

Науковий вісник Львівського національного університету
ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького.
Серія: Харчові технології

Scientific Messenger of Lviv National University
of Veterinary Medicine and Biotechnologies.
Series: Food Technologies

ISSN 2519-268X print
ISSN 2707-5885 online

doi: 10.32718/nvlvet-f9801
<https://nvlvet.com.ua/index.php/food>

UDC 664.579.678

Development of microbiological criteria for evaluating frozen fish based on the amount of psychrotrophic microflora

M. Kukhtyn¹✉, Z. Malimon², V. Salata³, T. Lisovska¹, V. Selskyi¹

¹Ternopil Ivan Puluj National Technical University, Ternopil, Ukraine

²State Research Institute for Laboratory Diagnostics and Veterinary and Sanitary Expertise, Kyiv, Ukraine

³Stepan Gzhytskyi National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies Lviv, Ukraine

Article info

Received 08.06.2022
Received in revised form
11.07.2022
Accepted 12.07.2022

Ternopil Ivan Puluj National
Technical University,
Ruska Str., 56, Ternopil,
46001, Ukraine.
Tel.: +38-097-239-20-57
E-mail: kuchtynnic@gmail.com

State Scientific and Research
Institute for Laboratory
Diagnostics and Veterinary
and Sanitary Expertise,
Doneska Str, 30, Kyiv,
03151, Ukraine.
Tel.: +38-044-242-01-47
E-mail: z_malimon@ukr.net

Stepan Gzhytskyi National
University of Veterinary Medicine
and Biotechnologies Lviv,
Pekarska Str., 50, Lviv,
79010, Ukraine.
Tel.: +38-067-728-89-33
E-mail: salatavolod@ukr.net

Kukhtyn, M., Malimon, Z., Salata, V., Lisovska, T., & Selskyi, V. (2022). Development of microbiological criteria for evaluating frozen fish based on the amount of psychrotrophic microflora. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies, 24(98), 3–8. doi: 10.32718/nvlvet-f9801

Unrefrigerated fish and seafood are dominated by mesophilic microflora. At the same time, during their storage in the conditions of refrigerating chambers, a cold-loving – psychrotrophic microbiota dominates, which, according to many scientists, causes organoleptic and chemical changes in fish and affects sanitary and hygienic indicators. Therefore, the microbiological assessment of frozen fish by the content of psychrotrophic microbiota, which participates in its reduced safety and quality, will make it possible to propose preventive measures against spoilage. The aim of the work was to develop a microbiological criterion for the hygiene of the technological process of frozen fish based on the assessment of the content of psychrotrophic microbiota. In the work, standard methods were used, in particular, the microbial number was determined in the samples at a temperature of (30 ± 1) °C incubation of crops for 72 hours and at a temperature of (6.5 ± 0.5) °C incubation for 10 days (psychrotrophic microbiota). It was established that during the storage of frozen fish at a temperature of -18 °C, the mesophilic microflora is inactivated, as a result of which its number gradually decreases. However, the intensity of inactivation of mesophilic bacteria in samples with insignificant microbial insemination is, on average, 1.4 times faster, compared to samples with a larger number of microorganisms. In our opinion, this is due to the fact that the composition of mesophilous microflora is largely represented by genera of bacteria that show tolerance to cold. At the same time, the psychrotrophic microflora of frozen fish does not become inactivated during the 8-month storage period at a temperature of -18 °C, and is more stable compared to the mesophilic one. That is, no significant increase or decrease in the number of microorganisms was noted. As a result, by the amount of psychrotrophic microflora of frozen fish, determined at any stage of storage, it is possible to judge its amount at the time of freezing. The amount of psychrotrophic microflora more objectively characterizes the hygienic conditions of production, compliance with the freezing temperature. The microbiological hygiene criteria of the technological process of frozen fish production were substantiated and developed based on the estimation of the amount of psychrotrophic microflora ($n = 5$; $c = 3$; $m = 10000$ CFU/g; $M = 50000$ CFU/g). These criteria indicate compliance with a set of hygienic measures from freezing to circulation of fish. Therefore, the determined microbiological criterion for the quantity of psychrotrophic microflora in frozen fish complements the existing methods of evaluating the hygiene of the technological process and aims to broadly assess the microbiological safety of frozen fish.

Key words: frozen fish, psychrotrophic and mesophilic microbiota, microbiological criteria, safety.

