

Научная статья

УДК 639.371:597.556.331.1

DOI: 10.26428/1606-9919-2023-203-1020-1039

EDN: VEOLXW



**ВОСПРОИЗВОДСТВО И ТОВАРНОЕ ВЫРАЩИВАНИЕ
КИТАЙСКОГО ОКУНЯ *SINEPERCA CHUATSI*
В УСЛОВИЯХ ТЕПЛОВОДНОГО ХОЗЯЙСТВА**

Е.И. Рачек*

Тихоокеанский филиал ВНИРО (ТИНРО),
690091, г. Владивосток, пер. Шевченко, 4

Аннотация. В результате проведенных работ в тепловодном хозяйстве на юге Дальневосточного региона впервые в России сформировано маточное стадо китайского окуня и проведены опыты по культивированию его потомства до возраста товарных трехлеток. Для сеголеток использовался комбинированный метод выращивания в бассейнах, тепловодных мальковых прудах и садках. Двухлеток и трехлеток содержали только в садках и кормили живой и неживой малоценной кормовой рыбой. Часть двухлеток пытались приучить к потреблению влажных искусственных гранул. К концу опыта трехлетки китайского окуня двух размерных групп имели массу тела 700–880 г при максимуме 1600 г. Кормовые затраты на приросты двухлеток и трехлеток за вегетационные сезоны варьировали соответственно от 2,7 до 3,9 и от 5,3 до 5,6 кг/кг прироста при выживаемости 98–100 %. В нерестовой кампании 2023 г. впервые использовали двухгодичных производителей китайского окуня массой 0,5–1,1 кг, от которых вырастили сеголеток средней массой 60 г.

Ключевые слова: китайский окунь, садки, бассейны, пруды, производители, нерест, сеголетки, двухлетки, трехлетки, рост, кормовые затраты, выживаемость

Для цитирования: Рачек Е.И. Воспроизводство и товарное выращивание китайского окуня *Siniperca chuatsi* в условиях тепловодного хозяйства // Изв. ТИНРО. — 2023. — Т. 203, вып. 4. — С. 1020–1039. DOI: 10.26428/1606-9919-2023-203-1020-1039. EDN: VEOLXW.

Original article

**Reproduction and commercial cultivation of chinese perch *Siniperca chuatsi*
in conditions of a warm-water farm**

Evgeniy I. Rachek

Pacific branch of VNIRO (TINRO),

4, Shevchenko Alley, Vladivostok, 690091, Russia

Ph.D., leading researcher, evgeniy.rachek@tinro.ru, ORCID 0009-0007-2985-894X

Abstract. A breeding stock of chinese perch was gotten in a warm-water farm located in the southern Far East of Russia, where the experiment is conducted on growing this species up to three years. Combined method of growing in tanks, warm-water fry ponds and cages

* Рачек Евгений Иванович, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник, evgeniy.rachek@tinro.ru, ORCID 0009-0007-2985-894X.

was used for growing the fingerlings, but two- and three-year old perches were kept in cages only and fed with live and non-living low-value forage fish. There were attempts to train two-year-old perch to feed on wet artificial pellets. By the end of the experiment, three-year-old chinese perches of two size groups had the body weight of 700–880 g with the maximum of 1600 g. Feed costs for the growth of two- and three-year-old fish in the growing seasons were 2.7–3.9 and 5.3–5.6 kg per 1 kg gain, respectively; their survival was 98–100 %. In 2023, the two-year-old perches weighing 0.5–1.1 kg were used for the first time in spawning and their offspring were raised to an average weight of 60 g.

Keywords: Chinese perch, fish cage, water tank, fry pond, spawner, spawning, fingerling, two-year-old fish, three-year-old fish, growth, feed cost, survival

For citation: Rachek E.I. Reproduction and commercial cultivation of chinese perch *Siniperca chuatsi* in conditions of a warm-water farm, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2023, vol. 203, no. 4, pp. 1020–1039. (In Russ.). DOI: 10.26428/1606-9919-2023-203-1020-1039. EDN: VEOLXW.

Введение

Окуневых рыб в нашей стране выращивают в небольших количествах. По данным официальной статистики объемы товарного производства этих видов в рыбоводных хозяйствах России в 2021 г. составили 533 т*. В западных регионах РФ основными объектами культивирования в рыбоводных хозяйствах являются обитающие там же и в природных условиях судак и речной окунь. В р. Амур и на юге Приморья в оз. Ханка в последнее время все чаще встречается интродуцированный судак, который начал приобретать промысловое значение [Шаповалов, 2018]. В этих же районах на северной границе своего ареала обитает китайский окунь-ауха *Siniperca chuatsi* (Basilewsky, 1855), только недавно исключенный из Красных книг РФ и Приморского края. Его считают перспективным объектом для культивирования в прудовых и тепловодных хозяйствах в качестве биологического мелиоратора и товарной деликатесной рыбы, а также для акклиматизации в южных регионах страны [Стребкова и др., 1983; Рачек, 2018].

Китайские рыбоводы начали культивировать этот объект с 1975 г., и к настоящему времени в КНР выращивают 401 тыс. т товарного китайского окуня в прудах, садках и отгороженных участках водоемов [Chen et al., 2010; China Statistical Yearbook, 2022**]. Это больше, чем объем производства всех культивируемых видов рыб в России в 2022 г.

Перспективы акклиматизации китайского окуня в европейской части нашей страны обсуждались еще в начале 1960-х гг. [Ковалик, 1962]. Однако первые рекомендации по его искусственному разведению и выращиванию жизнестойкой молоди были опубликованы лишь через 20 лет. Они были разработаны сотрудниками ВНИРО и Ростовской производственно-акклиматизационной станции Азоврыбвода [Стребкова и др., 1983].

После появления рекомендаций в условиях прудового и тепловодного садкового хозяйств Приморского края несколько раз предпринимались попытки получения потомства окуня от природных и доместичированных производителей. От диких особей получить личинок и вырастить молодь не удалось [Ищенко и др., 2016; Ищенко, Рыбникова, 2017]. Успешно воспроизводить и выращивать этот вид в небольших масштабах на нерегулярной основе начали только после формирования нескольких генераций собственного маточного стада в садках тепловодного хозяйства Лучегорской научно-исследовательской рыбоводной станции (НИРС) ТИНРО на Приморской ГРЭС [Рачек, 2017, 2018].

Для введения этого перспективного вида в аквакультуру России необходима отработка технологий его выращивания на всех этапах жизненного цикла, что является основной целью наших работ. В статье представлены результаты трехлетних экспериментов по культивированию потомства китайского окуня от собственного маточного стада от личинки до товарной рыбы в условиях индустриального тепловодного хозяйства.

* Статистические сведения по рыбной промышленности России. М.: ВНИРО, 2022. 86 с.

** China Statistical Yearbook 2022. URL: <http://www.stats.gov.cn/tjsj/ndsji/2022/indexeh.htm>.

Материалы и методы

Объект исследования — производители, личинки, молодь, сеголетки, двухлетки и трехлетки китайского окуня-аухи *Sineperca chuatsi*. Материалом для исследования служили 52 производителя окуня в возрасте от 10 до 15 лет, 6 молодых двухгодовалых производителей, несколько сотен тысяч икринок и личинок окуня, 5 тыс. экз. молоди, 450 сеголеток, около 180 двухлеток и трехлеток, содержащихся в инкубационных аппаратах, бассейнах, мальковых прудах и садках Лучегорской НИРС, имеющей статус полносистемного тепловодного хозяйства. Станция расположена на территории Приморской ГРЭС на севере Приморского края.

В состав станции входят понтонная линия ЛМ-4 со 120 садками площадью по 10 м² каждый, инкубационно-выростной комплекс (ИВК) с бассейнами, лотками и силосами различных типов и размеров и четыре тепловодных мальковых пруда площадью от 0,2 до 0,7 га [Рачек, 2022].

Экспериментальные исследования проводили в период с 2021 по 2023 г. Перед началом исследований обобщили и проанализировали разрозненные данные по формированию ремонтно-маточного стада (РМС) окуня-аухи и его воспроизводству на Лучегорской НИРС за период с 1997 по 2020 г. [Рачек, 2017, 2018; Валова, Рачек, 2022].

