

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО РЫБОЛОВСТВУ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ УНИТАРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЦЕНТР
РЫБНОГО ХОЗЯЙСТВА
(ФГУП «ГОСРЫБЦЕНТР»)

Биология, биотехника разведения
и состояние запасов сиговых рыб

BIOLOGY, BIOTECHNOLOGY OF BREEDING AND
CONDITION OF COREGONID FISH STOCKS

Восьмое международное научно-производственное совещание

(Россия, Тюмень, 27-28 ноября 2013 года)

VIII International Scientific and Practical Workshop

(Tyumen, Russia, November, 27-28, 2013)

Материалы совещания

Научное издание

Под общей редакцией
доктора биологических наук А.И. Литвиненко,
доктора биологических наук Ю.С. Решетникова

Тюмень
ФГУП «Госрыбцентр»
2013

Summary

Protocol used for sperm cryopreservation of the Baikal Lake cisco, *Coregonus migratorius* Georgi was provided. Sperm and suspension of sperm cells prepared from testes were used. The quality of cryopreserved sperm was tested by fertilization. The methods are simple and can be used in the field.

ТЕМПЕРАТУРНЫЕ УСЛОВИЯ ПЕРЕХОДА НА АКТИВНОЕ ПИТАНИЕ ЛИЧИНОК СИГОВЫХ РЫБ

Семенченко С.М., Смешливая Н.В.

ФГУП «Государственный научно-производственный центр
рыбного хозяйства» (ФГУП «Госрыбцентр»)

Введение

Начало активного питания существенно влияет на физиологическое состояние и последующее развитие личинок сиговых рыб. Известно, что даже трёхдневное голодание ранних личинок байкальского омуля отрицательно отражалось на их последующем росте (Семенченко, 1988). В условиях искусственного воспроизводства своевременное начало кормления личинок сиговых во многом определяет качество посадочного материала. На рыбоводных заводах в конце инкубации температура воды часто является фактором, лимитирующим начало активного питания личинок. Поэтому целью данного исследования являлась оценка влияния температуры на способность ранних личинок сиговых потреблять пищу из внешней среды. Ранее величины ниже температурного порога начала питания для личинок этого семейства были ориентировочно определены Л. Л. Сергиенко и Л. В. Кугаевской (1990). Однако для дальнейшей оптимизации рыбоводного процесса с учётом современных технологических возможностей имеющиеся сведения требуют уточнения. Кроме того, соответствующие данные по ряду таксонов приводятся впервые.

Материал и методика

Экспериментальные работы проводились в лаборатории отдела ФГУП «Госрыбцентр» (г. Тюмень) в апреле-июне 2013 г. Материалом для исследования служили личинки сиговых рыб Обского бассейна и оз. Байкал: тугуна *Coregonus tugun*, озёрной и речной форм пеляди *C. peled*, сига-пыжьяна *C. lavaretus pidschian*, муксуна *C. muksun*, чира *C. nasus*, гибрида речной формы пеляди и чира, байкальского озёрно-речного сига *C. lavaretus pidschian*. Материал был доставлен в лабораторию в виде развивающейся икры на завершающем этапе эмбрионального развития (подвижное состояние жаберно-челюстного аппарата). Икра сиговых рыб Обь-Иртышского бассейна поступила из Сузгунского инкубационного цеха (г. Тобольск), икра озёрно-речного бай-

кальского сига – с Баргузинского рыбоводного завода (Бурятия, п. Юбилейный). В опытах с каждым из видов использовалась икра с одной датой сбора. Опыты ставили на особях, находящихся на первом этапе личиночного развития (этап смешанного питания) (Черняев, 1968). Вылупление зародышей стимулировали в предличиночном состоянии методом барботации (Семенченко, 2000). До проведения опытов предличинки каждого вида отдельно содержались в «предварительных» аквариумах при температуре 3 – 4 °С. Для регистрации момента перехода зародышей на личиночный период развития ежедневно из этих аквариумов часть предличинок (по 20 экз.) отсаживали в аквариум с кормом (науплии артемии). Температура в этом тестовом аквариуме повышалась до 12 – 13 °С. Такая температура заведомо не ограничивает начало активного питания сиговых рыб (Сергиенко, Кугаевская, 1990). Переход 90 % предличинок на активное питание в течение 8 ч считалось началом первого личиночного этапа. Принимали, что степень развития особей, оставшихся в «предварительном» аквариуме, аналогична протестированным личинкам, и их в течение суток использовали в основных опытах. Такая подготовительная работа обеспечивала постановку опытов на особях, степень развития которых гарантировала физиологическую способность потреблять пищу извне.

