

УДК 591.3:597.554.3

## ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ НА РАННИЕ ЭТАПЫ ПОСТЭМБРИОНАЛЬНОГО РАЗВИТИЯ ПРУДОВОГО КАРПА

К. И. ТАТАРКО

(Институт гидробиологии АН УССР, Киев)

Влияние температуры на ранние этапы постэмбрионального развития рыб изучено недостаточно. Наиболее полные литературные данные по этому вопросу приведены лишь для осетровых, в частности, относительно оптимальных температур для роста и развития их молоди (Гордиенко, 1953; Державин, 1945; Мильштейн, 1940; Чаликов, 1951, и др.), о скорости роста и развития личинок представителей этой группы рыб при разных температурах (Вернидуб, 1951; Набиев, 1953; Семенов, 1958), а также о критических периодах в постэмбриональном развитии осетровых, когда их устойчивость к воздействию сублетальных высоких и низких температур падает (Вернидуб, 1951; Королева и Федорова, 1951). Согласно Б. С. Матвееву (1952), анормальное повышение температуры вызывает изменения во взаимосвязи между ростом рыбы и дифференцировкой, нарушающие характерные для нее темпы развития.

Сведения о влиянии термического режима на постэмбриональное развитие костистых рыб еще более скудны. Приводятся некоторые данные о длительности установленных В. В. Васнецовым (1953) этапов развития в зависимости от температуры у леща (Дмитриева, 1960) и плотвы (Ланге, 1960). З. П. Сильченко (1954) рассматривает вопрос о влиянии высокой температуры на выживаемость мальков рыбака и шемаи, а Блэкстер (Blaxter, 1960) и Бишай (Bishai, 1959) устанавливают пороговые температуры для развития некоторых лососевых и сельди.

В то же время вопрос о влиянии температуры на постэмбриональное развитие прудового карпа в литературе освещения не получил.

В связи с этим на экспериментальной базе Института гидробиологии АН УССР в дендропарке «Александрия» (г. Белая Церковь, Киевской обл.) в течение 1962—1964 гг. нами проведены серии опытов по выращиванию личинок прудового карпа с момента их выклева и до перехода в мальковую стадию при разных температурах: 1) колеблющейся — 16—20° и 18—22° С; 2) постоянной — 24, 27 и 30°; 3) при 16—20° и 18—22° до перехода личинок к активному питанию и позже при 25 и 30°; 4) при 30° до перехода личинок к активному питанию и позже при 20°; 5) при сменной температуре, которая ночью снижалась до 20 и днем повышалась до 30°.

Постоянную температуру воды получали при помощи электронагревательных систем и терморегуляционных установок. Колеблющиеся температуры воды в пределах 16—20° и 18—22° были обусловлены температурой воздуха в лаборатории, где проводились опыты. Удовлетворительный газовый режим, одинаковый во всех опытах каждой

серии, поддерживался сменой воды и аэрацией ее при помощи лабораторного компрессора с распылителями. Содержание растворенного в воде кислорода колебалось в пределах 6—3 мг/л в 1962 г., 8—5 мг/л в 1963 и 9—6 мг/л в 1964 г.

Личинок, полученных из икры, взятой для каждой серии от одной чешуйчатой самки и искусственно оплодотворенной молоками одного чешуйчатого самца, выращивали до перехода к активному питанию в кристаллизаторах емкостью 2 л. Далее их содержали сначала в кристаллизаторах емкостью 6 л и затем в аквариумах емкостью 70 л. Количество личинок в кристаллизаторах и аквариумах во всех опытах каждой серии было одинаково: по 500 экз. в малых кристаллизаторах во все годы, по 150, 80 и 70 экз. в больших кристаллизаторах и по 100, 60 и 32 экз. в аквариумах соответственно в сериях 1962, 1963 и 1964 гг. При пересадке личинок из малых в большие кристаллизаторы и из последних в аквариумы, а также при доливании и смене воды последнюю предварительно нагревали до нужной температуры.

