

УДК 597.556.333.1:591.524;591.05(282.247.32)(551.486.4)

*В. П. Пустовгар, О. С. Потрохов, О. Г. Зіньковський,
Ю. М. Худіяш*

**ОСОБЛИВОСТІ МОРФОЛОГІЧНИХ ТА БІОХІМІЧНИХ
ПОКАЗНИКІВ БИЧКА-КРУГЛЯКА *NEOGOBIVS
MELANOSTOMUS* З ДНІПРОВСЬКО-БУЗЬКОГО
ЛИМАНУ ТА р. ДНІПРО**

Досліджено морфологічні і біохімічні показники особин бичка-кругляка з віддалених популяцій (Дніпровсько-Бузький лиман і р. Дніпро), які мешкають за різних екологічних умов. Було встановлено, що чинники навколишнього середовища істотно впливають на морфометричні ознаки і фізіолого-біохімічні показники бичка-кругляка, при цьому сам вид демонструє високу потенційну можливість пристосування до різних екологічних умов.

Ключові слова: бичок-кругляк, Дніпровсько-Бузький лиман, р. Дніпро, гормони, енергосмні сполуки.

В останні роки активна діяльність людини спричинила значні гідрологічні та гідрохімічні зміни в природних екосистемах. Так, наприклад, зарегулювання річок, скиди побутових і сільськогосподарських вод призвели до значного погіршення якості води. Ці трансформування водойм у більшості випадків викликали істотні негативні порушення біологічного балансу в біотопах.

Відомо, що формування іхтіофауни конкретної місцевості чи на певній території є досить складним процесом, на який впливає велика кількість екологічних чинників. Найбільш важливими з них є сукупність гідрологічних, гідрохімічних та гідробіологічних показників, які формують певний біотоп. Зміни у водних екосистемах сприяють появі (вселенню) нових видів і зникненню аборигенних видів риб. При цьому слід відмітити, що вселенці на нових територіях адаптуються до дії чинників навколишнього середовища, оскільки гідрологічні і гідрохімічні показники, а також трофічні взаємовідносини не завжди в повній мірі відповідають історичним умовам їх колишнього існування [1].

Пристосування організмів до зміни умов існування можуть відбуватися як на морфологічному, так і на фізіолого-біохімічному рівні, а саме — змінюються екстер'єр, обмін речовин тощо.

© В. П. Пустовгар, О. С. Потрохов, О. Г. Зіньковський, Ю. М. Худіяш,
2015

Таким чином, порівняння морфометричних і фізіолого-біохімічних ознак особин з віддалених популяцій одного виду, які мешкають за різних екологічних умов, дозволяє судити про межі міжпопуляційної мінливості та ступінь поліморфізму окремого виду риб.

Метою наших досліджень було порівняти морфометричні та біохімічні показники представника родини бичкових — бичка-кругляка — з водойм, які за своїми гідрологічними, гідрохімічними умовами і спектром кормової бази для риб суттєво відрізняються. На підставі цих досліджень можна визначити причини масового розповсюдження цього виду на нові для нього території.

Бичок-кругляк *Neogobius melanostomus* (Pallas, 1814) є інвазійним видом для більшості прісноводних екосистем. Він є представником понто-каспійської реліктової фауни, характеризується високою евригалією. Експансія цього виду за останні 20 років охопила багато водойм за межами його природного ареалу — прибережної зони Каспійського, Чорного, Азовського і Мармурового морів [1, 6]. При цьому слід відмітити, що бички не здійснюють протяжних міграцій та характеризуються чіткою прив'язаністю до певних районів ареалу, які відповідно відрізняються умовами середовища існування [2].

Матеріал та методика досліджень. Матеріалом для досліджень були особини бичка-кругляка віком 2—3 роки з Дніпровсько-Бузького лиману і р. Дніпро (м. Київ, район залізничного мосту). Вилов риби проводили вудковими знаряддями. Райони лову характеризувалися пологим кам'янистим дном, прибережна зона була з незначними заростями очерету. Солоність води у місті лову в Дніпровсько-Бузькому лимані становила біля 6‰, а мінералізація води в р. Дніпро — 0,35‰.