Производители китайского окуня большую часть года находились в садках, где их кормили живой малоценной рыбой разных размеров. Их пересаживали в ИВК только в период нереста, а после него сразу же возвращали обратно. Нерест проходил в небольших бассейнах с круговым током воды со скоростью 10–15 см/с после введения производителям предварительной и разрешающей дозы гормоностимулирующего препарата Нерестин-6 — $0,1 \pm 0,4$ мл/кг. Производители в бассейне нерестились самостоятельно. Отложенную икру сачками собирали со дна, взвешивали, определяли массу отдельных икринок, рассчитывали рабочую и относительную плодовитость самок. Инкубацию проводили в аппаратах ВНИИПРХ с проточностью 7 л/с, перед выклевом определяли долю (%) развивающихся эмбрионов. Личинки поступали в приемные бассейны или лотки, где после перехода на активное питание их подращивали в течение 25–32 сут. До 3–5 раз в день им скармливали личинок сазана *Cyprinus rubrofasciatus*, карпа *Cyprinus carpio* и растительных рыб, которых специально получали и выращивали для этой цели. Жизнестойкую молодь массой от 1 до 6 г пересаживали в мальковые пруды, заливка и подпитка которых происходили из водоема-охладителя ГРЭС. В прудах в поликультуре с карповыми рыбами, которых кормили стартовыми комбикормами, сеголеток выращивали в течение 33–44 сут. После отлова из прудов сеголеток сортировали и содержали от 3 до 18 сут в приемных бассейнах ИВК, а затем переводили на постоянное содержание в садки, установленные на понтонной линии в водоподводящем канале Приморской ГРЭС. При формировании РМС небольшую часть молоди из бассейнов сразу же переводили в садки с осетровыми, где присутствовало много мелкой малоценной кормовой рыбы, и выращивали до половой зрелости при плотности посадки 1–2 экз. на садок.

Для нереста, выращивания молоди, сеголеток, двухлеток, трехлеток и производителей использовались искусственные сооружения (табл. 1).

Сеголеток китайского окуня вырастили от личинок, полученных в июле 2021 г. в результате нерестовой кампании производителей в возрасте 10–12 лет. Использовалась комбинированная схема выращивания в бассейнах, тепловодных мальковых прудах и садках [Рачек, 2022]. В 2023 г. в двух прудах вырастили сеголеток от личинок, полученных от молодых, впервые созревших двухгодовалых китайского окуня.

Весной 2022 г. годовиков окуней генерации 2021 г. рассортировали на две размерные группы и рассадили по двум садкам. Один из садков с группой крупных рыб был разделен сетными перегородками на 4 секции для проведения экспериментов по испытанию разных типов кормов (рис. 1).

Таблица 1

Характеристика используемых искусственных сооружений на всех этапах выращивания китайского окуня

Table 1

Characteristics of the constructions used at all stages of chinese perch cultivation

Наименование сооружения	Размеры, м	Площадь, м ²	Объем, м ³
Бассейны для нереста	1,0 × 1,0 × 0,4	1,0	0,35
Инкубационные аппараты ВНИИПРХ	—	—	0,05–0,12
Лотки и бассейны для выращивания молоди	3,6 × 0,7 × 0,65 2,0 × 2,0 × 0,8	2,52 4,0	0,5 1,4
Тепловодные мальковые пруды для сеголеток	30,0 × 73,0	2200 (0,22 га)	2640
Бассейны ИВК для содержания сеголеток из прудов	2,0 × 2,0 × 0,8	4,0	1,6
Садки для содержания производителей, сеголеток, двухлеток и товарной рыбы	2,5 × 4,0 × 1,5	10,0	15,0



Рис. 1. Эксперимент по выращиванию двухлеток китайского окуня: **а** — кормовая рыба; **б** — выпуск кормовой рыбы в секцию садка

Fig. 1. Experiment on growing of two-year-old chinese perch: **a** — forage fish; **b** — forage fish releasing to a section of the cage

В двух секциях производилось кормление живой рыбой массой 1–5 г, в остальных секциях осуществлялся постепенный переход с живой рыбы на неживую, затем резаную, рыбный фарш и, наконец, влажные гранулы на основе рыбного фарша (рис. 2).



Рис. 2. Типы применяемых в эксперименте кормов: **а** — мелкий живой колючий горчак; **б** — резаная востробрюшка; **в** — влажные гранулы

Fig. 2. Types of feed used in the experiment: **a** — small-sized live fish; **b** — cut fish; **v** — wet pellets

Всего за сезон для удовлетворения пищевых потребностей двухлеток использовано 207 кг живой, снулой и резаной рыбы, фарша и гранул.

Осенью произвели повторную сортировку двухлеток [Рачек, 2022]. Перед зимовкой в садок с крупными двухлетками добавили 23 кг живой кормовой рыбы, а в

садок с мелкими двухлетками 10 кг кормовой рыбы. Она была представлена мелким отбракованным амурским сазаном *C. rubrofasciatus* из прудов и колючим горчаком *Acanthorhodeus asmusii*.

Для кормления хищников в 2023 г. использовали живую, снулую или замороженную резаную, а затем дифростированную малоценную рыбу, представленную востробрюшкой *Hemiculter leucisculus* (90 %) и колючим горчаком (10 %). В живом виде этих рыб массой от 3 до 5 г использовали в мае и июне. Затем до середины сентября окуней кормили резаной востробрюшкой, которая имела массу от 20 до 60 г. С 20 сентября вновь перевели хищников на потребление живой рыбы. Им скармливали мелких отбракованных сеголеток амурского сазана и пестрого толстолобика *Aristichthys nobilis* массой 2–7 г из прудов.

В общей сложности в эксперименте с трехлетками использовали 360 кг кормовой рыбы, в том числе 110 кг (30 %) живой и 250 кг (70 %) неживой резаной. Несъеденную живую кормовую рыбу во время контрольных взвешиваний один раз в 30 сут изымали из садков и вычитали из общего количества выпущенной в садки рыбы для питания хищников. Несъеденную резаную рыбу убирали из садков один раз в 5–10 сут и также отнимали ее массу от количества заданной в садки. Предварительно пришлось приучить хищников к потреблению неживой рыбы. Окуней кормили два раза в сутки в утренние и вечерние часы, так как они обладают сумеречным зрением. В связи с тем, что окуни плохо подбирают резаную кормовую рыбу со дна садков, ее вносили тремя порциями с перерывом в 20–30 мин, чтобы хищники могли поймать и заглотить ее в толще воды.

При контрольных взвешиваниях производили отбор мелких отставших в росте особей из садка с крупными рыбами в садок с мелкими и, наоборот, лидеров из садка с мелкими окунями — к крупным. Вследствие этого численность рыб в обоих садках незначительно изменялась.

В период осенних и весенних бонитировок у всех самцов и самок РМС, у 100 % сеголеток, двухлеток и трехлеток индивидуально измеряли длину тела АВ и АД, высоту, толщину и обхват с точностью до 2 мм и взвешивали на электронных весах марки GAS с точностью до 2 г у мелкой рыбы и 50 г у особей массой более 3 кг. Затем рассчитывали упитанность рыб на основе длины АД по Фультону ($P \cdot 100 / AD^3$) [Правдин, 1966]. Молодь китайского окуня измеряли с точностью до 1 мм и взвешивали на ювелирных весах с точностью до 10 мг. Кроме размерных и весовых показателей, определяли выживаемость рыбы за период зимовки и нагула и кормовые затраты на прирост рыбы за время зимовок и вегетационных периодов. Кормовые затраты на прирост определяли путем деления количества съеденной кормовой рыбы в живом и неживом виде на общий прирост массы тела окуней в садке за исследуемый период.

Полученные данные прошли статистическую и графическую обработку в программах Microsoft Excel и BioStat.

Китайских окуней всех возрастных групп содержали в садках при температуре от 2 °С в зимний период до 30–35 °С в летние месяцы. Общая годовая сумма тепла в различные годы варьировала от 4630 до 4870 градусо-дней. Активная реакция воды рН в садках изменялась по сезонам года в пределах от 7,3 до 7,8, содержание кислорода в воде варьировало от минимального значения 5,3 мг/л летом до 12,4 мг/л зимой.

Результаты и их обсуждение

Формирование и содержание маточных стад

Маточное стадо китайского окуня в настоящее время представлено особями трех основных генераций 2010, 2011 и 2012 гг., ведущих свое происхождение от диких рыб, отловленных в 1997 г. в водоеме-охладителе электростанции и завезенных сеголеток из р. Амур в 2011 г. (рис. 3).

В 2013 г. несколько десятков особей РМС разного пола, возраста и размера, оставшихся после отбраковки, отхода и реализации, разместили в двух отдельных

Рис. 3. Работник хозяйства с самкой китайского окуня массой 5,5 кг

Fig. 3. Farm worker with a female of chinese perch weighing 5.5 kg



садках и начали кормить по поедаемости живой и снулой малоценной рыбой. В 2021 г. лучших производителей в количестве 52 особей рассортировали по полу и разместили по двум типовым садкам, применяя нормированное кормление. В 2022–2023 гг. двух травмированных производителей отбраковали, их осталось 50 экз.

На основе фондовых материалов нам удалось проанализировать массу и прирост массы особей трех основных генераций китайского окуня за годы формирования маточного стада (табл. 2).

