

УДК 597.556.331.1:591.5 (591.133.11: 591.133.12: 591.133.13)

М. В. Причепа, О. С. Потрохов

ФІЗИОЛОГО-БІОХІМІЧНИЙ СТАН ОКУНЕВИХ РИБ У ЗИМОВИЙ ПЕРІОД

Представлено результати досліджень морфо-фізіологічних і біохімічних показників окуня, судака та йоржа з різних місцемешкань у зимовий період. Встановлено зв'язок між рівнем кисневого режиму водойми та вмістом ліпідів і глікогену у тканинах риб. На підставі фізіологічних і біохімічних показників встановлено, що найбільш сприятливими для зимівлі риб є гирлова ділянка р. Тетерів, затока Собаче гирло, ставки Пущі-Водиці, а також, що із досліджених риб судак є найбільш чутливим до впливу несприятливих умов водного середовища.

Ключові слова: окуневі, індекс селезінки, індекс печінки, вгодованість, білок, ліпіди, глікоген.

Зміна гідрологічного режиму річок внаслідок зарегулювання їх стоку спричинила утворення зон задухи [5, 9]. Відомо, що адаптація гідробіонтів ґрунтується на фізіолого-біохімічних реакціях організму на дію чинників середовища. Одним з таких чинників для риб є надходження до водойми алохтонного чи автохтонного забруднення, яке призводить до зниження вмісту розчиненого кисню у воді, що у подальшому спричинює розвиток тканинної гіпоксії [10, 14, 15]. У свою чергу, у період зимівлі чутливі до перепадів кисневого режиму види за нестабільних кисневих умов перебувають у зоні ризику. Для пристосування риб до погіршення умов існування необхідна достатня кількість енергії. Енергоємними речовинами, які використовуються для забезпечення пристосувальних реакцій, є глікоген, ліпіди та білки, а їх вміст у тканинах може бути використаний як показник адаптаційної здатності виду до умов навколишнього середовища. Кількість енергоресурсів у тканинах безпосередньо залежить від умов нагулу риб у вегетаційний період і опосередковано — від впливу абіотичних і техногенних чинників середовища [1—4, 7, 17, 19]. Крім того, на відміну від таких риб, як сазан, бичок та карась, окуневим риbam властивий активний спосіб життя протягом усього року. Для нормального перебігу фізіологічних процесів у зимовий період та наступного розвитку статевих продуктів окуневим риbam необхідне достатнє накопичення глікогену, ліпідів та білків у органах і тканинах. Оскільки вони розпочинають нерест раніше, ніж мирні риби, то і закладка ікри в гонадах відбувається раніше [6, 11, 12].

© М. В. Причепа, О. С. Потрохов, 2014

Метою роботи було оцінити, якою мірою морфо-фізіологічні і біохімічні показники тканин та органів судака, окуня і йоржа з різних місцемешкань відображають якість водного середовища під час зимівлі.

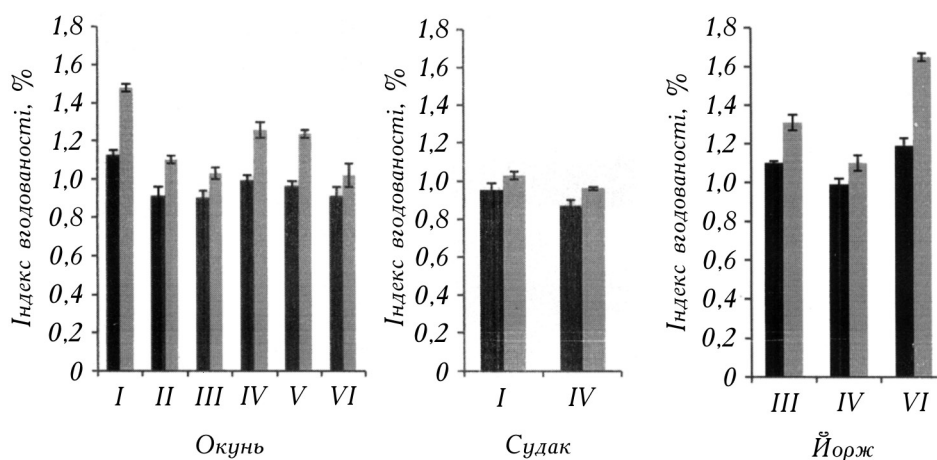
Матеріал і методика досліджень. Для оцінки фізіологічного стану судака звичайного *Sander lucioperca* L., окуня *Perca fluviatilis* L., йоржа звичайного *Gymnocephalus cernua* L. проведено дослідження різних популяцій. Риб відловлювали у січні вудковими знаряддями. Районами досліджень були Канівське водосховище (зат. Собаче гирло та обвідний канал), Київське водосховище (с. Лебедівка), р. Рось (Білоцерківське середнє водосховище), гирлова ділянка р. Тетерів і ставки Пущі-Водиці (м. Київ). Окунь був виловлений у всіх зазначених водоймах, судак — у р. Рось та Київському водосховищі, йорж — у р. Рось, ставках Пущі-Водиці та зат. Собаче гирло. Температура води у досліджуваних водоймах становила 0,8—4,2°C, вміст розчиненого кисню — 2,3—6,5 мг O₂/дм³.

