

М. Ф. ВЕРНИДУБ и Х. А. ЛЕЙЗЕРОВИЧ

О ВОДНОМ ОБМЕНЕ РАЗВИВАЮЩИХСЯ ЯИЦ РЫБ

(Представлено академиком Л. С. Бергом 17 III 1950)

Известно, что рост зародыша рыб связан с приемом воды эмбрионом из желтка ⁽¹⁾. Общепринята точка зрения, согласно которой яйца рыб после первоначального набухания при отложении их в воду больше не воспринимают воды из среды, окружающей яйцо ⁽¹⁻³⁾. Обогащение зародыша водой допускается только за счет желтка. Применение тяжелой воды ⁽⁴⁾ показало, что исключение представляет лишь стадия пигментации глаз, во время которой происходит обогащение всей системы яйца водой из окружающей его среды.

Однако более тщательное наблюдение над яйцами некоторых рыб показало, что во время образования бластодиска и на начальных этапах дробления наблюдаются ритмичные изменения объема желтка ^(5, 6). Применение метода графической записи ⁽⁷⁾ и измерение объемов как желтка, так и всего яйца ряда рыб (Вернидуб) позволили установить, что в первые часы после оплодотворения наблюдаются ритмичные изменения не только объема желтка, но и всего яйца.

Одним из авторов ⁽⁸⁾ было установлено, что к гипертоническим солевым растворам яйца различных рыб проявляют высокую чувствительность в периоды усиления процессов роста. Возникал вопрос, не связано ли усиление роста с усилением гидратации материала желточного мешка за счет приема воды как из перивителлинового пространства, так и из внешней среды.

Для выяснения этого вопроса были проведены наблюдения над развивающимися яйцами пресноводного окуня (*Perca fluviatilis*), корюшки (*Osmerus operlanus*) и сига-лудогы (*Coregonus lavaretus ludoga*). Отдельные порции, по 100—150 яиц каждая, помещались в чашки Петри с начала своего развития и периодически, с точным учетом стадии их развития, подвергались измерению.

Измерялись поперечные диаметры желтка и всего яйца. Измерение производилось с помощью окуляр-микрометра при малом увеличении микроскопа. Всего было проведено 15 серий подобных наблюдений, охватывающих почти весь период эмбрионального развития. Кроме того, ряд наблюдений был сделан на отдельных яйцах от момента их оплодотворения до формирования эмбриона. Полученные результаты приводятся на рис. 1—3.

Как видно из кривых, в процессе эмбрионального развития происходят неоднократные изменения объемов не только желточного мешка, но и всего яйца, безусловно за счет приема и отдачи воды яйцом. До сих пор общепринят взгляд на яйцо рыб как на «замкнутую систему». Приводимые данные показывают, что он обусловлен недостаточностью наших знаний о водном обмене развивающихся яиц.

Как видно из кривых, изменения объемов и желточного мешка и всего яйца — резкие, скачкообразные. Они закономерно происходят на одних и тех же стадиях развития: на одних стадиях объемы и желточного мешка и всего яйца увеличиваются, на других резко уменьшаются. Увеличение объемов происходит с началом гастрюляции (у яиц сига-лудог и во время удлинения зародышевой полоски), во время образования хвостовой почки и хвостового отдела и в начале пигментации глаз.

Установлено (9-12), что в указанные периоды развития рост зародыша резко возрастает, тогда как в периоды уменьшения объема желтка он значительно снижается либо прекращается (стадия закрытия бластопора).

Таким образом, усиленный рост зародыша, во время которого происходит увеличение его активной массы, связан, повидимому, с гидратацией питательного материала, заключенного в желточном мешке. Об этом свидетельствуют специальные эксперименты (8), показавшие, что

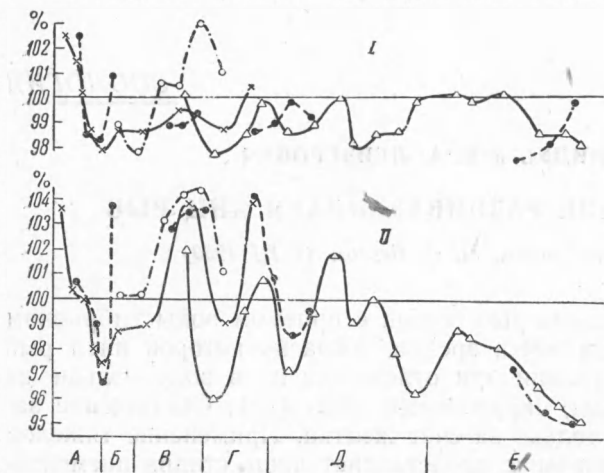


Рис. 1. Объем яйца и желтка сига-лудог в % к объему в начале дробления; I — все яйцо в разных кладках, II — желток. Стадии: А — дробление, Б — гастрюла, В — образование зародышевой полоски, Г — формирование эмбриона, Д — образование заднего отдела туловища и хвостового отдела, Е — пигментация глаз

в условиях, когда система зародыш + желток лишена возможности обогащаться водой из окружающей яйцо среды или даже теряет ее, несмотря на отсутствие отмирания и на продолжающееся формирование эмбриона, рост последнего угнетается либо прекращается.