Кормили личинок сначала инфузориями, выращенными на сенном настое, и мелким планктоном (главным образом, босминами и науплиусами) из прудов базы, затем крупным зоопланктоном (преимущественно дафниями) и олигохетами. Корм давали в неограниченном количестве три-четыре раза в день по мере его поедания. При высокой температуре рыба поедала корм более интенсивно, чем при низкой.

Наблюдение над ростом и развитием личинок проводили ежедневно. Каждые 10 личинок разных размеров, от самых мелких до самых крупных, измеряли под бинокулярным микроскопом БМС-1 при помощи окуляр-микрометра и определяли этапы развития по В. В. Васнецову<sup>1</sup>. Кроме того, ежедневно утром и вечером из кристаллизаторов вылавливали и учитывали погибших личинок.

В первые дни после выклева личинки погибали во всех опытах, но в неодинаковом количестве при разных температурах. Так как данное явление связано с условиями эмбрионального развития карпа, оно рассмотрено нами отдельно (Татарко, 1965). На более поздних этапах, в период от перехода личинок к активному питанию до достижения мальковой стадии, их гибель, как показали исследования, была связана не с температурными условиями и прочими факторами внешней среды, а с качеством половых клеток рыбы. В опытах 1964 г. в большом количестве погибали преимущественно личинки на этапе развития С<sub>1</sub>—С<sub>2</sub>, что часто наблюдается и в нерестовых прудах. В том же году в естественных условиях нами отмечена также гибель личинок от тех же производителей, что и подопытная рыба. Рыбоводы обычно объясняют гибель личинок на указанном этапе развития недостатком соответственных кормов в нерестовых прудах. Однако в наших опытах личинки были обеспечены таким кормом (мелкие науплиусы, босмины) в неограниченном количестве. По предварительным наблюдениям, сильное истощение и гибель их на этапе С<sub>1</sub>—С<sub>2</sub> связаны, очевидно, с определенным дефектом кишечного канала, препятствующим заглатыванию пищи. (Разумеется, это не исключает других причин гибели личинок в нерестовых прудах, в частности голодания из-за отсутствия корма.) Следует отметить, что в опытах В. И. Владимирова (1964) гибель личинок леща и тарани также наступала от голодания, вызванного дефектами в строении органов пищеварения; эти дефекты, по мнению автора, являются результатом органических недостатков производителей, переданных потомству через половые клетки.

На других, более поздних этапах развития гибели личинок во всех опытах мы не наблюдали, за исключением отдельных случаев, объяснить которые действием той или иной температуры также не представляется возможным.

<sup>1</sup> Наши наблюдения согласуются с морфологической характеристикой этих этапов у прудового карпа, приведенной в работе Р. Я. Брагинской (1960). Однако полученные нами и Р. Я. Брагинской данные о возрасте и размере личинки при переходе с одного этапа на другой, а также о продолжительности отдельных этапов (см. табл. 2) при температуре, близкой к таковой в пруду, где проводила исследования Р. Я. Брагинская, несколько отличаются.

Рост и развитие личинок во всех сериях опытов проходили заметно интенсивнее при высоких температурах. Так, в 1962 г. (табл. 1) восьмидневные личинки при 30° были на этапе развития D<sub>1</sub> и достигали 13 мм, при 27 и 24° — на этапе С<sub>2</sub> и достигали 11 и 8,8 мм, при 18—22° — на этапе развития В и длиной 7,6 мм. В возрасте 20 дней при 30° они представляли собой уже вполне оформившихся мальков размером 40 мм; при 27 и 24° это были личинки на этапе развития F и E, с максимальной длиной соответственно 28 и 18,5 мм; при 18—22° — личинки на этапе развития D<sub>1</sub> размером 13,3 мм. К концу опытов средний вес рыбы при 30° равнялся 7800 мг, при 27° — 772 мг, 24° — 720 мг и при температуре 18—22° — 254 мг.

