

ФИЗИОЛОГИЯ И БИОХИМИЯ ГИДРОБИОНТОВ

УДК 597:574.22+597.08
ББК 28.903

В. К. Голованов, В. Б. Вербицкий, Д. С. Капшай, А. С. Маврин, И. А. Власова

ОСОБЕННОСТИ ТЕРМОИЗБИРАНИЯ НЕКОТОРЫХ ВИДОВ РЫБ, ОБИТАЮЩИХ В ВОДОЕМАХ ВЕРХНЕЙ ВОЛГИ¹

V. K. Golovanov, V. B. Verbitsky, D. S. Kapshay, A. S. Mavrin, I. A. Vlasova

PECULIARITIES OF THERMOPREFERENCE IN SOME FISH SPECIES INHABITING THE WATERS OF THE UPPER VOLGA

Цель работы – определение окончательно избираемой температуры (ОИТ) и особенностей термоизбирания в условиях экспериментального температурного градиента у 14-ти видов рыб из 7-ми семейств в возрасте 0+...3+ в летний и осенний сезоны года. При определении избираемой температуры (ИТ) в начальный период опыта и стабильного участка выбора – ОИТ использован метод «конечного термопреферендума», при котором рыбам предоставляется возможность свободного выбора температуры в условиях термоградиента. Длительность экспериментов составила от 6 до 16 суток. Использованы 2 типа градиентных установок, отличающихся друг от друга по размерам и конструктивным особенностям. Исходная температура акклимации рыб – от 14 до 22 °С. Минимальное значение ОИТ выявлено у 3–4-летков усатого гольца – 15,1 °С, максимальное – у сеголетков головешки-ротана – 30,0 °С. Высокие значения ОИТ показаны также для теплолюбивых видов, у серебряного карася – 29,2 °С и у карпа – 28,7 °С. Установлены значения ОИТ у трех видов-вселенцев: головешки-ротана – 30,0 °С и двух видов бычков – головача и цуцика – 22,4 °С. Рассмотрены особенности терморегуляционного поведения молоди и более взрослых рыб и скорость выбора ими зоны ОИТ в условиях предоставленного температурного градиента. Полученные данные могут быть использованы для характеристики оптимальных или близких к оптимальным температурных условий жизнедеятельности рыб различных возрастных групп.

Ключевые слова: рыбы, головешка-ротан, карп, серебряный карась, бычок-головач, бычок-цуцик, окончательно избираемая температура, температура акклимации, сезон года, возраст рыб, эколого-физиологический оптимум.

The purpose of this study is to determine the final selected temperature unit (FST) and the peculiarities of thermopreference in experimental temperature gradient in 14 fish species from 7 families at the age 0+...3+ in the summer and autumn seasons. While determining the preference temperature during the initial period of operation and stable range of preference the method of "final thermopreferendum" in which the fish is provided with the possibility of free temperature choice in a thermal gradient, is used. Duration of experiments is ranged from 6 to 16 days. Two types of gradient installations different in size and design features are used. The initial temperature of fish acclimation is from 14 to 22 °C. The minimum value of the FST was found in third-fourth-year stone-loach – 15.1 °C, the maximum one – in the young of the fingerlings Amur sleeper – 30.0 °C. High FST values of the two thermophilic species, goldfish – 29.2 °C and carp – 28.7°C are also shown. FST indicators were fixed

¹ Исследование выполнено при поддержке Программы фундаментальных исследований Отделения биологических наук РАН «Динамика в условиях глобальных климатических и антропогенных воздействий» и Программы Президента РФ «Ведущие научные школы» НШ-719.2012.4 «Экологические аспекты адаптаций и популяционная организация у рыб».

in three invasive species such as Amur sleeper (30.0 °C), and the two species of gobies – big-head goby and tubenose goby (22.4 °C). The peculiarities of thermoregulatory behavior of the juvenile and more adult fish and also the rate of their FST choice zones provided by temperature gradient environment are considered. The data can be used as variables characterizing the optimal or near-optimal temperature conditions of vital activity of fish of different age groups.

Key words: fish, Amur sleeper, carp, goldfish, big-head goby, tubenose goby, finally selected temperature, acclimation temperature, season of the year, fish age, ecological and physiological optimum.

