Тетяна Багнюкова

ВИДОВЕ РІЗНОМАНІТТЯ ІХТІОПЛАНКТОНУ ЯК ПОКАЗНИК СТАНУ ЕКОСИСТЕМ

Ранні стадії онтогенезу є найбільш чутливими в життєвому циклі організмів, зокрема риб. Саме цей етап визначає величину і частково фізіологічну якість майбутнього стада риб [4, 5]. Об'єкти цього дослідження - чорноморські риби - мають одну (личинка) або дві (ікринка і личинка) планктонні стадії розвитку. Іхтіопланктонні угруповання – це тимчасові об'єднання, склад яких постійно поновлюється. Давно визнано, що кількісні показники іхтіопланктону віддзеркалюють величину стад риб, які нерестують у даному місці, тому дані по чисельності ікри використовують для розрахунків біомаси нерестового стада.

Інтенсивна господарська діяльність у басейні Чорного моря разом з нераціональним промислом призвела до значного погіршення екологічної ситуації у водоймі. Прибережні райони моря знаходяться у стані хронічного забруднення високотоксичними сполуками – пестицидами, поліхлорбіфенілами, нафтою, побутовими стічними водами [7]. Від цього страждають всі компоненти біоти, в тому числі іхтіофауна [8].

Акваторія Карадазького природного заповідника ще донедавна вважалась еталоном чистої морської води. Але в останні роки близкість портів, рекреаційних зон, інтенсивне судноплавство негативно вплинули на стан заповідних екосистем, зумовили їх деградацію (Костенко, 1995).

Видовий склад і коливання чисельності іхтіопланктону біля Карадагу в різні роки проаналізовані раніше [2, 3]. В даній роботі основна увага приділена порівнянню іхтіопланктонних угруповань на ділянках Карадазького узбережжя з різними біотопами та ступенем антропогенного впливу.

Дана робота частково підтримана індивідуальним грантом фонду Сороса (# 05A614 за 1996 р.).

Матеріали і методи

Іхтіоплактон збирали і обробляли стандартними методами [2, 3]. Для дослідження були обрані 4 ділянки: в заповідній акваторії – Золоті Ворота і мис Мальчін, за межами заповідника – с.Курортне і Лисяча бухта. Чисельність пелагічних ікринок і личинок розрахована на одиницю об'єму профільтрованої води в поверхневих ловах. У якості показника видового різноманіття використаний інформаційний індекс Шеннона:

$$H = \sum_{S=1}^{S} \frac{n_i}{N} \ln \frac{n_i}{N},$$

де S – число видів, N – загальна кількість особин, n_i – число особин і-того виду

Результати і обговорення

У Чорному морі, за даними Т.В.Дехнік (1973), розмножується 61 вид риб. Біля Карадазького узбережжя в 1990-1998 рр. нами були знайдені ікра і личинки 47 видів риб. Нерестовий період більшості з них припадає на теплі літні місяці, і тільки 5 видів розмножуються в холодний сезон року.

Максимальне видове різноманіття і чисельність іхтіопланктону спостерігалась у травні – серпні. В залежності від гідрологічних особливостей року пік нерестової активності спостерігається в червні або липні.

В таблицях 1 і 2 приведені деякі показники видового різноманіття – кількість видів, середня чисельність та індекс Шеннона, який поєднує обидві характеристики. Для порівняння обраний місяць червень. Кількість зареєстрованих видів коливалась рік від року, але у цілому загальне число видів було практично однаковим у різних ділянках узбережжя. На відміну від цього показника, середня чисельність пелагічних ікринок і личинок значно відрізнялась. Найбільш сприятливими місцями нересту риб були Лисяча бухта і Золоті Ворота (табл.1), віддалені від населених пунктів, середня багаторічна чисельність ікри складала тут 515-520 екз/100 м^3. Найменша чисельність ікри була біля мису Мальчін– 366 екз/100 м^3. Цей район, хоча і є заповідною акваторією, межує з забрудненою Коктебельською бухтою, в якій інтенсивне пароплавство, рекреація, змиви добрив та інших хімікатів з виноградників створюють високий прес антропогенних чинників.

