

Науковий вісник Львівського національного університету
ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького

Scientific Messenger of Lviv National University
of Veterinary Medicine and Biotechnologies

ISSN 2518–7554 print
ISSN 2518–1327 online

doi: 10.32718/nvlvet8806
http://nvlvet.com.ua

UDC 619: 639.2.09; 639.3.09

Veterinary and sanitary evaluation of frozen fish imported into Ukraine for presence of antibacterial substances residues

Z.V. Malimon¹, M.D. Kukhtyn², N.E. Grynevych³, I.M. Azyrkina¹

¹State Research Institute for Laboratory Diagnostics and Veterinary and Sanitary Expertise, Donetsk, Kyiv, Ukraine

²Ternopil Ivan Puluj National Technical University, Department of Food Technologies, Ternopil, Ukraine

³Bila Tserkva National Agrarian University, Bila Tserkva, Ukraine

Article info

Received 26.07.2018
Received in revised form
27.08.2018
Accepted 29.08.2018

State Research Institute for
Laboratory Diagnostics and
Veterinary and Sanitary Expertise,
Donetska, Str., 30, Kyiv,
02000, Ukraine.
E-mail: z_malimon@ukr.net

Ternopil Ivan Puluj National
Technical University, Department
of Food Technologies,
Ruska Str., 56, Ternopil,
46001, Ukraine.
Tel.: +38-097-23-92-057
E-mail: kuchynnic@gmail.com

Bila Tserkva National Agrarian
University, Soborna sq., 8/1,
Bila Tserkva, 09111, Ukraine.
Tel.: +38-050-532-87-16
E-mail: gnatbc@ukr.net

Malimon, Z.V., Kukhtyn, M.D., Grynevych, N.E., & Azyrkina, I.M. (2018). Veterinary and sanitary evaluation of frozen fish imported into Ukraine for the presence of antibacterial substances residues. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies, 20(88), 36–41. doi: 10.32718/nvlvet8806

Significant and unlimited use of antibacterial drugs, leads to their accumulation in the aquatic environment, tissues of fish, and, accordingly, in fish products. The problem of residual amounts of antibacterial drugs in raw materials and food products is relevant not only in Ukraine but also in the whole world. The purpose of the work was to conduct monitoring researches of frozen fish on the content of antibacterial substances residues. The presence of residual amounts of anti-bacterial substances was carried out by a screening method for the determination of antibiotics in products of animal origin PX/MC/MC and the microbiological method. It was established that in the trading network frozen fish was sold, which contained $10.5 \pm 0.3\%$ of the remainder of the antibacterial substance. The most frequently imported frozen fish in Ukraine were antimicrobials from the group of antibiotics of the first generation aminoglycosides (apramicin, kanamycin, gentamicin, spectinomycin, paromomycin) – $46.4 \pm 0.7\%$ of cases and supply dioxid acid at $19.0 \pm 0.2\%$. In 11% of cases, in frozen fish, the remains of sulfamide antimicrobial agents – sulfaphenazole. Antibiotics of the penicillin number: penicillin, amoxicillin and nafcillin, despite the presence of antimicrobial activity, mainly in relation to gram-positive micro flora, were found in the total number of $11.1 \pm 0.2\%$ of cases. In the smallest number of samples of frozen fish, antibiotics of the tetracycline group – tetracycline in $1.6 \pm 0.1\%$ of cases were detected. The largest numbers of antibacterial substances were detected from 11.2 ± 0.2 to $14.4 \pm 0.2\%$ for argentine and flatfish species. In such pelagic species of fish as lakerda, mackerel, capelin and mackerel, antibiotics were detected in an equal number, in about 10% of the examined samples. Almost 8% of samples of frozen fish like salmon contain antibacterial substances. In addition, equally in $6.3 \pm 0.2\%$ of the examined samples, veterinary drugs were found in oceanic fish such as herring and red-eyed fish. In the smallest amount, up to 5% showed antimicrobial substances in sea fish such as dorado and pink salmon. The presences of antibacterial substances in the investigated fish samples, which are not stipulated by the EU Regulation No. 37/2010, have been identified. Consequently, there was a need to provide in the “State monitoring plan for residues of veterinary drugs, pollutants and toxicants in products of animal origin” a study to determine the residual amounts of antibacterial substances and antibiotics to increase the safety of fish imported into Ukraine.

