

Научная статья/Research Article

УДК 639.3.05

DOI: 10.36718/1819-4036-2022-11-158-164

Елена Викторовна Четвертакова^{1✉}, Владимир Анатольевич Заделёнов²,
Елена Александровна Алексеева³, Анна Владимировна Заделёнова⁴,
Александр Витальевич Нусс⁵

^{1,2,3,4,5}Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия

²Красноярский филиал ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии», Красноярск, Россия

¹e-ulman@mail.ru

²zadelenov58@mail.ru

³alexeeva0503@yandex.ru

⁴zadelenova@mail.ru

⁵nussav@maltat.ru

ЗИМНЕЕ СОДЕРЖАНИЕ СИБИРСКОГО ОСЕТРА (*ACIPENSER BAERI BRANDT*) С ПИЩЕВОЙ ДЕПРИВАЦИЕЙ В УСТАНОВКАХ ЗАМКНУТОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ

Цель исследования – оценка организации зимнего содержания производителей сибирского осетра с пищевой депривацией. Задачи – установить оптимальную температуру питания на различных стадиях зрелости, продолжительность содержания при низких температурах различных групп рыб в условиях УЗВ; предложить схему перевода рыб на принудительное голодание. Исследованы технологические процессы при зимнем содержании (зимовке) ремонтно-маточного стада сибирского осетра в рыбноводном хозяйстве ООО «Малтат». Изучались ремонтно-маточные стада сибирского осетра енисейской популяции 2015–2017 гг. рождения. Общая численность самцов и самок, участвующих в воспроизводстве, составляла 439 экземпляров. Понижение температуры во время вывода на зимовку зрелых самок производили постепенно с градиентом 0,7–1,5 °С в сутки, для самцов и незрелых, впервые созревающих особей – 2–3 °С. Перевод на содержание при циклическом температурном режиме в условиях УЗВ самцов осуществлялся в возрасте 2–3 лет, самок – в 3 года. Температурный интервал содержания рыб во время зимовки составляет 4–5 °С, при этом допускается кратковременное повышение или понижение температуры в интервале 3–10 °С. Этап зимовки сопровождался пищевой депривацией (голоданием). Голоданию подвергались рыбы с коэффициентом упитанности более 0,5. Продолжительность зимовки для незрелых самок составляла 40–80 сут, у самцов и самок, имеющих IV стадию зрелости для получения икры-сырца, этот показатель составлял 45–180 сут при оптимальных 70 сут. У рыб, используемых для воспроизводства, период зимовки 90–180 сут. При указанных условиях зимнего содержания возраст первого созревания и время перевода на циклический температурный режим самцов в ремонтно-маточном стаде в условиях рыбноводного хозяйства ООО «Малтат» составляет 4–5 лет, самок – 5–7 лет.

Ключевые слова: сибирский осетр, *Acipenser Baeri Brandt*, ремонтно-маточное стадо, зимнее содержание, депривация, гонадогенез

Для цитирования: Зимнее содержание сибирского осетра (*Acipenser baeri Brandt*) с пищевой депривацией в установках замкнутого водоснабжения / Е.В. Четвертакова [и др.] // Вестник КрасГАУ. 2022. № 11. С. 158–164. DOI: 10.36718/1819-4036-2022-11-158-164.

Благодарности: работа выполнена при поддержке Краевого государственного автономного учреждения «Красноярский краевой фонд поддержки научной и научно-технической деятельности» в рамках выполнения научных исследований и разработок по проекту «Разработка технологии формирования ремонтно-маточных стад ценных видов рыб для их введения в аквакультуру». Код заявки: 2022020408041.