Введение

Температурный диапазон существования пресноводных рыб, составляющий от –2 до +43,5 °C, подразделяется на интервалы, характеризующие верхние и нижние границы жизнедеятельности (пессимум) и оптимальную зону функционирования (оптимум) [1–3]. Значения эколого-физиологического оптимума определяют посредством разных методов. Одним из наиболее применяемых в последнее время является метод «конечного термопреферендума», когда животным предоставляется возможность самопроизвольно выбирать оптимальную температуру в градиенте фактора [3–5].

Температура, которую рыбы избирают в начальный период опыта (минуты и часы, несколько дней), называется избираемой температурой (ИТ). Зона стабильной температуры, которую рыбы избирают спустя несколько дней, иногда 1–2 недели, в градиенте температуры, определяется как окончательно избираемая температура (ОИТ). Значение ОИТ практически совпадает с показателями эколого-физиологического оптимума (ЭФО – максимальный рост, эффективное питание) многих видов рыб [3–5]. Именно поэтому определение ИТ и, в особенности ОИТ, у рыб и беспозвоночных представляется крайне важным [3, 6]. Несмотря на большое количество данных по ИТ и ОИТ рыб как в отечественной, так и в зарубежной литературе, их явно недостаточно. Кроме того, применение полученных ранее характеристик ОИТ нуждается в детализации с тем, чтобы более точно интерпретировать экспериментальные данные в целях рыбного хозяйства [7, 8]. Не менее важны и особенности термоизбирания молоди и более взрослых рыб, которые они проявляют в экспериментальном термоградиенте. Даже результаты опытов при исследовании всего нескольких особей иногда представляют существенный интерес, поскольку практически дают начальное представление о том, к какой группе рыб по отношению к температурному фактору относится тот или иной вид.

Цель работы – выявление окончательно избираемой температуры и особенностей термоизбирания в условиях экспериментального температурного градиента у 14-ти видов рыб из 7-ми семейств в возрасте 0+...3+ в летний и осенний сезоны года.

Материалы и методы исследования

Работа выполнялась с июня по ноябрь 2004–2013 гг. Исследовано 14 видов рыб из 7-ми семейств: *Cyprinidae* (сазан или обыкновенный карп *Cyprinus carpio* (L.), серебряный карась *Carassius auratus gibelio* (L.), лещ *Abramis brama* (L.), плотва *Rutilus rutilus* (L.), уклейка *Alburnus alburnus* (L.), пескарь *Gobio gobio* (L.), обыкновенный голяк *Phoxinus phoxinus* (L.)); *Odontobutidae* (головешка-ротан *Perccottus glenii* Dybowski); *Percidae* (речной окунь *Perca fluviatilis* L.); *Cobitidae* (вьюн *Misgurnus fossilis* (L.)); *Esocidae* (обыкновенная щука *Esox lucius* L.); *Balitoridae* (усатый голец *Barbatula barbatula* (L.)); *Gobiidae* (бычок-цуцик *Proterorhinus marmoratus* (Pallas)), бычок-головач *Neogobius iljini* Vasiljeva et Vasiljev). Большинство рыб отловлено в прибрежье Рыбинского водохранилища, карп – из прудов стационара экспериментальных и полевых исследований «Сунога» Института биологии внутренних вод им. И. Д. Папанова Российской академии наук, серебряный карась и головешка-ротан – в прудах Некоузского района Ярославской области, бычок-головач отловлен в Горьковском водохранилище.

После отлова рыб доставляли в лабораторию и помещали в аквариумы вместимостью от 60 до 300 л с отстоянной водопроводной водой, а также регулируемой температурой и аэрацией. Всех рыб акклиматизировали в течение 7–14 дней к температуре, близкой средним значениям летнего сезона (14–22 °C), и содержали в условиях естественного фотопериода при периодической смене воды. В период акклиматизации и во время опытов рыб кормили живым кормом (дафния, зоопланктон, олигохеты, личинки хирономид), рыбным фаршем, сухим кормом (дафния, рыбный комбикорм) в объеме 6 % от массы тела. Сеголетков щуки кормили молодькой рыб.

