



МОЖЛИВІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ БИЧКОВИХ РИБ (GOBIIDAE) В ЯКОСТІ ІНДИКАТОРІВ СТАНУ ПРИБЕРЕЖНИХ ЕКОСИСТЕМ ЧОРНОГО ТА АЗОВСЬКОГО МОРІВ І ВПЛИВУ НА НИХ ЗМІН КЛІМАТУ

Виноградов О.К. – д.б.н., с.н.с., пров.н.с.

ДУ «Інститут морської біології Національної академії наук України»

Хуторной С.О. – к.б.н., н.с.

ДУ «Інститут морської біології Національної академії наук України»

kalkan@ukr.net

Синьогуб І.О. – с.н.с.

ДУ «Інститут морської біології Національної академії наук України»

У складі іхтіофауни північних берегів Чорноморсько-Азовського басейну бичкові риби (Gobiidae) налічують найбільшу кількість видів і зустрічаються на різноманітних субстратах. Серед них переважають представники двох різних за походженням груп – понто-каспійські релікти та середземноморські іммігранти (почали вселятися у Чорне море після його останнього з'єднання з Середземним). Первинною є фауна бичкових риб понто-каспійського походження. Подальше збагачення відбулося за рахунок бичкових-середземноморських іммігрантів внаслідок потепління клімату та зростання солоності вод.

Серед понто-каспійських реліктів 10 видів можуть бути віднесені до «умовно морських» чи «морських», які виживають при солоності до 12–15 ‰ та вище. Всього видів бичкових, які зустрічаються у морських водах басейну солоністю 15–18 ‰, – 26.

Запропоновано принцип розрахунку бичкового (гобіідного) коефіцієнта – співвідношення кількості видів бичків середземноморського походження до кількості морських видів бичків-понтот-каспійських реліктів, який може розглядатися як індекс медітерранізації бичкової іхтіофауни. Цей індекс також відображає тенденції до зміни всієї морської іхтіофауни Чорноморсько-Азовського басейну на тлі прогресуючого потепління клімату. За кліматичними умовами, температурою, солоністю води та характером донних субстратів у північних берегів Чорного і Азовського морів виділяються три великих регіони – північно-західна частина Чорного моря (ПЗЧМ), узбережжя Криму від мису Тарханкут до Карадага і Керченської протоки і узбережжя Азовського моря. Для північно-західної частини Чорного моря індекс медітерранізації бичкової іхтіофауни в нинішній час складає 0,7; для південно-західних і південних берегів Криму – 1,6; для Керченського передпроточного простору і Азовського моря – 0,5. З появою нових видів бичкових риб-середземноморських іммігрантів в кожному з регіонів показники індексу медітерранізації будуть збільшуватися.

Ключові слова: Чорноморсько-Азовський басейн, зміни клімату, індикатори, бичкова іхтіофауна, індекс медітерранізації, бичковий індекс.

Вступ

В останні десятиріччя досить актуальними стають проблеми вивчення впливу змін клімату на іхтіофауну Чорноморсько-Азовського басейну та пошук видів-індикаторів в системі біоіндикації якості води та стану морських гідроєкосистем (Климова 2006; Aleksandrov et al. 2007; Антоновский и др. 2008; Шульман 2009; Демченко 2010; Рыбы ... 2021).

Окрім природного розселення риб, яке відбувається на тлі потепління клімату, в останній час важливе значення набуло суднопластво. Пелагічна ікра, личинки і молодь риб почали у великій кількості переміщуватися з одного моря в інше з баластними

водами. Ці два процеси стали накладатися один на одного (Световидов 1964; Расс 1987; Хуторной 1999; Дирипаско и др. 2008; Матишов, и Болтачев 2010; Мовчан 2011; Болтачев, и Карпова 2012 а,б; Виноградов, и Хуторной 2013; Манило 2014; Демченко, и Демченко 2015; Экологические ... 2017).

У зв'язку з вищенаведеним здається доцільним пошук іхтіологічних показників критеріїв оцінки подальших змін клімату в Чорноморсько-Азовському регіоні та виявлення потенційних риб-індикаторів для загального оцінювання стану морських екосистем.

Мета роботи = дослідити можливість використання бичкових риб (Gobiidae) в якості видів-

індикаторів стану та змін прибережних екосистем Чорного і Азовського морів під впливом природних факторів і антропогенної діяльності та обґрунтувати принцип розрахунку бичкового (гобїїдного) коефіцієнту.

Матеріали та методи досліджень

Матеріалом є сукупність фондів матеріалів та літературних відомостей про походження, розповсюдження і солоностну толерантність риб родини Gobiidae Чорного і Азовського морів, а методом – аналіз та поділ на групи за вказаними ознаками.

За одиницю дослідження прийнято фауністичний комплекс – групу видів, які пов'язані спільним географічним походженням. Крім характеристики ареалу, критерієм для віднесення виду до того чи іншого фауністичного комплексу виступала його екологічна характеристика – взаємини з біотичними та абіотичними факторами середовища.

У роботі аналізується фауна родини бичкових риб Чорноморсько-Азовського басейну, яка має складний генезис та включає представників різних фауністичних комплексів, у тому числі бореально-атлантичного, понто-каспійського та середземноморського. Вона остаточно сформувалася після останнього відновлення з'єднання Чорного моря із Середземноморським басейном у голоцені і до цього часу різними авторами традиційно виділяються два основні фауністичні комплекси – середземноморський та понто-каспійський, оскільки на момент прориву Дарданел види бореально-атлантичного комплексу вже входили до сформованого та оформленого на той час середземноморського комплексу.

У статті наводиться класифікація бичкових риб з урахуванням роботи Л.Г. Манило (2014), а українські назви вказані за Ю.В. Мовчаном (2011).