Key words: frozen fish, antibiotics, antibacterial substances, residual quantities, safety.

Ветеринарно-санітарна оцінка замороженої риби, імпортованої в Україну, на наявність залишків антибактеріальних субстанцій

З.В. Малімон¹, М.Д. Кухтин², Н.Є. Гриневич³, І.М. Азиркіна¹

¹Державний науково-дослідний інститут з лабораторної діагностики та ветеринарно-санітарної експертизи, м. Київ, Україна

²Тернопільський національний технічний університет імені І. Пулюя, м. Тернопіль, Україна

³Білоцерківський національний аграрний університет, м. Біла Церква, Україна

Значне і необмежене застосування антибактеріальних препаратів, призводить до накопичення їх у водному середовищі, тканинах риби, і відповідно в рибних продуктах. Проблема залишкових кількостей антибактеріальних препаратів у сировині та харчових продуктах є актуальною не тільки в Україні, а й у цілому світі. Метою роботи було провести моніторингові дослідження замороженої риби на вміст залишків антибактеріальних субстанцій. Наявність залишкових кількостей антибактеріальних субстанцій проводили скринінговим методом визначення антибіотиків у продукції тваринного походження РХ/МС/МС та мікробіологічним методом. Встановлено, що у торговельній мережі реалізується заморожена риба, яка у $10,5 \pm 0,3\%$ містила залишки антибактеріальних субстанцій. Найчастіше у імпортованій в Україну замороженій рибі виявляли протимікробні препарати із групи антибіотиків аміноглікозидів I-II покоління (апраміцин, канаміцин, гентаміцин, спектиноміцин, паромоміцин, дигідрострептоміцин) – $46,4 \pm 0,7\%$ випадків та надлишкову кислоту в $19,0 \pm 0,2\%$. В 11% випадків у замороженій рибі виявляли залишки сульфамідних протимікробних препаратів – сульфафензол. Антибіотики пеніцилінового ряду: пеніцилін, амоксицилін і нафцилін, незважаючи на наявність протимікробної дії переважно щодо грампозитивної мікрофлори, виявлялися у сумарній кількості $11,1 \pm 0,2\%$ випадків. У найменшій кількості проб замороженої риби виявляли антибіотик тетрациклінової групи – тетрациклін в $1,6 \pm 0,1\%$ випадків. У найбільшій кількості виявляли антибактеріальні субстанції від $11,2 \pm 0,2$ до $14,4 \pm 0,2\%$ у видів риби аргентина та камбала. У таких пеласгічних видів риби, як ласерда, скумбрія, мойва і макрель виявляли антибіотичні препарати в однаковій кількості, приблизно в 10% випадків досліджених проб. Практично 8% проб такої замороженої риби, як салака і сайра містили антибактеріальні субстанції. Також порівню по $6,3 \pm 0,2\%$ досліджених проб виявляли ветеринарні препарати, у таких океанічних риб, як оселедець і червоноока. У найменшій кількості до 5% виявляли антимікробні субстанції у таких морських риб, як дорадо і горбуша. Виявлено наявність антибактеріальних субстанцій у досліджених пробах риби, визначення, яких не передбачено Регламентом ЄС № 37/2010. Отже, виникла необхідність передбачити у “Плані державного моніторингу залишкових кількостей ветеринарних препаратів, забруднювачів та токсикантів у продуктах тваринного походження” дослідження з визначення залишкових кількостей антибактеріальних субстанцій і антибіотиків для підвищення безпечності риби, імпортованої в Україну.

Ключові слова: заморожена риба, антибіотики, антибактеріальні субстанції, залишкові кількості, безпечність.

