

Т. А. ДЕТЛАФ

ЗАВИСИМОСТЬ ТЕМПА ДРОБЛЕНИЯ ЯИЦ ОСЕТРОВЫХ РЫБ ОТ ТЕМПЕРАТУРЫ

(Представлено академиком К. И. Скрябиным 26 V 1953)

Настоящая работа посвящена выяснению зависимости темпа дробления яиц севрюги (*Acipenser stellatus* Pall.), черноморско-азовского осетра (*Ac. güldenstädti colchicus* V. Marti) и белуги (*Huso huso* (L.)) от температуры. Опыты были поставлены в низовье Дона, в Рогожкино, на икре, созревшей в результате инъекции гипофизов. Яйца помещались в несколько чашек Петри (по 30—40 шт. в каждую) в воду различной температуры, затем прибавлялась сперма и точно отмечалось время осеменения и температура воды в каждой чашке (с точностью до $0,1^{\circ}$). В других случаях осеменение проводилось сухим способом, и затем в чашки приливалось небольшое количество воды разной температуры. После этого чашки возвращались в разные температурные условия и через каждые 10—20 мин. отмечалась температура воды в каждой чашке. Периодически велось наблюдение под бинокляром за поведением яиц. Время самого начала первого деления, когда на анимальном полюсе впервые едва намечается светлая полоска первой борозды, учитывалось с точностью до 1—2 мин. В ряде опытов учитывалось также самое начало второго, третьего, четвертого, а иногда и пятого делений. Температура за период наблюдений колебалась в одних случаях на десятые доли градуса, в других на $1—2^{\circ}$. Во всех случаях вычислялась средняя температура за данный период.

При непрерывном наблюдении под бинокляром удается уловить некоторую неодновременность появления борозды в разных яйцах одной кладки, содержащихся вместе в одной чашке. Однако для большинства яиц эта неодновременность выражается долями минуты, а различие между крайними обгоняющими и отстающими яйцами составляет несколько минут (2—5). Интересно, что эти яйца обычно и следующее деление начинают соответственно несколько раньше или позже. Вопрос о причинах такой неодновременности начала деления требует специального исследования. В яйцах разных самок, но развивающихся при одинаковых температурах, первая борозда появляется в одно и то же время (колебания не превышают индивидуальных колебаний), что и позволяет вывести общую закономерность изменения темпа при изменении температуры. Отклонения наблюдаются в тех случаях, когда развитие протекает в условиях недостатка кислорода, заметно замедляющего темп развития.

Изменения времени наступления первого деления при разных температурах представлены на рис. 1. Средняя часть кривых рис. 1 (у севрюги в интервале от 17 до 23° , у осетра от 15 до 21°) сильно уплощена и приближается к прямой. Обращает на себя внимание, что при большом сходстве кривых между собой они сдвинуты относительно друг друга и соотноше-

ние темпов развития севрюги, осетра и белуги при разных температурах оказывается различным. Эти кривые показывают, что ускорение развития с повышением температуры на 1° в зоне разных температур у всех видов различно: при переходе от низких температур к более высоким оно снижается.

Рассмотрим детально каждую кривую. У севрюги в интервале от 13 до 15° температурный коэффициент Q_{10} равен $5,1$; в интервале от 15 до 17° $Q_{10} = 3,3$; от 17 до 23° он держится на постоянном уровне и равен $2,1$; выше 23° наступает

новое снижение ускорения: в интервале от 23 до 25° $Q_{10} = 1,6$ и от 25 до 27° — $1,5$. При увеличении температуры до 29° снижение ускорения переходит уже в замедление развития. Пигментация яйца и характер дробления при этой температуре резко отличаются от контроля. Будучи перенесены в нормальные температурные условия такие яйца развиваются, однако большинство зародышей имеет те или иные аномалии строения. При 30 — 32° яйца погибают сразу или спустя некоторое время, не приступая к дроблению или в конце периода дробления; лишь единичные зародыши погибают на более поздних стадиях.

Для кубанской севрюги, по данным Г. Я. Дорошина и С. К. Троицкого (2), нерестные температуры находятся в пределах от $15,2$ до $25,4^\circ$, а по данным К. Г. Дойникова (3) от $13,8$ до 27° . На Дону, по данным последнего (см. также (4)), первые текучки появляются при 15° , а массовый лов их идет при 17 — 24° .