Elena Viktorovna Chetvertakova^{1✉}, Vladimir Anatolievich Zadelenov²,
Elena Alexandrovna Alekseeva³, Anna Vladimirovna Zadelyonova⁴, Alexander Vitalievich Nuss⁵
1,2,3,4,5Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia

²Krasnoyarsk branch of the All-Russian Research Institute of Fisheries and Oceanography, Krasnoyarsk, Russia

¹e-ulman@mail.ru

²zadelenov58@mail.ru

³alexeeva0503@yandex.ru

⁴zadelenova@mail.ru

⁵nussav@maltat.ru

WINTER KEEPING SIBERIAN STURGEON (ACIPENSER BAERI BRANDT) WITH NUTRITIONAL DEPRIVATION IN CLOSED WATER SUPPLY INSTALLATIONS

The purpose of the study is to assess the organization of winter maintenance of Siberian sturgeon spawners with food deprivation. Tasks - to establish the optimal feeding temperature at various stages of maturity, the duration of keeping various groups of fish at low temperatures under RAS conditions; to propose a scheme for transferring fish to forced starvation. Technological processes during the winter keeping (wintering) of the Siberian sturgeon brood stock in the fish farm LLC Maltat were studied. The brood stocks of the Siberian sturgeon of the Yenisei population of 2015–2017 of birth were studied. The total number of males and females involved in reproduction was 439 specimens. The decrease in temperature during wintering of mature females was carried out gradually with a gradient of 0.7–1.5 °C per day, for males and immature individuals maturing for the first time – 2–3 °C. The transfer of males to keeping under cyclic temperature conditions under RAS conditions was carried out at the age of 2–3 years, females – at 3 years. The temperature interval for keeping fish during wintering is 4–5 °C, while a short-term increase or decrease in temperature in the range of 3–10 °C is allowed. The wintering stage was accompanied by food deprivation (starvation). Fish with a fatness coefficient of more than 0.5 were subjected to starvation. The duration of wintering for immature females was 40–80 days; for males and females that have stage IV of maturity to obtain raw caviar, this indicator was 45–180 days, with an optimal 70 days. In fish used for reproduction, the wintering period is 90–180 days. Under the specified conditions of winter keeping, the age of the first maturation and the time of transfer to the cyclic temperature regime of males in the repair and broodstock in the conditions of the fish farm of LLC Maltat is 4–5 years, females – 5–7 years.

Keywords: Siberian sturgeon, *Acipenser Baeri Brandt*, replacement broodstock, winter keeping, deprivation, gonadogenesis

For citation: Winter keeping siberian sturgeon (*Acipenser baeri Brandt*) with nutritional deprivation in closed water supply installations / E.V. Chetvertakova [et al.] // Bulliten KrasSAU. 2022;(11): 158–164. (In Russ.). DOI: 10.36718/1819-4036-2022-11-158-164.

Acknowledgments: the work has been supported by the Krasnoyarsk Regional State Autonomous Institution "Krasnoyarsk Regional Foundation for the Support of Scientific and Scientific and Technical Activities" as part of research and development under the project "Development of technology for the formation of brood stocks of valuable fish species for their introduction into aquaculture." Application code: 2022020408041.

Введение. Высокая товарная ценность рыб семейства Осетровых привела к их интенсивному хозяйственному использованию. Анализ результатов промысла и размерного состава осетровых рыб в бассейне р. Енисей показывает, что в результате многофакторного антропогенного влияния на популяцию заметно сократилась их численность и воспроизводство. Решающее воз-

действие оказали многолетний нерациональный промысел и гидростроительство. Жесткая регламентация промысла, включая период действующего ныне запрета на вылов осетровых рыб, оказалась малоэффективной [1]. Осетровые рыбы являются древними представителями ихтиофауны водоемов России [2–4]. Наиболее популярным объектом современного осетроводства

является сибирский осетр, достигающий половой зрелости в пределах ареала возрасте 16–24 лет [4–6]. В Сибири осетр обитает в бассейнах рек Обь, Енисей, Колыма, Лена, Чулым, Пясины, в озерах Норило-Пясинской системы (Лама, Мелкое) [6, 7].

После внесения в 2020 г. практически всех популяций сибирского осетра в Красную книгу Российской Федерации наиболее эффективным способом его хозяйственного использования стало формирование ремонтно-маточных стад с дальнейшей их эксплуатацией в целях аквакультуры.

Для сохранения и восстановления ресурсов данного вида в условиях ООО «Малтат» сформировано маточное стадо с целью выращивания посадочного материала и реакклиматизации в естественные водоемы Красноярского края.

