно інформативний біохімічний показник, що відображає фізіолого-біохімічні процеси після смерті організму. Його моніторинг має важливе значення при оцінюванні ступеня свіжості, якості та безпечності рибної продукції.

Порівняльні дані щодо біохімічних показників м'язової тканини риби наведені в таблиці 1.

Таблиця 1

Біохімічні показники риби

Показник	Свіжа риба	Риба сумнівної свіжості
pH	6,30 – 6,6	7,0-7,1
вміст сірководню з підігріванням проби	Відсутній (-)	Сліди сірководню
Визначення вмісту аміно-аміачного азоту, мг	0,49 ±0,06	0,54±0,09
Реакція з 5% розчином CuSO ₄ в бульйоні	Злегка мутний	Утворення пластівців
Реакція на пероксидазу	Швидко синьо-зелене → 1 хвилина →коричневе (+)	синьо-зелене → 3 хвилини →коричневе

Наведена таблиця представляє порівняльний аналіз ключових біохімічних показників, що використовуються для диференціації свіжої риби від риби сумнівної свіжості. Ці показники відображають складні автолітичні та мікробіологічні процеси, які відбуваються в м'язовій тканині риби після її смерті, і є важливими критеріями для оцінки якості та безпечності рибної продукції.

Значення pH є фундаментальним показником кислотно-лужного балансу м'язової тканини. У свіжої риби спостерігається слабокислий pH в діапазоні 6,30 – 6,6 (рис.1).