Таблица 1

Рост и развитие личинок прудового карпа в разных температурных условиях (1962 г.)

Дата наблюдения	Возраст (число дней с момента оплодотворения икры)	18—22°		24°		27°		30°	
		Длина (L), мм	Этапы развития	Длина (L), мм	Этапы развития	Длина (L), мм	Этапы развития	Длина (L), мм	Этапы развития
31.V	2	—	Икра	—	Икра	5,3	A		
1.VI	3	—	Икра	5,4	A	6,3	A		
2.VI	4	5,4	A	6,3	B	7,0	C <sub>1</sub>		
3.VI	5	6,0	A	7,2	C <sub>1</sub>	7,5	C <sub>1</sub>		
4.VI	6	7,0	B	7,6	C <sub>1</sub>	8,1	C <sub>2</sub>		
5.VI	7	7,1	B	7,8	C <sub>2</sub>	8,2	C <sub>2</sub>		
6.VI	8	7,6	B	8,8	C <sub>2</sub>	11,0	C <sub>2</sub>	13,0	D <sub>1</sub>
7.VI	9	7,8	C <sub>1</sub>	9,8	C <sub>2</sub>	11,5	D <sub>1</sub>		
8.VI	10	8,1	C <sub>1</sub>	10,0	C <sub>2</sub>	13,0	D <sub>1</sub>		
10.VI	12	9,0	C <sub>2</sub>	13,0	D <sub>1</sub>	15,5	D <sub>2</sub>	19,0	E
13.VI	15	9,9	C <sub>2</sub>	16,0	D <sub>2</sub>	17,0	E	30,0	G
18.VI	20	13,3	D <sub>1</sub>	18,5	E	28,0	F	40,0	Малек
22.VI	24	15,8	D <sub>2</sub>	28,0	G	30,0	G	48,0	Малек
27.VI	29	24,0	E	33,0	G	45,0	Малек	65,0	Малек
6.VII	38	0,254	Средний вес, г			0,772		7,800	

Наблюдения показали также, что при переходе с одного этапа на другой размер личинок, выращиваемых при высоких температурах, всегда меньше, чем у выращиваемых при низких температурах. Так, в опытах 1963 г. (табл. 2) длина личинок, развивавшихся при 30°, при переходе на этапы С<sub>2</sub>, D<sub>2</sub> и E равнялась соответственно 8,0—8,5, 13,2—13,5 и 15,5—15,6 мм, а у развивавшихся при 16—20° она колебалась в пределах 9,0—9,5, 15,3—16,2 и 17,0—18,0 мм<sup>1</sup>. Из приведенных данных видно, что под влиянием высокой температуры процессы роста личинок карпа ускоряются в меньшей степени, чем их морфогенез. К подобному заключению, а именно, что низкая температура влияет на рост развивающихся личинок менее сильно, чем на их дифференцировку, пришел, как известно, и Т. С. Расс (1941, 1948) на основании того, что у северных видов рыб личинки крупнее, чем у родственных южных видов, — явление, впервые отмеченное Шмидтом (Schmidt, 1905, 1908). Зависимость величины личинок от температуры воды наблюдалась также и другими исследователями у разных видов рыб. Так, размеры личинок южнокаспийской кильки (*Harengula*) и сельдей Северного моря от осеннего нереста при их переходе в мальковую стадию

<sup>1</sup> Г. Г. Винберг (1937), не приводя никаких данных, утверждает, что влияние температуры в пределах 12—32° на размерах личинок карпа не сказывается.