Середня довжина та маса досліджуваних особин окуня становила 13,7 ± 0,5 см та 30,0 ± 4,0 г, судака — відповідно 36,6 ± 0,6 та 468,5 ± 21,5, йоржа — 12,6 ± 0,8 та 28,3 ± 0,9. Вік окуня був 2+ (трилітки), йоржа та судака — 3+ (чотирилітки). Тканини печінки та м'язів відбирали безпосередньо після вилову і зберігали при температурі -18°C. Вміст загальних ліпідів визначали з використанням фосфор-ванілінового реагенту (набір «Загальні ліпіди», (Філісіт-Діагностика)), вміст глікогену — антроновим методом [13], вміст загальних білків — за Лоурі [18]. Вгодованість та індекси внутрішніх органів розраховували згідно із загальноприйнятими методиками [7, 16]. Отримані результати обробляли статистично з допомогою програми Statistica 5.5.

Результати досліджень та їх обговорення

Райони досліджень відрізнялися деякими показниками гідрологічного та гідрохімічного режимів. Білоцерківське середнє водосховище характеризується наявністю антропогенного забруднення, що підтверджується даними біотестування на тваринних і рослинних організмах [9]. Вміст розчиненого кисню у воді в період проведення досліджень становив 2,9 мг O₂/дм³, температура води — 1,0°C, мінералізація — 483 мг/дм³. На момент вилову риб рівень води знизився на 2 м, що призвело до виникнення стресових умов у зимувальних ямах. Досліджена ділянка Київського водосховища також відзначалася наявністю зон задухи, де вміст розчиненого кисню знижувався до 2,3 мг O₂/дм³, а також міліметрових зон із середньою глибиною 1,2—1,5 м. Мінералізація води була на рівні 344 мг/дм³. Вміст кисню у зат. Собаче гирло становив 5,7 мг O₂/дм³, температура води — 0,6°C, мінералізація — близько 325 мг/дм³. В обвідному каналі Канівського водосховища було відмічено тимчасове зниження вмісту кисню до 2,5 мг O₂/дм³, температура та мінералізація води становили 0,6°C і 300 мг/дм³. У воді гирлової ділянки р. Тетерів вміст розчиненого кисню досягав 5,7 мг O₂/дм³, температура — 0,7°C, мінералізація — 400 мг/дм³. Вода ставків Пущі-Водиці містила 6,1 мг O₂/дм³, температура становила 0,4°C, мінералізація — 378 мг/дм³.