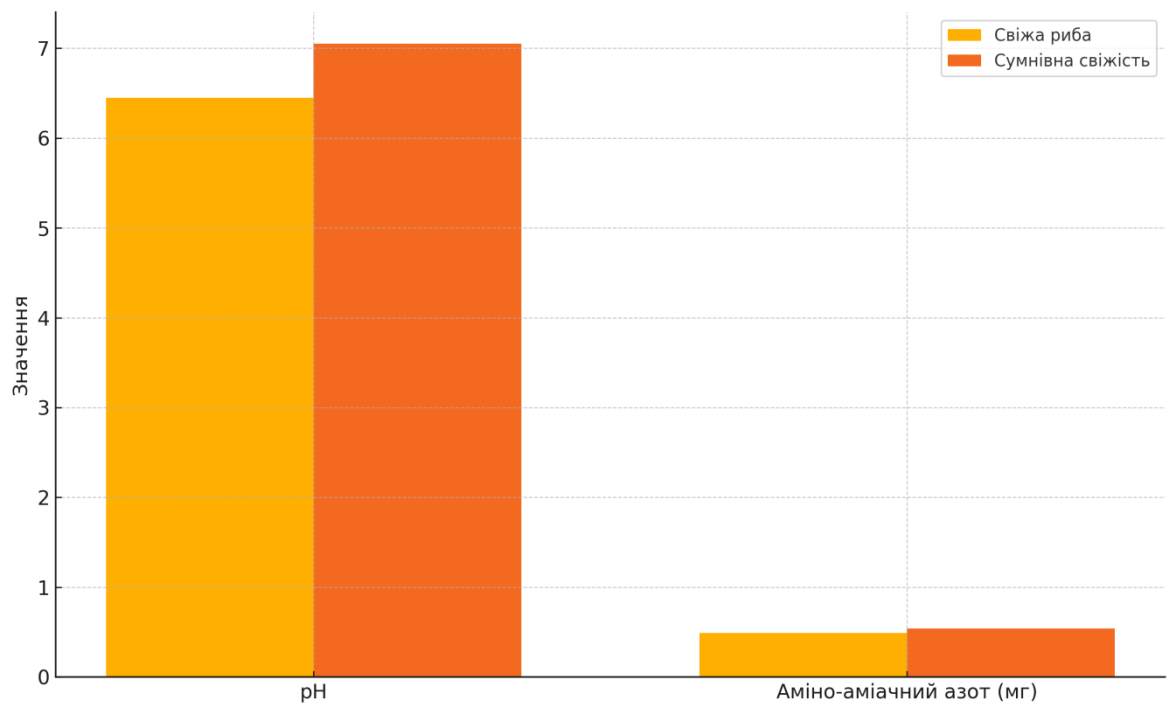


Рис.1. Показники рН та аміно-аміачний азот у рибі

Зниження рН у м'язовій тканині риби після її загибелі зумовлено накопиченням молочної кислоти внаслідок анаеробного гліколізу глікогену — природного біохімічного процесу, що активується після припинення кровообігу. Це зниження є ключовим етапом посмертного закислення тканин, яке зазвичай досягає мінімальних значень у межах 5,5–6,0 залежно від виду риби та умов зберігання.

У риби сумнівної свіжості, навпаки, рН підвищується до 7,0–7,1, наближаючись до нейтрального або навіть слаболужного середовища. Таке зростання пов'язане з накопиченням основних продуктів протеолітичного розпаду білків — насамперед аміаку, триметиламіну, диметиламіну та інших летких основних азотистих речовин. Ці сполуки утворюються під впливом автолітичних ферментів самої риби (зокрема катепсинів) і мікробіологічної деградації білкових структур. Таким чином, рН виступає чутливим і раннім індикатором свіжості, що відображає глибину та напрямок посмертних змін у м'язовій тканині.

Крім рН, ще одним інформативним показником є вміст аміно-аміачного азоту, що характеризує сумарну концентрацію вільних амінокислот та аміаку, які утворюються в результаті гідролітичного розпаду білків. У свіжій рибі цей показник зазвичай не перевищує 0,49 мг, що вказує на відносно низький рівень первинного протеолізу. Натомість у риби сумнівної свіжості концентрація аміно-аміачного азоту зростає до 0,54 мг, що є ознакою початкових стадій глибших автолітичних змін. Подальше підвищення цього показника свідчить про активізацію мікробіологічного розкладу, погіршення органолептичних властивостей та зниження харчової цінності продукту.

Таким чином, як рН, так і вміст аміно-аміачного азоту є важливими інструментами аналітичного контролю за якістю та безпечністю риби. Їх моніторинг дозволяє об'єктивно оцінити ступінь свіжості продукції та спрогнозувати її подальшу придатність до споживання.

Сірководень є леткою сірковмісною сполукою, що утворюється в результаті мікробного розкладання сірковмісних амінокислот (цистеїну та метіоніну) в анаеробних умовах. У свіжій рибі сірководень відсутній (-), що свідчить про відсутність або незначну активність сульфатредуючих бактерій та обмежені анаеробні процеси. Виявлення слідів сірководню при підігріванні проби риби сумнівної свіжості вказує на початок активного бактеріального розкладання, що є важливим критерієм погіршення якості та появи неприємного запаху.

Реакція з розчином сульфату міді використовується для оцінки розчинності та стану білків м'яса риби. У свіжій рибі спостерігається злегка мутний розчин, що відображає наявність невеликої кількості розчинних саркоплазматичних білків. У риби сумнівної свіжості відбувається утворення пластівців. Це явище зумовлене денатурацією та частковою коагуляцією білків міофібрил під впливом продуктів автолізу та змін рН. Втрата розчинності білків є ознакою їх деградації та погіршення текстури м'яса.

Активність ферменту пероксидази в тканинах риби (особливо в зябрах) є важливим індикатором свіжості. У свіжій рибі спостерігається швидка

позитивна реакція: додавання субстрату призводить до швидкої появи синьо-зеленого забарвлення, яке протягом 1 хвилини переходить у коричневе (+). Це свідчить про високу активність ферменту. У риби сумнівної свіжості реакція сповільнюється: зміна кольору до коричневого відбувається протягом 3 хвилин. Зниження активності пероксидази пов'язане з її інактивацією в процесі автолізу та бактеріальної діяльності, що корелює зі зменшенням свіжості.