При определении ИТ и ОИТ использован метод «конечного термопреферендума» [3, 9], при котором рыбам предоставляется возможность свободного выбора температуры в условиях термоградиента. Схемы экспериментальных установок для определения ИТ и ОИТ описаны ранее [3, 9, 10]. Градиент создавали путем поддержания контрастных значений температуры на противоположных концах лотка с помощью устройств автоматического подогрева и охлаждения воды. Низкую температуру в холодном отсеке – с помощью холодильных агрегатов ВСЭ-1.5 и Aspera UJ9232E, высокую температуру в теплом отсеке – с помощью нагревательного элемента. Диапазон значений температуры, создаваемый в градиентной установке, составлял 15–20 °С.

С целью получения равномерного горизонтального градиента температуры, уменьшения конвекционных токов и устранения вертикального градиента лотки были разделены на 10–12 отсеков неполными перегородками, образующими зигзагообразный лабиринт. Для предотвращения вертикального градиента температуры в каждом отсеке устанавливали по 2 распылителя с подачей воздуха от мощного компрессора. За счет донного расположения распылителей происходило вертикальное перемешивание воды. Это позволяло создавать плавный горизонтальный градиент температуры, составляющий 0,04–0,13 °С/см. Общая длина всех рабочих камер в двух установках различного типа (для сеголетков и годовиков, а также рыб более старшего возраста) составляла 2,4 и 4,2 м соответственно. Высота слоя воды – 14 см. Температуру измеряли с помощью ртутных термометров, электротермометров, а также дистанционных датчиков температуры, расположенных в каждой камере установки.

Эксперименты с двумя видами бычков, а также пескарем и усатым гольцом проводили в третьей термоградиентной установке – лотке Хертера с металлическим дном и стенками из прозрачного оргстекла. Опыты с пескарем и усатым гольцом были проведены также и на установке, описание которой приведено выше. Размеры третьей установки – 180 × 15 × 5 см. Горизонтальный градиент создавали посредством поддержания разных значений температуры на противоположных концах лотка (10–30 °С) с помощью терморегулирующего устройства УТП-1, нагревательного элемента мощностью 0,8 кВт и холодильного агрегата. Для устранения конвекционных токов и вертикального градиента толщина воды в лотке составляла 2 см. Продолжительность опытов составляла 6–16 суток.

Как правило, группу рыб (10 экз., у щуки – 6 экз.) помещали в отсек установки с температурой воды, равной температуре предварительной акклимации. У обоих видов бычков исследовано по 3 особи (три опыта с единичной особью, данные которых потом были объединены). Опыты, как правило, проводили в 2–3-кратной повторности, их результаты суммировали. Распределение рыб, а также избираемую ими температуру на начальном этапе выбора обычно фиксировали 8–10 раз в светлое время суток с интервалом в 1–1,5 часа. За величину ИТ принимали температуру в отсеке, в котором находилась каждая особь в момент снятия показаний. Данные за каждые сутки опыта суммировали и делили на число наблюдений (для 10 рыб число наблюдений за сутки составляло от 80 до 100), получая средние значения ИТ. Если в течение 3-х суток и более средние значения ИТ достоверно не различались, эту температуру принимали за значение ОИТ, характеризующее зону стабильного выбора [3, 9]. Рыб в опыте кормили 1–2 раза в сутки. Корм размещали в один или несколько отсеков, в которых на момент наблюдения находились рыбы.

В общей сложности было исследовано 278 экз. сеголетков, 2-, 3- и 4-летков рыб. Размеры исследованных рыб, которые не превышали 10–12 см, были ограничены размерами экспериментальных термоградиентных установок.

Данные по ОИТ представлены в виде средних значений. Поскольку методические разработки А. М. Свирского и В. Г. Терещенко [11] и анализ многолетних данных [3] показали, что ошибка определения ОИТ у группы особей в горизонтальных термоградиентных установках с учётом всех методических погрешностей составляет ± 1 °С, различия показателей, превышающие 1 °С, считались достоверными.

Результаты исследования и их обсуждение

Следует отметить тот факт, что температура акклимации всех особей соответствует летним и осенним природным условиям водоемов (14–22 °С), т. е. тем значениям температуры, которые способствуют более эффективному питанию, развитию и росту [3, 7].

