

Л. В. АРНОЛЬДИ и К. Р. ФОРТУНАТОВА

**К ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОМУ ИЗУЧЕНИЮ ПИТАНИЯ РЫБ ЧЕРНОГО
МОРЯ**

(Представлено академиком С. А. Зерновым 7 IV 1937)

До последнего времени экспериментальное изучение питания рыб носило характер единичных, не систематических попыток. В течение последних пяти лет этой важной с рыбохозяйственной точки зрения области знания стало уделяться все больше внимания, и в настоящее время существует ряд лабораторий, занимающихся экспериментальным и количественным изучением питания рыб и его физиологией. Однако специальным изучением питания морских рыб занимаются лишь Всесоюзный научно-исследовательский институт морского рыбного хозяйства и океанографии и Севастопольская биологическая станция Академии Наук СССР.

Из опубликованных в настоящее время работ по экспериментальному и количественному опытному изучению питания рыб можно указать работы Dawes'a (1) над питанием *Pleuronectes platessa*, Боковой и Карпевич (2)—над скоростью переваривания у *Pleuronectes flesus*, *Gadus callarias*, *Gadus virens*, *Cottus scorpius*. Более обширная литература имеется по питанию пресноводных рыб.

Поскольку узкофизиологическое исследование недостаточно для оценки естественного пищевого баланса рыб в природе и результаты его трудно связуемы с вопросами продуктивности, мы, приступая к работе, занялись изучением количественной стороны процесса, обращаясь к физиологии лишь в случаях, требующих специального выяснения.

Задачей нашего исследования было выяснение суточных рационов, скорости переваривания пищи, коэффициента усвояемости пищи и кормового коэффициента. В 1935—1936 гг. эксперименты велись в аквариумах, снабженных проточной водой. Вода поступала из Севастопольской бухты непосредственно в аквариумы, в силу чего условия существования опытных объектов в отношении температуры и газового режима были близки к естественным, отличаясь только в наиболее жаркое время года несколько меньшим количеством кислорода и повышенным содержанием продуктов распада органического вещества. Рыбы содержались по одиночке. Наблюдения в 1935—1936 гг. велись над зоофагами, принадлежавшими к типам подстерегающих хищников*: *Gobiidae* (*G. batrachocephalus*, *G. cephalarges* и *Zostericola ophiocephalus*), *Scorpaena porcus*; подвижных донных зоофа-

* Терминология, применяемая здесь, устанавливается нами в специальной статье.

гов, *Motella tricirrata* и рыб, непосредственно не связанных с дном, активно разыскивающих и настаигающих добычу, *Corvina nigra*, *Crenilabrus pavo* *. Всего в опыте находилось 35 рыб. Указанный подбор объектов обуславливается главным образом способностью хорошо переносить содержание в аквариумах. Рыбы кормились естественным кормом, преимущественно креветками, рыбой, полихетами. Пища всегда давалась живой, навесками с точностью до 0.01 г. Кормление производилось ежедневно и всегда до полного насыщения рыбы по возможности с точной регистрацией времени кормления. Методика учета результатов кормления, переваривания и изменения веса рыб заключалась в регистрации времени появления экскрементов, которые тщательно выбирались и высушенные до постоянного веса взвешивались, а также во взвешивании опытных рыб раз в декаду в специальном тарированном сосуде.

