

УДК 597.556.31(262.5):591.13

## СОВРЕМЕННЫЕ СВЕДЕНИЯ О ПИТАНИИ И ПИЩЕВАРЕНИИ ЧЕРНОМОРСКОЙ СКОРПЕНЫ (*SCORPAENA PORCUS L.*)

Кузьмина Н. С.<sup>1</sup>, Чеснокова И. И.<sup>1</sup>, Архипова С. В.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Институт морских биологических исследований им. А. О. Ковалевского РАН, Севастополь, Россия, kunast@rambler.ru

<sup>2</sup>Севастопольский государственный университет, Севастополь, Россия, kunast@rambler.ru

Проведен анализ содержимого и степени наполнения желудков черноморской скорпены (*Scorpaena porcus* Linnaeus, 1758) с учетом пола и возраста особей, а также периодов года. Рассчитывали индекс печени особей с разной степенью накормленности, а также определяли в печени активность  $\alpha$ -амилазы, щелочной фосфатазы,  $\beta$ -липопротеидов, креатинина,  $\gamma$ -глутаминтранспептидазы. В сыворотке скорпены исследовали активность АЛТ и АСТ, а также концентрацию белка. Установлено, что пищевыми объектами скорпены в прибрежной зоне города Севастополя в настоящее время являются рыбы (султанка и ставрида) и, в меньшей степени, ракообразные. В оба периода, особенно в холодный, самки *S. porcus* предпочитают в большей степени рыбу, а самцы – ракообразных. Величина индекса печени, активность щелочной фосфатазы и уровень  $\beta$ -липопротеидов в печени сытых рыб высокие. При голодании скорпены в течение одной недели наблюдали гиперамилазиемию и возрастание концентрации креатинина, трансаминаз и белка.

**Ключевые слова:** скорпена, питание,  $\alpha$ -амилаза, щелочная фосфатаза,  $\beta$ -липопротеиды, креатинин,  $\gamma$ -глутаминтранспептидаза, АЛТ, АСТ, белок, печень, Черное море.

### ВВЕДЕНИЕ

Современная экосистема Черного моря претерпевает ряд изменений, связанных с действием естественных и антропогенных факторов. Рыбы – не только объект промысла, но и основная часть пищевой цепи, что определяет интерес к их изучению с точки зрения учета изменений как в самой водной среде, так и степени наличия и благополучия других обитателей – предшествующих звеньев трофической цепи.

Питание рыб определяется видовыми особенностями, зависит от их возраста, пола, времени суток, сезона (температуры) и/или стадии репродуктивного развития, а также экологических условий, в том числе наличия/отсутствия пищевых объектов в среде.

Анализ работы функционирования пищеварительной системы рыб важен как с теоретической точки зрения для раскрытия механизмов нормального пищеварения и его нарушений, так и с практической – для выявления здоровых и больных представителей ихтиофауны. В этом отношении, удобным и информативным материалом исследований является печень – как пищеварительная железа и как орган накопления и детоксикации ксенобиотиков.

В современной научной литературе количество публикаций, посвящённых вопросу изучения питания черноморских рыб, ограничено. Многие хищные морские, в частности, черноморские и проходные рыбы заслуживают особого внимания, так как являются важным звеном экосистемы, а также употребляются в пищу человеком (Карпенко и др., 2013). В последние годы в научной литературе появляются неоднозначные сведения о состоянии ихтиофауны Черного моря. Например, известно, что для некоторых массовых видов прибрежных рыб (ерш, спикара, султанка и ставрида) на протяжении ряда лет отмечено мельчание (Kuzmina et al., 2011). В то же время, известно, что с 2003 по 2006 год наблюдается положительная тенденция увеличения доли личинок бычковых с полными кишечниками, что автор связывает с улучшением экологического состояния севастопольских бухт (Вдодович, 2008).

Ранее изучение питания черноморских рыб было посвящено таким массовым промысловым видам, как шпрот, хамса и ставрида. При этом основная задача исследований заключалась в определении их кормовых объектов (Ревина, 1958; Глущенко, Чашин, 2008;

Yankova et al., 2008). Питание донных черноморских рыб-хищников освящено в современной литературе еще слабее. Один из массовых в прибрежной зоне Черного моря видов скорпены – *Scorpaena porcus* Linnaeus, 1758 – широко изучен, в том числе в отношении питания как в естественных, так и экспериментальных условиях (Световидов, 1964). Однако, наши наблюдения над пищевым спектром этого вида в настоящее время свидетельствуют о его существенных изменениях.

В связи с этим, целью работы стало расширение сведений о качественном и количественном составе пищи и процессах ее усвоения у массового в прибрежной зоне Черного моря вида скорпены – *Scorpaena porcus* L. – в современный период времени.

Задачи:

1. Определить степень наполнения желудков скорпены к моменту поимки (утро).
2. Выявить объекты питания и их предпочтительность в рационе скорпены из прибрежной зоны города Севастополя в современный период с учетом периода года, пола и возраста особей.
3. Оценить величины индекса печени у особей разной степени накормленности.
4. Проанализировать некоторые биохимические параметры сыворотки крови и печени особей разной степени накормленности.

#### МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Объект исследования – скорпена черноморская (*Scorpaena porcus* Linnaeus, 1758). Оценку состояния рыб проводили на особях, отловленных в бухтах города Севастополя (б. Балаклавская, б. Стрелецкая, б. Карантинная, б. Александровская, мыс Толстый) с помощью донных ловушек в 2011–2014 годах (рис. 1). Биологический анализ рыб, включающий промеры общей и стандартной длин, определение массы рыбы, тушки, печени, определение пола, стадии зрелости, возраста рыб (по отолитам) и расчет индекса печени (ИП) и упитанности проводили по методам, описанным ранее (Правдин, 1966; Шварц и др., 1968).