Таблица 2
Характеристика трех основных генераций китайского окуня в процессе формирования ремонтно-маточного стада

Table 2
Characteristics for three main year-classes of chinese perch used for formation of the new-spawning and brood stock

Год основания генерации	Возраст особей РМС, годы													
	0+	1+	2+	3+	4+	5+	6+	7+	8+	9+	10+	11+	12+	13+
<i>Средняя масса особей РМС, кг</i>														
2010	0,04	0,25	0,45	0,80	1,76	2,80	3,58	4,10	4,77	4,93	5,29	5,67	5,74	5,85
2011	0,02	0,23	0,42	1,25	1,46	2,35	3,00	3,65	4,27	4,63	4,99	5,06	5,32	–
2012	0,05	0,16	0,55	1,15	1,56	2,28	3,41	3,57	3,89	4,31	4,37	4,74	–	–
Итого	0,03	0,21	0,47	1,07	1,89	2,48	3,33	3,77	4,31	4,62	4,88	5,37	5,53	–
<i>Приросты массы, кг</i>														
2010	–	0,21	0,20	0,35	0,96	1,04	0,78	0,52	0,67	0,16	0,36	0,38	0,07	0,11
2011	–	0,21	0,19	0,83	0,21	0,89	0,65	0,65	0,62	0,36	0,36	0,07	0,26	–
2012	–	0,11	0,39	0,60	0,41	0,72	1,13	0,16	0,32	0,42	0,06	0,37	–	–
Итого	–	0,18	0,26	0,59	0,83	0,58	0,85	0,44	0,54	0,32	0,26	0,23	0,17	–

Как видно из приведенных в табл. 2 данных, максимальные годовые приросты особей РМС в пределах 0,83–1,13 кг получены у рыб в возрасте от 3+ до 6+ лет. Затем они начали снижаться и оказались минимальными у средневозрастных и стареющих рыб в возрасте от 11+ до 13+.

Обе зимовки РМС китайского окуня в садках за период наблюдений прошли без отхода. С ноября по май производители продолжали слабо питаться, их общая масса увеличивалась на несколько килограммов (табл. 3).

За 6 зимних месяцев производители потребили около 9–11 % кормовой рыбы от величины своей ихтиомассы на начало зимовки, имея довольно высокие кормовые затраты на уровне 6–8 кг/кг прироста. В теплый сезон года при температур выше 16 °С производители начинали активно питаться, захватывая кормовую рыбу у поверхности

Таблица 3

Результаты кормления производителей китайского окуня в зимний период

Table 3

Results on growing of chinese perch spawners in winter

Общая ихтиомасса производителей, кг		Прирост массы, кг	Кол-во съеденной рыбы, кг	Отношение массы съеденной рыбы к массе производителей, %	Кормовые затраты на прирост, кг/кг
Осень	Весна				
<i>Зимовка 2021/22 г.</i>					
252,3	255,7	3,4	27	10,7	7,9
<i>Зимовка 2022/23 г.</i>					
281,4	285,6	4,2	25	8,8	6,0

и в толще воды. Максимальная активность питания отмечена при температуре воды в садках выше 26–30 °С. Летом наблюдался максимальный индивидуальный прирост массы тела самцов и самок, значительно возрастало количество съеденной рыбы — более 50 % от начальной ихтиомассы окуней. Улучшалась усвояемость кормовой рыбы по сравнению с зимними месяцами, что хорошо заметно на примере вегетационного периода 2022 г.: прирост ихтиомассы 24,3 кг (весной — 255,7 кг, осенью — 280,0 кг); кормовой рыбы съедено 142 кг, потреблено 56 % кормовой рыбы от величины ихтиомассы на начало вегетационного периода; кормовые затраты на прирост — 5,8 кг/кг.

В табл. 4 приведена размерная характеристика производителей китайского окуня осенью 2023 г.

Таблица 4

Размерные показатели производителей китайского окуня из садков в конце вегетационного периода 2023 г.

Table 4

Size indices of the chinese perch spawners grown in cages by the end of growing season in 2023

Пол (кол-во)	Показатель	АВ, см	Высота, см	Толщина, см	Обхват, см	Масса, кг	Кэф. упит.
Самки (24)	M ± m	65,8 ± 0,0	19,7 ± 0,3	11,10 ± 0,18	52,9 ± 0,6	5,86 ± 0,19	2,83 ± 0,07
	Lim	62,2–70,9	18,3–21,6	10,30–11,90	49,9–55,1	4,85–6,55	2,57–3,23
Самцы (26)	M ± m	65,2 ± 1,3	19,1 ± 0,4	10,70 ± 0,32	51,8 ± 1,3	5,47 ± 0,38	2,74 ± 0,05
	Lim	58,2–71,9	17,1–21,6	8,90–12,20	44,5–57,7	3,40–7,50	2,55–2,96

Самки китайского окуня несколько больше самцов по всем размерным параметрам и упитаннее их. Однако распределение самок и самцов китайского окуня по модальным значениям массы тела значительно различается (рис. 4).

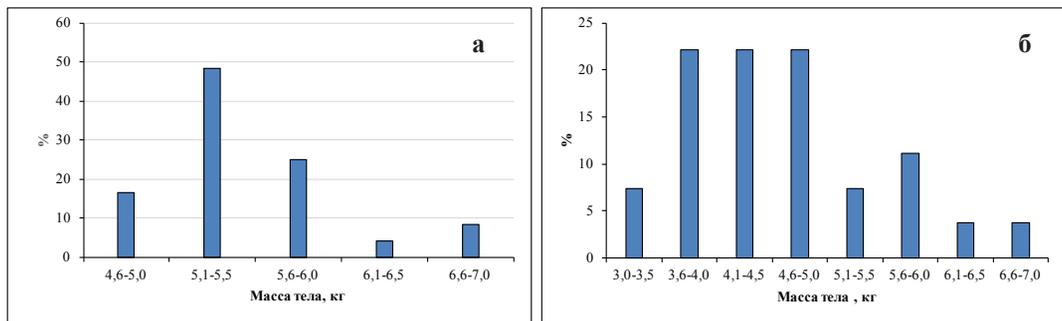


Рис. 4. Распределение производителей китайского окуня по массе тела: **а** — самки; **б** — самцы

Fig. 4. Weight structure of chinese perch spawners: **a** — females; **b** — males

Большинство самок РМС представлено особями массой 5,1–6,0 кг. Большая часть самцов находится в размерных группах 3,6–5,0 кг, разброс самцов по массе тела

гораздо шире, чем у самок. Самцы с близкой массой тела, от 3,6 до 5,0 кг, в основном относятся к одной многочисленной генерации 2011 г.

В проведенных нами опытах, где исследовались пищевые предпочтения хищника, отмечено, что производители китайского окуня при кормлении живым и снулым колочим горчаком и востробрюшкой любого размера в большинстве случаев вначале съедали горчака.

В юго-восточной Азии и южных провинциях Китая теплолюбивый окунь-ауха активно питается весь год и выдерживает температуру выше 30–35 °С. На северной границе ареала в бассейне р. Амур активность питания окуня-аухи резко снижается осенью при уменьшении температуры до 14–15 °С. При снижении температуры до 7 °С в природных условиях он вообще перестает питаться, но при искусственном содержании может потреблять небольшое количество рыбы. В конце апреля, а особенно в мае, окунь начинает очень активно нагуливаться перед нерестом, который обычно проходит порционно в июне и июле [Лишев, 1950; Кучеренко, 1988]. В искусственных условиях тепловодного садкового хозяйства Приморья китайский окунь живет в широком диапазоне температур — от 1,0 °С зимой до 30–35 °С в конце июля и начале августа. Для предотвращения потери массы хищников с ноября по март перед началом зимовки в садки с производителями окуня необходимо выпускать живую кормовую рыбу.

Проведение нерестовых кампаний

По результатам нерестовых кампаний производителей окуня-аухи имеется большой объем фондовых материалов начиная с 1997 г. За период наших последних исследований производители китайского окуня участвовали в нерестовых кампаниях три раза. Данные по размерному составу и продукционным показателям участвующих в нересте производителей приведены в табл. 5.

Таблица 5

Продукционные показатели производителей китайского окуня за период исследований с 1997 по 2023 г.

Table 5

Production indices of chinese perch spawners detected in 1997–2023

Показатель	Масса самок, кг	Масса самцов, кг	Масса набухших икринок, мг	Рабочая плодовитость, тыс. икр.	Относительная плодовитость, тыс. икр./кг	Выход личинок от икры, %
<i>Производители младшего и среднего возраста (20 самок и 24 самца), 1997–2019 гг.</i>						
M ± m	2,80 ± 0,18	2,40 ± 0,23	5,10 ± 0,21	223 ± 27	50,0 ± 4,8	76,0 ± 4,0
Lim	1,70–4,95	0,80–5,10	4,20–5,90	36–559	27–89	43–92
<i>Производители среднего и старшего возраста (2 самки и 4 самца), 2021 г.</i>						
M ± m	5,22 ± 0,38	4,30 ± 0,21	5,70 ± 0,09	365 ± 77	69,5 ± 19,5	86,5 ± 1,5
Lim	4,85–5,60	4,50–5,20	5,60–5,77	280–433	50–89	85–88
<i>Производители среднего и старшего возраста (7 самок и 14 самцов), 2022 г.</i>						
M ± m	5,98 ± 0,25	4,55 ± 0,18	4,60 ± 0,18	317 ± 46	52,1 ± 5,7	75,5 ± 9,0
Lim	5,0–7,0	3,40–5,70	4,20–5,0	171–559	34–80	65–86
<i>Молодые, впервые созревшие производители (2 самки и 4 самца), 2023 г.</i>						
M ± m	0,87 ± 0,12	0,58 ± 0,03	4,11 ± 0,09	68 ± 10	86 ± 16	76,0 ± 6,0
Lim	0,80–1,10	0,55–0,60	4,02–4,20	58–77	70–102	70–82

Возраст самых молодых самок, использованных в нерестовых кампаниях начала 2000-х гг., составлял 4 года при массе 1,7 кг. По мере взросления самок увеличивались их масса и плодовитость. Двухгодовалые самки и самцы, нерест которых провели в 2023 г., имели минимальную массу и рабочую плодовитость, но относительная плодовитость этих рыб была максимальной. Независимо от возраста производителей выход личинок от икры всегда был высоким и оставался на уровне 75–86 %.