Розробка мікробіологічних критеріїв оцінювання замороженої риби на підставі кількості психротрофної мікрофлори

М. Д. Кухтин¹✉, З. В. Малімон², В. З. Салата³, Т. О. Лісовська¹, В. Р. Сельський¹

¹Тернопільський національний технічний університет ім. І. Пулюя, м. Тернопіль, Україна

²Державний науково-дослідний інститут з лабораторної діагностики та ветеринарно-санітарної експертизи, м. Київ, Україна

³Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького, м. Львів, Україна

У неохолодженій риби та морепродуктах переважає мезофільна мікрофлора. Водночас, за їхнього зберігання в умовах холодильних камер домінує холодолюбива – психротрофна мікробіота, яка за даними багатьох вчених спричиняє органолептичні та хімічні зміни в риби та впливає на санітарно-гігієнічні показники. Тому мікробіологічна оцінка замороженої риби за вмістом психротрофної мікробіоти, яка приймає участь у зниженні її безпечності та якості, дасть можливість запропонувати превентивні заходи щодо псування. Метою роботи було розробити мікробіологічний критерій гігієни технологічного процесу замороженої риби на підставі оцінювання вмісту психротрофної мікробіоти. У роботі використанні стандартні методи, зокрема у пробах визначали мікробне число за температури $(30 \pm 1)^\circ\text{C}$ інкубація посівів упродовж 72 години та за температури $(6,5 \pm 0,5)^\circ\text{C}$ інкубація упродовж 10 діб (психротрофна мікробіота). Встановлено, що під час зберігання замороженої риби за температури -18°C мезофільна мікрофлора інактивується, як наслідок її кількість поступово зменшується. Однак інтенсивність інактивації мезофільних бактерій у пробах з незначним мікробним обміненням, у середньому, в 1,4 раза швидше, порівняно з пробами з більшою кількістю мікроорганізмів. Це на нашу думку пов'язано з тим, що склад мезофільної мікрофлори у більшій мірі представлений родами бактерій, які проявляють толерантність до холоду. Водночас, психротрофна мікрофлора замороженої риби протягом 8 місячного терміну зберігання за температури -18°C не інактивується, і є більш стабільною, порівняно з мезофільною. Тобто суттєвого збільшення чи зменшення кількості мікроорганізмів не відмічали. У результаті цього за кількістю психротрофної мікрофлори замороженої риби, визначеною на будь-якому етапі зберігання, можна судити про її кількість на момент заморожування. Кількість психротрофної мікрофлори більш об'єктивно характеризує гігієнічні умови виробництва, дотримання температури заморожування. Обґрунтовано та розроблено мікробіологічні критерії гігієни технологічного процесу виробництва замороженої риби на підставі оцінювання кількості психротрофної мікрофлори ($n = 5$; $c = 3$; $m = 10000 \text{ КУО/г}$; $M = 50000 \text{ КУО/г}$). Дані критерії вказують про дотримання комплексу гігієнічних заходів від заморожування до обігу риби. Отже, визначений мікробіологічний критерій кількості психротрофної мікрофлори у замороженій риби доповнює існуючі методи оцінювання гігієни технологічного процесу та має на меті більш широко оцінити мікробіологічну безпечність замороженої риби.

Key words: заморожена риба, психротрофна і мезофільна мікробіота, мікробіологічні критерії, безпечність.

Вступ

В Україні згідно стандарту (DSTU 4868:2007) у риби регламентують такі мікробіологічні показники: кількість МАФАНМ – до 50 тис. КУО/г; БГКП – не дозволені в 0,001 г риби; золотистий стафілокок – не дозволений у 0,01 г; патогенні мікроорганізми, у т.ч. роду *Salmonella* spp. та *Listeria monocytogenes* – мають бути відсутні у 25,0 г, а *Vibrio parahaemolyticus* – у 1,0 г. Тому, в наукових публікаціях (Hozbor et al., 2006; Mikš-Krajnik et al., 2016) вчені, в основному, звертають увагу на обмінення замороженої риби мезофільними аеробними та факультативно анаеробними мікроорганізмами (МАФАНМ) та бактеріями групи кишкових паличок (БГКП). У неохолодженій риби та морепродуктах переважає мезофільна мікрофлора (Oramadike et al., 2010; Perin et al., 2014; Feng et al., 2016). Водночас, за їхнього зберігання в умовах холодильних камер домінує холодолюбива – психротрофна мікробіота, яка за даними багатьох вчених спричиняє органолептичні та хімічні зміни в риби та впливає на санітарно-гігієнічні показники (Franzetti & Scarpellini, 2007; Moschonas et al., 2011; Popelka et al., 2016). Так, дослідники (Ercolini et al., 2009; Hassan et al., 2014; Malimon et al., 2018a; Kukhtyn et al., 2020) вказують, що при не дотриманні температурних режимів зберігання риба швидко псується внаслідок розвитку грамнегативних неферментуючих психротрофних мікроорганізмів, в основному, родів *Pseudomonas* spp. (Mulcahy, 2011; Malimon et al., 2018b). Проте, дослідження з визначення обмінення замороженої риби психротрофною мікрофлорою нормативно-правовими актами не передбачено.

