











МІКРОБІОЛОГІЯ, ЕПІЗООТОЛОГІЯ ТА ІНФЕКЦІЙНІ ХВОРОБИ

УДК 619:614.31:658.81:639.21

Видовий склад мікроорганізмів та їх кількісні показники за мікробіологічних випробувань зразків риби та рибної продукції

Мусієць І.В.¹ , Рубленко І.О.¹ , Чечет О.М.² , Горбатиук О.І.² ,
Піщанський О.В.² , Рубленко С.В.¹ , Руда М.Є.² ,
Баланчук Л.В.² , Мех Н.Я.² , Жовнір О.М.³ 

¹Білоцерківський національний аграрний університет²Державний науково-дослідний інститут з лабораторної діагностики і ветеринарно-санітарної експертизи³ Інститут ветеринарної медицини НААН

Кореспондентний автор Рубленко І.О. E-mail: rublenkoi@meta.ua; 097-398-57-83



Мусієць І.В., Рубленко І.О., Чечет О.М., Горбатиук О.І., Піщанський О.В., Рубленко С.В., Руда М.Є., Баланчук Л.В., Мех Н.Я., Жовнір О.М. Видовий склад мікроорганізмів та їх кількісні показники за мікробіологічних випробувань зразків риби та рибної продукції. Науковий вісник ветеринарної медицини, 2024. № 2. С. 56–68.

Musiets I., Rublenko I., Chechet O., Horbatiuk O., Pishchanskyi O., Rublenko S., Ruda M., Balanchuk L., Mekh N., Zhovnir O. Species composition of microorganisms and their quantitative indicators in microbiological tests of fish and fish products. *Nauk. visn. vet. med.*, 2024. № 2. PP. 56–68.

Рукопис отримано: 07.10.2024 р.

Прийнято: 22.10.2024 р.

Затверджено до друку: 28.11.2024 р.

Doi: 10.33245/2310-4902-2024-192-2-56-68

Інтеграційні процеси в Україні пов'язані з адаптацією нормативної документації до стандартів ЄС. Пріоритетними напрямками у міжнародних нормативних документах є гарантування виробництва безпечної і якісної продовольчої сировини різних галузей сільського господарства, зокрема рибницької. У країнах ЄС спостерігається досить високий рівень поширеності в сировині та харчовій продукції, зокрема рибницької галузі, ентеропатогенних штамів *Escherichia coli*, збудників родів *Salmonella*, *Enterococcus*, *Campilobacter* та ін.

Враховуючи те, що в Україні через певні методичні обмеження у моніторингових та рутинних дослідженнях не завжди виділяють всі види бактерій, які контамінують рибу і рибну продукцію, тому метою поглиблених мікробіологічних досліджень було визначення реального видового складу бактеріальних мікроорганізмів у зразках риби і рибної продукції, та здійснення кількісного порівняльного аналізу одержаних результатів поглиблених мікробіологічних досліджень з результатами моніторингових і рутинних випробувань для оцінки реальних ризиків щодо зараження умовно-патогенними, зокрема зоонозними, мікроорганізмами.

За поглиблених мікробіологічних досліджень виділено умовно-патогенні мікроорганізми у 125 (37,1 % від досліджених) зразках риби та рибної продукції. За результатами Державного моніторингу виділено лише 1 (0,3 % від досліджених) штам *Listeria monocytogenes*. За рутинних досліджень виділено 22 (6,5 % від досліджених) таких штами.

За мікробіологічних випробувань серед 129 позитивних зразків ідентифіковано 45 ізолятів *Escherichia coli*, 51 ізолят *Staphylococcus aureus*, 19 ізолятів *Listeria monocytogenes*, 5 ізолятів *Bacillus spp.*, 4 ізоляти *Enterococcus faecalis*, 1 ізолят *Proteus vulgaris*, що вказує на високий рівень контамінації патогенними мікроорганізмами, зокрема зоонозними, та перевищує одержані кількісні показники Державних моніторингових випробувань – в 123,7 рази, за рутинних досліджень – у 5,7 разів. Одержані результати поглиблених мікробіологічних досліджень засвідчують необхідність у проведенні корегування чинної документації щодо проведення випробувань зразків риби і рибної продукції за розширеними мікробіологічними критеріями, оскільки існують реальні ризики ймовірного зараження тварин, птиці та людини означеними патогенами.

Ключові слова: контамінація, риба, рибна продукція, мікробіологічні дослідження, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes*, *Enterococcus faecalis*, *Proteus vulgaris*, *Bacillus spp.*

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень. Інтеграція України в європейське (ЄС) та світове співтовариство потребує від держави проведення низки змін щодо адаптації чинних документів до стандартів та норм Європейського Союзу. Одним із основних пріоритетних напрямів, закріплених міжнародними нормами, є вимоги щодо безпечності і якості продовольчої продукції, від якої залежить здоров'я, довголіття, працездатність, опір захворюванням, зменшення негативного впливу навколишнього середовища та ряду інших чинників, що згубно впливають на здоров'я населення [1, 2].

На сучасному етапі Міністерство охорони здоров'я України презентувало програму щодо здорового харчування населення з акцентом на оздоровлення української нації. Риба та рибна продукція входить до раціону людини, оскільки її харчова цінність визначається повнотою забезпечення фізіологічних потреб людини [3, 4]. Біологічна цінність риби є показником якості рибного білка за амінокислотним складом щодо забезпечення потреб організму людини в амінокислотах для синтезу білка. Білок риби за вмістом лізину, триптофану і аргініну перевершує цінність курячого білка, а за вмістом валіну, лейцину, аргініну, фенілаланіну, тирозину, триптофану, цистину і метіоніну є оптимальним амінокислотним складом для їжі людини. У зв'язку з цим риба, рибна сировина і продукція, завдяки амінокислотному складу та білковій структурі мають бути обов'язковими складовими раціону людини [5]. Однак, не зважаючи на це, риба та вироби з неї несуть небезпеку людині, тваринам і навколишньому середовищу у зв'язку з наявністю та швидким розмноженням мікроорганізмів (умовно-патогенних та патогенних).

Наразі в більшості країн-членів ЄС констатують досить високий рівень поширеності ентеропатогенних штамів *Escherichia coli*, збудників родів *Salmonella*, *Enterococcus*, *Campylobacter* та інших в сировині і продукції рибницької галузі [6, 7].

Проте, система моніторингу риби та рибної продукції в Україні не охоплює усіх ризиків за її вирощування, переробки сировини, виявлення критичних точок у технологічних процесах, у прогнозуванні можливої бактеріальної контамінації зі сторони об'єктів довілля. Така ситуація є небезпечною, оскільки провокує ризики щодо виникнення інфекційних захворювань у тварин, птиці, людини і може мати прямі епідеміологічні наслідки через використання контамінованої сировини

і продукції, а також відходів рибної сировини, що використовують у інших сільськогосподарських та промислових галузях.

Хоча в Україні запроваджений Національний план дій щодо боротьби із стійкістю до протимікробних препаратів, згідно з положеннями Глобальної стратегії Всесвітньої організації охорони здоров'я (WHO) щодо стримування стійкості до антибактеріальних препаратів, цей план не поширюється на рибопереробну галузь України.

З огляду на це, виникла необхідність встановити видовий спектр мікроорганізмів у зразках риби та рибної продукції для подальшого вивчення у них чутливості до АБП та проведення скринінгу на перевірку продукції щодо набутих ними ферментів антибіотико-резистентності.

В усьому світі, зокрема в Україні, рибальську галузь супроводжує ряд проблем. Це стосується зростання масштабів розповсюдження харчових зоонозних інфекцій, які реєструють у всіх країнах-членах ЄС. Людські інфекції передаються через вживання зараженої риби та рибної продукції, що може відбуватися в період вирощування риби, її вилову, під час переробки сировини через недотримання санітарно-гігієнічних норм, за порушення технології переробки риби і виготовлення рибної продукції [8, 9].

За зростаючої потреби споживання біологічно цінних, якісних та безпечних риби і рибної продукції, перед рибницькою галуззю України та у межах Європейської концепції «Єдине здоров'я», до якої залучена Україна, ставляться виклики щодо повного забезпечення населення повноцінними, безпечними, якісними продуктами [10, 11]. До об'єктів діяльності рибної галузі України входять вилов, переробка, відтворення та збільшення запасів риби, біоресурсів у природних і штучних водоймах. Рибна галузь держави забезпечує отримання не лише цінних харчових продуктів для споживання, а також постачає інші галузі кормовими, лікарськими та технічними продуктами [12]. Дослідники наголошують на тому, що країна має власні необхідні водні і рибні ресурси, але донині залишається імпортозалежною державою та імпортує близько 80,0 % риби і рибної продукції [13].