В прудовых, садковых и загонных хозяйствах южной и центральной частей КНР с высокими температурами воды для нереста всегда используются только молодые особи

в возрасте 2–3 года массой 1–3 кг, отловленные в природных водоемах или выращенные в искусственных условиях [Liang et al., 2001, 2008]. Таких рыб проще содержать, и им не требуется много корма в виде живой рыбы. В первый год формирования РМС самцы растут быстрее самок, на второй и третий годы самки растут быстрее самцов. В доступной нам литературе мы не нашли данных по выращиванию производителей китайского окуня более старших возрастных групп в любых типах хозяйств.

В тепловодном хозяйстве ТИНРО в последние годы получали половые продукты от крупных стареющих рыб возрастом 10–13 лет. Лишь в 2023 г. впервые получили икру и сперму от двухгодовалых особей, что близко к китайской технологии.

Выращивание сеголеток китайского окуня по комбинированной технологии

Основным препятствием к разведению китайского окуня-аухи является особенность его пищевого поведения на ранних стадиях развития личинок. В этот период личинки окуня, имеющие крупные загнутые внутрь зубы, поедают только личинок других видов рыб подходящего размера, игнорируя различные виды зоопланктона и любые стартовые корма.

В опытах, проведенных нами в 2021 г., личинки китайского окуня приступали к активному питанию на 3–4-е сут после вылупления. Фототаксис личинок был отрицательным. Вылупившиеся личинки концентрировались в основном у стенок бассейна и в затененных местах и поедали личинок сазана, карпа, белого толстолобика *Hypophthalmichthys molitrix* и белого амура *Stenopharyngodon idella* массой от 1,1 до 1,6 мг. Причем размер жертвы мог превышать размер окуня в полтора-два раза.

При полном голодании в течение нескольких суток у личинок аухи начинал активно проявляться каннибализм. Если корм не поступал, то личинки погибали от голода. При обилии пищи каннибализма не наблюдалось. Однако при массе больше 500 мг в случае недостатка пищи окуни могли напасть на мелкую молодь своего вида. Окуней кормили от 3 до 5 раз в сутки. За 1–2 сут личинка или молодь окуня съедала от 2 до 5 кормовых личинок карповых рыб. Наиболее привлекательными для молоди оказались укрытия из крупных камней и ветви деревьев с листьями, под которыми они предпочитали собираться небольшими косяками.

Личинки и молодь китайского окуня набирали массу очень быстро, вырастая в среднем до 1,7 г за 25 сут. По мере роста молоди увеличивалось их различие в размерах и возрастал отход из-за каннибализма (табл. 6).

Таблица 6

Рост личинок и молоди китайского окуня в бассейнах в 2021 г.

Table 6

Growth of larvae and juveniles of chinese perch in tanks in 2021

Показатель	Продолжительность выращивания, сут		
	10	15	25
Масса рыбы, г	0,095 (0,09–0,10)	0,23 (0,20–0,25)	1,7 (0,5–3,0)
Выживаемость, %	90	70	45
Затраты корма, г/г прироста	1,22	1,35	1,47

Затем молодь подращивали полтора месяца в прудах и примерно такое же время в бассейнах и садках после отлова из прудов (табл. 7, рис. 5).

Навеска сеголеток в прудах превысила 110 г. После перевода в бассейн при температуре 23 °С большинство окуней начали питаться через двое-трое суток после посадки, но интенсивность питания была постоянно низкой. Это связано с высокой плотностью посадки и стрессом, вызванным резкой сменой условий обитания и рыбоводными манипуляциями. В садке плотность посадки была в 9,5 раза ниже, чем в бассейне. Окуни начали активно питаться по всей толще воды практически сразу после перевода из бассейна и продолжали питаться при понижении температуры до 14 °С. Длительность содержания хищников в бассейне и садке была практически одинаковой,

Таблица 7
Результаты культивирования сеголеток китайского окуня в бассейнах, прудах и садках в 2021 г.

Table 7
Results of the chinese perch fingerlings cultivation in tanks, ponds and cages in 2021

Тип сооружения	Длительность этапа, сут	Плотность посадки, шт./м ² (шт./м ³)	Начальная масса рыбы, г	Конечная масса рыбы, г	Средне-штучный прирост, г/%	Выживаемость, %
Бассейн	25	500 (1250)	0,0016	1,7	1,6984/1061	45
Пруды	44	0,205 (0,170)	1,7	111,5	109,8/6459	26
Бассейн	19	58 (143)	111,5	114,1	2,6/2,33	99
Садок	18	23 (15)	114,1	142,0	27,9/24,5	100



Рис. 5. Китайский окунь на разных стадиях развития: а — личинки; б — мальки; в — сеголетки

Fig. 5. Chinese perch at different stages of development: а — larvae; б — fry; в — fingerlings

но их приросты различались многократно. В условиях прямоточного бассейна, несмотря на обилие кормовой рыбы, прирост хищников был минимальным. В садке темп роста сеголеток окуня значительно возрос. Абсолютные и относительные приросты превысили таковые в бассейне более чем в десять раз (табл. 8).

Таблица 8
Размерные показатели сеголеток китайского окуня перед зимовкой

Size indices of chinese perch fingerlings before wintering

Table 8

Показатель	AB, см	AD, см	Высота, см	Толщина, см	Обхват, см	Масса, г
M ± m	20,0 ± 0,5	17,4 ± 0,4	6,2 ± 0,2	2,5 ± 0,1	15,0 ± 0,4	142,0 ± 11,0
Lim	15,6–25,0	13,6–21,5	4,5–8,2	1,7–3,3	11,4–20,6	60,0–290,0
Cv	12,6	12,4	15,0	12,8	15,0	42,0

Выращивание сеголеток окуня из потомства двухгодичных производителей

Первые текущие двухлетние самцы окуня были обнаружены в мае 2023 г. при весенней бонитировке. В начале июля отмечены первые созревшие двухгодичные самки, две из которых с разницей в одну неделю были задействованы в нерестовых кампаниях (табл. 9).

Масса набухших икринок от самок китайского окуня среднего и старшего возраста обычно варьирует в пределах 5,0–5,6 мг [Рачек, 2018]. Мелкая икра от молодых, впервые созревших самок небольшого размера в 2023 г. имела массу около 4 мг. Икра не обладала достаточным запасом питательных веществ и являлась биологически неполноценной, что показали результаты проведенного опыта. Развивающиеся эмбрионы в икринках массой 4,0 мг начали погибать еще в процессе инкубации, а основная часть

Результаты выращивания молоди китайского окуня от нереста двухгодовалых производителей в 2023 г.

Таблица 9

Table 9

Results on growing of the chinese perch offspring from spawning of two-year-old spawners in 2023

Дата и тур нереста	Масса самок (самцов), кг	Масса икры, г	Масса икринки, мг	Рабочая плодовитость самки, тыс. икр.	Оплодотворяемость икринок, %	Выход личинок от икры, %	Выход молоди от икры, % (экз.)
10.07 1	1,1 (0,5; 07)	310	4,0	77	71,2	~ 30	0,03 (18)
17.07 2	0,8 (0,6; 0,6)	248	4,2	59	82,0	~ 60	0,71 (420)

личинок погибла в течение нескольких часов после вылупления из-за постепенной остановки работы сердца. К моменту выпуска в пруды от этого нереста выжило лишь 18 мальков окуня.

Икринки, полученные неделей позже, оказались более зрелыми и полноценными, имели высокую оплодотворяемость, из них вылупилось значительно больше личинок. Основная гибель личинок произошла через несколько суток на этапе перехода на активное питание. Однако выжившей молоди перед посадкой в пруды от потомства самки второго тура нереста оказалось в 24 раза больше, чем от потомства первого тура.

В табл. 10 приведены результаты выращивания сеголеток окуня двух размерных групп, начиная от личинок, перешедших на активное питание.

Таблица 10

Характеристика молоди и сеголеток китайского окуня в течение вегетационного периода 2023 г.