Дані МАФАНМ вказують на розвиток, в основному, мезофільних сапрофітних мікроорганізмів, зокрема гнильних спорових і не спорових бактерій групи

кишкової палички, кокової мікрофлори (стафілококів, мікрококів, сарцин) та деяких патогенних бактерій, наприклад, сальмонел тощо (Topic Popovic et al., 2010; Velu et al., 2013; Salata et al., 2017). Тому вважається, що чим більше мікробне обмінення харчового продукту, тим більша ймовірність присутності в ньому патогенних мікроорганізмів. Проте дані кількісного вмісту МАФАНМ не мають значення для харчових продуктів, які зберігаються за низьких температур холодильника, тому, що значна частина мезофільної мікрофлори гине під час зберігання за температури від (-5°C) і нижче.

Вважається (Zhang et al., 2019), що у риби холодильного зберігання переважають психротрофні види бактерій, і саме з ними пов'язують вади при її зберіганні. Для запобігання виникнення вад мікробіологічного характеру пропонується, щоб у риби, яка призначена для холодильного зберігання мікробне обмінення психротрофною мікрофлорою було як найменше. Мікроорганізмами псування охолодженої і замороженої риби є бактерії роду *Pseudomonas*, які є домінуючою мікрофлорою при зберіганні замороженої риби (Popelka et al., 2014). Тому мікробіологічна оцінка замороженої риби за вмістом психротрофної мікробіоти, яка приймає участь у зниженні її безпечності та якості, дасть можливість запропонувати превентивні заходи щодо псування.

Мета дослідження

Розробити мікробіологічний критерій гігієни технологічного процесу замороженої риби на підставі оцінювання вмісту психротрофної мікробіоти.

Матеріал і методи досліджень

Дослідження виконано у Державному науково-дослідному інституті з лабораторної діагностики та ветеринарно-санітарної експертизи. Проведено дослідження 680 проб замороженої риби за кількістю мезофільної і психротрофної мікрофлори, 175 проб за органолептичними, мікробіологічними і хімічними показниками. Підготовка проб замороженої риби до мікробіологічних досліджень проводили згідно загально визнаних у мікробіологічній практиці методів. У пробах визначали мікробне число за температури $(30 \pm 1)^\circ\text{C}$ інкубація посівів упродовж 72 години та за температури $(6,5 \pm 0,5)^\circ\text{C}$ інкубація упродовж 10 діб – психротрофна мікробіота (Salata et al., 2018).

Статистичну обробку результатів досліджень здійснювали за загально визнаними методами варіаційної статистики з використанням програми Statistic 10.

Різницю між порівнюваними величинами вважали вірогідною за $P < 0,05$.

Результати та їх обговорення

Для комплексної характеристики мікробіологічних змін, які відбуваються у замороженій рибі, з метою удосконалення способу оцінки безпечності риби та гігієнічних вимог технологічного процесу за кількісним вмістом психротрофної мікрофлори, нами, на першому етапі роботи було проведено дослідження з визначення динаміки зміни мікрофлори під час зберігання риби у замороженому стані за температури $-18 \pm 1^\circ\text{C}$. При цьому досліджували мезофільну і психротрофну мікробіоту.

На рис. 1 показано зміни кількості мезофільної мікрофлори замороженої риби з різною контамінацією під час зберігання за температури -18°C протягом 8 місяців.

