

А. И. ЗОТИН

НАЧАЛЬНЫЕ СТАДИИ ПРОЦЕССА ЗАТВЕРДЕВАНИЯ ОБОЛОЧЕК ЯИЦ ЛОСОСЕВЫХ РЫБ

(Представлено академиком Е. Н. Павловским 26 I 1953)

Изучению прочности оболочек яиц лососевых рыб посвящено довольно много работ (1-3). Было показано, что после оплодотворения и помещения яиц в воду прочность яйцевых оболочек быстро возрастает и достигает максимальной величины в течение первых нескольких суток. Специальных работ, посвященных выяснению механизма затвердевания яйцевых оболочек, нет; считается, что затвердевание оболочек идет за счет захвата воды из внешней среды (4).

Настоящая работа проводилась на Свирском рыбноводном заводе Севзапрыбвода в октябре—декабре 1951 г. Материалом служила икра озерного лосося (*Salmo salar morpha sebago*), озерной форели (*Salmo trutta morpha lacustris*) и свирского сига (*Coregonus lavaretus baeri*). Искусственное осеменение сухим способом проводилось в лаборатории при температуре воды 4—6°. После осеменения икра помещалась в кристаллизаторы с речной водой. Для определения прочности оболочек использовалась методика, описанная Греем (1). Методика сводится к определению груза, который вызывает раздавливание одной икринки. В этой методике определяется суммарная прочность яйца и яйцевой оболочки. Однако механическая прочность собственно яйца настолько незначительна по сравнению с общей прочностью, что ею можно полностью пренебречь.

Изучение изменений прочности было проведено на икре от 5 самок форели, 3 самок лосося и 2 самок сига. Как видно из рис. 1, характер процесса затвердевания оболочек принципиально сходен у всех трех видов. В полостной жидкости неоплодотворенные яйца форели способны выдерживать нагрузку 120—160 г, яйца лосося 105—140 г и яйца сига 40—50 г. После осеменения и помещения яиц в воду прочность оболочек сначала падает по сравнению с прочностью оболочек неоплодотворенных яиц в полостной жидкости. Затем, через 60—90 мин. у лосося и форели и через 90—120 мин. у сига, прочность оболочек начинает возрастать и

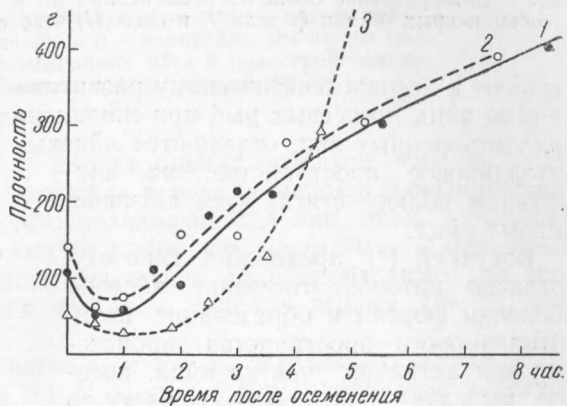


Рис. 1. Затвердевание оболочек яиц лосося № 3 (1), форели № 4 (2) и сига № 2 (3) после осеменения

достигает максимальной величины через 4—7 суток у лососей и форелей (2,0—2,5 кг) и через 1—1½ суток у сига (1,5—1,8 кг) (на рис. 1 не показано).

У лосося и форели скорость затвердевания оболочек сходна. У сига процесс затвердевания развивается несколько иначе. Однако отличие носит скорее количественный характер (позднее начинается затвердевание, быстрее возрастает прочность) и связано, вероятно, с особенностями экологии сиговых.

Известно (4), что образование перивителлинового пространства и отделение оболочек происходят с одинаковым успехом как у осемененных,

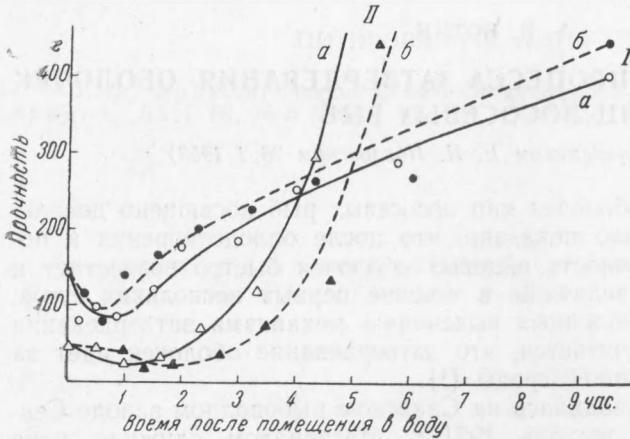


Рис. 2. Затвердевание оболочек осемененных (а) и неосемененных (б) яиц форели (I) и сига (II) в воде

