

УДК 639.3.07

## ОПЫТ ВЫРАЩИВАНИЯ РЕМОНТНО-МАТОЧНОГО СТАДА СУДАКА (*SANDER LUCIOPERCA*) В САДКАХ В ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

Анатолий Анатольевич Лютиков, Александр Евгеньевич Королев, Алла Константиновна Шумилина, Максим Михайлович Вылка

Санкт-Петербургский филиал Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии (ГосНИОРХ им. Л.С. Берга), Санкт-Петербург, Россия, tokmo@mail.ru

**Аннотация.** Приводятся сведения о выращивании младших ремонтных групп судака (двух- и трехлеток) в садках на искусственных кормах при естественном температурном режиме (Северо-Западный рыбохозяйственный бассейн). Лучшие результаты были получены при следующих плотностях посадки и норме кормления: для двухлеток (1. – 1+) — 0,38 кг/м<sup>2</sup> и 2% от массы тела, для трехлеток (2. – 2+) — 1,4 кг/м<sup>2</sup> и 1,5% соответственно. В таких условиях средняя индивидуальная масса двухлеток за период выращивания увеличилась с 10,4 до 121 г, трехлеток — с 85,7 до 282 г, выживаемость составила 93 и 88% для двух- и трехлеток соответственно, кормовой коэффициент — 1,1 и 1,8 соответственно. Наименьшие значения кормового коэффициента были при температуре воды 20–25 °С: 0,8 — для двухлеток и 1,4 — для трехлеток. Среди трехлеток были самки с гонадами третьей стадии зрелости, чья абсолютная плодовитость составила 33,7–50,9 тыс. икринок.

**Ключевые слова:** судак, *Sander lucioperca*, ремонтно-маточное стадо, садки, искусственные корма

## EXPERIENCE OF CULTIVATION PIKEPERCH (*SANDER LUCIOPERCA*) BROODSTOCK IN CAGES IN THE LENINGRAD REGION (RUSSIA)

Anatoly A. Lyutikov, Alexander E. Korolev, Alla K. Shumilina, Maksim M. Vylka

Saint-Petersburg Branch of Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography (GosNIORKh them. L.S. Berga), Saint-Petersburg, Russia, tokmo@mail.ru

**Abstract.** The paper provides information about in cage cultivation of the pikeperch broodstock (two- and three-year-old fish) on artificial feeds under natural temperatures. Cultivation was carried out in the Leningrad region (North-Western fishery basin). The best results were obtained when keeping juveniles in rearing densities and feeding norms as: for 2-year-old (1. – 1+) individuals – 0.38 kg/m<sup>2</sup> and 2% from the body weight, for 3-year-old (2. – 2+) individuals – 1.4 kg/m<sup>2</sup> and 1.5% respectively. The average individual weight of two-year-old fish increased in such conditions from 10.4 to 121 g, and of 3-year-old fish – from 85.7 to 282 g, the survival was 93 and 88% for 2-year-old and 3-year-old fish respectively, with the feed ratio for the whole period of the experiment 1.1 and 1.8. The lowest feed ratio values were observed under the water temperatures of 20–25 °C: 0.8 – for 2-year-olds and 1.4 – for 3-year-olds. Among the three-year-olds there were females with gonads of the third stage of maturity, with the absolute fecundity of 33.7–50.9 thous. eggs.

**Keywords:** pikeperch, *Sander lucioperca*, broodstock, cages, artificial feed

Разработка технологии создания маточных стад судака в аквакультуре является крайне актуальной и обусловлена, в первую очередь, повсеместным снижением промысловых запасов этой ценной рыбы и нехваткой посадочного материала для целей воспроизводства (Ruuhijärvi, Huvärinen, 1996; Кудерский, 2000; Шурухин и др., 2016). Маточные стада судака, сформированные в искусственных условиях (прудовых или индустриальных), позволяют существенно упростить технологию получения потомства. Работа с дикими производителями судака сопряжена со значительными трудностями, связанными с их отловом из естественных водоемов, доставкой к месту содержания перед нерестом и самим процессом выдерживания и нереста ввиду их высокой чувствительности к различным механическим воздействиям, приводящим к стрессу и последующей гибели рыб.

До конца XX в. в нашей стране, Европе и США прудовая технология содержания и выращивания ремонтно-маточных стад (РМС) судака и его молоди была

основной. Однако использование прудового метода для формирования и содержания РМС судака в Северо-Западном регионе РФ имеет ряд ограничений, связанных, в первую очередь, с малым количеством прудов, подходящих для разведения судака. Другим ограничением выступает непродолжительный период, когда условия благоприятны для роста молоди и производителей судака и для развития в водоемах кормовой базы, соответствующей его пищевым потребностям. Кроме того, содержание РМС судака в прудах требует постоянного обеспечения их необходимым количеством корма — рыб доступного размера, при недостатке которого наблюдается замедление роста производителей и ремонта, и, как следствие, снижение плодовитости производителей (Михеев и др., 1970; Полтавчук, 1965; Steffens, 1996; Ариков и др., 2017). Отлов и заготовка живого корма (рыб доступного размера) приводит к дополнительным затратам и повышает себестоимость содержания РМС судака.