Представлені біохімічні показники є цінними інструментами для об'єктивної оцінки свіжості риби. Зміни рН, поява сірководню, збільшення вмісту аміно-аміачного азоту, зміна реакції з сульфатом міді та зниження активності пероксидази є чіткими ознаками погіршення якості рибної продукції. Комплексне визначення цих показників у ветеринарно-санітарній експертизі дозволяє точно класифікувати рибу за ступенем свіжості та гарантувати безпеку споживання.

Для більш точної оцінки свіжості необхідно використовувати комплексний підхід, враховуючи як органолептичні, так і біохімічні показники, а також порівнювати отримані результати з нормативними документами та стандартами для конкретного виду риби.

Дослідження свіжості є динамічним процесом, і значення біохімічних показників змінюються з часом після смерті риби. Тому важливо враховувати час, що минув з моменту вилову до проведення аналізу.

Розуміння цих базових характеристик свіжої риби дозволяє більш обґрунтовано інтерпретувати результати, отримані при дослідженні конкретних зразків, та робити висновки щодо їхньої якості та свіжості.

При проведенні бактеріоскопічних досліджень у мазках - відбитках з глибоких шарів м'язів риби нами було виявлено від 2 до 4 мікробних клітин в 1 полі зору, а з поверхневих шарів від 5 до 8 клітин (палички і коки).

Визначення загального бактеріального обсіменіння риби за редуктазною пробою.

Показник загального бактеріального обсіменіння риби, визначений за допомогою редуктазної проби, є непрямим кількісним індикатором

мікробіологічного стану м'язової тканини. Метод базується на визначенні активності ферментів-редуктаз (зокрема дегідрогеназ), які продукуються мікроорганізмами в процесі їхньої життєдіяльності. Ці ферменти мають здатність відновлювати метиленовий синій до його безбарвної лейкоформи, що лежить в основі оцінки.

Чим вищий рівень бактеріального обсіменіння зразка, тим інтенсивніше продукуються ферменти-редуктази, і тим швидше відбувається знебарвлення барвника. Отже, час знебарвлення метиленового синього є обернено пропорційним до концентрації мікроорганізмів у досліджуваній рибі: швидке знебарвлення вказує на високу мікробну контамінацію, тоді як повільне або відсутнє знебарвлення свідчить про низький рівень бактеріального обсіменіння. Таким чином, редуктазна проба дозволяє оперативно оцінити свіжість риби та ступінь її мікробіологічної безпеки.

Слід зазначити, що редуктазна проба не є методом прямого підрахунку кількості колонієутворювальних одиниць (КУО), а лише відображає метаболічну активність мікрофлори. Результати можуть залежати від видового складу мікроорганізмів, температури інкубації, рН середовища, ступеня розвитку автолітичних процесів та фізіологічного стану самої риби. Проте завдяки своїй простоті та швидкості виконання метод широко використовується для скринінгового контролю якості риби, особливо на етапах вилову, транспортування та первинної обробки.

Показник загального бактеріального обсіменіння, визначений за редуктажною пробою, дозволяє отримати важливу інформацію щодо:

- санітарно-гігієнічного стану риби;
- потенційного ризику псування та очікуваного скорочення терміну зберігання;
- ефективності технологічних процесів зберігання, обробки та транспортування;
- загального рівня мікробіологічної безпеки рибної продукції.

Таким чином, визначення загального бактеріального обсіменіння риби за редуктазною пробою є цінним інструментом у ветеринарно-санітарній експертизі, що дозволяє швидко отримати уявлення про мікробіологічний стан продукції на основі метаболічної активності присутніх мікроорганізмів. Результати проведеного визначення загального бактеріального обсіменіння подано на рис. 2.