так и у неосемененных яиц лососевых рыб после помещения их в воду. В специальных опытах было показано, что и затвердевание оболочек идет у них с одинаковой скоростью (рис. 2). Такое поведение неосемененных яиц можно объяснять тем, что при попадании в воду происходит их активация. В литературе имеются указания, что неоплодотворенные яйца некоторых видов костистых (5, 6) и осетровых (7) рыб при помещении их в воду при-

ступают к партеногенетическому развитию. Так же ведут себя и неосемененные яйца лососевых рыб при помещении их в воду. У них, как и у оплодотворенных яиц, отделяются яйцевые оболочки, образуется перивителлиновое пространство, на анимальном полюсе стягивается активная плазма яйца.

Богуцкий (8) предложил гипотезу, согласно которой отделение яйцевой оболочки форели и образование перивителлинового пространства происходит при активном участии яйца, которое выделяет под оболочку какое-то осмотически активное вещество. По аналогии можно предположить, что и для затвердевания яйцевых оболочек необходимо воздействие со стороны яйца. В данном случае это предположение можно проверить экспериментально. Если оплодотворенное (или активированное) яйцо каким-то образом воздействует на оболочку, то, снимая оболочку с неосемененного и неактивированного яйца, мы тем самым лишаем оболочку нужного для нее воздействия со стороны яйца.

Опыты проводились на яйцах форели. С неосемененных яиц, находящихся в полостной жидкости, были сняты оболочки и положены в воду. Через определенные интервалы времени измерялась их прочность. Одновременно измерялась прочность оболочек, снятых с осемененных нормально развивающихся яиц. Прочность определялась с помощью

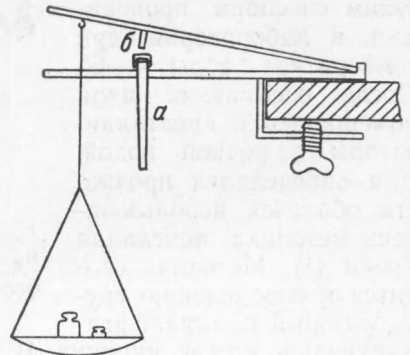


Рис. 3. Прибор для изучения прочности снятых с яйца оболочек

прибора, показанного на рис. 3. Основной частью прибора является стеклянный капилляр *а*, на который привязывается оболочка, и поршень *б*, который может свободно входить в капилляр и прорывает оболочку при известной нагрузке в чашке.

Полученные результаты приводятся на рис. 4. Как видно из кривых, прочность оболочек нормально развивающихся яиц быстро возрастает до максимальной величины. Прочность оболочек, снятых с неосемененных яиц и положенных в воду, возрастает гораздо медленнее и не достигает прочности контрольных оболочек даже после 15 суток пребывания в воде.

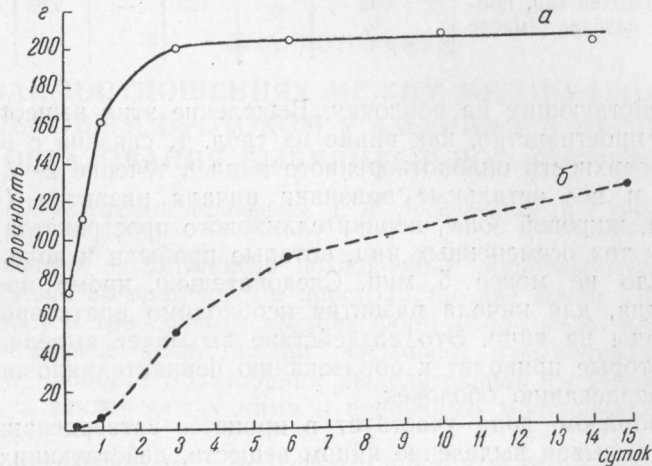


Рис. 4. *а* — изменение прочности оболочек нормально развивающихся яиц форели № 6, *б* — изменение прочности оболочек, снятых с неосемененного яйца в полости жидкости и положенных в воду (форель № 6)

Из данных, полученных в других опытах, следует, что оболочки, снятые с осемененных яиц и лежащие в воде, изменяют свою прочность так же, как оболочки нормально развивающихся яиц, лишь в том случае, если они были сняты с яиц не ранее, чем через 10—12 мин. после осеменения. Другими словами, присутствие яйца необходимо для процесса затвердевания оболочек только в течение первых 10—12 мин. после оплодотворения.