Данные, полученные в результате экспериментов, приведены в таблице. Максимальные значения ОИТ отмечены у трех видов – вида-вселенца головешки-ротана, а также серебряного карася и карпа. Большинство карповых видов – уклея, лещ, плотва, а также речной окунь, вьюн и щука избирают более низкую ОИТ. Все вышеуказанные виды представлены сеголетками и годовиками. У более взрослых особей 2-х карповых видов – 3-летков пескаря и 4-летков голяна обыкновенного – уровень ОИТ существенно ниже в сравнении с таковым у теплолюбивых карповых, соответственно 20,5 и 16,8 °С. Очевидно, более младшие возрастные группы голяна и пескаря будут избирать более высокую (на несколько градусов) температуру в сравнении с взрослыми особями. Вместе с тем это свидетельствует о том, что даже в пределах одного семейства могут существовать виды, термальные ниши которых очевидно различаются.

Значения окончательно избираемой температуры у исследованных видов рыб

Семейство	Вид	Возраст	Сезон года	Температура акклимации, °С	Время выбора зоны ОИТ, сут	Значение ОИТ, °С
Карповые	Карп (сазан)	0 +	Л	18,0	3–5	28,7 ± 0,3
	Карась серебряный	0 +	Л	22,0	3–5	29,2 ± 0,2
	Лещ	0 +, 1 +	Л	18,0 ± 2,0	6–8	26,5 ± 0,2
	Плотва	0 +, 1 +	Л	18,0 ± 2,0	6–8	26,0 ± 0,2
	Уклея	0 +	О	16,0	6–8	27,2 ± 0,1
	Пескарь	2 +	Л, О	18,0	3–6	20,5 ± 0,1
	Голян обыкновенный	3 +	О	14,0	3–5	16,8 ± 0,3
Головешковые	Головешка-ротан	0 +	Л	19,0	3–5	30,0 ± 0,1
Окуновые	Речной окунь	0 +	Л	16,0	6–8	26,4 ± 0,3
Вьюновые	Вьюн	1 +	Л, О	17,0	4–7	25,0 ± 0,3
Щуковые	Щука	0 +	Л	21,0	4–8	24,3 ± 0,3
Балиториевые	Голец усатый	2 +, 3 +	Л	18,0	4–6	15,1 ± 0,2
Бычковые	Бычок-цуцик	2 +, 3 +	Л	18,0	2–6	22,4 ± 0,3
	Бычок-головач	2 +, 3 +	О	18,0	2–6	22,4 ± 1,8

Примечание. Л – лето, О – осень.

2- и 3-летки двух видов-вселенцев – бычка-цуцика и бычка-головача, а также усатого голяца избирали достаточно низкие значения ОИТ – 22,4, 22,4 и 15,1 °С соответственно. Таким образом, амплитуда полученных значений ОИТ достаточно широка и составляет 15 °С – от 15 °С у усатого голяца до 30 °С у головешки-ротана. Обращает на себя внимание высокий уровень ОИТ у головешки-ротана, соизмеримый с таковым у карпа и серебряного карася. Очевидно, столь высокий оптимальный уровень дает определенные преимущества виду-вселенцу в сравнении с обычными видами карповых, широко распространенных в водоемах Верхней Волги, лещом и плотвой, а также с речным окунем в условиях более высокой температуры в летний сезон года.

Эксперименты по термоизбиранию, проведенные с усатым голецом и пескарем на двух различных по размерам и конструктивным особенностям (наличие перегородок или их отсутствие и др.) установках, показали практически идентичные результаты. Это подтверждает ранее сделанное предположение о том, что выбор ОИТ в градиенте температуры происходит независимо от типа градиентной установки [3].

Ошибка среднего значения ОИТ не превышала 0,3 °С у всех видов, за исключением бычка-головача. Поведение рыб в градиенте температуры у разных видов несколько отличалось. Для карпа, леща, плотвы и уклеи, а также речного окуня более характерным был выбор температуры группой, в которой были все особи. В то же время головешка-ротан, пескарь, голян обыкновенный, вьюн, щука, усатый голец и оба вида бычков также избирали температуру, однако чаще это происходило или в составе группы из 1–3 особей, или индивидуально. Несмотря на разницу в поведении, время выхода на стабильный уровень ОИТ было примерно одинаковым у наиболее теплолюбивых видов – карпа, серебряного карася и головешки-ротана, а также у предпочитавших более низкую ОИТ – пескаря, голяна обыкновенного, бычка-цуцика и бычка-головача, на 2–3 сутки нахождения в градиенте температуры.

