

М. Ф. ВЕРНИДУБ и М. И. ГУЗЕВА

## О МОРФОФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ЭТАПАХ В РАЗВИТИИ ЛИЧИНОК РЫБ

(Представлено академиком Л. С. Бергом 21 I 1950)

Установлено (1, 2), что эмбриональное развитие рыб проходит этапами, в которые наблюдаются резкие различия в скорости процессов роста и дифференцировки, в характере обмена веществ (в соотношении процессов ассимиляции и диссимиляции), в требованиях, предъявляемых организмом к условиям развития. Ответственными за массовую гибель яиц на нерестилищах и в практике рыбоводства служат этапы усиленного морфогенеза, прохождение которых возможно лишь при наличии особых условий развития.

Имеется много указаний на массовую гибель личинок разных рыб (3-8). Исследование причин массовой гибели личинок невского лосося при выращивании в искусственных условиях показало, что она наблюдается при отсутствии резких изменений в режиме водоемов и обусловлена изменением в физиологическом состоянии личинок (6, 9), резким повышением дыхания и падением скорости роста. Возникает вопрос, не обусловлена ли массовая гибель личинок рыб наличием качественно различных этапов в их развитии, для прохождения которых требуются различные условия. В связи с этим особый интерес для исследования представляют те виды рыб, у которых из яйца выходит низкоорганизованная личинка.

Для выяснения поставленного вопроса в нашей лаборатории проводятся исследования скорости роста и образования различных систем органов; соотношения отдельных звеньев диссимиляционного обмена; устойчивости к изменению температурного и кислородного режима и других факторов среды у личинок разного возраста.

В настоящей работе приводятся данные, полученные летом 1948 г. для личинок плотвы (*Rutilus rutilus*) приладожского озера, Ленинградской обл. Морфологическое исследование проведено на тотальных препаратах окрашенных метиленовой синью личинок всех размеров от 7 до 30 мм, с разницей в 1 мм. Высушивание личинок до постоянного веса производилось в сушильном шкафу при 75°. Дыхание исследовалось в сосудах с притертыми пробками из расчета 30 см<sup>3</sup> на 1 личинку до 10 мм, 50 см<sup>3</sup> — до 15 мм и 75 см<sup>3</sup> — до 28 мм. Кислород определялся по микро-Винклеру, каждая приводимая в таблице цифра является средней из 4—6 определений. Об изменении устойчивости судили по количеству личинок, впадающих в необратимый шок через 20 мин. после нахождения их в 0,01% растворе молочной кислоты.

Приводимые цифры по отмиранию являются средними из 10 одновременно проводившихся опытов. Для определения дыхания и устойчивости личинки каждый раз вылавливались из озера, на берегу кото-

Таблица 1

Стадия и ее длительность в днях	Длина в мм	Изменения в строении личинки	Среднее потребление O <sub>2</sub> в мг/час на личинку	% гибели после 20 мин. действия 0,01% молочной к-ты
I	5	Стадия желточного мешка. Образование дна черепа, хрящевых, жаберных и челюстных дуг, плечевого пояса		
II 2—3	5,0—7,5	Увеличивается число хрящевых гипуралиа с 3 до 6, других изменений нет	0,10	10
III 7—8	7,5—11,5	Стадия начинается загибанием уростилиа и обособлением плавниковой складки спинного и анального плавников. Образование слуховых и обонятельных капсул, этмоидального отдела, расчленение зачатка жаберных дуг на 2; образование передней камеры плавательного пузыря; 5 пар верхних и 14—16 пар нижних зачатков хрящевых дуг позвонков в передней части тела и 3 пар верхних и нижних в задней части хвостового стебля; образование лепидотрихий и внешне-симметричного хвостового плавника. В области спинного и анального плавников последовательно образуются: скопление мезенхимы, затем мускульные почки и, наконец, зачатки хрящевого внутреннего их скелета. Завершается стадия отчленением от них II ряда члеников, образованием лепидотрихий и полным обособлением Д и А, появлением зачатков брюшных плавников	0,16 Рост замедлен	62
IV 4—5	11,5—14,5	Усиленный рост всех зачатков	0,14 Рост ускорен	16,28
V 5—7	14,5—16,0	Появление чешуи в задней части тела и зачатков хрящевых radialia в грудных плавниках. Начало редукции хряща в жаберных и челюстных дугах	0,40 Рост замедлен	30
VI 5—6	16,0—19,0	Появление чешуи в разных участках тела и первого ряда склеритов. Других изменений нет	0,20 Рост ускорен	0
VII 12—15	19,0—22,0	Образование II ряда radialia в грудных плавниках. Усиление редукции хряща в висцеральном черепе и в скелете парных и непарных плавников. Образование костных тел позвонков в средней и задней частях тела	0,40 Рост резко замедлен	70
VIII 5—6	22,0—26,0	Чешуя покрывает все тело. Внешне имеются все признаки взрослого организма	0,36 Рост ускорен	25
IX	26,0—29,0	Начало редукции хряща в области basioccipitalia	0,90 Рост замедлен	83,3