Степень наполнения желудков (и объекты питания) оценивали у 630 особей по 6-ти бальной шкале: 0 – желудок пустой; 1 – наполнение желудка очень слабое, видимы слизь и слабые следы пищи; 2 – наполнение желудка слабое; 3 – наполнение желудка среднее; 4 – наполнение желудка хорошее; 5 – желудок растянут, пища просвечивает через его стенки (Методы ..., 2010). При анализе степени наполнения желудков и объектов питания в разные периоды года считали, что теплый период – время с мая до сентября, а холодный – с октября до апреля включительно.

Различные индексы для анализа содержимого желудков: частота встречаемости пищевого объекта (F, %), его среднее количество ( $N_n$ ) и численный процент ( $C_n$ , %), а также заключения о степени предпочтительности пищевых объектов были рассчитаны согласно формулам, приведенным в (Arculeo et al., 1993).

Помимо стандартных ихтиологических параметров, был проведен анализ биохимических параметров особей из разных бухт и в эксперименте по голоданию. Для этого сначала отбирали кровь из хвостовой артерии, а затем после проведения первичного биологического анализа сразу извлекали печень и замораживали ее при  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Сыворотку отбирали через 24 часа после ее отстаивания в холодильнике при  $4\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Активность биохимических показателей – щелочной фосфатазы,  $\gamma$ - глутамилтранспептидазы,  $\alpha$ -амилазы, креатинина,  $\beta$ -липопротеидов определяли в гомогенатах органа, пересчитывая их концентрацию на г белка. Биохимический анализ и расчет активности ферментов и креатинина, а также концентрацию белка в пробе определяли в соответствии с известными методами (Лабораторный практикум ..., 2009) с использованием стандартного набора реактивов фирмы «Філісіт» (Украина). Уровень  $\beta$ -липопротеидов в печени анализировали согласно методам, описанным в (Цитофізіологія ..., 2006).

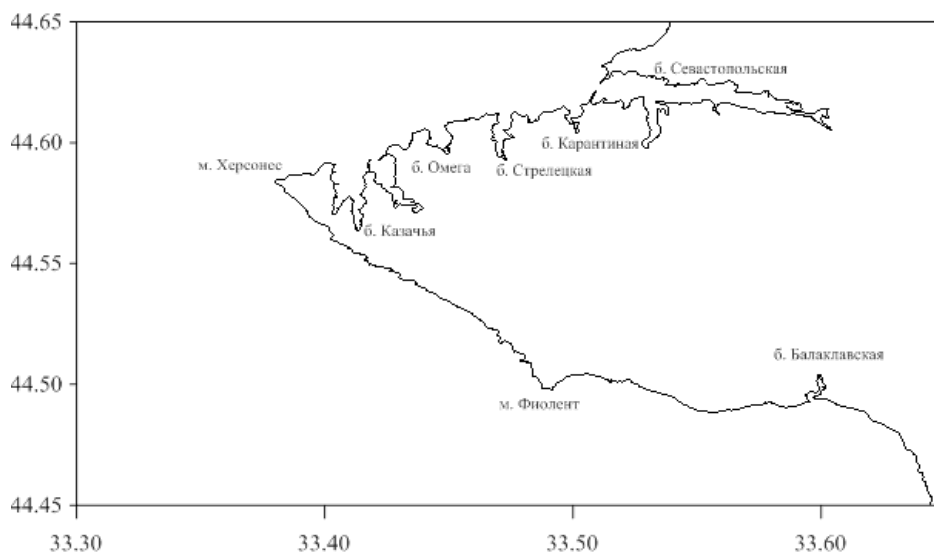


Рис. 1. Районы отлова рыб в прибрежной акватории города Севастополя

Активность аминотрансфераз в сыворотке крови анализировали по методу Райтмана-Френкеля с использованием стандартных наборов реактивов фирмы «Філісіт» – «АЛТ», «АСТ» (Каталог инструкций ..., 2005). Белок определяли по методу Лоури с использованием стандартного набора «Общий белок» «Філісіт» (Украина) (Lowry et al., 1951).

Эксперимент по голоданию был проведен так: в аквариум с морской водой помещали 11 экземпляров рыб. Скорпен в течение 7 дней не кормили. Воду аэрировали и меняли через 1–2 дня. Через одну неделю проводили биологический анализ особей согласно методам, описанным выше.

Расчеты указанных биохимических показателей и индекса печени проводили согласно (Лакин, 1973), используя  $t$  – критерий Стьюдента. Все расчеты изучаемых параметров проводили с помощью стандартной программы «EXCEL».

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Отмечено, что к 7–8 часам утра наибольший процент особей был с пустым желудком (подавляющая часть рыб), а также с 1-й и 5-й степенью наполнения. Большая доля пустых желудков может быть связана с ночным питанием этого хищника и вероятно, к утру добыча, отловленная несколько дней назад, у большинства особей уже переварена. Тот факт, что желудки с 2–4 степенями наполнения встречались в количестве до 5 % (табл. 1) может быть обусловлено тем, что временной диапазон ночной охоты широк (Pallao, Jardas, 1991). О высоком количестве рыб с пустыми желудками было сообщено и ранее другими исследователями питания скорпены (Хирина, 1950; Arculeo et al., 1993; Morte et al., 2001; Rafrafi-Nouira et al., 2016), что связывалось с длительными перерывами между приемами пищи (Фортуанова, 1940; Арнольди, Фортуанова, 1941; Хирина, 1950).

В большинстве желудков скорпены были рыбы, однако и ракообразные также являлись доминирующей группой пищевых объектов (табл. 2). У скорпены не было обнаружено нематод. Однажды в пищеводе и желудке были найдены рыбацкий крючок с леской.