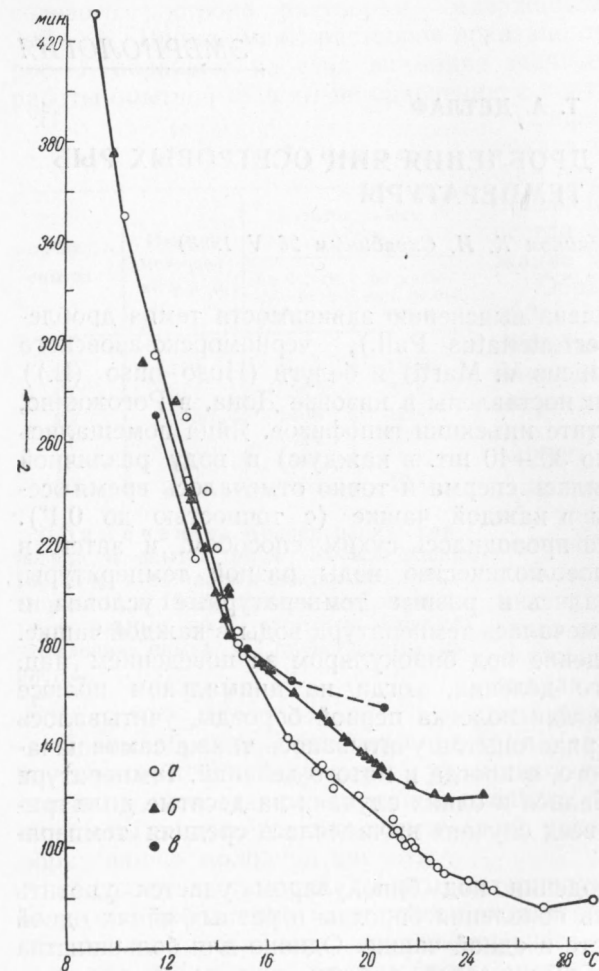


Рис. 1. Время от осеменения до начала первого деления при разной температуре воды у осетровых рыб: а — севрюга, б — осетр, в — белуга

Таким образом, средний отрезок кривой, в интервале от 17 до 23° , соответствует средним нерестным температурам севрюги и отражает, по видимому, оптимальные условия развития. При температурах, приближающихся к границам нерестных (ниже 15° и выше 27°) характер зависимости темпа развития от температуры изменяется. Полученные данные в основном согласуются с данными Н. Д. Никифорова (1). Изучая продолжительность развития севрюги при разных температурах и влияние высоких и низких температур, он установил, что оптимальные условия развития севрюги находятся в пределах от 15 до 25° . Вне их происходит угнетение, замедление развития, увеличиваются отход и количество уродов.

Кривая зависимости начала дробления от температуры у осетра

очень похожа на соответствующую кривую севрюги, но сдвинута в область более низких температур. Средний отрезок ее идет почти параллельно соответствующему отрезку кривой севрюги. Однако снижение ускорения развития с повышением температуры у осетра наступает раньше, чем у севрюги — уже при температуре 21°, а при дальнейшем повышении температуры от 24 до 25° развитие почти не ускоряется. Таким образом, температура 24—25° является для донского осетра уже близкой к пороговой. Резкое повышение температурного коэффициента при снижении температуры у осетра наступает также при более низких температурах, чем у севрюги, — при температуре ниже 15° (тогда как у севрюги ниже 17°). В результате этого при температуре около 15° кривые севрюги и осетра перекрещиваются, т. е. при этой температуре период от осеменения до начала первого деления у них продолжается одинаковое время, тогда как при температуре 17—21° деление у осетра начинается на 20—22 мин. позднее, чем у севрюги, а при температурах ниже 15° осетр развивается несколько быстрее севрюги. При низких температурах (13—14°) колебания на несколько десятых градуса вызывают изменения, часто превышающие видовые различия. Поэтому соотношение темпов развития при низких температурах нуждается в дальнейшем уточнении.

Нами был сделан контрольный опыт. В нескольких чашках помещались вместе яйца севрюги и осетра и осеменялись смесью спермы севрюги и осетра. Затем чашки были помещены в разные температурные условия. При температурах выше 15° яйца севрюги начинали делиться раньше, а при температуре 14,8°, наоборот, яйца осетра чуть-чуть обогнали яйца севрюги. Следует отметить, что при гибридном оплодотворении яиц севрюги спермой осетра сохранялся свойственный севрюге темп деления.

Рассмотренные выше отличия кривой темпа развития осетра, по сравнению с севрюгой, находят себе объяснение в том, что средние нерестные температуры для донского осетра, повидимому, (2, 5) на 2—3° ниже, чем для севрюги. Соответственно, у осетра близкий к прямолинейному отрезок кривой сдвинут на 2° ниже, чем у севрюги и, как у последней, соответствует средним нерестным температурам.

Большой интерес представляет вопрос о том, какой характер эта кривая имеет у весеннего и летнего волжского осетра, у которых нерестные температуры сильно отличаются (6).

