

Г. В. САМОХВАЛОВА

**К ВОПРОСУ О ВЛИЯНИИ НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУР НА РЫБ**

(Представлено академиком А. А. Рихтером 22 VI 1938)

Работая по селекции гамбузии на холодостойкость, нам пришлось уделить большое внимание разработке методики отбора на холодовыносливость у живородящих рыб (*Cyprinodontidae viviparae*). Полученные в этом направлении данные помимо теоретического интереса позволяют сделать некоторые практические выводы в связи с работой Шмидта и Платонова<sup>(1,2)</sup> по вопросам использования анабиотического состояния рыб, вызванного снижением температуры при транспорте живой рыбы. В первых предварительных опытах, проведенных в 1935 г., было обнаружено, что перенесение рыб в сосуды с пониженной температурой вызывает при определенной разнице в температуре состояние шока. Это состояние характеризуется тем, что после некоторого кратковременного резкого возбуждения рыбы наступает прекращение ее дыхательных и плавательных движений; рыба теряет ориентацию, переворачивается на бок или брюшком вверх и производит полное впечатление мертвой. Перенесенная в сосуд с повышенной температурой воды рыба через несколько секунд восстанавливает свои нормальные функции.

В дальнейшем удалось выяснить, что температура впадения в шок может явиться в известной степени мерилом холодостойкости для изучаемого вида рыб. Те рыбы, которые впадают в шок при более низкой температуре, обычно дольше переносят длительное понижение температуры и быстрее восстанавливают свои функции при перемещении их в нормальные температурные условия, т. е. являются более холодостойкими.

Основываясь на этом факте, нами было проведено изучение холодовыносливости рыб в зависимости от вида, возраста, пола и температурных условий окружающей среды. Охлаждение проводилось путем помещения сосуда с рыбами в кристаллизатор со льдом; при этом проводилось наблюдение за изменением температуры воды, в которой находилась рыба, отмечалась температура впадения в шок и с помощью секундомера время впадения в шок с начала опыта.

Рядом опытов нам удалось показать, что холодовыносливость рыб зависит от той температуры, в которой рыба предварительно находилась. Для выяснения этого вопроса мы изучали температуру впадения в шок у взрослых рыб, воспитанных при разных температурах аквариума (табл. 1).

Материалы табл. 1 говорят о том, что существует определенная зависимость между температурой аквариума, в котором находились рыбы, и температурой впадения в шок; чем ниже температура аквариума, тем ниже температура впадения в шок, а следовательно выше холодостойкость рыбы и обратно.

Таблица 1

Зависимость  $t^\circ$  впадания в шок от  $t^\circ$  аквариума

Вид	№ опыта	Количество и пол рыбы	$t^\circ$ аквариума в $^\circ\text{C}$	Средняя $t^\circ$ впадания в шок в $^\circ\text{C}$
Гамбузия	1	21 ♀♀	30	9.5
	2	10 ♀♀	28	8
	3	5 ♀♀	26	8—7
	4	21 ♀♀	25	7
	5	16 ♀♀	24	5.5—5
	6	10 ♀♀	21	4.5
Меченосцы и гибриды меченосцев с плектроцилией	1	10 ♂♂ и 2 ♀♀	29	14 — 13.5
	2	10 ♂♂ и 3 ♀♀	27	13.25 — 12
	3	10 ♂♂ и 3 ♀♀	26	13 — 12.5
	4	3 ♂♂	25	12
	5	10 ♂♂ и 10 ♀♀	24 — 25	11.5 — 11
	6	10 ♂♂	22	10 — 9
	7	6 ♂♂	21	10
	8	4 ♂♂	20 — 21	9
	9	3 ♀♀	18	8

Для выяснения вопроса о том, можно ли экспериментально вызвать изменение холодостойкости рыб, были поставлены специальные опыты по переводу их из повышенной температуры в пониженную и обратно (табл. 2).