В сильно гипертонических растворах, если зародыш не в состоянии обеспечить гидратацию желтка, происходит довольно быстрое отмирание его при явлении сильного повреждения (угрубление структур, сжатие самого зародыша, повышение способности связывать витальные красители). И наоборот, в другие периоды развития, когда интенсивны процессы дифференцировки, гидратация желточного мешка резко снижается, и в гипертонических условиях даже сильная дегидратация и его и перивителлинового пространства не препятствует развитию и не вызывает отмирания. Последнее происходит лишь при достижении следующей стадии усиления процессов роста. Подобная связь между изменением осмотического давления и прироста сухого вещества была установлена для яиц амфибий и цыпленка (13).

Итак, яйцо рыб — не «замкнутая система». Во время своего развития зародыш извне берет не только необходимый для него кислород и выделяет в окружающее его пространство продукты своего обмена

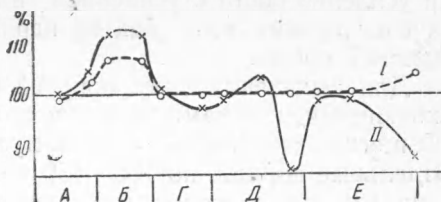


Рис. 2. Объем яйца и желтка корюшки в % к объему в начале дробления. I — все яйцо, II — желток. Стадии: А — дробление, Б — гастрюла, Г — формирование эмбриона, Д — образование хвостового отдела, Е — пигментация глаз

(CO₂ и другие метаболиты), но совершает и периодический обмен воды. Мы считаем, что механизмом, обеспечивающим возможность осуществления водного обмена на разных стадиях развития яйца, является обмен веществ.

Доказано, (⁹, ¹¹, ¹²), что по ходу эмбрионального развития рыб происходит изменение характера и уровня обмена. На стадиях, когда наблюдается резкое усиление темпа роста зародыша и, как установлено в настоящем исследовании, объемов всего яйца и особенно желточного мешка, характер обмена изменяется — происходит усиление аноксидативно протекающих процессов обмена веществ. В периоды снижения темпа роста и уменьшения объемов и всего яйца и желточного мешка интенсивность последних резко падает и возрастает роль аэробно протекающих процессов обмена веществ. Представляет интерес, что, несмотря на повышенную чувствительность к гипертоническим солевым растворам развивающихся яиц именно в периоды усиления темпа роста, дегидратация желтка на этих стадиях развития значительно слабее, чем в другие стадии развития.

Таким образом, повидимому, образование осмотически активных веществ в самом желтке, а также накопление недоокисленных продуктов метаболизма в периоды усиления темпа роста и создают те условия, которые способствуют обогащению не только всей живой системы яйца, но и перивителлинового пространства водой, столь необходимой как для роста зародыша, так и для выведения из системы яйца недоокисленных конечных продуктов метаболизма.

Ленинградский государственный университет
им. А. А. Жданова

Поступило
14 III 1950

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ P. Kronfeld u. F. Scheminsky, Arch. Entw.-Mech., 107, H. 1 (1926).
² J. Gray, Brit. Journ. Exp. Biol., 9, No. 3 (1932). ³ P. Swetlow, Arch. Entw.-Mech., 114, H. 4/5 (1929). ⁴ A. Krogh and H. Ussing, Journ. Exp. Biol., 14, No. 1 (1937). ⁵ Н. С. Строганов, Биол. журн., 7, № 3 (1938). ⁶ Н. С. Строганов, Уч. зап. МГУ, в. 33 (1939). ⁷ L. Rotschild, Journ. Exp. Biol., 23, No. 3—4 (1947). ⁸ М. Ф. Вернидуб, ДАН, 58, No. 3 (1947). ⁹ А. Н. Трифонова, Биол. журн., 6, № 2 (1937). ¹⁰ A. Trifonowa, M. Vernidoube et N. Philippoff, Acta Zool., 20 (1939). ¹¹ Т. И. Привольнев, Арх. анат. гист. и эмбр., 18, № 2 (1938). ¹² М. Ф. Вернидуб, ДАН, 32, № 4 (1941). ¹³ K. Bialaszewicz, Arch. Entw.-Mech., 34, H. 1 (1912).

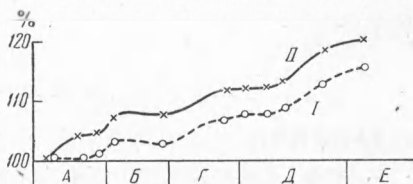


Рис. 3. Объем яйца и желтка окуня в % к объему в начале дробления. Обозначения, как на рис. 2