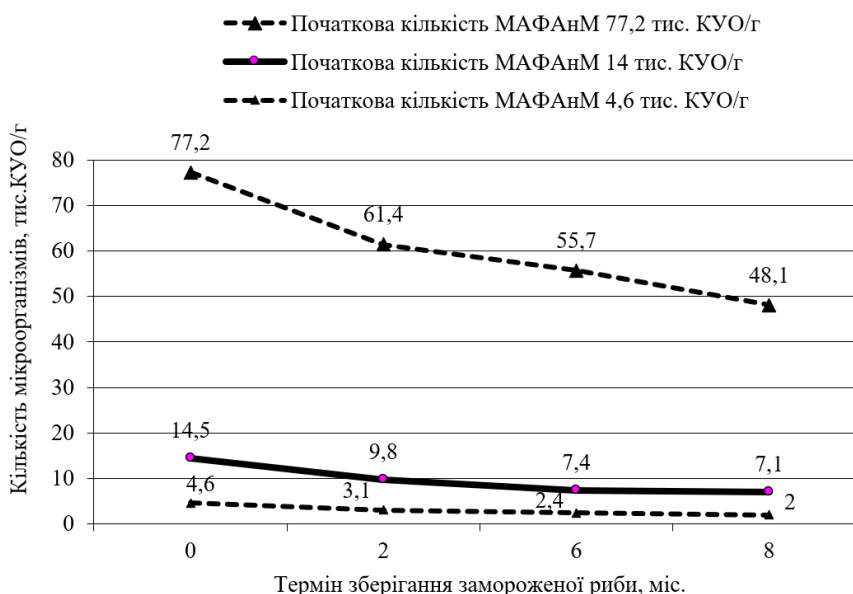


Рис. 1. Зміни мезофільної мікрофлори під час зберігання замороженої риби за температури $-18 \pm 1^\circ\text{C}$ протягом 8 місяців

Встановлено (рис. 1), що під час зберігання замороженої риби за температури -18°C мезофільна мікрофлора інактивується, як наслідок її кількість поступово зменшується. Однак, інтенсивність загибелі мезофільної мікрофлори залежала від її початкової кількості на момент заморожування, чим більша кількість мезофільних мікроорганізмів на момент заморожування риби, тим повільніше відбувається її інактивація. Так, у пробах замороженої риби з початковою кількістю МАФАНМ $77,2 \pm 3,8$ тис. КУО/г, під час зберігання протягом 8 місяців, кількість мікроорганізмів зменшилась в 1,6 раза ($P < 0,05$).

Водночас у пробах риби з початковою кількістю МАФАНМ $14,5 \pm 0,5$ тис. КУО/г кількості мікроорганізмів, протягом цього періоду, зменшилась в 2,0 раза ($P < 0,05$), а в пробах з початковою кількістю $4,6 \pm 0,2$ тис. КУО/г зменшилась в 2,3 раза ($P < 0,05$).

Тобто інтенсивність інактивації мезофільних бактерій у пробах з незначним мікробним обміном, у середньому, в 1,4 раза швидша, порівняно з пробами з більшою кількістю мікроорганізмів. Це на нашу думку пов'язано з тим, що склад мезофільної мікрофлори у більшій мірі представлений родами бактерій, які проявляють толерантність до холоду.

На рис. 2 наведено динаміку зміни кількості психротрофної мікрофлори під час зберігання замороженої риби із різною контамінацією за температури $-18 \pm 1^\circ\text{C}$ протягом 8 місяців.



Рис. 2. Зміни психротрофної мікрофлори під час зберігання замороженої риби за температури $-18 \pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$ протягом 8 місяців

З даних [рис. 2](#) видно, що кількість психротрофних мікроорганізмів у всіх групах замороженої риби під час її зберігання протягом 8 місяців залишається, практично на однаковому рівні. Тобто суттєвого збільшення чи зменшення кількості мікроорганізмів не відмічали.

Загалом отримані дані вказують на те, що психротрофна мікрофлора замороженої риби протягом 8-місячного терміну зберігання за температури $-18 \text{ }^\circ\text{C}$ не інактивується, і є більш стабільною, порівняно з мезофільною. У результаті цього за кількістю психротрофної мікрофлори замороженої риби, визначеною на будь якому етапі зберігання, можна судити про її кількість на момент заморожування.

