

ПРОБЛЕМИ БЕЗПЕЧНОСТІ ТОВАРІВ

УДК [641.5-027.45]:639.231

**Олена СИДОРЕНКО,
Надія БОЛІЛА,
Василь КОРОТЕЦЬКИЙ**

ХАРАКТЕРИСТИКА БЕЗПЕЧНОСТІ М'ЯСА ЧОРНОМОРСЬКОЇ АКУЛИ КАТРАН ЗА ВМІСТОМ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ

Методом атомно-емісійної спектрометрії досліджено вміст у м'язовій тканині акули катран важких металів (Плюмбуму, Кадмію, Арсену, Міді, Цинку). Проведено порівняльну оцінку вмісту Плюмбуму й Цинку в тканинах акули катран та інших видів риб різних екологічних груп за способом харчування.

Ключові слова: важкі метали, допустимі рівні, акула катран, токсикологічна дія, Плюмбум, Цинк.

Сидоренко Е., Болила Н., Коротецкий В. Характеристика безопасности мяса черноморской акулы катран по содержанию тяжелых металлов. Методом атомно-эмиссионной спектрометрии исследовано содержание в мышечной ткани акулы катран тяжелых металлов (Свинца, Кадмия, Мышьяка, Меди, Цинка). Проведена сравнительная оценка содержания Свинца и Цинка в тканях акулы катран и других видов рыб разных экологических групп по способу питания.

Ключевые слова: тяжелые металлы, допустимые уровни, акула катран, токсикологическое действие, Свинец, Цинк.

Постановка проблеми. Чорноморська акула катран є цінною сировиною для вітчизняного ринку рибних товарів. На сьогодні її запаси в українських морських водах не використовуються ефективно. Інтенсивність вилову акули протягом останніх десяти років становила лише 0.2–0.8 % можливого. За оцінками ПівденНІРО, запаси катрана в Чорному та Азовському морях на 2014 р. становили 865 тис. т [1], а квоти на вилов відсутні. Отже, чорноморська акула катран є безперечним продовольчим резервом для забезпечення населення нашої країни повноцінними продуктами харчування. Лімітуючим фактором щодо її ефективного використання в харчових технологіях визначено відсутність системних наукових досліджень із безпечності споживання м'яса акули катран різних розмірно-масових характеристик.

© Олена Сидоренко, Надія Боліла, Василь Коротецький, 2015

Відомо, що вживання неякісної та небезпечної рибної продукції може призвести до накопичення в організмі людини таких шкідливих речовин, як важкі метали, пестициди, діоксини, радіонукліди та залишки токсичних елементів ветеринарних препаратів. Унаслідок постійного забруднення морського середовища хімічними токсикантами визначення їхньої кількості в тканинах промислових риб є обов'язковим етапом для гарантованого споживання населенням рибної продукції прогнозованого рівня якості.

Проте важкі метали в організмі риб розподіляються неоднаково. Залежно від здатності накопичування найбільша їх концентрація характерна для зябер і поверхні тіла, оскільки вони контактують при обміні хімічних елементів між водою та організмом риб. Також високою концентрацією металів характеризується печінка, яка бере участь в детоксикації організму риб. Конкретних закономірностей щодо накопичення важких металів у інших органах і тканинах не виявлено [1; 2]. Найменше металів містить м'язова тканина. Їх рівень залежить не лише від фізико-хімічних властивостей самих металів, а й від специфіки органів і тканин риб різних екологічних груп [2]. Окрім того, потрапивши до організму риб переважно з їжею та через зябра, токсичні елементи здатні акумулюватися в тканинах і внутрішніх органах, що призводить до розвитку різних патологій, погіршення стану здоров'я гідробіонтів, порушення їхньої репродукції та зниження чисельності [3].

Вивченню особливостей розподілення та накопичення важких металів в органах і тканинах риб, їхній вплив на фізіолого-біохімічний статус риб присвячено наукові роботи Л. К. Себах, Т. М. Панкратовой, Т. М. Авдеевой [4], Е. Н. Скуратовской, Д. А. Болдырева, И. И. Рудневой [5], И. Л. Головановой [3] та ін.