Результати та обговорення

Біля 8-10 тис. років тому відбулося останнє поєднання котловини Чорного моря з Середземним і почався процес його осолонення і вселення в нього середземноморських гідробіонтів, включаючи і риб, названий медітерранізацією його фауни (Пузанов 1965, 1967). В свою чергу види, які освоїли води Чорного моря, почали проникати в Азовське море, здійснюючи понтизацію його біоти (Пузанов 1965). В теперішній час солоність води в Середземному морі більш ніж в два рази перевищує чорноморську (36–40 ‰ і 17–18,5 ‰ відповідно).

Риби, які проникають з Середземного моря, будучи рухомими організмами, в пошуках кормових ресурсів і місць для розмноження стали опанувати акваторії Чорного і Азовського морів. Іхтіофауна Середземного моря сформована переважно рибами зі Східної Атлантики тропічного і субтропічного походження. Внаслідок цього температурний фактор і понижена солоність вод в Чорному

морі відіграють визначну роль в розповсюдженні середземноморських іммігрантів в різні акваторії і сезони року. Іхтіофауна Чорного моря на 80 % складається з теплолюбних видів. Процеси медітерранізації і понтизації біоти взагалі та іхтіофауни зокрема продовжуються і в теперішній час (Виноградов 1960; Световидов 1964; Замбриборщ 1965; Расс 1987; Хуторной 1999, 2004, 2006; Дирипаско и др. 2008; Матишов, и Болтачев 2010; Мовчан 2011; Болтачев, и Карпова 2012 а,б; Виноградов, и Хуторной 2013; Манило 2014; Экологические ... 2017; Khutornoy, and Kvach 2019).

В морях існує прямий зв'язок між температурою і солоністю. Чим більша температура, тим частіше за все більш солоні в ньому вода. Середземне море, як донор іхтіофауни, більш тепле і більш солоне, ніж Чорне. Всі види середземноморських іммігрантів спроможні виживати при солоності до 30–36 ‰, але тільки при відносно високій температурі.

Сучасну іхтіофауну Чорного і Азовського морів формують риби, які належать до трьох основних фауністичних комплексів: 1 – понто-каспійські релікти, 2 – риби бореально-атлантичного походження, 3 – середземноморські іммігранти. В опріснених районах помітну роль відіграють прісноводні риби. Також є чужорідні види (Расс 1987; Дирипаско и др. 2001; Мовчан 2011; Болтачев, и Карпова 2012 а,б; Виноградов, и Хуторной 2013; Манило 2014; Экологические ... 2017). Понто-каспійські релікти, риби бореально-атлантичного комплексу і прісноводні види пристосовані до виживання при більш низьких температурах, ніж середземноморські. Бички середземноморського походження більш чутливі до умов забруднення і існування, ніж бички-понто-каспійські релікти.

В залежності від солоності в північній частині Чорноморсько-Азовського басейну виділяються води: 1 – прісні (0,5–2 ‰), 2 – слабосолонуваті – олігогалінні (2–5 ‰), 3 – солонуваті – мезогалінні (8–17 ‰), 4 – морські – полігалінні (17–35 ‰). З кожним з вказаних типів води пов'язаний певний комплекс видів риб, включаючи і бичкових. У зв'язку з гідрологічною динамікою і значними коливаннями солоності води в північно-західній частині Чорного моря (ПЗЧМ), Керченському передпроточному просторі і північно-західній частині Азовського моря, точно окреслити райони існування багатьох бичкових риб не вважається можливим. Переміщуючись з водними масами певної солоності, бичкові риби можуть опинитись в несприятливих умовах, що може призводити до їх загибелі.

Враховуючи особливості походження та формування іхтіофауни і біоти взагалі Чорного і Азовського морів, а також тенденції до їх змін під

впливом потепління клімату, пропонується в якості індикаторних видів використовувати бичкових риб, кількість видів яких біля південно-західних і південних берегів Криму помітно зростає (Мовчан 2011; Болтачев, и Карпова 2012 а,б; Манило 2014; Экологические ... 2017).

Бичкові (Gobiidae) – найбільш численна родина у складі іхтіофауни Чорноморсько-Азовського басейну. Вони мешкають в прибережній зоні, населяючи переважно глибини 0,5–20 м і самі різноманітні субстрати (Хуторной 2021).

Серед бичкових риб Чорного і Азовського морів є як понто-каспійські релікти, так і ті, що вселилися із Середземного моря. Завезений з морів Далекого Сходу смугастий тризубий бичок *Tridentiger trigonocephalus* характеризується солонною стійкістю і є акліматизантом (Мовчан 2011; Болтачев, и Карпова 2012 а,б; Манило 2014).

Бичкові риби зустрічаються біля всіх чорноморських берегів, в Азовському морі, лиманах, гирлах, а також в середніх та верхніх течіях річок. За відношенням до солоності серед них виявлені: 1 – полігалінні, 2 – мезогалінні, 3 – олігогалінні, 4 – прісноводно-олігогалінні і евригалінні (Манило 2014).

У водах Чорного і Азовського морів з солоністю від 10–12 ‰ до 17–18 ‰ і більше мешкають полігалінні, мезогалінні і евригалінні види бичкових, ікра у яких донна. За винятком двох видів – пелагічного *Aphia minuta* і придонно-пелагічного *Knipowitschia longicaudata*, всі вони ведуть донний образ життя.

За останні десятиріччя список бичкових риб Чорноморсько-Азовського басейну поповнювався не лише середземноморськими видами, але і понто-каспійськими реліктами. В пониззі Дону відзначені *Ponticola gorlap* і *Benthophilus durrelli*. Їх появу можна пов'язати з функціонуванням каналу Волга-Дон (Экологические ... 2017).

У складі іхтіофауни Чорного моря також вказані *Pomatoschistus pictus*, який має середземноморське походження, та *Knipowitschia cameliae* – понто-каспійський релікт (Куцоконь, и Квач 2012).