Вступ

Нині значну роль у вирішенні проблеми забезпечення населення продуктами тваринного походження займає галузь рибництва (Usyudus et al., 2008). Суттєвим чинником, який стримує розвиток рибництва є інфекційні захворювання, для лікування та профілактики яких використовують антибактеріальні препарати (антибіотики, сульфаніламідні, нітрофурані, дезінфектанти, тощо) (Kosenko et al., 2002; Grynevych et al., 2018; Kovalenko et al., 2018). Значне і необмежене застосування антибактеріальних препаратів призводить до накопичення їх у водному середовищі, тканинах риби і відповідно в рибних продуктах (Samandidou and Evaggelopoulou, 2007; Akinbowale et al., 2007; Rico et al., 2012; Zhang et al., 2013; Bayer et al. 2017). Так, дослідники (Topic Popovic et al., 2010; Chen, 2014; Bayer et al., 2017) виявляли антибактеріальні препарати різних груп у рибі в Україні, Китаї, Хорватії, Австралії. У дослідженнях, проведених в (Bayer et al., 2017) виявляли залишки ветеринарних препаратів нітрофуранового ряду, сульфаніламідні, антибіотики у рибі в різних регіонах України. При цьому тільки близько 40% зразків сировини містили залишкові кількості сульфаніламідних препаратів в межах 50–70% ГДК.

Використання великої кількості антибіотиків може призвести до появи антибіотикорезистентних бактерій у водному середовищі аквакультури, збільшенні резистентності до антибіотиків у риб'ячих патогенів, а також передачі детермінант резистентності патогенам людини (Bhowmick et al., 2008; Grigorakis and Rigos, 2011; Kukhtyn et al., 2017).

Ринок морської риби в Україні представлений в основному імпортною, яка поступає до нас в замороженому вигляді за температури – $12 \dots -18$ °С. Водночас згідно з “Планом державного моніторингу залишків ветеринарних препаратів та забруднювачів у живих тваринах і необроблених харчових продуктах тваринного походження” визначення залишкових кількостей ветеринарних препаратів передбачено у

рибі власного виробництва згідно Регламенту ЄС 37/2010 “Про фармакологічно активні речовини та їх класифікація відносно максимальних допустимих кількостей в харчових продуктах тваринного походження”. Заморожена риба, яка імпортується в Україну, не досліджується на наявність залишкових кількостей антибактеріальних субстанцій.

Отже, проблема залишкових кількостей антибактеріальних препаратів у сировині та харчових продуктах є актуальною не тільки в Україні, а й у цілому світі.

Метою роботи було провести моніторингові дослідження замороженої риби на вміст залишків антибактеріальних субстанцій.

Для досягнення даної мети були поставлені такі завдання:

- дослідити залишки заборонених антибактеріальних субстанцій у замороженій рибі, імпортованій в Україну;
- провести ідентифікацію виявлених залишкових антибактеріальних субстанцій і антибіотиків у замороженій рибі;
- визначити види замороженої риби, які найчастіше містила залишки антибактеріальних субстанцій і антибіотиків.

Матеріал та методи досліджень

Робота виконана в Державному науково-дослідному інституті з лабораторної діагностики та ветеринарно-санітарної експертизи (ДНДЛДВСЕ), в Дніпровській регіональній державній лабораторії Державної служби України з питань безпечності харчових продуктів та захисту споживачів та Тернопільській дослідній станції Інституту ветеринарної медицини НААН.

Проведено дослідження проб замороженої риби. Наявність залишкових кількостей антибактеріальних субстанцій проводили скринінговим методом визначення антибіотиків у продукції тваринного походження РХ/МС/МС та мікробіологічним методом

(Novozhytska et al., 2014). Визначено 50 антибактеріальних субстанцій: сульфагуанідин, сульфацетамід, сульфадіридин, сульфадіазин, сульфаметоксазол, сульфатіазол, сульфамеразин, сульфаметізол, сульфабензамід, сульфаметазин, сульфхіноксолін, сульфадоксин, сульфадиметоксин, пеніцилін G, цефалексин, ампіцилін, пеніцилін V, амоксицилін, триметопрім, нафцилін, оксацилін, йозаміцин, спіраміцин, налідиксова кислота, флумекін, оксалінова кислота, норфлоксацин, ципрофлоксацин, спектиноміцин, данофлоксацин, енрофлоксацин, марбофлоксацин, сарафлоксацин, дифлоксацин, лінкоміцин, гентаміцин, доксициклін, хлортетрациклін, тетрациклін, оситетрациклін, канаміцин, апраміцин, стрептоміцин, дигідрострептоміцин, паромоміцин, сульфамоксол, сульфафеназол, сульфаметоксипіридазин, сульфамонетоксин, тіамулін.