Таблица 2

Дата вылова	Число экз.	Длина в мм		Стадия развития	% прироста длины за день	Вес в мг				log P	Cv	
		границы колебаний	средн.			сырой		сухой				
						средн. вес одной личинки	% прироста за день	средн. вес одной личинки	% прироста за день			
1948 г.												
30 V	5	8,2—9,0	8,6	Начало III		3,0		0,60		0,7782		
5 VI	34	10,4—12,0	11,5	Конец III	5,51	13,9		0,93		0,9685	0,0730	
7 VI	15	12,0—13,2	12,5	Начало IV	4,35	18,2		17,2			0,1863	
8 VI	20	12,0—14,0	13,0	IV	4,0	7,5		1,35		1,1303	0,1510	
13 VI	30	15,0—17,7	16,2	V	4,92	33,3		16,2		1,1959	0,1715	
15 VI	30	15,0—17,9	16,3	V	4,92	38,2		27,14		1,5682	0,0657	
17 VI	19	17,0—20,9	19,0	VI	0,3	3,4		7,10		1,6253	0,1462	
20 VI	39	17,0—21,5	19,1	Начало VII	8,3	31,2		4,22		17,30	1,7543	0,0700
23 VI	19	19,0—22,5	20,0	VII	0,17	5,53		4,2		1,8062	0,0701	
26 VI	22	19,0—22,5	20,7	VII	1,56	8,76		7,8		1,8976	0,0309	
30 VI	40	20,0—24,0	21,3	VII	1,16	4,33		3,16		1,9370	0,0400	
9 VII	45	21,0—25,8	23,0		0,72	1,2		2,42		1,9777	0,0331	
14 VII	10	24,0—26,5	25,9	VIII	0,88	3,11		3,66		2,1072	0,0726	
27 VII	13	27,0—30,2	28,5	IX	2,52	8,08		8,74		2,2648	0,0355	
					0,76	3,10		4,51		2,4654		
						182,1		29,2				

рого находилась лаборатория, большой планктонной сеткой со стеклянной банкой. Перед началом опыта личинки в течение нескольких часов выдерживались в аквариуме.

Приведенные в табл. 1 и 2 данные позволяют сделать следующие выводы.

1. Развитие личинок плотвы, как и сегов (10), проходит этапами. После их перехода к активному питанию и до завершения личиночной стадии имеется 4 качественно различных этапа: I — при длине 8—11,5 мм, с образованием зачатков многих органов; II — при длине 14,5—16 мм, образование зачатков чешуи и начало редукции хряща; III — при длине 19—22 мм, начало образования костного скелета, в том числе и осевого; IV — при длине 26—29 мм.

Эти этапы, установленные на основании изучения изменения внутреннего строения личинок плотвы, согласуются с этапами изменения внешнего вида, формы и биологии, установленными для личинок воблы (13) и строения ротового аппарата воблы, леща и сазана (14).

2. Изменения в скорости роста личинок подчинены той же закономерности, что и у эмбрионов: во время образования новых зачатков рост замедляется. Чем больше возникает новых зачатков, тем слабее рост организма. Замедление дифференцировки приводит к усилению роста всех зачатков.

3. Существует закономерная связь между нарастанием длины личинок и их сырого и сухого веса, установленная ранее только для

эмбрионов форели <sup>(11)</sup> и ранних личинок карпа <sup>(12)</sup>. Показателем интенсивности роста в равной степени могут служить как скорость увеличения длины тела, так и сырого и сухого веса, что облегчает исследование.

4. Этапы усиленного морфогенеза и усиленного роста характеризуются качественно иным физиологическим состоянием личинок, различным соотношением процессов ассимиляции и диссимиляции: усиление дифференцировки связано с резким падением интенсивности процессов синтеза и усилением аэробного окисления; усиление роста — с преобладанием процессов ассимиляции над процессами аэробного окисления.

5. Различная устойчивость личинок плотвы разного возраста к одним и тем же изменениям внешней среды, как и у лосося <sup>(9)</sup>, обусловлена изменением характера обмена и требований организма к условиям развития. Этапы усиленного морфогенеза являются критическими в жизни личинок и для своего осуществления требуют особых условий. Возникает вопрос, представляет ли установленная для личинок плотвы закономерность в изменении морфофизиологических процессов и требований к условиям развития общее явление и какое влияние на них оказывают различия в температурном и пищевом режиме личинок разного возраста.

Ленинградский государственный университет  
им. А. А. Жданова

Поступило  
17 I 1950

#### ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- <sup>1</sup> М. Ф. Верпидуб, Вестник ЛГУ, № 4 (1949). <sup>2</sup> А. Н. Трифонова, Усп. совр. биол., 28, № 4 (1949). <sup>3</sup> Н. Л. Чугунов, Тр. Астраханск. научно-рыбохоз. ст., 4, в. 4 (1928). <sup>4</sup> Б. И. Черфас, Рыбоводство, 1940. <sup>5</sup> П. Персов и Н. Япдовская, Рыбн. хоз., № 11 (1940). <sup>6</sup> Н. Д. Жуковский и А. А. Световидова, Изв. ВНИОРХ, 24 (1941). <sup>7</sup> К. И. Мишарин, Тр. Вост.-Сибир. гос. ун-та, 2 (1942). <sup>8</sup> В. Танасийчук, Рыбное хоз., № 1 (1940). <sup>9</sup> Т. И. Привольнев, Дыхание в онтогенезе рыб, Докт. дисс. (биб-ка ЛГУ). <sup>10</sup> Н. В. Европейцева, Тр. лабор. основ рыбоводства, 2 (1949). <sup>11</sup> P. Kronfeld u. F. Scheminsky, Arch. Entw.-Mech., 107, 1 (1916). <sup>12</sup> W. Nowak, Zs. f. Fischerei, 33 (1935). <sup>13</sup> В. В. Васнецов, Сборн. Морфологич. особенности, определяющие питание леща, воблы и сазана, изд. АН СССР, 1948. <sup>14</sup> Е. Ф. Еремеева, там же.