До складу пелагічних личинок входять личинки як пелагофільних риб (з пелагічною ікрою), так і демерсальних (з донною ікрою). Найвищу чисельність личинок (69,5-71,4 екз/100 м^3) спостерігали в місцях з широкою мілководною зоною – в Лисячій бухті і біля с.Курортне, де вода добре прогрівається та інтенсивніше розвивається корм для личинок – дрібний фіто- та зоопланктон. Чисельність личинок у заповідній акваторії була вдвічі меншою (31,9-39,1 екз/100 м^3), що, ймовірно, пояснюється вузькою материковою мілиною і швидким наростанням глибин у цих місцях.

Як відомо, індекс видового різноманіття враховує не тільки кількість видів, а і внесок кожного з них у загальну чисельність. Зміни цього

показника не відповідали коливанням чисельності іхтіопланктону (табл. 1, 2). Серед ікринок риб індекс Шеннона був найменшим біля Золотих Воріт (1,09), а в інших районах змінювався незначно (1,33-1,37). Індекси видового різноманіття серед личинок були вищими порівняно з цими показниками для ікринок (1,83 - 2,03) і суттєво не відрізнялись у різних місцях. Більш високі значення індекса Шеннона характеризують більшу "вирівненість" угруповання, тобто рівномірний розподіл кількісних параметрів по видах. Низький індекс вказує на сильне домінування небагатьох видів. Вважається, що неушкоджені угруповання, в яких група домінуючих видів чисельна і стабільна, мають високі значення цього індексу, падіння показника свідчить про погіршення умов існування.

Щоб з'ясувати, які види вносять основний внесок в біорізноманіття, ми проаналізували зміни чисельності масових видів іхтіопланктону (табл 4, 5). В усіх районах домінували ікринки хамси і султанки, масовою була також ікра морської миші, ласкира, скорпени, а в деяких районах – ставриди і ошибня (табл.4). Активний нерест пелагофільних риб відбувається в червні – липні, а у серпні інтенсивність розмноження падає. Середня чисельність ікри хамси, султанки, ставриди і загальна чисельність ікринок були найнижчими

Таблиця 1. Видове різноманіття ікринок риб біля Карадазького узбережжя у червні 90-х років

Рік	Показ-ник	Лисяча бухта	с.Курортне	Золоті Ворота	Мис Мальчин
1990	S	14	14	12	14
	N	197	496	192	172
	H	1,97	1,36	0,93	1,39
1991	S	12	13	9	11
	N	204	249	212	150
	H	0,85	1,17	1,14	1,29
1992	S	-	-	7	6
	N			627	260
	H			0,83	1,00
1995	S	7	4	8	15
	N	157	95,5	654	360
	H	0,96	0,25	0,94	1,04
1997	S	9	9	7	12
	N	2357	492	1003	805
	H	1,19	1,04	0,14	0,86
1998	S	8	3	12	11
	N	786	1225	881	554
	H	0,79	0,11	0,94	0,84
1990-1998	**S**	**19**	**19**	**17**	**19**
	N	**515**	**461**	**520**	**366**
	H	**1,33**	**1,37**	**1,09**	**1,33**

Примітка: S – кількість видів, N – середня чисельність, H - індекс Шеннона.

Таблиця 2. Видове різноманіття личинок риб біля Карадазького узбережжя у червні 90-х років

Рік	Показ-ник	Лисяча бухта	с.Курортне	Золоті Ворота	Мис Мальчін
1990	S	15	17	8	9
	N	120	149	22,0	43,1
	H	1,78	1,76	1,22	1,53
1991	S	11	9	11	14
	N	39,2	41,4	56,4	36,1
	H	1,64	1,62	1,67	1,82
1992	S	-	-	7	9
	N			32,0	75,5
	H			1,46	1,54
1995	S	9	5	13	9
	N	11,0	13,0	43,5	26,1
	H	2,06	1,40	1,67	1,90
1997	S	9	10	7	9
	N	25,5	17,0	14,1	38,2
	H	2,02	1,94	1,75	1,72
1998	S	13	7	9	11
	N	97,2	28,0	19,0	35,0
	H	1,87	1,67	1,86	1,84
1990-1998	**S**	**18**	19	**17**	17
	N	**69,5**	**71,4**	**31,9**	**39,1**
	H	**1,98**	**1,83**	**2,03**	**1,91**