Всього біля північних берегів Чорноморсько-Азовського басейну до теперішнього часу виявлено 40 видів бичкових риб (без урахування *Pomatoschistus pictus* і *Knipowitschia cameliae*) (табл. 1). З них 16 видів належать до середземноморських іммігрантів, 23 – до понто-каспійських реліктів, *Tridentiger trigonocephalus* – до акліматизантів. В ПЗЧМ зареєстровано 24 види, біля південно-західних і південних берегів Криму – 26, в Керченському передпроточному просторі і Азовському морі – 25 видів.

В ПЗЧМ бички *Gobius cobitis* і *G. paganellus* поки що знайдені тільки біля берегів острова Змії-

ний та півострова Тарханкут. Вказаний для Керченського передпроточного простору і Азовського моря *Ponticola platyrostris* відзначений біля узбережжя Криму поблизу Керченської протоки.

Такі види як *Benthophiloides brauneri*, *Benthophilus durrelli*, *B. magistri*, *B. nudus*, *B. stellatus*, *Caspiosoma caspium*, *Knipowitschia longicaudata*, *Ponticola gorlap*, *Proterorhinus nasalis*, *Pr. semilunaris* звичайно мешкають в діапазоні солоності 1–6 ‰. Такі види як *Knipowitschia caucasica* і *Proterorhinus marmoratus* зустрічаються в деяких лиманах і в морських водах при солоності 10–12 ‰ і навіть вище. Бички гонець *Babka gymnotrachelus* і головач *Ponticola kessleri* населяють води з солоністю 3–5 ‰. *Benthophiloides brauneri* в окремі роки може зустрічатись біля берегів м. Одеса при солоності води до 12–14 ‰ (Хуторной 1998; Виноградов, и Хуторной 2013).

Регіони розрізняються один від одного кліматичними умовами, солоністю вод та характером донних субстратів. В даному випадку регіон – велика ділянка берега разом з прилеглою акваторією. Фауністичні комплекси сформовані за походженням видів.

Біля північних берегів Чорноморсько-Азовського басейну з числа понто-каспійських реліктів до «морських» видів з різним ступенем евригалінності можна віднести *Knipowitschia caucasica*, *Mesogobius batrachocephalus*, *Ponticola cephalargoides*, *Ponticola eurycephalus*, *N. fluviatilis*, *N. melanostomus*, *Ponticola platyrostris*, *Ponticola ratan*, *Ponticola syrman* та *Proterorhinus marmoratus*, всього 10 видів. Разом з середземноморськими вселенцями морськими є 26 видів, які мешкають при солоності 15–18 ‰.

В ПЗЧМ знайдено 7 видів середземноморського походження: *Aphia minuta*, *Gobius cobitis*, *G. niger*, *G. paganellus*, *Pomatoschistus marmoratus*, *P. minutus*, *Zosterisessor ophiocephalus*.

В Керченському передпроточному просторі і Азовському морі занотовано 5 видів середземноморських вселенців. Це ті самі види, що і в ПЗЧМ, за винятком *Gobius cobitis* і *G. paganellus*. Біля кримського узбережжя знайдені всі 16 видів бичків середземноморського походження.

З 10 понто-каспійських видів, віднесених до числа «морських», всі вказані для ПЗЧМ і Керченського передпроточного простору. З їх числа біля південно-західних і південних берегів Криму відсутній *Knipowitschia caucasica*.

З початку вселення середземноморських риб-іммігрантів вихідною фауною бичкових риб в Чорноморсько-Азовському басейні можна вважати комплекс понто-каспійських реліктових видів. Вселення нових видів відбувалося на тлі осолонення води Чорного моря і потепління після останнього льодовикового періоду.

Таблиця 1

Розподіл бичкових риб прибережної зони північної частини Чорноморсько-Азовського басейну по регіонам (ПЗЧМ – північно-західна частина Чорного моря, ПЗБК – південно-західний берег Криму, ПБК – південний берег Криму, КПП – Керченський передпроточний простір, АМ – Азовське море; СМ – середземноморський, ПК – понто-каспійський, ВМ – верхня межа солоносно-толерантності понто-каспійських реліктів, НМ – нижня межа солоносно-толерантності середземноморських іммігрантів)

