

УДК 597-152.6(262.5)

Овен Л.С., Руднева И.И., Шёвченко Н.Ф.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПОПУЛЯЦИОННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ НЕКОТОРЫХ ЧЕРНОМОРСКИХ ВИДОВ РЫБ, ОБИТАЮЩИХ В БУХТАХ РАЙОНА СЕВАСТОПОЛЯ

Рыбы приспособились к жизни в исторически установившемся диапазоне колебаний абиотических и биотических условий обитания. Каждый вид обладает определенной широтой нормы реакции, которая позволяет ему выжить в меняющихся условиях жизни. Но во второй половине XX века усилился поток вносимых в водоемы ксенобиотиков (ПХБ, радионуклиды, тяжелые металлы, пестициды, фосфорорганические соединения, нефтеуглеводороды и др.) – продуктов хозяйственной деятельности человека, которые представляют серьезную опасность для гидробионтов. Иногда содержание токсикантов антропогенного происхождения превышает допустимые нормы и оказывает губительное действие на обитателей водоемов, особенно на их ранние стадии развития. Активные рыбы, совершающие значительные миграции, обитающие в открытых районах моря, могут избегать загрязненных акваторий, находить более чистые участки, что позволяет им выживать и поддерживать оптимальную численность. Прибрежные малоподвижные виды, круглогодично обитающие в пределах какого-либо биоценоза, более подвержены негативному воздействию токсикантов, поэтому они представляют собой удобный объект для мониторинговых исследований, дающих возможность оценить как состояние отдельных популяций рыб, так и условий их жизни.

С целью выявления ответных реакций рыб и оценки состояния популяций одного и того же вида в разных бухтах, различающихся по степени антропогенного загрязнения, мы избрали для исследования в качестве индикаторных видов, или «биомониторов», скорпёну *Scorpaena porcus* и спикару *Spicara flexuosa Rafinesque*, которые отвечают необходимым требованиям, предъявляемым к индикаторным видам [1].

Кроме того, мы решили привести данные по межгодовой динамике видового состава рыб в исследованных бухтах в качестве дополнительной характеристики современного состояния прибрежных ихтиоценозов.

В основу данной работы лег материал, собранный в 1998 г. в Севастопольской, Стрелецкой и Балаклавской бухтах, из которых Севастопольская бухта является наиболее загрязненной вследствие интенсивного судоходства, берегового стока, рекреационной нагрузки и наличия мола, ограничивающего ее связь с открытым морем и естественный водообмен. В некоторых случаях для сравнительных целей использовали собственные данные за предыдущие годы. В качестве биологических индикаторов (биомаркеров) применяли такие популяционные показатели, как

размерно-возрастной состав и некоторые репродуктивные характеристики. Размерно-возрастной состав исследовали общепринятыми методами, возраст определяли по отолитам [2]. Всего проанализировано 162 экземпляра скорпены и 173 спикары.

Для изучения оогенеза сделали гистологический анализ гонад 14 самок скорпены, собранных в Стрелецкой бухте, и 17 самок спикары, пойманных в Балаклавской и Стрелецкой бухтах. Обработка яичников проведена по стандартным методикам [3].

В связи с тем, что в настоящее время в ихтиологии для оценки откликов рыб на неблагоприятные воздействия наряду с перечисленными выше индикаторами успешно применяют также различные молекулярные параметры, характеризующие состояние защитных систем организма, мы использовали в качестве таких показателей активность ферментов антиоксидантной системы – супероксиддисмутазы (СОД), каталазы, пероксидазы и глутатионредуктазы крови в соответствии с методами, описанными ранее [4]. Результаты исследований обрабатывали статистически, сравнение проводили на основании критерия Стьюдента [5].