Как известно, значение ОИТ ± 2 °С, принято считать величиной термальной ниши для каждого конкретного вида рыб [12, 13]. Таким образом, термальные ниши исследованных

14-ти видов рыб из 7-ми семейств в общем диапазоне значений температуры жизнедеятельности пресноводных рыб представлены амплитудой значений от 13 до 32 °С. Обращают на себя внимание низкие ОИТ усатого гольца и обыкновенного гольяна, близкие по абсолютному значению к ОИТ у лососевых и сиговых видов рыб. Совпадение или близость термальных ниш означает возможность конкуренции рыб по крайней мере за «термальный ресурс» биотопа в водоеме. Очевидно, что как в экспериментальных, так и, особенно, в естественных условиях, при наличии или отсутствии корма и хищников, распределение и поведение рыб будет варьировать достаточно сильно [3, 12, 14, 15]. Тем не менее полученные значения ОИТ у различных видов рыб могут быть использованы в качестве исходных величин, характеризующих или оптимальные, или близкие к оптимальным температурные условия жизнедеятельности.

Заключение

Таким образом, в ходе исследований определены значения ОИТ у 14-ти видов рыб из 7-ми семейств в летне-осенний период при исходной температуре акклимации рыб от 14 до 22 °С. Минимальное значение ОИТ выявлено у 3-4-летков усатого гольца – 15,1 °С, максимальное – у сеголетков головешки-ротана – 30,0 °С. Близкие значения ОИТ показаны для серебряного карася – 29,2 °С и карпа – 28,7 °С. Установлены показатели ОИТ у трех видов-вселенцев: головешки-ротана – 30,0 °С, а также у двух видов бычков – головача и цуцика – 22,4 °С. Рассмотрены особенности терморегуляционного поведения молоди и более взрослых рыб в условиях температурного градиента среды. Полученные данные могут быть использованы в качестве величин, характеризующих оптимальные или близкие к оптимальным температурные условия жизнедеятельности рыб различных возрастных групп.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алабастр Дж. Критерии качества воды для пресноводных рыб / Дж. Алабастр, Р. Ллойд. М.: Легкая и пищ. пром-сть, 1984. 344 с.
2. Шмидт-Ниельсен К. Физиология животных. Приспособление и среда / К. Шмидт-Ниельсен. Кн. 1. М.: Мир, 1982. 416 с.
3. Голованов В. К. Эколого-физиологические закономерности распределения и поведения пресноводных рыб в термоградиентных условиях / В. К. Голованов // Вопр. ихтиологии. 2013. Т. 53, № 3. С. 286–314.
4. Golovanov V. K. The ecological and evolutionary aspects of thermoregulation behavior of fish / V. K. Golovanov // J. Ichthyology. 2006. Vol. 46, suppl. 2. P. S180–S187.
5. Jobling M. Temperature tolerance and the final preferendum – rapid methods for the assessment of optimum growth temperature / M. Jobling // J. Fish. Biol. 1981. Vol. 19, N 4. P. 439–455.
6. Вербицкий В. Б. Температурный оптимум, термопреферendum и термотолерантность пресноводных ракообразных (Cladocera, Isopoda, Amphipoda) / В. Б. Вербицкий: автореф. дис. ... д-ра биол. наук. Борок, 2012. 48 с.
7. Голованов В. К. Температурные требования рыб Рыбинского водохранилища и их реализация в естественных условиях / В. К. Голованов, А. М. Свирский, Е. И. Извеков // Современное состояние рыбных запасов Рыбинского водохранилища. Ярославль: ЯрГТУ, 1997. С. 92–116.
8. Cherry D. S. Biological monitoring. Part V. Preference and avoidance studies / D. S. Cherry, J. Jr. Cairns // Water Res. 1982. Vol. 16, N 3. P. 263–301.
9. Голованов В. К. Сравнительный анализ окончательной и верхней летальной температуры у молоди некоторых видов пресноводных рыб / В. К. Голованов, А. К. Смирнов, Д. С. Капшай // Тр. Карел. НЦ РАН. Сер.: Эксперим. биология. 2012. № 2. С. 70–75.
10. Ивлев В. С. Методы определения избираемой температуры // Руководство по методике исследований физиологии рыб / В. С. Ивлев В. С. М.: Изд-во АН СССР, 1962. С. 344–353.
11. Свирский А. М. Точность определения температуры, избираемой рыбами в установке с горизонтальным термоградиентом / А. М. Свирский, В. Г. Терещенко // Биол. внутр. вод. Информ. бюл. Л., 1992. № 92. С. 85–88.
12. Magnuson J. J. Temperature as an ecological resource / J. J. Magnuson, L. B. Crowder, P. A. / Thermoregulation in ectotherms. Symp. Richmond. 1978 // Amer. Zool. 1979. Vol. 19, N 1. P. 331–343.
13. Reynolds W. W. Behavioral thermoregulation and the "final preferendum" paradigm / W. W. Reynolds, M. E. Casterlin / Thermoregulation in ectotherms. Symp. Richmond. 1978 // Amer. Zool. 1979. Vol. 19, N 1. P. 211–224.
14. Смирнов А. К. Распределение речного окуня *Perca fluviatilis* L. в термоградиентных условиях зависимости от местоположения корма / А. К. Смирнов, В. К. Голованов // Вопр. рыболовства. 2011. Т. 12, № 4 (48). С. 730–740.