Table 10

Characteristics of juveniles and fingerlings of chinese perch during the growing season in 2023

Дата нереста	Возраст, сут	Масса молоди, г	Возраст, сут	Масса сеголеток, г	Выход, %	Возраст, сут	Масса сеголеток, г	Выход, %
	Бассейны		Пруд № 1			Садки		
10.07	32	$5,6 \pm 0,2^*$ 5,1–6,3	78	$99,0 \pm 4,0$ 80,0–108,0	100	104	$108,0 \pm 4,0$ 88,0–120,0	100
	Бассейны		Пруд № 1			Садки		
17.07			71	$58,0 \pm 1,3$ 12,0–72,0	99	97	$64,0 \pm 0,7$ 14,0–86,0	100
	25	$1,8 \pm 0,1$ 0,9–2,8	Пруд № 2			Садки		
			71	$37,0 \pm 1,3$ 16,0–80,0	24	97	$42,2 \pm 1,0$ 28,0–86,0	100

* Над чертой — $M \pm m$, под чертой — Lim .

Условия и результаты выращивания сеголеток в двух близких по площади прудах различались. В пруду № 1 постоянно работал аэратор, водной растительности в нем не отмечено, наблюдалось постоянное цветение воды. В нем до возраста сеголетки выжили практически все мальки крупных и средних размеров. Пруд № 2 на 75 % зарос водной растительностью, в основном роголистником, который занял всю толщу воды. Растительность использовала все питательные вещества пруда, планктон в нем не развивался, вода была совершенно прозрачной, что привлекало для охоты рыбоядных птиц. Поэтому выживаемость сеголеток китайского окуня оказалась в 4 раза ниже, чем в пруду № 1, а средняя масса сеголеток ниже на 21 г (36 %).

Сеголетки, выращенные в прудах и садках в 2023 г., оказались значительно мельче полученных в 2021 г. (см. табл. 7). Это связано в основном с более поздним проведением нереста двухгодовиков в 2023 г. Так, в 2021 г. молодь сходной навески вывезли в пруды в конце июля, и она находилась там 44 сут, до 9 сентября, при высоких температурах воды. В 2023 г. молодь оказалась в прудах лишь 15 августа и содержалась там на 12 сут меньше на фоне понижающейся температуры, которая очень сильно влияет на темп роста теплолюбивого хищника.

Выращивание двухлеток китайского окуня

Отход сеголеток за период зимовки составил 9 %. В основном это были особи, травмированные при заборе крови осенью 2021 г. (табл. 11).

Таблица 11

Результаты выращивания китайского окуня до возраста двухлеток*

Table 11

Results on growing of chinese perch to the age of two years

Показатель	Сеголетки, октябрь 2021 г.	Годовики после сортировки, май 2022 г.		Двухлетки, октябрь 2022 г.	
		Группа крупных особей	Группа мелких особей	Группа крупных особей	Группа мелких особей
Масса, г	142,0 ± 11,0	148,0 ± 13,0	87,0 ± 9,0	553,0 ± 18,0	327,0 ± 9,0
Lim	40–290	100–290	40–95	510–970	180–485
Cv	42,0	36,6	30,3	19,6	11,0
Прирост, г	–	–	–	405	240
Прирост, %	–	–	–	273	276
Масса кормовой рыбы и комбикорма, кг	–	–	–	121,72	85,50
Прирост, кг	–	–	–	28,10	28,74
Затраты корма, кг/кг прироста	–	–	–	4,33	2,98
Выживаемость, %	–	91,0		98,8	99,1

* По ранее опубликованным данным [Рачек, 2022] с дополнением.

После сортировки в начале мая 2022 г. крупных окуней содержали в типовом садке, разделенном на 4 секции, а мелких особей — в обычном садке площадью 10 м². Группа мелких окуней на протяжении всего вегетационного периода получала в качестве корма только живую малоценную рыбу, крупных окуней в августе дополнительно кормили резаной рыбой и влажным комбикормом. Абсолютный прирост крупных окуней превысил таковой у мелких рыб в 1,7 раза. Однако в относительном выражении прирост особей двух размерных групп был весьма близким. Группа мелких рыб эффективнее использовала корм, их кормовые затраты на прирост оказались ниже, чем у крупноразмерных, на 31 %. Выживаемость мелких рыб была незначительно выше, чем у крупноразмерных особей (рис. 6).

Средняя масса двухлеток составила 425 г при максимуме 970 г. В конце вегетационного периода 82 % двухлеток были представлены особями массой от 300 до 600 г, модальной группой являлись рыбы массой от 400 до 500 г.

Эксперимент по приучению двухлеток к искусственным кормам

Большинство опытов по приучению китайского окуня различных возрастных групп к искусственным кормам, проведенных в течение нескольких десятилетий учеными различных стран, закончились неудачей. Специалисты установили, что пищевое поведение китайского окуня обусловлено генетически. Он обладает сумеречным зрением, сетчатка его глаз реагирует только на движущиеся объекты, а вкусовые рецепторы распознают добычу чаще всего только после ее попадания в рот [Shi et al., 2021; He et al., 2021].

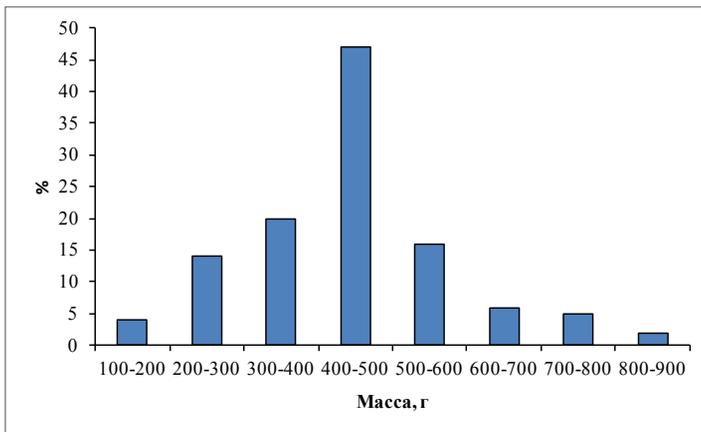


Рис. 6. Распределение двухлеток китайского окуня по массе тела [Рачек, 2022]
 Fig. 6. Weight structure of two-year-old chinese perch [Rachek, 2022]

Однако все же имеются отдельные работы, описывающие успешные эксперименты постепенного приучения годовиков аухи к искусственным влажным кормам типа орегонских гранул и состав этих кормосмесей [Liang et al., 1998, 2001, 2008]. Одной из задач нашего исследования являлось проведение опытов по приучению китайского окуня к искусственным кормам или к массовым видам неживой аборигенной кормовой рыбы.

Опыты по постепенному приучению двухлеток китайского окуня к кормлению влажными гранулам на основе рыбного фарша провели в августе 2022 г. Кормление происходило в утренние и вечерние часы в связи с особенностями зрения окуня (табл. 12, 13).

Таблица 12

Кормление двухлеток китайского окуня в эксперименте по приучению к искусственным кормам (1–17 августа 2022 г.)

Table 12

Feeding of two-year-old chinese perch in the experiment on their training to artificial feeds (August 1–17, 2022)

Показатель	Номера садков и их секций		
	30 (1–2)	30 (3–4)	32
Типы живых и искусственных кормов	Мелкий живой горчак 1,5–5,0 г, снулый, резаный горчак, фарш из востробрюшки, влажные гранулы	Мелкий живой горчак 1,5–5,0 г	Мелкий живой горчак 1,5–5,0 г
Общее количество всех типов кормов, г	12400	12800	16000

Абсолютные приросты в опытных секциях с различными типами неживых и искусственных кормов оказались в 1,5–2,1 раза ниже, чем при кормлении живой рыбой в контроле. Затраты кормов на прирост, напротив, превысили таковые в контрольных секциях и садке в 1,5–2,7 раза. Значительное количество влажных гранул (26–30 %) в опытных садках оказалось несъеденным. Наибольший относительный прирост и наименьшие затраты корма отмечены в садке № 32 с группой мелких двухлеток.

В табл. 14 приведены визуальные оценки упитанности окуней в конце опыта, как принято в работах китайских ученых [Liang et al., 2001].

Анализируя данные табл. 14, отметим, что более 50 % рыб, которых пытались перевести на искусственные корма, к концу опыта голодали. Они поедали снулую и резаную рыбу, но большинство не смогло перейти на потребление фарша и влажных гранул. В то же время 94 % особей, которым предлагали только живую малоценную рыбу, имели высокую или среднюю упитанность.

Таблица 13

Результаты эксперимента по приучению двухлеток китайского окуня к искусственным кормам (1–17 августа 2022 г.)

