

К. Р. ФОРТУНАТОВА

**ПИТАНИЕ *SCORPAENA PORCUS* L. (К МЕТОДИКЕ
КОЛИЧЕСТВЕННОГО ИЗУЧЕНИЯ ДИНАМИКИ
ПИТАНИЯ ХИЩНЫХ МОРСКИХ РЫБ)**

(Представлено академиком Д. С. Зерновым 13 VI 1940)

Питание и пищевые взаимоотношения организмов являются одной из важнейших сторон биологии всякого организма, без которых невозможно получить полной картины его жизненного цикла. На основании круглогодичного изучения биологии питания морского ерша (*Scorpaena porcus* L.) нами была сделана попытка дать такую картину.

Цель работы—заполнить пробел, существующий между полевым и экспериментальным изучением питания рыб, и дать на основе изучения одного вида представление о динамике процесса в естественных условиях. Для достижения этой цели мы считали необходимым иметь следующие данные: 1) годовое изменение питания данного вида, 2) годовой состав пищи и пищевые связи, 3) биологическую характеристику изучаемого вида, 4) наличие пищи и ее сезонные изменения. Для получения перечисленных данных необходим комплекс последовательно проведенных как экспериментальных, так и полевых наблюдений, которые смогли бы дать ответ на поставленные вопросы.

Приведем основные предпосылки, которыми мы руководствовались в практическом осуществлении работы.

1. Выяснение использования кормовых запасов водоема какой-либо рыбой невозможно без правильно поставленного количественного учета питания рыб в естественных условиях. Существующий метод индексов наполнения определяет лишь степень накормленности рыбы и не является показателем интенсивности ее питания.

2. Для выяснения интенсивности питания рыб в море необходимо предварительно получить данные о скорости переваривания у рыб в различные сезоны и о величине суточного коэффициента (СК), для чего необходимы экспериментальные наблюдения. Работы по выяснению СК должны проводиться параллельно как в эксперименте, так и в море по единой методике, без чего расчеты естественного баланса затруднительны и мало убедительны.

3. Полученные данные по питанию рыб необходимо увязать с одновременным изучением основных моментов биологии вида, сделав возможными практические расчеты годовой динамики питания рыб в море, выраженной в реальных величинах.

4. Работы должны охватывать полный годовой цикл и учитывать все сезонные изменения в качественном и количественном отношении на основе биологической и физиологической цикличности данного вида.

5. Чтобы подойти к конечной цели наших работ—установлению количественных пищевых взаимоотношений, необходимо параллельно с выяснением годовой динамики питания рыб в море проводить аналогичное изучение наличия пищи.

Для осуществления поставленной задачи в качестве объекта был взят морской ерш—вид, широко распространенный в прибрежной полосе Черного моря и хорошо выживающий в экспериментальных условиях. Характеристика питания приводится на основании полного годового цикла. За отправной пункт берется февраль, так как этот месяц характеризуется наиболее низкими температурами, при которых все процессы в организме подавлены. Полевой анализ питания проводился регулярно каждый месяц в одной из бухт района Севастополя и эпизодически в других районах побережья Крыма. Всего проанализировано 2600 экз. Анализ питания проводился индивидуально для каждой рыбы в отдельности, причем пищевые организмы просчитывались, измерялись, взвешивались и определялась степень разрушения каждого организма. Одновременно с анализом питания ерша производился биостатистический анализ всего улова, что дает представление как о сезонной смене ихтиофауны района, так и о значении ерша среди прибрежных рыб Черного моря. Параллельно с полевым анализом питания проводились наблюдения в экспериментальных условиях. Основное внимание в этих работах уделялось выяснению СК, скорости переваривания, динамики веса и длины и величины кормового коэффициента. Всего в опыте было 33 рыбы.

На основании произведенного нами изучения группировок прибрежных рыб Черного моря по биологии питания (1) морского ерша следует отнести к хищникам I типа. К этому типу относятся хищники, ведущие донный образ жизни, обыкновенно малоподвижные и способные паскироваться. В пищевой спектр этой группы хищников входят рыбы и ракообразные, из которых первое место занимают *Decapoda*.

Состав пищи меняется в зависимости от возраста, сезона и места.

У морского ерша нами выделяются три размерные группы, охватывающие рыб определенного возраста и отличающиеся различным составом питания. Возрастно состав уловов по сезонам сильно меняется с преобладанием в осенние месяцы молоди (I группа), а в конце зимы—рыб в возрасте старше четырех лет (III группа). Основу питания молоди составляют мизиды, а старших возрастных групп—рыбы и креветки. Чем старше ерши, тем больший процент составляет питание рыбой. Всего в спектр питания ерша входит 20 видов рыб, из которых наибольшее значение имеют мелкие виды бычков, атеринка и молодь зеленушек. Промысловые виды рыб в питании ерша играют ничтожную роль (4,6%).

В годовом спектре питания ерша следует различать два типа смены пищевых объектов: 1) вынужденную, происходящую под влиянием смены состава пищевых организмов в районах обитания ерша, и 2) сезонную, носящую характер закономерной физиологической ритмичности (4).