Основные опыты проводили в термостатированных аквариумах объёмом 4 л. Количество личинок в одном опыте составляло 20-30 экз. Необходимая температура в каждом опытном аквариуме поддерживалась при помощи контактного термометра и нагревателя, помещённых в контурный аквариум. Аквариумы размещались в холодильной витрине, обеспечивающей пониженный температурный фон. Циркуляция воды как в контурном, так и в опытном аквариумах обеспечивалась микрокомпрессорами. Колебания температуры не превышали $\pm 0,3$ °С. Освещённость в установке составляла 1000 лк. Акклимация личинок к условиям опыта проходила в течение 30 мин. Затем в опытные аквариумы вносили корм. В качестве живого корма использовали науплий артемии. Средняя длина науплий равнялась 0,4 мм, ширина – 0,2 мм. Корм вносили в концентрации 2500 экз./л. Создаваемая в опытных аквариумах плотность науплий многократно превышала пороговое значение, обеспечивающее максимальный рацион у ранних личинок сиговых рыб – 200 экз./л (Кухарчук, 1986). Предварительные эксперименты показали, что доля питающихся личинок возрастает в течение первых 8 часов. Увеличение экспозиции до 12 или 16 часов существенно не влияло на этот показатель. Поэтому продолжительность каждого из опытов во всех сериях составляла 8 часов. Факт потребления науплий регистрировали при визуальном просмотре личинок в пипетке при завершении опыта. Наличие хотя бы одной жертвы в кишечной трубке считалось началом внешнего питания. Просмотру подвергались все экземпляры, участвующие в опыте, и определяли долю личинок, потребивших корм.

Проведено три серии опытов. Целью первой серии являлось оценка ограничивающего влияния низких температур воды на начало активного потребления пищи личинками сиговых рыб в течении первых двух суток после перехода на этап смешанного питания. Диапазон температур в опытах составлял от 0,5

до 12,0 °С. Опыты выполнялись одновременно в двух партиях с шагом температур.

Цель второй серии опытов – оценить влияние низких температур на способность потребления корма личинками, имеющими навыки активного питания. Методика этой серии отличалась от предыдущей тем, что личинки на момент отсадки в опытные аквариумы уже имели опыт захвата живого корма. Для этого в аквариум с двухдневными личинками вносили корм при температуре 8-10 °С. Через 6-8 часов отлавливали только накормленных личинок и пересаживали в аквариум без корма. Температура выдерживания личинок без корма составляла 3-4 °С. После полного опорожнения кишечной трубки личинок использовали для проведения опытов по методике, аналогичной первой серии. Диапазон экспериментальных температур – 0,5-10 °С.

Цель третьей серии опытов – отразить возрастные изменения ограничивающего влияния температуры на начало активного питания личинок. Для этого было прослежено изменение доли питающихся особей в течение 10 суток после наступления первого личиночного этапа при температуре, соответствующей начальной величине нижнего порога начала питания - 0,5 °С. Данное значение температуры было экспериментально определено в первой серии опытов. Опыты проводились с личинками озёрной формы пеляди ежедневно. Всего – 11 опытов.

Во всех трёх сериях оценивался нижний диапазон температур в пределах зоны толерантности личинок сиговых рыб.

Весь собранный материал был обработан статистически с применением методов вариационной статистики (Лакин, 1990). Количество проведённых опытов в обеих сериях представлено в табл. 1.

Таблица 1 – Количество проведённых опытов

Вид	1 серия	2 серия	Вид	1 серия	2 серия
Чир	7	6	Озёрно-речной сиг	11	5
Гибрид пеляди и чира	7	6	Речная форма пеляди	9	8
Муксун	9	5	Озёрная форма пеляди	9	8
Тугун	10	7	Сиг-пыжьян	12	-

Результаты и обсуждение

Как и ожидалось, в первой серии опытов у всех исследованных видов наблюдалась тесная положительная связь между долей питающихся личинок и температурой воды ($r = 0,87 - 0,98$; $P \geq 0,999$). Видоспецифичность температурных условий, обеспечивающих единичное питание однодневных личинок, выражена слабо. Потребление науплий отдельными особями наблюдалось в относительно узком диапазоне температур – 0,5-1,5 °С. Наиболее низкая температура начала единичного питания (0,5°С) зарегистрирована у муксуна, сига-пыжьяна и озёрной формы пеляди (таблица 2); наиболее высокая (1,5°С) – у чира и байкальского сига.