№ за/п	Рід, вид	Регіон			Фауністичний комплекс		Солоність, ‰	
		ПЗЧМ	ПЗБК, ПБК	КПП АМ	СМ	ПК	ВМ	НМ
1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Рід <i>Aphia</i> Risso, 1827							
1	<i>A. minuta</i> (Risso, 1810) – бичок-афія маленький	+	+	+	+	–	–	14–15
	Рід <i>Benthophiloides</i> Beling et Pjlin, 1927							
2	<i>B. brauneri</i> Beling et Pjlin, 1927 – бичок-пуголовочок Браунера	+	–	+	–	+	1–2	–
3	<i>Benthophilus durrelli</i> – бичок-пуголовочок донський	–	–	+	–	+	2–3	–
4	<i>B. magistri</i> – бичок-пуголовочок азовський	–	–	+	–	+	3–5	–
5	<i>B. mahmudbejovi</i> – бичок-пуголовочок Махмудбаєва	–	–	+	–	+	2–3	–
6	<i>B. nudus</i> – бичок-пуголовочок голий	+	–	–	–	+	3–5	–
7	<i>B. stellatus</i> – бичок-пуголовочок зірчастий	–	–	+	–	+	3–5	–
8	<i>Caspiosoma caspium</i> – бичок-каспіосома	+	–	+	–	+	0,5–1	–
9	<i>Chromogobius quadrivittatus</i> – хромогобіус чотирьохсмугий	–	+	–	+	–	–	17–18
10	<i>Ch. zebratus</i> – хромогобіус зебровий	–	+	–	+	–	–	17–18
11	<i>Gammogobius steinitzi</i> – бичок Штайниці	–	+	–	+	–	–	17–18
12	<i>Gobius bucchichi</i> – бичок Букчица	–	+	–	+	–	–	17–18
13	<i>G. cobitis</i> – бичок кругляш	+	+	–	+	–	–	17–18
14	<i>G. cruentatus</i> – бичок червоноротий	–	+	–	+	–	–	17–18
15	<i>G. niger</i> – бичок чорний	+	+	+	+	–	–	8–10
16	<i>G. paganellus</i> – бичок паганель	+	+	–	+	–	–	17–18
17	<i>G. xanthocephalus</i> – бичок жовтоголовий	–	+	–	+	–	–	17–18
18	<i>Knipowitschia caucasica</i> – бичок-кніповичія кавказький	+	–	+	–	+	20–25	–
19	<i>Knipowitschia longicaudata</i> – бичок-кніповичія довгохвостий	+	–	+	–	+	5–6	–
20	<i>Mesogobius batrachocephalus</i> – бичок-жаба	+	+	+	–	+	18–20	–
21	<i>Millerigobius macrocephalus</i> – бичок Міллера великоголовий	–	+	–	+	–	–	17–18
22	<i>Neogobius gorlap</i> – бичок-головач каспійський	–	–	+	–	+	3–5	–
23	<i>Ponticola cephalargoides</i> – бичок чорноморсько-азовський	+	+	+	–	+	15–18	–
24	<i>Ponticola euryccephalus</i> – бичок рижик	+	+	+	–	+	15–18	–
25	<i>N. fluviatilis</i> – бичок пісочник	+	+	+	–	+	18–20	–
26	<i>Babka gymnotrachelus</i> – бичок гонець	+	–	+	–	+	5–6	–
27	<i>Ponticola kessleri</i> – бичок головач	+	–	+	–	+	2–3	–
28	<i>N. melanostomus</i> – бичок кругляк	+	+	+	–	+	18–20	–
29	<i>Ponticola platystris</i> – бичок губань	+	+	+	–	+	20–25	–
30	<i>Ponticola ratan</i> – бичок ратан	+	+	+	–	+	15–16	–
31	<i>Ponticola syrman</i> – бичок сірман	+	+	+	–	+	12–15	–
32	<i>Pomatoschistus bathi</i> – бичок-лисун Бата	–	+	–	+	–	–	15–16
33	<i>Pomatoschistus marmoratus</i> – бичок-лисун мармуровий	+	+	+	+	–	–	6–8
34	<i>Pomatoschistus minutus</i> – бичок-лисун малий	+	+	+	+	–	–	15–16
35	<i>Proterorhinus marmoratus</i> – тупоносий бичок цуцик	+	+	+	–	+	12–15	–
36	<i>Pr. nasalis</i> – тупоносий бичок східний	–	–	+	–	+	5–6	–
37	<i>Pr. semilunaris</i> – тупоносий бичок західний	+	–	–	–	+	5–6	–
38	<i>Tridentiger trigonocephalus</i> – тризубий бичок смугастий	–	+	–	–	АК*	–	3–5
39	<i>Zebrus zebrus</i> – бичок-зебра	–	+	–	+	–	–	17–18
40	<i>Zosterisessor ophiocephalus</i> – бичок-трав'яник змієголовий	+	+	+	+	–	–	6–8
	Всього	24	26	25	16	24	–	–

Примітка: * АК – вид-акліматизант.

Враховуючи відзначене вище і застосувавши просту формулу n_1 / n_2 , де n_1 - кількість видів бичків середземноморського походження, а n_2 - кількість «морських» видів бичків понто-каспійського походження, отримуємо бичковий (гобійний) коефіцієнт, який може розглядатися як індекс медітерранізації бичкової іхтіофауни. Цей індекс також відображає тенденції до зміни всієї «морської» іхтіофауни Чорноморсько-Азовського басейну (якщо ми будемо враховувати види всіх родин, не тільки бичкових). Знаменник (n_2) в цих розрахунках постійний і дорівнює 10 (кількість «морських» видів бичків понто-каспійського комплексу).

Якщо в певному регіоні середземноморські бички-вселенці відсутні, то індекс буде дорівнювати нулю, у випадку наявності одного такого виду - 0,1, двох - 0,2 і т.д. За нашими підрахунками, для ПЗЧМ індекс медітерранізації бичкової іхтіофауни складає 0,7; для Керченського передпроточного простору і Азовського моря - 0,5; для південно-західного і південного узбережжя Криму - 1,6. З появою нових видів бичкових риб середземноморського походження показники цього індексу будуть збільшуватися.

За оцінкою Л.Г. Манило (2014) на початок 2010-х рр. коефіцієнт спільності видового складу бичкових риб між Середземним і Чорним морями склав 0,39. Таким чином, є значна кількість видів бичкових риб Середземного моря, які при відповідних умовах зможуть потрапити в Чорне море. В ньому існують сприятливі для бичкових риб скельно-кам'янисті, піщані і заростеві біотопи.

Потепління клімату неминуче впливає на зміну таких важливих для існування риб і інших гідробіонтів чинників як температура і солоність води. При цьому можуть відбуватися перебудови структурних і функціональних компонентів прибережних екосистем, що, в свою чергу, відображається на кількісному і якісному складі іхтіофауни і її видовому різноманітті.

Бичкові риби належать до гетеротрофів другого-третього порядків і приймають участь в управлінні прибережними екосистемами «зверху». Вони також активно трансформують живу і мертву органічну речовину в живу іхтіомасу (Александров, и Хуторной 1996; Alexandrov, and Khutornoy 1998; Хуторной 2021).

Нові види-вселенці можуть знаходити вільні ніші в прибережних екосистемах або вступати в конкурентні відносини за корм, нерестові субстрати, зручні місця існування. Поява нових видів риб-вселенців або випадіння їх зі складу іхтіофауни того чи іншого морського регіону так чи інакше впливає на прибережну екосистему, до складу якої вони входять.