Вгодованість окуня з Київського водосховища була вищою, ніж в інших біотопах (рис. 1). Це свідчить про сприятливі умови нагулу у великій водоймі

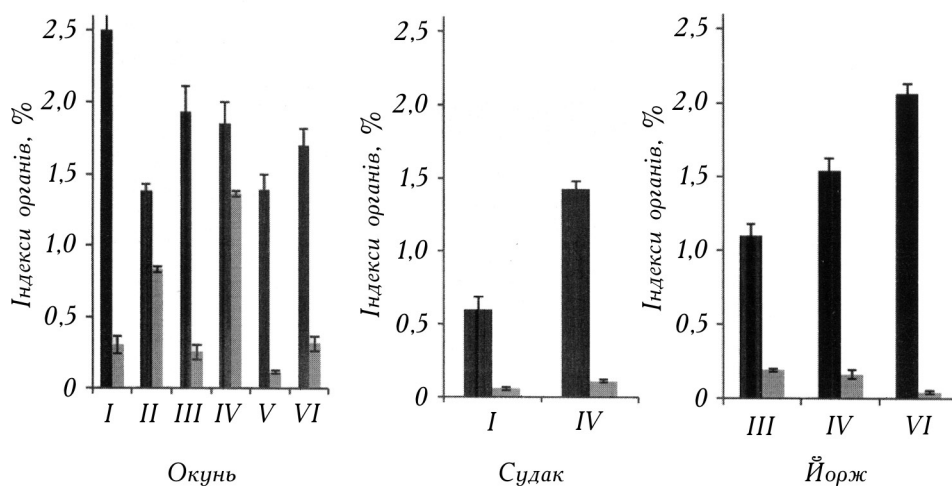


1. Індекс вгодованості окуня, судака та йоржа: I — за Кларком; 2 — за Фультоном. Тут і на рис. 2—5: I — Київське водосховище; II — обвідний канал Канівського водосховища; III — зат. Собаче гирло; IV — р. Рось; V — р. Тетерів; VI — ставки Пущі-Водиці.

завдяки наявності достатньої кількості кормових організмів. Останнє підтверджується більш високими показниками вгодованості судака з Київського водосховища (на 9,5% за Кларком та 7,2% за Фультоном), ніж судака з р. Рось.

Йорж потребує дещо інших умов для нагулу, тому його вгодованість у популяції зі ставків Пущі-Водиці була вищою порівняно з особинами із зат. Собаче гирло та р. Рось відповідно на 8,4 і 21,3% за Кларком та на 17,1 і 34,6% за Фультоном (див. рис. 1). Основне водопостачання досліджуваних ставків Пущі-Водиці відбувається переважно із джерел та артезіанських свердловин. Виявлені особливості індексу вгодованості йоржа свідчать про те, що невеликі водойми з нижчими температурними умовами та високою кормовою базою особливо сприятливі для нагулу цього виду риб.

Про умови нагулу окуня з різних водойм свідчать також значення індексу печінки. Відомо, що у окуневих риб переважна кількість ліпідів накопичується саме в цьому органі. Значення індексу печінки у риб з Київського водосховища були вірогідно на 23,2—45,8% вищі, ніж з інших досліджених водойм, що пов'язано насамперед із сприятливими умовами живлення. В той же час значення індексу селезінки вказують на погіршення умов існування риб, переважно на нестачу розчиненого у воді кисню. Так, у р. Рось та обвідному каналі Канівського водосховища, де вміст кисню становив відповідно 2,9 та 2,3 мг $O_2/дм^3$, його значення були відповідно на 92 і 87,2% вищі, ніж у риб, які перебували у більш сприятливих кисневих умовах (р. Тетерів — 5,7 мг $O_2/дм^3$). У риб селезінка є головним органом еритропоезу та депо еритроцитів. У відповідь на нестачу розчиненого кисню у воді вона активізує синтез еритроцитів, внаслідок чого її відносна маса зростає (рис. 2). Індекс селезінки найбільш адекватно відображає умови зимівлі у водоймі.