У 78,7 % питающихся скорпен (170 шт.) в желудке было только по 1 экземпляру пищевого организма: одно ракообразное (креветка или краб) или рыба (султанка или ставрида). У единичных скорпен в желудке находились или по два вида рыбы (ставрида и султанка), или креветка с крабом. Также в единичных количествах попадались скорпены, в желудках которых было от 3 до 7 рыб (султанок, ставрид, песчанок). Высокий процент особей *S. porcus* с одним экземпляром пищевого организма был установлен и в исследованиях К. Р. Фортуановой в начале XX века, что свидетельствует о том, что этот вид стремится к насыщению в один прием (Фортуанова, 1940).

Таблица 1

Доля особей скорпены с разной степенью наполнения желудка утром

Шкала наполнения желудка	0	1	2	3	4	5
Доля особей, % (N=588 шт.)	60,39	14,79	3,40	2,89	4,59	13,94

Таблица 2

Доля особей скорпен с разными пищевыми объектами в желудке

Содержимое желудка	Доля особей, %	F, %	
		теплый период	холодный период
<b>Рыбы</b>	56,6		
<i>Mullus barbatus</i>		9,39	1,78
<i>Trachurus mediterraneus</i>		14,36	8,03
<i>Spicara flexuosa</i>			0,89
<i>Gobiids</i> sp.		0,55	
<i>Atherina</i> sp.		0,55	0,89
<i>Gymnammodytes cicerellus</i>		0,55	
<b>Ракообразные</b>	24,6		
Decapods sp.		8,84	10,71
Amphipods sp.		10,49	7,14
Isopods sp.		0,55	
<b>Моллюски</b> (Bivalves sp.)	0,9	0,55	0,89
<b>Водоросли</b>	0,33		0,89
<b>Неопределенные</b> (преимущественно остатки рыб)	17,57	54,15	68,75

В холодный период года к моменту поимки наибольший процент скорпен был с пустыми желудками и с первой степенью наполнения, а с максимально наполненным желудком процент рыб не превышал 19 % (табл. 3). Это, как было сказано выше, связано с особенностями питания скорпены, тем более в холодный период, когда интервалы в приеме пищи, по разным данным, могут достигать до 6–30 суток (Фортуанова, 1940; Промысловые рыбы ..., 1949; Хирина, 1950; Morte et al., 2001). В теплое время года картина идентичная. У рыб с промежуточными степенями наполнения желудков отличия (хоть и неоднозначные) по полу более выражены, чем для особей с пустым и полным желудком.

Рацион питания скорпены – рыбы и ракообразные (табл. 2) – в основном представлены ставридой *Trachurus mediterraneus*, султанкой *Mullus barbatus ponticus*, креветками и крабами разного размера. По данным К. Р. Фортуановой (1940) и В. А. Хириной (1950), не разделявших по половому признаку анализируемых особей, зимой доля рыбы в рационе скорпены снижается, а основным кормом становятся десятиногие раки. Аналогичные данные получены и нами (табл. 2). Однако при учете половых отличий выявлено, что у самок процент предпочтения рыбы больше в тёплый период. Самцы в тёплый период также предпочитают рыбу, в холодный – ракообразных» (46,15 %) (табл. 4). Отсутствие половых отличий в питании скорпены в Средиземном море описано в работе Рафрафи-Новера с соавторами (Rafrafi-Nouira et al., 2016).

В Адриатическом море зимой скорпена питается преимущественно рыбой, а весной и летом в его желудке преобладают раки, главным образом *Brachyura* (Pallao, Jardas, 1991). В Средиземном море осенью и зимой *S. porcus* чаще питается крабами, а весной и летом – креветками и рыбой (Harmelin-Vivien, 1989; Morte et al., 2001). В то же время возле Тунисского побережья основной пищей скорпены в течение всего года являются ракообразные, да и в целом авторы сообщили об отсутствии каких-либо сезонных отличий в пищевом поведении *S. porcus* (Rafrafi-Nouira et al., 2016).

Таблица 3

Доля особей скорпен с разной степенью наполнения желудка в тёплый и холодный периоды года

Степень наполнения желудка	Доля особей, %			
	тёплый период		холодный период	
	самки	самцы	самки	самцы
0	59,56	59,09	67,96	64,45
1	5,62	4,54	11,53	13,33
2	8,98	1,82	2,56	2,22
3	1,12	7,28	5,13	0
4	8,99	9,09	1,28	6,67
5	15,73	18,18	11,54	13,33

Таблица 4

Доля особей скорпен с разными пищевыми объектами в желудке в тёплый и холодный периоды года

Объекты питания	Доля особей, %			
	Тёплый период		Холодный период	
	самки	самцы	самки	самцы
Рыбы	63,33	62,16	53,84	23,07
Ракообразные	23,33	24,32	15,38	46,15
Моллюски	-	-	3,84	-
Неопределённые	13,33	13,51	26,92	30,77

Частота встречаемости всех установленных видов пищи превышала 0,3 % (табл. 2), что характеризует их по степени предпочтительности как главные пищевые объекты. Однако, согласно такому выводу, и водоросли имеют важное значение в питании скорпены, что не соответствует истине: эти объекты в желудок попадают случайно при захвате добычи с субстрата (Harmelin-Vivien, 1989). Очевидно, примененная шкала значимости пищевых объектов не совершенна.

Так как в рационе *S. porcus*, как было сказано выше, доминируют декаподы и два вида рыб, то только в отношении них были рассчитаны среднее количество ( $N_n$ ) и численный процент ( $C_n$ ) вида пищи. Так,  $N_n$  для теплого периода года составил для султанки – 1,2, ставриды – 1,45, декапод – 1,21, а для холодного – 2,0, 1,0 и 1,0 соответственно, что подчеркивает близкую значимость указанных объектов в рационе скорпены. Согласно расчету этого коэффициента для *S. porcus* из Средиземного моря были получены сходные данные, доказывающие важность декапод (в первую очередь) и рыбы в рационе скорпены (Arculeo et al., 1993; Morte et al., 2001). В то же время по величинам  $C_n$ : для ставриды – 20,71 и 9,76 % (для теплого и холодного периодов соответственно), султанки – 12,86 и 4,88 %, декапод – 25 и 41,46 % можно заключить, что именно десятиногие раки и ставрида являются на протяжении всего года излюбленной пищей. Султанка, лишь по причине ее численной флуктуации в самих акваториях Средиземноморского бассейна как на протяжении года, так и в течение ряда лет (Arculeo et al., 1993; Кузьмина, Чеснокова, 2016) является вторичным излюбленным объектом питания.