На рост и развитие Осетровых оказывают влияние такие показатели, как температурный режим и режим кормления [8]. Важным технологическим процессом в воспроизводстве сибирского осетра в установках замкнутого водоснабжения (УЗВ) является зимнее содержание производителей.

Цель исследования – оценка организации зимнего содержания производителей сибирского осетра с пищевой депривацией в условиях ООО «Малтат».

Задачи: установить оптимальную температуру питания на различных стадиях зрелости,

продолжительность содержания при низких температурах различных групп рыб в условиях УЗВ; предложить схему перевода рыб на принудительное голодание.

Материалы и методы. Приведены результаты собственных исследований ремонтно-маточных стад, содержащихся на рыбноводном хозяйстве ООО «Малтат». Изучались ремонтно-маточные стада сибирского осетра енисейской популяции 2015–2017 гг. рождения. Общая численность самцов и самок, участвующих в воспроизводстве, составляет 439 экземпляров. Определяли температурный режим как сумму тепла, выраженного в градусо-днях. Оценку степени зрелости гонад проводили с использованием УЗИ-сканера Acu Vista VT98C. В исследовании использованы публикации и методические рекомендации, имеющиеся в открытых источниках, содержащие результаты исследований в области создания и формирования ремонтно-маточных стад сибирского осетра [9–12].

Результаты и их обсуждение. Скорость роста и интенсивность развития репродуктивной системы осетровых зависят от температуры содержания. Оптимальной температурой, обеспечивающей максимальную реализацию потенциала роста осетровых рыб, принято считать 21–24 °С [8–12]. Вместе с тем в отдельные периоды для обеспечения нормального процесса гонадогенеза осетровым необходим специальный температурный режим (табл. 1) [13].

Таблица 1

Температура содержания рыб различной стадии зрелости, °С

Период	Допустимый интервал	Оптимум
Нагульный период (все группы, кроме самок III стадии зрелости)	18–27	22–24
Нагульный период (самки III стадии зрелости)	16–22	16–19
Переход к периоду пищевой депривации	10–16	12–14
Пищевая депривация	11–15	12–14

Переход к зимовке, сопровождаемый периодом депривации, как правило, составляет около 200 градусо-дней [8, 11–13]. При содержании маточного стада осетров предусмотрена зимовка – технологический процесс, обязательный не только для успешного завершения процесса гонадогенеза особями, достигшими IV незавершенной стадии зрелости, но и для впервые созревающих рыб с целью предотвращения его нарушений.

Ввод в технологический цикл периода содержания при низкой температуре должен обязательно сопровождаться предварительной пищевой депривацией. Период голодания способствует синхронизации, выравниванию размеров как ооцитов, достигших IV стадии зрелости в гонадах отдельных особей, так и коэффициентов поляризации у рыб в группе в целом.

Перевод на содержание при циклическом температурном режиме в условиях УЗВ самцов

осуществлялся в возрасте 2–3 лет, самок – в 3 года. Температурный интервал содержания рыб во время зимовки составляет 4–5 °С, при этом допускается кратковременное повышение или понижение температуры. Для незрелых самок и самцов оптимальная температура 5–8 °С, но допустимы колебания от 3 до 10 °С. Зрелые самки и самцы (IV стадия зрелости) переносят температуру в интервале 2–9 °С, но оптимальной для них будет 4–6 °С.

При проведении зимовки в условиях регулируемого температурного режима понижение температуры для зрелых самок во время вывода на зимовку производили постепенно с тем-

пературным градиентом 0,7–1,5 °С в сутки. Для самцов и незрелых, впервые созревающих особей температурный градиент составил 2–3 °С в сутки. Продолжительность зимовки также была разной для незрелых и зрелых рыб (табл. 2).

Продолжительность зимовки для незрелых самок составляла 40–80 сут. У половозрелых рыб, имеющих IV стадию зрелости гонад, сроки зимовки варианты при различном использовании производителей. Так, для получения пищевой икры (икры-сырца) этот показатель составлял 45–180 сут при средних значениях 70 сут. У рыб же, используемых для воспроизводства, период зимовки 90–180 (100) сут.