Примітка: позначення – як в табл. 1

Таблиця 3. Частка (%) мертвої ікри масових видів риб біля Карадазького узбережжя у літній період 90-х рр. (в дужках – загальна кількість перевіреної ікри)

Вид	Рік	Лисяча бухта	с Курортне	Золоті Ворота	Мис Мальчін	Середнє значення
Хамса	1991	9,6	13,8	17,2	16,5	15,0
	1992	-	-	3,3	3,3	(8947)
	1995	10,9	7,1	6,9	18,9	3,5 (1171)
	1996	-	15,4	-	-	9,1 (583)
	1998	1,8	1,0	0,7	1,1	15,4 (227)
	сер.	**7,8**	**6,6** (2873)	**11,7**	**8,6**	1,1 (5405)
		(2821)		(6539)	(4109)	**9,3**
						(16333)
Султанка	1991	10,2	8,0	18,1	23,9	15,7
	1992	-	-	3,6	6,3	(5358)
	1995	21,6	-	10,9	20,8	4,8 (617)
	1996	-	18,2	20,3	38,9	11,8
	1998	6,3	-	11,9	7,4	(1451)
	сер.	**9,3**	**8,6** (1204)	**13,1**	**19,0**	29,9 (562)
		(2170)		(5514)	(2919)	9,7 (3819)
						13,4
						(11807)
Скорпена	1991	17,3	33,3	24,2	39,6	26,4
	1992	-	-	15,6	39,1	(1098)
	1995	-	-	36,3	-	25,5 (55)
	1996	-	-	44,4	46,6	36,3 (102)
	1998	21,1	-	20,0	9,5	33,3 (67)
	сер.	**17,4**	**33,3** (66)	**26,4**	**39,0**	17,5 (80)
		(470)		(443)	(423)	**27,5**
						(1402)

Таблиця 4 Середня чисельність масових видів ікринок риб (екз/100 м^3) біля Карадазького узбережжя в 1990-1998 рр

Вид	Золоті Ворота				Мис Мальчін			
	VI	VII	VIII	сер	VI	VII	VIII	сер
Хамса	220	281	20,4	**202**	172	137	30,2	**135**
Султанка	281	116	147	**201**	137	123	78,1	**122**
Морська миша	7,47	1,94	2,00	**4,61**	10,0	3,71	0,50	**6,41**
Ласкир	12,7	3,18	3,40	**7,80**	9,63	7,64	8,70	**8,90**
Ставрида	1,90	2,94	0,90	**2,05**	0,75	0,86	0,20	**0,67**
Скорпена	12,8	13,1	7,30	**11,8**	6,22	21,4	18,9	**12,9**
Ошибень	2,45	4,71	0,60	**2,83**	11,5	22,9	15,5	**15,4**
Загальна чисельність ікринок	**550**	**436**	**199**	**445**	**366**	**334**	**163**	**317**

Вид	Лисяча бухта				с Курортне			
	VI	VII	VIII	Сер	VI	VII	VIII	Сер
Хамса	253	150	40.4	**167**	215	181	44,9	**157**
Султанка	177	229	37,6	**157**	147	342	15,3	**165**
Морська миша	21,6	2,85	0,27	**10,5**	26,9	7,0	0,27	**13,8**
Ласкир	16,9	3,46	0,36	**8,61**	44,0	15,0	2,36	**24,1**
Ставрида	12,9	9,31	4,55	**9,68**	12,4	24,7	18,7	**17,6**
Скорпена	10,5	34,3	5,82	**16,5**	3,59	5,36	0,64	**3,26**
Ошибень	2,96	3,23	1,82	**2,75**	0,11	6,73	0,45	**2,07**
Загальна чисельність ікринок	**515**	**453**	97,5	**389**	**461**	**604**	**88,6**	**396**

Таблиця 5. Середня чисельність личинок риб (екз/100 м^3) біля Карадазького узбережжя в 1990-1998 рр.