Имеются сведения, что в прибрежной зоне острова Змеиный в 2003–2007 годов в пищевом спектре скорпены были в основном десятиногие ракообразные, рыбы (собачки и бычки), а в меньшей степени - черви и мидии (Снегирёв, 2011). Отмечена сезонная динамика питания скорпены, связанная с изменением видового состава кормовых объектов, однако в

течение всего года в пищеварительном тракте рыб всегда были креветки и крабы (Снегирёв, 2011), что согласуется с полученными нами результатами: процент ракообразных в желудках скорпен был одинаковый в оба исследованных периода.

Интересно, что соотношение основных групп фауны в питании скорпены в районе Карадага, по исследованиям довоенного периода, таковы: рыбы – 65,4 %, десятиногие раки 30,6 % (Хирина, 1950), что близко нашим результатам, отмеченным в табл. 4. Согласно более ранним сведениям, основными объектами питания скорпен были бычки, атерина, зеленушки, крабы и мизиды (Фортунатова, 1939, 1940; Промысловые рыбы ..., 1949). Есть указания, что в 30–40 годы прошлого столетия пищевой рацион составляли также султанка, ставрида, крабы: *Xantho hydrophylus*, *Pilumnus hirtellus*, креветка *Leander squilla* (Хирина, 1950).

Известно, что питание скорпены в юго-восточной части Чёрного моря несколько отличается от прибрежной зоны Севастополя. Так, авторы установили, что в холодный период морской ёрш предпочитает султанку и морского конька, в то время как в тёплый – ракообразных. Особи размером 6–12 см потребляют летом крабов, зимой – султанку. В желудках скорпен размером 12–18 см были обнаружены в летний период креветки, а в зимний период – барабуля. Старые же экземпляры питались летом в основном крабами, а зимой – морским коньком. Авторы установили также достоверные отличия в объектах питания самок и самцов (Başçınar, Sağlam, 2009). В нашем анализе только однажды (июнь 2015 г.) мы обнаружили морского конька *Hippocampus hippocampus* в желудке скорпены, отловленной в б. Балаклавская, а в 2016 году – собачку *Parablennius* sp., мерланга *Merlangius merlangus euxinus*, хамсу *Engraulis encrasicolus* и сеголетку звездочета *Uranoscopus scaber*. Эти случаи не вошли в анализ массива данных для данной статьи, однако можно предположить, что по мере восстановления экологического состояния прибрежной зоны города Севастополя, разнообразие пищевых организмов в рационе хищных видов рыб начнет увеличиваться.

Интересно, что у разных представителей скорпеновых (*Scorpaena porcus*, *S. loppei*, *S. notata*, *S. scrofa*) в Средиземном море основными пищевыми объектами являются не рыбы, а мизиды, декаподы, амфиподы, полихеты и др. (Harmelin-Vivien et al., 1989; Morte et al., 2001; Ordines et al., 2012; Rafrafi-Nouira et al., 2016).

У румынского побережья Черного моря излюбленной пищей (летом до 70 %) *S. porcus* являются мидии *Mytilus galloprovincialis*, и, в меньшей степени – *Mytilaster lineatus* (Bivalves), несколько массовых видов гастропод и декапод, и еще меньше – султанка и бычки. Авторы подчеркивают, что низкое разнообразие пищевого рациона черноморской скорпены (около 8 видов пищевых объектов) зависит от биоразнообразия самого Черного моря (Roşca, Arteni, 2010).

Таким образом, видовой состав пищевых объектов скорпены значительно сузился в современный период, и внутри самого Черного моря имеет региональную зависимость.

Известно, что, помимо сезонных отличий, состав пищи и пищевые потребности рыб зависят от возраста особей, в том числе скорпен (Фортунатова, 1940; Карпенко и др., 2013), поэтому далее мы проанализировали (табл. 5) есть ли в настоящее время зависимость потребления тех или иных объектов в зависимости от возраста скорпены. Почти для каждой возрастной группы была характерна одна тенденция, описанная ранее – к утру наибольшее количество особей было с 0,1 и 5 степенью наполнения желудка, причем как для самок, так и самцов (табл. 5). К 7–8 часам утра наполнение желудков в пяти случаях из восьми было меньше у самцов, чем у самок. Объекты питания скорпен были сходными как между самками и самцами разных возрастных групп, так и у представителей разного возраста. Следует при этом отметить, что такое «сглаживание» отличий характерно для всего годового цикла, так как выше (табл. 4) нами было описано, что в теплый период самцы потребляют, как и самки, в большей степени рыбу и в меньшей степени высших раков, что, вероятно, связано с продолжительным порционным нерестом и потребностью в энергетических ресурсах для формирования половых продуктов. В холодный же период года самцы отдают большее предпочтение ракообразным, чем рыбам. Упитанность рыб при этом не имеет достоверных отличий как между самками и самцами, так и при сравнении в разные периоды года. С мая до сентября упитанность самок и самцов составила  $3,3 \pm 0,02$  %, а с октября до апреля –

3,4±0,02 %. Отсутствие половых и возрастных отличий в питании скорпеновых отметили и другие исследователи (Harmelin-Vivien et al., 1989; Rafrafi-Nouira et al., 2016).

