

А. К. САДАНОВ<sup>1</sup>, А. Ш. КАНБЕТОВ<sup>2</sup>

## БИОСОРБЦИЯ У РЫБ

Впервые на способность рыб поглощать с помощью жабр и кожи растворенные в среде вещества указал Пюттер [15]. Он выдерживал рыб в отваре из водорослей, из рыб, в солевых растворах и др. Пришел к выводу, что до 55 % энергии, расходуемой на обмен, покрывается за счет растворенных питательных веществ и 45 % - за счет органических веществ тела рыбы.

Рассмотрев различные аспекты этого вопроса, Пюттер заключает: изучение условий питания рыб представляет собой желанный случай подтвердить в полной мере основные взгляды, ранее им высказанные в отношении беспозвоночных. Он убежден в способности кожи и жабр рыб поглощать растворенные органические соединения, и считает, что не может быть принципиального различия между питанием рыб посредством резорбции из среды растворенных веществ и с помощью веществ, принимаемых в конкретной форме, то есть между веществами, проникающими через кожу или проникающими через эпителий стенок кишечника. Пюттер, правда, стремился рассматривать разнообразные растворенные в воде вещества, как основу для питания рыб в том случае, когда она находится в наиболее богатом и удобном состоянии, наряду с этим оформленная пища, по его мнению, является необходимой, в качестве равноценной или заменяющей.

И. Крыженецкий [13, 14] поставил опыты на мальках рыб и головастиках лягушек. Оказалось, что в воде, содержащей пептон и сахар или биоклеин (богатый витаминами препарат, полученный из хлебных зерен), они хорошо растут без прибавления оформленной пищи, и имеет место увеличение сухого вещества. Как выяснилось позже, головастики и мальки рыб способны вылавливать из воды мелкие частицы взвеси и бактерии (А.Ф.Сокольский и др., [17, 18]. В таком случае опыты нельзя признать корректными.

Б. Костомаров [9-11] содержал личинки карпов в питательных растворах из смеси (сахарозы + пептона + глюкозы), в экстракте из дафний, в экстракте из дрожжей и сена, в настое сена, в гемолизованной сыворотке крови. На основании опытов пришел к выводу о способности карпов воспринимать растворенные питательные веще-

ства, однако, в количествах, недостаточных для полного покрытия потребности в пище. Лишь в сравнении с контрольными голодавшими мальками, рыбки, находившиеся в питательном растворе, истощались меньше.

В одной из своих работ Крог [12] сообщил, что рыбы и другие исследованные им животные, помещаемые в водный раствор сахара (глюкозы) концентрацией 5-20-40 мг/л действительно потребляли ее в количествах, приблизительно покрывающих 1/4 газообмена. Но одновременно органическое вещество в соответствующих или больших количествах возвращалось в воду.

Против парэнтерального питания рыб выступал Н. В. Пучков [4]. По его мнению, после обстоятельных исследований Крога, а также данных, полученных другими учеными, вряд ли может оставаться сомнение в ошибочности основных предпосылок, послуживших Пюттеру для создания его теории.

С появлением экспериментальных работ по радиоэкологии водных организмов возник новый источник информации по парэнтеральному питанию рыб. Это произошло потому, что часто радиоэкологические исследования проводились с веществами, имеющими для рыб трофическую ценность.

В это же время появляются первые единичные исследования, имеющие основной своей целью выяснение особенностей парэнтерального питания рыб с помощью меченых соединений.

Так, по В. С. Кирпичникову и соавт. [1] средняя часовая скорость поглощения карпом  $P^{32}$  из водного раствора составила за 6 часов для жабр 28 мг/кг, а для мускулов - 1,1 мг/кг сухого веса.

И. А. Шеханова [7] подсчитала, что за 30 суток (июнь-июль), годовики карпов потребляют около 616,1 мг неорганического фосфора, из которых усваивается только 85 %, т. е. 523,7 мг фосфора из кормов. Фактически же в организме обнаружилось, 539,7 мг фосфора, то есть на 10 мг больше. Если не учитывать выделения фосфора, как величины весьма малой, то разница в 16 мг (3 %) от общей величины прироста фосфора должна быть покрыта за счет биосорбции растворенного в окружающей среде фосфора. Близкие к

трем процентам величины (1,5-2 %) получила Шеханова и в специальных опытах.

В водоемах фосфора всегда очень мало, а в небольших рыбоводных прудах его концентрацию всегда можно искусственно существенно повысить (А. Ф. Сокольский, [17]). И можно не сомневаться в том, что парэнтеральное поглощение рыбами фосфора в таких условиях также существенно возрастет.

С помощью материалов Г. Д. Лебедевой [2, 3] можно также показать, что необходимые количества стронция могут быть получены рыбами (например, годовиками карпа) непосредственно из воды.

Так, в одной из серий опытов Лебедевой концентрация стронция-89 в растворе достигла  $1,0 \cdot 10^{-7}$ - $0,3 \cdot 10^{-7}$  кюри/л, т. е.  $34,408 \cdot 10^{-7}$  мкг/л. После четырехмесячного пребывания в таком растворе рыб радиоактивность их костей стала равной в одном случае  $7,8 \cdot 10^{-6}$ , в другом -  $3,8 \cdot 10^{-5}$  кюри/кг сырого веса. Если учесть, что только 75 % обнаруженного стронция поступило биорсорбционным путем, и полученные данные перевести в весовые единицы, то получим в первом случае -  $20,1 \cdot 10^{-5}$ , а во втором -  $97,06 \cdot 10^{-5}$  мкг/кг, что в среднем составит  $58,5 \cdot 10^{-5}$  мкг/кг стронция-89 за 4 мес, а за 1 мес  $14,6 \cdot 10^{-5}$  мкг/кг.