Морфометричний аналіз бичка-кругляка проводили за схемою І. Ф. Правдіна з доповненнями [4]. Вміст кортизолу та пролактину визначали у плазмі крові та інших тканинах, використовуючи імуноферментний аналізатор (Rayto RT-2100С) і комерційні набори «ДС-ІФА-Стероїд» і «ДС-ІФА-Пролактин» (НПО «Диагностические Системы», Росія), соматотропіну — «Human Growth Hormone (hGH) ELISA» (Calbiotech, USA). Вміст глікогену визначали у тканинах антроновим методом [5], ліпідів — з допомогою стандартного набору реагентів «Загальні ліпіди» (ТОВ НВП Філісіт-Діагностика, Україна). Отримані результати оброблено статистично за допомогою програм Statistica 5.5 та «Excel» із пакету MS Office.

Результати досліджень та їх обговорення

Аналіз морфометричних показників бичка-кругляка з р. Дніпро і Дніпровсько-Бузького лиману показав їхню певну гетерогенність. Так, за комплексом ознак риб з лиману та річки відмічено 14 статистично вірогідних відмінностей. При цьому слід відмітити, що величини майже всіх морфометричних показників бичка з р. Дніпро були меншими, ніж у риб з лиману (табл. 1).

1. Морфометричні показники бичка-кругляка з р. Дніпро (район залізничного мосту) і Дніпровсько-Бузького лиману ($M \pm m, n = 25-35$)

Показники	Річка Дніпро	Дніпровсько-Бузький лиман
Співвідношення морфометричних показників до довжини тіла, %		
Найбільша висота	17,68 ± 0,36	18,93 ± 0,36
Висота хвостового стебла	8,88 ± 0,13	9,64 ± 0,08
Товщина хвостового стебла	3,20 ± 0,10	4,44 ± 0,05
Постдорсальна відстань	14,39 ± 0,35	15,13 ± 0,10
Довжина основи другого спинного плавника	27,74 ± 0,39	26,80 ± 0,23
Висота другого спинного плавника	11,19 ± 0,24	12,48 ± 0,16
Довжина черевного плавника	16,34 ± 0,46	17,70 ± 0,17
Довжина хвостового плавника	6,01 ± 0,12	6,75 ± 0,10
Найбільша ширина голови	15,52 ± 0,23	19,29 ± 0,28
Співвідношення морфометричних показників до довжини голови, %		
Довжина нижньої щелепи	34,82 ± 0,60	40,53 ± 0,30
Відстань між оком і кутом рота	26,98 ± 0,83	31,68 ± 0,70
Ширина рота	38,26 ± 0,86	48,57 ± 0,87

З отриманих результатів досліджень видно, що особини бичка-кругляка з вищевказаних водойм належать до різних популяцій одного виду, який через генетичний поліморфізм пристосовувався до дії зовнішніх екологічних чинників лиману або річки.

Відомо, що кожен організм може адаптуватися до дії різних екологічних чинників середовища, які змінюються в певних межах. Особини одного виду при потраплянні у відмінні умови існування повинні пристосовуватися до дії конкретних чинників середовища. При цьому сама адаптація проявляється на різних рівнях, від морфометричної фенотипічної мінливості організмів до переходу на інший шлях метаболічних процесів.

Очевидно, виникнення морфометричних розбіжностей даних популяцій бичка пов'язано з географічним розмежуванням і, відповідно, різними гідроекологічними умовами. Останні характеризуються значною різноманітністю та інтенсивністю дії і включають різні гідрологічні, гідрохімічні показники водойм та особливості кормової бази кожної водойми.

