

УДК 57.084.1 (597.555.1)

ОЦЕНКА ФИЗИЧЕСКОЙ СИЛЫ РЫБ (ИТОГИ ИССЛЕДОВАНИЙ, ПЕРСПЕКТИВЫ)

Ю. А. Шустов¹, И. А. Тыркин²

¹ Петрозаводский государственный университет, Россия

² Карельский филиал Главного бассейнового управления по рыболовству и сохранению водных биологических ресурсов, Петрозаводск, Россия

Лососевые рыбы рода *Salmo* являются важным объектом промысла, искусственно-го разведения и спортивного рыболовства. В настоящее время в силу ряда причин численность популяции лососевых находится в депрессивном состоянии. С развитием искусственного воспроизводства для части популяций лососевых рыб на севере России появилась возможность решить некоторые проблемы их сохранения. Однако качество молоди лососевых рыб, воспроизводимых в заводских условиях, система транспортировки и выпуска молоди недостаточно эффективны, поскольку вскоре после выпуска в естественные водоемы большая часть рыб гибнет. Причиной гибели является недостаточная физическая сила и выносливость молоди в речных условиях. В данный момент нормативным критерием для качества молоди является навеска выпускаемых рыб. Одной из альтернатив при оценке качества мальков может быть применение прибора «Фиш-спринт», действие которого основано на регистрации динамометром силы тяги, развиваемой при двигательной реакции рыбы на анод в ответ на действие электрического поля постоянного тока (анодная реакция). Исследования показали, что тяговое усилие рыб существенно изменяется в сезонном аспекте и определяется в первую очередь температурой среды обитания. Для молоди атлантического лосося наблюдается постепенное нарастание физической силы при температуре от 3,5 до 16 °С, а в дальнейшем тяговое усилие практически не изменяется. Физическая сила диких пестряток кумжи (возраст от 2+ до 4+), обитающих в речных условиях, оказалась выше по сравнению с заводской молодью атлантического лосося. При одинаковых морфологических показателях длины и массы молодь лосося, обитающая в естественных условиях (реках), развивает физическую силу в два раза выше по сравнению с молодью, выросшей на рыбоводных заводах.

Ключевые слова: физическая сила; атлантический лосось; кумжа; окунь; фиш-спринт; качество заводской молоди.

Yu. A. Shustov, I. A. Tyrkin. ASSESSMENT OF THE PHYSICAL STRENGTH OF FISH (RESEARCH RESULTS, PROSPECTS)

Fishes of the genus *Salmo* are important items for commercial fisheries, aquaculture, and sport fishing. For a number of reasons, the salmonid population is currently in a depressed state. For some salmonid populations in Northern Russia, the development of artificial reproduction has created opportunities for dealing with some conservation issues. However, the quality of hatchery-reared juvenile salmonids, their transportation and release stocking systems have flaws, considering that most of the fish die soon after being released into the wild. The reason for these mortalities is the lack of physical strength

and resilience of the juveniles in the river. At present, the criterion for suitable quality of juveniles is the weight of the released fishes. A possible alternative for assessing the quality of fry is to use the "Fish Sprint" device, whose operating principle is the registration by a dynamometer of the traction force developed by the fish moving towards the anode in response to the action of direct-current electric field (anodic reaction). Studies have shown that the traction force of fish varies significantly seasonally, and is primarily determined by ambient temperature. The physical strength of juvenile Atlantic salmon gradually increased with temperature rise from 3.5 to 16 °C, after which the traction force remained almost invariable. Wild trout parr (age 2+ – 4+) living in the river proved to be physically stronger than hatchery-reared Atlantic salmon. The morphological indices of length and mass being the same, juvenile salmon living in the wild (rivers) developed a twice greater traction force compared to hatchery-reared parr.

Key words: physical strength; Atlantic salmon; brown trout; perch; fish-sprint; out-of-hatchery parr quality.