Оскільки Україна прагне інтеграції до ЄС, тому долучена до світових стратегій «Єдине здоров'я» (One Health) та Глобальна безпека охорони здоров'я (Global Health Security), розроблених провідними світовими організаціями – Продовольчою сільськогосподарською Організацією ООН (ФАО),

Всесвітньою організацією охорони здоров'я (ВООЗ) та Всесвітньою організацією охорони здоров'я тварин (МЕБ). Головними пріоритетами означених світових стратегій є збереження здоров'я людини, тварин та забезпечення виробництва якісної і біобезпечної продукції. В Україні також як контроль проводять моніторинги сировини та продукції всього агропромислового комплексу, зокрема якості і безпечності сільськогосподарської продукції. За зазначених моніторингових досліджень проводять збір, аналіз і систематизацію інформації щодо невідповідності мікробіологічним критеріям риби та рибної продукції, тобто її забрудненості біотичними контамінантами – збудниками бактеріальної етіології, зокрема і зоонозними [14].

Однак, на сучасному етапі ще більшою проблемою є формування в умовно-патогенних мікроорганізмів резистентності до антибіотиків, навіть одночасно до кількох їх груп. Наразі стійкість бактеріальних збудників до антибіотиків та поява штамів з набутою антибіотикорезистентністю є проблемою глобального значення, яка спричиняє серйозні загрози для людства через пряму передачу набутої резистентності іншим видам бактерій, зокрема мікробіоті людини [14, 15]. У зв'язку з наведеним вище та для одержання безпечної і якісної сировини та продукції рибної галузі необхідно визначати реальний видовий склад мікроорганізмів, контамінуючих рибу і рибну продукцію. Тимчасом моніторингові випробування зразків риби і рибної продукції обмежені визначеним переліком мікробіологічних невідповідностей стосовно певних мікроорганізмів, рутинні дослідження також мають певні методичні обмеження, за якими не завжди потребується виділення всіх видів бактерій, які контамінують рибу і рибну продукцію.

Метою поглиблених мікробіологічних досліджень було виділення, ідентифікація збудників бактеріальної етіології, встановлення їх реального видового спектру у зразках риби і рибної продукції та здійснення кількісного порівняльного аналізу одержаних результатів поглиблених мікробіологічних досліджень з результатами моніторингових та рутинних випробувань для оцінки реальних ризиків щодо зараження умовно-патогенними, зокрема зоонозними, мікроорганізмами.

Матеріал та методи досліджень. Дослідження проведені на базі науково-дослідного бактеріологічного відділу Державного науково-дослідного інституту з лабораторної діагностики та ветеринарно-санітарної

експертизи (ДНДІЛДВСЕ), м. Київ та кафедри мікробіології та вірусології Білоцерківського національного аграрного університету (БНАУ), м. Біла Церква.

Моніторингові мікробіологічні дослідження зразків риби та рибної продукції на невідповідність проводили згідно з Наказом Державної служби України з питань безпечності та захисту прав споживачів № 641 від 30.12.2022 р. та № 889 від 27.12.2023 р. про затвердження Планів державного моніторингу рибних продуктів на 2023 і 2024 рр. відповідно. Моніторингові випробування обмежені завчасно розробленим планом щодо кількості досліджень зразків риби і рибної продукції та переліку рибопереробних господарств, які мають брати участь у означеному моніторингу. Згідно з чинними нормативними документами по моніторингових випробуваннях у зразках риби і рибної продукції визначення невідповідності мікробіологічних критеріїв обмежується виявленням збудників сальмонельозу та *Listeria monocytogenes*.

Повсякденні рутинні методи досліджень риби та рибної продукції обмежуються вимогами рибопереробних підприємств за власне розробленою чинною документацією (затвердженими ТУ, методичними вказівками). Рутинні дослідження проводять згідно із замовленнями виробника продукції на виявлення невідповідності щодо показників КМАФАнМ, БГКП, *Staphylococcus aureus*, збудників сальмонельозу, *Listeria monocytogenes*, сульфитредукуючих клостридій. Але такий перелік на вимогу виробників може бути і більш обмеженим. Тому, і моніторингові і рутинні випробування з визначення невідповідності мікробіологічним критеріям щодо патогенних збудників не надають повної картини щодо видового складу наявних у зразках риби і рибної продукції мікроорганізмів, зокрема патогенних.

Власні поглиблені мікробіологічні дослідження зразків риби та рибної продукції проводили за допомогою прямих пересівів із середовища накопичення (обирали залежно від досліджуваних мікроорганізмів), в яке попередньо були внесені зразки риби або рибної продукції, проведено їх культивування за температури $37 \pm 1,0$ °C упродовж 24 год. Пересіви проводили на відповідні середовища для виявлення *Escherichia coli* (середовище Ендо, трицукровий агар, TSC, XLD, Рамбак), бактерій родів *Staphylococcus* (середовище Байд-Паркера, жовтково-сольовий агар, молочно-сольовий агар), *Listeria* (бульйон Фрейзера, середовище L-mono), *Enterococcus*

(МПА із вмістом 6,5 % солі, за дифузного помутніння МПБ), *Bacillus* (молоко із додаванням метиленового синього), *Proteus* (агар Плоскірева), для виявлення сульфїтредукуючих бактерій (середовище Кітта-Тароцці і середовище CST).

Усі випробування проводили згідно з чинною нормативною документацією, дотримуючись положень та методик мікробіологічних досліджень, регламентованих державними і міжнародними стандартами: ДСТУ 8534:2015; ДСТУ ISO 7251: 2006; ДСТУ 30726-2002; ISO 7251:2005; ISO 16649-3:2015; ДСТУ EN 12824: 2004; ISO 6579-1:2017/ Amd 1:2020; ISO 6579-1:2017; ISO 15213-1:2023; ISO 15213-2:2023; ISO 11290-1:2017; ДСТУ EN ISO 11290-1:2022; ДСТУ 7444:2013 [16–28].

Проведено порівняльний аналіз щодо кількісного та видового складу виділених бактеріальних збудників, зокрема зоонозних, за різних підходів до випробувань – моніторингових, щоденних рутинних та власних поглиблених мікробіологічних досліджень зразків риби і рибної продукції, що надходили для досліджень із рибопереробних підприємств на території України.

Методи досліджень: мікроскопічний, культуральний, біохімічний, статистичний.

випробувань та власних поглиблених було досліджено 337 зразків риби і рибної продукції, зокрема зразків риби свіжої – 129; риби охолодженої – 45; риби мороженої – 11; риби соленої – 13; риби копченої – 13; оселедців – 37; ікри, моллюсків та інших продуктів моря – 60; напівфабрикатів та кулінарних виробів з морепродуктів – 29.

За проведеним аналізом результатів власних поглиблених мікробіологічних досліджень встановлено, що 45 культур ідентифіковані як *Escherichia coli*, оскільки вони мали усі типові властивості, характерні для цього збудника. Зокрема, на середовищі Ендо спостерігався характерний ріст у вигляді червоних колоній з металевим блиском та почервонінням середовища під ними. На середовищі Рамбак виростили колонії зеленого кольору, що є характерною особливістю для ешерихій за росту на цьому середовищі. Колонії забарвлені в жовтий колір із зоною опалесценції навколо росли на середовищі XLD, що підтверджує їх належність до *Escherichia coli* (рис. 1).

