

herd, and its maintenance in pools with artificial feeds. In the fifth year of cultivation, the average fish weight in the established herd reaches 3.72 kg. We discuss the use of inconnu as a biological improver in the reservoirs of the Angara-Yenisei cascade. The introduction of this fish species as a biological improver will result in the elimination of ordinary fish, and weaken interspecific and intraspecific competitive relations in the basin. The equation of inconnu spawn incubation periods depending on water temperature is given.

Keywords: the Yenisei, inconnu, producers, spawning, reproduction.

УДК 639.371.1

**В.А. ЗАДЕЛЁНОВ, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник,
Е.Н. ШАДРИН, кандидат биологических наук, директор**

Научно-исследовательский институт экологии рыбохозяйственных водоемов

660097, г. Красноярск, ул. Парижской Коммуны, 33

e-mail: nii_erv@mail.ru

ИСКУССТВЕННОЕ ВОСПРОИЗВОДСТВО МОЛОДИ РЫБ ВО ВРЕМЕННЫХ РЫБОВОДНЫХ КОМПЛЕКСАХ

Впервые приведено описание технологии выращивания жизнестойкой молоди во временном рыбоводном комплексе вблизи нерестилищ в бассейне р. Енисей, разработанная в Научно-исследовательском институте экологии рыбохозяйственных водоемов (г. Красноярск). Работы проводили на правых притоках Енисея – реках Агул и Мана – в 2010–2014 гг. Временный рыборазводный комплекс предназначен для получения и подрашивания посадочного материала пресноводных видов рыб в целях их искусственного воспроизводства, проведения научных исследований в полевых условиях. В его состав входит оборудование, которое позволяет совершать весь комплекс рыбоводных процессов в автономном режиме. Новизной приведенной биотехнологии является техническое решение проведения рыбоводных работ, дающее возможность при относительно небольших финансовых затратах получать жизнестойкую молодь рыб для зарыбления естественных водоемов. Выявлены нерестовые температуры ленка *Brachymistax lenok* (Pallas, 1773) – 8,2–9,0 °С, тайменя *Hucho taimen* (Pallas, 1773) – 6,8–8,6 °С. Отработана методика прижизненного получения рыбоводной икры хариуса сибирского *Thymallus arcticus* (Pallas, 1776), ленка и тайменя с использованием анестезии (суспензия гвоздичного масла) и возвращения рыб в естественную среду. Определены сроки инкубации икры тайменя, ленка, температурный режим всех рыбоводных процессов, режимы кормления этих видов. Показаны способы очистки воды и меры профилактики с грибковыми и бактериальными заболеваниями рыб. Приведены результаты получения молоди лососевых рыб. Всего за 2010–2014 гг. в бассейн Енисея выпущено 869 443 экз. подращенной молоди, в том числе ленка 21 677 экз., тайменя – 267 123 и хариуса – 580 700 экз.

Ключевые слова: молодь рыб, ленок, таймень, хариус, искусственное воспроизводство.

В бассейне Енисея происходит падение численности лососевидных рыб. Первоочередной задачей сохранения и устойчивого использования этих видов становится их искусственное воспроизводство. Расширению рыбоводных работ препятствует малая мощность специализированных предприятий региона, ориентированных на поддержку естественного воспроизводства. С целью минимизации финансовых затрат нами в 1997, 1998 гг. разработана технология подрашивания жизнестойкой молоди си-

бирского осетра и стерляди во временном (модульном) рыбоводном комплексе вблизи естественных нерестилищ осетровых рыб [1–3]. Новизна технологии заключается в получении жизнестойкой молоди, адаптированной к естественным условиям по следующим параметрам: химизму воды, естественному ходу температур, фотопериодизму, естественным кормам, переменной скорости течения в малозатратном (с финансовой точки зрения) предприятии [1, 4].

При разработке метода учитывали:

- применение полузамкнутой водной системы, в которой используется природная вода, проходящая через инкубационно-выростную систему один раз;
- применение бассейновой формы выращивания молоди как наиболее удобной вследствие создания условий для оперативного регулирования параметрами среды и максимального облегчения рыбе в потреблении кормов;
- максимальное удешевление производства подращиваемой молоди.

В 2001–2003 и 2010–2014 гг. указанную технологию адаптировали для получения молоди ленка, тайменя и хариуса в бассейне Енисея [5–9].