Введение

Известно, что лососевые рыбы рода *Salmo* являются важным объектом промысла, искусственного разведения и спортивного рыболовства во многих странах северного полушария [Лихатович, 2004]. Однако в силу ряда причин численность популяций снижается, в том числе и на Европейском Севере России, продолжает ухудшаться среда обитания. Поэтому проблема сохранения лосося как в морских, так и в пресноводных водоемах чрезвычайно актуальна [Мартынов, 2007].

Строительство в середине прошлого века лососевых рыболовных заводов и перевод на искусственное воспроизводство части популяций лососевых на севере России позволило решить некоторые проблемы с численностью вида. Однако потенциальные возможности лососеводства реализованы далеко не полностью. Физическое качество молоди лососевых заводского происхождения, система ее транспортировки и выпуска остаются несовершенными, так как вскоре после выпуска в естественные водоемы большая часть рыб гибнет из-за непригодности к условиям обитания. Наиболее актуальной в настоящее время является проблема повышения качества выращиваемой молоди. Здесь имеется в виду не только навеска рыбы (которая сейчас является почти единственным нормативным критерием оценки деятельности рыболовных заводов), но и жизнестойкость молоди, ее физическая сила и выносливость, важно выработать необходимые поведенческие реакции к естественным гидрологическим особенностям среды обитания и навыкам кормления [Шустов, 1983]. Поэтому в естественных условиях выживаемость заводской молоди будет определяться главным образом физической выносливостью, включающей в себя силу реакции на пищевой объект, течение реки и хищников.

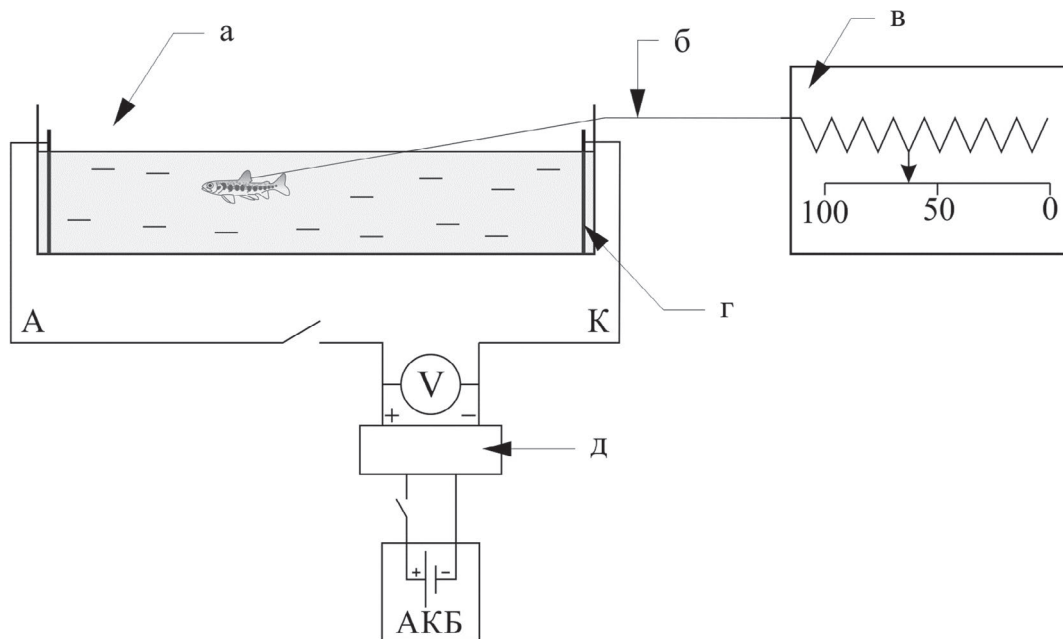
Для сравнительного анализа физического состояния молоди лососевых рыб естественного (дикого) и заводского происхождения нами был разработан экспресс-метод количественной оценки ее жизнестойкости, защищенный авторским свидетельством [Шустов и др., 1994]. С помощью прибора «Фиш-спринт» в процессе многолетних исследований пресноводных рыб авторы провели серию полевых экспериментов по оценке физической силы с дикой и заводской молодью атлантического лосося (*Salmo salar*), молодью кумжи (*Salmo trutta*), окунем обыкновенным (*Perca fluviatilis*).

