

УДК 591.524.1

А. Ф. СОКОЛЬСКИЙ<sup>1</sup>, А. К. САДАНОВ<sup>2</sup>, А. Ш. КАНБЕТОВ<sup>3</sup>**БИОСОРБЦИЯ РАСТВОРЕННЫХ В ВОДЕ ВЕЩЕСТВ ИКРОЙ РЫБ**

Отмечено, икра рыб, пребывая в воде, не только дышит в процессе эмбриогенеза, но и также поглощает другие растворенные в ней органические и неорганические соединения.

Икра рыб и других водных животных с позиций предлагаемой теории концепции представляет исключительный интерес, поскольку на ней вопросы биосорбции всегда можно решить лишь однозначно. Одновременно проблема биосорбции яйцами водных животных и особенно рыб, имеет особое теоретическое и прикладное значение.

С общепризнанной точки зрения, развивающиеся икринки рыб обеспечены необходимыми веществами и практически нуждаются только в кислороде и воде. Наиболее четко такую точку зрения обосновал экспериментально А. И. Зотин [2]. Еще раньше Лёб [22] также в результате длительного экспериментирования нашел, что яйца морской рыбки *Fundulus heteroclitus* могут развиваться нормально в дистиллированной воде и в воде с повышенной концентрацией солей. Вылупившиеся зародыши в применяемых им растворах погибали почти мгновенно. На основании этого автор пришел к убеждению, что оболочка яиц названной рыбки практически непроницаема для воды и солей в физиологически сбалансированном растворе. Это убеждение не поколебали и даже проведенные автором другие эксперименты, из которых вытекал противоположный вывод. К подобным выводам пришли Л. Проссер, Ф. Браун [5], также считающие, что яйца морских и пресноводных рыб (возможно, и большинства пресноводных животных) после оплодотворения фактически утрачивают проницаемость для воды и солей.

Общеизвестно образование у рыб вскоре после оплодотворения под оболочкой (хорионом) яйца специального, так называемого перивителлинового пространства, заполненного прозрачным коллоидом, разбухающим за счет впитываемой воды. Названное пространство становится как бы барьером, дополнительно защищающим зародыш от вредного воздействия среды и

уже, конечно, мешающего биосорбции. Излагаемую точку зрения подтверждают другие наблюдения. Напомним на покрытые кожистой оболочкой весьма крупные яйца сельхозных рыб. Именно здесь встречаем самое крупное яйцо - яйцо акулы *Lamna*, достигающее 20 см. Трудно себе представить, чтобы в нем не содержались все необходимые для зародыша питательные вещества.

Несмотря на все сказанное уже давно зреет и противоположная точка зрения. Так, П. Г. Светлов [6, 23] на яйцах форели *Salmo trutta m. fario* показал, их проницаемость для NaCl, HgCl<sub>2</sub>, KCl сахарозы, коллоидных красителей, таких как нейтраль-рот и нильбюу сульфат. Богущий (1930) (цит. по А. И. Зотину [2]) на других лососевых (*Salmo fontinalis*, *S. salar*) показал проницаемость оболочки их яиц для солей, моносахаридов, аминокислот и непроницаемость для белков, полисахаридов и других коллоидов.

Кроме того, проницаемость оболочек для воды, солей и сахаров показана для яиц форели - *Salmo sp.* [16], рыбки - *Ogysias latipes* [17], кеты - *Onchorhynchus keta* [15], свирского лосося, радужной форели - *S. iridens* [18], колюшки - *Gasterosteus sp.* [21], хамсы - *Engraulis engrasicholus*, морского языка - *Solea laskaris*, шпрота - *Spratus spratus*, барабульки - *Mulus barbatus*, камбалы-глосса - *Platichthys flesus luscus*, вьюна - *Misgurnus fossilis* [1] и др. Многочисленными исследованиями, из которых назовем только Шанклина, была доказана проницаемость для воды и солей оболочки яйца упоминавшейся ранее морской рыбки *Fundulus*.

Некоторые исследователи [19, 20] считают, что хорион проницаем для воды и растворенных веществ, а желточная оболочка для них фактически непроницаема. Поэтому из перечисленных выше материалов неясно: преодолевали ли проникающие через хорион вещества перивителлиновое пространство и желточную оболочку,

а также - что самое важное - оказывали ли проникающие вещества влияние на развитие зародышей рыб.

Можно предполагать, что, поскольку перивителлиновое пространство заполнено жидкостью и, вместе с желточной оболочкой не служит препятствием для проникновения кислорода, то оба они не будут препятствовать проникновению воды и растворенных в ней веществ. Но не будем торопиться с окончательными выводами, а дополнительно рассмотрим еще ряд экспериментальных данных.