На середовищі Сімонса дослідні ізоляти ешерихій не росли і середовище не змінювало колір, що є однією із характерних культуральних ознак для ешерихій. Ріст дослідних ізолятів *Escherichia coli* на скошеному стовпчику

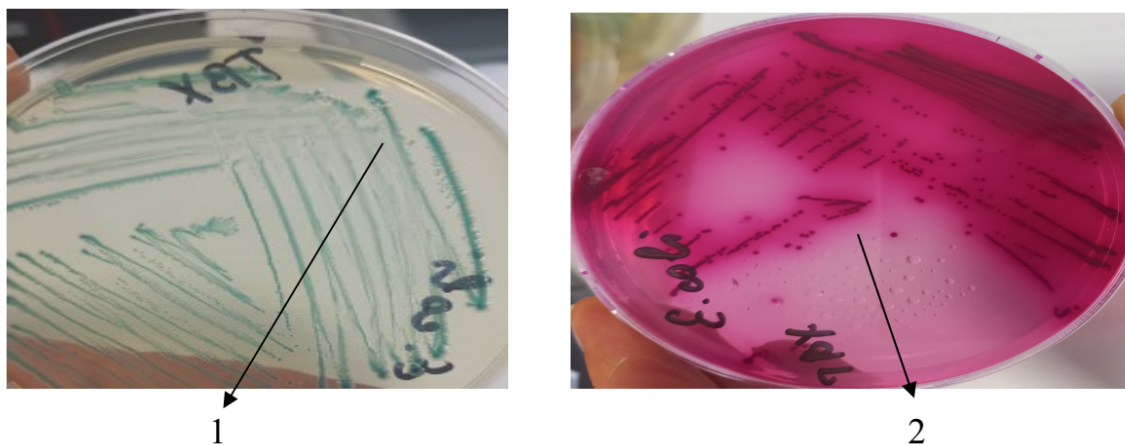


Рис. 1. Особливості культурального росту ізоляту *Escherichia coli* на диференційно-діагностичних середовищах: 1 – ріст на середовищі ТСC; 2 – ріст на середовищі Ендо.

Результати дослідження. За період від 01.07. 2023 до 01.04. 2024 рр. на невідповідність мікробіологічним критеріям щодо виявлення умовно-патогенних мікроорганізмів за моніторингових випробувань було досліджено 215 зразків риби і рибної продукції згідно з планами, розроблених на 2023–2024 рр. Впродовж дослідного періоду за рутинних

трицукрового агару (ТЦА) характеризувався зміною кольору середовища із червоного на жовтий на скошеній його частині та у товщі агару через ферментацію ешерихіями цукрів до кислоти і зміною рН середовища. Це свідчило про характерні для ешерихій біохімічні властивості дослідних ізолятів. Крім того, вивчення біохімічних властивостей на

середовищі Гіса у ізолятів *Escherichia coli* на виявлення ферментів для збродження глюкози, лактози, сахарози, мальтози, арабінози, рамнози та ксилоли підтвердили їхню наявність. Дослідні ізоляти не зброджували дульцит. Була підтверджена продукція індолу, який утворювався за повного розпаду білків і проявлявся у вигляді почервоніння смужки, просякнутої індикатором Ковача – всі дослідні культури *Escherichia coli* мали таку властивість. Біохімічні властивості дослідних ізолятів *Escherichia coli*, виділених із зразків риби та рибної продукції, підтверджували наявність основних характерних біохімічних властивостей для ешерихій.

За аналізом результатів досліджень на виявлення збудників стафілококових інфекцій було виділено та ідентифіковано 38 ізолятів. Належність до *Staphylococcus aureus* підтверджено культуральним ростом дослідних ізолятів стафілококів на молочно-сольовому агарі після культивування у термостаті, оскільки був характерний для збудника ріст непрозорих, округлих, з рівними краями, випуклих пігментованих у жовтуватий, жовтий і білий кольори колоній малих і середніх розмірів. На жовтково-сольовому агарі дослідні ізоляти стафілококів росли у вигляді колоній світлого кольору середніх розмірів з утворенням навколо колоній зони помутніння з райдужним вінчиком, це ознака наявності продукції лецитинази, що є характерною властивістю *Staphylococcus aureus*. На середовищі Байд-Паркера був виявлений специфічний ріст дослідних ізолятів стафілококів у вигляді характерних чорних колоній з металевим блиском та чіткою зоною опалесценції навколо них, що є характерною ознакою для *Staphylococcus aureus* (рис. 2).

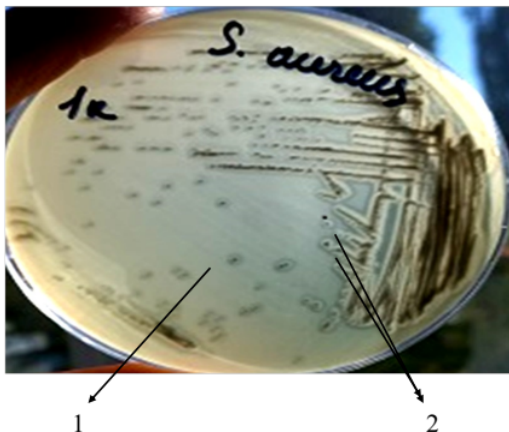


Рис. 2. Особливості культурального росту ізоляту *Staphylococcus aureus* на середовищі Байд-Паркера:

- 1 – ріст чорних колоній із металевим блиском;
2 – зона опалесценції навколо колоній.

Із окремих характерних колоній на середовищі Байд-Паркера виготовляли мазки для проведення перевірки на чистоту ізолятів *Staphylococcus aureus*. Виготовлені препарати фіксували, фарбували за методом Грама. За мікроскопії препаратів у полі зору спостерігали однорідні грампозитивні коки, розташовані окремо, попарно, гронами і пакетами, що підтверджувало чистоту дослідних ізолятів *Staphylococcus aureus*. Результати проведення тесту на плазмокоагуляцію, яка почала у різних ізолятів проявлятися через проміжок часу від 2 год 30 хв до 6 год після постановки, показало повне згортання плазми крові кроля у всіх дослідних ізолятів стафілококів, виділених із зразків риби та рибної продукції, що підтверджувало одну із характерних типових властивостей *Staphylococcus aureus*. За дослідження біохімічних властивостей дослідних ізолятів у всіх виявлено цукролітичні ферменти до збродження лактози, глюкози, маніту, мальтози, які підтверджують ферментативні властивості, характерні для *Staphylococcus aureus*. За результатами постановки тестів на каталазу і оксидазу у всіх дослідних ізолятів було виявлено продукцію каталази та відсутність оксидази, що свідчило про їх належність до *Staphylococcus aureus*. За вивчення гемолітичних властивостей дослідних ізолятів стафілококів було виявлено повний гемоліз еритроцитів барана (β -гемоліз) з прозорою зоною навколо колоній, що підтверджує характерну типову властивість *Staphylococcus aureus*.

За результатами ідентифікації на виявлення збудників лістеріозу було встановлено 19 ізолятів *Listeria monocytogenes*. Підтвердженням наявності росту дослідних ізолятів лістерій було потемніння першого і другого бульйонів Фрейзера. Спостерігався ріст дрібних, темного кольору колоній із запалим центром з почервонінням середовища під ними на селективному агарі PALCAM. На середовищі L-моно дослідні ізоляти бактерій росли у вигляді зеленкуватих колоній з чіткою зоною опалесценції колоній *Listeria monocytogenes* (рис. 3).

За постановки САМР-тесту підтверджено, що виділені ізоляти належали до виду *Listeria monocytogenes* за зоною розширення і просвітлення гемолізу навколо штриха *Staphylococcus aureus* та вузькою зоною гемолізу біля штриха *Rhodococcus equi*.

За результатами досліджень на виявлення бактерій роду *Bacillus* виділено 5 ізолятів. Їх належність до цього роду було підтверджено відсутністю росту бактерій на МПА за анаеробних умов та їх ростом на МПА за звичайних умов культивування (рис. 4).

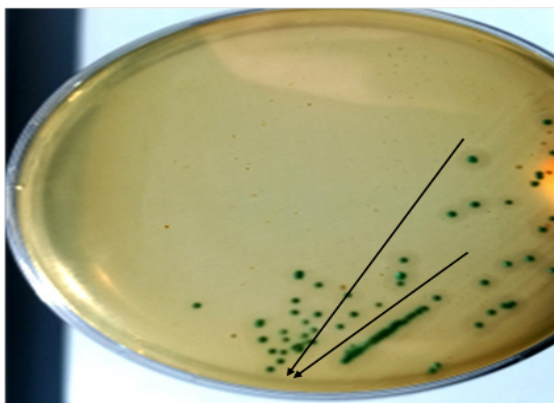


Рис. 3. Особливості культурального росту ізоляту *Listeria monocytogenes* на середовищі L-mono:

1 – ріст зеленкуватих колоній з чіткою зоною опалесценції навколо колоній.