Температура перехода на активное питание половины личинок у тестируемых видов и форм варьировала от 2,4 (озёрная пелядь) до 8,5 °С (байкальский сиг) (табл. 2).

Таблица 2 – Значения температуры перехода доли питающихся ранних личинок сиговых рыб через уровни 10, 50 и 90 %

Виды и формы рыб	Доля питающихся личинок, %					
	Менее 10		50		Более 90	
	Температура воды, °С					
	Серия опытов					
	I	II	I	II	I	II
Чир	1,5	0,5	7,0	5,5	9,0	9,0
Гибрид пеляди и чира	1,0	*	4,5	2,0	9,0	6,0
Муксун	0,5	*	3,5	1,5	5,5	5,0
Тугун	1,1	*	5,9	2,0	8,2	6,0
Байкальский озёрно-речной сиг	1,5	1,0	8,5	2,0	11,8	4,5
Сиг-пыжьян**	0,5		4,7		8,1	
Речная форма пеляди	1,0	*	7,5	5,0	9,0	9,0
Озёрная форма пеляди	0,5	*	2,4	0,5	10,0	3,0
Примечания – * 10%-ный уровень доли питающихся личинок не определён, т.к. при минимальной температуре опытов 0,5 °С у данных видов во второй серии питалось от 17 до 26 % особей; ** вторая серия опытов не проводилась						

Результаты опытов по отношению к уровню температуры, обеспечивающему массовый переход личинок к внешнему питанию (более 90 %), условно можно разбить на три температурных диапазона (см. табл. 2). «Высокие» температуры перехода (10 – 12 °С) отмечены у байкальского сига и озёрной пеляди; «умеренные» (8 – 9 °С) – у сига-пыжьяна, тугуна, чира, гибрида чира и пеляди, речной пеляди; «низкая» температура зарегистрирована у муксуна – 5,5 °С.

Интересно отметить, что последовательность видов и форм сиговых рыб, выстроенная по значению температур перехода на активное питание половины личинок не совпадает с аналогичной последовательностью для температурных значений массового начала питания (см. табл. 2). Достоверная положительная корреляция между температурой начала питания 50 и 90 % личинок разных таксонов отсутствует ($r = 0,49$; $P = 0,826$). Размеры и масса личинок сравниваемых таксонов значительно различались. Наиболее мелкими были личинки тугуна (2,8 мг), наиболее крупные – чира и байкальского сига (10,8 мг) соответственно. Однако предполагаемая связь значений 50 и 90 %-ных уровней перехода на активное питание со средней массой личинок статистически не подтвердилась ($r = 0,38$; $P = 0,685$ и $r = 0,23$; $P = 0,418$ соответственно).

В целом, переход от потребления корма единичными особями к началу массового активного питания у одно-двухдневных личинок сиговых рыб происходит в широком диапазоне температур от 0,5 до 12 °С. У разных сиговых рыб этот интервал заметно отличается. Температурный интервал перехода на

активное питание наиболее широк у озёрной пеляди и байкальского сига – около 10 °С; максимально узок – у муксуна – 5 °С. Для остальных исследованных сиговых рыб он колеблется в пределах 7 – 8 °С.

Переход ранних личинок сиговых на активное питание в широком диапазоне температур связан с их индивидуальной неоднородностью по отношению к изучаемому фактору. Вероятно, этот эффект определяется особенностями физиологического состояния или поведенческих реакций отдельных экземпляров. Причём, за пределами температурного интервала начала питания указанная разнокачественность личинок существенно не проявляется. В значительной степени видовые отличия по отношению к температуре, как к фактору, ограничивающему переход личинок на активное питание, «затушёвываются» высокой индивидуальной изменчивостью.