больше, чем у личинок от весеннего и летнего нерестов (Мейснер, 1933). *Oxyporhamphus micropterus* (Val.) из разных широт на одной и той же стадии развития имеет разную длину тела: меньшую—вблизи экватора в более теплой воде и большую—вдали от него в условиях низкой температуры (Храпкива-Ковалевская, 1963). К. И. Семенов (1958), сравнивая строение близких по размерам, но разных по возра-

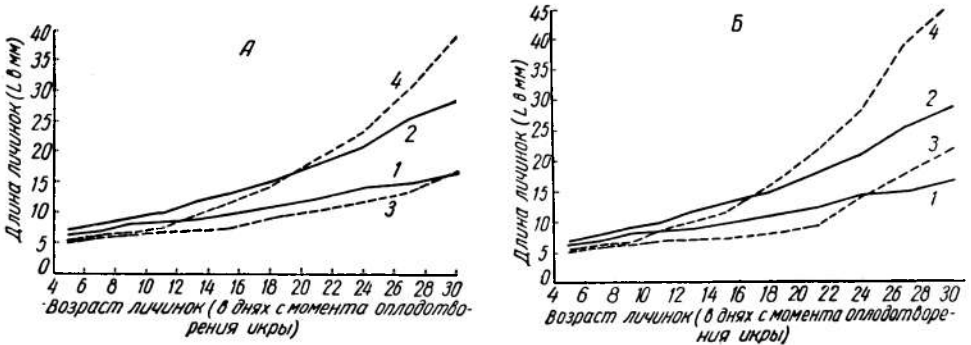


Рис. 1. Рост личинок прудового карпа, выращиваемых при разных температурах в различные периоды их развития:

1, 2 — кривые роста личинок (соответственно самых мелких и самых крупных), выращиваемых до перехода к активному питанию при температуре 30° и позже — 20° С; 3, 4 — кривые роста личинок (соответственно самых мелких и самых крупных), выращиваемых до перехода к активному питанию при температуре 16—20 и позже — 25 (рис. 1, А) и 30° (рис. 1, Б).

сту личинок осетра, также установил, что при низкой температуре они отстают в развитии (кишечника, плавников) от личинок, содержащихся при более высокой температуре.

Таблица 2

Влияние температуры на размер личинок прудового карпа при переходе с одного этапа на другой (1963 г.)

Этапы развития	Возраст (число дней с момента оплодотворения икры)		Длина (L), мм		Продолжительность этапов (дни)	
	16—20°	30°	16—20°	30°	16—20°	30°
A	5	2	5,3—5,6	5,0—5,3	3	1
B	8	3	6,1—6,7	5,4—6,3	5	1
C <sub>1</sub>	13	4	7,7—8,0	6,8—7,4	2	1
C <sub>2</sub>	15	5	9,0—9,5	8,0—8,5	4	2
D <sub>1</sub>	19	7	11,8—12,0	10,8—12,0	3	1
D <sub>2</sub>	22	8	15,3—16,2	13,2—13,5	3	1
E	25	9	17,0—18,0	15,5—15,6	6	5
F	31	14	24,0—25,0	23,0—25,0	3	1
G	34	15	27,5—28,5	25,0—27,0	—	—

Влияние температуры на рост карпа очень наглядно проявляется и в опытах по выращиванию личинок при разных температурах в различные периоды его развития. Так, если личинок, выращиваемых до перехода к активному питанию при 16—20°, пересадить в воду, температура которой 25 и 30°, они очень скоро — уже через два дня — заметно обгоняют в росте личинок, оставшихся при прежней температуре. Еще через несколько дней они обгоняют и личинок, выращиваемых до перехода к активному питанию при 30, а затем при 20° (рис. 1). Интересно, что крупные личинки, выращиваемые при высоких темпе-

ратурах (25 и 30°), обгоняют в росте выращиваемых при низкой температуре (20°) скорее, чем личинки меньших размеров, выращиваемые при соответствующих температурах. Так, крупные личинки при 25 и 30° обгоняют развивающихся при 20° в возрасте 21 (25°) и 18 (30°) дней, а личинки меньших размеров — только в возрасте 30 и 27 дней, т. е. на 9 дней позже (см. рис. 1, А, Б). Это свидетельствует о том, что высокая температура более благоприятно действует на проявление у рыбы индивидуальных ее качеств — потенций к интенсивно-