ВИДОВОЙ СОСТАВ ИХТИОФАУНЫ

Полученные данные о видовом составе являются далеко не полными, поскольку в пассивные орудия лова не заходят многие мелкие виды, обитающие в узкоприбрежной зоне, такие как собачки, прилипалы, некоторые виды бычков, морские ласточки, морские мыши и др. Тем не менее и по уловам можно заметить межгодовые различия в качественном и количественном составе ихтиофауны в одних и тех же бухтах. В 1986-2000 гг. в общей сложности в севастопольских бухтах были обнаружены рыбы 47 видов. Наиболее стабильными, встречающимися ежегодно во всех бухтах являются 10 видов: мерланг, ставрида, спикара, морской карась, султанка, зеленушка-рябчик, зеленушка-тинка, бычок-кругляк, скорпена и глосса, из которых самые массовые – скорпена, ставрида, спикара. В Севастопольской бухте в эти годы зарегистрировано 27 видов. Количество видов по годам распределилось следующим образом: в 1988 – 9, 1989 – 19, 1990 – 23 и в 2000 – 19. В Стрелецкой бухте материал был собран только в 1999 и 2000 гг., обнаружен 31 вид.

В 1999 г. в уловах отмечены 20 видов рыб, в 2000 – 26. В Балаклавской бухте встречены рыбы 29 видов: в 1986 – 11, 1987 – 18, 1988 – 12, 1989 – 25, 1999 – 16 и в 2000 – 12 видов. По приведенным цифрам можно заметить тенденцию к увеличению из года в год количества встречаемых видов в Севастопольской и Стрелецкой бухтах. В Балаклавской бухте наблюдалась такая же тенденция в течение 1986-1990 гг. Уменьшение числа видов в уловах в этой бухте в 1999 и 2000 гг. обусловлено тем, что в указанные годы пробы были взяты из очень небольшого числа уловов. О некоторых положительных сдвигах в состоянии ихтиоценов в исследованных бухтах в последние годы говорит также увеличение частоты встречаемости и количество рыб некоторых видов, в прошлом самых

**СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПОПУЛЯЦИОННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ НЕКОТОРЫХ
ЧЕРНОМОРСКИХ ВИДОВ РЫБ, ОБИТАЮЩИХ
В БУХТАХ РАЙОНА СЕВАСТОПОЛЯ**

обычных для данных районов, а в 80-е годы практически исчезнувших из уловов. К таким видам следует отнести саргана, ошибня и темного горбыля.

СКОРПЕНА

Результаты исследования размерно-возрастного состава скорпены в разных бухтах представлены в табл. 1. Как видно из таблицы, наибольшее число возрастных групп – 6 наблюдалось в Стрелецкой бухте. Во всех бухтах преобладали особи в возрасте 3+ - 4+ года. Средние показатели длины одновозрастных рыб самыми высокими были в Балаклавской бухте, самыми низкими – в Севастопольской.

Исследования оогенеза показали, что среди 14 самок скорпены, пойманных в Стрелецкой бухте в 1998 г., не было обнаружено особей с дегенеративными изменениями яйцеклеток. Это отрадный факт, говорящий о благоприятных условиях для ее воспроизводства. В начале 90-х годов в районе Севастополя наблюдалась иная картина. Так, в нерестовый сезон 1990 г. в севастопольских бухтах мы отмечали большой процент (53,8%) самок скорпены с резорбирующимися вителлогенными ооцитами.

Таблица 1

Размерно-возрастной состав скорпены из разных бухт района Севастополя

Возраст, лет	Балаклавская			Стрелецкая			Севастопольская		
	lim	M	n	lim	M	n	lim	M	n
2+	9,8-10,5	10,1	10	9,1-10,5	9,9	4	–	9,0	1
3+	11,7-12,2	11,8	20	10,0-12,2	11,5	17	11,0-12,0	11,5	30
4+	13,5-14,2	13,9	15	12,8-15,0	13,6	10	12,2-13,0	12,7	20
5+	15,0-17,0	16,0	10	14,0-12,5	15,5	6	15,0-15,2	15,1	10
6+	–	–	–	15,2-16,0	15,6	5	–	–	–
7+	–	–	–	16,0-23,0	20,1	4	–	–	–

Результаты сравнительного анализа активности антиоксидантных ферментов в эритроцитах скорпены представлены в табл. 2.

