

А. С. ГИНЗБУРГ

НАРУШЕНИЯ РАЗВИТИЯ ОСЕТРОВЫХ РЫБ, СВЯЗАННЫЕ С УСЛОВИЯМИ ОСЕМЕНЕНИЯ

(Представлено академиком К. И. Скрябиным 7 VIII 1953)

При изучении ранних стадий развития яиц черноморско-азовского осетра и севрюги было отмечено своеобразное нарушение процесса дробления, приводящее к глубоким нарушениям последующего развития. Исследование проводилось весной 1952 г. на рыбноводном пункте Аздорьбвод в хут. Рогожкино (в устье Дона). Материалом служила икра, полученная с помощью инъекции гипофизов и осемененная обычно применяемым осетроводами сухим способом.

При нормальном развитии дробление начинается с появления в области анимального полюса яйца борозды, которая вскоре разделяет анимальную область на две половины (рис. 1 *a*). Однако, у некоторых яиц

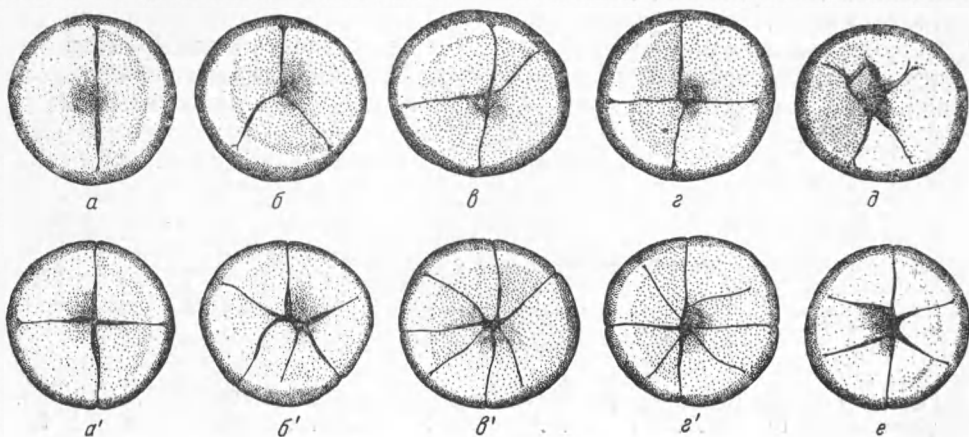


Рис. 1. Яйца севрюги на стадиях первого (*a* — *d*) и второго (*a'* — *z'*, *e*) деления. *a* и *a'* — нормально дробящееся яйцо; *b* и *b'*, *в* и *в'*, *г* и *г'*, *д*, *e* — яйца с избыточным числом blastомеров

анимальная область при первом делении разделяется не на две, а сразу на три-четыре или, реже, на пять-шесть частей (рис. 1 *b*—*d*). Борозды второго деления нормально располагаются в плоскости, перпендикулярной первой борозде, и разделяют анимальную область яйца на 4 более или менее равных blastомера (рис. 1 *a'*). Когда наступает время второго деления, в атипично делившихся яйцах также закладываются новые борозды и они оказываются разделенными на 5—8 и более blastомеров (рис. 1 *b'* — *z'*). Это разделение происходит не строго закономерно; обычно каждый из blastомеров делится на две части, однако некоторые из них разделяются на три части, а другие не делятся совсем.

На стадии второго деления выявляется дополнительная группа атипично дробящихся яиц: в некоторых яйцах, нормально проделавших пер-

вое деление, в каждом из первых двух бластомеров закладывается не одна, а сразу две борозды, так что образуется 6 бластомеров (рис. 1 e).

С наступлением времени третьего и последующих делений во всех атипично делящихся яйцах закладываются новые борозды, причем на стадии третьего деления они часто имеют горизонтальное направление (при нормальном дроблении такое направление имеют, как правило, только борозды четвертого деления).

Яйца с избыточным числом бластомеров, превышающим нормальное для данной стадии, встречались в небольшом количестве во всех партиях икры (в том числе и в икре хорошего качества).

Мы отбирали яйца с избыточным числом бластомеров на стадии первого и второго деления (из приклеенной или обесклеенной икры) и инкубировали их в лаборатории (при температурах 13—20°) в отдельных чашках Коха или кристаллизаторах, сменяя воду один-два раза в сутки. Было прослежено развитие 71 яйца осетра и 141 яйца севрюги. Контролем служили яйца с нормальным числом и типичным расположением борозд трех первых делений, инкубировавшиеся в таких же условиях (63 яйца осетра и 289 севрюги).