Так как по техническим условиям работы не могли производиться в наиболее жаркий период, опыты распадаются на две серии: весеннюю (май—июнь) и осенне-зимнюю (август—март). Две указанные серии опытов дали в значительной степени разный характер изменения веса, интенсивности питания и поведения рыб, что можно отнести к влиянию сезонных физиологических изменений в организме рыб, у некоторых видов—к развитию гонад. Как правило рыбы, попадая в условия опыта, первое время отказываются от пищи и худеют. Это «первоначальное» похудание особенно резко выражено в весенней кратковременной серии опытов. В результате большой потери в весе и малой длительности опыта большинство рыб до конца наблюдений не компенсирует ее. Осенью первоначальное похудание выражено незначительно, и кривая увеличения веса до наступления зимних холодов у большинства рыб дает сильный подъем, в начале зимы заметно снижаясь. Холодный период года (с конца декабря по март), с температурой воды 10° и ниже, характеризуется стабилизацией веса рыб. В конце марта (предвесенний период) наблюдается начало нового подъема кривой веса. Такова общая динамика изменения веса по наблюдениям 1935—1936 гг. Полученные результаты, а также косвенные данные по другим видам рыб дают основание представить общий ход годового изменения веса в виде волнообразной кривой. При этом необходимо отметить, что каждая последующая вершина и подошва кривой выше предыдущей.

Наиболее интенсивный средний прирост веса обнаружили виды, относящиеся к группе неподвижных хищников: *Scorpaena porcus*, *Gobius cephalarges*, *Zostericola ophiocephalus*—105—135% первоначального веса** за период август—декабрь. *Corvina nigra* дали весьма неоднородную картину с колебаниями от почти полного отсутствия прироста до отличного (138%) в зависимости от индивидуальных особенностей. Минимальный прирост веса дали *Crenilabrus pavo*—104—108% (фиг. 1). Изменение веса рыб зависит от ряда причин, из которых наиболее видное место занимает интенсивность питания, т. е. количество одновременно принимаемой пищи, интервалы между отдельными приемами и усвояемость пищи. Среднее ежедневное потребление пищи за период между двумя очередными взвешиваниями, выраженное в процентах к весу рыбы, обозначается нами как суточный пищевой коэффициент (СК). Он равнозначен термину Scholtz «NG» (Narungsgefressung) (6).

* В 1936—1937 гг. опыты по экспериментальному изучению питания возобновлены в большем масштабе.

** Цифра изображает не величину прироста в процентах, а конечный вес опытной рыбы, выраженный в процентах к первоначальному.

Общий ход изменений СК и величины интервалов, а через них и веса тесно связан с изменениями температуры. Оптимальной температурой, при которой СК достигает максимума, является температура 18—22°. Нижней критической температурной границей является для большинства

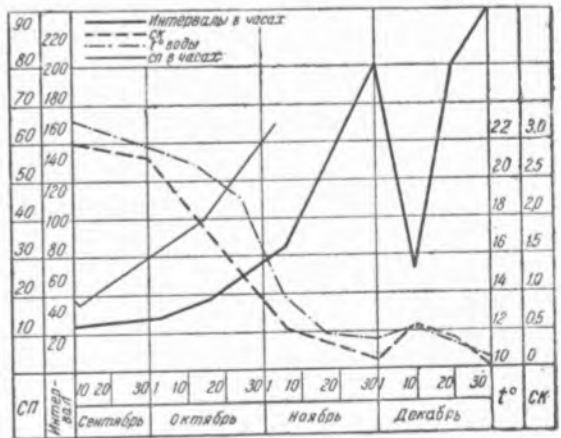


Фиг. 1.—Изменения t° воды, веса и СК у *Scorpaena porcus* и *Crenilabrus pavo*

видов 10° , при которой эти виды переходят к минимальному рациону, вполне компенсирующему расход энергии, вследствие чего рыбы худеют. Хотя ход изменения СК параллелен изменениям температуры, однако наиболее резкие изменения СК связаны главным образом с моментами изменения тенденции температурной кривой, т. е. с отрицательной на положительную, и наоборот, или даже только с временным прекращением изменения. При этом величина изменения СК не пропорциональна градиенту температуры. Кроме того СК подчиняется также каким-то внутренним сезонно-физиологическим импульсам в организме рыбы. Средние величины СК в период интенсивного питания, с сентября по октябрь, у *Corvina nigra*—2.5, *Crenilabrus pavo*—1.5, *Scorpaena porcus*: крупные—1.7, мелкие—3.0; *Gobiuscephalarges*—3.0.