Более эффективными в данном случае могут быть индустриальные технологии создания РМС, например, в установках замкнутого водоснабжения (УЗВ) с применением искусственных кормов. Успешный опыт формирования маточных стад судака в УЗВ в России был осуществлен в Калининградской области в 2007–2010 гг. (Хрусталева, Дельмухаметов, 2012). В результате трехлетних исследований в бассейнах УЗВ на искусственных кормах были выращены производители судака средней массой от 0,89 до 1,45 кг, которые по своим физиологическим показателям и качеству половых продуктов не уступали судаку Куршского залива.

О возможности получать половозрелых особей и осуществлять их нерест в УЗВ сообщают также западные авторы (Zakęś, 2007; Zakęś et al., 2013), однако технологическая схема и биотехнические показатели формирования РМС в работах, посвященных этой теме, не приводятся. К настоящему времени нет четких представлений об условиях окружающей среды (фотопериоде, температуре, качестве воды и т. д.), необходимых для формирования, содержания и доведения до созревания производителей судака в УЗВ, а также диетах, соответствующих их потребностям (Ljubobratović et al., 2017; Khendek et al., 2018). Данные, которые должны применяться для разработки технологии формирования РМС судака в УЗВ, ограничены, и, как правило, основаны на протоколах, разработанных для американского судака *Stizostedion* (= *Sander vitreum*) и обыкновенного окуня *Perca fluviatilis* (Summerfelt, 1996; Fontaine et al., 2015). Тем не менее сравнение в эксперименте одноразмерных и одновозраст-

ных производителей судака (полученных из одного потомства), выращенных в прудах и УЗВ, показали существенные отличия в степени созревания гонад: самки из прудов демонстрировали более продвинутые стадии оогенеза (Ben Ammar et al., 2015; Khendek et al., 2018). Авторы связывают подобные различия со слабой стимуляцией созревания внешними факторами (температурный режим, фотопериод) в условиях заводского содержания.

Таким образом, с одной стороны, технология формирования маточного стада в УЗВ имеет неоспоримые преимущества перед прудовой технологией, так как весь производственный цикл рыбы содержится в полностью контролируемых условиях при высоких плотностях посадки и обеспеченности кормом. С другой, имеется ряд существенных недостатков, в первую очередь — нарушение репродуктивного цикла, связанное с отсутствием необходимых экологических условий содержания и знаний о пищевых потребностях половозрелых рыб, сказывающихся на качестве половых продуктов и потомства. Кроме того, лимитирующим фактором широкого внедрения в практику рыбоводства технологии выращивания РМС судака в УЗВ является дороговизна оборудования и системы жизнеобеспечения рыб, а также риск возникновения сбоя в работе системы, способного привести к массовой гибели объектов культивирования.

Учитывая перечисленные выше недостатки, западные исследователи предлагают выращенных в УЗВ производителей судака перемещать на созревание и нерест в пруды (Policar et al., 2013; Blecha et al., 2016), обосновывая это важностью естественных (природных) факторов среды в созревании судака и получении качественных, физиологически полноценных половых продуктов и потомства.

Альтернативой комбинированной технологии «УЗВ → пруды» могла бы стать технология формирования РМС судака в садках, расположенных в естественных водоемах. В рыбоводной практике первый опыт выращивания судака в садках был осуществлен в России в 60-е годы XX в. (Михеев и др., 1970). Ремонтное стадо формировали из отловленных в естественных водоемах половозрелых рыб. Технология заключалась в содержании и кормлении производителей в плавучих садках. В качестве корма использовали мелкую частичковую рыбу средней массой 15–25 г, которую подсаживали в садки 1 раз в неделю. В целом, опыт выращивания судака в садках был неудачным, поскольку судаки не потребляли корм в виде мертвой или погибшей рыбы со дна садков, а заготовка живого корма оказалась трудоемкой и до-

рогостоящей. Как отметили авторы, опыт оказался экономически не выгодным. Судак не был адаптирован к искусственному корму, что приводило к массовой смертности и низкому темпу роста рыб в садках. Позже к аналогичному выводу пришли зарубежные исследователи (Beyerle, 1975; Antalfi, 1979).

С развитием в конце XX в. – начале XXI в. индустриальных технологий аквакультуры появилась возможность выращивания судака полностью (за исключением раннего личиночного периода) на искусственных экструдированных кормах. До настоящего времени в литературе нет информации о формировании РМС судака в садках на искусственных диетах. Поэтому сведения о товарном садковом выращивании судака могут стать основой для разработки технологии создания и эксплуатации РМС судака в садках.

Первый удачный опыт садкового культивирования судака на искусственных диетах показал принципиальную возможность новой биотехнологии выращивания судака до товарной массы. Так, например, молодь судака выращивали на искусственном корме в УЗВ до средней массы 200 г и далее пересаживали в садки, установленные в озере (Wedekind, 2004). Выращивание осуществляли с мая по октябрь при естественном температурном режиме. На второй год выращивания судак достигал массы 690 г, на третий — 1560 г.

Имеются также данные по экспериментальному выращиванию товарного судака в садках на искусственных форелевых кормах от сеголеток средней массой 3,5–10 г (Knösche и др., 2005; Bódis, Bercsényi, 2009). В опытах немецких и венгерских специалистов в первый год выращивания при температуре воды 10–24 °С молодь достигала средней массы 40 г (при плотности посадки до 170 экз./м<sup>2</sup>), на второй год — 200 г (70 экз./м<sup>2</sup>), на третий — 600–650 г (8 экз./м<sup>2</sup>), на четвертый — 1000–1500 г (5 экз./м<sup>2</sup>).