Слід відмітити, що поява змін на морфометричному рівні є наслідком складних метаболічних процесів в організмі, які були задіяні задля зниження впливу неспецифічних чинників навколишнього середовища при прісноводному існуванні виду. Одним з найважливіших чинників водного середовища, від якого залежить життєздатність, метаболізм і розповсюдження

риб, є іонний склад води (солоність). В більшості випадків нормальна життєдіяльність гідробіонтів пов'язана з можливістю їхнього організму протистояти зміні солоності за рахунок осморегуляційних процесів. Успішність вселення нових видів залежить від лабільності їхнього водно-сольового обміну, а саме — від здатності до підтримання співвідношення іонів, необхідного для нормального функціонування організму в цілому.

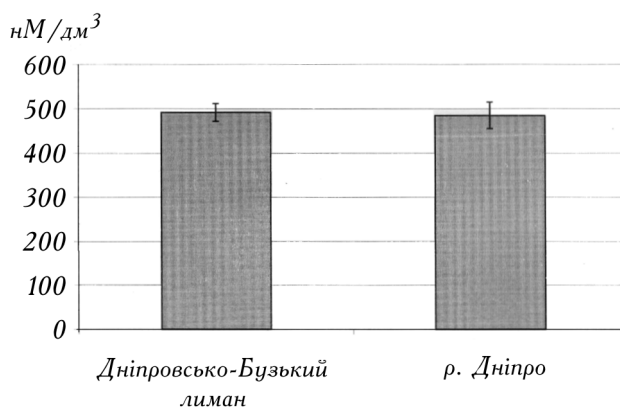
У риб нейрогуморальна регуляція даних процесів, головним чином, пов'язана зі стимуляцією ендокринної системи, внаслідок чого відбувається інтенсивний синтез осморегулюючих гормонів. Найбільше значення в осморегуляції мають пролактин, соматотропін і кортизол [11, 12].

За результатами наших досліджень було встановлено, що вміст кортизолу в плазмі бичка-кругляка з Дніпровсько-Бузького лиману і р. Дніпро майже не відрізнявся (рис. 1). Відомо, що кортизол є гормоном, який за дії несприятливих чинників активізує метаболічні процеси. При цьому слід відмітити, що у більшості випадків значне підвищення вмісту цього гормону спостерігається в перші години стресового стану організму, після чого вміст знижується до стабільних величин. Очевидно, відсутність відмінностей вмісту кортизолу у плазмі крові бичка-кругляка з Дніпровсько-Бузького лиману і р. Дніпро свідчить про адаптованість риби до дії зовнішніх чинників середовища цих водойм. Прісноводні умови не перешкоджають нормальній життєдіяльності риби, і вони не знаходяться у стресовому стані.

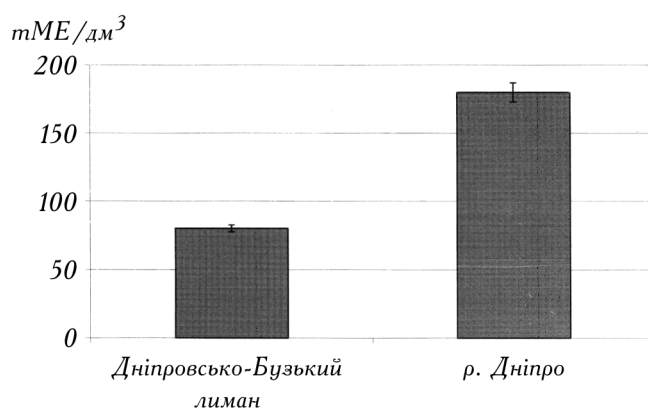
На відміну від кортизолу, вміст пролактину в плазмі крові бичка з досліджених водойм значно відрізнявся. Так, у риби з прісноводної водойми вміст пролактину був на 57,0% вищим, ніж у риби з лиману (рис. 2).

З наявної у фаховій літературі інформації відомо, що пролактин є важливим регулятором обміну іонів між зовнішнім та внутрішнім середовищем риби, а саме, він відіграє важливу роль у зниженні іонної і водної проникності крізь мембрани в організмі у процесах осморегуляції. Також він безпосередньо бере участь у прісноводній адаптації риби [11, 12]. Його синтез у організмі прісноводних риби відбувається значно швидше і у більших кількостях, ніж у морських. При переході морських риби у водне середовище з пониженою солоністю продукція пролактину значно зростає.