Они свидетельствуют о том, что в крови скорпены из Севастопольской и Стрелецкой бухт активность ключевого фермента антиоксидантной защиты супероксиддисмутазы (СОД) достоверно выше (более чем в 2 раза) по сравнению с показателями рыб из Балаклавской бухты. Активность глутатионредуктазы в крови скорпены из Севастопольской бухты почти в 3 раза превышает соответствующие значения у рыб из остальных бухт. Полученные результаты говорят о том, что повышение концентрации токсикантов стимулирует индукцию активности ферментов защитной антиоксидантной системы, являющейся важнейшим звеном в процессе детоксикации свободных радикалов. Достоверное увеличение активности ключевого фермента СОД в крови рыб из наиболее загрязненных бухт свидетельствует о напряженном функционировании антиоксидантной защитной системы в неблагоприятных условиях, поэтому данный параметр может служить

молекулярным биомаркером для оценки степени влияния ксенобиотиков на организм рыб.

Таблица 2

Активность антиоксидантных ферментов эритроцитов крови скорпены из различных бухт района Севастополя (на млн. эритроцитов в мин)

Фермент	Севастопольская (n=6)	Стрелецкая (n=38)	Балаклавская (n=12)
СОД, усл.ед. $\times 10^2$	20,89 \pm 2,95	27,15 \pm 1,17 н/д	11,86 \pm 3,78 $p^3 < 0,01$ $p^3 < 0,01$
Каталаза, мг H ₂ O ₂	8,89 \pm 1,67	9,48 \pm 1,15 н/д	12,29 \pm 2,71 н/д н/д
Пероксидаза, опт.ед. $\times 10^2$	23,25 \pm 0,22	36,22 \pm 2,26 $p^1 < 0,01$	20,86 \pm 4,81 н/д $p^3 < 0,01$
Глутатионредуктаза, нмоль НАДФН	90,95 \pm 11,66	25,88 \pm 3,42 $p^1 < 0,01$	34,12 \pm 4,48 $p^2 < 0,01$ н/д

Примечание: p^1 – достоверность различий между соответствующими показателями скорпены Севастопольской и Стрелецкой бухт, p^2 – то же между показателями Севастопольской и Балаклавской бухт, p^3 – то же между показателями скорпены Стрелецкой и Балаклавской бухт; н/д – различия недостоверны.

СПИКАРА

Некоторые биологические параметры самок спикары, живущих в разных бухтах, представлены в табл. 3. Как видно из таблицы, самые низкие величины длины, массы, индекса печени и гонадосоматического индекса имели самки спикары из Севастопольской бухты по сравнению с самками из других бухт. Средняя порционная плодовитость оказалась также наиболее низкой у самок спикары из Севастопольской бухты (табл. 4).

**СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПОПУЛЯЦИОННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ НЕКОТОРЫХ
ЧЕРНОМОРСКИХ ВИДОВ РЫБ, ОБИТАЮЩИХ
В БУХТАХ РАЙОНА СЕВАСТОПОЛЯ**

Таблица 3

Основные биологические показатели самок спикары в разных бухтах Севастополя с указанием времени лова

Бухты	Длина, см	n	Масса, г	n	Индекс печени	n	Гонадосо- матичес- кий индекс	n
Севастополь- ская	<u>9,5-14,3</u> 12,0	21	<u>8,3-35,0</u> 17,3	21	<u>10,3-47,6</u> 19,9	13	<u>0,02-16,8</u> 4,3	18
Стрелецкая	<u>10,2-17,2</u> 13,5	20	<u>8,0-50,0</u> 18,8	20	<u>6,5-60,7</u> 26,5	20	<u>3,3-21,4</u> 11,8	20
Балаклавская	<u>7,5-17,4</u> 12,7	123	<u>4,1-57,5</u> 18,2	123	<u>6,1-49,0</u> 21,9	87	<u>0,3-18,5</u> 6,4	115

Примечание: В числителе – min-max, в знаменателе – средний показатель.