Table 13

Results of the experiment on training of two-year-old chinese perch to feed with artificial feeds (August 1–17, 2022)

Показатель	Номера садков и их секций		
	30 (1–2)	30 (3–4)	32
Количество рыбы, в начале/конце эксперимента, шт.	34/34	34/34	111/111
Начальная масса рыбы, г	289	274	137
Конечная масса рыбы, г	355 ± 22	411 ± 26	240 ± 18
Пределы колебания массы, г	180–596	246–702	150–422
Прирост, г	66	137	103
Прирост, %	22,8	50,0	75,2
Общая начальная ихтиомасса, г	9736	9299	15207
Общая конечная ихтиомасса, г	12087	13974	26640
Прирост ихтиомассы, г	2351	4675	11433
Количество кормов за период опыта за вычетом несъеденных рыбы и гранул, г	8931	10700	15900
Затраты кормов на прирост, кг/кг	3,8	2,3	1,4

Таблица 14

Оценка упитанности двухлеток китайского окуня, выращенных в опыте и контроле, %

Table 14

Fatness of two-year-old chinese perch grown in the experimental and control conditions, %

Оценка упитанности	Опыт (секции 1–2)	Контроль (секции 3–4)
Хорошо упитанные	3	38
Средней упитанности	44	56
Истощенные с впалым брюхом	53	6
Итого	100	100

В результате проведенных исследований выявлено, что китайский окунь в возрасте двухлеток в искусственных условиях содержания предпочитает питаться только живой рыбой и плохо потребляет влажные гранулированные корма. Для его приучения к искусственным влажным диетам необходима специальная длительная методика.

Зимовка двухлеток и выращивание товарных трехлеток китайского окуня

За период зимовки с конца октября 2022 г. по начало мая 2023 г. произошло снижение массы двухлеток в диапазоне от 3 до 7 %, причем более существенным оно было в группе крупных особей (табл. 15).

За период зимовки крупные двухлетки использовали в пищу 3,4 кг кормовой рыбы (14,8 % от посадки), или 6,4 % от осенней ихтиомассы окуней в садке. Мелкие особи использовали для питания 4,0 кг рыбы (40,0 % от посадки), или 14,8 % от ихтиомассы окуней.

Можно констатировать, что при зимовке в воде температурой 1–12 °С теплолюбивые хищники питались очень слабо, причем мелкие особи более активно. Однако потребление ограниченного количества пищи при низких температурах не могло компенсировать им потерю массы.

Для восстановления массы до предыдущих осенних значений окуням потребовалось около 25 сут в течение мая 2023 г. при возрастании температуры с 12 до 20 °С. Активность питания хищников значительно повысилась при переходе температуры через 16 °С.

При дальнейшем выращивании трехлеток в течение вегетационного периода по мере повышения температуры активность питания окуней постоянно возрастала, нормы кормления увеличивались. Максимальные приросты окуней получены в июле и августе при температуре воды в диапазоне 26–29 °С (рис. 7).

Результаты зимовки двухлеток и выращивания трехлеток китайского окуня
в садках тепловодного хозяйства

Table 15

Results on wintering of two-year-old chinese perch and growing of three-year-old chinese perch
in cages of a warm-water farm

Показатель	Двухлетки, октябрь 2022 г.		Двухлетки, май 2023 г.		Трехлетки, октябрь 2023 г.	
	Крупные	Мелкие	Крупные	Мелкие	Крупные	Мелкие
Кол-во рыбы, экз.	96	83	92	85	89	87
Масса, г	553 ± 16	327 ± 19	515 ± 15	318 ± 17	878 ± 25	697 ± 19
Lim	300–930	172–576	290–890	160–525	528–1610	264–1076
Cv	24,3	29,4	25,4	31,6	26,7	25,5
Прирост, г	387	268	–38	–9	363	379
Прирост, %	261	308	–6,9	–2,8	70	119
Заграты корма, кг/кг прироста	3,9	2,7	–	–	5,6	5,3
Выживаемость, %	98,9		98,0		98,9	

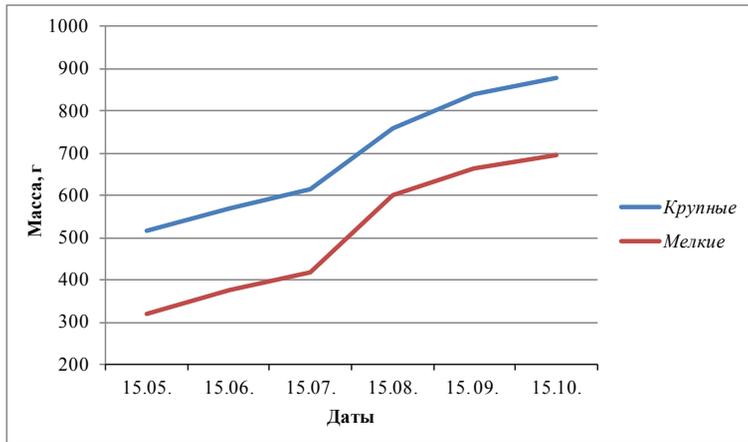


Рис. 7. Динамика роста трехлеток китайского окуня в садках в 2023 г.

Fig. 7. Growth dynamics for three-year-old chinese perch grown in cages in 2023

В сентябре при снижении температуры воды приросты особей крупных и мелких размеров начали уменьшаться. Еще более уменьшился темп роста в октябре. К середине октября средняя масса мелких трехлеток составила около 700 г, а крупных — около 900 г при максимуме 1610 г (табл. 15, рис. 8).



Рис. 8. Бонитировка крупных трехлеток китайского окуня

Fig. 8. Bonitation of large-sized three-year-old chinese perch

Абсолютные приросты обеих групп рыб за период опыта различались незначительно, составив около 360–380 г. За 5,5 мес. выращивания в садках абсолютный прирост группы мелких окуней превысил таковой у группы крупных особей всего на 16 г, или 4,4 %. Относительный прирост группы мелких особей приближался к 120 %, в то время как у крупных особей это значение было в 1,7 раза ниже. Если же брать приросты отдельных самых мелких и наиболее крупных окуней начальной массой 160 и 890 г, то они варьировали в пределах 76–104 %.

В табл. 16 и на рис. 9 приведены обобщенные данные по размерным показателям трехлеток во время осенней бонитировки.

Таблица 16

Размерные показатели трехлеток китайского окуня

Table 16

Size indices for three-year-old chinese perch

Показатель	AB, см	AD, см	Высота, см	Толщина, см	Обхват, см	Масса, г
$M \pm m$	$35,9 \pm 0,3$	$31,7 \pm 0,2$	$9,80 \pm 0,08$	$5,20 \pm 0,04$	$26,5 \pm 0,2$	788 ± 17
Lim	26,3–44	22,9–39,5	6,90–13,20	3,80–7,0	18,3–35,4	264–1610
Cv	9,1	9,4	10,50	11,0	10,2	28,8

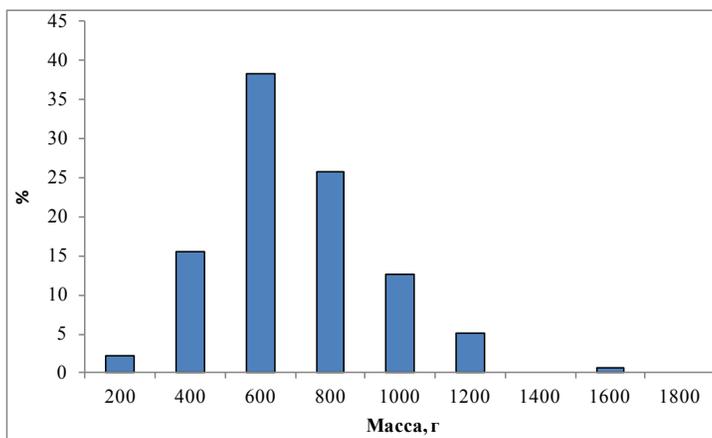


Рис. 9. Распределение трехлеток китайского окуня по массе тела

Fig. 9. Weight structure of three-year-old chinese perch

В классической работе Г.В. Никольского [1956] приводятся сведения о том, что рост китайского окуня на разных участках р. Амур и в оз. Ханка практически одинаков. Трехгодовалые рыбы имеют длину от кончика рыла до конца чешуйного покрова около 25 см, что соответствует массе 400–450 г. Китайские ученые отмечают, что окунь-ауха имеет высокий темп роста, который зависит от количества корма, температуры и плотности посадки. В прудах южной китайской провинции Гуандун при нормированном кормлении живой рыбой окунь может достигать 50–100 г в течение первого года жизни с мая по декабрь, массы 500 г на второй год и 1,0–1,5 кг на третий год. В экспериментах по опытному и промышленному выращиванию окуня в садках, установленных на озерах и водохранилищах юго-восточной китайской провинции Хубэй, двухлетки китайского окуня вырастали за 4 мес. со 170 до 470–560 г при кормлении резаной и живой рыбой. Сеголетки массой 52 г за 8 мес. вырастали до 705–755 г. В Китае для товарных окуней в садковых хозяйствах стандартной является навеска 500–750 г [Liang et al., 2001; Kuanghong, 2006*].

* Kuanghong M. *Siniperca chuatsi*. Cultured Aquatic Species Information Programme. Fisheries and Aquaculture Division. Rome: FAO, 2006. https://www.fao.org/fishery/en/culturedspecies/siniperca_chuatsi/en.