Результаты исследований нами были опубликованы в отечественных и зарубежных научных журналах, а также в учебном пособии для студентов Петрозаводского университета [Шустов и др., 2013]. Данная статья посвящена итогам и перспективам исследования физической силы рыб на базе установки «Фиш-спринт».

Материалы и методы

Прибор «Фиш-спринт» относительно прост в исполнении и включает в себя следующий комплект (рис.):

- пластиковый лоток с водой для рыбы, размеры 50 × 15 × 10 см;
- электроды постоянного тока (анод (+) и катод (-)) в виде латунных пластин, которые подключены к источнику напряжения (аккумуляторной батарее);
- монофильная леска ($d = 0,1$ мм) с маленьким «крокодилообразным» зажимом для рыбы;
- динамометр с тарировкой до 200 г, которую можно в процессе эксперимента изменять в зависимости от размеров и силы тяги рыбы;
- источник питания (аккумуляторная батарея), позволяющий создавать электрическое поле постоянного тока до 1 В на 1 см длины



Прибор «Фиш-спринт» для оценки физических возможностей молоди рыб:

а – лоток для рыбы, б – леска, в – регистратор, г – электроды, д – регулятор напряжения аккумуляторной батареи

The Fish-Sprint device to assess the physical capabilities of juvenile fish:

a – fish tray, б – fishing line, в – recorder, г – electrodes, д – voltage regulator of the storage battery

лотка для экспериментов (подстраивается регулятором напряжения).

Для регистрации силы тяги к рыбе в области спинного плавника прикрепляют миниатюрный зажим (или рыболовный крючок без бородки) с леской, соединенной с динамометром. В пластиковом лотке рыбу успокаивают (дают отдышаться) и аккуратно располагают строго параллельно силовым линиям электрического поля, головой к аноду. После включения электрического тока у экспериментальной рыбы мгновенно возникает анодная реакция, и она с максимальным усилием сразу устремляется к аноду. Так подачу тока повторяют 2–3 раза для регистрации на динамометре максимального значения силы тяги. Затем измеряют длину и массу тела. Живую, но несколько травмированную рыбу выпускали в реку (в полевых условиях) либо в бассейн (если работа идет на рыбоводном заводе).

Результаты исследований

Краткие результаты полевых экспериментов по оценке физической силы рыб приводятся согласно нумерации экспериментов в таблице. Здесь используются термины «физическая сила» или «физические способности» как синонимы, т. е. измеряется реальная сила тяги (в г), какую показывает рыба, с помощью динамометра при проявлении анодной реакции – макси-

мального физического броска при воздействии электрического тока.

Для изучения сезонной динамики физической силы дикой молоди атлантического лосося в речных условиях авторами в период 1984–1987 гг. на реках Карелии и Кольского полуострова в разные сезоны года отлавливались пестрятки возраста от 1+ до 3+. Рыб ловили в типичных местах их обитания – на порогах и перекатах, где происходит нерест производителей лосося и обитание его молоди. Глубина в таких местах около 0,3–0,5 м, а скорость потока – в пределах 0,2–0,4 м/с. Дно представлено галькой, мелкими и крупными валунами. Наши исследования показали, что физические возможности рыб в сезонном аспекте сильно различаются и в первую очередь определяются температурным режимом в водоеме. Наибольшие физические возможности у молоди лосося регистрируются в летний период, когда рыбы активно питаются сносимым в потоке воды дрейфом – донными беспозвоночными, а также воздушными насекомыми, летающими у поверхности воды [Шустов, 1983].