Родина (група)	Золоті Ворота				Мис Мальчін			
	VI	VII	VIII	сер	VI	VII	VIII	сер
Gobiidae	5,96	2,06	0,20	**3,58**	11,4	4,21	2,30	**7,64**
Blenniidae	21,1	24,5	8,5	**19,8**	20,9	38,1	20,1	**25,5**
Labridae	3,46	0,11	0,10	**1,72**	2,71	0,71	0,10	**1,65**
Пелагофільні риби	1,20	16,6	13,9	**8,68**	3,93	14,2	6,60	**7,27**
Загальна чисель-ність личинок	31,9	44,0	22,8	**34,1**	39,1	60,8	31,4	**43,5**

Родина (група)	Лисяча бухта				с.Курортне			
	VI	VII	VIII	Сер	VI	VII	VIII	Сер
Gobiidae	23,6	9,31	1,64	**13,7**	18,1	8,18	0,85	**10,4**
Blenniidae	28,7	56,2	37,7	**39,3**	41,0	42,3	6,46	**31,6**
Labridae	12,8	1,69	0	**6,17**	9,47	0,73	0	**4,33**
Пелагофільні риби	3,84	22,3	2,45	**9,07**	2,59	20,1	0,38	**6,91**
Загальна чисель-ність личинок	69,5	90,8	41,9	**68,9**	71,4	71,8	7,72	**53,6**

біля мису Мальчін – мабуть, найбільш несприятливому місці для розмноження цих видів. З іншого боку, тут спостерігалась висока інтенсивність розмноження ошибня і скорпени. В інших районах активно нерестували хамса і султанка; ікринки морської миші найчастіше зустрічались у Лисячій бухті і біля с.Курортного, ікра скорпени – в Лисячій бухті і біля Золотих Воріт. Високі концентрації ікри ласкира і ставриди знайдені біля с.Курортного. Максимальна загальна чисельність ікри була біля Золотих Воріт, але 91% її складали два домінуючих види – хамса і султанка. В інших районах внесок цих двох видів не перевищував 83%, тобто ширше були представлені субдомінантні види.

Серед личинок риб основну масу складали личинки демерсальних видів – бичків (родина Gobiidae), собачок (Blenniidae) і зеленушок (Labridae) (табл.4). Розподіл їх вздовж узбережжя був також нерівномірний. Личинки бичків і зеленушок зустрічались переважно поза заповідником – у Лисячій бухті і біля с.Курортного. Личинки собачок були поширені по всій акваторії, хоча в заповіднику їх було менше. Демерсальні види розмножуються в першій половині літа, в серпні кількість їх личинок у планктоні значно зменшується, а такі види, як зеленушки, майже зовсім не зустрічаються. Личинки пелагофільних риб, навпаки, в червні ще рідкісні (табл.4), хоча нерест цих риб спостерігається активний (табл.3). Явище низької ефективності нересту в перший літній місяць давно відоме і пояснюється низькою температурою води в морі і бідною кормовою базою. Чисельність личинок пелагофільних риб не відрізнялась у різних районах узбережжя. Загальна чисельність личинок була найвищщою в Лисячій бухті і біля с.Курортного, а в деякі роки – також біля мису Мальчін. При порівнянні табл.3 і 4 звертає увагу відсутність кореляції між чисельністю ікри і чисельністю личинок пелагофільних риб. У Лисячій бухті співвідношення між ними складало в середньому 18%, біля Курортного і мису Мальчін – 14%, біля Золотих Воріт – 8%.