Цель работы – проведение инкубации икры, получение и подращивание личинок весенне-нерестующих лососевидных рыб до стадии жизнестойкой молоди с последующим выпуском в Енисей.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Отлов производителей осуществляли на местах естественных нерестилищ ставными и плавными сетями с ячейей 30–90 мм. Работы проводили на правых притоках Енисея – реках Агул и Мана – в 2010–2014 гг. Получение икры, ее осеменение, инкубацию и подращивание молоди осуществляли по стандартным методам работ при разведении лососевых рыб, кроме того, использовали собственные наработки [1, 7, 9]. При подращивании молодь сибирского хариуса, ленка и тайменя кормили декапсулированными цистами, рачками (замороженными) и науплиями артемии, комбикормами.

Состав временного (модульного) рыбоводного комплекса включает оборудование, позволяющее в автономном режиме производить весь рыбоводный цикл получения молоди (инкубацию икры, выдерживание и подращивание молоди): источник электроэнергии; насос погружной производительностью 20 м³/ч; систему фильтров для очистки воды от механической взвеси; бак-расходник, служащий для дегазации воды, пропущенной под давлением через насос; установку для обеззараживания воды ультрафиолетовыми лучами; гелиево-неоновый лазер (ЛГН-111); водопровод; систему флейт для дополнительной аэрации воды, поступающей в бассейны с выключившимися личинками; бассейны типа ИЦА-2 площадью 4 м² для выдерживания личинок и подращивания молоди; освещение; модифицированные инкубационные аппараты типа Шустера, в которых проводили инкубацию икры и выдерживание свободных эмбрионов [6–9].

Система водоснабжения комплекса следующая: вода из реки забирается посредством электронасоса и подается по напорному водопроводу в бассейн-расходник. Из него вода по системе труб самотеком подается через флейты в выростные бассейны и через шланги в инкубационные ап-

параты. Далее по сливам прошедшая через систему вода подается на песчано-гравийную подушку для очищения и фильтрации [7].

В 2010–2014 гг. общая площадь, занимаемая сооружениями рыбоводного комплекса на р. Агул (приток Енисея второго порядка длиной 350 км) для подращивания 100 тыс. молоди тайменя и хариуса свыше 0,2 г, составила 132,5 м²; на р. Мана (правый приток Енисея вблизи Красноярска) – 157 м² [9].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Опытные работы по рыбоводному освоению весенне-нерестующих лососевидных рыб (на примере сибирского хариуса) впервые осуществлены весной 2001–2003 гг. на притоке р. Подкаменная Тунгуска. Проведенные работы показали возможность сбора рыбоводной икры и получения молоди весенне-нерестующих лососевидных рыб на местах нерестилищ [5].

В мае – июле 2010–2014 гг. рыбоводные работы по воспроизводству этих видов рыб в бассейне Енисея были продолжены [7]. Отбор икры у производителей, отловленных на местах естественных нерестилищ, осуществляли прижизненным методом с применением анестезии – суспензии гвоздичного масла – 0,05 мл/л воды. Температура воды во время получения икры колебалась в пределах 6–9 °С. Профилактическую обработку икры проводили на стадии глазка метиленовым синим в соотношении 1 : 200 000, экспозиция 15 мин.

Личинки хариуса средней навеской 0,01 г пересаживали в бассейны ИЦА-2, плотность посадки 15 тыс. экз./м². Расход воды в бассейнах на начальном этапе составлял 2 л/мин, в дальнейшем увеличивался до 6 л/мин. Колебания температуры воды за период подращивания составляли 9–13 °С, концентрация растворенного кислорода – 7,9–13,1 мг/л. Рассасывание желточного мешка у основной массы личинок (более 50 %) зафиксировано на 5-е сутки.

На всех этапах подращивания личинки хариуса использовали стартовые корма датского производства Aller futura. Кормление личинок осуществляли не менее 12 раз в светлое время суток из расчета 4 % корма от массы молоди.

Производителей ленка выдерживали в бассейнах ИЦА-2 при температуре воды и концентрации растворенного кислорода, аналогичными таковым при выдерживании хариуса, инкубацию икры и подращивание молоди проводили при тех же условиях.