Богуцкий (8), изучавший влияние солей на отделение оболочек у яиц лососевых рыб, нашел, что в 0,1 *N* растворе NaCl отделение оболочек задерживается. Повторение этих опытов на яйцах свирского лосося и сига показало, что в 0,1 *N* NaCl совсем не происходит отделения оболочек, если яйца, к которым добавлена сперма, перенести из полости жидкости в раствор соли, минуя воду. Такие яйца имеют вид неоплодотворенных: перивителлиновое пространство отсутствует, бластодиска и жировой зоны не образуется. Оказалось, что и прочность оболочек таких яиц не возрастает. Блокирует ли NaCl вещества, действующие на оболочку, или тормозит процесс выбрасывания их в перивителлиновое пространство, удалось выяснить следующим образом. Оплодотворенные яйца лосося помещались в воду и через определенные интервалы времени переносились в 0,1 *N* раствор NaCl или в вазелиновое масло (табл. 1). Перед помещением в масло яйца быстро проводились через 96% спирт (для опиятия воды с поверхности яйца) и обсушивались на фильтровальной бумаге.

Как видно из табл. 1, затвердевание оболочек в 0,1 *N* NaCl произошло только у тех осемененных яиц, которые побыли в воде не менее 5 мин. Следовательно, NaCl блокирует процесс выделения яйцом

Таблица 1

	Неосеменные яйца		Осеменные яйца				
	0	2	3	5	8	10	12
Продолжит. пребывания яиц в воде до помещения их в 0,1 N NaCl или масло в мин.	0	2	3	5	8	10	12
Прочность оболочек яиц, пробывших в растворе 0,1 N NaCl 8 час., в г	137	84	—	720	—	800	—
Прочность оболочек яиц, пробывших в вазелин. масле 14 час., в г	192	—	123	—	720	—	2300

веществ, действующих на оболочку. Выделение этих веществ в перивителлиновое пространство, как видно из табл. 1, связано с воздействием воды на поверхность оплодотворенного яйца в течение 2—3 мин. Интересно, что и все остальные признаки начала развития (образование бластодиска, жировой зоны, перивителлинового пространства) появляются только у тех осеменных яиц, которые пробыли в воде до помещения в масло не менее 5 мин. Следовательно, кроме проникновения сперматозоида, для начала развития необходимо кратковременное воздействие воды на яйцо. Это воздействие вызывает выделение из яйца веществ, которые приводят к образованию перивителлинового пространства и затвердеванию оболочек.

Таким образом, вода участвует в процессе затвердевания оболочек косвенно — вызывая выделение яйцом веществ, действующих на оболочку. Непосредственное участие воды в процессе затвердевания оболочек этими опытами не доказывается и не опровергается.

Итак, начальные стадии процесса затвердевания оболочек яиц лососевых рыб представляются следующим образом. После осеменения или активации яйцо выделяет какие-то вещества, подготавливающие оболочку к затвердеванию. Для выделения этих веществ и начала развития необходимо кратковременное воздействие воды внешней среды на яйцо. Возможно, что вода внешней среды необходима и непосредственно для процесса затвердевания оболочек. Присутствие воды, так же как и воздействие яйца, требуется только в самом начале процесса. В дальнейшем затвердевание оболочек идет уже независимо как от действия яйца, так и от наличия воды во внешней среде: сначала в скрытом состоянии, затем проявляется в быстром увеличении прочности оболочек.

Большой теоретический и практический интерес представляет вопрос, с чем связано понижение прочности оболочек сразу после осеменения (рис. 1). Однако для его решения требуются дополнительные материалы.

Институт морфологии животных им. А. Н. Северцова
Академии наук СССР

Поступило
12 XI 1952

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ J. Gray, J. Exp. Biol., 9 (3) (1932). ² F. Hayes, F. Armstrong, Canad. J. Res., Sec. D, 20 (5) (1942). ³ F. Hayes, J. Exp. Zool., 89 (3) (1942). ⁴ J. Manery, L. Irving, J. Cell. Comp. Physiol., 5 (4) (1935). ⁵ А. Трифонова, Zool. Anz., 96, No. 7/8 (1934). ⁶ С. Г. Соин, ДАН, 30, № 3 (1941). ⁷ Б. Л. Астауров, ДАН, 78, № 1 (1951). ⁸ M. Bogucki, Protoplasma, 9 (1930).