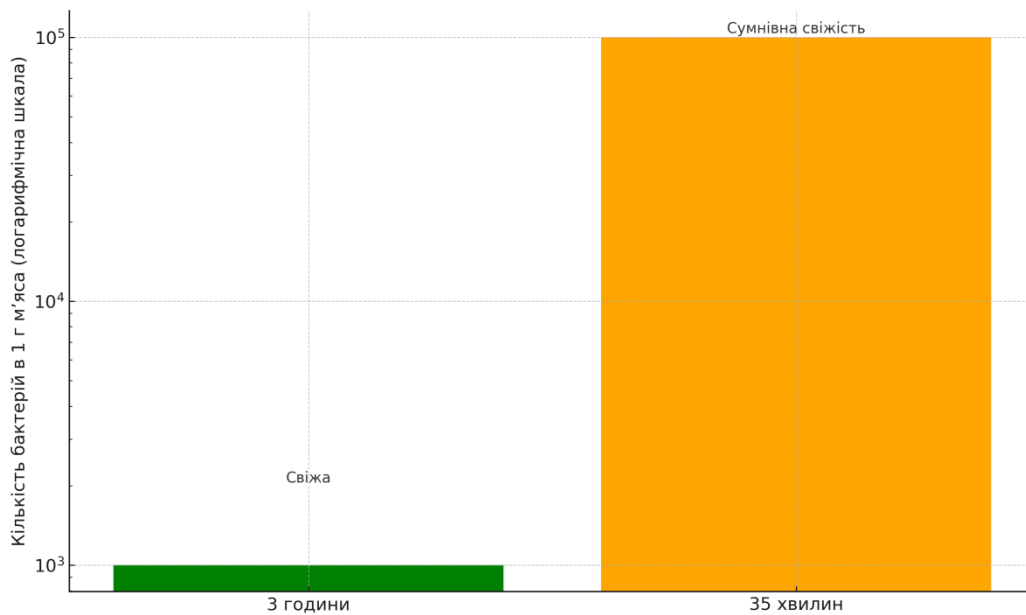


Рис.2. Бактеріальне обсіменіння риби

Загальне бактеріальне обсіменіння (ЗБО) є одним із провідних індикаторів свіжості риби та потенційної безпечності її для споживання. Зростання кількості мікроорганізмів у м'язовій тканині риби свідчить про активізацію автолітичних процесів та мікробного псування, що безпосередньо впливає на погіршення органолептичних властивостей і накопичення метаболітів, потенційно небезпечних для здоров'я людини.

Час знебарвлення метиленового синього у редуктазній пробі є додатковим експрес-показником оцінки мікробіологічного стану риби. Він відображає ферментативну активність мікроорганізмів і зміни в метаболізмі м'язової тканини, які відбуваються під час зберігання. Зменшення часу знебарвлення вказує на зростання ферментативної активності мікрофлори,

інтенсивніші процеси протеолізу та, відповідно, погіршення санітарного стану продукції.

Результати проведеного дослідження демонструють чітку залежність між загальним бактеріальним обсіменінням, часом знебарвлення та санітарною оцінкою зразків риби. Зразки свіжої риби характеризувалися низьким рівнем ЗБО і тривалим часом знебарвлення близько трьох годин. Це свідчить про мінімальну мікробну контамінацію та повільні темпи автолітичних змін. У свою чергу, зразки риби сумнівної свіжості мали вищі показники обсіменіння та значно коротший час знебарвлення (35 хвилин). Підвищення кількості мікроорганізмів на два порядки вказує на активний розвиток мікрофлори та прогресування процесів псування, а швидке знебарвлення є прямим свідченням метаболічної активності мікробів у тканинах.

Отримані дані підтверджують високу інформативність редуцтазної проби як методу експрес-діагностики мікробіологічного стану риби. Визначення ЗБО дозволяє виявити відхилення від санітарних нормативів, що є критично важливим для ухвалення рішення щодо придатності риби до реалізації. При цьому час знебарвлення може використовуватись як орієнтовний скринінговий тест, що забезпечує швидку попередню оцінку якості без застосування тривалих мікробіологічних методик.