По сравнению с технологией выращивания судака в УЗВ при постоянной температуре воды, близкой к оптимальной для роста, темп роста судака в садках замедленный. Тем не менее индустриальная садковая биотехнология имеет очевидные преимущества перед содержанием стад судака в УЗВ. Садковое выращивание РМС в естественных водоемах исключает необходимость корректировки температурного фона, фотопериода, качества воды и др. Также садковая технология является менее затратной и более доступной для существующих рыбоводных хозяйств.

Первый опыт формирования РМС судака в садках с использованием искусственных кормов в России был начат в 2019 г. специалистами Санкт-Петербургского филиала ФГБНУ «ВНИРО» в ходе проведения прикладных научных исследований в

2018–2020 гг. (Лютиков, Королев, 2019, 2020, 2021). Опыт по выращиванию молоди судака с начальной средней массой 6 г показал высокий процент выживания рыб в садках после первой зимовки — 91,4%. На второй год выращивания двухлетки достигли средней массы 85,7 г при выживании 88,8%. По своим размерам двухлетки судака соответствовали размерам молоди из естественных водоемов, что в целом указывает на перспективность формирования РМС судака в садках на искусственном корме.

В настоящей работе приведены результаты работ по формированию ремонтно-маточного стада судака в садковых условиях на искусственных кормах при естественном температурном режиме.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Работу выполняли в 2021 г. на базе рыбоводного хозяйства ООО «Форват» (оз. Суходольское, Приозерский район Ленинградской области). Материалом для выполнения исследований послужили младшие ремонтные группы судака (возраст 1. – 1+ и 2. – 2+ года), полученные в ходе исследований 2019–2020 гг. (Лютиков, Королев, 2020, 2021) и переведенные в возрасте 0+ на искусственный корм. Молодь выращивали и содержали в зимний период в дельевых садках. С начала декабря по середину апреля (всего 165 сут.) судаки зимовали в двух садках площадью 25 м<sup>2</sup> и глубиной 5 м с плотностью посадки сеголеток 29 экз./м<sup>2</sup>, двухлеток — 24 экз./м<sup>2</sup>. Шаг ячеей в садках, соответственно, составлял 8 и 12 мм. Температура воды в указанный период находилась в диапазоне 0,2–1,0 °С. Кормление судака подо льдом не осуществляли. После зимовки судаки были пересажены в дельевые садки размером 2×2×2 м с шагом ячеей для двухлеток в 12 мм, для трехлеток — 16 мм. При выращивании судака в период нагула в качестве корма использовали коммерческие корма Biomar Inicio Plus (белок — 48%, жир — 18%) и Raisio Royal Hercules (белок — 46%, жир — 26%). Суточная норма кормления составляла от 1,5 до 4,0% от массы тела молоди.

Условия и схема содержания рыб при выращивании в летне-осенний период приведены в таблице 1, температурный режим — на рисунке 1.

Для контроля роста раз в месяц проводили регулярные прижизненные взвешивания небольших выборок молоди из садков (не менее 30 экз. из каждого варианта опыта). Среднесуточный прирост (ССП) рассчитывали по уравнению Винберга (1956) (ССП = [ln(конечная масса) – ln(начальная масса)] / (сутки × 100)). Выживаемость оценивали на основании учета погибших рыб, которых по мере их появления удаляли из садков.

Таблица 1. Исследуемые параметры, условия содержания рыб и схема опыта по выращиванию младших ремонтных групп судака двух возрастов в садках на искусственных кормах  
Table 1. Examined indices, rearing conditions and scheme of the experimental rearing of younger remont groups of zander of two ages in cages on artificial feeds

Возраст при посадке, год	1.			2.		
Вариант опыта, №	1	2	3	4	5	6
Средняя начальная масса, г		9,1			72,4	
Плотность посадки, шт./садок	166	166	332	114	114	228
Исследуемый параметр:	контроль			контроль		
– нормы кормления, % *	2	4	2	1,5	3	1,5
– плотность посадки, экз./м <sup>2</sup> **	41,5	41,5	83	19	19	38
Условия содержания:	садки			садки		
площадь, м <sup>2</sup>		4			6	
глубина погружения, м		2			2	
ячей дели, мм		5→12			10→16	

Примечание: \* — нормы кормления для РМС судака, выращиваемого в садках, ранее не разработаны и были определены в ходе выполнения исследований в 2021 г.; \*\* — в силу видовой специфики поведения судака концентрируется у дна садка, в связи с чем плотность посадки рассчитана на единицу площади, а не объема.

Note: \* – the norms of feeding for the YRGs of zander rearing in cages were not worked out before, and have been set in the course of the research in 2021; \*\* – in view of its specifics behaviour, the fish have been aggregating near the bottom of the cages, and this is why the rearing density was calculated per a unit of square instead per a unit of volume.