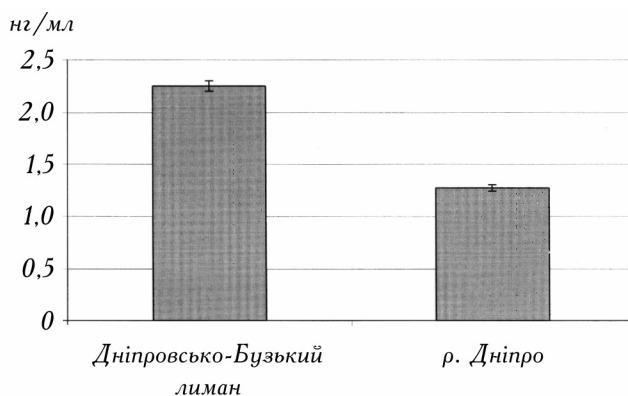
Високий вміст пролактину у плазмі крові бичка-кругляка з р. Дніпро свідчить про значні адаптаційні можливості цього виду до зниження солоності



1. Вміст кортизолу в плазмі крові бичка-кругляка з Дніпровсько-Бузького лиману і р. Дніпро, $M \pm m$, $n = 6$.



2. Вміст пролактину в плазмі крові бичка-кругляка з Дніпровсько-Бузького лиману і р. Дніпро, $M \pm t$, $n = 6$.



3. Вміст соматотропіну в плазмі крові бичка-кругляка з Дніпро-Бузького лиману і р. Дніпро, $M \pm t$, $n = 6$.

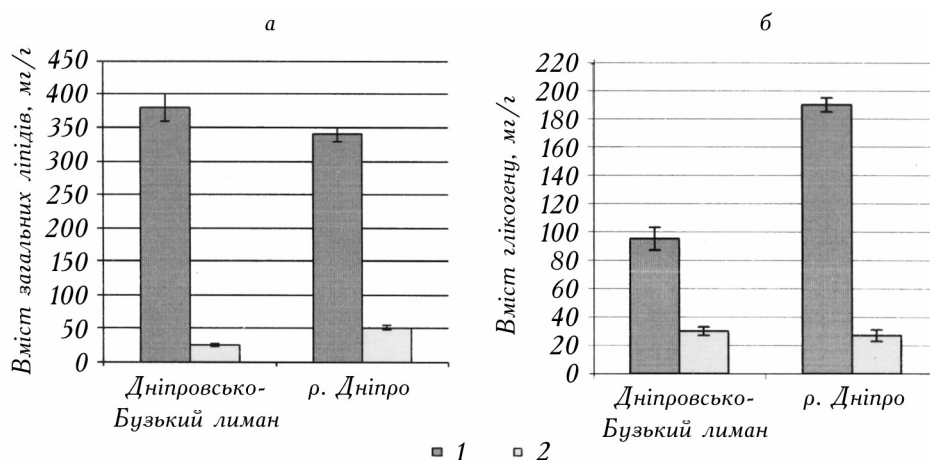
води. Риби переходять на новий рівень нейрогуморального регулювання метаболічних процесів.

Вміст соматотропіну в плазмі крові бичка кругляка з річки був на 43,7% нижчим, ніж в у риб з Дніпро-Бузького лиману (рис. 3). Відомо, що процеси адаптації риб до підвищення солоності води регулюються саме соматотропіном, при цьому його вміст у плазмі крові збільшується. Його високий рівень, на відміну від пролактину, спостерігається в організмі риб, які постійно мешкають у морській воді. Даний гормон підвищує активність фізіолого-біохімічних процесів, які спрямовані на зниження негативного впливу підвищеної

солоності води на організм риб. Так, при цьому підвищується активність зябрової Na, K-АТФази для виведення надлишків натрію з організму при надмірному його надходженні іззовні. Також соматотропін змінює напрямок метаболізму ліпідів, стимулює зябровий і нирковий метаболізм глюкози [10].