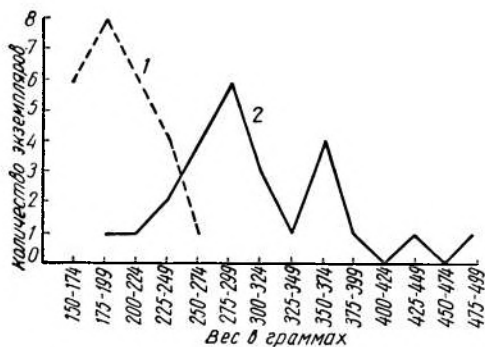


Рис. 2. Вариационные кривые веса сеголетков прудового карпа, выращенных на ранних этапах постэмбрионального развития при разных температурах: 16—20 (1) и 30°С (2).

му росту, нежели низкая. С другой стороны, указанным воздействием высокой температуры объясняются, по-видимому, и очень большие колебания в размерах тех сеголетков прудового карпа, ранние этапы постэмбрионального развития которых проходили при высокой температуре (рис. 2). Такой вывод подтверждают и опыты Кридланда (Cridland, 1962) с *Tilapia zillii*: при 31° через восемь месяцев вес рыбы колебался от 3,3 до 160 г (средний вес 47,7 г); при 19,8° колебания в весе составляли от 1,0 до 9,7 г (средний вес 3,5 г).

Заключение о действии высокой температуры как факторе, благоприятствующем проявлению у прудового карпа ценных индивидуальных качеств — потенций к интенсивному росту, может иметь практическое значение для работ по селекции в карповодстве. Выращивание карпа на ранних этапах постэмбрионального развития при высокой температуре даст возможность лучше проводить его отбор по указанным хозяйственно-ценным признакам, чем выращивание при температурах низких.

## ВЫВОДЫ

1. С повышением температуры рост и развитие личинок прудового карпа ускоряются.
2. Высокая температура сильнее влияет на морфогенез рыбы, чем на ее рост.
3. Высокая температура более благоприятно, чем низкая, действует на проявление у карпа индивидуальных его качеств — потенций к интенсивному росту.
4. Благоприятным действием высокой температуры на проявление у рыбы индивидуальных ее качеств — потенций к интенсивному росту — объясняются большие колебания в размерах сеголетков карпа, выра-

щенных на ранних этапах постэмбрионального развития при высокой температуре.

5. Значение высокой температуры как фактора, благоприятно действующего на проявление у рыбы ценных ее индивидуальных качеств—потенций к интенсивному росту,— может быть использовано в работах по селекции прудового карпа.