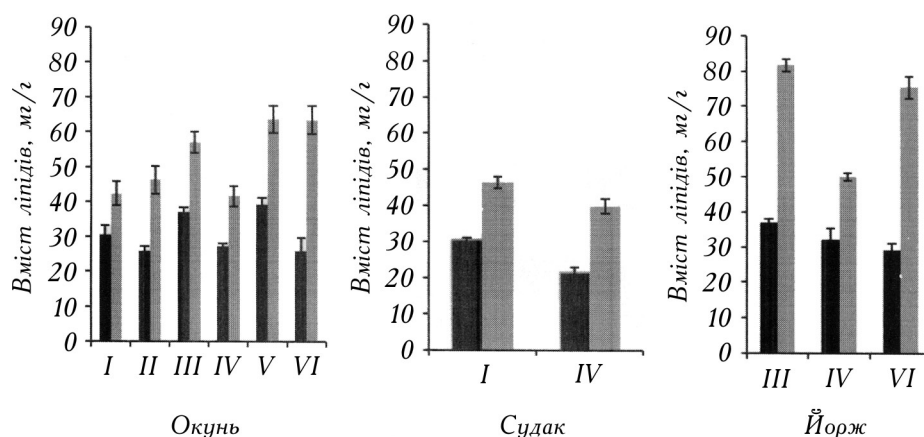


2. Індекси печінки (1) та селезінки (2) окуня, судака і йоржа.

У судака з р. Рось значення індексу печінки та селезінки були вірогідно вищими відповідно у 2,8 разу та на 66,7% порівняно з особинами з Київського водосховища. Ці значення індексу печінки судака з р. Рось, безперечно, зумовлені реакцією риб на антропогенне забруднення води комунальними та підземними стоками, що містять у своєму складі фосфати, нітрати, нафтопродукти, хлориди тощо [9]. Отже, цей вид, як найбільш чутливий до несприятливих чинників водного середовища, реагує на них шляхом збільшення відносної маси органів, що відповідають за імунні та компенсаторні механізми підтримки гомеостазу в організмі.

Значення індексу печінки у йоржів із ставків Пуці-Водиці були відповідно на 33,3 та 81,8% вищими, ніж у особин з р. Рось та зат. Собаче гирло. Зростання або зниження значення індексу печінки може бути пов'язано з екологічними умовами існування (рівнем водообміну, вмістом розчиненого кисню, мінералізацією, наявністю токсикантів). У той же час значення індексу селезінки у особин з р. Рось та зат. Собаче гирло були на 75,0 та 83,7% вищими, ніж зі ставків Пуці-Водиці (див. рис. 2). Це зумовлено посиленням еритропоезу внаслідок нестійкого кисневого режиму у досліджуваних водоймах.

У окунів з р. Рось, Київського водосховища та обвідного каналу вміст ліпідів у печінці був на 37,7—53,1% нижчим, ніж у особин з р. Тетерів (рис. 3). Це пояснюється підвищеним рівнем їх катаболізму у цьому органі, зумовленими несприятливими умовами водного середовища. У м'язах окуня з усіх досліджуваних водойм цей показник також був на 29,4—55,5% нижчим, ніж у особин з р. Тетерів. Таким чином, при погіршенні умов існування окуня у зимових умовах для підтримки енергетичного балансу активно використовуються запаси ліпідів м'язів і печінки. Крім того, оскільки окуневі риби нерестяться наприкінці зими, то частка ліпідів використовується для дозрівання статевих продуктів.



3. Вміст загальних ліпідів у тканинах окуня, судака і йоржа. Тут і на рис. 4—5: 1 — печінка; 2 — м'язи.

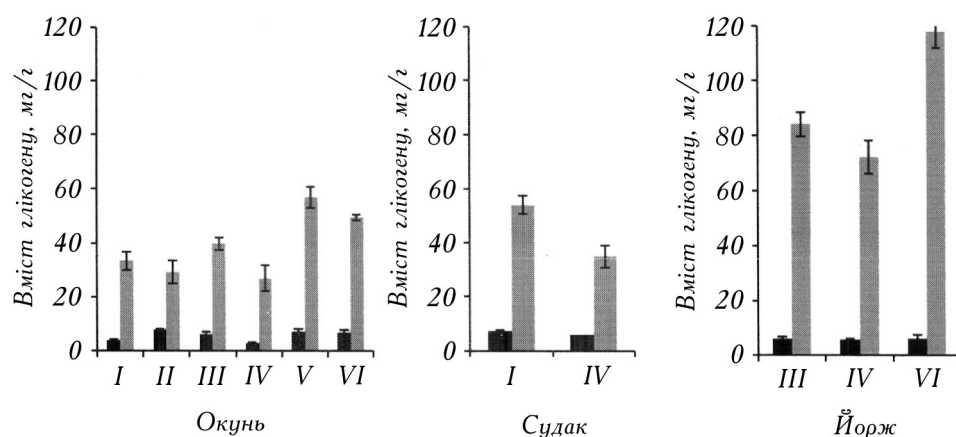
У судака з р. Рось вміст ліпідів у м'язах та печінці був відповідно на 30,4 і 16,6% нижчим, ніж у особин з Київського водосховища. Це, очевидно, спричинено коливаннями гідрохімічних показників води, і насамперед вмісту розчиненого кисню, через зниження рівня води у річці. У цього виду окуневих ліпідів також активно використовуються для енергозабезпечення адаптивних реакцій, спрямованих на подолання погіршення екологічних умов середовища.