Проте проблемі безпеки використання в харчуванні людини цінної вітчизняної сировини – чорноморської акули катран, – оцінці її споживних властивостей мало приділено уваги в наукових працях. Саме тому дослідження показників безпеки м'яса чорноморської акули катран є актуальним.

Мета роботи – дослідження вмісту та розподілу важких металів у тканинах чорноморської акули катран визначених розмірно-масових характеристик.

Матеріали та методи. Об'єкт дослідження – зрілі особини чорноморської акули катран, виловлені біля мису Тарханкут (АР Крим). Середня маса особин становила 10.25 ± 0.55 кг; довжина – 1.27 ± 0.02 м. За результатами визначення масового складу м'язова частина становила 41.06 ± 0.03 % загальної маси тіла. Виловлених акул заморожували та зберігали при температурі -32 °С. Для дослідів відібрано серію проб м'язової тканини з черевної частини тіла акули на глибині 4 і 1.5 см від поверхні тіла.

Проведено порівняльний аналіз вмісту Плюмбуму й Цинку в м'ясі акул катран і таких видів риб: *ставрида, кефаль-сингиль, товстолобик, мерланг*.

Вміст важких металів (Плюмбуму, Кадмію, Арсену, Міді й Цинку) визначено методом атомно-емісійної спектроскопії з індуктивно-зв'язаною плазмою на приладі *Optima 2100 DV* фірми *Perkin Elmer* (США). Розрахунок вмісту елементів проведено в мг на кг сухої маси [6]. Експериментальні дані оброблено статистично в середовищі *MS Excel* [7].

Результати досліджень. Вміст токсичних елементів у продукті не повинен перевищувати гранично допустимі концентрації (ГДК), що вказані в Державних санітарних нормах і правилах [8]. Результати визначення вмісту токсичних елементів у м'язовій тканині акул катран наведено в *таблиці*.

Масова частка токсичних елементів у м'ясі акул катран, мг/кг

($n = 5$; $P \geq 0.95$)

Елемент	На глибині		Середнє значення	ГДК, не більше, мг/кг [8]
	4 см	1.5 см		
	від поверхні тіла			
Плюмбум	0.11±0.01	0.17±0.002	0.14±0.006	1.0
Кадмій	0.03±0.01	0.03±0.002	0.03±0.006	0.2
Арсен	4.03±0.22	5.18±0.21	4.605±0.515	5.0
Мідь	0.064±0.003	0.063±0.002	0.0635±0.0025	10.0
Цинк	2.34±0.04	3.54±0.035	2.94±0.038	40.0

Кількісний вміст Плюмбуму, Кадмію, Міді й Цинку в м'язовій тканині акул катран значно менший допустимих норм: Міді в 156–159 разів, Цинку – в 11–17, Плюмбуму – в 5–9, Кадмію – в 6.7 раза. Щодо вмісту Арсену на глибині 4 см від поверхні тіла акул, то він становив допустимий рівень, а на глибині 1.5 см – переважав його, хоча й незначно. Вміст Арсену в м'язовій тканині ближче до поверхні тіла виявився більший, що, ймовірно, пояснюється міграцією металу із середовища існування. Таким чином, у тканинах акул катран визначено таку послідовність накопичення металів у порядку зменшення: $As > Zn > Pb > Cu > Cd$.

Українські та європейські норми щодо вмісту окремих важких металів значно відрізняються. У законодавстві країн європейської спільноти для замороженої риби вміст Кадмію в м'язовій тканині нормується на рівні 0.05 мг/кг залежно від виду риби, а вміст Плюмбуму – 0.30 мг/кг, тобто відповідно в 4–3 рази норми жорсткіші вітчизняних [9]. Отже, досліджувані проби м'язової тканини чорноморської акул катран відповідали навіть жорсткішим міжнародним вимогам за цими показниками.