Таблица 2

Характер опыта	Количество и пол рыбы	$t^\circ$ впадания в шок		
		Опыт 1-й $t^\circ$ акв. 26—27°	Опыт 2-й (через 2 недели после понижения $t^\circ$ до 21°)	
Изменение $t^\circ$ впадания в шок при переводе рыб из повышенной $t^\circ$ в пониженную . . . .	3 ♀♀ 3 ♀♀	12.5	8.75	
		12	10.5	
Изменение $t^\circ$ впадания в шок при переводе рыб из пониженной $t^\circ$ в повышенную . . . .	3 ♀♀	Опыт 1-й $t^\circ$ акв. 13°	Опыт 2-й (через 10 дней после повышения $t^\circ$ акв. до 21.5°)	Опыт 3-й (через 2 недели после повышения $t^\circ$ акв. до 27°)
		6	10	12.92

В опыте, представленном в табл. 2, рыб из двух аквариумов при 26—27° была определена температура впадания в шок. Затем температура аквариума была снижена до 21° путем выключения обогревателей и через 2 недели было проведено повторное определение температуры впадания в шок. Опыт показал, что при снижении температуры в аквариуме рыбы начали впадать в шок при более пониженной температуре, т. е. рыбы стали выносливее по отношению к низким температурам.

Аналогичный опыт, поставленный в обратном направлении, показал, что при переводе в повышенную температуру рыбы становятся менее холодостойкими (см. вторую половину табл. 2).

В табл. 3 сведены материалы по сравнению температур впадания в первичный и повторный шок.

Таблица 3

Сравнение  $t^\circ$  впадения в первичный и повторный шок

№ опыта	Количество и пол рыбы	$t^\circ$ аквариума в $^\circ\text{C}$	$t^\circ$ первичного шока	$t^\circ$ повторного шока (через 30 мин. после первичного)
1	3 ♀♀	28	12.7	10.7
2	3 ♀♀	18	9	8
3	4 ♂♂	23.5	11	9.25
4	4 ♂♂	27	12.63	10.53
5	1 ♀♀ и 3 ♂♂	26.5	13.81	10.5
6	1 ♀♀ и 2 ♂♂	27	12.17	10
7	4 ♂♂	22	10.5	9
Итого...	8 ♀♀ и 17 ♂♂	от 18 до 28	11.70	9.68

Опыты ставились таким образом, что вскоре (через 20—30 мин.) после первичного охлаждения рыбы подвергались повторному охлаждению.

Материалы табл. 3 показывают, что рыбы быстро привыкают к понижению температуры и при повторном охлаждении впадают в шок уже при более низкой температуре, т. е. становятся более выносливыми. Повторное охлаждение, следующее за первичным через 30 мин., вызывает снижение температуры впадения в шок в среднем на  $2^\circ$ .

Таким образом все вышеуказанные опыты показали, что холодостойкость рыб зависит от той температуры, в которой они находились до опыта. При переводе рыб из одной температуры в другую холодовыносливость их соответственно изменяется: увеличивается при понижении температуры окружающей среды и уменьшается при ее повышении.

В ряде опытов нам удалось выяснить, что холодовыносливость рыб связана с возрастом. Так например, у гамбузий (*Gambusia holbrooki*) молодь обычно является менее холодостойкой по сравнению со взрослыми рыбами. Из 40 самок гамбузии в возрасте свыше 2 лет, взятых при  $24^\circ$ , все впали в шок примерно при  $5^\circ$ , тогда как 50 молодых гамбузий в возрасте нескольких месяцев, взятые из аквариума той же температуры, впали в шок примерно при  $8^\circ$ , т. е. оказались менее холодостойкими.

Таблица 4

Различия по полу в отношении к  $t^\circ$  впадения в шок у гамбузии

Порядковый №	Пол	Размер рыбы		$t^\circ$ впадения в шок в $^\circ\text{C}$	Время впадения в шок с начала опыта в мин.
		длина в мм	ширина в мм		
1	♂	29	4.5	12	6.1
2	♀	26	4.5	11	6.2
3	♀	26	4	11	6.6
4	♀	29	5	10.5	6.7
5	♀	30	5	9	7.8
6	♀	40	9	7	8.3
7	♀	44	10	7	8.35
8	♀	45	10	7	8.5
9	♀	46	10	7	8.6
10	♀	47	10	6.75	8.7
Итого...	5 ♂♂	28	4.6	10.07	6.68
	5 ♀♀	44.4	9.8	6.95	8.41

В табл. 4 приведен материал, который говорит о том, что у гамбузии самцы являются менее холодостойкими по сравнению с самками. Рыбы были взяты из одного аквариума при одинаковых условиях воспитания. По мере охлаждения сосуда с гамбузией все самцы впали в шок первыми, в среднем через 6.68 мин. при более высокой температуре 10°, все самки последними, через 8.5 мин. при температуре около 7°. Стоит отметить, что аналогичные опыты, проведенные с другими видами живородок, показали, что у меченосцев и особенно у пятипещилии разница по полу в отношении к низким температурам менее резкая, чем у гамбузии.