У м'язах йоржа вміст ліпідів варіював у нешироких межах і становив 29,0—36,9 мг/г. У печінці особин з р. Рось він був невисоким — відповідно на 35,3 та 40,1% меншим, ніж у інших водоймах (див. рис. 3).

Таким чином, всі окуневі риби реагують на зменшення вмісту розчиненого кисню використанням макроергічних сполук (ліпідів) для підтримки гомеостазу. Особливо це стосується риб з р. Рось, де через техногенні негаразди гідрологічний та гідрохімічний режими були найменш сприятливими для зимівлі. Отже, для подолання гіпоксичного стресу внаслідок мінливості умов водного середовища окуневі риби використовують енергетичні ресурси у вигляді ліпідів печінки та м'язів.

Встановлено також низький вміст глікогену у печінці окуня при погіршенні кисневих умов, зокрема у р. Рось, обвідному каналі Канівського водосховища та у Київському порівняно з особинами гирлової ділянки р. Терів — відповідно на 210,0, 49,8 і 42,5% (рис. 4). Це пов'язано з його активним використанням при гіпоксії. Глікоген досить лабільна речовина, завдяки якій можна швидко поповнити енергетичні ресурси риб для підтримки гомеостазу. В екстремальних умовах участь глікогену в енергетичному обміні забезпечує риbam можливість адаптації до негативного впливу низки природних чинників, у тому числі і токсичних сполук.

Вміст глікогену у печінці окуня, виловленого у гирловій ділянці р. Терів, був значно вищим, ніж у риб з інших популяцій. Це може бути пояс-



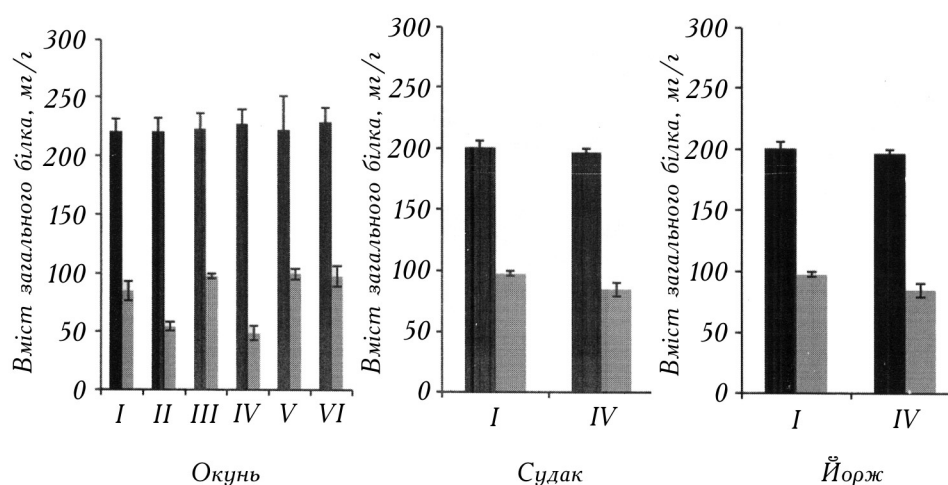
4. Вміст глікогену (мг/г) у тканинах окуня, судака і йоржа.

нено кращими умовами його нагулу у літній період і менш напруженими екологічними умовами існування взимку. Тому замість мобілізації енергоємних сполук у зимових умовах окуні з цієї популяції накопичували глікоген і зберігали його до весняного нересту.