В Україні норми щодо вмісту токсичних елементів Арсену, Кадмію, Плюмбуму, Міді, Цинку, Меркурію для риби та рибопро-

дуктів зазначені в Державних санітарних нормах і правилах [8]. Для країн ЄС вміст Арсену, Міді та Цинку не регламентується. У Регламенті ЄС № 1881/2006 нормується тільки Плюмбум, Кадмій і Меркурій. У стандарті CODEX STAN 193–1995 встановлено максимально допустимий рівень тільки для Плюмбуму та Меркурію [10]. Також додатково здійснюється контроль щодо вмісту бензо(а)пірену, діоксинів і поліхлорованих біфенілів у рибній сировині, норми яких в українських нормативних документах відсутні.

Наразі актуальним є гармонізація нормативних документів України з країнами ЄС стосовно допустимих рівнів важких металів в рибі та рибній продукції.

М'ясо акул катран потребує також особливих умов технологічної обробки з метою зменшення вмісту окремих важких металів і гарантування безпечності споживання.

Наприклад, Кадмій, який впливає на здатність риб до осмотичної регуляції, характеризується найменшим вмістом у м'ясі акул. Проте відомо, що цей метал накопичується перш за все в тканинах внутрішніх органів, а не в м'язах [5]. Найбільш чутлива до Кадмію молодь риби порівняно з дорослими особинами чи ікрою.

Вплив металів на організм риби та гідробіонтів у цілому може бути *нейтральним, пригнічуючим* і навіть *стимулюючим*. Дія металу залежить від його природи, форми накопичення у водному середовищі, концентрації, умов живлення риби, сезонних факторів і гідрохімічних умов. Так, високий рівень Цинку та Міді спостерігається у планктонних риб, а в бентосних і хижаків він удвічі менший [11].

Метали в рибі впливають на виконання білками їхніх різноманітних функцій, на інформаційну здатність нуклеїнових кислот й інші важливі біохімічні процеси [12]. Підвищена концентрація металів спричиняє порушення всіх процесів життєдіяльності організму риби.

Вміст та розподіл важких металів у промислових риб має низку закономірностей. За дослідженнями науковців концентрація більшості елементів зростає в ряду: океанічні < морські < напівпрохідні < прісноводні [13–15]. Також встановлено, що активніше накопичують метали бентофаги порівняно з хижаками [14].

Результати порівняльних досліджень щодо вмісту Плюмбуму в різних видах риб наведено на *рис. 1* [5; 16].

Найнижчий вміст Плюмбуму має товстолобик, який належить до найбільш поширених об'єктів прісноводної аквакультури України – 0.03 мг/кг. Відносно низьким вмістом цього елемента характеризується м'ясо акул катран – 0.14 мг/кг, кефалі-сингиль – 0.52 та мерланга – 0.66 мг/кг. Лише в тканинах ставриди концентрація Плюмбуму перевищила ГДК і становила 1.74 мг/кг. Ставрида відноситься до планктофагів, що, можливо, зумовлює підвищений рівень накопичення Плюмбуму. Також це може залежати від сезонних особливостей, масово-розмірних і вікових характеристик.