Во второй серии опытов общий характер зависимости доли питающихся личинок от температуры был такой же, как и в первой серии. Коэффициент линейной корреляции этой связи (r) у разных сиговых находился в пределах от 0,71 до 0,98 ($P \geq 0,999 - 0,99$). Однако, в целом, отмечается смещение полученных значений в зону более низких температур. Так, 10 %-ный уровень начала питания во второй серии опытов у чира был превышен при 0,5 °С; у байкальского сига – при 1,0 °С, что на градус ниже значений полученных в первой серии (см. табл. 2). У остальных сиговых единичное питание, вероятно, начиналось при температуре несколько ниже 0,5 °С, так как у них при этом минимальном значении температуры в опытах регистрировалось от 17 до 26 % особей с пищей в кишечной трубке. Значения 50 %-ного уровня начала питания у большинства видов во второй серии по сравнению с первой снизились на 1,5 – 2,5 °С. Исключение составляют тугун и байкальский сиг, у которых это снижение достигло 3,9 и 6,5 °С. Во второй серии опытов половина личинок всех исследованных сиговых начинала потреблять корм в интервале температур от 0,5 (озёрная пелядь) до 5,5 °С (чир). Температура начала питания более 90 % опытных личинок во второй серии не изменилась у чира и речной пеляди (9 °С). У остальных сиговых эта величина снизилась по сравнению с первой серией на 0,5 (муксун) – 7,3 °С (байкальский сиг). В отличие от первой серии, во второй обнаружена достоверная положительная корреляция между значением температуры питания 50 и 100 % личинок ($r=0,96$; $P=0,999$).

В целом, сравнительный анализ результатов опытов двух серий позволяют сделать вывод, что личинки, обладающие навыком питания, способны потреблять корм при более низких температурах, по сравнению с не питавшимися особями.

В третьей серии опытов доля питающихся личинок озёрной пеляди в первые сутки опыта составляла 15 %. В последующие четыре дня это значение увеличивалось со средней скоростью 13 %/сут. На пятые сутки опыта доля питающихся личинок составляла уже 68 %. Дальнейшее увеличение доли питающихся личинок происходило значительно медленнее, со средней скоростью 4 %/сут. Основная часть личинок (91 %) перешла на питание только на 12 сутки опыта (рис.).

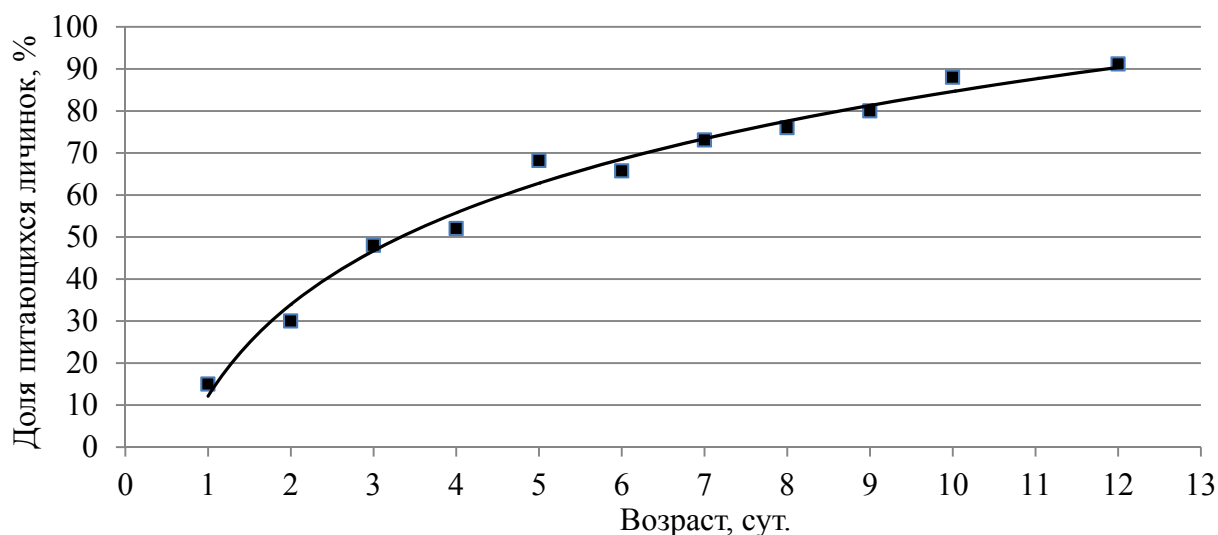


Рисунок – Зависимость доли питающихся личинок озёрной пеляди от возраста при температуре 0,5°C

Между возрастом личинок и долей питающихся особей существует статистически достоверная положительная связь ($r = 0,95$; $P \geq 0,999$). Известно, что на этапе смешанного питания у личинок, не потребляющих корм из внешней среды, развитие продолжается за счёт эндогенных запасов энергии (Черняев, 1968). Очевидно, возрастающая степень развития личинок является причиной увеличения доли питающихся личинок при температурах, ограничивающих начало активного питания.