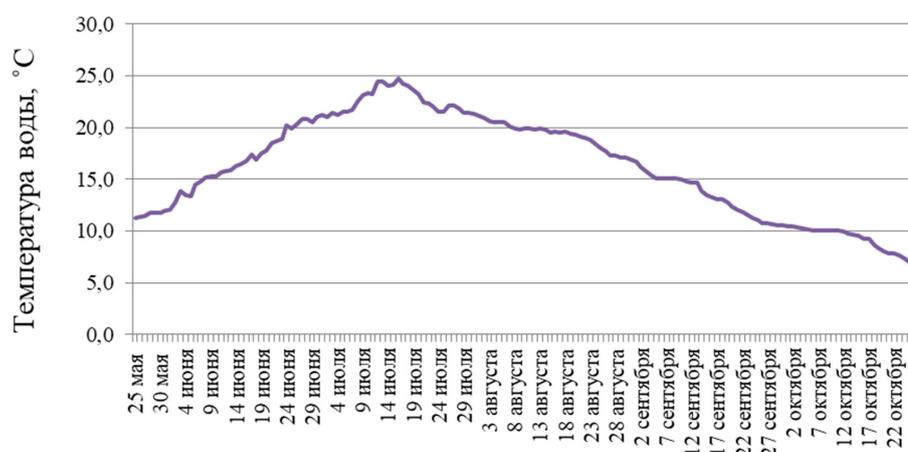


Рис. 1. Среднесуточная температура воды в садках в мае–октябре 2021 г.  
Fig. 1. The average daily water temperature in the cages in May–October 2021

Гематологические исследования выполняли согласно «Методическим указаниям по проведению гематологического обследования рыб» (1999).

Аналитическую работу проводили в лаборатории аквакультуры Санкт-Петербургского филиала ФГБНУ «ВНИРО» (ГосНИОРХ им. Л.С. Берга). Биохимические показатели молоди определяли по стандартным методикам (Инструкция., 1984), содержание витамина С в теле рыб — методом титрования экстракта витамина в соляной кислоте реактивом Тильманса (Князева, 1979).

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Зимнее содержание молоди судака в садках показало, что она хорошо переносит длительное выдерживание без кормления в условиях низких температур. С декабря по апрель молодь существенно потеряла в весе. У годовиков средняя индивидуальная масса снизилась на 34%, у двухгодовиков — на 26%. Аналогичная потеря массы тела отмечалась у двухгодовиков судака во время их зимовки в пруду — 28% (масса в начале зимовки 78,1 г, после 56,0 г).

Очевидно, что такое снижение массы тела рыб в зимний период произошло в основном за счет рас-

ходования жира, что подтверждается результатами аналитических исследований. Например, жирность тела годовиков в сыром веществе составляла весной в среднем 2,57%, осенью — 7,41%. Несмотря на существенную потерю массы тела, рыбоводно-биологические и физиологические показатели младших ремонтных групп судака после зимовки были в пределах нормы (табл. 2).

С распалением льда в середине апреля при температуре воды около 3 °С было начато кормление судака. К 25 мая средняя масса годовиков выросла с 6,9 до 9,1 г, двухгодовиков — с 63,4 до 72,4 г. Размер кормовых гранул в этот период составлял для годовиков 1,5 мм, для двухгодовиков — 2,5 мм. Суточную норму кормления повышали от 0,4 до 1%.

В летне-осенний период судака выращивали в соответствии с условиями эксперимента, приведенными в таблице 1.

Темп роста судака, содержащегося в садках с разными плотностями посадки и режимами кормления, отражен на рисунке 2, рыбоводно-биологические параметры выращенных рыб — в таблице 3.

Более высоким темпом роста и низким коэффициентом потребления корма на всем протяжении

Таблица 2. Рыбоводно-биологические и физиологические характеристики ремонтных групп судака после зимовки (зола, белок и жир были определены в сыром веществе)  
 Table 2. Biological and physiological characteristics of rearing the remont groups of zander after wintering (ash, protein and fat were measured in the raw substance)

Показатели	Ед. изм.	Возраст ремонтной группы, лет	
		1.	2.
Масса:			
– в начале зимовки	г	10,4	85,7
– в конце зимовки	г	6,9	63,4
Плотность посадки	экз./м <sup>2</sup>	29	24
Выживаемость	%	92	97
Сухое вещ-во	%	25,2	30,8
Зола	%	4,4	2,9
Белок	%	16,7	15,1
Жир	%	2,6	8,8
Витамин С	мкг/г	76,5	69,9
Гемоглобин	г/л	65,2	68,7
Эритроциты	млн/мкл	2,3	2,2