Последующее развитие яиц, имевших в начале дробления избыточное число бластомеров, протекало, как правило, со значительными отклонениями от нормы. В период гастрюляции нередко наблюдалась задержка, а иногда и полная остановка развития; в последнем случае зародыши погибали, не приступая к нейруляции. При задержке гастрюляции нервная пластинка закладывалась при наличии желточной пробки более или менее значительного размера. У таких зародышей, а также у зародышей с законченной гастрюляцией, нервная пластинка часто бывала искривленной, асимметричной, иногда укороченной.

Около половины зародышей погибло еще до наступления времени вылупления, тогда как в нормально дробившейся икре гибель наблюдалась лишь в виде редкого исключения (см. табл. 1). В то время, когда происхо-

Таблица 1

Характер дробления	Общее число яиц	Погибло за период инкубации	
		число	%
Осетр			
На стадиях 1 и 2 деления избыточное число бластомеров . . .	71	34	47,9
Нормальное дробление	63	1	1,6
Севрюга			
На стадиях 1 и 2 деления избыточное число бластомеров	141	83	58,9
Нормальное дробление	289	1	0,3

дило вылупление контрольных зародышей, в группе атипично дробившейся икры вылуплялись только единичные зародыши; часть зародышей этой группы вылуплялась с опозданием, а многие были не в состоянии сами освободиться от оболочек.

На стадии вылупления в контроле число зародышей уродливого строения было относительно невелико (8,1% у осетра и 5,2% у севрюги), тогда как среди зародышей, развившихся из атипично дробившейся икры, подавляющее большинство имело те или иные четко выраженные дефекты строения: часто наблюдалось недоразвитие головы (в особенности передних отделов головного мозга) и ее асимметричное строение, недоразвитие и искривление хвоста, иногда неполное обособление головы, водянка,

в отдельных случаях отсутствие сердца и другие дефекты *. Лишь у небольшого числа только что вылупившихся личинок (9 у осетра и 11 у севрюги) при прижизненном осмотре не было отмечено каких-либо дефектов строения, однако и они отличались от контрольных меньшей длиной и некоторым отставанием в развитии. Почти все они вылуплялись с опозданием. Большую часть личинок мы выдерживали в течение 5—9 дней. Из числа 20 наименее дефектных 7 погибло, 13 было фиксировано (причем 10 — через 9 суток после вылупления). У части из них были обнаружены различные нарушения строения — асимметричное развитие головного мозга, жабер, усиков, рта, искривление хвоста. Вместе с тем, все личинки этой группы отличались от контрольных заметным отставанием в росте и развитии — они были на 2—5 мм короче, имели голову и грудные плавники меньшего размера, у них сохранилось значительно больше желтка, чем у контрольных личинок. Таким образом, из 212 атипично дробившихся яиц не развилось ни одной полноценной личинки, вполне сходной с контрольными. Однако, часть полученных личинок жила значительно время после вылупления; наименее дефектные из них, вероятно, могли бы перейти к активному питанию.

Таблица 2

	амки	Добавлено много неразведенной спермы, затем не-много воды				Добавлена сперма, предварительно сильно разведенная водой			
		число иц	% оплодотворения	% яиц с избыточным числом blastomerov		число яиц	% оплодотворения	% яиц с избыточным числом blastomerov	
				1 деления	2 деления			1 деления	2 деления
Осетр	№ 37	142 115	66,9 69,6	16,8	16,2	122 115	65,6	3,7	
	№ 38	150	66,0		17,4	166	94,0		1,3
	В среднем				17,0				2,1
Севрюга	№ 28	241	95,9	12,1		394 358	85,0 49,7	2,7 2,8	
	№ 29	280	96,4	27,0		329 401	97,6 97,3	1,9 2,8	
	№ 37	103	98,1	10,9		153	97,4	0	
	№ 44	210	96,2	13,4	20,3				
	№ 45	109 169	89,0 94,1	12,4	12,6				
	№ 46	299	97,7		5,8	371 251	97,3 78,1	0,6 0,5	1,0
	№ 60	188	93,1		6,2				
	В среднем			16,3	10,7			1,8	1,0

Следует отметить, что развитие яиц, у которых нарушение дробления обнаруживается только на стадии второго деления (переход от 2 blastomerov к 6) протекает с меньшими отклонениями от нормы, чем тех яиц, у которых нарушение обнаруживается уже при первом делении; первые значительно реже погибают в период инкубации и дают личинки относительно менее дефектного строения.