Статистичну обробку результатів дослідження здійснювали за загально визначеними методами варіаційної статистики з використанням програми Statistic 6. Використовували непараметричні методи досліджень (критерій Уїлкоксона, Манна-Уїтні). Визначали середнє арифметичне – \bar{x} , стандартну похибку середньої величини – SE . Різницю між порівнюваними величинами вважали достовірною при $P \leq 0,05$.

Результати та їх обговорення

Результати досліджень щодо визначення залишків антибактеріальних препаратів у замороженій рибі наведено на рис. 1.

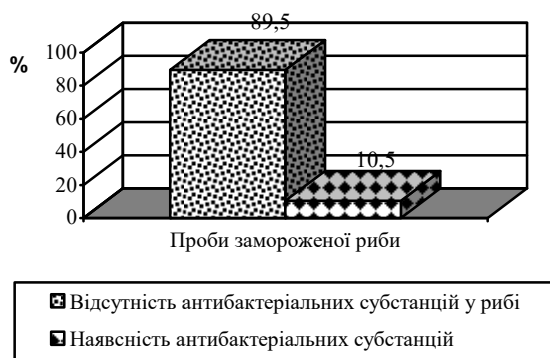


Рис. 1. Виявлення позитивних проб за вмістом антибактеріальних субстанцій у замороженій рибі

Як видно з даних рис. 1, з 100 досліджених проб замороженої риби, кількість позитивних зразків, які містили антибактеріальні субстанції, становила $10,5 \pm 0,3\%$. Це вказує на те, що дану рибу вирощували із застосуванням антибактеріальних препаратів або їх використовували під час заморожування для зупинення розвитку мікрофлори і продовження термінів зберігання.

Отже, закордонні виробники та імпортери замороженої риби не завжди дотримуються санітарно-гігієнічних вимог щодо застосування і каренції антимікробних засобів під час її вирощування або заморожування.

Водночас, національним законодавством не передбачено дослідження замороженої риби на залишки

ветеринарних препаратів та забруднювачів у аквакультурах (риба), яка поступає на український ринок із за кордону.

На рис. 2 наведено дані дослідження щодо ідентифікації наявних антибактеріальних субстанцій у замороженій рибі. З рис. 2 видно, що найчастіше у замороженій рибі, яка імпортована в Україну, виявляли антибактеріальну субстанцію налідиксову кислоту в $19,0 \pm 0,2\%$ випадків досліджених проб. Ветеринарний антибіотик із групи аміноглікозидів – апраміцин виявляли у рибі в $15,9 \pm 0,2\%$ випадків. Доволі часто виявляли у рибі інший антибіотик-аміноглікозид – канаміцин у $14,3 \pm 0,2\%$ випадків. Понад 11% виділяли субстанцію із групи сульфамідних протимікробних препаратів – сульфафеназол, який також проявляє широкий спектр антимікробної дії на мікроорганізми різних груп. Аміноглікозид гентаміцин і ветеринарний антибіотик тіамулін виявлялися в однаковій кількості досліджених проб замороженої риби по $6,3 \pm 0,1\%$. Антибіотики пеніцилінового ряду: пеніцилін, амоксицилін і нафцилін, незважаючи на наявність протимікробної дії переважно щодо грам позитивної мікрофлори, виявлялися у сумарній кількості $11,1 \pm 0,2\%$ випадків. Дигідрострептоміцин і стрептоміцин, які також відносяться до антибіотиків-аміноглікозидного ряду виявлялися в $6,4 \pm 0,3\%$ випадків. У найменшій кількості проб замороженої риби виявляли антибіотик тетрациклінової групи – тетрациклін в $1,6 \pm 0,1\%$ випадків.