Основным местом обитания ерша в Черном море являются плитняк, прибрежные камни, заросшие цистозирой, и ракушечник с водорослями. Отсутствие у ерша в течение большей части года избирательной способности обуславливает преобладание в его питании видов, экологически связанных с тем или иным местом обитания ерша*.

* В морях с другим сочетанием форм спектр питания ерша существенно отличается от черноморского, как, например, в Средиземном море (2,3).

Для правильного вычисления естественного суточного рациона проводилось изучение скорости переваривания как регистрацией появления первых порций каловых масс, так и методом вскрытия через различные промежутки времени после кормления. В результате этих работ был установлен процент разрушения пищевого комка в процессе пищеварения в различные сезоны и при различных температурах и выработана схема для определения степени переваренности пищи при полевом анализе питания. Нами различались 5 стадий переваренности, легко определяемых по внешним признакам разрушения организмов (табл. 1).

Таблица 1

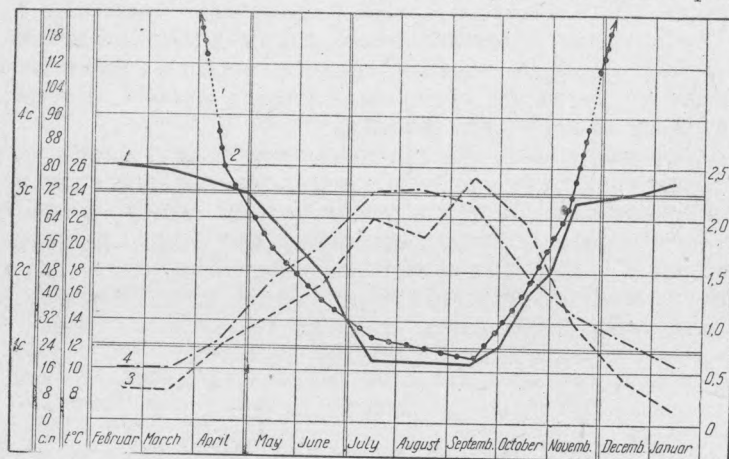
Сезон	Зима	Весна	Лето	Осень	
Месяцы	XII, I, II, III, IV	V, VI	VII, VIII, IX	X, XI	
Температура воды	7—13°	14—20°	(20) 22—25°	20—15°	
Стадии переваренности пищи	% разрушения пищи	Время, потребное на разрушение пищи (в часах)			
I—II	0—6 7—15	0—24	0—18	0—15	0—18
III	16—50	24—72	18—48	15—24	18—48
IV	50—75	72—96	48—68	24—40	48—68
V	75—100	96—144 (240)	68—96 (144)	40—48 (72)	68—96 (144)
Скорость переваривания в днях	3—4	2—3	1—2	2—3	

В условиях Черного моря при колебании температуры воды от 7 до 25° скорость переваривания пищи у ерша колеблется в пределах от одних (летом) до четырех суток (зимой).

Ерш, как типичный хищник, стремится к насыщению в один прием. У 55% питающихся ершей в желудках обнаружено только по одному экземпляру пищевого организма и 83% имели пищу, независимо от числа организмов, в одной какой-либо из стадий переваренности. По экспериментальным данным ерш в теплый период года повторно принимает пищу в период появления первых порций каловых масс, т. е. в среднем через сутки, а в зимний период—лишь после полной эвакуации кишечника, т. е. на 6—10-е сутки. По данным полевого анализа интервалы в приемах пищи летом в естественных условиях больше, чем в эксперименте, о чем свидетельствует значительный процент (45%) пустых желудков (см. фигуру,—экспериментальные условия).

Суточный коэффициент, т. е. среднесуточное количество пищи, выраженное в % к весу данной рыбы, в течение года обнаруживает резкие изменения, колеблясь от «поддерживающего рациона» в холодное время года (в среднем около 0,5%) до 2,5% в период осеннего жара. Наибольший СК наблюдается при оптимальных температурах, которые для ерша колеблются от 19 до 23°. Нижней критической температурой надо считать 10—12°. Полного прекращения питания ерша в зимнее время в условиях Черного моря не наблюдается. С увеличением возраста рыб величина СК уменьшается.

Для возможности сопоставления данных, полученных в эксперименте и в море, в обоих случаях применялся одинаковый метод количественного учета интенсивности питания. При полевом анализе обнаруженная в желудках пища пересчитывалась на первоначальный вес заглоченных организмов (по вычисленным стандартам соотношения веса и длины). Сопоставление данных, полученных методом индексов наполнения и методом упомянутой реконструкции пищи, показывает, что в среднем за год при применении метода индексов наполнения недоучитывается 26% фактически съеденной пищи. Наименьшее расхождение в величинах наблюдается летом (18%) и наибольшее зимой (44%). Указанное расхождение



1—скорость переваривания; 2—интервалы в приемах пищи, 3—величина суточного коэффициента; 4—температура воды.