На р. Агул выполняли работы по получению и подращиванию молоди тайменя, ленка. Производителей отлавливали ставными и плавными сетями. Масса отловленных производителей приведена в табл. 1.

В период выдерживания до созревания половых продуктов производители содержались в бассейнах ИЦА-2. В качестве анестезии применяли суспензию гвоздичного масла. Срок воздействия анестетика на организм тайменя составил в среднем 5 мин ($5,0 \pm 0,15$), этот срок не зависит от размеров или возраста производителя [10]. После получения половых продуктов рыбу возвращали в естественную среду. Самцы использовались многократно.

Температурные условия инкубации икры приведены на рис. 1.

Таблица 1

Масса производителей, используемых в рыбоводных работах в р. Агул

Год	Пол	Таймень		Ленок	
		Диапазон	Средняя	Диапазон	Средняя
2010	Самки	10–30	$18,4 \pm 6,8$	0,64–1,4	$0,91 \pm 0,37$
	Самцы	5–9	$7,3 \pm 2,0$	0,34–0,53	$0,46 \pm 0,08$
2011	Самки	9–25	$18,7 \pm 5,8$	1,6–2,5	$1,97 \pm 0,45$
	Самцы	7–10	$8,5 \pm 2,1$	0,63–0,92	$0,79 \pm 0,13$

Продолжительность эмбрионального периода тайменя в 2010 г. составила 230 градусо-дней (рис. 2), ленка – 181. Длительность инкубации у ленка выражалась формулой $y = 0,003e^{1,226x}$.

После выклева личинок тайменя выдерживали в аппаратах Шустера в течение 5–7 сут, дальнейшее подращивание проводили в бассейнах.

Для кормления молоди использовали замороженные науплии артемии и стартовые корма датского производства Aller futura и Биомар. Необходимо отметить, что молодь тайменя сразу перешла на питание фракцией корма № 00.

Температурные условия подращивания личинок тайменя представлены в табл. 2.

Личинка тайменя выклеывается длиной 13,5–14,2 мм и массой 0,04 г. На 18-е сутки подращивания достигает навески 0,2 г (рис. 3).

Для повышения эффективности очистки воды, поступающей в инкубационные аппараты, помимо обработки малахитовым зеленым (1 : 200 000, экспозиция 5 мин) устанавливали дополнительные фильтры на подающую трубу в бак-расходник и в верхний из каскада аппаратов Шустера. В качестве мер борьбы с грибковыми и бактериальными заболеваниями в 2010–2013 гг. применяли обработку воды с помощью ультрафиолетового стерилизатора. Все это позволило избежать развития сапролегнии в инкубаторах.

За 4 года проведения работ наиболее высокая температура воды в р. Агул отмечена в 2011 г. Это обусловило более раннее наступление стадий развития личинок и прохождение их в более короткие сроки (сутки), количество градусо-дней за все время исследований практически не различалось (табл. 3).

В 2010 г. на инкубацию заложено 95,5 тыс. икринок тайменя, выход подрощенной молоди в возрасте 36 сут составил 59,8 тыс. шт. (62 %) (табл. 4).

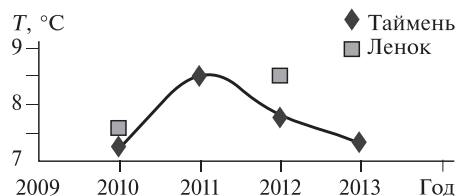


Рис. 1. Температура воды при получении половых продуктов тайменя в р. Агул

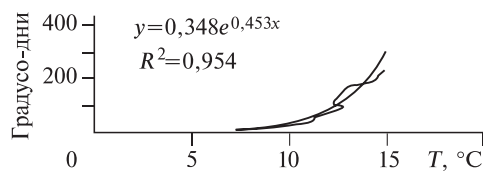


Рис. 2. Продолжительность эмбрионального развития тайменя в р. Агул, 2010 г.