Вміст глікогену у печінці та м'язах судака з р. Рось був відповідно на 37,4 і 20,6% нижчим, ніж у особин з Київського водосховища (див. рис. 4), через зниження вмісту розчиненого кисню, що викликало гіпоксичний стрес. У свою чергу, це сприяло активації анаеробних процесів для забезпечення енергетичного балансу.

Варто зазначити, що вміст глікогену у печінці йоржів з р. Рось був відповідно на 14,6 та 63,7% нижчим, ніж у особин із зат. Собаче гирло та ставків Пущі-Водиці. Вміст глікогену у м'язах риб з двох останніх біотопів становив 5,9—6,3 мг/г, що свідчить про кращі екологічні умови (швидкість водообміну, кисневий режим) для зимівлі йоржа.

Загальний вміст білків у м'язах всіх досліджуваних риб відрізнявся незначно. Цей показник у окуня становив 221—229 мг/г, судака — 196—200 і йоржа — 243—249 мг/г. Вміст білків у печінці окуня з обвідного каналу та р. Рось був відповідно на 46,1 та 51,9 % нижчим, ніж із р. Тетерів. Деяко нижчі значення у окунів з обвідного каналу можна пояснити катаболізмом білків у процесі пристосування до умов середовища, в той же час у особин з р. Рось це зумовлено іншими причинами. Найбільш ймовірно, що у конкретних умовах цієї річки відбувалося обводнення печінки та надмірне використання ліпідів і білків у процесі адаптації до специфічних екологічних чинників. Участь білків у процесах катаболізму для енергетичного забезпечення адаптивних процесів для інших досліджуваних видів нами не зареєстровано (див. рис. 5).



5. Вміст загального білка (мг/г) у тканинах окуня, судака і йоржа.

Висновки

Встановлено, що у період зимівлі популяції окуня р. Тетерів, ставків Пущі-Водиці та зат. Собаче гирло перебувають у більш сприятливих екологічних умовах порівняно з іншими досліджуваними водоймами. Це підтверджується низьким значенням індексу селезінки, високим вмістом загальних ліпідів і глікогену у тканинах.

Судак з р. Рось відзначався вищими значеннями індексів селезінки та печінки та нижчим вмістом ліпідів і глікогену у м'язах та печінці порівняно з такими у риб Київського водосховища, що було спричинене несприятливими екологічними умовами під час зимівлі.

Найвищі значення індексу вгодованості та індексу печінки відмічені у йоржів із ставків Пущі-Водиці, що пов'язано з кормністю водойми. Особини з р. Рось мали нижчий вміст ліпідів, ніж інші вибірки.

Встановлені значення показників адекватно корелюють з якістю водного середовища і дозволяють визначати вплив несприятливих чинників або його відсутність під час зимівлі риб. Тому вони можуть бути використані для проведення моніторингу водойм різного типу. Останнє особливо важливо з огляду на те, що досліджені види риб достатньо чутливі до умов існування та зустрічаються у більшості водойм України.

**

Представлены результаты исследований морфо-физиологических и биохимических показателей окуня, судака и ерша различных местообитаний в зимних условиях. Установлена связь между изменениями кислородного режима водоема и содержанием липидов и гликогена в тканях рыб. На основании физиологических и биохимических показателей установлено, что наиболее благоприятными для зимовки рыб являются

ються устьєвоїм участком р. Тетерев, зал. Собачье гирло и пруды Пуци-Водицы. Исходя из значения индекса селезенки и содержания энергоемких веществ в тканях судак является наиболее чувствительным к воздействию неблагоприятных условий водной среды.

**

The paper deals with analysis of morpho-physiological and biochemical indices of perch, pike-perch and ruffe from different habitats in winter. Relation between changes of the oxygen regime of the water body and the content of lipids and glycogen in the tissues was established. On the basis of physiological and biochemical parameters it was showed that the most favorable for were the mouth area of the Teteriv River, Sobache hyrlo bay, ponds of Pusha Vodice. According to the spleen index and macroergic substances content in tissues it was revealed that pike perch is the most sensitive to unfavorable impact of environmental factors.