Таблица 2

Рекомендуемая продолжительность содержания при низких температурах различных групп рыб сибирского осетра

Группа	Цель использования самок	Продолжительность зимовки, сут		
		min	max	opt
Незрелые самки	Продолжение нагула	40	80	50–60
Зрелые самки и самцы (IV стадия)	Получение икры-сырца	45	180	60–80
	Воспроизводство	90	180	> 100

Перевод рыб на зимовку сопровождался периодом пищевой депривации. Голоданию подвергались только нормально упитанные рыбы. При наличии в группе истощенных особей (коэффициент упитанности менее 0,5) их отсаживали отдельно и продлевали период нагула, незави-

симо от стадии зрелости гонад. Переход к прекращению кормления рыб производили поэтапно с понижением температуры, так как это является обязательным условием для предотвращения резорбции зрелых ооцитов (табл. 3).

Таблица 3

Схема перевода рыб на пищевую депривацию

Временной интервал, сут	Диапазон снижения температуры воды, °С	Суточная норма кормления, %
3	21–19	0,14
5	18–16	0,10
5	16–14	0,07
3	14–12	0,05
20	12–14	0

Продолжительность периода пищевой депривации в среднем составляла 35–40 сут.

Учитывая ограниченные площади имеющихся УЗВ в рыбноводном заводе возникло предположение о проведении зимовки на прилегающей акватории Красноярского водохранилища. Средняя температура воды в этом водоеме за более чем двадцатилетний период наблюдений не поднималась выше 10 °С с конца октября до сере-

дины июня и находилась ниже отметки 6–7 °С с середины ноября до конца мая [14, 15], т. е. в указанный временной промежуток имеются оптимальные условия для проведения пищевой депривации и последующей зимовки сибирского осетра также и в условиях содержания ремонтно-маточного стада в садках, установленных в Красноярском водохранилище.

При проведении оценки зрелости гонад, кроме впервые созревающих особей, были выявлены группы повторно созревающих рыб. Для предотвращения у них дальнейшего развития ожирения гонад и перехода этого процесса в необратимую форму в технологический цикл был также включен период снижения температуры воды и суточной нормы кормления на 50–70 % по сравнению с обычной.

Продолжительность снижения рационов кормления младшей ремонтной группы (возраст 2–3 года) не превышала в среднем 45 сут. При переводе незрелых рыб на нагульный режим подъем температуры осуществляли с градиентом 2,0–2,5 °С в сутки. При достижении температурой воды значений выше 12–14 °С следует начинать умеренное подкармливание рыб в зависимости от стадий зрелости.

Заключение. Периоды понижения температуры во время вывода на зимовку половозрелых самок сибирского осетра в рыбоводном хозяйстве ООО «Малтат» необходимо производить постепенно с градиентом 0,7–1,5 °С в сутки, для самцов и впервые созревающих особей – 2–3 °С. Перевод самцов на содержание при циклическом температурном режиме в условиях УЗВ осуществлялся в возрасте 2–3 лет, самок – в 3 года. Температурный интервал содержания рыб во время зимовки должен составлять 4–5 °С, при этом допускается кратковременное повышение или понижение температуры в интервале 3–10 °С. Этап зимовки необходимо сопровождать пищевой депривацией, но подвергать ей можно только рыб с коэффициентом упитанности более 0,5. Продолжительность зимовки для незрелых самок – 40–80 сут, у самцов и самок, имеющих IV стадию зрелости гонад, – 45–180 (70) сут; у рыб, используемых для воспроизводства, – 90–180 сут. При указанных условиях проведения зимовки возраст первого созревания и время перевода на циклический температурный режим самцов в ремонтно-маточном стаде в условиях рыбоводного хозяйства ООО «Малтат» составлял 4–5 лет, самок – 5–7 лет.