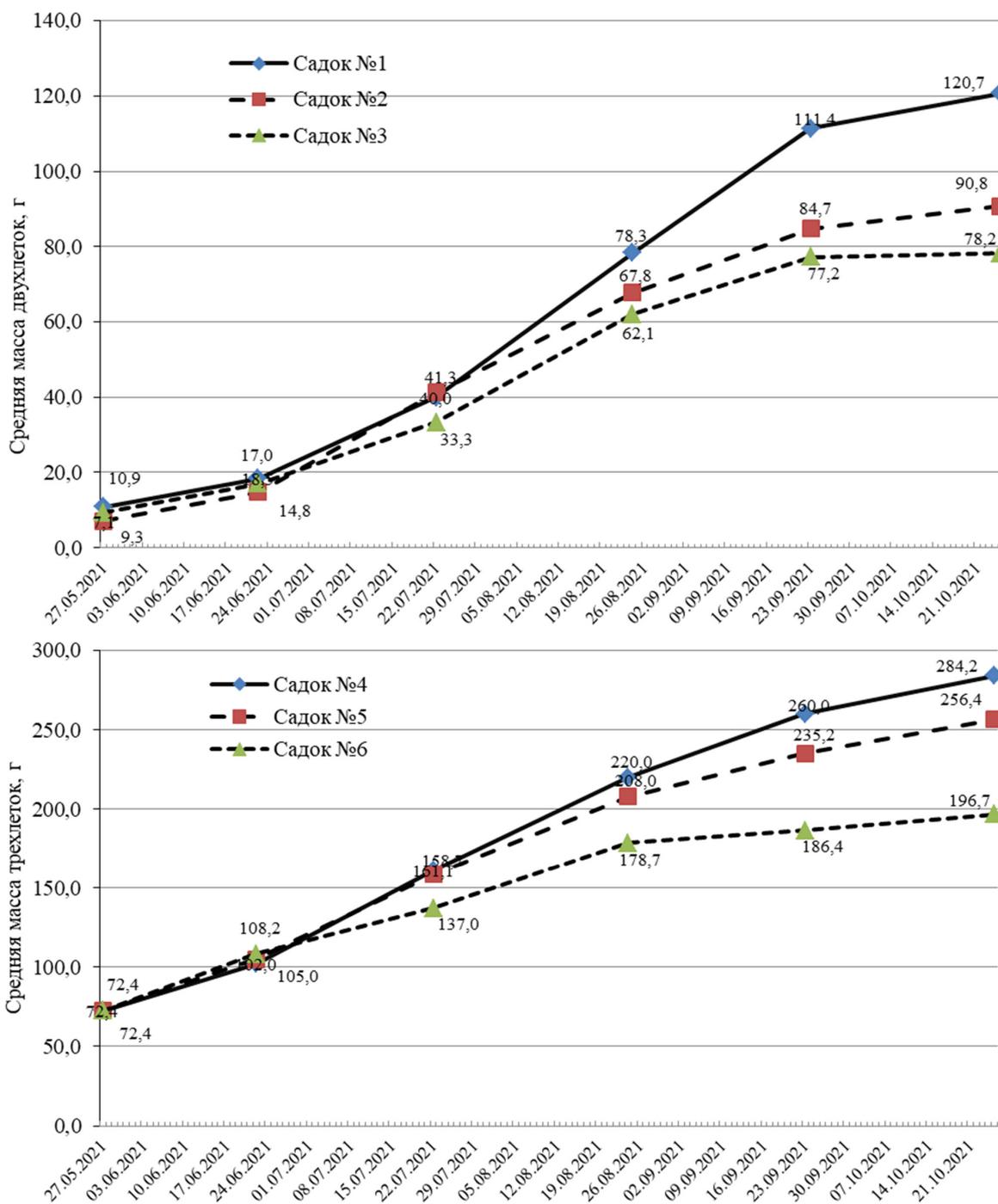


Рис. 2. Динамика роста двух- (сверху) и трехлеток (снизу) судака в садках  
 Fig. 2. The growth dynamics of two- (top) and three-year-old (bottom) pikeperches in the cages

эксперимента характеризовались рыбы, выращенные в условиях с относительно низкой плотностью посадки (41,5 экз./м<sup>2</sup> для двухлеток и 19 экз./м<sup>2</sup> для трехлеток) и нормой кормления (2% для двухлеток и 1,5% для трехлеток).

Следует отметить, что рост судака в садках соответствовал росту молоди в естественных условиях. Например, в Финском заливе на третий год жизни масса судака составляет от 219 до 318 г (Отчет., 2004), в р. Амур — 253,1–294,4 г (Семенченко, Островская, 2020). В наших исследованиях средняя масса судака указанного возраста, содержащегося в контрольном садке, равнялась  $284,2 \pm 13,2$  г (от 220 до 344 г) (табл. 3).

Двукратное увеличение нормы кормления у двухлеток (вариант опыта № 2) привело к снижению темпа роста на 11%, у трехлеток (вариант опыта № 5) — на 8%. Повышение плотности посадки в два раза у двухлеток (вариант опыта № 3) снизило темп роста на 17%, у трехлеток (вариант опыта № 6) — на 27% (табл. 3).

У двухлеток и трехлеток судака, получавших корм в избытке (вариант опыта № 2 и № 5), были отмечены наибольшие кормовые коэффициенты по сравнению с контрольными вариантами выращивания (вариант опыта № 1 и № 4) — в 2,7–2,8 раза больше, чем в контрольных. На фоне этого у молоди отмечалось замедление темпа роста. Двукратное повышение плотности посадки молоди в садках привело к снижению интенсивности питания рыб, что негативно отразилось на кормовом коэффициенте, который по сравнению с контролем у двухлеток повысился в 1,5 раза, у трехлеток — в 2,6 раза.

Наименьший кормовой коэффициент — 0,8 для двухлеток и 1,4 для трехлеток (табл. 3) — наблюдался при температуре 20–25 °С. Понижение температуры воды на каждые 5 °С (с 20 до 10 °С) у двухлеток приводило к двукратному повышению кормового коэффициента, у трехлеток показатель кормового

коэффициента увеличивался в 1,7 раза, что, вероятно, связано со снижением интенсивности питания и потерями непотребленного корма.