Загалом з одержаних даних випливає, що найчастіше у імпортованій в Україну замороженій рибі виявляли протимікробні препарати із групи антибіотиків аміноглікозидів I-II покоління (апраміцин, канаміцин, гентаміцин, спектиноміцин, паромоміцин, дигідрострептоміцин) – $46,4 \pm 0,7\%$ випадків. Ймовірно через широкий спектр їхньої бактерицидної дії на більшість грам позитивних і грам негативних мікроорганізмів, збудників харчових інфекцій та мікроорганізмів, що спричиняють вади риби. Крім того, практично в 20% випадків виявляли налідиксову кислоту, що ймовірно пов'язано з доброю її активністю щодо бактерій родини *Enterobacteriaceae*. Регламент комісії ЄС № 37/2010 “Про фармакологічно активні речовини та їх класифікації відносно максимальних допустимих кількостей в харчових продуктах тваринного походження” не регламентує залишки налідиксової кислоти.

На рис. 3 наведено дослідження риби, яка найчастіше містила антибактеріальні субстанції. Як видно з даних рис. 3, частота виявлення антибактеріальних препаратів у замороженій рибі різнилася між видами. У найбільшій кількості виявляли антибактеріальні субстанції від $11,2 \pm 0,2$ до $14,4 \pm 0,2\%$ у видів риби аргентина та камбала. У таких пелагічних видів риби, як ласерда, скумбрія, мойва і макрель виявляли антибіотичні препарати в однаковій кількості, приблизно в 10% випадків досліджених проб. Практично 8% проб такої замороженої риби, як салака і сайра містили антибактеріальні субстанції. Також порівну по $6,3 \pm 0,2\%$ досліджених проб виявляли ветеринарні препарати, у таких океанічних риб, як оселедець і червоноока.