Так, пелагическая икра, состоящая главным образом из икры хамсы *Engraulis encrasicolus*, а также икры ставриды *Trachurus trachurus ponticus* и барабули *Mulus barbatus*, помещенная в водный раствор стронция-90 - иттрия-90 при концентрации порядка  $10^{-10}$  кюри/л и выше, за время от 15 мин до 32 часов накапливала стронция-90, главным образом, внутри икринки. При этом  $K_n$  этих радионуклидов был менее единицы. Иттрий-90, наоборот, практически не проникал через оболочку икринки, но концентрировался на ее поверхности до концентрации порядка 10 000. Кроме того, оказалось, что пелагическая икра с ее тончайшей оболочкой и малыми размерами, концентрирует иттрий-90 в заметно больших количествах, чем крупная икра саргана, одетая в кожистую оболочку [4].

Н. В. Куликов и соавт. [24] изучали накопление стронция-90 икрой таких пресноводных рыб, как щука, окунь, карась и линь. Было установлено, что, во-первых, оба радионуклида накапливаются в основном в оболочках икринок, а не так, как отмечали для пелагической морской икры Г. Г. Поликарпов и В. Н. Иванов [4].  $K_n$  стронция-90, достигнув определенного значения в самом начале, затем по мере развития икры, не

изменяется, в то время как  $K_n$  иттрия-90 возрастает до конца инкубации.

Таким образом, данные Поликарпова и Иванова с одной стороны, а также данные Куликова и соавт. - с другой оказываются противоречивыми в вопросе: проникают ли радионуклиды внутрь икринок всех подвергшихся экспериментированию рыб?

Имеются также данные о способности икры рыб накапливать некоторые другие радионуклиды. Так, В. И. Иванов [3] сообщает о способности икры саргана и хамсы накапливать  $P^{32}$ , а пикши - серы - 35.

Г. В. Федорова [7-12] провела много исследований по выяснению биосорбции радионуклида икрой рыб. Ученый пришла к убеждению, что радиоуглерод в органической и неорганической формах поступает в икру рыб за счет процессов поверхностной адсорбции на оболочке икры, проникновения этих соединений в толщу развивающегося зародыша и в окружающую его жидкость. Адсорбция  $C^{14}$  на оболочке икры происходит одновременно с поступлением его в содержимое икры. По данным автора оболочка икры накапливает значительно меньшую радиоактивность, чем зародыш. Это также подтверждается данными И. А. Шехановой [13] относительно инкорпорирования  $C^{14}$  икрой радужной форели.

Абсолютные величины накопления  $C^{14}$  в икре пеляди находятся по Г. В. Федоровой в определенной зависимости от стадии эмбриогенеза. Чем более сформирован эмбрион, тем большую радиоактивность он накапливает.

По мнению Г. В. Федоровой и др. авторов закономерная связь между величинами накопления  $C^{14}$  и стадией развития икры обусловлена, прежде всего, изменением уровней метаболизма, которые во многом определяются анатомическими

Коэффициенты накопления  $C^{14}$  икрой рыб (перед вылулплением личинок)

| Виды рыб          | $K_n$    | Продолжительность эмбриогенеза (сутки) | Температура воды | А в т о р ы          |
|-------------------|----------|--|------------------|----------------------|
| 1. Карась         | 1,1      | 7-9                                    | 17-19            | Г. В. Федорова (284) |
| 2. Плотва         | 2,5-3,4  | 4-6                                    | 17-19            | Г. В. Федорова (284) |
| 3. Уклея          | 3,4      | 4-6                                    | 17-19            | Г. В. Федорова (284) |
| 4. Е р ш          | 2,5-2,6  | 4-6                                    | 17-19            | Г. В. Федорова (284) |
| 5. Палия          | 3,5-10,8 | 70                                     | 5-6              | Г. В. Федорова (284) |
| 6. Пелядь         | 48,6     | 80,0                                   | 5-6              | Г. В. Федорова (284) |
| 7. Каменный окунь | 25,0     | 0,7                                    | 16               | В. Н. Иванов (115)   |
| 8. Морской ерш    | 30,0     | 1,3                                    | 16               | В. Н. Иванов (115)   |

и физиологическими особенностями развивающегося зародыша.

Г. Ф. Федорова подчеркивает, что у икры как весенне-, так и осеннерестующих рыб предел накопления  $C^{14}$  за период эмбриогенеза не был достигнут. Подобная закономерность была получена и при инкубации икры морского ерша, каменного окуня и радужной форели, в воде содержащей  $C^{14}$  в разных формах и количествах [3, 13].

Из приведенной таблицы следуют такие выводы.

1. Величина  $K_n$  не зависит от продолжительности эмбриогенеза;

2. Величина  $K_n$  не зависит от температуры воды.

Таким образом, создается впечатление, что икра различных рыб в процессе своего развития вплоть до выклева личинки, осуществляет обмен с окружающей средой не только кислородом и углекислотой, но и другими, растворенными в воде органическими и неорганическими соединениями. Подобной точки зрения придерживается также И. А. Шеханова [14].

Итак, икра рыб, пребывая в воде, не только дышит в процессе эмбриогенеза, но и также поглощает другие растворенные в ней органические и неорганические соединения.