Високий вміст соматотропіну у плазмі крові бичка з Дніпро-Бузького лиману, очевидно, свідчить про підвищення опірності організму риб, а саме, про зростання інтенсивності захисних осморегуляційних процесів від агресивної дії солоної води. Подібного захисту зовсім не потребують риби у прісноводних водоймах.

Таким чином, нами встановлено, що бичок-кругляк здатний активно посилювати нейрогуморальну регуляцію метаболічних процесів при адаптації



4. Вміст загальних ліпідів (а) та глікогену (б) у м'язах і печінці бичка-кругляка, $M \pm m$, $n = 6$: 1 — печінка; 2 — м'язи.

до різних чинників водного середовища, зокрема до морських або прісноводних умов існування.

Про високі адаптаційні можливості виду також свідчать результати наших досліджень вмісту енергоємних сполук (загальних ліпідів і глікогену) у тканинах бичка-кругляка з різних водойм. Так, вміст глікогену і загальних ліпідів в тканинах риб з Дніпровсько-Бузького лиману і р. Дніпро кардинально відрізняється (рис. 4).

Кількість загальних ліпідів у печінці бичка з лиману була на 18% більшою, ніж у бичка р. Дніпро. Поряд з цим їхній вміст у м'язах риб з прісноводної водойми був вищим на 36,6%.

Материнським ареалом бичка-кругляка є водойми з відносно високою солоністю (в середньому 10‰). Очевидно, за нових умов існування при нижчій мінералізації води (350 мг/дм³) у бичка-кругляка відбувались перебудови у спрямованості фізіологічних процесів, в результаті чого проходили деякі зміни обміну речовин в їхньому організмі, які супроводжувались перерозподілом ліпідів між різними тканинами та органами риб.

Відомо, що продукти метаболізму ліпідів можуть трансформуватися в глюкозу [3]. Очевидно, внаслідок зміни спрямованості осморегуляційних процесів в організмі бичка-кругляка з р. Дніпро відбувається інтенсивніше використання загальних ліпідів з печінки на енергопотреби для підтримки гомеостазу організму. В результаті катаболізму ліпідів також може утворюватися глюкоза, яка застосовується на енергопотреби, а з продуктів обміну глюкози в подальшому синтезуються ліпіди, які накопичуються у тканинах м'язів [9].

Це в певній мірі підтверджується наявними у фаховій літературі даними, згідно яких посилення інтенсивності метаболічних процесів як на видовому,

так і на тканинному рівні призводить у риб до однієї і тієї ж тенденції — до збільшення вмісту ліпідів [8].

Результати досліджень вмісту глікогену у тканинах бичка-кругляка з р. Дніпро і Дніпро-Бузького лиману підтверджують наші вище викладені припущення. Так, кількість глікогену у печінці і м'язах риб з р. Дніпро була значно вищою — відповідно на 20,2 і 4,2%, ніж у риб з лиману (див. рис. 5). Це є очевидним підтвердженням активізації обмінних процесів та накопичення резервних речовин в їхньому організмі.

Підвищений вміст глікогену в тканинах бичка з р. Дніпро також може свідчити про те, що при адаптації риб до умов прісноводного існування відбувається зростання інтенсивності метаболізму та його спрямованості. Організм риб потребує наявності енергоємних речовин у найбільш доступній формі. В даному випадку це глікоген.

Відомо, що ліпіди є головним джерелом енергії для більшості організмів. Один грам жиру за повного окиснення дає 9,5 ккал (біля 40 кДж) енергії. Це майже вдвічі більше, ніж можливо отримати з білків або вуглеводів. Незважаючи на високу енергоємність жирів, отримання з них енергії в організмі — процес повільний. Це пов'язано з малою реакційною здатністю жирів. Вуглеводи, хоч і дають менше енергії, ніж жири, але при цьому дозволяють отримувати її набагато швидше [7].

Висновки

Таким чином, нашими дослідженнями показано, що умови існування для бичка-кругляка в р. Дніпро не є специфічними для нього. Низька солоність води, очевидно, призводить до активізації осморегуляційних процесів та, відповідно, не може не позначатися на обміні речовин в цілому.