Аналогичные закономерности установлены и для периода 30–40-х годов XX столетия: при сравнении разноразмерных групп скорпен отличий в спектре питания не получено, хотя у более молодых особей в желудках было больше мелких ракообразных и моллюсков (Хирина, 1950). Об этом сообщали и другие исследователи представителей скорпеновых в Средиземном, Адриатическом и Черном морях: у молодых представителей в желудках обнаруживали мизид, идотей, а с увеличением размера скорпен доля ракообразных, особенно мелких, снижалась, а процент рыбы возрастал (Фортулатова, 1940; Harmelin-Vivien et al., 1989; Pallaoro, Jardas, 1991; Morte et al., 2001). В то же время у турецкого побережья султанка не только является кормом скорпены на протяжении всей жизни, но и в процентном соотношении даже выше в желудках молодых скорпен, нежели старых (Başçınar, Sağlam, 2001).

Согласно данным К. Р. Фортулатовой (1940), у старых особей сам видовой состав рыб в рационе доходил до 20 видов. В наших исследованиях, вероятно, сглаживание «возрастных» отличий происходит из-за узкого видового состава пищи изученного объекта, в частности из представителей ихтиофауны были обнаружены лишь султанка *Mullus barbatus ponticus*, ставрида *Trachurus mediterraneus*, спикара *Spicara flexuosa* и бычок (вид неопределен). Кроме того, в наших уловах отсутствовали сеголетки и годовики *S. porcus*, в желудке которых, вероятно, процент мелких ракообразных выше.

Следовательно, отличий по степени наполнения желудков у самок и самцов скорпены не имеется, что характеризует их «синхронность» в ночной охоте. Объекты питания в теплый и холодный периоды года у самок одинаковые, а у самцов – соотношение «рыбной» составляющей меняется. Разницы в пищевых объектах скорпены разного возраста в современный период не установили.

Имеется тенденция увеличения ИП в зависимости от степени наполнения желудка (рис. 2). У истощенных особей данный параметр минимален. При этом, скорпена из природных условий и для эксперимента была отобрана из одной бухты (Карантинная) и возраст рыб для всех трех групп составил 2–5 лет, процент самок и самцов в трех группах был сопоставим.

Известно, что при голодании происходят процессы, приводящие к атрофии печени – уменьшению ее размеров и изменениям на клеточном уровне (Hug et al., 2006). В то же время известно, что ИП – индикатор состояния рыб с позиции имеющихся энергетических резервов организма, накормленности рыб и качества потребленной пищи (богатства белковыми и липидными компонентами, витаминами и т. д.) (Thorarisson et al., 1994; Zoccarato et al., 1996; Grant, Brown, 1999). При голодании печень играет фундаментальную роль в гомеостазе глюкозы крови, распределении гликогена, жиров и белка (Souza et al., 2001). По-видимому, степень изменения размера печени в таких условиях (естественные или экспериментальные лишения пищи) зависит прежде всего от срока голодания, а также резервов гликогена в органе (Souza et al., 2001; Tripathi, Verma, 2003; Sridee, Boonanuntanasarn, 2012).

Уровень почти всех изученных биохимических параметров в печени был выше у скорпены с наполненным желудком (табл. 6). Установлено достоверное повышение содержания креатинина в печени голодавших рыб. Как и при анализе ИП, рыбы для всех трех групп были из одной акватории, среднего возраста (2–5 лет), процент самок и самцов был сходным.

Причиной гиперамилаземии у голодных особей является, вероятно, не только повышенная секреция фермента, но и вторичное всасывание ее из органов брюшной полости в кровь. Из-за избыточного выделения панкреатической амилазы подавляется механизм реабсорбции фермента канальцевым эпителием после фильтрации в почечных клубочках. Это доказывает и параллельное повышение уровня креатинина, что уже является признаками острого панкреатита.

Таблица 5

Процент самок и самцов скорпены разного возраста  
с разной степенью наполнения желудка

Возраст рыб, годы	N, шт.	Степень наполнения желудка						Пищевые объекты
		0	1	2	3	4	5	
1+ - 2	♀ 12	75	8,33	8,33		8,33		креветка
	♂ 11	54,54	27,27		18,2			
2+ - 3	♀ 68	51,47	16,18	4,41	1,47	4,41	22,05	ставрида, султанка, краб, креветка
	♂ 44	47,73	22,73	6,82	2,27	11,36	13,64	
3+ - 4	♀ 86	53,33	16,28	5,81	6,98	8,14	10,46	султанка, краб, креветка
	♂ 64	50	9,37	14,06	3,13	10,94	12,5	
4+ - 5	♀ 70	61,43	17,14	4,28	1,43	1,43	14,28	ставрида, креветка, султанка, краб
	♂ 62	70,97	14,51	1,61	1,61	1,61	9,68	
5+ - 6	♀ 18	55,55	5,55	16,77		5,55	16,77	ставрида, спикара, краб
	♂ 10	60		10	10	10	10	
6+ - 7	♀ 13	61,54		7,69			30,77	ставрида, султанка, краб
	♂ 19	57,89	15,79	10,53			15,79	
7+ - 10	♀ 15	46,67		6,67	6,67	6,67	33,33	ставрида, краб
	♂ 14	42,86	28,57		7,14	14,28	14,28	
10+ - 16	♀ 4	25					75	султанка, краб
	♂ 4	50	50					

Примечание к таблице: Пищевые объекты перечислены согласно частоте их встречаемости в желудке.