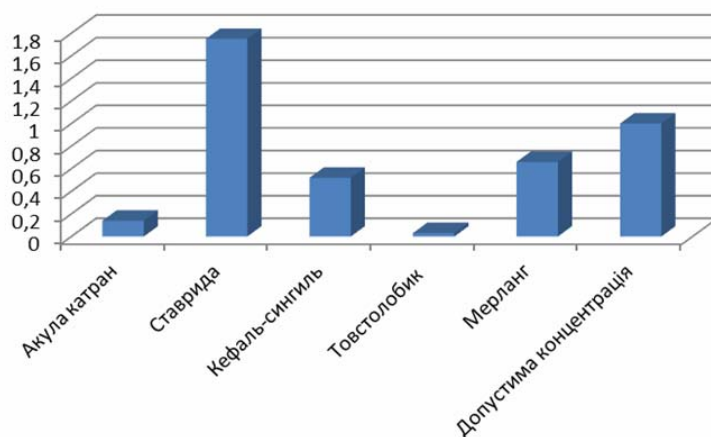


Рис. 1. Вміст Пліумбуму в м'язовій тканині різних видів риби, мг/кг

Токсична роль Пліумбуму зумовлена його здатністю зв'язуватися з SH-групами білків. У результаті пригнічується синтез білків, їхня активність, синтез гемоглобіну, відбувається пошкодження білків, що унеможливує виконання ними своїх біохімічних функцій. Необхідно зазначити, що іони Пліумбуму взаємодіють з білками всього організму, а не тільки тканин, в яких відбувається їхнє накопичення [17; 18]. Саме тому оцінка вмісту Пліумбуму є вкрай важливою складовою токсикологічної експертизи.

Відомо, що один із механізмів зниження інтоксикації від надходження до організму токсичних елементів, включаючи Пліумбум, є синтез металотіонеїнів, які взаємодіють з важкими металами й блокують їхню токсичну дію. Імовірно, що в досліджуваних рибах утворення металотіонеїнів відбувається інтенсивно, що й запобігає накопиченню Пліумбуму в тканинах [19].

Концентрація Цинку в м'ясі порівнюваних видів риби перебувала в межах нормативних показників (рис. 2).

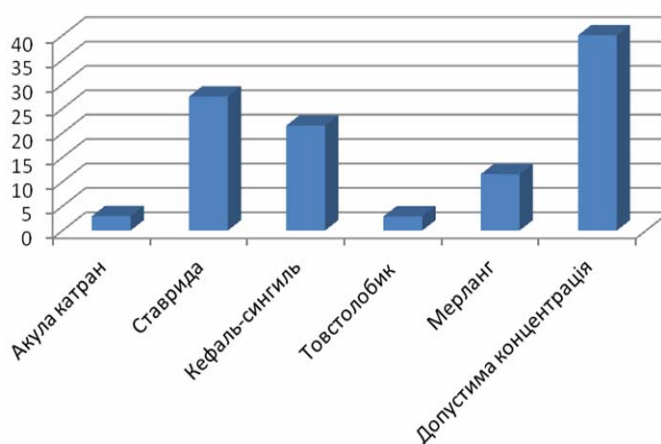


Рис. 2. Вміст Цинку в м'язовій тканині різних видів риби, мг/кг

Установлено найбільшу концентрацію Цинку в тканинах *ставриди* та *кефалі-сингиля* – 27.4 і 21.5 мг/кг відповідно. Найменше значення цього показника мають *акула катран* і *товстолобик* – 2.9 мг/кг. Як було зазначено, найвищий вміст Цинку спостерігається в планктонних риб, до яких і відноситься ставрида, а в хижаків (акули) – набагато менший [14]. Проте в усіх зразках рівень Цинку не перевищував допустиму межу – 40.0 мг/кг. Можливо, одним із чинників встановленого рівня вмісту цього металу є те, що найчастіше Цинк накопичується в шкірі та біля зябер риб, а не в м'язовій тканині.

Висновки. Вміст важких металів (Плюмбуму, Кадмію, Міді, Цинку) в м'ясі акули катран визначено в межах, що не перевищують ГДК для морської риби відповідно до законодавства України.

Вміст Арсену в досліджуваній сировині є критичним, тому застосування акули катран визначених масово-розмірних характеристик доцільно за умови розробки рекомендацій зі зменшення його вмісту в м'язовій тканині риби під час технологічної обробки.

Порівняльний аналіз вмісту Плюмбуму й Цинку в м'язовій тканині акули катран та інших видів риб Чорноморського басейну засвідчує рівень цих елементів відповідно в 4–12 та 3–9 разів менший у досліджуваній сировині.