Таблица 2

Температура воды (диапазон колебаний, средняя) при инкубации икры и подращивании личинок тайменя в р. Агул в условиях временного рыбоводного пункта, °С

Год	Температура воды	
	при инкубации	при подращивании
2010	8,4–14,9 (11,8 ± 3,5)	13,8–17,8 (15,9 ± 2,3)
2011	10,3–15,4 (12,8 ± 2,3)	15,0–20,1 (17,4 ± 2,4)
2012	6,9–16,9 (11,2 ± 5,0)	13,9–18,6 (16,9 ± 3,0)
2013	6,8–14,3 (9,7 ± 4,3)	10,6–17,1 (13,9 ± 4,0)

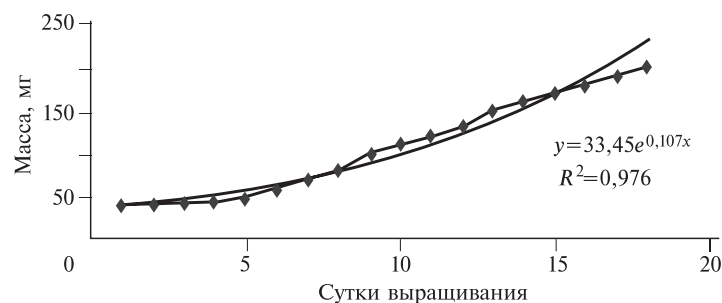


Рис. 3. Рост молоди тайменя в р. Агул, 2010 г.

Таблица 3

Сумма тепла при инкубации и подращивании молоди тайменя, р. Агул, градусо-дни

Этап развития	2010 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.
Стадия пигментации глаз эмбрионов	172,5	164	171,5	179,6
Массовый выклев	230	226	237	230
Становление на плав	368	339	370,3	338
Окончание этапа смешанного питания	436	446	446,1	441,5
Выпуск молоди	501	524	517,8	577

Таблица 4

Показатели выхода молоди тайменя в разные годы от заложенной на инкубацию икры, временный рыбоводный пункт в р. Агул

Год	Заложено икры, тыс. шт.	Отход (%) за период		Выпущено молоди, тыс. шт.	Выход подращенной молоди, %
		инкубации	подращивания		
2010	95,5	45	10	59,8	62%
2011	55,7	12	9	45,6	81%
2012	75,4	3	6	69,1	92%
2013	104,7	5	7	93,2	89%

В 2011 г. применяли фильтрацию воды и переборку икры. Выход молоди в возрасте 33 сут увеличился до 81 %.

В 2012 г. применяли комплекс профилактических мероприятий: стерилизацию воды ультрафиолетом (в течение всей инкубации); тонизирование личинки раствором соли (0,5 %); использование антибиотиков (препарат Антибак-500 – 100 г антибиотика на бассейн); добавление в рацион витамина С (водный раствор 1 г препарата на 1 кг корма). Выход молоди в возрасте 39 сут составил 92 %. В 2013 г. проведен тот же комплекс профилактических мероприятий. Выпуск молоди тайменя составил 93,24 тыс. шт. – 89 % от заложенной на инкубацию икры.

Всего за 2010–2014 гг. в бассейн Енисея выпущено 869 443 экз. подращенной молоди, в том числе ленка – 21 677, тайменя – 267 123 и хариуса – 580 700 экз.

ВЫВОДЫ

1. При получении и подращивании молоди весенне-нерестующих лососевидных рыб во временных рыбоводных комплексах в бассейне Енисея выявлены нерестовые температуры ленка (8,2–9,0 °С), тайменя (6,8–8,6), хариуса (3,4–9,0 °С).

2. Оработана методика прижизненного получения рыбоводной икры с использованием анестетика – суспензии гвоздичного масла (0,05 мл/л воды).

3. Определены сроки инкубации икры (сумма тепла): у тайменя – 226–237, ленка – 176–182 градусо-дней, а также температурный режим (сумма тепла) всех рыбоводных процессов, режимы кормления этих видов.