Экспериментальное исследование по влиянию температуры на физические способности молоди озёрного лосося выполнено в ноябре 1986 г. на р. Лижма (бас. Онежского озера). С этой целью на порогах реки отловлено около 200 пестряток лосося в возрасте 2+ и длиной

Оценка физической силы рыб с применением прибора «Фиш-спринт»

Assessment of the physical strength of fish using the Fish – Sprint device

№ эксперимента Experiment No.	Объект эксперимента Object of the experiment	Тема исследований Research topic	Публикация Published article
1	Дикая молодь атлантического лосося Wild juvenile Atlantic salmon	Сезонная динамика физической силы дикой молоди лосося в речных условиях Seasonal dynamics of the physical strength of wild juvenile salmon in river conditions	Shustov, Shchurov, 1990
2	Дикая молодь атлантического лосося Wild juvenile Atlantic salmon	Экспериментальное исследование влияния температуры на физические способности молоди лосося An experimental study of the effect of temperature on the physical capabilities of juvenile salmon	Шустов и др., 1989 Shustov et al., 1989
3	Дикая молодь атлантического лосося и кумжи Wild juvenile Atlantic salmon and brown trout	Сравнительное изучение физической силы молоди лосося и кумжи Comparative study of the physical strength of juvenile salmon and brown trout	Щуров, Шустов, 1989 Shchurov, Shustov, 1989
4	Дикая и заводская молодь атлантического лосося Wild and hatchery-reared juvenile Atlantic salmon	Сравнительное изучение физической силы дикой и заводской молоди лосося Comparative study of the physical strength of wild and hatchery-reared salmon	Shustov, Shchurov, 1988
5	Дикая и заводская молодь атлантического лосося Wild and hatchery-reared juvenile Atlantic salmon	Экспериментальные исследования влияния физической силы молоди атлантического лосося на интенсивность питания рыб в речных условиях Experimental studies of physical strength influence of juvenile Atlantic salmon on the intensity of fish nutrition in river conditions	Shustov, Shchurov, 1989
6	Окунь речной Perch	Сезонные особенности физических способностей речного окуня Seasonal features of physical capabilities of river perch	Шустов и др., 2018 Shustov et al., 2018

от 10 до 13 см. Часть рыб (30 экз.) были оставлены в реке в каркасном делевом садке при естественной температуре (3,5°C), а остальные пестрятки разделены на четыре группы по 25 экз. и размещены в пластиковых чанах емкостью 120 л каждый. В экспериментальных чанах постепенно в течение суток с помощью электронагревателей и терморегуляторов повышали и термостатировали воду до нужного значения (8, 12, 16 и 20°C). Результаты эксперимента показали, что между температурой и физическими способностями пестряток озерного лосося существует довольно сложная зависимость – в пределах температуры от 3,5 до 16°C идет резкое нарастание физических способностей рыб, однако далее, с повышением температуры до 20°C, физическая сила рыб остается практически без изменений.

Многочисленные исследования поведения и распределения дикой молоди атлантического лосося и молоди кумжи в реке убедительно доказывают, что эти виды рыб занимают в речной период жизни разные биотопы [Шустов, 1983]. Возможно, что эти различия определяются не только морфологическими особенностями рыб, но и зависят от физических способностей

(силы), сведения о которых на момент проведения наших опытов в литературе отсутствовали.

Исследования физической силы диких пестряток атлантического лосося и кумжи (возраст от 2+ до 4+) проводили в 1984 г. на реках Колвица и Лувеньга (Кольский полуостров) и на р. Лижма (бас. Онежского озера) в 1986 г. Сравнительное изучение физических способностей (силы) молоди лосося и кумжи в реках Кольского полуострова показало, что эти различия в распределении рыб в речных условиях не только определяются морфологическими особенностями рыб, но и зависят от их физических способностей. При равных размерах молодь кумжи сильнее молоди атлантического лосося. Это также подтверждается исследованиями реореакции молоди этих двух видов. Выдерживаемая критическая скорость течения для мальков одного возраста выше у кумжи [Ручьев и др., 2017]. Полученные нами результаты позволяют лучше понять причины существенных различий в поведении и распределении молоди этих видов рыб в речных условиях.