Результати проведених досліджень щодо контамінації психротрофними мікроорганізмами замороженої риби та порівняння їх кількості з мезофільними бактеріями, дозволили удосконалити мікробіологічні критерії гігієни технологічного процесу, що гуртуються на наступних доведених наукових фактах ([Popelka et al., 2016](#); [Malimon et al., 2018a](#)):

1) психротрофні мікроорганізми є холодолюбивими та тривалий час зберігають свою життєдіяльність за умов температур заморожування ($-12\text{--}18 \text{ }^\circ\text{C}$), а тому відносяться до “нормальної” мікрофлори замороженої риби, і безпечна їх кількість завжди присутня на її поверхні та не становить загрози для споживачів;

2) серед психротрофних мікроорганізмів замороженої риби, в основному, переважають неферментуючі грамнегативні сапрофітні бактерії родів *Acinetobacter*, *Pseudomonas*, *Alcaligenes* і *Enterobacter* (від 85 до 95 %). Проте серед видів психротрофних мікроорганізмів роду *Pseudomonas*, трапляються умовно-патогенні види, що є небезпечними для здоров'я людини;

3) психротрофні бактерії продукують протеолітичні і ліполітичні ензими, які внаслідок протеолізу та ліполізу призводять до псування (вад) риби. Тому, мікробіологічний критерій обсіменіння психротрофною мікрофлорою замороженої риби має бути визначений з урахуванням технології заморожування, транспортування та її зберігання, а наявність кількості

психротрофної мікрофлори в рибі, яка призводить до невідповідностей, буде свідчити про неналежну гігієну оцінку технологічного процесу та ризику для споживачів;

4) визначений гігієнічний критерій оцінювання замороженої риби за кількістю психротрофної мікрофлори одночасно має характеризувати гігієну технологічного процесу і відповідність харчового продукту вимогам чинних нормативно-правових актів. Крім того, має бути додатковим мікробіологічним показником до вже існуючих методів визначення безпечності замороженої риби і дотримання вимог гігієни під час технологічного процесу виробництва, зберігання і обігу замороженої риби.

Враховуючи результати наших досліджень, було встановлено, що кількість психротрофної мікрофлори замороженої риби перевищує в 1,3–2,0 рази кількість мезофільної мікрофлори визначеної за температури $30 \text{ }^\circ\text{C}$ протягом 72 год. Також, виявлено, що при зберіганні замороженої риби за температури $-18 \text{ }^\circ\text{C}$ протягом 8 місяців кількість психротрофної мікрофлори практично не змінюється і знаходиться на початковому рівні. Водночас кількість мезофільної мікрофлори протягом цього терміну зберігання зменшується в 1,8–2,6 рази – це залежить від її кількості на початок заморожування. Тому, ми вважаємо, що за кількістю психротрофної мікрофлори замороженої риби можна судити про її безпечність, а також про дотримання гігієнічних вимог під час технологічного процесу виробництва (від вилову до обігу) замороженої риби.

Отже, результатами наших досліджень встановлено, що обсіменіння замороженої риби психротрофною мікрофлорою, яка імпортується в Україну, є більш стабільним, порівняно з контамінацією риби мезофільними мікроорганізмами. Кількість психротрофної мікрофлори більш об'єктивно характеризує гігієнічні умови виробництва, дотримання температури заморожування.

На підставі наших досліджень ([Malimon et al., 2018a](#); [2018b](#)) з урахуванням європейської методології ([Regulation \(EC\) No 178/2002](#)) нами було удосконалено мікробіологічні критерії гігієни технологічного

процесу виробництва замороженої риби за кількістю психротрофної мікрофлори, які наведені в [табл. 1](#).

Якщо під час мікробіологічного дослідження п'яти проб риби від однієї партії хоча б в одній пробі виявлятимуть кількість психротрофних мікроорганізмів понад 50 000 КУО/г ($\geq M$), то таку партію замороженої риби вважають незадовільною і вживають заходи щодо удосконалення гігієни технологічного процесу.

У разі виявлення у трьох пробах замороженої риби кількості психротрофних мікроорганізмів від 10 000 КУО/г до 50 000 КУО/г, (у межах між m і M), то таку партію вважають прийнятною.

Якщо при мікробіологічному дослідженні п'яти проб замороженої риби виявлятимуть кількість психротрофних мікроорганізмів менше 10 000 КУО/г (m) у всіх пробах, то таку партію вважають задовільною.