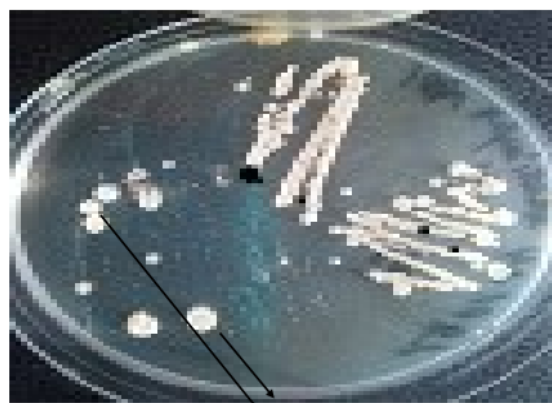


Рис. 4. Ріст бактерій роду *Bacillus*, виділених із зразків риби та рибної продукції, на чашках з МПА за аеробних умов:

1 – колонії середні і великі за розміром, матові, тілесного кольору з порізаними краями.

Ріст дослідних ізолятів на пробірках з молоком із додаванням метиленового синього характеризувався знебарвленням молока, що підтверджувало редукцію метиленового синього, це характерні властивості бактерій роду *Bacillus*. Особливими характерними ознаками належності дослідних ізолятів до роду *Bacillus* був їх ріст МПА з 7,5 % хлоридом натрію. Посів на середовище з додаванням крохмалю характеризувався розрідженням середовища за росту дослідних ізолятів збудника, оскільки бактерії роду *Bacillus* розщеплюють крохмаль. За проведення біохімічних досліджень на середовищі Гіса з манітом, ксилозою, глюкозою, арабінозою, лактозою, окрім лактози були зброжені усі вуглеводи зі зміною кольору середовища на червоний, що підтверджувало типову властивість бактерій роду *Bacillus* до ферментації означених цукрів, окрім лактози. За постановки тесту на каталазу він був позитивним в усіх дослідних ізолятів бактерій роду *Bacillus*, що підтверджувало одну із характерних їх властивостей.

За особливостями культурального росту дослідних ізолятів бактерій роду *Enterococcus* на звичайних поживних середовищах, за росту на сольовому МПА з вмістом 6,5 % солі, за дифузного помутніння МПБ з додаванням 1 % глюкози і 10 % інактивованої сироватки крові коней, за росту на МПА з додаванням 1 % глюкози і 10 % дефібрированої крові кроля була підтверджена належність виділених дослідних бактерій до роду *Enterococcus*. Ріст дослід-

них ізолятів бактерій на твердому середовищі з телуритом калію у вигляді колоній темного кольору та на ентерококовому середовищі у вигляді колоній вишнево-червоного кольору підтвердив їх належність до виду *Enterococcus faecalis* (рис. 5).

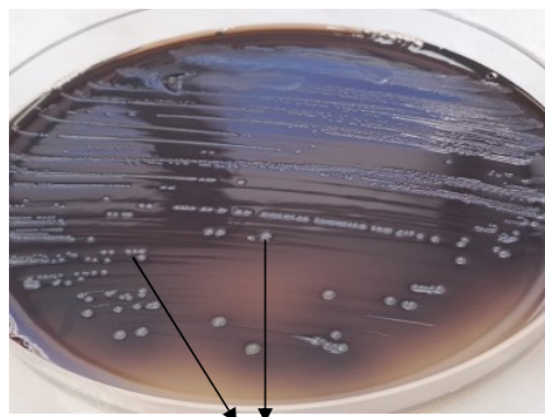


Рис. 5. Візуалізація росту ізолятів *Enterococcus faecalis*, виділених із зразків риби та рибної продукції, на твердому середовищі з телуритом калію:

1 – колонії темного кольору і запалим центром з потемнінням середовища під ними.

За обліком результатів культурального росту ізолятів бактерій роду *Proteus* на середовищах Ендо отримано безколірні, сироваті з рожевим відтінком повзучі колонії.

На агарі Плоскірева виявлений ріст прозорих з перламутровим відтінком колоній, в зоні росту яких з'являвся жовтий відтінок через залуження середовища через ріст культури. Посіви на вісмут-сульфіт агарі характеризувалися ростом колоній темного кольору. Характерні колонії пересівали на МПБ та після культивування за $37,0 \pm 1,0$ °C 18 год із бульйонних культур готували препарати для мікроскопії та проводили пересіви на 0,3 % НРА. Через добу культивування за температури $37,0 \pm 1,0$ °C на 0,3 % НРА була виявлена рухливість через дифузний ріст усіх дослідних ізолятів бактерій роду *Proteus*. За постановки тесту з використанням феніланіну агару після культивування і нанесення кількох крапель 10 % хлориду заліза на ростоу поверхню дослідних ізолятів спостерігалось утворення зеленого забарвлення, що підтверджувало належність культур до роду *Proteus*. Тест на середовищі Клігера показав, усі дослідні культури ферментували глюкозу, що підтверджено зміною кольору стовпчика агару, без ферментації глюкози (скошена частина стовпчика агару не жовтіла) та утворенням сірководню (H_2S), який давав почорніння у стовпчику агару по укладу дослідних ізолятів. Усі дослідні культури мали властивість розплавляти 12 % желатину, про що свідчили посіви ізолятів у стовпчик МПЖ і її розрідження після добового культивування та надалі витримування посівів впродовж 2 год в умовах холодильника. За результатами визначення ферментативних властивостей за посівів на середовища Гіса з лактозою, глюкозою, сахарозою, манітом, мальтозою і арабінозою, у дослідних бактерій роду *Proteus* виявлена відсутність ферментації лактози, маніту, арабінози, а за ферментацією мальтози доведена їх належність до виду *Proteus vulgaris*. Виявлені вище властивості у дослідних культур підтверджувало їх належність до роду *Proteus*, вид *Proteus vulgaris*.

За порівняльним аналізом одержаних даних за різних підходів зокрема, після проведеного Державного моніторингу риби та рибної продукції, повсякденних рутинних мікробіологічних випробувань та за власних поглиблених досліджень зразків риби і рибної продукції було встановлено, що за моніторингу і рутинних випробувань результати досліджень не надають справжньої картини епізоотичної ситуації щодо рівня контамінації та видової циркуляції різних видів мікроорганізмів в господарствах та підприємствах рибної галузі України (табл. 1).

Результати власних поглиблених досліджень зразків риби і рибної продукції показали досить проблемну картину, оскільки окрім умовно-патогенних мікроорганізмів були виділені зоонозні збудники *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes* у значно більшій кількості зразків, порівняно з результатами моніторингу та рутинними випробуваннями. Водночас, за проведення власних поглиблених досліджень означених зразків було виділено нові види мікроорганізмів, які не виділяли за рутинних досліджень.

Аналіз одержаних результатів досліджень показав, що у дослідних зразках риби та рибної продукції за моніторингових і повсякденних рутинних випробувань не було виявлено значної частини бактеріальних контамінантів різних видів, оскільки чинна документація не передбачає таких досліджень.

Тобто, виявлені за власних поглиблених досліджень бактеріальні контамінанти залишилися у реалізованій рибній сировині і продукції. Це, зокрема, стосується *Escherichia coli*, *Enterococcus faecalis*, *Proteus vulgaris*. Кількісні показники виділених ізолятів мікроорганізмів за власних поглиблених досліджень в 5,7 разів перевищували аналогічні показники за рутинних випробувань. Така ситуація створює реальні ризики щодо зараження тварин, птиці і людини умовно-патогенними та патогенними мікроорганізмами, зокрема зоонозними. Ще більші ризики криються у тому, що на сьогодні мікроорганізми, виділені із зразків риби та рибної продукції, не підлягають моніторингу на виявлення серед них антибіотикорезистентних штамів та штамів з набутою до них резистентністю. Оскільки риба і рибна продукція є невід'ємною частиною харчового ланцюга у положеннях концепції «Єдине здоров'я», відтак проблема значно поглиблюється ризиками, які пов'язані з безпечністю та якістю рибної сировини і продукції.

Обговорення. За результатами випробувань Державного моніторингу риби та рибної продукції із 215 зразків риби і рибної продукції виділено 1 (0,3 % від досліджених) ізолят *Listeria monocytogenes*; за рутинних досліджень із 337 дослідних зразків всього виділено 22 (6,5 % від досліджених) ізоляти; за результатами власних поглиблених досліджень 337 зразків риби і рибної продукції, виділено 125 (37,1 % від досліджених) ізолятів, якими були контаміновані риба та рибна продукція.