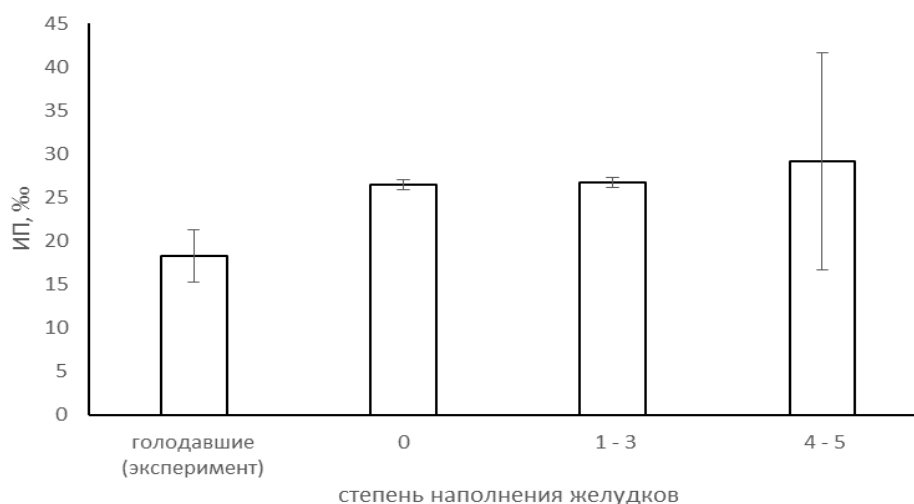


Рис. 2. Индекс печени скорпены с разной степенью накормленности

У сытых скорпены активность ЩФ выше, что объясняется активным пищеварением после приема пищи. Так же «ведет» себя и ГГТ: отсутствие пищи (в частности, белковых компонентов) вызывает снижение активности данного фермента (табл. 6). Тот факт, что ЩФ и ГГТ снижаются по мере снижения концентрации пищи параллельно с уменьшением величины ИП свидетельствует о дистрофии печени, обусловленной белковым голоданием. Синхронное уменьшение активности ЩФ и ИП, свидетельствующее о дисфункции печени, наблюдали и в отношении голодающего в течение 28 дней мраморного бычка *Oxyleotris*



*marmorata*. Причем, падение величин данных биоиндикаторов происходило постепенно до 14 суток, после чего сохранялось на одном уровне и уже восстановительного эффекта не отмечали (Srides, Boonanuntanasarn, 2012). Аналогичный эффект происходит и в отношении липопротеидов низкой плотности: их концентрация снижается, что свидетельствует об уменьшении уровня холестерина в крови. Имеются сведения, что уменьшение уровня общего холестерина и его отдельных фракций происходило в сыворотке крови голодающего карпа в аквариумных условиях (Friedrich, Stepanowska, 2001). Постепенное снижение глюкозы-6-фосфат дегидрогеназы, лактатдегидрогеназы, белка и других биохимических параметров происходило и в печени пресноводного сома *Clarias batrachus*, голодающего на протяжении 35 дней в экспериментальных условиях (Tripathi, Verma, 2003).

Таблица 6

Биохимические показатели печени особей скорпены разной степени  
накормленности

Показатель	Среднее значение для рыб соответствующей группы (M ± m)		
	Голодавшие в эксперименте особи	Особь с пустым желудком	Особь, степень наполнения желудка которых 1–5
Креатинин, мкмоль	<b>5,18±0,94*</b> (n=6)	<b>0,49±0,17</b> (n=8)	2,82 ±2,37 (n=41)
γ-ГТТ, мкмоль/(с*л)	0,008±0,005 (n=8)	0,044±0,026 (n=5)	0,126±0,097 (n=24)
α-амилаза, мг/с	1,11±0,41 (n=6)	1,88±0,75 (n=5)	0,95±0,186 (n=23)
β-липопротеиды, опт. ед.	<b>0,18±0,037</b> (n=11)	<b>0,629±0,11</b> (n=7)	0,748±0,498 (n=32)
ЩФ, нмоль/с	-	273,16±63,14 (n=9)	441,85±273,77 (n=43)

Примечание к таблице. Величины каждого из приведенных показателей даны в пересчете на грамм белка. Жирным шрифтом обозначены достоверные отличия. Все особи были отловлены в бухте Карантинная.

Исследование активности аминотрансфераз и концентрации белка в сыворотке скорпен показало отсутствие достоверных отличий между параметрами особей с пустыми желудками и с разной степенью наполнения (табл. 7). У голодавших в эксперименте особей выявлены достоверно большая активность ферментов и содержание белка, по сравнению с рыбами, не участвовавшими в эксперименте. В норме активность аминотрансфераз в сыворотке низка, что подтверждается нашими результатами: активность фермента была ниже у особей в нормальном состоянии и зачастую не регистрировалась. Однако при нарушениях нормального функционирования печени в кровь попадает большое количество исследуемых ферментов – у 100 % исследованных особей регистрировалась активность. Полученные нами данные соответствуют работам других исследователей. В крови камбалы *Paralichthys olivaceus* установлено повышение активности аминотрансфераз в 2–5 раз у голодающих особей по сравнению с накормленными. Такой же эффект наблюдали и для камбалы с 4 по 12 неделю голодания по гемоглобину (Park et al., 2012). Однако следует отметить, что в крови карпа (*Cyprinus carpio*) при длительном голодании активность АЛТ оставалась неизменной вплоть до 10 недель. Активность АСТ незначительно повышалась ко второй неделе, но потом снижалась. Сходная динамика была получена и для концентрации белка (Friedrich, Stepanowska, 2001). Возможно, полученные различия обусловлены адаптационным ответом, выработавшимся у рыб различных экологических групп: скорпена и камбала являются донным и медлительными видами, обитающими в соленой среде, а карп более подвижный пресноводный вид, ведущий придонный образ жизни.

Таблица 7

Биохимические показатели сыворотки особей скорпены разной степени накормленности

Показатель	Среднее значение для рыб соответствующей группы (M±m)		
	Голодавшие в эксперименте особи	Особи с пустым желудком	Особи, степень наполнения желудка которых 1–5
АЛТ, (мкмоль/час*мл)	<b>1,42±0,18 (n=11)**</b> (11 из 11)	<b>0,53±0,20 (n=3)</b> (3 из 8)	1,26±0,49 (n=4) (4 из 7)
АСТ, (мкмоль/час*мл)	<b>2,64±0,18 (n=10)*</b> (10 из 10)	<b>1,39±0,43 (n=6)</b> (6 из 8)	<b>1,01±0,57 (n=5)</b> (5 из 7)
Белок, (мг/мл)	<b>47,62±2,73 (n=10)*</b>	<b>34,41±2,68 (n=12)</b>	<b>34,47±2,11 (n=8)</b>

Примечание к таблице. Жирным шрифтом обозначены достоверные отличия. \* – достоверно выше, нежели у особей с пустыми желудками и со степенью наполнения желудка 1–5, \*\* – достоверно выше по сравнению с особями с пустыми желудками. Во вторых скобках указано число проб, в которых установлена активность ферментов, в остальных пробах активность была очень низка и не регистрировалась прибором.