Для белуги пока не удалось получить полных данных. Однако и те, которые уже имеются, показывают, что характер кривой у нее в основном сходен с таковым севрюги и осетра, причем она сдвинута в сторону еще более низких температур. При повышении температуры снижение ускорения развития у белуги начинается раньше, чем у осетра. Точек перекреста кривой белуги с кривыми осетра и севрюги установить не удалось, но они, несомненно, имеются, так как при температуре 13° яйца белуги начинают дробиться раньше яиц как осетра, так и севрюги, а при температуре выше 15°, наоборот, позднее их. Это заставляет предполагать, что нерестные температуры белуги несколько ниже, чем у осетра.

Все изложенное справедливо не только для начала первого деления, но и для последующих делений. Было установлено, что в условиях постоянной температуры и нормальной аэрации время от начала первого деления до начала следующего у всех исследованных видов точно соответствует одной трети периода от момента осеменения до появления первой борозды. Как долго сохраняется этот ритм делений, пока не удалось выяснить. До пятого деления он во всяком случае сохраняется. Проверочные наблюдения на яйцах травяной лягушки (*Rana temporaria* L.) показали, что и у нее имеется постоянный ритм первых делений (то же установлено для *R. ripiens* (7)), причем время между соседними делениями также равняется одной трети периода от осеменения до начала первого деления; чем обуславливается такое соотношение, пока не

ясно. Таким образом, зная время от осеменения до самого начала первого деления при каждой данной температуре (в условиях хорошей аэрации), можно точно предсказать и время наступления последующих делений при той же температуре. Были поставлены контрольные опыты на икре, инкубирующейся в реке. Время начала делений совпало с теоретически предсказанным.

Полученные материалы подтверждают уже известное положение⁽⁸⁾, что у видов, размножающихся при более низких температурах, соответственно максимальные и минимальные температуры сдвинуты в зону более низких температур. С другой стороны, для осетровых не подтверждается положение, что виды, размножающиеся при более низких температурах, развиваются быстрее. Виды, размножающиеся при более низкой температуре, быстрее развиваются только при низких температурах; в зоне обычных нерестных температур соотношение может быть и иным, а при высоких температурах оно даже прямо противоположно. Аналогичное соотношение темпов дробления яиц ранее было установлено Лебом⁽⁹⁾ для морских ежей и Муром⁽⁸⁾ для *Rana clamitans* и *R. palustris*.

Все это показывает, что темп развития при разных температурах имеет строго адаптивное значение и что сравнивать скорости развития родственных видов животных следует с учетом нормальных нерестных температур. Существенное значение имеет то обстоятельство, что температурный коэффициент в пределах нерестных температур и у осетра и у севрюги близок к 2 и лишь у нижней границы приближается к 3.

Изучение закономерности изменения скорости развития при разных температурах и определение величины температурного коэффициента может быть предложено как удобный метод для выяснения благоприятных для развития температур. Наиболее целесообразно изучать для этого период от осеменения до самого начала первого деления, так как этот период характеризуется наибольшей чувствительностью и, с другой стороны, в силу относительной краткости требует для своего изучения минимального времени и может быть учтен с достаточной точностью. При этом следует иметь в виду, что низкие температуры не оказывают столь резкого повреждающего действия, как высокие. С другой стороны, в условиях естественного нереста низкие температуры неблагоприятны уже в силу того, что длительность периода инкубации увеличивает возможность выедания икры. Поскольку при искусственном разведении этот момент отсутствует, не исключено, что инкубацию можно проводить при температурах более низких, чем нерестные. В каждом конкретном случае этот вопрос требует специального выяснения.

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

Поступило
9 V 1953

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ Н. Д. Никифоров, Изв. ВНИРО, 29, 156 (1949). ² Г. Я. Дорошин, С. К. Троицкий, Тр. рыбовод. биол. лаб. Азчеррыбвода, № 1, 111 (1949). ³ К. Г. Дойников, Рыб. Доно-Куб. рыбохоз. станц., № 4, 213 (1936). ⁴ А. Н. Державин, Воспроизводство запасов осетровых рыб, 1947. ⁵ А. Я. Недошивин, Тр. Азово-черн. научно-пром. эксп., № 4 (1928). ⁶ Л. А. Алявдина, Тр. Саратов. отд. Касп. фил. ВНИРО, 1, 14 (1951). ⁷ M. Atlas, Physiol. Zool., 8, No. 3 (1935). ⁸ J. A. Moore, Ecol., 20, No. 4 (1939). ⁹ Ж. Леб, Организм как целое, с физ.-хим. точки зрения, 1926.