Одним из интересных и важных вопросов является изучение холодовыносливости рыб в зависимости от вида.

Уже материалы табл. 1 показывают, что гамбузия является более холодостойкой по сравнению с меченосцами и гибридами между меченосцем и пятипещилией, так как взятая из одинаковых температурных условий гамбузия впадает в шок всегда при более низких температурах, причем разница в температурах впадения в шок между указанными видами строго постоянна и равна примерно 5° (табл. 1).

В дальнейших опытах по изучению видового различия по холодостойкости рыб нами проводилось сравнение гамбузии с гирардинус (*Phallossurus caudomaculatus*) и сравнение гамбузии с лебистес (*Lebistes reticulatus*).

Рыбы брались из аквариумов с одинаковой температурой, одного пола и, насколько было возможно в условиях опыта, одинакового размера.

Охлаждение рыб двух сравниваемых видов проводилось одновременно. Опыт показал, что самки гирардинус впали в шок первыми через 3.77 мин. после начала опыта при 13.75°, все самки гамбузии последними, через 5.25 мин. при 11°. В другом аналогичном опыте, проведенном на самцах, самцы гирардинус также впали в шок первыми по сравнению с самцами гамбузии. Те же результаты были получены при сравнении холодостойкости по температурному шоку лебистес с гамбузией. Пять самок лебистес, взятых в опыт, впали в шок первыми при 10.3°, пять самок гамбузии, взятых при тех же условиях, последними при 5°. Все эти опыты показали, что гамбузия является более холодостойкой рыбой по сравнению с вышеупомянутыми двумя видами.

Таким образом приведенные материалы говорят о том, что каждому виду рыб присуща определенная степень холодовыносливости.

П. Ю. Шмидтом и Г. П. Платоновым<sup>(2)</sup> было обнаружено различие в холодостойкости рыб, пойманных зимой и летом, которое авторы объясняют сезонностью реакции рыб на действие на них низких температур.

В свете полученных нами данных нам кажется, что сезонность в данном случае может быть объяснена разницей в температуре воды, в которой находится рыба зимой и летом.

Рыба, пойманная осенью и зимой и взятая из воды с пониженной температурой, должна быть более холодостойкой, чем рыба, пойманная летом.

Опыты по переводу рыб из одной температуры в другую показали, что адаптивная способность к переменам температуры у рыб развита довольно сильно. Эти опыты позволяют сделать практически важный вывод о том, что, подвергая рыбу предварительной обработке путем содержания ее в течение некоторого времени в пониженной температуре, можно повысить ее холодостойкость, а повышая холодостойкость промысловой рыбы, можно сделать ее годной для перевозки в охлажденном состоянии в любой сезон. Срок предварительной обработки определяется видимо видовой спецификой.

Совершенно очевидно, что с каждым видом промысловой рыбы должна быть проведена предварительная работа по изучению холодовыносливости

и адаптивной способности данного вида к снижению температуры с учетом возраста и пола. Последние два момента должны быть также учтены при выборе материала, годного для транспорта в живом состоянии.

Таким образом на основании полученных данных мы приходим к выводу о том, что холодовыносливость рыб, определяемая по температуре впадения в шок, связана с видом, полом и возрастом, а также в значительной мере зависит от температуры воды, в которой предварительно находился изучаемый вид рыбы.

Лаборатория генетики.  
Московский государственный университет.

Поступило  
21 VI 1938.

#### ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- <sup>1</sup> П. Ю. Шмидт и Г. П. Платонов, ДАН, № 5 (1937).    <sup>2</sup> П. Ю. Шмидт и Г. П. Платонов, ДАН, № 3 (1938).