15. Голованов В. К. Влияние продолжительных периодов голодания на термоизбирание у молоди леща в различные сезоны года / В. К. Голованов, М. И. Базаров // Вестн. Астрахан. гос. техн. ун-та. Сер.: Рыбное хозяйство. 2012. № 2. С. 28–32.

REFERENCES

1. Alabaster Dzh., Lloid R. *Kriterii kachestva vody dlia presnovodnykh ryb* [Criteria of water quality for freshwater fish]. Moscow, Legkaia i pishchevaia promyshlennost' Publ., 1984. 344 p.
2. Schmidt-Niel'sen K. *Fiziologiya zhivotnykh. Prispособlenie i sreda* [Physiology of fish. Adaptation and environment]. Kn. 1. Moscow, Mir, 1982. 416 p.
3. Golovanov V. K. *Ekologo-fiziologicheskie zakonomernosti raspredeleniia i povedeniia presnovodnykh ryb v termogradientnykh usloviakh* [Ecological and physiological peculiarities of distribution and behavior of freshwater fish in thermal gradient conditions]. *Voprosy ikhtiologii*, 2013, vol. 53, no. 3, pp. 286–314.
4. Golovanov V. K. The ecological and evolutionary aspects of thermoregulation behavior of fish. *J. Ichthyology*, 2006, vol. 46, suppl. 2, pp. S180–S187.
5. Jobling M. Temperature tolerance and the final preferendum – rapid methods for the assessment of optimum growth temperature. *J. Fish. Biol.*, 1981, vol. 19, no. 4, pp. 439–455.
6. Verbitskii V. B. *Temperaturnyi optimum, termopreferendum i termotolerantnost' presnovodnykh rakobraznykh (Cladocera, Isopoda, Amphipoda)*. Avtoreferat diss. dokt. biol. nauk [Temperature optimum, thermopreferendum and thermal tolerance of freshwater Crustacean (Cladocera, Isopoda, Amphipoda). Abstract of dis. doc. biol.]. Borok, 2012. 48 p.
7. Golovanov V. K., Svirskii A. M., Izvekov E. I. *Temperaturnye trebovaniia ryb Rybinskogo vodokhranilishcha i ikh realizatsiia v estestvennykh usloviakh* [Temperature requirements for fish of Rybinsk water reservoir and their realization in natural conditions]. *Sovremennoe sostoianie rybnnykh zasposov Rybinskogo vodokhranilishcha*. Yaroslavl, IarGTU, 1997, pp. 92–116.
8. Cherry D. S., Cairns J. Jr. Biological monitoring. Part V. Preference and avoidance studies. *Water Res.*, 1982, vol. 16, no. 3, pp. 263–301.
9. Golovanov V. K., Smirnov A. K., Kapshai D. S. *Sravnitel'nyi analiz okonchatel'no izbiraemoi i verknei letal'noi temperatury u molodi nekotorykh vidov presnovodnykh ryb* [Comparative analysis of finally selected and high lethal temperature of juvenile of some species of freshwater fish]. *Trudy Karel'skogo nauchnogo tsentra Rossiiskoi akademii nauk. Seriya: Eksperimental'naiia biologiya*, 2012, no. 2, pp. 70–75.
10. Ivlev V. S. *Metody opredeleniia izbiraemoi temperatury* [Methods of determination of preference temperature]. *Rukovodstvo po metodike issledovaniia fiziologii ryb*. Moscow, Izd-vo AN SSSR, 1962, pp. 344–353.
11. Svirskii A. M., Tereshchenko V. G. *Tochnost' opredeleniia temperatury, izbiraemoi rybami v ustanovke s gorizontalmym termogradientom* [Accuracy of determination of temperature, chosen by fish in installations with horizontal thermal gradients]. *Biologiya vnutrennikh vod. Informatsionnyi biulleten'*. Leningrad, 1992, no. 92, pp. 85–88.
12. Magnuson J. J., Crowder L. B., Medvick P. A. Temperature as an ecological resource. Thermoregulation in ectotherms. Symp. Richmond. 1978. *Amer. Zool.*, 1979, vol. 19, no. 1, pp. 331–343.
13. Reynolds W. W., Casterlin M. E. Behavioral thermoregulation and the "final preferendum" paradigm. Thermoregulation in ectotherms. Symp. Richmond. 1978. *Amer. Zool.*, 1979, vol. 19, no. 1, pp. 211–224.
14. Smirnov A. K., Golovanov V. K. *Raspredelenie rechnogo okunia Perca fluviatilis L. v termogradientnykh usloviakh v zavisimosti ot mestopolozheniia korma* [Distribution of river perch *Perca fluviatilis* L. in thermal gradient conditions depending on the location of feed]. *Voprosy rybolovstva*, 2011, vol. 12, no. 4 (48), pp. 730–740.
15. Golovanov V. K., Bazarov M. I. *Vliianie prodolzhitel'nykh periodov golodaniia na termoizbiranie u molodi leshcha v razlichnye sezony goda* [Influence of long periods of hunger on thermal preference of carp juvenile during different seasons of the year]. *Vestnik Astrakhanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Seriya: Rybnoe khoziaistvo*, 2012, no. 2, pp. 28–32.