Внимание к закономерностям дробления яиц осетровых и значению характера дробления для последующего развития было привлечено И. А. Садовым и Е. М. Коханской (1) и М. Ф. Вернидуб (2). М. Ф. Вернидуб изучала развитие атипично дробящихся яиц осетра, у которых ни одна из первых борозд не разделяла анимальную область яйца на равные

* Сходные нарушения строения могут возникать и в нормально дробившейся икре, если она попадает в неблагоприятные условия развития.

половины; при развитии таких яиц часто наблюдались задержка гастрюляции и затем асимметричное строение зародыша. У большинства изучавшихся нами яиц с избыточным числом бластомеров также отсутствовали борозды, делящие анимальную область на более или менее равные половины; следует отметить, что их развитие часто сопровождалось нарушениями, указываемыми М. Ф. Вернидуб.

Описанные выше нарушения дробления и последующего развития яиц осетровых очень сходны с нарушениями, наблюдаемыми при экспериментальной полиспермии у лягушки (3, 4). У бесхвостых амфибий в яйцо нормально проникает только один сперматозоид (моноспермии). В случаях, когда в яйцо проникало два сперматозоида (4), первое деление было нормальным, но при втором каждый из первых двух бластомеров делился на три части и возникало 6 бластомеров. Когда в яйцо проникало несколько сперматозоидов, оно сразу разделялось на несколько бластомеров. Значительная часть полиспермичных яиц погибала на ранних стадиях; развивающиеся зародыши имели атипичное строение (часто они были асимметричными, встречались и другие уродства).

Естественно предположить, что и у осетровых сходные нарушения развития связаны с одновременным проникновением в яйцо (через разные микропиллярные отверстия) нескольких сперматозоидов. Чтобы проверить это предположение, были проделаны опыты осеменения икры одной самки спермой разной концентрации. К икре с незначительным количеством полостной жидкости добавляли в одном случае неразведенную сперму и затем немного воды (так что жидкость сохраняла молочный цвет), в другом — сперму, предварительно сильно разведенную водой (так что жидкость была едва мутноватой или прозрачной). В первом случае описанные нарушения дробления возникали часто — как правило, свыше 10% яиц (а в отдельных опытах и 20—27%) при дроблении имели избыточное число бластомеров, тогда как при добавлении разведенной спермы (при разведениях, как снижающих, так и еще не снижающих процента оплодотворения) такие яйца встречались в виде редкого исключения (см. табл. 2). Интересно, что если удалить большую часть полостной жидкости путем однократного ополаскивания икры водой, то и при прибавлении большого количества спермы процент яиц с избыточным числом бластомеров оказывается незначительным.

Таким образом, описанное нарушение дробления действительно является следствием проникновения в яйцо избыточных сперматозоидов (чему способствует присутствие полостной жидкости). Повидимому, при нормальном оплодотворении в яйцо осетровых рыб, так же как и в яйцо бесхвостых амфибий, проникает только один сперматозоид.

Постоянное наличие яиц с избыточным числом бластомеров в производственных условиях связано с принятым в практике способом осеменения, при котором сперму отцеживают прямо в таз, содержащий икру с небольшим количеством полостной жидкости, затем прибавляют немного воды и перемешивают сперму с икрой; при этом в местах, куда попала сцеженная сперма, временно создается высокая концентрация сперматозоидов, ведущая к полиспермии. Чтобы избежать этого, представляется целесообразным применение метода осеменения, предложенного В. П. Врасским (5, 6), при котором сперму отцеживают в отдельный сосуд и непосредственно перед прибавлением ее к икре разбавляют водой.

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

Поступило
16 V 1953

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ И. А. Садов, Е. М. Коханская, ДАН, 83, № 6 (1952). ² М. Ф. Вернидуб, там же. ³ А. Brachet, Arch. de zool. expér. et génér., ser. 5, 6 (1910). ⁴ M. Neigant, Arch. de Biol., 26 (1911). ⁵ Извлечение из переписки с В. П. Врасским, Зап. Комит. акклимат. жив. при Моск. общ. сельск. хоз., 1 (1859). ⁶ К. Рульс, Я. Борзенков, С. Усов, там же.