Кількісні і якісні зміни в популяції того чи іншого виду риб можуть проявлятися в зниженні

чи посиленні тиску на ті чи інші групи кормових організмів, порушенні харчових ланцюгів і балансу в екосистемах.

Зменшення в кожному з регіонів північної частини Чорноморсько-Азовського басейну кількості видів бичків-пonto-каспійських реліктів може свідчити як про надмірне осолонення води (Карпевич 1955), що відбувається на тлі зростання температури, так і про погіршення умов існування внаслідок забруднення водного середовища, руйнування біотопів і природних нерестовищ, перелову і т.п.

Очевидно, що збільшення кількості видів бичків середземноморського походження в північній частині Чорноморсько-Азовського басейну може вказувати на потепління клімату і зростання солоності. Саме така тенденція спостерігається в останні десятиріччя біля берегів Криму, де знайдені нові види бичків-середземноморських іммігрантів, які в інших регіонах поки що не зустрічаються (Мовчан 2011; Болтачев, и Карпова 2012 а,б; Манило 2014; Экологические ... 2017). До Чорного моря із Середземного вселяються види бичків, які витримують там зниження солоності до 22–23 ‰.

В іхтіофауні Середземного моря виявлено 61 вид бичкових риб (Манило 2014). Теоретично близько 30 видів з них можуть поповнити іхтіофауну Чорного моря. Слід очікувати, що при збільшенні середньорічної температури води біля північних берегів Чорного моря до 15–16 °С і зростанні солоності до 22–26 ‰ (β-хорогалінна зона), вселення середземноморських риб, в тому числі і бичкових, може значно активізуватися (Виноградов 1986, 1987).

Розповсюдження середземноморських бичків, які вже мешкають в Чорноморсько-Азовському басейні, регулюється, в першу чергу, нижніми порогоми їх солоності і температурної толерантності, тому збільшення солоності і температури не вчинить на них прямого негативного впливу. Для багатьох бичкових риб понто-каспійського походження при розглянутому сценарії потепління клімату умови існування в прибережних екосистемах погіршаться, а їх ареали звужаться.

Висновки

Проведений аналіз можливостей використання бичкових риб (Gobiidae) в якості індикаторів стану прибережних екосистем Чорного і Азовського морів показав, що запропонований бичковий (гобійний) коефіцієнт може розглядатися як індекс медітерранізації бичкової іхтіофауни. Цей індекс також відображає тенденції до зміни всієї морської іхтіофауни Чорноморсько-Азовського басейну. Таким чином, співвідношення бичкових риб середземноморського походження та понто-каспійських реліктів може використовуватись в якості індикатора кліматичних змін в Чорноморсько-Азовському регіоні.