тем больше, чем больше в пробе желудков с сильно разрушенной пищей. Однако одна реконструкция без учета скорости переваривания не может дать представления о фактическом суточном рационе рыб в море. Необходимо введение поправок на среднюю скорость переваривания для данного периода, т. е. учета времени пребывания в желудке пищи. Согласно приведенной выше схеме вся обнаруженная пища разбивается по стадиям переваренности организмов, что соответствует разным суткам приема пищи, и выводится среднее количество пищи, приходящееся в сутки на одну рыбу:

$$\frac{\left(\frac{s_1}{n_1}\right) + \left(\frac{s_2}{n_2}\right) + \dots}{v} \times \frac{n_M}{N} = \text{СК},$$

где s —количество пищи, съеденное за одни сутки, выраженное в % к весу рыбы; n —число рыб, питавшихся в течение одних суток; v —число дней, потребное на переваривание пищи; n_M —среднее число питающихся в течение суток рыб; N —число всех рыб в улове.

Сопоставление полученного таким методом СК в море и в эксперименте показывает однородность этих величин. В первом случае он равен 386, а во втором—410%.

Для оценки хозяйственного значения данного вида рыбы важно знать не только количество потребляемой пищи, но и продукцию вида, т. е. прирост массы тела. Принятой формой выражения взаимоотношений потребления и продукции у рыб является кормовой коэффициент.

Изучение изменения веса и темпа роста в длину проводилось в экспериментальных условиях параллельно с биостатистическим анализом материалов, полученных из моря. Эти наблюдения показали: 1) Изме-

ния веса и длины у ерша в экспериментальных условиях и в море протекают аналогично, что дает лишний раз основание базироваться в наших выводах на экспериментальных данных.

2) Увеличение веса и роста в длину в течение года носит периодический характер, в котором периоды интенсивного увеличения чередуются с периодами замедления, до полного прекращения и даже потери в весе.

3) Периоды наибольшего роста в длину и наибольшего увеличения в весе по времени не совпадают.

Зная средний прирост массы тела и количество пищи, потребное на этот прирост, можем получить и величину кормового коэффициента. В эксперименте он равен 5,9, а в море 6,4, т. е. расхождение находится в пределах ошибки. Чтобы иметь представление о порядке величин потребления на некоторый ограниченный участок, был произведен приближенный подсчет численности стада на среднюю площадь облова. Расчеты проводились на площадь в 1 га, по сезонам.

Зная количество ершей, приходящееся на единицу площади, сезонную смену возрастного состава уловов, количество пищи, потребляемое рыбами различных возрастных групп и в разные сезоны, изменение состава пищи в течение года, можем получить суммарное количество пищи, потребляемое стадом ершей за год. Для того чтобы определить количество съеденных организмов, как по их весу, так и по частоте встречаемости, были произведены подсчеты, сведенные в табл. 2.

Т а б л и ц а 2

	Зима		Весна		Лето		Осень		За год	
	Вес	Число	Вес	Число	Вес	Число	Вес	Число	Вес	Число
<i>Pisces</i>	23	12	52	34	40	38	53	36	44	29
<i>Decapoda</i> :										
<i>Brachyura</i>	9	7	15	13	14	13	26	20	16	13
<i>Leander</i>	15	14	12	19	35	28	9	14	18	19
<i>Crangon</i>	8	7	—	—	—	—	—	—	2	2
Прочие <i>Decapoda</i>	24	11	9	7	5	6	9	6	10	8
<i>Amphipoda</i>	2	16	2	7	1	1	0,5	2	1,5	6
<i>Isopoda</i>	6	12	3	9	1	4	1	6	2,5	8
<i>Schizopoda</i>	6	14	4	10	4	10	1,5	16	4	13
<i>Polychaeta</i>	7	7	3	1	—	—	—	—	2	2

По суммарному потреблению пищи и ее процентному составу можно установить, что ерши, обитающие на площади в 1 га, за год потребляют в г: рыбы 20,122; крабов 7,480; креветок 10,985; гебий 3,561; гаммарид 528; идотей 778; мизид 1 638; полихет 470; всего—45 541 г.

Дальнейшим естественным развитием работы являлось бы изучение изменения наличия пищи и величины влияния на нее ершей как потребителей. Эта часть работы остается еще невыполненной. Однако главную часть поставленной задачи можно считать в основном решенной, и предлагаемая методика, надо надеяться, сыграет свою роль в деле развития изучения биологического баланса водоемов.

Биологическая станция
Академии Наук СССР
Севастополь

Поступило
19 VI 1940

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ Л. В. Арнольди и К. Р. Фортунатова, Зоолог. журн., XVI, вып. 4 (1937). ² S. Valiani, Bolletino di pesca, di piscicoltura e di biologia Maggiorigno, A XI, fasc. 3 (1935). ³ T. Soljan a. O. Karlovac, Acta Adriatica Split (1932). ⁴ К. Р. Фортунатова, Природа, № 3 (1939).