Таблиця 1 – Результати мікробіологічних випробувань за застосування різних підходів до мікробіологічних досліджень зразків риби та рибної продукції; шт., n₁=215; n₂=337; n₃=337

Виділено та ідентифіковано збудника (невідповідність мікробіологічним критеріям)	Досліджено зразків	Всього виділено ізолятів	Риба						Ікра, молочки, ракоподібні та інші представники моря	Напівфабрикати та кулінарні вироби з морепродуктів
			свіжа (жива, різних видів)	охолоджена (різних видів)	морожена (різних видів)	солена (різних видів)	копчена (різних видів)	оселедець (різних видів)		
Результати моніторингових досліджень (n ₁)										
<i>Listeria monocytogenes</i>	215	1	-	-	1	-	-	-	-	-
Всього:		1	-	-	1	-	-	-	-	-
% до досліджених		0,5	-	-	0,5	-	-	-	-	-
Результати рутинних досліджень (n ₂)										
<i>Enterobacter spp.</i>	3373	2	-	-	-	2	-	-	-	-
<i>Staphylococcus aureus</i>		2	-	-	-	-	-	-	2	-
<i>Listeria monocytogenes</i>		14	2	1	-	3	2	-	1	5
<i>Bacillus cereus</i> <i>Bacillus poliyxa</i>		22	-	-	-	-	-	-	-	22
Всього:		22	2	1	-	5	2	-	3	9
% до досліджених		6,5	0,6	0,2	-	1,5	0,6	-	0,9	2,7
Результати власних поглиблених досліджень (n ₃)										
<i>Escherichia coli</i>	337	45	4	7	10	4	7	2	8	3
<i>Staphylococcus aureus</i>		51	-	14	9	5	8	2	4	9
<i>Listeria monocytogenes</i>		19	4	2	-	3	2	-	1	7
<i>Bacillus spp.</i>		5	-	-	-	-	-	-	-	5
<i>Enterococcus faecalis</i>		4	1	-	-	1	-	-	2	-
<i>Proteus vulgaris</i>		1	-	1	-	-	-	-	-	-
Всього:		125	9	24	19	13	17	4	15	24
% до досліджених	37,1	2,7	7,1	5,6	3,8	5,1	1,2	4,5	7,1	

Результати наших досліджень співпадають із результатами інших науковців, які займалися цією проблемою. Зокрема, дослідники наголошують на необхідності контролю за мікробіологічними показниками риби і рибних продуктів незалежно від країни-імпортера через невідповідність мікробіологічних критеріїв щодо безпечності імпортованої риби та рибної продукції [15, 29].

Автори зазначають, що за мікробіологічних досліджень були ідентифіковані небезпечні бактерії в рибних імпортованих продук-

тах, зокрема бактерії роду *Pseudomonas* [30].

Науковцями також описані випадки виділення бактерій роду *Proteus* із зразків риби та рибної продукції з вивченням їх біологічних властивостей. Автори вказують, що найбільший ризик для здоров'я людини створюють зоонозні бактерії *Listeria monocytogenes*, *Salmonella spp.*, *Staphylococcus aureus* та інші мезофільні аеробні та факультативно-анаеробні мікроорганізми, які виділяли із зразків риби і рибної продукції у 36,9 % випадків від загальної кількості позитивних проб [31–35].

Висновки. 1. За власних поглиблених досліджень виявлено 125 (37,1 % від досліджених зразків) ізолятів умовно-патогенних мікроорганізмів із 337 досліджених зразків риби та рибної продукції, тимчасом за результатами Державного моніторингу риби та рибної продукції виділено 1 (0,3 % від досліджених) ізолят *Listeria monocytogenes*, за повсякденних рутинних досліджень виділено 22 (6,5 % від досліджених) ізоляти.

2. Встановлено, що за проведених власних поглиблених досліджень мікробіологічних критеріїв серед 125 позитивних ізолятів із зразків риби та рибної продукції зокрема ідентифіковано: 45 ізолятів *Escherichia coli*, 51 ізолят *Staphylococcus aureus*, 19 ізолятів *Listeria monocytogenes*, 5 ізолятів *Bacillus* spp., 4 ізоляти *Enterococcus faecalis*, 1 ізолят *Proteus vulgaris*, що підтверджує високий рівень контамінації патогенними мікроорганізмами, зокрема зоонозними, риби та рибної продукції. Водночас, загальна кількість виділених ізолятів патогенних та умовно-патогенних бактерій за власних поглиблених досліджень перевищує аналогічні показники за Державного моніторингу – в 123,7 рази, за рутинних досліджень – у 5,7 разів та вказує на потенційні ризики щодо їх розповсюдження, створює додаткову небезпеку через ймовірну наявність у них стійкості до антибактеріальних препаратів (АБП) з вірогідною продукцією ними набутих ферментів антибіотикорезистентності.

Перспективи подальших досліджень полягають у вивченні виділених дослідних штамів збудників на чутливість до антибіотиків, скринінгу штамів ентеробактерій та *Staphylococcus aureus* для підтвердження продукції набутих ферментів антибіотикорезистентності з метою зменшення ризиків їх розповсюдження та для підвищення спроможності підприємств рибопереробної галузі до виробництва якісної, безпечної харчової сировини і продукції із риби.

Відомості про дотримання біоетичних норм. Дослідження проводили на базі кафедри мікробіології та вірусології Білоцерківського національного аграрного університету згідно із законом України «Про захист тварин від жорстокого поводження» від 28.03.2006 р., правилами Європейської конвенції захисту хребетних тварин, які використовуються в експериментальних та інших наукових цілях від 13.11.1987 р., та Наказом МОН № 416/20729 від 16 березня 2012 р. «Про затвердження Порядку проведення науковими установами дослідів, експериментів на тва-

ринах». Проект виконання представлених досліджень схвалено Етичним комітетом БНАУ.

Відомості про конфлікт інтересів. Автори повідомляють про відсутність конфлікту інтересів в представленій роботі.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Вдовенко Н.М., Павленко М.М., Сіненко І.О. Організаційно-економічні засади розвитку рибальства й аквакультури в Україні. Бізнес Інформ. 2020. 4. С. 221–228. URL: jnas.nbu.gov.ua/article/UJRN-0001132920.

2. Ємцев В., Солодовнік Н., Ємцева Г. Рибне господарство України: сучасний стан та перспективи відновлення. Наукові іновачії та передові технології. 2022. 9 (11). С. 314–326. DOI:10.52058/2786-5274-2022-9(11)-314-326.

3. Бут О. Огляд ринку рибної продукції для видання. Світ продуктів. UIFSA, 2017. URL: uifsa.ua/uk/news/news-of-ukraine/fish-market-survey-for-magazine-world-of-products.

4. Фесенко О.О., Купінець Л.Є. Мезоекономічний розвиток аквакультури в Україні: проблеми та перспективи. Економіка АПК. 2015. 2. С. 28–35. URL: nbuv.gov.ua/UJRN/E_apk_2015_2_6.

5. Стан державного нагляду в Україні за якістю та безпечністю рибної продукції / Н.М. Богатко та ін. Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені Гжицького. 2010. 12. 3 (4). С. 113–119. URL: nbuv.gov.ua/UJRN/nvlnu_2010_12_3(4)_22.

6. Гаркавенко Т.О., Малімон З.В. Аналіз невідповідності мікробіологічним критеріям, виявлених у мороженій рибі та рибопродуктах, що імпортуються в Україну. Ветеринарна біотехнологія. 2018. 32 (2). С. 85–91. DOI:10.31073/vet_biotech32(2)-10.

7. Котелевич В., Гуральська С., Гончаренко В. Ветеринарно-санітарна оцінка риби та морепродуктів за показниками якості та безпеки. Науковий прогрес та інновації. 2023. 26 (3). С. 103–112. DOI:10.31210/spi2023.26.03.19.

8. Самофатова В., Невеселюк В. Сучасний стан рибного господарства України. Економіка харчової промисловості. 2020. 12 (2). DOI:10.15673/fe.v12i2.1738.

9. Непран І.В. Сучасний стан водних біоресурсів і рибного господарства в Харківській області. Таврійський науковий вісник. 2022. 124. С. 232–238. DOI:10.32851/2226-0099.2022.124.32.