Показники вмісту токсичних елементів за нормативами України та країн ЄС значно відрізняються та потребують гармонізації.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. *Отчет* о научной деятельности ЮгНИРО за 2012 год ; рук. Петренко О. А. — Керчь, 2013. — С. 16.
2. *Trace elements accumulation in fishes collected from coastal waters of the Caspian Sea* / [Y. Anan, T. Kunito, Sh. Tanabe, I. Mitrofanov, D. G. Aubrey] // *Marine Pollution Bulletin*. — 2005. — Vol. 51. — P. 882—888.
3. *Голованова И. Л.* Влияние тяжелых металлов на физиолого-биохимический статус рыб и водных беспозвоночных / И. Л. Голованова // *Биология внутренних вод*. — 2008. — № 1. — С. 99—108.
4. *Себах Л. К.* Оценка накопления тяжелых металлов в промысловых объектах Азово-Черноморского бассейна / Л. К. Себах, Т. М. Панкратова, Т. М. Авдеева // *Труды ЮгНИРО*. — 1995. — Т. 41. — С. 87—90.
5. *Скуратовская Е. Н.* Содержание тяжелых металлов в тканях черноморских рыб, относящихся к разным экологическим группам / Е. Н. Скуратовская, Д. А. Болдырев, И. И. Руднева // *Рибне господарство України*. — 2013. — № 1. — С. 7—10.
6. Методические указания 4.1.1482-03 "Определение химических элементов в биологических средах и препаратах методами атомно-эмисионной спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой и масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой". — М. : Минздрав России, 2003. — 16 с.
7. *Лакин Г. Ф.* Биометрия / Г. Ф. Лакин. — М. : Высш. шк., 1990. — 352 с.

8. Наказ Міністерства охорони здоров'я України "Державні санітарні норми та правила "Медичні вимоги до якості та безпечності харчових продуктів та продовольчої сировини" № 1140 від 29.12.2012 р. — Режим доступу : <http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/z0088-13>.
9. Єсіна Л. М. Аналіз показників безпечності, що встановлені в Україні та країнах ЄС для рибних продуктів / Л. М. Єсіна, Л. М. Горобець // Основные результаты комплексных исследований в Азово-Черноморском бассейне и Мировом океане. — 2011. — № 49. — С. 147—157.
10. Кос'янчук Н. І. Нормативно-правові акти щодо безпечності риби / Н. І. Кос'янчук, У. М. Яненко, С. О. Плаксієв // Ветеринарна біотехнологія. — 2014. — № 25. — С. 41—43.
11. Mathews T. Dominance of dietary intake of metal in marine elasmobranchs and teleost fish / T. Mathews, N. S. Fisher // Science of the Total Environment. — 2009. — Vol. 407. — P. 5156—5161.
12. Воробьев В. И. Микроэлементы и их применение в рыбководстве / В. И. Воробьев. — М. : Пищевая пром-сть, 1979. — 183 с.
13. Патин С. А. Микроэлементы в морских организмах и экосистемах / С. А. Патин, Н. П. Морозов. — М. : Легкая и пищевая пром-сть, 1981. — 152 с.
14. Курант В. З. Шляхи проникнення та вміст важких металів в організмі риб (огляд) / В. З. Курант, В. О. Хоменчук, В. Я. Бияк // Наук. зап. Терноп. нац. пед. ун-ту. — 2011. — № 2 (47). — С. 263—269. — Серія: "Біологія".
15. Protasowicki M. Metal ciezkie w rybach przemyslowych polawianych w latach 1976–1986 / M. Protasowicki, A. Chodynieski // Lesz. nauk. ryb. mor. i technol. zywn. — Szczecin, 1983. — Vol. 13. — P. 181—198.
16. Болдырев Д. А. Содержание и распределение химических элементов в тканях черноморского мерланга *Merlangius Merlangus Euxinus* / Д. А. Болдырев, И. И. Руднева, Е. Н. Скуратовская // Рыбне господарство України. — 2011. — № 6. — С. 44—48.
17. Немова Н. Н. Биохимическая индикация состояния рыб / Н. Н. Немова, Р. И. Высоцкая. — М. : Наука, 2004. — 215 с.
18. Смирнов Л. П. Влияние загрязнения окружающей среды на фракционный состав низкомолекулярных пептидов из различных тканей сигов / Л. П. Смирнов, С. Д. Кирилюк // Изв. РАН. — 1994. — № 4. — С. 617—622. — Серія: "Біологія".
19. Скальный А. В. Химические элементы в физиологии и экологии человека / А. В. Скальный. — М. : ОНИКС-Мир, 2004. — 216 с.