Таблица 4

Порционная плодовитость спикары в разных бухтах в районе Севастополя

Бухты (время лова)	n	Длина, см	Порционная плодовитость (тыс. шт.)
Севастопольская (IV-V, 1974 г.)	62	<u>12,0-16,3</u> 13,2	<u>1,3-30,8</u> 13,8
Стрелецкая (VI, 1998 г.)	15	<u>10,2-14,8</u> 13,2	<u>5,6-27,9</u> 15,7
Балаклавская (VI, 1998 г.)	4	<u>12,5-15,8</u> 14,4	<u>16,8-43,0</u> 24,0

Примечание: В числителе – min-max, в знаменателе – средний показатель.

Биохимические исследования показали, что активность антиоксидантных ферментов в крови спикары выше у особей из Севастопольской бухты по сравнению с таковой у рыб из Балаклавской ($p < 0,01$), за исключением СОД, где различия недостоверны, но, вместе с тем, хорошо заметна тенденция увеличения активности этого фермента в крови рыб из Севастопольской бухты (табл. 5).

Сравнительный анализ скорпены и спикары из трех бухт, расположенных в районе Севастополя и различающихся по степени загрязнения, показал, что представители одного и того же вида, живущие в разных бухтах, отличаются друг от друга по ряду признаков. Полученные данные говорили о более угнетенном состоянии изученных видов рыб в Севастопольской бухте по сравнению с особями

этих же видов из других бухт. Это проявляется в замедлении роста и повышении активности антиоксидантных ферментов. Исходя из результатов исследований, мы пришли к выводу, что наиболее четкими биоиндикаторами, отражающими ответную реакцию рыб на неблагоприятные воздействия, является активность ферментов антиоксидантной системы. Достоверное увеличение активности ключевого фермента – СОД в крови рыб свидетельствует о напряженном функционировании антиоксидантной защитной системы в неблагоприятных условиях, поэтому данный параметр может быть рекомендован в качестве молекулярного биомаркера для оценки степени влияния загрязнения на рыб.

Таблица 5

Активность антиоксидантных ферментов эритроцитов крови спикары из различных бухт района Севастополя (на мл эритроцитов в мин.)

Фермент	Балаклавская (n=5)	Севастопольская (n=7)
СОД, усл.ед.х10 ²	110,5±40,3	200,3±55,3 н/д
Каталаза, мг Н ₂ О ₂	15,3±3,6	75,4±15,3 p<0,01
Пероксидаза, опт.ед.х10 ²	130,5±30,2	300,8±50,8 p<0,01
Глутатионредуктаза, нмоль НАДФН	50,5±25,6	430,2±45,8 p<0,01
Примечание: Р – достоверность различий между соответствующими показателями скорпены Севастопольской и Балаклавской бухт; н/д – различия недостоверны.		

Список литературы

1. Овен Л.С., Руднева И.И., Шевченко Н.Ф. Ответные реакции морского ерша *Scorpaena porcus* (Scorpaenidae) на антропогенное воздействие//Вопр. ихтиологии, 2000. Т. 40. № 1. – С. 75-78.
2. Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб. – М.: Пищевая промышленность. 1966. – 376 С.
3. Роскин Г.И., Левинсон Л.Б. Микроскопическая техника. – М.: Советская наука. 1957. – 467 С.
4. Rudneva I.I. Blood antioxidant system of Black Sea elasmobranch and teleosts//Comp. Biochem. Physiol., 1997. – V. 118 С. – No 2. – P. 225-230.
5. Лакин Г.Ф. Биометрия. – М.: Высшая школа. 1976. – 352 С.

Поступило в редакцию 15 октября 2001 г.