Список використаних джерел

1. Александров Б.Г., Хуторной С.А. Использование рыб для регуляции качества морской воды у Одесского побережья. *Управление и охрана побережий северо-западного Причерноморья* : материалы международного симпозиума 30 сент. – 6 окт. 1996 г. Одесса, 1996. С. 10.
2. Антоновский А.Г., Демченко В.А., Демченко Н.А., Сурядная Н.Н. Перспективы использования характеристик особей, популяций и сообществ рыб в системе биоиндикации воды и состояния гидроэкосистем. *Вісник запорізького національного університету*. 2008. №1. С. 30–34.
3. Болтачев А.Р., Карпова Е.П. Ихтиофауна прибрежной зоны Севастополя (Черное море). *Морской экологический журнал*. 2012а. Т. XI. № 2. С. 10–27.
4. Болтачев А.Р., Карпова Е.П. Морские рыбы Крымского полуострова. Симферополь : Бизнес-Информ, 2012б. 223 с.
5. Виноградов А.К. Хорогалинная зона 22–26 ‰ в морских экосистемах. *V съезд ВГБО*. Тольятти, 15–19 сентября 1986 г. : тез. докл. Куйбышев, 1986. Ч. I. С. 64–65.
6. Виноградов А.К. Эколого-токсикологические аспекты соленостной устойчивости фауны Черного моря : автореф. дис. ... д-ра биол. наук : 03.105. Севастополь, 1987. 48 с.
7. Виноградов А.К., Хуторной С.А. Ихтиофауна Одесского региона северо-западной части Черного моря (биологические, экологические, эколого-морфологические особенности). Одесса : Астропринт, 2013. 223 с.
8. Виноградов К.О. Ихтиофауна північно-західної частини Чорного моря. Київ : Вид-во АН УРСР, 1960. 115 с.
9. Демченко В.А. Особенности влияния изменяющегося климата на сообщества рыб Азовского бассейна. *Вісник Запорізького національного університету*. 2010. № 1. С. 22–32.
10. Демченко В.А., Демченко Н.А. Чужеродные виды в ихтиофауне водоемов северо-западной части Азовского бассейна. *Российский Журнал Биологических Инвазий*. 2015. №1. С. 17–29.
11. Дирипаско О.А., Демченко Н.А., Кулик П.В., Заброда Т.А. Расширение ареала солнечного окуня, *Lepomis gibbosus* (Centrarchidae, Perciformes), на восток Украины. *Вестник зоологии*. 2008. Т. 42, № 3. С. 269–273.
12. Замбриборщ Ф.С. Рыбы низовьев рек и приморских водоемов северо-западной части Черного моря и условия их существования : автореф. дис. ... д-ра биол. наук : 03.105. Одесса, 1965. 46 с.
13. Карпевич А.Ф. Экологическое обоснование прогноза изменений ареалов рыб и состава ихтиофауны при осолонении Азовского моря. *Труды ВНИРО*. 1955. Т. 31, Вып. 2. С. 3–84.
14. Климова Т.Н. Ихтиопланктон Черного моря как индикатор экологического состояния шельфовых вод Украины : автореф. дис. ... канд. биол. наук. Москва, 2006. 25 с.
15. Куцоконь Ю., Квач Ю. Українські назви міног і риб фауни України для наукового вжитку. *Біологічні студії*. 2012. Вип. 6(2). С. 199–220.
16. Манило Л.Г. Рыбы семейства бычковые (Perciformes, Gobiidae) морских и солоноватых вод Украины. Киев : Наукова думка, 2014. 243 с.
17. Матишов Г.Г., Болтачев А.Р. Вселенцы в био-разнообразии и продуктивности Азовского и Черного морей. Ростов-на-Дону : Изд-во ЮНЦ РАН, 2010. 114 с.
18. Мовчан Ю.В. Рыби України (визначник-довідник). Київ : Золоті ворота, 2011. 420 с.
19. Пузанов И.И. Медитерранизация Черного моря и перспективы ее усиления. *Зоологический журнал*. 1967. Вып. 9 (46). С. 1287–1297.
20. Пузанов И.И. Последовательные стадии медитерранизации фауны Черного моря. Новые данные. *Гидробиологический журнал*. 1965. Т. 1. № 2. С. 54–56.
21. Расс Т.С. Современное представление о составе ихтиофауны Черного моря и его изменениях. *Вопросы ихтиологии*. 1987. Т. 27. № 2. С. 179–187.
22. Рыбы – индикаторы времени, пространства, условий обитания / А.К. Виноградов и др. Одесса : Астропринт, 2021. 428 с.
23. Световидов А.Н. Рыбы Черного моря. Москва-Ленинград : Наука, 1964. 550 с.
24. Хуторной С.А. Изменение морской ихтиофауны в XX столетии у берегов Одессы. *Экологические проблемы Черного моря*. Одесса : ОЦНТИ, 1999. С. 306–311.
25. Хуторной С.А. История изучения ихтиофауны северо-западной части Черного моря в пределах территориальных вод Украины и ее изменение под воздействием антропогенного пресса. *Экология моря*. 2004. Вып. 65. С. 87–93.
26. Хуторной С.А. Рыбы прибрежной зоны. *Северо-западная часть Черного моря: биология и экология*. Киев : Наукова думка, 2006. С. 309–313.
27. Хуторной С.А. Рыбы прибрежных акваторий г. Одессы. *Научные труды Зоологического музея Одесского государственного университета : Исследования многообразия животного мира*. Одесса : Астропринт, 1998. С. 42–45.
28. Хуторной С.А. Структура прибрежных ихтиоценозів північно-західної частини чорного моря : автореф. ... канд. біол. наук. Одеса, 2021. 17 с.
29. Шульман Г.Е. Физиолого-биохимические индикаторы состояния рыб. *Сучасні проблеми теоретичної і практичної іхтіології*: тези II Міжнародної іхтіологічної науково-практичної конференції. Севастополь, 2009. С. 204–205.
30. Экологические закономерности распределения морской прибрежной ихтиофауны (Черноморско-Азовский бассейн) / А.К. Виноградов и др. Одесса : Астропринт, 2017. 416 с.

31. Aleksandrov B., Boltachev A., Kharchenko T., Liashenko A., Son M., Tsarenko P., Zhukinsky V. Trends of aquatic alien species invasion in Ukraine. *Aquatic Invasions*. 2007. Vol. 2. Issue 3. P. 215–242.
32. Alexandrov B.G., Khutornoy S.A. Using of the fish for regulation of the sea water quality in the Odessa coast (realities and prospects). *Management and conservation of the Northern-western Black Sea*

coast. Scientific publications proceedings of the EUCC international symposium. Odessa, Ukraine, 1998. Odessa: 1998. P. 15–19.

33. Khutornoy S., Kvach Y. First record of the Montague's blenny *Coryphoblennius galerita* (L., 1758) (Actinopterygii: Blenniidae) in the mesohaline waters of the North-Western Black Sea, Ukraine. *BioInvasions Records*. 2019. Vol. 8. Is. 4. P. 917–923.