Как уже упоминалось выше, наряду с естественным воспроизводством лососевых рыб в мире широко распространено их искусствен-

ное воспроизводство. После отлова производителей, инкубирования искусственно оплодотворенной икры и выращивания молоди в заводских условиях ее выпускают в естественные водоемы – нерестовые реки, эстуарные зоны морей [Лихатович, 2004; Литвиненко, Корнеева, 2017]. В Карелии выращивание молоди атлантического и озерного лосося осуществляется на Выгском и Кемском рыболовных заводах.

К сожалению, искусственные условия настолько сильно отличаются от речных (отсутствие достаточно сильного течения, высокая плотность рыб и т. д.), что заводская молодь по многим физиологическим и морфологическим показателям, в том числе и по физической силе, значительно уступает диким рыбам. Наши эксперименты с оценкой физических способностей дикой и заводской молоди лосося из рек и рыболовных заводов Кольского полуострова [Shustov, Shchurov, 1988] показали, что молодь из рыболовных прудов и бетонных бассейнов, где практически отсутствует течение, по степени физической способности практически в два раза слабее дикой молоди.

Для проверки гипотезы существования зависимости между физическими способностями молоди атлантического лосося (семги) и интенсивностью питания рыб в речных условиях мы выполнили следующую экспериментальную работу [Shustov, Shchurov, 1989]. Отловили на р. Печенга дикую молодь семги возраста 2+ и 3+, а также заводских трехлеток семги, выпущенных за полтора месяца до исследования в р. Кицу (приток р. Кола). У пойманных рыб сразу же в экспериментальной установке измеряли тяговое усилие. Затем рыб фиксировали формалином с дальнейшей обработкой (анализ питания) в лабораторных условиях.

Эксперименты показали отсутствие достоверной статистической корреляции между интенсивностью питания рыб и их физическими способностями. Возможно, взаимоотношение между накормленностью рыб и их физическим состоянием в речных условиях носит более сложный характер.

Физические способности речного окуня в холодное и теплое время года изучали на оз. Ангозеро (Южная Карелия) в марте и августе. Температура озерной воды в это время составляла 2 и 15–17 °С соответственно. Результаты статистического сравнения выборок указывают на существенные отличия между сезонами, не подтверждая распространенное мнение о неизменности физических способностей речного окуня в течение года. Летом на электрическую стимуляцию активно реагировали все подопытные особи, тогда как реак-

ция при низкой температуре была достаточно вялой [Шустов и др., 2018].

Обсуждение

В наших ранних экспериментах на начальном этапе исследований физических способностей дикой и заводской молоди атлантического лосося (до разработки прибора «Фиш-спринт») физическая выносливость, реореакция и поведение пестряток семги в потоке воды изучались в гидродинамическом сетном лотке. Лоток устанавливали в реке таким образом, чтобы скорость потока была равномерной по всей площади. Выносливость (а точнее, плавательную способность) определяли при постоянной скорости потока 0,35 м/с, выбранной нами в качестве стандартной для экспериментов. Именно такая скорость потока характерна для тех зон порогов и перекаатов, где расселяются дикие пестрятки лосося.

По-видимому, тест на плавательную способность для оценки физических возможностей заводской молоди лосося [Щуров, 1981] имело смысл использовать как исследователям, так и рыболовам. Как мы считали в те годы, сама методика чрезвычайно проста и в то же время надежна. И все же эта достаточно простая методика требовала больших временных затрат при проведении измерений плавательных способностей, особенно дикой молоди лосося. Так, например, если для измерения плавательных способностей только одной заводской рыбки в среднем приходилось затрачивать около 15 минут, то дикие мальки активно сопротивлялись потоку воды в экспериментальном лотке в среднем около получаса, а некоторые «рекордсмены» – до одного часа. Поэтому воплощение идеи об измерении физической силы рыб во время проявления ими анодной реакции и создание для этой цели реального способа и прибора «Фиш-спринт» значительно упростило проведение экспериментов с рыбами в полевых условиях.