10. Гончарова О.В., Кутіщев П.С. Аспекти формування потенціалу та розвитку української аквакультури на тлі європейської інтеграції інноваційних рішень. Водні біоресурси та аквакультура. 2023. 1 (13). С. 73–82. DOI:10.32851/wba.2023.1.6.

11. Fishing & Aquaculture. 2023. URL: www.theglobaleducationproject.org/earth/fisheries-and-aquaculture.php.

12. Глебова О.А. Стан та проблеми використання водних біоресурсів в Україні. Таврійсь-

кий науковий вісник. 2023. 121. С. 253–258. DOI:10.32851/2226-0099.121.33.

13. Гончарова О. Ефективність комплексних технологічних рішень при вирощуванні риби для підвищення стійкості до мінливості абіотичних та біотичних факторів під впливом кліматичних трансформацій: наук. монографія. Традиційні та інноваційні підходи до наукових досліджень: теорія, методологія, практика. Рига, Латвія: Baltija Publishing, 2022. С. 218–235. DOI:10.30525/978-9934-26-241-8-10.

14. Antibiotics: An overview on the environmental occurrence, toxicity, degradation, and removal methods / Q. Yang et al. Bioengineered, 2021. 12 (1). P. 7376–7416. DOI:10.1080/21655979.2021.1974657.

15. Бучковська В.І., Євстаф'єв Ю.В. «Проблеми та перспективи розвитку економіки України». М. Українська «Атлантида» – трагедія і відродження. Водні біоресурси та аквакультура. 2021. 2. С. 219–226. DOI:10.32851/wba.2021.2.19.

16. ДСТУ 8534:2015 Продукти харчові. Метод виявлення та визначання кількості ентерококів.

17. ДСТУ ISO 7251:2006 Мікробіологія. Загальна настанова щодо підрахунку передбачуваної *Escherichia coli*. Метод найімовірнішого числа.

18. ДСТУ ГОСТ 30726-2002 Продукти харчові. Методи виявлення та визначання кількості бактерій виду *Escherichia coli*.

19. ISO 7251:2005 Мікробіологія харчових продуктів і кормів для тварин. Горизонтальний метод виявлення та підрахунку передбачуваної *Escherichia coli*. Найімовірніша техніка чисел.

20. ISO 16649-3:2015 Мікробіологія харчового ланцюга. Горизонтальний метод підрахунку бета-глюкуронідазопозитивної *Escherichia coli*. Частина 3: Виявлення та метод найбільш ймовірного числа з використанням 5-бром-4-хлор-3-індоліл-β-D-глюкуроніду.

21. ДСТУ EN 12824: 2004 Мікробіологія харчових продуктів і кормів для тварин. Горизонтальний метод виявлення *Salmonella*.

22. ISO 6579-1:2017/Amd 1:2020 Мікробіологія харчового ланцюга. Горизонтальний метод виявлення, підрахунку та серотипування *Salmonella*. Частина 1: Виявлення *Salmonella spp.*

23. ISO 6579-1:2017 Мікробіологія харчового ланцюга. Горизонтальний метод виявлення, підрахунку та серотипування *Salmonella*. Частина 1: Виявлення *Salmonella spp.*

24. ISO 15213-1:2023 Мікробіологія харчового ланцюга. Горизонтальний метод виявлення та підрахунку *Clostridium spp.* Частина 1: Перелік сульфїтвідновлюючих *Clostridium spp.* методом підрахунку колоній.

25. ISO 15213-2:2023 Мікробіологія харчового ланцюга. Горизонтальний метод виявлення та підрахунку *Clostridium spp.* Частина 2: Підрахунок *Clostridium perfringens* методом підрахунку колоній.

26. ISO 11290-1:2017 Мікробіологія харчового ланцюга – Горизонтальний метод виявлення та

підрахунку *Listeria monocytogenes* і *Listeria spp.* Частина 1: Метод виявлення.

27. ДСТУ EN ISO 11290-1:2022 Мікробіологія харчового ланцюга. Горизонтальний метод виявлення та підрахунку *Listeria monocytogenes* і *Listeria spp.* Частина 2. Метод перерахування.

28. ДСТУ 7444:2013 Продукти харчові. Методи виявлення бактерій родів *Proteus*, *Morganella*, *Providencia*.

29. Васильєв Д.А., Феоктистова Н.А., Золотухін С.Н. Виділення та вивчення біологічних властивостей бактерій роду *Proteus*. Вісник Ульяновської державної сільськогосподарської академії. 2017. 2 (38). DOI:10.18286/1816-4501-2017-2-70-157.

30. Mohammed S.AI-J., AI-Jasass F.M. Study the Chemical, Physical Changes and Microbial Growth As Quality Measurement of Fish. Annual Research & Review in Biology. 2014. 4 (9). P. 1406–1420. DOI:10.9734/ARRB/2014/7131.

31. Hassan M.A., Shaltout F.A., Maarouf A.A., El-Shafey W.S. Psychrotrophic bacteria in frozen fish with special reference to pseudomonas species. Benha Veterinary Medical Journal. 2015. 27 (1). P. 78–83. URL:bvmj.bu.edu.eg/issues/27-1/7.pdf,

32. Одарченко Д.М., Карбівнича Т.В., Гойсай Е.Л., Ільїна Д.Д. Визначення контрольних критичних точок для управління безпекою виробництва мороженої риби. Східноєвропейський журнал передових технологій. 2015. 5. 11 (77). P. 31–35. DOI:10.15587/1729-4061.2015.50979.

33. Сучасний стан і тенденції розвитку рибництва в Україні та світі / А.М. Трофимчук та ін. Збірник наукових праць «Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва». 2021. 2. С. 123–133. DOI:10.33245/2310-9289-2021-166-2-123-133.

34. Мельниченко С.Г., Богадьорова Л.М. Рибне господарство України: тенденції розвитку, проблеми та шляхи вирішення. Таврійський науковий вісник. 2023. 133. С. 362–367. DOI:10.32782/2226-0099.2023.133.48.

35. Багаторічні зміни стабільності агроландшафтів у зонах зрошеного землеробства степової зони України / В. Пічура та ін. Журнал екологічної інженерії. 2023. 24 (3). С. 188–198. DOI:10.12911/22998993/158553.

REFERENCES

1. Vdovenko, N. M., Pavlenko, M. M., Sinenok, I. O. (2020). Orhanizatsiino-ekonomichni zasady rozvytku rybalstva u akvakultury v Ukraini [The Organizational and Economic Bases for the Development of Fishing and Aquaculture Industry in Ukraine]. Business Inform, 4, pp. 221–228. Available at: jnas.nbu.gov.ua/article/ UJRN-0001132920. (In Ukrainian).

2. Yemtsev, V., Slobodyaniuk, N., Yemtseva, G. (2022). Rybne gospodarstvo Ukrainy: suchasnyi stan ta perspektyvy vidnovlennia [Fisheries of Ukraine: current state and prospects for recovery]. Naukovi inovatsii ta peredovi tekhnologii [Scientific innovations