Стаття надійшла до редакції 02.10.2015.

Sydorenko O., Bolila N., Korotetsky V. Safety of Black Sea dogfish meat consumption.

Background. Today stocks of shark Black Sea dogfish in the Ukrainian sea waters aren't used effectively – only 0.2–0.8 % of the possible amount within the last ten years.

Due to continuous pollution of the marine environment with chemical toxicants determining their number in the tissues of commercial fish is obligatory.

The aim is to study the content and distribution of heavy metals in the tissues of the Black Sea dogfish of specified size-mass characteristics.

Material and methods. The object of the study was mature Black Sea dogfish caught near Tarkhankut cape (Crimea). The average weight of fish was 10.25 ± 0.55 kg; length – 1.27 ± 0.02 m. Sharks caught were frozen and stored at 32 °C. Samples of

muscle tissue from the abdominal part at a depth of 4 cm and 1.5 cm from the body surface were selected for the experiment.

Comparative analysis of Lead and Zinc was conducted in the meat of dogfish shark and the following fish species: horse mackerel, golden mullet, silver carp, whiting.

The content of heavy metals (Lead, Cadmium, Arsen, Copper, Zinc) was determined by atomic emission spectrometry with inductively coupled plasma using device *Optima 2100 DV* firm *Perkin Elmer* (USA).

Results. Results of the experiment showed that in the sample muscle of dogfish quantitative content of Lead, Cadmium, Copper, Zinc was significantly lower than permissible levels: Copper 156–159 times less, Zinc – 11–17, Lead – 5–9, Cadmium – 6.7 times. Arsen at a depth of 4 cm from a surface of a body of a shark was at permissible level, and at a depth of 1.5 cm – exceeded it, though not insignificantly.

Comparison showed that the silver carp has the lowest content of lead – 0.03 mg/kg, meat of a dogfish shark has rather low level – 0.14 mg/kg, golden mullets – 0.52 and whiting – 0.66 mg/kg. The highest concentration of zinc was identified in tissues of a horse mackerel and golden mullet – 27.4 and 21.5 mg/kg respectively. The smallest value of this indicator had a dogfish shark and a silver carp – 2.9 mg/kg.

Conclusion. Evaluation of toxicological safety of a dogfish shark showed that the quantitative content of heavy metals (Lead, Cadmium, Copper, Zinc) is not exceeding the maximum permissible concentration (MPC) for marine fish according to the laws of Ukraine.

Keywords: heavy metals, permissible levels, dogfish, toxicological effect, Lead, Zinc.

REFERENCES

1. *Otchet o nauchnoj dejatel'nosti JugNIRO za 2012 god* ; ruk. Petrenko O. A. — Kerch', 2013. — S. 16.
2. *Trace elements accumulation in fishes collected from coastal waters of the Caspian Sea* / [Y. Anan, T. Kunito, Sh. Tanabe, I. Mitrofanov, D. G. Aubrey] // *Marine Pollution Bulletin*. — 2005. — Vol. 51. — P. 882–888.
3. *Golovanova I. L. Vlijanie tjazhelyh metallov na fiziologo-biohimicheskij status ryb i vodnyh bezpozvonochnyh* / I. L. Golovanova // *Biologija vnutrennih vod*. — 2008. — № 1. — S. 99–108.
4. *Sebah L. K. Ocenka nakoplenija tjazhelyh metallov v promyslovyh obektah Azovo-Chernomorskogo bassejna* / L. K. Sebah, T. M. Pankratova, T. M. Avdeeva // *Trudy JugNIRO*. — 1995. — T. 41. — S. 87–90.
5. *Skuratovskaja E. N. Soderzhanie tjazhelyh metallov v tkanjah chernomorskih ryb, odnosjashhihsja k raznym jekologicheskim gruppam* / E. N. Skuratovskaja, D. A. Boldyrev, I. I. Rudneva // *Ribne gospodarstvo Ukraïni*. — 2013. — № 1. — S. 7–10.
6. *Metodicheskie ukazanija 4.1.1482-03 "Opredelenie himicheskikh jelementov v biologicheskikh sredah i preparatah metodami atomno-jemisionnoj spektrometrii s induktivno-svjazannoj plazmoj i mass-spektrometrii s induktivno-svjazannoj plazmoj"*. — M. : Minzdrav Rossii, 2003. — 16 s.
7. *Lakin G. F. Biometrija* / G. F. Lakin. — M. : Vyssh. shk., 1990. — 352 s.
8. *Nakaz Ministerstva ohorony zdorov'ja Ukrai'ny "Derzhavni sanitarni normy ta pravyla "Medychni vymogy do jakosti ta bezpechnosti harchovyh produktiv ta prodovol'choi' syrovyny" № 1140 vid 29.12.2012 r.* — Rezhym dostupu : <http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/z0088-13>.
9. *Jesina L. M. Analiz pokaznykiv bezpechnosti, shho vstanovleni v Ukrai'ni ta krai'nah JeS dlja rybnyh produktiv* / L. M. Jesina, L. M. Gorobec' // *Osnovnye rezultaty*