Экспресс-метод, а также специальный прибор «Фиш-спринт», которыми физическая сила рыб оценивается по результатам измерения плавательных усилий рыбы в момент проявления анодной реакции под воздействием постоянного тока определенной силы, позволили проводить массовые измерения максимальных физических способностей молоди лососевых рыб без отхода и существенной травматизации. Затраченное на эксперимент с одной особью время составляет не более 20–30 с. Сама аппаратно-инструментальная часть достаточно компактна (вес не более 2 кг, максимальный размер не более 0,5 м) и легко транспортируется даже в полевых условиях.

Однако наш опыт показал, что исследования физической силы некоторых рыб прибором «Фиш-спринт» выполнить сложно. Так, например, если исследование речного окуня не составило проблемы, то карповые (плотва, укля) и молодь сиговых рыб (ряпушка) в нашей установке во время их отлова сачком, удерживания в руке при креплении крючка или зажима, даже при столь небольшой травматизации испытывали сильный стресс. Рыбы сразу переворачивались (а это явный признак плохого самочувствия) и уже практически не реагировали на электрические импульсы. И второй нерешенный вопрос: в форелевых хозяйствах собственники не позволят даже в легкой форме травмировать рыбу, особенно молодь форели и сиговых рыб.

Заключение

Исследования физической силы молоди рыб с помощью прибора «Фиш-спринт» показали, что тяговое усилие рыб существенно изменяется в сезонном аспекте и определяется в первую очередь температурой среды. В процессе исследований установлено, что у молоди атлантического лосося максимум физической силы наблюдается в летний период. При температуре 3,5–16 °С происходило резкое нарастание физической силы, а с повышением температуры в диапазоне 16–20 °С тяговое усилие практически не изменялось. При сравнении физической силы диких пестряток атлантического лосося и кумжи (возраст от 2+ до 4+) одинаковых линейных размеров в речных условиях последняя оказывала большее тяговое усилие. Следовательно, распределение молоди лосося и кумжи на НВУ зависит не только от морфологических особенностей рыб, но и связанной с ними развиваемой физической силы. При одинаковых морфологических параметрах молоди семги физическая сила рыб, выращенных в естественных условиях, в два раза выше, чем у рыб, выращенных на рыбоводных заводах Карелии. Причиной этого является содержание молоди в рыбоводных прудах и бетонных бассейнах на слабом течении в сравнении со скоростью речного потока.

Физические способности речного окуня оз. Ангозеро (Южная Карелия) имеют существенные отличия в зависимости от температуры среды. При температуре 15–17 °С на электрическую стимуляцию активно реагировали все подопытные особи, а при температуре 2 °С рыба была достаточно вялой.

Итоги исследований физической силы рыб методом анодной реакции, с нашей точки зрения, достаточно убедительны, однако

в перспективе нужно расширить возможности исследований. В настоящее время ведется работа над усовершенствованием установки «Фиш-спринт» в направлении атравматизации исследуемых рыб.