В период зимней стабилизации веса рыбы в опыте переходят на «поддерживающий» СК, т. е. такой, при котором их вес не изменяется. Величина поддерживающего СК в этот период колеблется в среднем у разных видов от 0.4 до 0.7.

Как указано выше, рыбы кормились ежедневно. Однако с понижением температуры они все чаще отказывались от ежедневных приемов пищи, и перерывы достигали у неподвижных хищников *Scorpaena* и *Gobiidae* до 20—25 суток. Так как в холодный период у большинства рыб последующие приемы пищи наступают лишь после полного опорожнения кишеч-



Фиг. 2.—Зависимость между t° воды и величинами СК, скорости преваривания и интервалов у *Scorpaena porcus*.

ника, они оказываются тесно связанными со скоростью переваривания (фиг. 2).

Под скоростью переваривания мы подразумеваем в данном случае время, потребное для прохождения пищи всего кишечного тракта 1) до начала выделений и 2) до полного опорожнения кишечника. Скорость переваривания стоит в тесной связи с температурой, меняясь в пределах 9—24° до четырех и более раз. При оптимальной для величины СК температуре 18—20° наблюдались следующие сроки переваривания: *Scorpaena porcus*—начало эвакуации через 40, конец через 66 час. после кормления; для *Gobiidae*—соответственно через 18 и 44 часа, *Corvina nigra*—через 13 и 23 часа; *Crenilabrus pavo* через 10 и 14 час. При зимних температурах сроки переваривания значительно увеличиваются. В общем соотношение скорости переваривания и температура укладываются в рамки закона вант-Гоффа, как это указывалось Scheuring (5), Hathaway (4), Корзинкиным (3) и др.

Величины усвояемости, полученные в опыте, дают почти полное единообразие для всех видов, бывших в опыте. Колебания средних величин не превышают обычно 3—4%. Все же можно отметить, что наиболее полно усваивают неподвижные хищники *Scorpaena* и *Gobiidae*, в среднем давая коэффициент 83—84%. Наименьшая усвояемость у *Crenilabrus pavo*—81%. Изменение величины усвояемости наблюдалось при понижении температуры у *Gobius cephalarges*, снижаясь с 88—89% при температуре 19° до 74—75% при 12°.

Установление кормового коэффициента (КК) является одной из основных задач нашего исследования и служит как бы связующим звеном между областью изучения продуцирования и консумации. Наименьшим КК, т. е. наиболее эффективным усвоением корма, обладают подстерегающие хищники: *Scorpaena* и *Gobiidae*, имеющие в среднем за все время опытов КК=4.6—5.5. Индивидуальные колебания КК у *Scorpaena*, давших наиболее полный материал, не превышают единицы. Наиболее высокий КК отмечен у *Crenilabrus pavo*: 14.5—23.5, в среднем за весь период опытов 20. Полученные данные стоят в полном соответствии с биологическим типом рыб. Значительные колебания КК у большинства видов рыб в различные сезоны года требуют для выведения достоверного среднегодового КК полного годового цикла наблюдений.

В заключение необходимо указать на недостаточность масштаба опытов 1935—1936 гг. и на возможность влияния своеобразных метеорологических особенностей года. Нельзя забывать и того, что экспериментальные данные, полученные даже в хороших условиях, все же нуждаются в проверке в природе. Только путем сопоставления данных, полученных в природе и в опыте, можно составить правильное представление об изучаемом вопросе.

Биологическая станция
Академии Наук СССР.
Севастополь.

Поступило
7 IV 1937.

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ Dawes, Journ. of the Marin. Biol. Ass., XVII, № 1, 3. ² А. Ф. Карпевич и Е. Н. Бок ова, Зоологич. журн., XV (1936). ³ Г. А. Корзинкин, Тр. лимн. ст. в Косино, вып. 15 (1932). ⁴ Hathaway, Ecology, 8 (1932). ⁵ Scheuring, ZS. f. Fisch., XXVI, N. 2 (1928). ⁶ Scholz, ZS. f. Fisch., XXX, N. 4 (1932).