- kompleksnyh issledovanij v Azovo-Chernomorskom bassejne i Mirovom okeane. — 2011. — № 49. — S. 147—157.
10. *Kos'janchuk N. I.* Normatyvno-pravovi akty shhodo bezpechnosti ryby / N. I. Kos'janchuk, U. M. Janenko, S. O. Plaksij // *Veterynarna biotehnologija*. — 2014. — № 25. — S. 41—43.
 11. *Mathews T.* Dominance of dietary intake of metal in marine elasmobranchs and teleost fish / T. Mathews, N. S. Fisher // *Science of the Total Environment*. — 2009. — Vol. 407. — P. 5156—5161.
 12. *Vorob'ev V. I.* Mikrojelementy i ih primenenie v rybovodstve / V. I. Vorob'jov. — M. : Pishhevaja prom-st', 1979. — 183 s.
 13. *Patin S. A.* Mikrojelementy v morskikh organizmah i jekosistemah / S. A. Patin, N. P. Morozov. — M. : Legkaja i pishhevaja prom-st', 1981. — 152 s.
 14. *Kurant V. Z.* Shljahy pronynknennja ta vmist vazhkyh metaliv v organizmi ryb (ogljad) / V. Z. Kurant, V. O. Homenchuk, V. Ja. Byjak // *Nauk. zap. Ternop. nac. ped. un-tu*. — 2011. — № 2 (47). — S. 263—269. — Serija: "Biologija".
 15. *Protasowicki M.* Metal ciezkie w rybach przemyslowych polawianych w latach 1976–1986 / M. Protasowicki, A. Chodyniecki // *Lesz. nauk. ryb. mor. i technol. zywn.* — Szczecin, 1983. — Vol. 13. — P. 181—198.
 16. *Boldyrev D. A.* Soderzhanie i raspredelenie himicheskikh jelementov v tkanjah chernomorskogo merlanga *Merlangius Merlangus Euxinus* / D. A. Boldyrev, I. I. Rudneva, E. N. Skuratovskaja // *Rybne gospodarstvo Ukrainy*. — 2011. — № 6. — S. 44—48.
 17. *Nemova N. N.* Biohimicheskaja indikacija sostojanija ryb / N. N. Nemova, R. I. Vysockaja. — M. : Nauka, 2004. — 215 s.
 18. *Smirnov L. P.* Vlijanie zagraznenija okruzhajushhej sredy na frakcionnyj sostav nizkomolekuljarnyh peptidov iz razlichnyh tkaney sigov / L. P. Smirnov, S. D. Kiriljuk // *Izv. RAN*. — 1994. — № 4. — S. 617—622. — Serija: " Biologija ".
 19. *Skalnyj A. V.* Himicheskie jelementy v fiziologii i jekologii cheloveka / A. V. Skalnyj. — M. : ONIKS-Mir, 2004. — 216 s.