Литература

- Литвиненко А. В., Корнеева Е. И. Опыт выращивания молоди кеты на лососевом рыбоводном заводе «Бухта Оля» // Известия КГТУ. 2017. № 44. С. 28–37.
- Лихатович Д. Лосось без рек. История кризиса тихоокеанских лососей. Владивосток: Дальний Восток, 2004. 192 с.
- Мартынов В. Г. Атлантический лосось (*Salmo salar* L.) на Севере России. Екатеринбург: УрО РАН, 2007. 415 с.
- Ручьев М. А., Ефремов Д. А., Скоробогатов М. И., Веселов А. Е. Особенности локомоторных показателей реореакции молоди атлантического лосося (*Salmo salar* L.) и кумжи (*Salmo trutta* L.) // Труды КарНЦ РАН. 2017. № 12. С. 72–79. doi: 10.17076/eb679
- Шустов Ю. А. Экология молоди атлантического лосося. Петрозаводск: Карелия, 1983. 152 с.
- Шустов Ю. А., Щуров И. Л., Веселов А. Е. Влияние температуры на физические способности молоди озерного лосося *Salmo salar morpha Sebago* // Вопр. ихтиологии. 1989. Т. 29, № 4. С. 676–677.
- Шустов Ю. А., Щуров И. Л., Шемякин А. П. Способ определения жизнестойкости молоди лососевых рыб // Авторское свидетельство СССР № 1264881. 1994. Бюл. № 6.
- Шустов Ю. А., Щуров И. Л., Тыркин И. А. Методика оценки физической силы молоди лососевых рыб. Учеб. пособие для студентов экол.-биол. фак. Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2013. 35 с.
- Шустов Ю. А., Горбач В. В., Тыркин И. А. Сезонные особенности физических способностей речного окуня (*Perca fluviatilis* L.) // Труды КарНЦ РАН. 2018. № 6. С. 51–58. doi: 10.17076/eb832
- Щуров И. Л., Шустов Ю. А. Сравнительное изучение физических способностей молоди атлантического лосося и кумжи в речных условиях // Вопр. ихтиологии. 1989. Т. 29, № 2. С. 340–342.
- Щуров И. Л. Контроль качества молоди лососевых, выращиваемой на рыбоводных заводах (состояние проблемы, методы контроля) // Контроль качества молоди лососевых. Петрозаводск: Карел. фил. АН СССР, 1981. С. 5–31.
- Shustov Yu. A., Shchurov I. L. Quantitative estimation of stamina of wild and hatchery – reared Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) // Aquaculture. 1988. Vol. 71. P. 81–87.
- Shustov Yu. A., Shchurov I. L. Seasonal changes in the stamina of young Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) under river conditions // Finnish Fisheries Research. 1990. Vol. 11. P. 1–5.
- Shustov Yu. A., Shurov I. L. Experimental study of the effect of young salmon, *Salmo salar* L., stamina on their feeding rates in a river // J. Fish. Biol. 1989. Vol. 34. P. 959–961.

Поступила в редакцию 24.07.2019

References

Litvinenko A. V., Korneeva E. I. Opyt vyrashchivaniya molodi kety na lososevom rybovodnom zavode "Bukhta Olya" [Experience of breeding young salmon in the hatchery "Bukhta Olya"]. *Izvestiya KGTU* [KSTU News]. 2017. No. 44. P. 28–37.

Likhatovich D. Losos' bez rek. Istoriya krizisa tikhookeanskikh lososei [Salmon without rivers: History of the Pacific salmon crisis]. Vladivostok: Dal'nii Vostok, 2004. 192 p.

Martynov V. G. Atlanticheskii losos' (*Salmo salar* L.) na Severe Rossii [Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) in the North of Russia]. Ekaterinburg: UrO RAN, 2007. 415 p.

Ruch'ev M. A., Efremov D. A., Skorobogatov M. I., Veselov A. E. Osobennosti lokomotornykh pokazatelei reorektsii molodi atlanticheskogo lososya (*Salmo salar* L.) i kumzhi (*Salmo trutta* L.) [Comparative research on locomotor components of rheotactic response in juvenile Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) and brown trout (*Salmo trutta* L.)]. *Trudy KarNTs RAN* [Trans. KarRC RAS]. 2017. No. 12. P. 72–79. doi: 10.17076/eb679

Shustov Yu. A. Ekologiya molodi atlanticheskogo lososya [Ecology of juvenile Atlantic salmon]. Petrozavodsk: Karelia, 1983. 152 p.

Shustov Yu. A., Shchurov I. L., Veselov A. E. Vliyanie temperatury na fizicheskie sposobnosti molodi ozeronogo lososya *Salmo salar morpha sebago* [The effect of temperature on physical capacities of juvenile lacustrine salmon]. *Vopr. ikhtiol.* [J. Ichthyol.]. 1989. Vol. 29, no. 4. P. 676–677.