И это, по крайней мере, для углерода, не ограничивается первой стадией биосорбции, а идет до конца, то есть завершается проникновением радионуклида, а точнее - меченой молекулы внутрь живой клетки.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. *Беляев Э.В.* Некоторые особенности физиологии спермы и яиц рыб // Труды Мосрыбвтуза. 1957. Вып. 8. С. 271-277.
2. *Зотин А.И.* Строение, свойства и значение яйцевых оболочек зародышей осетровых и лососевых рыб: Автореф. кан. дис. М., 1953. 16 с.
3. *Иванов А.В.* Погонофоры // Жизнь животных. Т. 2 / Под ред. Л. А. Зенкевич. М.: Просвещ., 1968. С. 303-315.
4. *Поликарпов Г.Г., Иванов В.Н.* Накопление радиоизотопов стронция и иттрия икрой морских рыб // Радиобиол. 1962. Т. 2, вып. 2. С. 207-210.
5. *Проссер Л. и Браун Ф.* Сравнительная физиология животных. М: Мир, 1967. 766 с.
6. *Светлов П.Г.* К вопросу об осмотическом давлении и проницаемости яиц форели // ДАН СССР. Сер. А. 1928. № 24. С. 504-508.
7. *Федорова Г.В.* Поглощение и выделение радиоактивного углерода рыбами // Научн. докл. высш. шк. Биол. н. 1963а. №4. С. 84-89.
8. *Федорова Г.Ф.* Экспериментальное исследование поступления углерода-14 в развивающуюся икру и личинки пресноводных рыб // Радиобиол. 1963б. Т. 3, вып. 5. С. 690-692.
9. *Федорова Г.В.* О поступлении радиоактивного углерода -  $C^{14}$  в организм рыб // Механизмы биол. действ. радиаци. Львов, 1965а. С. 165.
10. *Федорова Г.В.* Поступление углерода-14 в икру и личинок осеннерестующих рыб // Радиобиол. 1965б. Т. 5, вып. 5. С. 432-434.
11. *Федорова Г.В.* Закономерности поступления, выведения и биологического действия радиоуглерода -  $C^{14}$  на разных стадиях онтогенеза пресноводных рыб: Автореф. докт. дис. Казань: Казанский ун-т, 1970. 40 с.
12. *Федорова Г.В.* Закономерности поступления, выведения и биологического действия радиоуглерода -  $C^{14}$  на разных стадиях онтогенеза пресноводных рыб // Л.: Изв. ГосНИОРХа, 1974. Т. 91. 188 с.
13. *Шеханова И.А.* Усвоение биогенных элементов развивающейся икрой рыб в процессе развития // Обмен веществ и биохим. рыб. М.: Наука, 1967. С. 237-242.
14. *Шеханова И.А.* Аккумуляция и распределение растворенных в воде радиоизотопов в икре рыб в период эмбриогенеза // Тр. ВНИРО. 1970. Т. 69. С. 19-27.
15. *Aoki K.* Uber die Wasser aufnahme der Lachseier. 1. Fas. Sci. Hokkaido Univ. ser. zool. 1939. V. 7, N 1. S. 27-38.
16. *Gray J.* The osmotic properties of the eggs of the trouth (Salmo faria) // J. expt. biol. 1932. V. 9, N 3. P. 277-299.
17. *Ikeda V.* Permeability of the egg membrane of Orystia latipes // J. Fac. sci. imp. univ. Tokyo, 1934. Sec. 4, 3, N 3. P. 499-504.
18. *Kalman S.* Sodium and water exchange in the trauth eggs // J. cell. a. Comp. Physiol. 1959. V. 54, N 2. P. 155-162.
19. *Kao C.V.* Pressure-volume relation ship of the Fundulus egg in sea water and in sucrose // J. Gen. Physiol. 1956. V. 40, N 1. P. 90-105.
20. *Kao C.V., Chambers R.* // Exper. biol. 1954. V. 31. P. 139-149.
21. *Kusa M.* Osmotic properties of the cortical alveoli in the egg of the stickleback // Annot. zool. Jap. 1953. V. 26, N 3.
22. *Loeb J.* Организм как целое с физико-химической точки зрения. М.; Л.: Госиздат, 1926.
23. *Svetlov P.* Entwicklungsphysiologische Beobachtungen an Forelleneier; Roux's Arch. Entwicklungsmech. Organism. 1929. V. 114, N 4-5. S. 771-785.
24. *Куликов Н.В., Безель В.С., Ожегов Л.Н.* Накопление стронция-90-иттрия-90 икрой пресноводных рыб и расчет поглощения доз облучения // Пробл. радиоэкол. водн. животн. Матер. симп. Свердловск, б/м 1971. С. 135-145.

<sup>1</sup>Кастийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства, Российская Федерация, г. Астрахань;

<sup>2</sup>Республиканское государственное предприятие «Центр биологических исследований», г. Алматы;

<sup>3</sup>Атырауский институт нефти и газа, г. Атырау

Поступила 17.04.07г.