- and advanced technologies], 9 (11), pp. 314–326. DOI:10.52058/2786-5274-2022-9(11)-314-326. (In Ukrainian).
3. But, O. (2018). Market overview of fish products for the publication “World of Products”. Available at: uifsa.ua/uk/news/news-of-Ukraine/fish-market-survey-for-magazine-world-of-products.
4. Fesenko, O.O., Kupinets, L.E. (2015). Mezoekonomichnyi rozvytok akvakultury v Ukraini: problemy ta perspektyvy [Meso-economic development of aquaculture in Ukraine: problems and prospects]. *Ekonomika APK [Economy of agro-industrial complex]*, 2, pp. 28–35. Available at: nbuv.gov.ua/UJRN/E_apk_2015_2_6. (In Ukrainian).
5. Bogatko, N.M., Salata, V.Z., Semanyuk, V.I., Dzhmil, O.M., Holub, O.Yu. (2010). Stan derzhavnogo nahliadu v Ukraini za yakistiu ta bezpechnistiu rybnoi produktsii [The state of state supervision in Ukraine over the quality and safety of fish products]. *Naukovyi visnyk Lvivskoho natsionalnoho universytetu veterynarnoi medytsyny ta biotekhnologii imeni Gzhitskoho [Scientific Bulletin of the Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnology named after Gzhitskyi]*, 12, 3 (4), 113–119. Available at: [nbuv.gov.ua/UJRN/nvlnu_2010_12_3\(4\)_22](http://nbuv.gov.ua/UJRN/nvlnu_2010_12_3(4)_22). (In Ukrainian).
6. Garkavenko, T. O., Malimon, Z. V. (2018). Analiz nevidpovidnosti mikrobiolohichnym kryteriiam, vyavlenykh u morozhenii rybi ta ryboproduktakh, shcho importuetsia v Ukrainu [Analysis of non-conformity to microbiological criteria detected in frozen fish and fish products imported to Ukraine]. *Veterynarna biotekhnolohiia [Veterinary biotechnology]*, 2, pp. 85–91. DOI:10.31073/vet_biotech32(2)-10. (In Ukrainian).
7. Kotelevych, V., Huralska, S., Honcharenko, V. (2023). Honcharenko V. Veterynarno-sanitarna otsinka ryby ta moreproduktiv za pokaznykamy yakosti ta bezpeky [Veterinary and sanitary assessment of fish and seafood by quality and safety indicators]. *Naukovyi prohres ta innovatsii [Scientific Progress & Innovations]*, 26 (3), pp. 103–112. DOI:10.31210/spi2023.26.03.19. (In Ukrainian).
8. Samofatova, V., Neveseliuk, V. (2020). Suchasnyi stan rybnoho hospodarstva Ukrainy [The current state of the fishing industry of Ukraine]. *Ekonomika kharchovoi promyslovosti [Food Industry Economics]*, 12 (2). DOI:10.15673/fe.v12i2.1738. (In Ukrainian).
9. Nepran, I. V. (2022). Suchasnyi stan vodnykh bioresursiv i rybnoho hospodarstva v Kharkivskii oblasti [Current state of water bioresources and fisheries of Kharkiv region]. *Tavriiskyi naukovi visnyk [Taurian Scientific Bulletin]*, 124, pp. 232–238. DOI:10.32851/2226-0099.2022.124.32. (In Ukrainian).
10. Goncharova, O.V., Kutishchev, P.S. (2023). Aspekty formuvannia potentsialu ta rozvytku ukraïnskoi akvakultury na tli yevropeiskoi intehratsii innovatsiinykh rishen [Aspects of potential formation and development of Ukrainian aquaculture against the background of European integration of innovative solutions]. *Vodni bioresursy ta akvakultura [Aquatic bioresources and aquaculture]*, 1 (13), pp. 73–82. DOI:10.32851/wba.2023.1.6. (In Ukrainian).
11. Fishing & Aquaculture. (2023). Available at: www.Theglobaleducationproject.org/earth/fisheries-and-aquaculture.php.
12. Glebova, O.A. (2023). Stan ta problemy vykorystannia vodnykh bioresursiv v Ukraini [State and problems of aquatic biological resources in Ukraine]. *Tavriiskyi naukovi visnyk [Taurian Scientific Bulletin]*, 121, pp. 253–258. DOI:10.32851/2226-0099.121.33. (In Ukrainian).
13. Honcharova, O. (2022). Efektyvnist kompleksnykh tekhnolohichnykh rishen pry vyroshchuvanni ryby dlia pidvysychennia stiikosti do minlyvosti abiotychnykh ta biotychnykh faktoriv pid vplyvom klimatychnykh transformatsii: naukova monohrafiia [The effectiveness of complex technological solutions in fish farming to increase resistance to the variability of abiotic and biotic factors under the influence of climatic transformations: science. monograph]. *Tradytsiini ta innovatsiini pidkhody do naukovykh doslidzen: teoriia, metodolohiia, praktyka [Scientific monograph. Traditional and innovative approaches to scientific research: theory, methodology, practice]*. Riga, Latvia: Baltija Publishing, pp. 218–235. DOI:10.30525/978-9934-26-241-8-10.
14. Yang, Q., Gao, Y., Ke, J., Loke Show, P., Ge, Y., Liu, Y., Guo, R., Chen, J. (2021). Antibiotics: An overview on the environmental occurrence, toxicity, degradation, and removal methods. *Bioengineered*, 12 (1), pp. 7376–7416. DOI:10.1080/21655979.2021.1974657.
15. Buchkovska, V.I., Yevstafiev, Yu.M. (2021). «Problemy ta perspektyvy rozvytku ekonomiky Ukrainy». [Problems and prospects of the development of the economy of Ukraine]. *M. Ukrainka «Atlantyda» – trahediia i vidrodzhennia [Ukrainian “Atlantida” – tragedy and revival]*. *Vodni bioresursy ta akvakultura [Aquatic bioresources and aquaculture]*, 2, pp. 219–226. DOI:10.32851/wba.2021.2.19. (In Ukrainian).
16. DSTU 8534:2015 Produkty kharchovi. Metod vyavlennia ta vyznachannia kilkosti enterokokiv [DSTU 8534:2015 Food products. The method of detection and determination of the number of enterococci]. (In Ukrainian).
17. DSTU ISO 7251: 2006 Mikrobiolohiia. Zahalna nastanova shchodo pidrakhunku peredbachuvanoi *Escherichia coli*. Metod naiimovirnishoho chysla [DSTU ISO 7251: 2006 Microbiology. General guidance for enumeration of presumptive *Escherichia coli*. The method of the most probable number]. (In Ukrainian).
18. DSTU HOST 30726-2002 Produkty kharchovi. Metody vyavlennia ta vyznachannia kilkosti bakterii vydu *Escherichia coli* [DSTU GOST 30726-2002 Food products. Methods of detecting and determining the number of *Escherichia coli* bacteria]. (In Ukrainian).
19. ISO 7251:2005 Mikrobiolohiia kharchovykh produktiv i kormiv dlia tvaryn. Horyzontalny metod vyavlennia ta pidrakhunku peredbachuvanoi

Escherichia coli. Naiimovirnishia tekhnika chysel [ISO 7251:2005 Microbiology of food and animal feeding stuffs. Horizontal method for the detection and enumeration of presumptive *Escherichia coli*. Most probable number technique]. (In Ukrainian).

20. ISO 16649-3:2015 Mikrobiolohiia kharchovoho lantsiuha. Horyzontalni metod pidrakhunku beta-hliukuronidazopozytyvnoi *Escherichia coli*. Chastyna 3: Vyavlennia ta metod naibilsh ymovirnoho chysla z vykorystanniam 5-brom-4-khlor-3-indolil- β -D-hliukuronidu [ISO 16649-3:2015 Microbiology of the food chain. Horizontal method for the enumeration of beta-glucuronidase-positive *Escherichia coli*. Part 3: Detection and most probable number technique using 5-bromo-4-chloro-3-indolyl- β -D-glucuronide]. (In Ukrainian).

21. DSTU EN 12824: 2004 Mikrobiolohiia kharchovykh produktiv i kormiv dlia tvaryn. Horyzontalni metod vyavlennia *Salmonella* [DSTU EN 12824: 2004 Microbiology of food products and animal feed. Horizontal method of detection of *Salmonella*]. (In Ukrainian).

22. ISO 6579-1:2017/Amd 1:2020 Mikrobiolohiia kharchovoho lantsiuha. Horyzontalni metod vyavlennia, pidrakhunku ta serotypuvannia *Salmonella*. Chastyna 1: Vyavlennia *Salmonella* spp. [ISO 6579-1:2017/Amd 1:2020 Microbiology of the food chain. Horizontal method for the detection, enumeration and serotyping of *Salmonella*. Part 1: Detection of *Salmonella* spp.]. (In Ukrainian).

23. ISO 6579-1:2017 Mikrobiolohiia kharchovoho lantsiuha. Horyzontalni metod vyavlennia, pidrakhunku ta serotypuvannia *Salmonella*. Chastyna 1: Vyavlennia *Salmonella* spp. [ISO 6579-1:2017 Microbiology of the food chain. Horizontal method for the detection, enumeration and serotyping of *Salmonella*. Part 1: Detection of *Salmonella* spp.]. (In Ukrainian).

24. ISO 15213-1:2023 Mikrobiolohiia kharchovoho lantsiuha. Horyzontalni metod vyavlennia ta pidrakhunku *Clostridium* spp. Chastyna 1: Perelik sulfitvidnovliuichykh *Clostridium* spp. metodom pidrakhunku kolonii [ISO 15213-1:2023 Microbiology of the food chain. Horizontal method for the detection and enumeration of *Clostridium* spp. Part 1: Enumeration of sulfite-reducing *Clostridium* spp. by colony-count technique]. (In Ukrainian).