#### ЛИТЕРАТУРА

- Брагинская Р. Я. 1960. Этапы развития культурного карпа. Тр. Ин-та морфол. животных АН СССР, 28.
- Васнецов В. В. 1953. Этапы развития костистых рыб. Сб. «Очерки по общим вопросам ихтиологии», Изд-во АН СССР.
- Вернидуб М. Ф. 1951. Морфологические этапы в развитии яиц и личинок осетровых рыб и их значение для рыбоводства. Уч. записки ЛГУ, 142, серия биол., 29.
- Винберг Г. Г. 1937. Температура и размеры биологических объектов. Успехи совр. биол., 6, 1.
- Владимиров В. И. 1964. Личиночные критические периоды развития и смертность у рыб. Вопросы ихтиол., 4, 1 (30).
- Гордиенко О. Л. 1953. Выращивание молоди белуги. Гизлегпищепром, М.
- Державин А. Н. 1945. Воспроизводство запасов осетровых рыб. Изв. АН АзССР, 12.
- Дмитриева Е. Н. 1960. Этапы развития туводного леща. Тр. Ин-та морфол. животных АН СССР, 28.
- Королева В. А. и Федорова Г. В. 1951. Критические периоды в развитии яиц и личинок донского осетра (*Acipenser güldenstädti colchicus* v. Marti) и их морфологическая характеристика. Уч. зап. ЛГУ, 142, серия биол., 29.
- Ланге Н. О. 1960. Этапы развития плотвы в различных экологических условиях. Тр. Ин-та морфол. животных АН СССР, 28.
- Матвеев Б. С. 1952. Рост и начало самостоятельного питания молоди осетровых рыб в условиях искусственного разведения. Зоол. ж., 31, 4.
- Мейснер В. И. 1933. Промысловая ихтиология. М.—Л.
- Мильтштейн В. 1940. Выращивание молоди осетровых. Рыбн. х-во, 6.
- Набиев А. И. 1953. Рост молоди осетра (*Acipenser güldenstädti persicus* Bor.) в экспериментальных условиях и влияние на него факторов внешней среды. Тр. Ин-та зоол. АзССР, 16.
- Расс Т. С. 1941. Географические параллелизмы в строении и развитии костистых рыб северных морей. Моск. об-во испытат. природы, 1805—1940, М.
- Его же. 1948. О периодах жизни и закономерностях развития и роста у рыб. Изв. АН СССР, серия биол., 3.
- Семенов К. И. 1958. Морфологічні і біологічні особливості розвитку личинок осетра в різних умовах існування. Вид-во АН УРСР, К.
- Сильченко З. П. 1954. Влияние высоких температур на выживаемость мальков рыба и шемаи. Сб. науч. работ студентов Карело-Финск. гос. ун-та, 2.
- Татарко К. И. 1965. Влияние температуры на эмбриональное развитие прудового карпа. Гидробиол. ж., 1, 1.
- Храпкива-Ковалевская Н. В. 1963. Материалы по размножению, развитию и распространению личинок и мальков полукрыла — *Oxyporhamphus microptherus* (Val.). Тр. Ин-та океанол. АН СССР, 62.
- Чаликов Б. Г. 1951. Методика выращивания молоди осетровых и белорыбицы. Тр. ВНИРО, 19.
- Bishai H. M. 1959. Upper lethal temperatures for larval salmonids. J. conseil, 25, 1.
- Blaxter J. 1960. The effect extremes of temperature on herring larvae. J. Marine Biol. Assoc. United Kingdom, 39, 3.
- Cridland C. C. 1962. Laboratory Experiments on the Growth of *Tilapia* sp. The Effect of Light and Temperature on the Growth of *T. zillii* in Aquaria. Hydrobiol., 20, 2.
- Schmidt J. 1905. On the larval and post-larval stages of the Torsk (*Brosmius brosme* Ascan.). Medd. Komm. Havunders (Fisk.), 1, 8.
- Schmidt J. 1908. On the post-larval stage on the John Dory (*Zeus faber* L.) and some other Acanthopterygian Fishes. Medd. Komm. Havunders (Fisk.), 2, 9.

Поступила 14.III 1964 г.

## EFFECT OF TEMPERATURE ON THE EARLY STAGES OF POSTEMBRYONIC DEVELOPMENT OF POND CARP

K. I. TATARKO

(Institute of Hydrobiology, Academy of Sciences of the Ukrainian SSR, Kiev)

### *Summary*

Experiments on the growing of larvae from artificially fertilized roe of scaly carp under laboratory conditions at various temperatures of the water (from 16 to 30° C showed that:

With a rise in temperature the growth and development of carp larvae increase. High temperature affects the morphogenesis of fish to a greater extent than their growth.

High temperature has a more favourable effect on the appearance in fish of its individual properties — potential to intensive growth — than a low temperature. Hence, fluctuations in the size of the carp grown at early stages of post-embryonic development at a high temperature are always stronger than in carp grown at a low temperature.

Growing pond carp at early post-embryonic stages of development at a high temperature makes it easier to carry out selection by the indicated valuable characters.