Перевищення встановлених гігієнічних нормативів щодо ЗБО є прямим свідченням непридатності риби до споживання. У цьому контексті редуцтазна проба, доповнена іншими мікробіологічними та біохімічними дослідженнями, відіграє важливу роль у ветеринарно-санітарній експертизі рибної продукції.

Подальші дослідження з більшою кількістю зразків та розширеним переліком індикаторних показників дозволять сформувати поглиблену характеристику мікробіологічного профілю риби та створити більш точні критерії для її санітарної оцінки і стандартизації якості.

ВИСНОВКИ

1. Аналіз ключових біохімічних показників є ефективним методом диференціації свіжої та сумнівної свіжості риби.
2. Зміни рН відображають метаболічні процеси та накопичення продуктів розпаду.
3. Наявність сірководню є маркером активності бактеріального розкладання сірковмісних амінокислот.
4. Зростання вмісту аміно-аміачного азоту свідчить про прогресуючий протеоліз.
5. Зміна реакції з сульфатом міді відображає денатурацію білків м'язової тканини.
6. Зниження активності пероксидази корелює зі зменшенням свіжості внаслідок автолізу та бактеріальної діяльності.
7. Комплексне застосування біохімічних показників є важливим для об'єктивної оцінки якості та безпечності рибної продукції.
8. Потребують розробки дослідження, спрямовані на ідентифікацію нових біохімічних маркерів та розробку експрес-методів їхнього визначення.
9. Рекомендуємо витримувати встановлений температурно-вологісний режим і не перевищувати рекомендовані терміни зберігання риби.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Безпека харчових продуктів: антиаліментарні фактори, ксенобіотики, харчові добавки: навч. посіб. / Л. В. Кричківська та ін. Харків, 2017. 98 с.
2. Брулевич В. В. Безпечність харчових продуктів за законодавством України та Європейського Союзу. Цивільне право і цивільний процес. №2 (43), 2016. С. 75–83.
3. Вовк Н.І., Божик В.Й. Іхтіопатологія. Підручник. /Вовк Н.І., Божик. В.Й. - Київ:«Агроосвіта». 2014. 308 с
4. Гаєвська А.В. Паразитологія та патологія риб. Енциклопедичний словник–довідник. К. : Наук. думка, 2004. 360 с.
5. Давидов О. Личинки анізакід морської риби, небезпечні для людини: етіологія.Ветеринарна медицина України. 2003. №1. С.20-22.
6. Давидов О.М. Основи ветеринарно-санітарного контролю в рибництві: Посібник / О.М. Давидов, Ю.Д. Темніханов. К.: Фірма «ІНКОС», 2004. 144с.
7. Давидов О.Н. Хвороби прісноводних риб. К.: Колос. 2004. 564с.
8. Джміль В. Ветеринарно-санітарна експертиза та санітарна оцінка риби при анізакідозі. Ветеринарна медицина України. 2000. №4. С.36-37.
9. Димань Т. М., Мазур Т. Г. Безпека продовольчої сировини і харчових продуктів. Київ: Академія, 2011. 520 с.
- 10.Директива 2000/13/ЄС Європейського Парламенту та Ради від 20 березня 2000 р. про апроксимацію законодавств Держав-членів ЄС у галузі маркування, зовнішнього вигляду та реклами харчових продуктів
- 11.ДСТУ 7670:2014 Сировина і продукти харчові. Готування проб. Мінералізація для визначання вмісту токсичних елементів
- 12.ДСТУ EN 12393-1:2003 Продукти харчові нежирові. Визначення вмісту залишків пестицидів газохроматографічним методом. Частина 1. Загальні положення (EN 12393-1:1998, IDT)
- 13.ДСТУ EN ISO 6579-1:2022 Мікробіологія харчового ланцюга. Горизонтальний метод виявлення, підрахунку та серотипування