Таблиця 1

Мікробіологічне оцінювання замороженої риби за критеріями гігієни технологічного процесу з визначення психротрофної мікрофлори

Категорія харчових продуктів	Мікроорганізми	План відбору зразків		Допустимі межі		Стадія, де застосовується показник	Дії у випадку незадовільних результатів
		n	c	m	M		
Риба заморожена	Психротрофні	5	3	10 000 КУО/г	50 000 КУО/г	Під час зберігання у замороженому стані або реалізації	Заборона реалізації. Рекомендації щодо удосконалення гігієни технологічного процесу

Примітка: n – кількість проб, що відбиралася від однієї партії; c – кількість проб, параметричні значення, яких знаходяться між m і M ; m – мінімальне значення вмісту психротрофних мікроорганізмів у 1 г риби; M – максимальне значення вмісту психротрофних мікроорганізмів у 1 г риби

Таким чином, запропонована нами модель з використанням мікробіологічних критеріїв гігієни технологічного процесу з урахуванням контамінації психротрофною мікрофлорою замороженої риби, характеризує дотримання комплексу гігієнічних вимог на всіх етапах (від заморожування до її обігу) та в разі потреби, дозволяє вжити відповідних коригувальних дій. Визначений мікробіологічний критерій кількості психротрофної мікрофлори у замороженій рибі доповнює існуючі методи оцінювання гігієни технологічного процесу та має на меті більш широко оцінити мікробіологічну безпечність замороженої риби.

Висновки

Обґрунтовано та розроблено мікробіологічні критерії гігієни технологічного процесу виробництва замороженої риби на підставі оцінювання кількості психротрофної мікрофлори ($n = 5$; $c = 3$; $m = 10000$ КУО/г; $M = 50000$ КУО/г). Дані критерії вказують про дотримання комплексу гігієнічних заходів від заморожування до обігу риби.

Відомості про конфлікт інтересів

Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів.

References

DSTU (2007). State standard of Ukraine 4868:2007, Fish frozen. Specification. National Standard of Ukraine. URL: <https://ses-help.org.ua/dstu/ДСТУ%204868-2007%20риба%20заморожена.pdf>.

Ercolini, D., Russo, F., Nasi, A., Ferranti, P., & Villani, F. (2009). Mesophilic and psychrotrophic bacteria from meat and their spoilage potential in vitro and in beef. *Applied and environmental microbiology*, 75(7), 1990–2001. DOI: 10.1128/AEM.02762-08.

EC (2002). Regulation (EC) No 178/2002 of the European Parliament and of the Council of 28 January 2002 laying down the general principles and requirements of food law, establishing the European Food Safety Authority and laying down procedures in matters of food safety. URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:02002R0178-20140630&rid=1>.

Feng, M., Yan, L., Zhang, X., Sun, P., Yang, S., Wang, L., & Wang, Z. (2016). Fast removal of the antibiotic flumequine from aqueous solution by ozonation: influencing factors, reaction pathways, and toxicity evaluation. *Science of The Total Environment*, 541, 167–175. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2015.09.048.

Franzetti, L., & Scarpellini, M. (2007). Characterisation of *Pseudomonas* spp. isolated from foods. *Annals of microbiology*, 57(1), 39–47. DOI: 10.1007/BF03175048.

Hassan, M. A., Shaltout, F. A., Maarouf, A. A., & El-Shafey, W. S. (2014). Psychrotrophic bacteria in frozen fish with special reference to *Pseudomonas* species. *Benha Veterinary Medical Journal*, 27(1), 78–83. URL: <https://bvmj.bu.edu.eg/issues/27-1/7.pdf>.

Hozbor, M. C., Saiz, A. I., Yeannes, M. I., & Fritz, R. (2006). Microbiological changes and its correlation with quality indices during aerobic iced storage of sea salmon (*Pseudoperca semifasciata*). *LWT-Food Science and Technology*, 39(2), 99–104. DOI: 10.1016/j.lwt.2004.12.008.

Kukhtyn, M., Salata, V., Berhilevych, O., Malimon, Z., Tsvihun, A., Gutyj, B., & Horiuk, Y. (2020). Evaluation of storage methods of beef by microbiological and chemical indicators. *Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences*, 14, 602–611. DOI: 10.5219/1381.