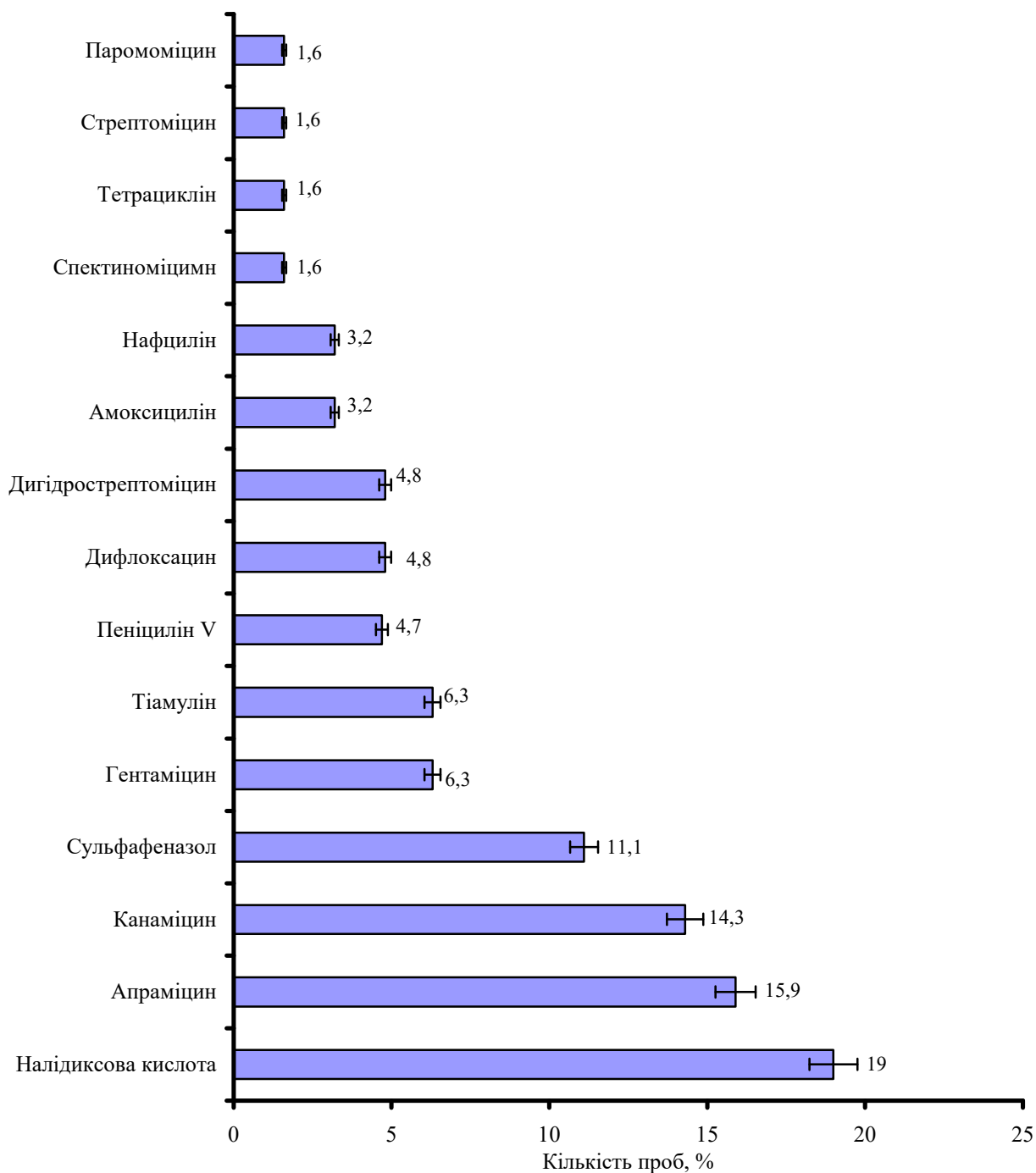


Рис. 2. Найбільш поширені антибактеріальні субстанції, виявлені у замороженій рибі

У найменшій кількості до 5% виявляли антимікробні субстанції у таких морських риб, як дорадо і горбуша.

Отже, одержані дані досліджень вказують на те, що види замороженої риби, які поступають в Україну, за частотою забруднення антибактеріальними препаратами відрізняються між собою. Найчастіше містили залишки антибактеріальних препаратів – це види риб аргентина і камбала та практично в 3–4,5 рази ($P < 0,05$) менше виявляли їх у видів риб дорадо і горбуша.

Загалом, підсумовуючи дослідження, варто зазначити таке. Заморожена риба, яка поступає на український ринок, не в повному обсязі досліджується на виявлення залишкових кількостей ветеринарних препаратів, забруднювачів та токсикантів, як наслідок нами виявлено $10,5 \pm 0,3\%$ проб риби, що містили залишки антибактеріальних субстанцій і антибіотиків. Отримані нами результати узгоджуються з даними дослідників (Bayer et al., 2017), які виявляли у харчових продуктах антибіотики, сульфаніламід та нітрофуранові препарати, під час проведення Плану державного моніторингу в 2015–2016 рр.