References

1. Aleksandrov, B.G., & Khutornoy, S.A. (1996). Ispol'zovanie ryb dlya regulyatsii kachestva morskoy vody u Odesskogo poberezh'ya [Use of the fish to regulate of sea water quality near the Odessa coast]. *Materialy mezhdunarodnogo simpoziuma «Upravlenie i ohrana poberezhij severo-zapadnogo prichernomor'ya»*. (10). Odessa [in Russian].
2. Antonovskij, A.G., Demchenko, V.A., Demchenko, N.A., & Suryadnaya N.N. (2008). Perspektivy ispol'zovaniya harakteristik osobej, populyacij i soobshchestv ryb v sisteme bioindikatsii vody i sostoyaniya gidroekosistem [Prospects for the use of characteristics of individuals, populations and communities of fish in the system of bioindication of water and the state of hydroecosystems]. *Visnik Zaporiz'kogo nacional'nogo universitetu – Visnyk of Zaporizhzhya National University. Biological Sciences, 1*, 30–34 [in Russian].
3. Boltachev, A.R., & Karpova, E.P. (2012a). Ihtiofauna pribrezhnoj zony Sevastopolya (Chernoe more) [Ichthyofauna of the Sevastopol coastal zone (Black Sea)]. *Morskoy ekologicheskij zhurnal – Marine ecological journal, XI, 2*, 10–27 [in Russian].
4. Boltachev, A.R., & Karpova, E.P. (2012b). *Morskie ryby Krymskogo poluostrova [Marine fishes of the Crimean peninsula]*. Simferopol' : Biznes-Infom [in Russian].
5. Vinogradov, A.K. (1986). Horogalinnaya zona 22–26 ‰ v morskikh ekosistemah [Chorohaline zone 22–26‰ in marine ecosystems]. Abstracts of reports «V s'ezd VGBO». (pp. 64–65). Kujbyshev [in Russian].
6. Vinogradov, A.K. (1987). Ekologo-toksikologicheskie aspekty solenostnoj ustojchivosti fauny Chernogo morya [Ecological and toxicological aspects of salinity stability of the Black Sea fauna]. *Extended abstract of candidate's thesis. Sevastopol'* [in Russian].
7. Vinogradov, A.K., & Kutornoi, S.A. (2013). *Ihtiofauna Odesskogo regiona severo-zapadnoj chasti Chernogo morya (biologicheskie, ekologicheskie, ekologo-morfologicheskie osobennosti) [Ichthyofauna of the Odessa region of the northwestern part of the Black Sea (biological, ecological, ecological and morphological features)]*. Odessa : Astroprint [in Russian].
8. Vinogradov, K.O. (1960). *Ihtiofauna pivnichno-zahidnoï chastini Chornogo morya [Ichthyofauna of the northwestern part of the Black Sea]*. Kiïv : Vid-vo AN URSR [in Ukrainian].
9. Demchenko, V.A. (2010). Osobennosti vliyaniya izmenyayushchegosya klimata na soobshchestva ryb Azovskogo bassejna [Features of the influence of a changing climate on the fish communities of the Azov basin]. *Visnik Zaporiz'kogo nacional'nogo universitetu – Visnyk of Zaporizhzhya National University. Biological Sciences, 1*, 22–32 [in Russian].
10. Demchenko, V.A., & Demchenko, N.A. (2015). Chuzherodnye vidy v ihtiofaune vodoemov severo-zapadnoj chasti Azovskogo bassejna [Alien species in the ichthyofauna of water bodies in the northwestern part of the Azov basin]. *Rossijskij Zhurnal Biologicheskij Invazij – Russian Journal of Biological Invasions, 1*, 17–29 [in Russian].
11. Diripasko, O.A., Demchenko, N.A., Kulik, P.V., & Zabroda, T.A. (2008). Rasshirenie areala solnechnogo okunya, *Lepomis gibbosus* (Centrarchidae, Perciformes), na vostok Ukrainy [Expansion of the range of the sun perch, *Lepomis gibbosus* (Centrarchidae, Perciformes), to the east of Ukraine]. *Vestnik zoologii – Bulletin of Zoology, 42, 3*, 269–273 [in Russian].
12. Zambriborshch, F.S. (1965). Ryby nizov'ev rek i primorskih vodoemov severo-zapadnoj chasti Chernogo morya i usloviya ih sushchestvovaniya [Fish of the lower reaches of rivers and coastal water bodies of the northwestern part of the Black Sea and the conditions for their existence]. *Extended abstract of Doctor's thesis. Odessa* [in Russian].
13. Karpevich, A.F. (1955). Ekologicheskoe obosnovanie prognoza izmenenij arealov ryb i sostava ihtiofauny pri osolonenii Azovskogo morya [Ecological substantiation of the forecast of changes in the ranges of fish and the composition of the ichthyofauna during the salinization of the Sea of Azov]. *Trudy VNIRO, 31, 2*, 3–84 [in Russian].
14. Klimova, T.N. (2006). Ihtioplankton Chernogo morya kak indikator ekologicheskogo sostoyaniya shel'fovyh vod Ukrainy [Ichthyoplankton of the Black Sea as an indicator of the ecological state of the shelf waters of Ukraine]. *Extended abstract of candidate's thesis. Moscow* [in Russian].
15. Kutsokon, Yu., & Kvach, Yu. (2012). Ukrainski nazvi minog i rib fauni Ukraini dlya naukovogo vzhitku [Ukrainian names of lampreys and fish of the fauna of Ukraine for scientific use]. *Biologichni studiyi – Studia Biologica, 6, 2*, 199–220 [in Ukrainian].
16. Manilo, L.G. (2014). *Ryby semeystva bychkovye (Perciformes, Gobiidae) morskij i solonovatyh vod Ukrainy [Fish of the goby family (Perciformes, Gobiidae)*

of marine and brackish waters of Ukraine]. Kiev : Naukova dumka [in Russian].

17. Matishov, G.G., & Boltachev, A.R. (2010). *Vselency v bioraznoobrazii i produktivnosti Azovskogo i Chernogo morej [Invaders in the biodiversity and productivity of the Azov and Black Seas]*. Rostov-na-Donu : Izd-vo YUNC RAN [in Russian].

18. Movchan, Yu.V. (2011). *Ribi Ukraini (vznachnik-dovidnik) [Fish of Ukraine (guide)]*. Kiïv : Zoloti vorota [in Ukrainian].

19. Puzanov, I.I. (1965). Posledovatel'nie stadii mediterraneizatsii fauni Chernogo moray [Successive stages of mediterraneization of the Black Sea fauna]. *Gidrobiologicheskij zhurnal – Hydrobiological Journal*, 1, 2, 54–56 [in Russian].

20. Puzanov, I.I. (1967). Mediterraneanizatsiya Chernogo morya i perspektivy ee usileniya [Mediterraneanization of the Black Sea and prospects for its strengthening]. *Zoologicheskij zhurnal – Zoological journal*, 9, 46, 1287–1297 [in Russian].

21. Rass, T.S. (1987). Sovremennoe predstavlenie o sostave ihtiofauny Chernogo morya i ego izmeneniyah [Modern understanding of the composition of the ichthyofauna of the Black Sea and its changes]. *Voprosy ihtiologii – Issues of ichthyology*, 27, 2, 179–187 [in Russian].

22. Vinogradov, A.K., Bogatova, Yu.I., Sinegub, I.A., & Khutornoi S.A. (2021). *Ryby – indikatory vremeni, prostranstva, usloviy obitaniya [Fish as indicators of time, space, living conditions]*. Odessa : Astroprint [in Russian].