4. Разработана и адаптирована научно обоснованная схема искусственного воспроизводства ценных и редких видов рыб для водных объектов Центральной Сибири.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Заделёнов В.А. Опыт эксплуатации модульного осетрового комплекса на р. Енисей // Состояние водных экосистем Сибири и перспективы их использования. – Томск: изд-во ТГУ, 1998. – С. 226–228.
2. Заделёнов В.А. О необходимости экологической адаптации искусственно выращиваемой молоди осетровых // Экология и рациональное природопользование на рубеже веков. Итоги и перспективы: материалы междунар. конф. – Томск: изд-во ТГУ, 2000. – С. 106–108.
3. Заделёнов В.А., Ивашкин И.Б. Опыт использования нового инкубационного аппарата для икры осетровых рыб // Проблемы современного товарного осетроводства: тез. докл. науч.-практ. конф. – Астрахань: БИОС, 1999. – С. 32–34.
4. Заделёнов В.А. Эколого-биологические основы увеличения численности осетровых рыб в бассейне р. Енисей: автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Красноярск, 2002. – 22 с.
5. Заделёнов В.А., Трофимова М.А., Гулимов А.В. Морфо-экологическая характеристика и разведение хариуса р. Чапы (бассейн Подкаменной Тунгуски) // Проблемы гидробиологии Сибири. – Томск: Дельтаплан, 2005. – С. 113–117.
6. Лешта С.С., Кривцов М.И. Экологические условия искусственного воспроизводства тайменя *Huho taimen* (Pallas, 1773) и ленка *Brachymystax lenok* (Pallas, 1773) бассейна реки Енисей с применением временного рыбоводного комплекса // ГАУ. – 2012. – № 8. – С. 266–271.
7. Заделёнов В.А. и др. К воспроизводству весенне-нерестующих лососевидных рыб в бассейне р. Енисей // Современное состояние водных биоресурсов: материалы междунар. конф. – Новосибирск, 2010. – С. 240–243.

8. Шадрин Е.Н., Иванова Е.В. Искусственное воспроизводство хариуса сибирского *Thymallus arcticus* (Pallas) в условиях временного рыбоводного комплекса, установленного на реках Енисей и Мана // Рыб. хоз-во. – 2012. – № 5. – С. 83–88.
9. Заделёнов В.А., Кривцов М.И., Шадрин Е.Н. Искусственное воспроизводство тайменя *Hucho taimen* (Pallas, 1773) бассейна р. Енисей на базе временного рыбоводного комплекса // Современное состояние водных биоресурсов. – Новосибирск, 2014. – С. 200–203.
10. Пьянова С.В., Сафронов А.С., Дудин К.В., Микодина Е.В. Анестетик «Гвоздичное масло» в аквакультуре осетровых рыб: итоги и новые данные // Вопр. рыболовства. – 2012. – Т. 13, № 3. – С. 421–432.

Поступила в редакцию 19.06.2015

V.A. ZADELENOV, Candidate of Science in Biology, Senior Researcher,
E.N. SHADRIN, Candidate of Science in Biology, Director

Scientific Research Institute of Ecology of Fishery Reservoirs

33, Parizhskoi Kommuny St, Krasnoyarsk, 660097

e-mail: nii_erv@mail.ru

ARTIFICIAL REPRODUCTION OF JUVENILES IN TEMPORARY HATCHERY COMPLEX

A technology for cultivating viable juveniles in a temporary hatchery complex near the spawning areas in the Yenisei basin is described for the first time. It has been developed at the Scientific Research Institute of Ecology of Fishery Reservoirs, Krasnoyarsk. The work was conducted on the right tributaries of the Yenisei, the Agul and Mana rivers, in 2010–2014. The temporary fish breeding complex is designed for obtaining and rearing the planting material of freshwater fish species for the purposes of artificial reproduction and field research. It has equipment, which allows conducting the entire complex of fish breeding autonomously. The novelty of this biotechnology is the technical solution of the fish breeding work, which allows obtaining viable fish juveniles at relatively small costs to stock natural water bodies. We have identified spawning temperatures for lenok *Brachymistax lenok* (Pallas, 1773) of 8.2–9.0 °C, and taimen *Hucho taimen* (Pallas, 1773) of 6.8–8.6 °C. We have improved the technique for in vivo obtaining of spawn of Siberian grayling *Thymallus arcticus* (Pallas, 1776), lenok and taimen, using anesthesia (suspension of clove oil), and returning fish to the natural environment. We have defined incubation periods of taimen and lenok, temperature conditions for all fish breeding processes, and feeding regimes for these species. We provide the ways of water treatment and prevention of fungal and bacterial diseases of fish. The results are shown for juvenile salmon fishes. In all for 2010–2014, 869443 samples of grown-up juveniles were delivered to the Yenisei basin including 21677 samples of lenok, 267123 of taimen, and 580700 of Siberian grayling.

Keywords: young fish, lenok, taimen, grayling, artificial reproduction.