- Salmonella. Частина 1. Виявлення *Salmonella* spp (EN ISO 6579-1:2017, IDT; ISO 6579-1:2017, IDT) https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=101696
- 14.ДСТУ ISO 11290-1:2003 Мікробіологія харчових продуктів та кормів для тварин. Горизонтальний метод виявлення та підрахування *Listeria monocytogenes*. Частина 1. Метод виявлення (ISO 11290-1:1996, IDT)
 - 15.ДСТУ ISO 4832:2015 Мікробіологія харчових продуктів та кормів для тварин. Горизонтальний метод підрахування колиформ. Метод підрахування колоній (ISO 4832:2006, IDT) https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=76899
 - 16.Микитюк П.В., Якубчак О.М. Хвороби прісноводних риб. Київ: Урожай, 1992. Гаєвська А.В. Паразитологія та патологія риб. Енциклопедичний словник-довідник. Київ: Наукова думка, 2004.
 - 17.Наконечна М.Г. Хвороби риб з основами рибництва / Наконечна М.Г., Петренко О.Ф., Постой В.П. – К. : „Науковий світ”, 2003. 221 с. 18.
 - 18.Полтавченко Т.В., Богатко Н.М., Парфенюк І.О. Санітарія та гігієна в рибництві. Лабораторний практикум. Рівне: НУВГП, 2016. 120 с.
 - 19.Порядок відбору зразків та їх перевезення (пересилання до уповноважених лабораторій для цілей державного контролю та форми акта відбору зразків. Наказ Мінагрополітики та продовольства України №490 від 11.10.2018 р. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1464-18#Text>
 - 20.Про встановлення загальних принципів і вимог законодавства про харчові продукти, створення Європейського органу з безпеки харчових продуктів і встановлення процедур у питаннях, пов'язаних із безпекою харчових продуктів : Регламент (ЄС) Європейського Парламенту і Ради від 28.01.2002. № 178/2002. URL: [http:// old.vet.gov.ua/int-coop/EU_requirement](http://old.vet.gov.ua/int-coop/EU_requirement).
 - 21.Про державний контроль за дотриманням законодавства про харчові продукти, корми, побічні продукти тваринного походження, здоров'я та

- благополуччя тварин: Закон України від 18.05.2017 № 2042-VIII. *Відомості Верховної Ради України*. 2017. № 31. С. 343.
22. Про затвердження Вимог щодо розробки, впровадження та застосування постійно діючих процедур, заснованих на принципах Системи управління безпечністю харчових продуктів (НАССР): наказ Міністерства аграрної політики та продовольства України від 01.10.2012 № 590 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1704-12#Text> (дата звернення: 11.03.2025).
23. Про затвердження Гігієнічних вимог до виробництва та обігу харчових продуктів тваринного походження: наказ Міністерства аграрної політики та продовольства України від 20.10.2022 № 813. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1409-22#Text> (дата звернення: 11.03.2025).
24. Про затвердження Державних гігієнічних нормативів Допустимі рівні вмісту радіонуклідів ^{137}Cs та ^{90}Sr у продуктах харчування та питній воді. Наказ Міністерства охорони здоров'я України від 3 травня 2006 року № 256. <https://ips.ligazakon.net/document/re12719>
25. Про основні принципи та вимоги до безпечності та якості харчових продуктів: Закон України від 23.12.1997 № 771/97-ВР [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://ips.ligazakon.net/document/Z970771?an=748971> (дата звернення: 12.01.2025).
26. Про рибне господарство, промислове рибальство та охорону водних біоресурсів: Закон України від 15.11.2024 № 3677-VI [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3677-17#Text> (дата звернення: 11.03.2025).
27. Про Цілі сталого розвитку України на період до 2030 року: Указ Президента України від 30.09.2019 № 722/2019 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/722/2019#Text> (дата звернення: 11.03.2025).