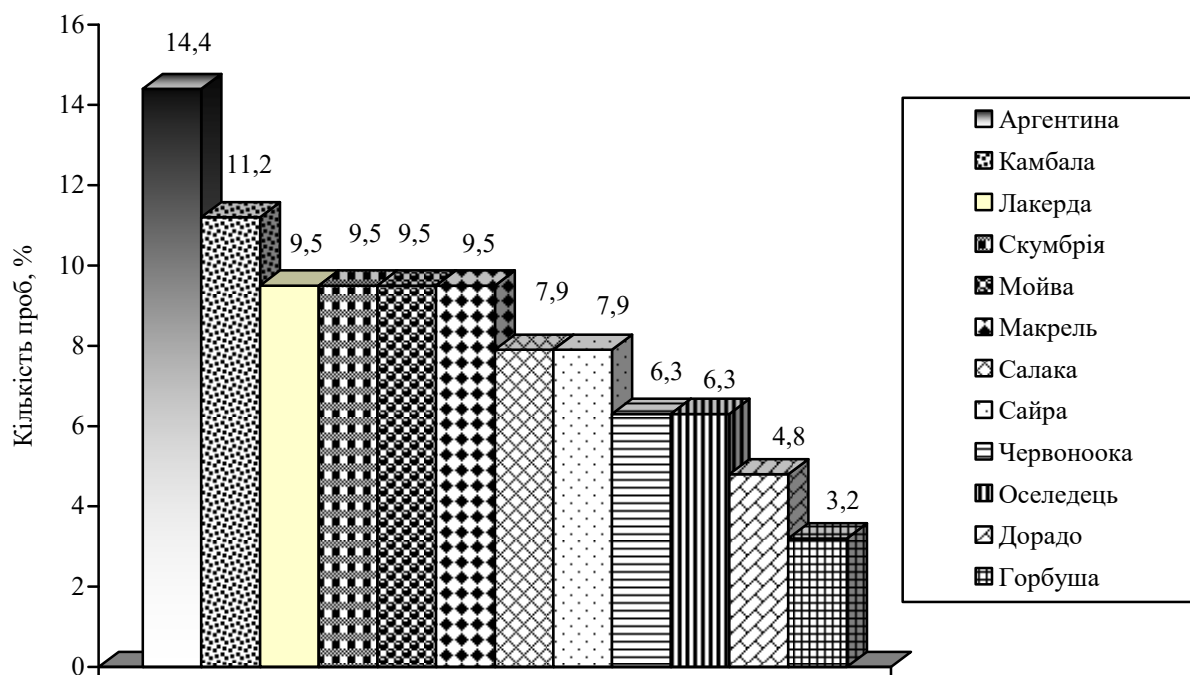


Рис. 3. Види риби, які найчастіше містили антибактеріальні субстанції

Найчастіше нами в імпортованій в Україну замороженій рибі виявляли антибіотики-аміноглікозиди (апраміцин, канаміцин, гентаміцин, спектиноміцин, паромоміцин, дигідрострептоміцин) – $46,4 \pm 0,7\%$ випадків та налідиксову кислоту в 20% випадків досліджених проб. Про значне використання у тваринництві та птахівництві антибіотиків-аміноглікозидів і макролітів повідомляють дані (Palyshniuk and Tkchuk, 2016), які виявляли залишки цих антибіотиків у продукції птахівництва. Водночас наші дослідження виявили наявність у рибі залишкових кількостей налідиксової кислоти, яку практично ніхто не визначає у продукції тваринного походження. Найбільш часто містили залишки антибактеріальних препаратів – це види риб аргентина і камбала від $11,2 \pm 0,2$ до $14,4 \pm 0,2\%$ випадків, а у найменшій кількості до 5% виявляли антимікробні субстанції у таких морських риб, як дорадо і горбуша. Встановлено наявність антибіотиків і антибактеріальних субстанцій у досліджених пробах риби, визначення, яких не передбачено Регламентом ЄС № 37/2010. Тому, враховуючи вище наведені результати досліджень, вважаємо необхідним передбачити національним законодавством дослідження з визначення залишкових кількостей антибактеріальних препаратів для підвищення безпеки риби, яка імпортується в Україну.

Висновки

Встановлено, що у торговельній мережі реалізується заморожена риба, яка у $10,5 \pm 0,3\%$ містила залишки антибактеріальних субстанцій. Найчастіше в імпортованій в Україну замороженій рибі виявляли протимікробні препарати із групи антибіотиків аміно-

глікозидів (апраміцин, канаміцин, гентаміцин, спектиноміцин, паромоміцин, дигідрострептоміцин) в $46,4 \pm 0,7\%$ випадків та надлідиксову кислоту в $19,0 \pm 0,2\%$. Встановлено, що в найбільшій кількості виявляли антибактеріальні субстанції від $11,2 \pm 0,2$ до $14,4 \pm 0,2\%$ у видів риби аргентина та камбала, а в найменшій кількості до 5% у таких морських риб, як дорадо і горбуша.

Перспективи подальших досліджень полягають у визначенні кількісного вмісту залишкових кількостей антибактеріальних субстанцій у замороженій рибі та внесення змін у нормативно-правові документи щодо контролю замороженої риби імпортного виробництва.

References

- Akinbowale, O.L., Peng, H., & Barton, M.D. (2007). Antimicrobial resistance in bacteria isolated from aquaculture sources in Australia. *Journal of Applied Microbiology*, 100(5), 1103–1113. doi: 10.1111/j.1365-2672.2006.02812.x.
- Bayer, E.V., Novozhitskaya, Yu.N., Shevchenko, L.V., & Mykhalska, V.M. (2017). Monitoring of residues of veterinary preparations in food products. *Ukrainian Journal of Ecology*, 7(3), 251–257. doi: 10.15421/2017_76.
- Bhowmick, P.P., Khushiramani, R., Raghunath, P., Karunasagar, I., & Karunasagar, I. (2008). Molecular typing of *Vibrio parahaemolyticus* isolated from seafood harvested along the south-west coast of India. *Lett. Appl. Microbiol.*, 46, 198–204. doi: 10.1111/j.1472-765X.2007.02304.x.
- Chen, H. (2014). Antibiotics in typical marine aquaculture farms surrounding Hailing Island, South China: Occurrence, bioaccumulation and human dietary expo-