Несмотря на относительно быстрый рост и крупные размеры судака в контрольных вариантах, их выживаемость была наименьшей в эксперименте — 93% для двухлеток и 88% для трехлеток (табл. 3). Выживаемость судака в опытных садках с повышенной нормой кормления (варианты № 2 и № 5) и плотностью посадки (варианты № 3 и № 6) имела близкие значения и составляла для двухлеток 99 и 98%, для трехлеток — 92 и 91% соответственно.

Исследование физиологического состояния судака младших возрастных групп РМС осенью перед зимовкой в целом указывает на ожирение рыб и жировое перерождение печени, что говорит о несоответствии используемых форелевых кормов потребностям судака. Тем не менее ожирение не явилось причиной нарушения гаметогенеза: среди исследованных трехлеток встречались самки с гонадами третьей стадии зрелости (рис. 3), доля таких самок составила 13%.

Средняя абсолютная плодовитость самок в контроле составила 50,9 тыс. икринок, у самок из варианта опыта с удвоенной плотностью посадки — 33,7 тыс. икринок. Столь значительные различия могут быть обусловлены ухудшением условий содержания судака в садках вследствие чрезмерно высокой плотности посадки, на что косвенно указывает снижение гемоглобина в крови до 47,6 мг/л. Для сравнения, у трехлеток судака из контрольной группы концентрация гемоглобина в крови составила 64,8 мг/л, что близко к норме, установленной для диких рыб, равной 70–72 мг/л (Кузина, 2009). У двухлеток судака наблюдалась схожая тенденция снижения содержания гемоглобина в крови: с 66,8 мг/л в контроле до 54,4 мг/л в варианте опыта с повышенной плотностью содержания рыб.

Таблица 3. Результаты выращивания двух- и трехлеток судака в садках на искусственном корме при естественном температурном режиме

Table 3. Results of rearing two- and three-year-old zander in cages on artificial feed under natural temperature condition

Вариант опыта / садок, №	1+			2+		
	1	2	3	4	5	6
Исследуемый параметр:	контроль			контроль		
– нормы кормления, %	2	4	2	1,5	3	1,5
– плотность посадки, экз./м <sup>2</sup>	41,5	41,5	83	19	19	38
Средняя начальная масса, г		9,1			72,4	
Средняя конечная масса, г	121	91	78	284	256	197
Выживаемость, %	93	99	98	88	92	91
Среднесуточный прирост, %	1,71	1,52	1,42	0,91	0,84	0,66
Среднесуточный прирост при 20 °С и выше, %	2,7	2,5	2,3	1,6	1,4	0,8
Кормовой коэффициент *	1,1	3,1	1,6	1,8	4,9	4,7
Кормовой коэффициент при 20 °С и выше	0,8	2,0	1,1	1,4	3,3	2,3

Примечание: \*Кормовой коэффициент для судака рассчитан без учета последнего месяца выращивания (октябрь), в котором температура воды была ниже 10 °С.  
Note: \*The feeding coefficient of zander is calculated without taking into account the last month of rearing (October), when the water temperature was below 10 °С.