В естественных водоемах реальная концентрация стронция может достигать 34,4 мкг/л. Во всяком случае в различных озерах Швеции, согласно Агнедалу [8], количество стронция колеблется от 6 до 120 мкг/л. В таком случае сеголеток карпа за месяц вполне может накопить  $15 \cdot 10^{-2}$  мкг; то есть 1,5 мг/кг стронция. Это вполне достаточно для обеспечения его потребности в стронции.

В море, по А. С. Патину [6], стронция в среднем содержится 8 мг/л, а камбала *Pleuronectes platessa* по Темплетону [16] накапливает природного стронция до  $K_n = 4,2$ . Следовательно, это составит  $4,2 \cdot 8 = 33,6$  мг, а 75 % - 25,5 мг/кг живой рыбы. Стронций по количеству содержания в организме рыб относится к разряду микроэлементов и может составлять менее  $1 \cdot 10^{-3}$ - $1 \cdot 10^{-12}$  % веса [5].

Следовательно, если остальные пресноводные и морские рыбы биосорбируют стронций подобно карпу и камбале, то основное количество стронция (как и кальция) поступает в их организм биосорбционно.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Куртичкиков В.С., Светловидов А.Н., Трошин А.С. Поглощение и отдача радиоактивного кальция дафниями, циклопами и гуппиями // ДАН СССР. 1956. Т. 110, № 6. С. 1122-1125.
2. Лебедева Г.Д. Накопление  $Sr^{90}$  мальками верховодки и карпа // В сб.: Распределение, биол.действ. и миграция радиоакт. изотопов. М.: Медгиз, 1961. С. 319-322.
3. Лебедева Г.Д. Основные пути миграции  $Sr^{89}$  в организм бентосоядной рыбы в условиях пресноводного водоема // Радиобиол. 1962. Т. 2, вып. 1. С. 43-49.
4. Пучков Н.В. Физиология рыб. М.: Пищепромиздат, 1954. 372 с.
5. Строганов Н.С. Экологическая физиология рыб. Т. I. М.: МГУ, 1962. 442 с.
6. Шведов В.П., Патин С.А. Радиоактивность океанов или морей. М.: Атомизд., 1968. 287 с.
7. Шеханова И.А. Изучение фосфорного обмена у молодки карповых и осетровых рыб с применением радиоактивного фосфора. М.: Изд. журн. «Рыбн. хоз.», 1959. 77 с.
8. Agnedal P.O. Calcium and Strontium in shwidish waters and fish accumulation et Strontium-90; Actienbolages Atomenergy. Stocholm, Shweden, 1966. 19 p.
9. Kostomarov B. Muze karppludek vjuritkovative vode rozou szechiviny // Vestn. Ceskoslovenske Akad. zemledele ROK. 1926. Т. 11. P. 5-6.
10. Kostomarov B. Prispvek k otazce jsouli ryby schopny vyuzitkovati zivin rozpustenyh ve vode.-Sb.ceskoslovenske Acad.
11. Kostomarov B. Die Bedeutung der gelosten Nahrungsubstanzen fur den Stoffwechsel Karpfenbruss; Arch.fur Hydrob. 1928. Bd. 19, H. 1. S. 331-365.
12. Krogh A. Uber die Bedeutung der gelosten organischen Substanzen bei der Ernahrung der Wassertiere; Z. Vergl. Physiol. 1936. Bd. 12, H. 1.
13. Krizennecky J. Zur Frage der Ernahrung von Amphibienlarven durch in Wasser gelosten Nahrungstoffe; Arch. Hydrob. 1925 b. Bd. 14. S. 169.
14. Krizennecky J. Studien uber die Funktion der im Wasser gelosten Nahrungsubstanzen im Stoffwechsel der Wassertiere; Z. vvergl. Physiol. 1928. Bd. 8. S. 53-69.
15. Putter A. Ernahrung der Fische; Z. allg. Physiol. 1909 b. Bd. S. 147-247.
16. Templeton W.L. Fission products and aguatic organisms. Effect of Polution of living material (8<sup>th</sup> Symp.). London, 1959.
17. Сокольский А.Ф. Влияние различных видов и доз удобрений на уровень микробиологических процессов в воде и грунтах прудов дельты реки Волги; Автореф. канд. дисс. Алма-Ата, 1977. 21 с.
18. Новожилова М.И., Сокольский А.Ф., Горбунов К.В. Микрофлора и удобрение прудов аридной зоны СССР. // Алма-Ата: Изд. «Наука» КазССР, 1987. 150 с.

## Резюме

Балыктардың желбезектері мен терілерінің көмегі арқылы суда еріген заттектерді жұтып қою кабылеттілігі байқалған.

УДК 591.524.1

<sup>1</sup>Республиканское государственное предприятие «Центр биологических исследований», г. Алматы;

<sup>2</sup>Атырауский институт нефти и газа, г. Атырау

Поступила 2.05.07г.