Список источников

1. *Заделенов В.А.* К характеристике редких видов рыб фауны реки Енисей // Вопросы рыболовства. 2015. Т. 16, № 1. С. 24–39.
2. Формирование маточного стада сибирского осетра *Acipenser baeri* Brandt Обской популяции в индустриальных условиях и оценка его генетической гетерогенности / С.А. Нефедов [и др.] // Вопросы рыболовства. 2008. Т. 9, № 3 (35). С. 717–723.
3. *Мибуро Э., Кокоза А.А., Алымов Ю.В.* Полифункциональная оценка некоторых объектов осетровых рыб (*Acipenseridae*), культивируемых в условиях товарных хозяйств Нижней Волги // Вопросы рыболовства. 2018. Т. 19, № 2. С. 217–225.
4. *Матросова И.В., Калинина Г.Г., Рыбникова И.Г.* Некоторые биологические характеристики сибирского осетра р. Лена // Актуальные проблемы освоения биологических ресурсов мирового океана: мат-лы VI Междунар. науч.-техн. конф. (Владивосток, 20–21 мая 2020 г.). Владивосток: Дальрыбвтуз, 2020. С. 101–105.
5. Красная книга Красноярского края: в 2 т. Т. 1. Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды животных / гл. ред. А.П. Савченко; Сиб. федер. ун-т. 4-е изд., перераб. и доп. Красноярск, 2022. 251 с.
6. Пресноводные рыбы Средней Сибири / *Н.А. Богданов* [и др.]. Норильск: Апекс, 2016. 200 с.
7. *Рубан Г.И.* Сибирский осетр *Acipenser baerii* Brandt (структура вида и экология). М.: Геос, 1999. 236 с.
8. *Власов В.А.* Влияние астагического температурного режима воды на рост сибирского осетра // Природообустройство. 2016. № 2. С. 110–116.
9. *Заделенов В.А., Костромин Э.Н.* Формирование маточного стада енисейских осетровых в условиях бассейнового тепловодного хозяйства // Биологические ресурсы и проблемы развития аквакультуры на водоемах Урала и Западной Сибири. Тюмень: Сибрыбниипроект, 1996. С. 51–52.
10. *Пономарев С.В., Магомаев Ф.М.* Осетроводство на интенсивной основе. Махачкала: Эко-пресс, 2011. 352 с.
11. *Чебанов М.С., Галич Е.В., Чмырь Ю.Н.* Рыководство по разведению и выращиванию осетровых рыб. М.: Росинформагротех, 2004. 136 с.

12. Чебанов М.С., Галич Е.В. Руководство по искусственному воспроизводству осетровых рыб. Анкара: ФАО, 2013. 326 с.
13. Заделенов В.А. Эффективные технологии сохранения редких видов рыб в водных объектах Центральной Сибири в современных условиях (на примере Красноярского края и Республики Хакасия): дис. ... д-ра биол. наук: 06.04.01. Новосибирск, 2015. 315 с.
14. Космаков И.В. Термический и ледовый режим в верхних и нижних бьефах высоконапорных гидроэлектростанций на Енисее. Красноярск: Кларетианум, 2001. 143 с.
15. Кузнецова О.А., Космаков И.В., Аурфрива Т.Н. Красноярское водохранилище. Новосибирск: Наука, 2005. 212 с.
6. Presnovodnye ryby Srednej Sibiri / N.A. Bogdanov [i dr.]. Noril'sk: Apeks, 2016. 200 s.
7. Ruban G.I. Sibirskij osetr *Acipenser baerii* Brandt (struktura vida i `ekologiya). M.: Geos, 1999. 236 s.
8. Vlasov V.A. Vliyanie astaticnogo temperaturenogo rezhima vody na rost sibirskogo osetra // Prirodoobustrojstvo. 2016. № 2. S. 110–116.
9. Zadelenov V.A., Kostromin `E.N. Formirovanie matochnogo stada enisejskih osetrovых v usloviyah bassejnovogo teplovodnogo hozyajstva // Biologicheskie resursy i problemy razvitiya akvakul'tury na vodoemah Urala i Zapadnoj Sibiri. Tyumen': Sibrynniiproekt, 1996. S. 51–52.