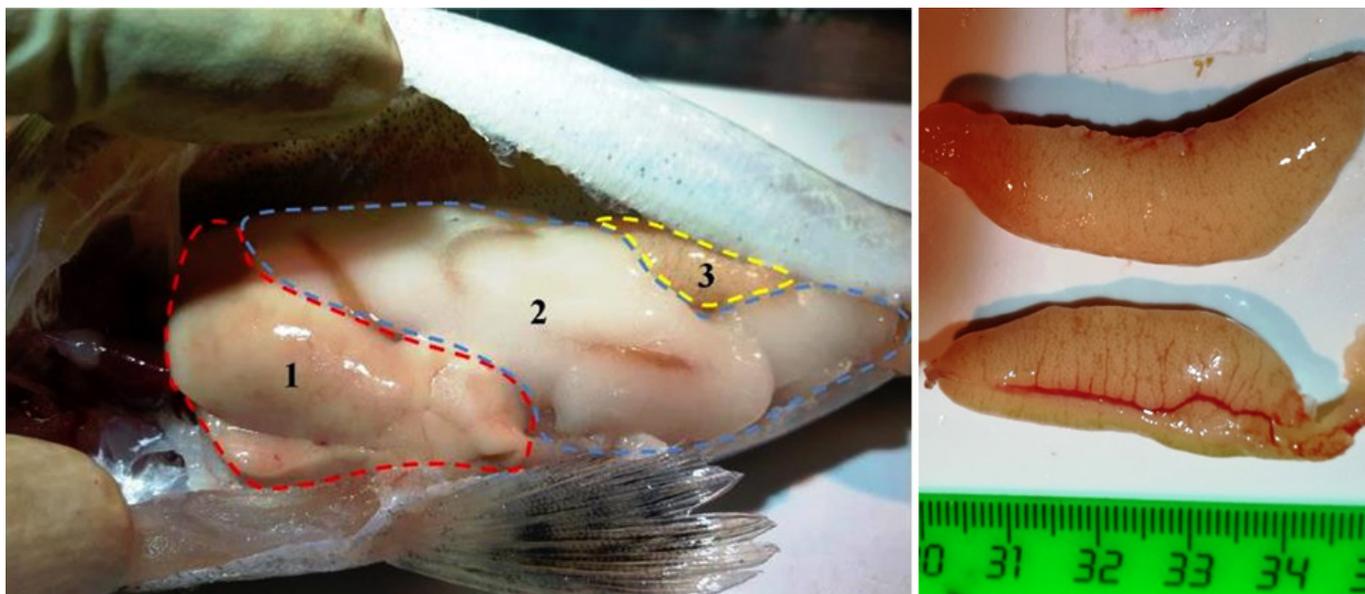


Рис. 3. Слева: Вскрытая самка судака возраста 2+ (25.10.2021). Масса — 316 г, длина (промысловая) — 29,3 см. 1) печень, 2) полостной жир, 3) гонада. Справа — гонады третьей стадии зрелости, масса — 6,8 г  
 Fig. 3. Left: dissected female of zander, age 2+ (October 25, 2021). Weight – 316g, length (commercial) – 29.3 cm. 1) liver, 2) visceral fat, 3) gonad. Right: gonads of the third stage of maturity, weight — 6.8g\*\*

Вероятной причиной снижения содержания гемоглобина у молоди в условиях повышенной плотности посадки может являться ограничение свободного пространства в садке, и как следствие, меньшая подвижность рыб. Тем не менее признаков дефицита кислорода в водоеме в период опытного выращивания судака не зафиксировано. В пик высоких температур, когда вода прогревалась до 24,5 °С, содержание кислорода в садках было не ниже 7,7 мг/л при насыщении 90–92%. Известно, что дефицит кислорода для судака наблюдается при снижении его уровня в воде ниже 6 мг/л (Dalsgaard et al., 2013).

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результаты проведенных исследований показали принципиальную возможность выращивания младших ремонтных групп судака в садках на искусственных кормах при естественном температурном режиме водоема. Содержание молоди в подобных условиях позволяет получить физиологически полноценных рыб, не уступающих по темпу роста судаку из естественных водоемов региона, с нормальным ходом гаметогенеза.

Использование в эксперименте форелевых кормов, не соответствующих пищевым потребностям судака, приводит к появлению признаков ожирения и жирового перерождения печени у рыб. На наш взгляд, данная проблема может быть решена выбором менее калорийных кормов.

Исследование условий выращивания младших ремонтных групп судака в садках позволило опреде-

лить наиболее подходящие плотности посадки и нормы кормления, которые для двухлеток составили 0,38 кг/м<sup>2</sup> и 2% от массы тела, для трехлеток — 1,4 кг/м<sup>2</sup> и 1,5% соответственно.

Полученные результаты в будущем могут быть использованы для разработки технологии создания и эксплуатации РМС судака в садках, установленных в естественных водоемах, что может способствовать расширению возможностей рыбоводных хозяйств, не имеющих технических средств для подогрева воды.

## ФИНАНСИРОВАНИЕ

Работа выполнена в рамках Государственного задания: Тема № 31.3 «Разработка технологической документации для модельных хозяйств по получению молоди и товарному выращиванию рыб — перспективных объектов аквакультуры».

## СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

- Ариков П.Д., Дерменжи П.Д., Молдован С.В., Черней С.Н. 2017. Выращивание ремонтных групп двухлеток судака, полученных в прудовых условиях / Матер. Конф. «Интегрированное управление трансграничным бассейном Днестра» (Тирасполь, Молдова, 26–27 октября 2017 г.). С. 22–24.
- Винберг Г.Г. 1956. Интенсивность обмена и пищевые потребности рыб. Минск: Белорус. гос. ун-т. 251 с.
- Инструкция по физиолого-биохимическим анализам рыбы. 1984. М.: ВНИИПРХ. 60 с.
- Князева Л.М. 1979. Рекомендации по увеличению сроков хранения гранулированного корма для молоди форели путем опрыскивания его водным раствором витамина С. Л.: ГосНИОРХ. 12 с.
- Кудерский Л.А. 2000. Долгопериодные изменения уловов рыб восточной части Финского залива // Вопр. рыболовства. Т. 1. № 2–3. Ч. 2. С. 23–24.