### ВЫВОДЫ

1. Пищевыми объектами скорпены в прибрежной зоне города Севастополя являются ракообразные и рыбы.
2. У самок процент предпочтения рыбы больше в тёплый период. Самцы в тёплый период также предпочитают рыбу, в холодный – декапод.
3. Отличий в пищевых объектах скорпены разного возраста не установлено.
4. Величина индекса печени, активность щелочной фосфатазы и уровень β-липопротеидов в печени сытых рыб высокие.
5. При голодании скорпены в течение одной недели наблюдали гиперамилазиемию и возрастание концентрации креатинина в печени, увеличение активности трансаминаз и концентрации белка в сыворотке крови, что свидетельствует о дисфункции поджелудочной железы, почек и печени.

### Список литературы

- Арнольди Л. В., Фортунатова К. Р. К экспериментальному изучению питания рыб // Тр. Зоол. ин-та АН СССР. – 1941. – VII. – С. 44–94.
- Вдодович И. В. Питание личинок черноморских бычков в прибрежной акватории Севастополя в летний период по материалам 2003–2006 гг. // Экология моря. – 2008. – Вып. 76. – С. 40–44.
- Глуценко Т. И., Чашин А. К. Особенности питания черноморского шпрота *Sprattus sprattus phalericus* (Risso) (Pisces: Clupeidae) и формирование его нагульных скоплений // Морской экологический журнал. – 2008. – Т. 7, № 3, – С. 5–14.
- Карпенко В. И., Андриевская Л. Д., Коваль М. В. Питание и особенности роста тихоокеанских лососей в морских водах. Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО, 2013. – 304 с.
- Каталог инструкций. Диагностические наборы реактивов для клинических, биохимических и микробиологических исследований. Днепрпетровск: ООО НПП «Филисит-диагностика». 2005. – 199 с.
- Кузьмина Н. С., Чеснокова И. И. Динамика видового состава ихтиофауны прибрежных вод Черного моря в районе Севастополя // Вопросы рыболовства. – 2016. – Т. 17, № 1. – С. 117–123.
- Лакин Г. Ф. Биометрия. М.: Высш. школа. 1973. – 343 с.
- Методы исследовательского дела в рыбоводстве / Методические указания к практическим занятиям по теме «Изучение питания и пищевых взаимоотношений рыб» для студентов III-го курса направления 6.090201 «Водные биоресурсы и аквакультура» / сост. Кракатица В. В. / 2010. – 28 с.
- Правдин И. Ф. Руководство по изучению рыб. М.: Пищ. пром., 1966. – 376 с.
- Промысловые рыбы СССР. М.: ВНИРО, 1949. – 787 с.
- Ревина Н. И. К вопросу о размножении и выживании икры и молоди крупной ставриды в Чёрном море // Тр. АЗНИИРХ. 1958. – Вып. 17. – С. 9–30.
- Световидов А. И. Рыбы Черного моря. Л.: Наука. 1964. – 550 с.