Список литературы

- Кухарчук, С. П. Экология байкальского омуля в эфтрофных водоёмах. – Новосибирск : Наука, 1986. - 125 с.
- Лакин, Г. Ф. Биометрия : Учебн. пособие для биологич. спец. вузов. - М. : Высшая школа, 1990. - 352 с.
- Семенченко, С. М. Влияние продолжительности голодания личинок байкальского омуля на последующий рост и энергообмен : Тез. докл. VI Всесоюз. конф. по раннему онтогенезу рыб, Мурманск, 1988 г.. - М., 1988. - Ч. 2. - С. 90–92.
- Семенченко, С. М. Способ стимуляции вылупления личинок сиговых рыб // Искусственное воспроизводство промысловых рыб во внутренних водоёмах России. – СПб. : ГосНИОРХ, 2000. - С. 212 – 216.
- Сергиенко, Л. Л. Нижний температурный порог начала питания личинок сиговых рыб : Тез. докл. 4-е Всесоюз. совещ. по биол. и биотехн. разведения сиговых рыб, Вологда, 12-16 ноября 1990 г. / Л. Л. Сергиенко, Л. В. Кугаевская. - Л., 1990. - С. 67-68.
- Черняев, Ж. А. Эмбриональное развитие байкальского омуля. - М. : Наука, 1968. - 91 с.

TEMPERATURE CONDITIONS OF TRANSITION TO ACTIVE FEEDING OF COREGONID FISH LARVAE

Semenchenko S.M., Smeshlivaya N.V.

The State Scientific-and-Production Centre of Fisheries (Gosrybcenter)

Summary

The paper contains the data on the temperature at which feeding of Coregonids larvae can be ensured. The transition from single individuals of feed intake the beginning the mass of the active food in one-day larval Coregonid fish occurs in a wide temperature range from 0,5 to 12°C. Larvae that have the experience of food capable of consuming food at lower temperatures compared to non-feeding individuals. The research data also shows how the age influences the changes limiting the effect of temperature on the beginning of active larvae feeding.

СТРУКТУРА И БИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПОСОЛЬСКОЙ ПОПУЛЯЦИИ БАЙКАЛЬСКОГО ОМУЛЯ В НЕРЕСТОВОМ СТАДЕ 2009 – 2012 гг.

Смирнов В.В.¹, Благодетелев А.И.², Смирнова-Залуми Н.С.³, Суханова Л.В.³

¹ *Федеральное Государственное Бюджетное Учреждение науки Байкальский музей Иркутского научного центра Сибирского отделения Российской академии наук;*

² *Федеральное Государственное Учреждение «Байкалрыбвод»;*

³ *Федеральное Государственное Бюджетное Учреждение науки Лимнологический институт Сибирского отделения Российской академии наук*

В Байкальском музее совместно с Лимнологическим институтом СО РАН с 1995 г. ведется работа по формированию базы данных многолетних наблюдений за состоянием искусственно воспроизводимой посольской популяции байкальского омуля. Она, прежде всего, включает ежегодные наблюдения за состоянием нерестового стада, начатые в 1935 г. кафедрой зоологии Иркутского госуниверситета (Мишарин, 1953) и продолженные с 1965 г. Лимнологическим институтом СО РАН. В 2009 – 2012 гг. наблюдения велись в рамках интеграционного проекта № 6 «Закономерности поведения байкальского омуля и гидроакустическая оценка динамики его численности как ключевого промыслового вида». Массив получаемой информации состоит из данных о динамике нерестовой миграции омуля в речки залива Посольский сор, составе и состоянии рыб в нерестовом стаде.

Динамика нерестового хода

Нерестовый ход омуля в речки Посольского сора в период с 2009 по 2012 гг. преимущественно проходил в конце сентября – октябре. И только в 2010 г. около 40 % рыб было отловлено в речках Посольского сора до 20 сентября. Характерный для популяции срок максимума нерестовой миграции – третья дека-