28. Регламент (ЕС) 882/2004 Європейського Парламенту та Ради від 29 квітня 2004 року про офіційні заходи контролю, що застосовують для забезпечення підтвердження відповідності з кормовим та харчовим законодавством, правилами щодо здоров'я та благополуччя тварин
29. Регламент (ЄС) № 852/2004 Європейського Парламенту та Ради від 29 квітня 2004 року про гігієну харчових продуктів
30. Регламент (ЄС) № 178/2002 Європейського парламенту та Ради від 28 січня 2002 року про встановлення загальних принципів і вимог законодавства про харчові продукти, створення Європейського Агенства з питань безпеки харчових продуктів і встановлення процедур у питаннях, пов'язаних із безпекою харчових продуктів.
31. Риковська О., Фраєр О., Михайленко О. Аналіз стану сільського господарства України та імплементація нормативно-правових актів ЄС, дотичних до аграрних та довкілєвих питань. Київ: ГО «Екодія», 2024. 22 с. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://ecoaction.org.ua/wp-content/uploads/2024/03/analiz-stanu-sg-ua-ta-implement-es2024.pdf> (дата звернення: 11.03.2025).
32. Секретарюк К.В. Основні хвороби ставових риб / К.В. Секретарюк, В.Й. Божик, О.І. Срижак. Львів: ВП «МП», 2001. С. 81–84.
33. Секретарюк К.В., Данко М.М., Стибель В.В. Ветеринарна санітарія і гігієна в рибництві. М., 2002. 177 с.
34. Системи управління безпекою харчових продуктів: ДСТУ ISO 22000:2007. [Чинний від 2007-01-01]. К.: Держспоживстандарт України, 2007. 30 с. (Національний стандарт України).
35. Стибель В.В. Інвазійні хвороби риби: навч. пос. / В.В. Стибель, А.В. Березовський, Ю.Ю. Довгій [та ін.]. Житомир: Полісся, 2016. 142 с.
36. Фотіна Т.І. Ветеринарно-санітарна експертиза риби, морських ссавців та безхребетних: навчальний посібник / Т.І. Фотіна, А.В. Березовський, Р.В. Петров, Н.В. Горчанок. Вінниця: Нова книга, 2013. 120 с.

- 37.Якубчак О.М., Тютюн А.І. Державна ветеринарно-санітарна експертиза: Навчальний посібник, друге видання (доповнене) Укл. О.М.Якубчак, А.І.Тютюн. К.:ЦП «Компринт», 2017. 67 с.
- 38.Codex Alimentarius. Food hygiene. Basic texts. Second edition / Issued by the Secretariat of the Joint FAO/WHO Food Standarts Programme, FAO, Rome. 2001. P. 47–64.
- 39.Codex Alimentarius. Food hygiene. Basic texts. <http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/home/>
- 40.FAO. The State of World Fisheries and Aquaculture 2022. Towards Blue Transformation. Rome: FAO, 2022. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://doi.org/10.4060/cc0461en> (дата звернення: 11.03.2025).
- 41.Hazard Analysis Critical Control Point (HACCP). [Електронний ресурс]. URL::<http://www.fda.gov/Food/GuidanceRegulation/HACCP/>.
- 42.Matthee, M. (2007). The Codex Alimentarius Commission and its standards. [Doctoral Thesis, Maastricht University]. Maastricht University.<https://doi.org/10.1007/978-90-6704-515-5>.
- 43.Schechter A., Colacino J., Haffner D., Patel K., Opel M., Birnbaum L. Perfluorinated Compounds, Polychlorinated Biphenyls, and Organochlorine Pesticide Contamination in Composite Food Samples from Dallas, Texas, USA. *Environmental Health Perspectives*. 2010. Vol. 118, Issue 6. P. 796–802. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://doi.org/10.1289/ehp.0901347> (дата звернення: 11.03.2025).