- Снигерёв С. М. Питание и трофические связи трёх массовых видов донных рыб в прибрежной акватории о. Змеиный в 2003–2007 гг. // Гидробиол. журн. – 2011. – Т. 47, № 4. – С. 52–65.
- Фортунатова К. Р. О сезонной изменчивости питания у рыб // Природа. – 1939. – № 4. – С. 60–63.
- Фортунатова К. Р. Питание *Scorpaena porcus* L. (к методике количественного изучения динамики питания хищных морских рыб) // Докл. АН СССР. – 1940. – Т. XXIX, № 3. – С. 244–248.
- Хирина В. А. Материалы по питанию некоторых бентосоядных рыб в прибрежной зоне Черного моря у Карадага // Тр. Карадагской биол. станции АН УССР. – 1950. – Вып. 10. – С. 53–65.
- Шварц С. С., Смирнов В. С., Добринский Л. Н. Метод морфофизиологических индикаторов в экологии наземных позвоночных // Тр. Ин-та экологии растений и животных. – 1968. – Вып. 58. – 386 с.
- Цитофізіологія і біохімія травлення. Практикум: Навчальний посібник. К.: Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет». 2006. – 271 с.
- Arculeo M., Frogliа C., Riggio S. Food partitioning between *Serranus scriba* and *Scorpaena porcus* (Perciformes) on the infralittoral ground of the south Tyrrhenian sea // Cybium. – 1993. – P. 251–258.
- Başçınar S. N., Sağlam H. Feeding habits of Black Scorpionfish *Scorpaena porcus* in the South Eastern Black Sea // Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. – 2009. – 9. – P. 99–103.
- Friedrich M., Stepanowska K. Effect of starvation on nutritive value of carp (*Cyprinus carpio* L.) and selected biochemical components of its blood // Acta Ichthyol. Piscat. – 2001. – Vol. 31 (2). – P. 29–36.
- Grant S. M., Brown J. A. Variation in condition of coastal Newfoundland 0-group Atlantic cod (*Gadus morhua*): field and laboratory studies using simple condition indices // Mar. Biol. – 1999. – 133. – № 4. – P. 611–620.
- Kuzminova N. S., Rudneva I., Salekhova L., Shevchenko N., Oven L. State of Black Scorpion fish (*Scorpaena porcus* L., 1758) inhabited coastal area of Sevastopol region (Black Sea) in 1998-2008 // Turkish J. of Fisheries and Aquatic Sciences. – 2011. – Vol. 11. – P. 101–111.
- Lowry O. H., Rosebrough N. J., Farr A. L. [et al.]. Protein measurement with the Folin phenol reagent // J. Biol. Chem. – 1951. – Vol. 193. – P. 265–275.
- Morte S., Redon M., Sanz-Brau A. Diet of *Scorpaena porcus* and *Scorpaena notata* (Pisces, Scorpaenidae) in the western Mediterranean // Cah. Biol. Mar. – 2001. – 42. – P. 333–344.
- Harmelin-Vivien M. L., Kaim-Malka R. A., Ledoyer M., Jacob-Abraham S. S. Food partitioning among scorpaenid fishes in Mediterranean seagrass beds // J. Fish. Biol. – 1989. – 34. – P. 715–734.
- Hur, J. W., Jo J. H., Park. I.-S. Effects of long-term starvation on hepatocyte ultrastructure of olive flounder, *Paralichthys olivaceus* // Ichthyol. Res. – 1999. – Vol. 53. – P. 306–310.
- Ordines F., Valls M., Gouraguine A. Biology, feeding, and habitat preferences of Cadenats rockfish *Scorpaena loppei* (Actinopterygii: Scorpaeniformes: Scorpaenidae), in the Balearic islands (western Mediterranean) // Acta ichthyologica et Piscatoria. 2012. – 42 (1). – P. 21–30.
- Pallaoro A., Jardas I. Food and feeding habits of black scorpionfish (*Scorpaena porcus* L., 1758) (Pisces, Scorpaenidae) along the Adriatic coast // Acta Adriat. – 1991. – 32 (2). – P. 885–898.
- Park I.-S., Hur J. W., Choi J. W. Hematological responses, survival, and respiratory exchange in the olive flounder, *Paralichthys olivaceus*, during starvation // Asian-Aust. J. Anim. Sci. – 2012. – Vol. 25, N 9. – P. 1276–1284.
- Rafrafi-Nouira S., Kamel-Moutalibi O. El., Boumaiza M., Capapé C. Food and feeding habits of black scorpionfish, *Scorpaena porcus* (Osteichthyes: Scorpaenidae) from Northern coast of Tunisia (Central Mediterranean) // J. of Ichthyology. – 2016. – Vol. 56, N 1. – P. 107–123.
- Roşca I., Arteni O. M. Feeding ecology of black scorpionfish (*Scorpaena porcus* Linnaeus, 1758) from the Romanian Black Sea (Agigea – Eforie Nord area) // ABAH BIOFLUX. – 2010. – Vol. 2. – Iss. 1. – P. 39–46.
- Souza V. L., Lunardi L. O., Vasques L. H. et al. Morphometric alterations in hepatocytes and ultrastructural distribution of liver glycogen in pacu (*Piaractus mesopotamicus* Holmberg, 1887) during food restriction and refeeding // Braz. J. Morphol. Sci. – 2001. – 18 (1). – P. 15–20.
- Sridee N., Boonanuntanasarn S. The effects of food deprivation on hematological indices and blood indicators of liver function in *Oxyleotris marmorata* // World Academy of Science, Engineering and Technology. – 2012. – Vol. 6. – P. 248–252.
- Tripathi G., Verma P. Starvation-induced impairment of metabolism in a freshwater catfish // Verlag der Zeitschrift für Naturforschung, Tübingen. www.znaturforsch.com. 2003. – P. 446–451.
- Thorarisson R., Landolt M. L., Elliott D. G. et al. Effect of dietary vitamin E and selenium on growth, survival and the prevalence of *Renibacterium salmoninarum* infection in Chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*) // Aquaculture. – 1994. – Vol. 121, N 4. – P. 343–358.
- Yankova M. H., Raykov V. S., Frateva P. B. Diet Composition of Horse Mackerel, *Trachurus mediterraneus ponticus* Alevy, 1956 (Osteichthyes: Carangidae) in the Bulgarian Black Sea Waters // Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. – 2008. – 8. – P. 321–327.
- Zoccarato I., Gasco L., Sicuro B. et al. Use of by-product from poultry slaughtering in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) feeding // Riv. Ital. Acquacolt. – 1996. – Vol. 31. – N 3. – P. 127–134.

**Kuzminova N. S., Chesnokova I. I., Arhipova S. V. Modern knowledge about nutrition and digestion of black sea scorpion fish (*Scorpaena porcus* L.) // Ekosystemy. 2017. Iss. 10 (40). P. 52–63.**

The analysis of the content and the level of the stomachs filling of the Black Sea scorpionfish *Scorpaena porcus* Linnaeus, 1758 was done, taking into account the sex and age of individuals, as well as periods of the year. The estimated hepatosomatic index of fish with different concentration of food in stomach and of fasted fish and liver activity of  $\alpha$ -amylase, alkaline phosphatase,  $\beta$ -lipoprotein, creatinine,  $\gamma$ -glutamintranspeptidase was measured. The serum concentration of ALT and AST activity and protein were analysed. It was found, that food objects of Black Sea scorpion fish in the coastal zone of Sevastopol in modern time are fish (red mullet and horse mackerel) and crustaceans is less. In both periods, especially in the cold, *S. porcus* females prefer eating more fish, and males – crustaceans. The hepatosomatic index, the activity of alkaline phosphatase and the level of  $\beta$ -lipoproteins in the liver of fish fed were high. At starving of scorpion fish during one week the concentration of  $\alpha$ -amilase, creatinine, serum protein and transaminases were very increased.

*Key words:* scorpion fish, food,  $\alpha$ -amylase, alkaline phosphatase,  $\beta$ -lipoprotein, creatinine,  $\gamma$ -glutamintranspeptidasa, ALT, AST, protein, liver, Black Sea.

*Поступила в редакцию 01.11.2017.*