Таким образом, темп роста трехлеток в искусственных условиях тепловодного хозяйства значительно превышает таковой в природных условиях бассейна р. Амур и близок к темпу роста в рыбоводных хозяйствах КНР.

По сравнению с двухлетками, которые получали только живую кормовую рыбу, кормовые затраты на прирост трехлетних особей, где поочередно использовалась живая и неживая рыба и требовалось время на приучение к новому типу корма, оказались значительно выше — на 43 % у крупных окуней и 96 % у мелких. Трехлетние мелкие особи незначительно лучше утилизировали кормовую рыбу в сравнении с крупными, их кормовые затраты на прирост оказались ниже на 5,7 %. В период высоких температур в августе 2023 г. кормовые затраты на прирост обеих групп рыбы снижались до 2,1–3,7 кг/кг прироста.

За год эксперимента с октября 2002 по октябрь 2023 г. погибли 3 особи из группы крупных рыб, все они были травмированы шипами своих сородичей при сортировках, пересадках и взвешиваниях.

В возрасте двухгодовиков в июле 2023 г. часть особей массой 600–1100 г достигли половой зрелости и были использованы в нерестовой кампании

Заключение

В результате многолетних работ в тепловодном садковом хозяйстве ТИПРО сформировано маточное стадо китайского окуня в возрасте 10–13 лет и начато формирование новой генерации РМС трехлетнего возраста. Производители созревают после однократного или двукратного инъектирования российским гормоностимулирующим препаратом Нерестин-6 и самостоятельно откладывают икру в небольших нерестовых бассейнах с круговым током воды. Для инкубации икры окуня с успехом применяются аппараты ВНИИПРХ объемом 50 и 120 л. Выход личинок составляет от 75 до 86 %, они переходят на активное питание через трое-четверо суток выдерживания. Личинки и молодь питаются только живыми личинками и молодью карповых рыб, которых необходимо получать и подрачивать для этой цели. Они не потребляют зоопланктон и искусственные стартовые корма.

Для получения сеголеток китайского окуня используется комбинированный метод выращивания в бассейнах, затем в тепловодных мальковых прудах и садках. За 25 сут выращивания в бассейнах молодь вырастает в среднем до 1,7 г. Затем ее пересаживают в пруды, где выращивают в поликультуре с несколькими видами карповых рыб, которые служат кормом для хищников. Сеголетки от раннего нереста вырастают в прудах до 110 г, а затем в садках до 140 г. Сеголетки от позднего нереста молодых производителей вырастают в прудах до 40–60 г, после этого в садках увеличивают свою массу незначительно, что связано с низкой температурой воды.

Двухлетки при кормлении мелкой живой малоценной рыбой вырастают до 425 г при вариабельности массы от 180 до 970 г, 82 % из них представлены особями массой от 300 до 600 г. Модальной группой являются рыбы массой от 400 до 500 г. Затраты корма за летний сезон в виде мелкой живой рыбы варьируют от 3,0 до 4,3 кг/кг прироста, мелкие особи усваивают рыбу лучше крупных. Выживаемость двухлеток составляет около 99 %.

Попытка приучения двухлеток к искусственным влажным кормам посредством постепенного перехода с живой рыбы на неживую, резаную, в виде фарша, а затем гранул успеха не имела. Прирост таких двухлеток был значительно ниже, чем при потреблении только живой рыбы, кормовые затраты на прирост намного выше, многие рыбы были исхудавшими, около 30 % гранулированного корма оставалось нетронутым.

Выявлено, что, несмотря на наличие кормовой рыбы в садках, зимующие двухлетки китайского окуня при низких температурах воды теряют от 3 до 7 % массы, причем значительно большее снижение массы в абсолютном и относительном выражении наблюдается у группы крупных рыб. Для восстановления массы до предыдущих осенних значений китайским окуням требуется около 25 сут.

В результате проведенных исследований подтверждена возможность созревания производителей китайского окуня в садках тепловодного хозяйства, получения от них качественного потомства и его выращивания до товарной массы. При использовании в качестве корма живой и неживой рыбы трехлетки окуня вырастают до 700–900 г при максимуме 1600 г. Кормовые затраты при культивировании трехлеток составляют от 5,3 до 5,6 кг/кг прироста. Активность питания теплолюбивых хищников значительно возрастает при достижении температуры 16 °С и становится максимальной при температурах выше 26 °С. В этот же период отмечена лучшая усвояемость корма.

Выживаемость трехлетних окуней в течение эксперимента была постоянно высокой и составляла от 99 до 100 %. Отход происходил только за счет травмирования окуней острыми шипами плавников и жаберных крышек при рыбоводных операциях.

Доказано, что в условиях тепловодного хозяйства часть особей китайского окуня созревает в возрасте двухгодовиков. В связи с тем что китайский окунь не размножается в стоячей воде, его можно рекомендовать в основном в качестве хищника — биологического мелиоратора в прудах с большим количеством мелких малоценных рыб. Наибольший эффект и высокий темп роста будут наблюдаться в южных регионах России с жарким климатом и в водоемах-охладителях.

Товарное выращивание окуней можно осуществлять только в районах массового обилия мелкой малоценной рыбы и возможности ее отлова в больших количествах. Кормовую рыбу также можно замораживать впрок в других регионах, как это практикуется в Китае, и использовать ее в дальнейшем по мере надобности после дифростирования.

Благодарности (ACKNOWLEDGEMENTS)

Автор благодарен рецензентам за ценные замечания, которые были учтены при подготовке статьи к печати.

The author is grateful to the reviewers for their valuable comments, which were taken into account when preparing the article for publication.

Финансирование работы (FUNDING)

Работа выполнена в рамках бюджетного финансирования.

The study had budget funding.

Соблюдение этических стандартов (COMPLIANCE WITH ETHICAL STANDARDS)

Все применимые международные, национальные и/или институциональные принципы ухода и использования животных были соблюдены.

All applicable international, national and/or institutional guidelines for the care and use of animals have been followed. The author declares that there is no conflict of interest.

Список литературы

Валова В.Н., Рачек Е.И. Рыбоводно-биологическая и физиологическая характеристики производителей и потомства китайского окуня-аухи (*Siniperca chuatsi*, Basilewsky) из тепловодного хозяйства Приморья // Научное обозрение. Фундаментальные и прикладные исследования. — 2022. — № 1. URL: <https://scientificreview.ru/ru/article/view?id=98>.

Ищенко А.Н., Павлов С.Д., Рыбникова И.Г. Опыт выращивания китайского окуня в Южном Приморье // Вестн. КрасГАУ. — 2016. — № 3(114). — С. 145–150.

Ищенко А.Н., Рыбникова И.Г. Особенности выращивания окуня-аухи в Южном Приморье // Науч. тр. Дальрыбвтуза. — 2017. — Т. 40. — С. 9–12.

Ковалик Т.Л. О целесообразности акклиматизации китайского окуня и верхогляда в водоемах европейской части СССР // Рыб. хоз-во. — 1962. — № 2. — С. 19–23.

Кучеренко С.П. Рыбы у себя дома : моногр. — Хабаровск : Кн. изд-во, 1988. — 352 с.

Лишев М.Н. Питание и пищевые отношения хищных рыб бассейна Амура // Тр. Амурской ихтиологической экспедиции 1945–1949 гг. — М. : МОИП, 1950. — Т. 1. — С. 19–146.