25. ISO 15213-2:2023 Mikrobiolohiia kharchovoho lantsiuha. Horyzontalni metod vyavlennia ta pidrakhunku *Clostridium* spp. Chastyna 2: Pidrakhunok *Clostridium perfringens* metodom pidrakhunku kolonii [ISO 15213-2:2023 Microbiology of the food chain. Horizontal method for the detection and enumeration of *Clostridium* spp. Part 2: Enumeration of *Clostridium perfringens* by colony-count technique]. (In Ukrainian).

26. ISO 11290-1:2017 Mikrobiolohiia kharchovoho lantsiuha – Horyzontalni metod vyavlennia ta pidrakhunku *Listeria monocytogenes* i *Listeria* spp. Chastyna 1: Metod vyavlennia [ISO 11290-1:2017 Microbiology of the food chain - Horizontal method for the detection and enumeration of *Listeria monocy-*

togenes and of *Listeria* spp. Part 1: Detection method]. (In Ukrainian).

27. DSTU EN ISO 11290-1:2022 Mikrobiolohiia kharchovoho lantsiuha. Horyzontalni metod vyavlennia ta pidrakhunku *Listeria monocytogenes* i *Listeria* spp. Chastyna 2. Metod pererakhuvannia [DSTU EN ISO 11290-1:2022 Microbiology of the food chain. Horizontal method of detection and counting of *Listeria monocytogenes* and *Listeria* spp. Part 2. Enumeration method]. (In Ukrainian).

28. DSTU 7444:2013 Produkty kharchovi. Metody vyavlennia bakterii rodiv *Proteus*, *Morganella*, *Providencia* [DSTU 7444:2013 Food products. Methods of detection of bacteria of the genera *Proteus*, *Morganella*, *Providencia*]. (In Ukrainian).

29. Vasiliev, D.A., Feoktistova, N.A., Zolotukhin, S.N. (2017). Vydilennia ta vyvchennia biolohichnykh vlastyvostei bakterii rodu *Proteus* [Isolation and study of biological properties of bacteria of the genus *Proteus*]. Visnyk Ulianovskoi derzhavnoi silskohospodarskoi akademii [Bulletin of the Ulyanovsk State Agricultural Academy], 2 (38). DOI:10.18286/1816-4501-2017-2-70-75. (In Ukrainian).

30. Mohammed, S.Al-J., Al-Jasass, F.M. (2014). Study the Chemical, Physical Changes and Microbial Growth As Quality Measurement of Fish. Annual Research & Review in Biology, 4 (9), pp. 1406–1420. DOI:10.9734/ARRB/2014/7131.

31. Hassan, M.A., Shaltout, F.A., Maarouf, A.A., El-Shafey, W.S. (2015). Psychrotrophic bacteria in frozen fish with special reference to pseudomonas species. Benha Veterinary Medical Journal, 27 (1), pp. 78–83. Available at: bvmj.bu.edu.eg/issues/27-1/7.pdf.

32. Odarchenko, D.M., Karbivnycha, T.V., Gosai, E.L., Ilyina, D.D. (2015). Vyznachennia kontrolnykh krytychnykh tochok dlia upravlinnia bezpekoiu vyrobnytstva morozhenoi ryby [Identification of control critical points for managing the safety of frozen fish production]. Skhidnoevropeiskyi zhurnal peredovykh tekhnolohii [Eastern European Journal of Advanced Technologies], 5, 11 (77), pp. 31–35. DOI:10.15587/1729-4061.2015.50979. (In Ukrainian).

33. Trofymchuk, A.M., Hrynevych, N.E., Trofymchuk, M.I., Kunovskyi, Y.V., Bondar, O.S., Tkachenko, O.V., Savchuk, O.V. (2021). Suchasnyi stan i tendentsii rozvytku rybnnytstva v Ukraini ta sviti [The current state and trends in the development of fish farming in Ukraine and the world]. Zbirnyk naukovykh prats «Tekhnolohiia vyrobnytstva i pererobky produktiv tvarynnnytstva» [Collection of scientific works «Technology of production and processing of animal husbandry products»], 2, pp. 123–133. DOI:10.33245/2310-9289-2021-166-2-123-133. (In Ukrainian).

34. Melnychenko, S.G., Bogadyorova, L.M. (2023). Rybne gospodarstvo Ukrainy: tendentsii rozvytku, problemy ta shliakhy vyrishennia [Fisheries of Ukraine: development trends, problems and solutions]. Tavriiskyi naukovyi visnyk [Taurian Scientific Bulletin], 133, pp. 362–367. DOI:10.32782/2226-0099.2023.133.48. (In Ukrainian).

35. Pichura, V., Potravka, L., Domaratskiy, Y., Vdovenko, N., Strachuk, N., Baysha, K., Pichura, I. (2023). Bahatorichni zminy stabilnosti ahrolandshaftiv u zonakh zroshuvanoho zemlerobstva stepovoi zony Ukrainy [Long-term Changes in the Stability of Agricultural Landscapes in the Areas of Irrigated Agriculture of the Ukraine Steppe Zone]. Zhurnal ekolohichnoi inzhenerii [Journal of Ecological Engineering], 24 (3), pp. 188–198. DOI:10.12911/22998993/158553. (In Ukrainian).

Species composition of microorganisms and their quantitative indicators in microbiological tests of fish and fish products

Musiets I., Rublenko I., Chechet O., Horbatiuk O., Pishchanskiy O., Rublenko S., Ruda M., Balanchuk L., Mekh N., Zhovnir O.

Integration processes in Ukraine are related to the adaptation of normative documentation of standards to the EU. The priority directions in international normative documents are guaranteeing the production of safe and high-quality food raw materials in various branches of agriculture, in particular fisheries. In the EU countries, there is a very high prevalence of enteropathogenic strains of *Escherichia coli*, pathogens of the genera *Salmonella*, *Enterococcus*, *Campylobacter*, etc. in raw materials and food products, in particular in the fish industry.

Given that in Ukraine, due to certain methodological limitations in monitoring and routine studies, all types of bacteria that contaminate fish and fish products are not always identified, the purpose of our

in-depth microbiological studies was to determine the actual species composition of bacterial microorganisms in fish and fish products samples and to perform a quantitative comparative analysis of the results of in-depth microbiological studies with the results of monitoring and routine tests to assess the real risks of foodborne illness.

In-depth microbiological tests identified opportunistic and pathogenic microorganisms in 125 (37.1% of the samples tested) samples of fish and fish products. According to the results of the State Monitoring, only 1 (0.3% of the samples tested) strain of *Listeria monocytogenes* was isolated. During routine testing, 22 (6.5% of the samples tested) such strains were isolated.

During in-depth microbiological tests, 45 isolates of *Escherichia coli*, 51 isolates of *Staphylococcus aureus*, 19 isolates of *Listeria monocytogenes*, 5 isolates of *Bacillus spp.*, 4 isolates of *Enterococcus faecalis*, 1 isolate of *Proteus vulgaris*, which confirms a high level of contamination of fish and fish products with pathogenic microorganisms, including zoonotic ones, which exceeds the results of routine studies by 5,7 times and State monitoring studies by 123,7 times. The obtained results of in-depth microbiological studies indicate the need to adjust the current documentation on in-depth testing of fish and fish products, as there are real risks of the possible spread of antibiotic-resistant strains, including acquired resistance, in Ukraine.

Key words: contamination, fish, fish products, microbiological studies, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes*, *Enterococcus faecalis*, *Proteus vulgaris*, *Bacillus spp.*



Copyright: Мусяць І.В. та ін. © This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.



ORCID iD:

Мусяць І.В.

<https://orcid.org/0000-0001-5099-5577>

Рубленко І.О.

<https://orcid.org/0000-0002-1401-0969>

Чечет О.М.

<https://orcid.org/0000-0001-5099-5577>

Горбатюк О.І.

<https://orcid.org/0000-0002-0573-2089>

Піщанський О.В.

<https://orcid.org/0009-0002-0111-4977>

Рубленко С.В.

<https://orcid.org/0000-0003-0678-5497>

Руда М.Є.

<https://orcid.org/0000-0002-7094-4993>

Баланчук Л.В.

<https://orcid.org/0000-0003-0989-5886>

Мех Н.Я.

<https://orcid.org/0009-0006-9472-5054>

Жовнір О.М.

<https://orcid.org/0000-0003-1677-2120>