Kukhtyn, M., Kozhyn, V., Horiuk, V., Malimon, Z., Horiuk, Y., Yashchuk, T., & Kernychnyi, S. (2021). Activity of Disinfecting Biocides and Enzymes of Proteases and Amylases on Bacteria in Biofilms. *Kafkas*

- Universitesi Veteriner Fakultesi Dergisi, 27(4), 495–502. DOI: 10.9775/kvfd.2021.25770.
- Malimon, Z., Kukhtyn, M., & Perkiy, Y. (2018a). Contamination of frozen fish with mesophilic and psychrotrophic microorganisms depending on biochemical quality indices. *Theoretical and Applied Veterinary Medicine*, 6(3), 39–43. DOI: 10.32819/2018.63008.
- Malimon, Z., Kukhtyn M., Grynevych, N., & Azyrkina, I. (2018b). Veterinary and sanitary evaluation of frozen fish imported into Ukraine for presence of antibacterial substances residues. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary Sciences*, 20(88), 36–41. DOI: 10.32718/nvlvet8806.
- Mikš-Krajnik, M., Yoon, Y. J., Ukuku, D. O., & Yuk, H. G. (2016). Volatile chemical spoilage indexes of raw Atlantic salmon (*Salmo salar*) stored under aerobic condition in relation to microbiological and sensory shelf lives. *Food Microbiology*, 53, 182–191. DOI: 10.1016/j.fm.2015.10.001. PMID:26678146.
- Moschonas, G., Bolton, D. J., McDowell, D. A., & Sheridan, J. J. (2011). Diversity of culturable psychrophilic and psychrotrophic anaerobic bacteria isolated from beef abattoirs and their environments. *Applied and environmental microbiology*, 77(13), 4280–4284. DOI: 10.1128/AEM.01778-10.
- Mulcahy, D. M. (2011). Antibiotic use during the intracelomic implantation of electronic tags into fish. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 21(1), 83–96. DOI: 10.1007/s11160-010-9190-6.
- Oramadike, C. E., Ibrahim, A. O., & Kolade, O. Y. (2010). Biochemical and microbiological quality of frozen fishes available in some supermarkets in Lagos State, Nigeria. *Acta SATECH*, 3(2), 48–51. URL: <https://www.actasatech.com/index.php?q=journal.viev.97>.
- Perin, L. M., Miranda, R. O., Todorov, S. D., de Melo Franco, B. D. G., & Nero, L. A. (2014). Virulence, antibiotic resistance and biogenic amines of bacteriocinogenic lactococci and enterococci isolated from goat milk. *International journal of food microbiology*, 185, 121–126. DOI: 10.1016/j.ijfoodmicro.2014.06.001.
- Popelka, P., Nagy, J., Pipová, M., Marcinčák, S., & Lenhardt, L. (2014). Comparison of chemical, microbiological and histological changes in fresh, frozen and double frozen rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Acta Veterinaria Brno*, 83(2), 157–161. DOI: 10.2754/avb201483020157.
- Popelka, P., Jevinová, P., & Marcinčák, S. (2016). Microbiological and chemical quality of fresh and frozen whole trout and trout filets. *Potravinarstvo*, 1(10), 431–436. DOI: 10.5219/599.
- Salata, V., Kuhtyn, M., Semanjuk, V., & Perkiy, Y. (2017). Dynamics of microflora of chilled and frosted beef during storage. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies*, 19(73), 178–182. DOI: 10.15421/nvlvet7337.
- Salata, V., Kukhtyn, M., Pekriy, Y., Horiuk, Y., & Horiuk, V. (2018). Activity of washing-disinfecting means “San-active” for sanitary treatment of equipment of meat processing enterprises in laboratory and manufacturing conditions. *Ukrainian Journal of Veterinary and Agricultural Sciences*, 1(1), 10–16. DOI: 10.32718/ujvas1-1.02.
- Topic Popovic, N., Benussi Skukan, A., Dzidara, P., Coz-Rakovac, R., Strunjak-Perovic, I., Kozacinski, L., Jadan, M., & Brlek-Gorski, D. (2010). Microbiological quality of marketed fresh and frozen seafood caught off the Adriatic coast of Croatia. *Veterinarni Medicina*, 55(5), 233–241. DOI: 10.17221/2997-VETMED.
- Velu, S., Abu Bakar, F., Mahyudin, N. A., Saari, N., & Zaman, M. Z. (2013). Effect of modified atmosphere packaging on microbial flora changes in fishery products. *International Food Research Journal*, 20(1), 17–26.
- Zhang, Y., Wei, J., Yuan, Y., & Yue, T. (2019). Diversity and characterization of spoilage-associated psychrotrophs in food in cold chain. *International journal of food microbiology*, 290, 86–95. DOI: 10.1016/j.ijfoodmicro.2018.09.026.