Shustov Yu. A., Shchurov I. L., Shemyakin A. P. Sposob opredeleniya zhiznesteikosti molodi lososevykh ryb [A method for determining the stamina of juvenile salmon fish]. *Avtorskoe svidetel'stvo SSSR № 1264881* [USSR Copyright certificate No. 1264881]. 1994. Byul. no. 6.

Shustov Yu. A., Shchurov I. L., Tyrkin I. A. Metodika otsenki fizicheskoi sily molodi lososevykh ryb. Ucheb. posobie dlya studentov ekol.-biol. fak. [A method for assessing physical strength of juvenile salmon: a textbook for ecology and biology students]. Petrozavodsk: PetrGU, 2013. 35 p.

Shustov Yu. A., Gorbach V. V., Tyrkin I. A. Sezonnnye osobennosti fizicheskikh sposobnostei rechnogo okunya (*Perca fluviatilis* L.) [Seasonal changes in the stamina of the European perch (*Perca fluviatilis* L.)]. *Trudy KarNTs RAN* [Trans. KarRC RAS]. 2018. No. 6. P. 51–58. doi: 10.17076/eb832

Shchurov I. L., Shustov Yu. A. Sravnitel'noe izucheniye fizicheskikh sposobnostei molodi atlanticheskogo lososya i kumzhi v rechnykh usloviyakh [Comparative study of physical potential of juveniles of the Atlantic salmon and the brown trout in rivers]. *Vopr. ikhtiol.* [J. Ichthyol.]. 1989. Vol. 29, no. 2. P. 340–342.

Shchurov I. L. Kontrol' kachestva molodi lososevykh, vyrashchivaemoi na rybovodnykh zavodakh (sostoyaniye problemy, metody kontrolya). Kontrol' kachestva molodi lososevykh [Quality control of juvenile salmon in fish-breeding farms (state of the problem, methods of control). Quality control of juvenile salmon]. Petrozavodsk: Karel. fil. AN SSSR, 1981. P. 5–31.

Shustov Yu. A., Shchurov I. L. Quantitative estimation of stamina of wild and hatchery – reared Atlantic salmon (*Salmo salar* L.). *Aquaculture*. 1988. Vol. 71. P. 81–87.

Shustov Yu. A., Shchurov I. L. Seasonal changes in the stamina of young Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) under river conditions. *Finnish Fisheries Research*. 1990. Vol. 11. P. 1–5.

Shustov Yu. A., Shurov I. L. Experimental study of the effect of young salmon, *Salmo salar* L., stamina on their feeding rates in a river. *J. Fish. Biol.* 1989. Vol. 34. P. 959–961.

Received July 24, 2019

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Шустов Юрий Александрович

профессор кафедры зоологии и экологии, д. б. н. Петрозаводский государственный университет, Институт биологии, экологии и агротехнологий пр. Ленина, 33, Петрозаводск, Республика Карелия, Россия, 185910
эл. почта: shustov@petsu.ru
тел.: +79214503711

Тыркин Игорь Александрович

заместитель начальника, к. б. н. Карельский филиал ФГБУ «Главное бассейновое управление по рыболовству и сохранению водных биологических ресурсов» ул. Коммунальная, д. 9а, Петрозаводск, Республика Карелия, Россия, 185035
эл. почта: igor7895@yandex.ru

CONTRIBUTORS:

Shustov, Yury

Petrozavodsk State University, Institute of Biology, Ecology and Agrotechnology
33 Lenin Ave., 185910 Petrozavodsk, Karelia, Russia
e-mail: shustov@petsu.ru
tel.: +79214503711

Tyrkin, Igor

Karelian Branch of the Head Drainage Basin Administration for Fisheries and Conservation of Aquatic Biological Resources
9-A Kommunalnaya St., 185035 Petrozavodsk, Karelia, Russia,
e-mail: igor7895@yandex.ru
tel.: +79313030975