- sure. *Mar. Pollut. Bull.*, 3, 277–282. doi: 10.1016/j.marpolbul.2014.10.053.
- Grigorakis, K., & Rigos, G. (2011). Aquaculture effects on environmental and public welfare – the case of Mediterranean mariculture. *Chemosphere*, 85(6), 899–919. doi: 10.1016/j.chemosphere.2011.07.015.
- Grynevych, N., Sliusarenko, A., Dyman, T., Sliusarenko, S., Gutyj, B., Kukhtyn, M., Hunchak, V., & Kushnir V. (2018). Etiology and histopathological alterations in some body organs of juvenile rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum, 1792) at nitrite poisoning. *Ukrainian Journal of Ecology*, 8(1), 402–408. doi: 10.15421/2018_228.
- Kovalenko, V.L., Kovalenko, P.L., Ponomarenko, G.V., Kukhtyn, M.D., Midyk, S.V., Horiuk, Yu.V., & Garkavenko, V.M. (2018). Changes in lipid composition of *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus* cells under the influence of disinfectants Barez, Biochlor and Geocide. *Ukrainian Journal of Ecology*, 8(1), 402–408. doi: 10.15421/2018_248.
- Kosenko, Yu.M., Tkachenko, V.I., & Lapin, O.V. (2002). Monitorynh zalyshkiv veterynarykh preparativ u kharchovykh produktakh. *Naukovyi visnyk Lvivskoi derzhavnoi akademii veterynarnoi medytsyny*, 2, 4(5), 202–207 (in Ukrainian).
- Kukhtyn, M., Berhilevych, O., Kravcheniuk, K., Shynkaruk, O., Horiuk, Y., & Semaniuk, N. (2017). Formation of biofilms on dairy equipment and the influence of disinfectants on them. *Eastern-European journal of Enterprise Technologies*, 5, 89, 26–33. doi: 10.15587/1729-4061.2017.110488.
- Palyshniuk, K., & Tkchuk, S. (2016). The amino acid composition of broiler chickens meat after oral administration “Dankosan-50”. *Suchasne ptakhivnytstvo*, 5(6), 38–40 (in Ukrainian).
- Novozhytska, Yu.M., Ivanova, O.V., Stupak, O.M., Vasyliuk, V.V., Liniichuk, N.V., & Korostinska, N.V. (2014). Vyznachennia antybiotykyv u produktsii tvarynnoho pokhodzhennia za dopomohoiu ridynnoho khromatomas-spektrometra. Kiev, DNDILDVSE (in Ukrainian).
- Rico, A., Satapornvanit, K., Haque, M.M., Min, J., Nguyen, P.T., Telfer, T.C., & Van den Brink, P.J. (2012). Use of chemicals and biological products in Asian aquaculture and their potential environmental risks: a critical review. *Rev. Aquacult*, 4(2), 75–93. doi: 10.1111/j.1753-5131.2012.01062.x.
- Samanidou, V.F., & Evaggelopoulos, E.N. (2007). Analytical strategies to determine antibiotic residues in fish. *Journal of Separation Science*, 30(16), 245–252. doi: 10.1002/jssc.200700252.
- 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.
- Usyodus, Z., Szlinder-Richert, J., Polak-Juszczak, L., Kanderska, J., Adamczyk, M., & Malesa-Cieciewicz, M. (2008). Food of marine origin: between benefits and potential risks. *Food Chemistry*, 111, 556–563. doi: 10.1016/j.foodchem.2008.04.018.
- Zhang, R.J., Tang, J.H., Zheng, Li.J., Liu, Q., & Chen, D. (2013). Antibiotics in the offshore waters of the Bohai Sea and the Yellow Sea in China: occurrence, distribution and ecological risks. *Environ. Pollut*, 174, 71–77. doi: 10.1016/j.envpol.2012.11.008.