- Кузина Т.В. 2009. Анализ гематологических показателей судака Волго-Каспийского канала // Естественные науки. № 4. С. 96–100.
- Лютиков А.А., Королев А.Е. 2019. Опыт перевода молоди судака (*Sander lucioperca*) с естественной пищи на искусственный корм // Вопр. рыболовства. Т. 20, № 4. С. 468–481.
- Лютиков А.А., Королев А.Е. 2020. Определение оптимальной массы и плотности посадки молоди судака (*Sander lucioperca*) при переводе из прудов в индустриальные условия // Вопр. рыболовства. Т. 21, № 2. С. 188–202.
- Лютиков А.А., Королев А.Е. 2021. Определение оптимальных показателей массы тела, плотности посадки, температурного режима выращивания и состава кормов при адаптации молоди судака (*Sander lucioperca*) из прудов к индустриальным условиям // Вопр. рыболовства. Т. 22, № 3. С. 61–82.
- Методические указания по проведению гематологического обследования рыб. 1999. № 13-4-2-/1487 от 2 февраля 1999 г. Утв. Департаментом ветеринарии / Сб. инструкций по борьбе с болезнями рыб. Ч. 2. М.: АМБАРГО. С. 69–97.
- Михеев П.В., Мейснер Е.В., Михеев В.П. 1970. Садковое рыбное хозяйство на водохранилищах. М.: Пищ. пром-сть. 159 с. Отчет о научно-исследовательской работе «Биологическое обоснование прогноза общего допустимого улова полупроходных рыб, рыб пресноводного комплекса и миноги восточной части финского залива на 2005 г.»... 2004. Фонды ГосНИОРХ. 70 с.
- Полтавчук М.А. 1965. Биология и разведение днепровского судака в замкнутых водоемах. Киев: Наукова Думка. 259 с.
- Семенченко Н.Н., Островская Е.В. 2020. Рост и биологическая характеристика обыкновенного судака *Sander lucioperca* (Linnaeus, 1758) р. Амур // Изв. ТИНРО. Т. 200. Вып. 3. С. 571–585.
- Хрусталева Е.И., Дельмухаметов А.Б. 2012. Технология формирования маточного стада судака в установках с замкнутым циклом водообеспечения // Рыбное хозяйство. № 1. С. 70–72.
- Шурухин А.С., Лукин А.А., Педченко А.П., Титов С.Ф. 2016. Современное состояние рыбного промысла и эффективность использования сырьевой базы Финского залива Балтийского моря // Тр. ВНИРО. Т. 160. С. 60–69.
- Antalfi A. 1979. Propagation and rearing of perch in pond culture // EIFAC Techn. Pap. № 35. Suppl. № 1. P. 120–125.
- Ben Ammar I., Teletchea F., Milla S., Ndiaye W.N., Ledore Y., Missaoui H., Fontaine P. 2015. Continuous lighting inhibits the onset of reproductive cycle in pikeperch // Fish Physiol. Biochem. Vol. 41. P. 344–356.
- Beyerle G.B. 1975. Summary of attempts to raise walleye fry and fingerlings on artificial diets. with suggestions on needed research and procedures to be used in future tests // Progressiv Fish-Culturist. 37. P. 103–105.
- Blecha M., Kristan J., Policar T. 2016. Adaptation of intensively reared pikeperch (*Sander lucioperca*) juveniles to pond culture and subsequent re-adaptation to a recirculation aquaculture system // Turk J. Fish Aquat Sci. № 16. P. 15–18.
- Bódis M., Bercsényi M. 2009. The effect of different daily feed rations on the growth, condition, survival and feed conversion of juvenile pikeperch (*Sander lucioperca*) reared with dry feed in net cages // Aquac. Int. Vol. 17. P. 1–6.
- Dalsgaard J., Lund I., Thorarinsdottir R., Drengstig A., Arvonen K., Pedersen P. 2013. Farming different species in RAS in Nordic countries: Current status and future perspectives // Aquacultural Engineering. Vol. 53. P. 2–13.
- Fontaine P., Wang N., Hermelink B. 2015. Broodstock management and control of the reproductive cycle. In Biology and culture of percid fishes (ed. P. Kestemont, K. Dabrowski, R.C. Summerfelt). Springer, Dordrecht, the Netherlands. P. 103–122.
- Khendek A., Chakraborty A., Roche J., Ledoré Y., Personne A., Policar T., Žarski D., Mandiki R., Kestemont P., Milla S. 2018. Rearing conditions and life history influence the progress of gametogenesis and reproduction performances in pikeperch males and females // Animal. Vol. 12. P. 2335–2346.
- Knösche H.R., Wedekind H., Heidrich S. 2005. Aufzucht von Zandern in der Aquakultur // Schriften des Instituts für Binnenfischerei e.V. Potsdam-Sacrow. Band 18. P. 75.
- Ljubobratović U., Péter G., Horváth Z., Žarski D., Ristović T., Percze V., Sándor Z., Lengyel S., Rónyai A. 2017. Reproductive performance of indoor-reared pikeperch (*Sander lucioperca*) females after wintering in outdoor earthen ponds // Aquac. Res. Vol. 48. P. 4851–4863.
- Policar T., Stejskal V., Krist'an J., Podhorec P., Svinger V., Blaha M. 2013. The effect of fish size and stocking density on the weaning success of pond-cultured pikeperch *Sander lucioperca* L. juveniles // Aquac. Int. № 21. P. 869–882.
- Ruuhijärvi J., Hyvärinen P. 1996. The status of pike-perch culture in Finland // J. Appl. Ichtiol. Gent. Belgium. Vol. 12 (3–4). P. 185–188.
- Steffens W. 1996. Aquaculture of fry and fingerling of pike-perch (*Stizostedion lucioperca* L.) – a short review // J. Appl. Ichtiol. Vol. 12 (3–4). P. 167–170.
- Summerfelt R.C. 1996. Intensive culture of walleye fry. P. 161–185. In R.C. Summerfelt, editor. Walleye culture manual. NCRAC culture series 101. North Central Regional Aquaculture Center Publications Office, Iowa State University, Ames.
- Wedekind H. 2004. Produktion von großen Zander-setzlingen und Speisezandern in der Aquakultur // Fisher & Teichwirt. 7. P. 738.
- Zakęs Z. 2007. Out-of-season spawning of cultured pikeperch (*Sander lucioperca* (L.)) // Aquac. Res. № 38. P. 1419–1427.
- Zakęs Z., Hopko M., Kowalska A., Partyka K., Stawecki K. 2013. Impact of feeding pikeperch *Sander lucioperca* (L.) feeds of different particle size on the results of the initial on-growing phase in recirculation systems // Arch. Pol. Fish. Vol. 21 (1). P. 3–9.