23. Svetovidov, A.N. (1964). *Ryby Chernogo morya [Fishes of the Black Sea]*. Moskva-Leningrad : Nauka [in Russian].

24. Khutornoy, S.A. (1999). Izmenenie morskoy ihtiofauny v XX stoletii u beregov Odessy [Changes in the marine ichthyofauna in the 20-th century near the coast of Odessa]. *Ekologicheskie problemy Chernogo morya*, (pp. 306-311). Odessa : OCNTI [in Russian].

25. Khutornoy, S.A. (2004). Istoriya izucheniya ihtiofauny severo-zapadnoj chasti Chernogo morya v predelakh territorial'nyh vod Ukrainy i ee izmenenie pod vozdeystviem antropogennogo pressa [The history of the study of the ichthyofauna of the northwestern part of the Black Sea within the territorial waters of Ukraine and its change under the influence of anthropogenic pressure]. *Ekologiya morya*, 65, 87–93 [in Russian].

26. Khutornoi, S.A. (2006). Ryby pribrezhnoj zony [Coastal fish]. *Severo-zapadnaya chast' Chernogo morya: biologiya i ekologiya*, (pp.309–313). Kiev : Naukova dumka [in Russian].

27. Khutornoy, S.A. (1998). Ryby pribrezhnyh akvatorij g. Odessy [Fish of Odessa coastal waters]. *Nauchnye trudy Zoologicheskogo muzeya Odesskogo gosudarstvennogo universiteta: Issledovaniya mnogoobraziya zhitovnogo mira*. Odessa : Astroprint [in Russian].

28. Khutornoi, S.A. (2021). Struktura priberezhnih ihtiocenoziv pivnichno-zahidnoi chastini chornogo morya [The structure of coastal ichthyocenoses of the northwestern part of the Black Sea]. *Extended abstract of candidate's thesis*. Odessa [in Ukrainian].

29. Shul'man, G.E. (2009). Fiziologo-biohimicheskie indikatory sostoyaniya ryb [Physiological and biochemical indicators of the state of fish]. Abstracts of reports II Mizhnarodnoi ihtiologichnoi naukovopraktichnoi konferencii «Suchasni problemi teoretichnoi i praktichnoi konferencii «Suchasni problemi teoretichnoi i praktichnoi ihtiologii». (pp. 204-205). Sevastopol' [in Russian].

30. Vinogradov, A.K., Bogatova, Yu.I., Sinegub, I.A., & Khutornoi S.A. (2017). *Ekologicheskie zakonomernosti raspredeleniya morskoy pribrezhnoj ihtiofauny (Chernomorsko-Azovskij bassejn) [Ecological patterns of distribution of marine coastal ichthyofauna (Black Sea-Azov basin)]*. Odessa : Astroprint [in Russian].

31. Aleksandrov, B., Boltachev, A., Kharchenko, T., Liashenko, A., Son, M., Tsarenko P. et al. (2007). Trends of aquatic alien species invasion in Ukraine. *Aquatic Invasions*, 2, 3, 215–242 [in English].

32. Alexandrov, B.G., & Khutornoy S.A. (1998). Using of the fish for regulation of the sea water quality in the Odessa coast (realities and prospects). Proceedings of the EUCC international symposium «Management and conservation of the Northern-western Black Sea coast». (pp. 15-19). Odessa [in English].

33. Khutornoy, S., & Kvach, Y. (2019). First record of the Montague's blenny *Coryphoblennius galerita* (L., 1758) (Actinopterygii: Blenniidae) in the mesohaline waters of the North-Western Black Sea, Ukraine. *BioInvasions Records*, 8, 4, 917–923 [in English].

POSSIBILITY OF USING GOBY FISHES (GOBIIDAE) AS INDICATORS OF THE STATE OF THE COASTAL ECOSYSTEMS OF THE BLACK AND AZOV SEA AND THE IMPACT OF CLIMATE CHANGE ON THEM

Vinogradov O.K., D.Sc., Senior researcher, Leading researcher
Institute of Marine Biology of the NAS of Ukraine

Khutornoy S.O., Ph.D., Researcher
Institute of Marine Biology of the NAS of Ukraine, kalkan@ukr.net

Sinyogub I.O., Senior researcher
Institute of Marine Biology of the NAS of Ukraine

In the ichthyofauna of the northern coast of the Black Sea-Azov basin, goby fish (Gobiidae) have the largest number of species and are found on different substrates. Among them there are representatives of two groups of different origins: 1 – Ponto-Caspian relics and 2 – Mediterranean immigrants who began to move in the Black Sea after its last connection with the Mediterranean. The primary is the fauna of goby fish of Ponto-Caspian origin, to which, due to climate warming and an increase in salinity, Mediterranean goby immigrants have gradually added.

Among the Ponto-Caspian relics, 10 species can be classified as marine ones, which survive at salinity up to 12–15 ‰ and higher. There are 26 species of gobies that are found in sea waters with a salinity of 15–18 ‰.

A goby (gobiid) coefficient is proposed – the ratio of the number of Mediterranean immigrant goby species to the number of Ponto-Caspian relic sea goby species, which can be considered as the mediterrization index of goby fish fauna. This index also reflects the trends towards changes in the entire marine ichthyofauna of the Black Sea-Azov basin against the background of a progressive warming of the climate. Three regions are distinguished by climatic conditions, temperature and salinity of water off the northern coast of the Black and Azov Seas. For the northwestern part of the Black Sea, the mediterrization index of the goby fish fauna is currently 0.7; for the southwestern and southern coasts of Crimea – 1.6; for the Kerch pre-strait area and the Sea of Azov – 0.5. With the emergence of new species of Mediterranean immigrant gobies in each of the regions, the indicators of the mediterrization index will increase.

Key words: Black Sea-Azov basin, climate change, indicators, gobies ichthyofauna, mediterrization index, goby index.