При довготривалому знаходженні кругляка у прісній водоймі змінюються морфометричні ознаки риб, які в більшому ступені відповідають екологічним чинникам водного середовища. Але ця мінливість може відбуватися лише в межах фенотипічної.

Бичок-кругляк в процесі адаптації активно використовує нейрогуморальну регуляцію обмінних процесів. Це дає йому можливість активно розширювати ареал. Тим більше, що в сучасних умовах екологічні чинники водного середовища відповідають його вимогам, а в нових ареалах кругляк не знаходить активного конкурента за життєвий простір. Основний кормовий об'єкт виду — дрейсена — завжди присутній у достатній кількості.

Під впливом прісної води у бичка-кругляка істотно змінюється енергетичний обмін, накопичення основних енергоємних речовин у печінці в річковій системі відбувається з переважанням глікогену, а м'язи риб містять більшу кількість ліпідів порівняно з бичками з солонуватоводних водойм.

В цілому, можна стверджувати, що чинники навколишнього середовища істотно впливають на структуру популяції бичка-кругляка, а сам вид демонструє високу потенційну можливість пристосовування до різних екологічних умов.

**

Исследованы различия морфологических и биохимических показателей особей бычка-кругляка из отдаленных популяций (Днепроовско-Бугский лиман и р. Днепр), обитающих в разных экологических условиях. Было установлено, что факторы окружающей среды существенно влияют на морфометрические и физиолого-биохимические признаки бычка-кругляка, при этом сам вид демонстрирует высокую потенциальную возможность адаптации к различным экологическим условиям.

**

Differences in morphological and biochemical parameters of the round goby individuals from remote populations (Dnieper-Bug estuary and the Dnieper river) living in different ecological conditions have been studied. It was found that environmental factors can significantly affect the morphometric, physiological and biochemical characteristics of the round goby. This species shows a very high potential for adaptation to different environmental conditions.

**

1. Биологические инвазии в водных и наземных экосистемах. — М.-СПб.: Тов-во науч. изданий КМК, 2004 — 436 с.
2. Заброга П.Н., Журняков К.В. Краткая характеристика размерно-весового состава стада бычка-кругляка Утлюкского лимана // Биология XXI століття: теорія, практика, викладення: Матеріали міжнар. конф. — К.: Фітоцентр, 2007 — С. 142—143.
3. Плисецкая Э.М. Гормональная регуляция углеводного обмена у низших позвоночных. — Л.: Наука, 1975. — 215 с.
4. Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб. — 1966. — 376 с.
5. Практикум по биохимии: Учеб. пособие / Под. ред. С. Е. Северина, Г. А. Соловьевой. — М.: Изд-во Моск. ун-та, 1989. — 509 с.
6. Световигов А.Н. Рыбы Черного моря. — М.: Наука, 1960 — 550 с.
7. Шатуновский М. И. Экологические закономерности обмена веществ морских рыб. — М.: Наука, 1980. — 283 с.
8. Шульман Г.Е., Щепки В.Я. Конвергентные особенности липидного состава и аккумуляции энергии у животных // Журн. общ. биологии. — 1974. — Т. 35, № 4. — С. 640—644.
9. Элементы физиологии и биохимии общего и активного обмена у рыб. — Киев: Наук. думка, 1978. — 204 с.
10. Fiess J.C., Kunkel-Patterson A., Mathias L. et al. Effects of environmental salinity and temperature on osmoregulatory ability, organic osmolytes, and plasma hormone profiles in the Mozambique tilapia (*Oreochromis mossambicus*) // Gen. Comp. Endocrinol. — 2006. — Vol. 149, N 3. — P. 285—293.
11. Sakamoto T., McCormick S.D. Prolactin and growth hormone in fish osmoregulation // Ibid. — 2006. — Vol. 145, N 3. — P. 222—231.
12. Sakamoto T., McCormick S.D. Prolactin and growth hormone in fish osmoregulation // Ibid. — 2006. — Vol. 147, N 1. — P. 24—30.