References

1. Zadelenov V.A. K karakteristike redkih vidov ryb fauny reki Enisej // Voprosy rybolovstva. 2015. T. 16, № 1. S. 24–39.
2. Formirovanie matochnogo stada sibirskogo osetra *Acipenser baeri* Brandt Obskoj populjaccii v industrial'nyh usloviyah i ocenka ego geneticheskoy geterogenosti / S.A. Nefedov [i dr.] // Voprosy rybolovstva. 2008. T. 9, № 3 (35). S. 717–723.
3. Miburo Z., Kokoza A.A., Alymov Yu.V. Poli-funkcional'naya ocenka nekotoryh ob`ektov osetrovых ryb (*Acipenseridae*), kul'tiviruemyh v usloviyah tovarnyh hozyajstv Nizhnej Volgi // Voprosy rybolovstva. 2018. T. 19, № 2. S. 217–225.
4. Matrosova I.V., Kalinina G.G., Rybnikova I.G. Nekotorye biologicheskie karakteristiki sibirskogo osetra r. Lena // Aktual'nye problemy osvoeniya biologicheskikh resursov mirovogo okeana: mat-ly VI Mezhdunar. nauch.-tehn. konf. (Vladivostok, 20-21 maya 2020 g.). Vladivostok: Dal'rybvtuz, 2020. S. 101–105.
5. Krasnaya kniga Krasnoyarskogo kraja: v 2 t. T. 1. Redkie i nahodyaschiesya pod ugrozoi ischeznoveniya vidy zivotnyh / gl. red. A.P. Savchenko; Sib. feder. un-t. 4-e izd., pererab. i dop. Krasnoyarsk, 2022. 251 s.
10. Ponomarev S.V., Magomaev F.M. Osetrovodstvo na intensivnoj osnove. Mahachkala: `Eko-press, 2011. 352 s.
11. Chebanov M.S., Galich E.V., Chmyr' Yu.N. Rukovodstvo po razvedeniyu i vyraschivaniyu osetrovых ryb. M.: Rosinformagroteh, 2004. 136 s.
12. Chebanov M.S., Galich E.V. Rukovodstvo po iskusstvennomu vosproizvodstvu osetrovых ryb. Anкара: ФАО, 2013. 326 s.
13. Zadelenov V.A. `Effektivnye tehnologii sohraneniya redkih vidov ryb v vodnyh ob`ektah Central'noj Sibiri v sovremennyh usloviyah (na primere Krasnoyarskogo kraja i Respubliki Hakasiya): dis. ... d-ra biol. nauk: 06.04.01. Novosibirsk, 2015. 315 s.
14. Kosmakov I.V. Termicheskij i ledovyj rezhim v verhnih i nizhnih b'efah vysokonapornyh gidro`elektrostantsij na Enisee. Krasnoyarsk: Klaretianum, 2001. 143 s.
15. Kuznecova O.A., Kosmakov I.V., Aurfrieva T.N. Krasnoyarskoe vodohranilische. Novosibirsk: Nauka, 2005. 212 s.

Информация об авторах:

Елена Викторовна Четвертакова¹, профессор, заведующая кафедрой разведения, генетики, биологии и водных биоресурсов, доктор сельскохозяйственных наук, доцент

Владимир Анатольевич Заделёнов², профессор кафедры разведения, генетики, биологии и водных биоресурсов; старший научный сотрудник; доктор биологических наук, профессор

Елена Александровна Алексеева³, доцент кафедры разведения, генетики, биологии и водных биоресурсов, кандидат сельскохозяйственных наук

Анна Владимировна Заделёнова⁴, аспирант кафедры разведения, генетики, биологии и водных биоресурсов

Александр Витальевич Нусс⁵, магистрант кафедры разведения, генетики, биологии и водных биоресурсов

Information about the authors:

Elena Viktorovna Chetvertakova¹, Professor, Head of the Department of Breeding, Genetics, Biology and Aquatic Bioresources, Doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor

Vladimir Anatolievich Zadelenov², Professor at the Department of Breeding, Genetics, Biology and Aquatic Bioresources; Senior Researcher; Doctor of Biological Sciences, Professor

Elena Alexandrovna Alekseeva³, Associate Professor at the Department of Breeding, Genetics, Biology and Aquatic Bioresources, Candidate of Agricultural Sciences

Anna Vladimirovna Zadelyonova⁴, Postgraduate Student, Department of Breeding, Genetics, Biology and Aquatic Bioresources

Alexander Vitalievich Nuss⁵, Master Student at the Department of Breeding, Genetics, Biology and Aquatic Bioresources