У виживанні риби на ранніх стадіях онтогенезу важливими є два моменти: якість ікри, яка визначається фізіологічним станом самки, і умови розвитку ікри в конкретній ділянці акваторії. Про останнє може дати уявлення облік так званої "мертвої" ікри в планктоні. До такої ікри відносять ікринки з очевидними ознаками нежиттєздатності. Спеціальні дослідження довели зв'язок частки мертвої ікри зі ступенем забрудненості акваторії (Falk-Petersen, Kjorsvik, 1987, Болгова, 1991а,б). Ми провели облік мертвої ікри в трьох масових видів (табл.5). Ікра хамси, султанки і скорпени має різну чутливість до умов ембріонального розвитку, найбільш чутливою виявилась скорпена. Хамса, на відміну від султанки і скорпени, не прив'язана до біотопу і здійснює тривалі міграції. Нерестові стада султанки і скорпени – місцеві, ці риби далеко не мігрують, тому можна

вважати, що дані по цих двох видах краще прояснюють ситуацію з умовами розвитку риб в різних місцях дослідженої акваторії. Згідно з отриманими даними, район Золотих Воріт і особливо мис Мальчін є несприятливими для розвитку ікри у султанки частка мертвої ікри складала 13,1-19,0%, у скорпени – 26,4-39,0% - більше, ніж в інших місцях (табл.3). Ці дані збігаються зі зниженою кількістю личинок пелагофільних риб порівняно з кількістю ікри (табл.3, 4) в цих же районах.

Аналіз видового різноманіття іхтіопланктону Карадазького заповідника показав, що для цілісного уявлення про ті чи інші елементи біоти недостатньо якогось одного показника. При однаковій кількості видів в іхтіопланктоні структура угруповань відрізнялась, в тому числі за такими характеристиками, як співвідношення основних груп іхтіопланктону та внесок у загальну чисельність домінуючих видів. Облік мертвої ікри свідчить, що по чисельності ікри не можна робити висновки про кількість майбутніх личинок, тому що частина пелагічної ікри є нежиттєздатною і величина цієї частини визначається ступенем дії несприятливих чинників (наприклад, забруднення). Тільки сукупність показників - видовий склад, чисельність, формалізовані індекси, якісні параметри - може дати уявлення про стан угруповань і екосистем в цілому.

1. Багнюкова Т.В. Ихтиопланктон акватории Карадагского природного заповедника (Черное море) // Заповідна справа в Україні. – 1995, т.1. – С.57-63.

2. Болгова Л.В. Развитие икринок барабули в сточных водах городского коллектора // Актуал. вопр. экол. и охраны природы экосистемы Черномор. побережья. Науч.-практ. конф. Сб. материалов. Ч.1. Краснодар, 1991а. С.141-144.

3. Болгова Л.В. Развитие икринок морского ерша в сточных водах городского коллектора // Актуал. вопр. экол. и охраны природы экосистемы Черномор. побережья: Науч.-практ. конф. Сб. материалов. Ч.1. – Краснодар, 1991а. – С.144-147.

4. Дехник Т.В. Ихтиопланктон Черного моря. – Киев: Наук. думка, 1973. – 236 с.

5. Дехник Т.В., Серебряков В.П., Соин С.Г. Значение ранних стадий развития рыб в формировании численности поколений // Теория формир. числ. и рац. использ. стад пром. рыб. – М.: Наука, 1985. – С.56-72.

6. Костенко Н.С. Экологическое состояние акватории Карадагского заповедника // Заповідна справа в Україні. – 1995, т.1. – С.72-79.

7. Практическая экология морских регионов. Черное море /Под ред. В.П.Кеонджяна, А.М.Кудина, Ю.В.Терехина. – Киев: Наук. думка. – 1990. 252 с.

8. Современное состояние ихтиофауны Черного моря. – Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 1996. – 214 с.

9. Falk-Petersen I.-B., Kjorsvik E. Acute toxicity tests of the effects of oils and dispersants on marine fish embryos and larvae. A review // Sarsia, 1987. – V.72, №3-4. – P.411-413.

Tetiana Bagnyukova

SPECIES DIVERSITY OF ICHTHYOPLANKTON AS AN PARAMETER OF ECOSYSTEMS CONDITION

Species composition, abundance, species diversity index and some other parameters of ichthyoplankton of Karadag Natural Reserve (southern-eastern Crimea) are analyzed. It was shown that peculiarities of coastal biotops and the level of antropogenic effects define both qualitive and quantitive characteristics of ichthyoplankton communities.