- Никольский Г.В.** Рыбы бассейна Амура : моногр. — М. : АН СССР, 1956. — 551 с.
- Правдин И.Ф.** Руководство по изучению рыб (преимущественно пресноводных) : моногр. — 4-е изд., перераб. и доп. — М. : Пищепромиздат, 1966. — 375 с.
- Рачек Е.И.** Культивирование ценных видов рыб амурского комплекса в условиях полносистемного тепловодного хозяйства // Рыбоводство и рыбное хозяйство. — 2018. — № 5(148). — С. 32–40.
- Рачек Е.И.** Разведение китайского окуня (*Siniperca chuatsi*) в условиях полносистемного тепловодного хозяйства // Актуальные вопросы пресноводной аквакультуры : сб. науч. тр. — Астрахань : ИП Сорокин Роман Васильевич, 2022. — Т. 93. — С. 57–68.
- Рачек Е.И.** Расширение спектра объектов аквакультуры России за счет ценных видов рыб амурского комплекса // Аквакультура: мировой опыт и российские разработки : мат-лы всерос. науч. конф. — Ростов н/Д : ЮНЦ РАН, 2017. — С. 371–373.
- Стребкова Т.П., Шабалина В.А., Бибиков В.М.** Рекомендации по искусственному разведению китайского окуня-аухи. — М. : ВНИРО, 1983. — 13 с.
- Шаповалов М.Е.** Результаты интродукции судака *Sander lucioperca* в озеро Ханка // Изв. ТИНРО. — 2018. — Т. 192. — С. 47–63. DOI: 10.26428/1606-9919-2017-192-47-63.
- Chen J., Guang C., Xu H. et al.** Обзор садковой и загонной аквакультуры: Китай // Садковая аквакультура — Региональные обзоры и всемирное обозрение. Технический доклад ФАО по рыбному хозяйству / под ред. В.М. Halwart, D. Soto, J.R. Arthur. — Рим : ФАО, 2010. — № 498. — С. 55–71.
- He Sh., You Ju.J., Liang X.F. et al.** Transcriptome sequencing and metabolome analysis of food habits domestication from live prey fish to artificial diets in mandarin fish (*Siniperca chuatsi*) // BMC Genomics. — 2021. — Vol. 22, № 1. — P. 1–12. DOI: 10.1186/s12864-021-07403-w.
- Liang X.F., Liu J.K., Huang B.Y.** The role of sense organs in the feeding behaviour of Chinese perch // J. Fish Biol. — 1998. — № 52. — P. 1058–1067. DOI: 10.1111/j.1095-8649.1998.tb00603.x.
- Liang X.F., Lin X., Li S., Liu J.K.** Impact of environmental and innate factors on the food habit of Chinese perch *Siniperca chuatsi* (Basilewsky) (Percichthyidae) // Aquacult. Res. — 2008. — Vol. 39, Iss. 2. — P. 150–157. DOI: 10.1111/j.1365-2109.2007.01870.x.
- Liang X.F., Oku H., Ogata H.Y. et al.** Weaning Chinese perch *Siniperca chuatsi* (Basilewsky) onto artificial diets based upon its specific sensory modality in feeding // Aquacult. Res. — 2001. — Vol. 32, Iss. s1. — P. 76–82. DOI: 10.1046/j.1355-557x.2001.00006.x.
- Rachek E.I.** Cultivation of fingerlings of Chinese mandarin fish *Siniperca chuatsi* in a warm-water farm of the Russian Far East // Scientific research of the SCO countries: synergy and integration : Proc. Intern. conf. Part 2. — Beijing : Infiniti, 2022. — P. 8–17.
- Shi L., Li J., Liang X.F., He S. et al.** Memory regulation in feeding habit transformation to dead prey fish of Chinese perch (*Siniperca chuatsi*) // Fish Physiology and Biochemistry. — 2021. — Vol. 7. — P. 1893–1907. DOI: 10.1007/s10695-021-01001-z.

References

- Valova, V.N., and Rachek, E.I.,** Fishery-biological and related characteristics of the spawners and offspring of Chinese perch (*Siniperca chuatsi*, Basilewsky) from the warm-water fishery of Primorye, *Nauchnoye obozreniye. Fundamental'nyye i prikladnyye issledovaniya*, 2022, no. 1, URL: <https://scientificreview.ru/ru/article/view?id=98>.
- Ishchenko, A.N., Pavlov, S.D., and Rybnikova, I.G.,** The experience of growing Chinese perch in southern Primorye, *Vestn. Krasnoyars. gos. agrar. univer.*, 2016, no. 3(114), pp. 145–150.
- Ishchenko, A.N. and Rybnikova, I.G.,** Peculiarity of growing Chinese perch in southern Primorye, *Nauchn. Tr. Dal'rybvuzza*, 2017, vol. 40, pp. 9–12.
- Kovalik, T.L.,** On the expediency of acclimatization of Chinese perch and surffish in water bodies of the European part of the USSR, *Rybn. Khoz.*, 1962, no. 2, pp. 19–23.
- Kucherenko, S.P.,** *Ryby u sebya doma* (Pisces at home), Khabarovsk: Knizhnoye izdatel'stvo, 1988.
- Lishev, M.N.,** Nutrition and feeding relationships of predatory fish of the Amur basin, *Tr. Amurskoy ikhtologicheskoy ekspeditsii 1945–1949 gg.*, Moscow: Mosk. O-vo Ispyt. Prir., 1950, vol. 1, pp. 19–146.
- Nikolsky, G.V.,** *Ryby bassejna Amura* (Amur basin fish), Moscow: Akad. Nauk SSSR, 1956.
- Pravdin, I.F.,** *Rukovodstvo po izucheniyu ryb (preimushchestvenno presnovodnykh)* (Guide to the Study of Fish (Mainly Freshwater)), 4th ed., Moscow: Pishchevaya Promyshlennost', 1966.
- Rachek, E.I.,** Cultivation of valued fish species of the Amur complex in the conditions of a full-system warm-water farm, *Rybovodstvo i rybnoye khozyaystvo*, 2018, no. 5(148), pp. 32–40.

Rachek, E.I., Breeding of Chinese perch (*Siniperca chuatsi*) under the conditions of a full-system warm-water farm, in *Sb. nauch. tr. "Aktual'nyye voprosy presnovodnoy akvakul'tury"* (Collect. Sci. Works "Current issues in freshwater aquaculture"), Astrakhan': IP Sorokin Roman Vasil'yevich, 2022, vol. 93, pp. 57–68.

Rachek, E.I., Expanding the impact on Russian aquaculture facilities due to suburban fish species of the Amur complex, in *Mater. Vseross. nauchn. konf. "Akvakul'tura: mirovoy opyt i rossiyskiye razrabotki"* (Proc. All-Russ. Sci. Conf. "Aquaculture: world experience and Russian developments"), Rostov-on-Don: Yuzhn. Nauchn. Tsentr, Ross. Akad. Nauk, 2017, pp. 371–373.

Strebkova, T.P., Shabalina, V.A., and Bibikov, V.M., *Rekomendatsii po iskusstvennomu razvedeniyu kitayskogo okunya-avkhi* (Recommendations for artificial breeding of Chinese perch), Moscow: VNIRO, 1983.

Shapovalov, M.E., Results of pike perch *Sander lucioperca* introduction in Lake Khanka, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2018, vol. 192, pp. 47–63. doi 10.26428/1606-9919-2017-192-47-63

Chen, J., Guang, C., Xu, H., Chen, Z., Xu, P., Yan, X., Wang, Y. and Liu, J., Cage and Pen Aquaculture Review: China, *Sadkovaya akvakul'tura — Regional'nyye obzory i vseмирnoye obozreniye. Tekhnicheskiiy doklad FAO po rybnomu khozyaystvu*, Halwart, B.M., Soto, D., and Arthur, J.R., eds., Rome: FAO, 2010, no. 498.

He, Sh., You, Ju.J., Liang, X.F., Zhang, Z.L., and Zhang, Y.P., Transcriptome sequencing and metabolome analysis of food habits domestication from live prey fish to artificial diets in mandarin fish (*Siniperca chuatsi*), *BMC Genomics*, 2021, vol. 22, no. 1, pp. 1–12. doi 10.1186/s12864-021-07403-w

Liang, X.F., Liu, J.K., and Huang, B.Y., The role of sense organs in the feeding behaviour of Chinese perch, *J. Fish Biol.*, 1998, no. 52, pp. 1058–1067. doi 10.1111/j.1095-8649.1998.tb00603.x

Liang, X.F., Lin, X., Li, S., and Liu, J.K., Impact of environmental and innate factors on the food habit of Chinese perch *Siniperca chuatsi* (Basilewsky) (Percichthyidae), *Aquacult. Res.*, 2008, vol. 39, no. 2, pp. 150–157. doi 10.1111/j.1365-2109.2007.01870.x

Liang, X.F., Oku, H., Ogata, H.Y., Liu, J., and He, X., Weaning Chinese perch *Siniperca chuatsi* (Basilewsky) onto artificial diets based upon its specific sensory modality in feeding, *Aquacult. Res.*, 2001, vol. 32, no. s1, pp. 76–82. doi 10.1046/j.1355-557x.2001.00006.x

Rachek, E.I., Cultivation of fingerlings of Chinese mandarin fish *Siniperca chuatsi* in a warm-water farm of the Russian Far East, in *Proc. Intern. conf. "Scientific research of the SCO countries: synergy and integration"*, Beijing: Infiniti, 2022, pp. 8–17.

Shi, L., Li, J., Liang, X.F., He, S., Dou, Y., Peng, J., Cai, W., and Liang, H., Memory regulation in feeding habit transformation to dead prey fish of Chinese perch (*Siniperca chuatsi*), *Fish Physiology and Biochemistry*, 2021, vol. 7, pp. 1893–1907. doi 10.1007/s10695-021-01001-z

Statisticheskiye svedeniya po rybnoy promyshlennosti Rossii (Statistical information on the fishing industry in Russia), Moscow: VNIRO, 2022.

China Statistical Yearbook 2022. <http://www.stats.gov.cn/tjsj/ndsj/2022/indexeh.htm>. Cited November 14, 2023.

Kuanhong, M., *Siniperca chuatsi*. Cultured Aquatic Species Information Programme. Fisheries and Aquaculture Division, Rome: FAO, 2006. https://www.fao.org/fishery/en/culturedspecies/siniperca_chuatsi/en. Cited January 12, 2021.

Поступила в редакцию 7.11.2023 г.

После доработки 27.11.2023 г.

Принята к публикации 30.11.2023 г.

The article was submitted 7.11.2023; approved after reviewing 27.11.2023; accepted for publication 30.11.2023