**

1. Ананьєва Т.В., Фегоненко О.В. Біохімічні показники тканин і органів окуня (*Perca fluviatilis* L.) Запорізького водосховища // Питання біоіндикації та екології. — Запоріжжя: Запорізь. нац. ун-т, 2010. — Вип. 15, № 2. — С. 223—231.
2. Безімова М., Прилуцька О. Динаміка вмісту білку у тканинах риб, що мешкають в умовах антропогенного навантаження // «Шевченківська весна»: Матеріали міжнарод. наук.-практ. конф. студентів, аспірантів та молодих вчених. — Вип. 5, ч. 1. — К., 2007. — С. 6—8.
3. Беляев В.И., Николаев В.М., Шульман Г.Е., Юнева Т.В. Тканевый обмен у рыб. — Киев: Наук. думка, 1983. — 144 с.
4. Грезе В.Н., Поликарпов Г.Г., Романенко В.Д. и др. Природа Украинской ССР. Моря и внутренние воды. — Киев: Наук. думка, 1987. — 224 с.
5. Кириллов В.Н. Особенности липидного обмена в организме рыб в условиях повышенной минерализации воды // Вестн. АГТУ. Сер. Рыб. хоз-во. — 2009. — № 1. — С. 132—133.
6. Попова О.А. Реакция хищных рыб на изменение условий обитания под влиянием деятельности человека // Изменение структуры рыбного населения евтрофируемого водоема. — М.: Наука, 1982. — С. 146—160.
7. Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб. — М.: Пищ. пром-сть, 1966. — 376 с.
8. Практикум по биохимии / Под. ред. С. Е. Северина, Г. А. Соловьевой. — М.: Изд-во Моск. ун-та, 1989. — 509 с.
9. Романенко В.Д., Крот Ю.Г., Киризи́й Т.Я. та ін. Природні і штучні біоплато. Фундаментальні та прикладні аспекти. — К.: Наук. думка, 2012. — 110 с.
10. Тищенко П.Я., Лобанов В.Б., Звалинский В.И. и др. Сезонная гипоксия Амурского залива (Японское море) // Изв. ТИНРО. — 2011. — Т. 165. — С. 136—157.
11. Фегоненко О.В., Ананьєва Т.В. Еколого-біохімічні показники тканин та органів основних видів хижих риб Запорізького водосховища // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. — 2011. — Т. 1 (22). — С. 29—35.

12. Федоненко Е.В., Шарамок Т.С., Єсінова Н.Б. Экологическая характеристика рыб Запорожского водохранилища // Актуальні проблеми аквакультури та раціонального використання водних біоресурсів: Матеріали міжнарод. наук.-практ. конф., 26—30 верес. 2005 р., Київ. — К., 2005. — С. 277—278.
13. Федоненко О.В., Шарамок Т.С., Ананьєва Т.В., Єсінова Н.Б. Фізіолого-біохімічні показники судака (*Sander lucioperca* L.) в умовах антропогенного забруднення водного середовища // Природ. альманах. — 2011. — Вип. 15. — С. 148—154.
14. Юнев О.А. Эвтрофикация и годовая первичная продукция глубоководной части Черного моря // Океанология. — 2011. — Т. 51, № 4. — С. 658—668.
15. Шульман Г.Е., Юнева Т.В. Эколого-физиологические аспекты изучения липидов рыб // Экологическая физиология и биохимия рыб: Тез. докл. — Ярославль, 1989. — С. 244—246.
16. Яржомбек А.А., Лиманский В.В., Щербина Т.В. и др. Справочник по физиологии рыб. — М.: Агропромиздат, 1986. — 192 с.
17. Bakthavathsalam R., Srinivasareddi Y. Changes in the content of glycogen and its metabolites during acute exposure of *Anabas testudineus* (Bloch) to furadan // J. Biosci. — 1982. — Vol. 4 (1). — P. 19—24.
18. Lowry J.O.H., Rosenbrough N.J., Farr A.L. et al. Protein measurement with the Folin phenol reagent // J. Biol. Chem. — 1951. — Vol. 193, N 1. — P. 265—275.
19. Padmavathy P., Ramanathan N. Quantitative changes of glycogen and lactate in muscle, blood and liver tissues of *Oreochromis mossambicus* under hypoxia and recovery // Tamilnadu J. Veterinary & Animal Sci. — 2010. — Vol. 6 (2). — P. 54—59.