Статья поступила в редакцию 30.08.2013

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Голованов Владимир Константинович – Институт биологии внутренних вод им. И. Д. Папанина Российской академии наук, пос. Борок, Ярославская обл.; г-р биол. наук, старший научный сотрудник; ведущий научный сотрудник лаборатории экологии рыб; vkgolovan@mail.ru.

Golovanov Vladimir Konstantinovich – I. D. Papanin Institute of Biology of Inland Waters, Russian Academy of Sciences, Borok, Yaroslavl region; Doctor of Biology, Senior Research Scientist; Principal Research Scientist of the Laboratory of Fish Ecology; vkgolovan@mail.ru.

Вербицкий Владимир Борисович – Институт биологии внутренних вод им. И. Д. Папанина Российской академии наук, пос. Борок, Ярославская обл.; г-р биол. наук, доцент; зав. лабораторией экспериментальной экологии; verb@ibiwl.yaroslavl.ru.

Verbitsky Vladimir Borisovich – I. D. Papanin Institute of Biology of Inland Waters, Russian Academy of Sciences, Borok, Yaroslavl region; Doctor of Biology, Assistant Professor; Head of the Laboratory of Experimental Ecology; verb@ibiwl.yaroslavl.ru.

Капшай Дмитрий Сергеевич – Институт биологии внутренних вод им. И. Д. Папанина Российской академии наук, пос. Борок, Ярославская обл.; лаборатория экологии рыб, аспирант; kapsh@ibiw.yaroslavl.ru.

Kapshay Dmitriy Sergeevich – I. D. Papanin Institute of Biology of Inland Waters, Russian Academy of Sciences, Borok, Yaroslavl region; Laboratory of Fish Ecology, Postgraduate Student; kapsh@ibiw.yaroslavl.ru.

Маврин Александр Сергеевич – Институт биологии внутренних вод им. И. Д. Папанина Российской академии наук, пос. Борок, Ярославская обл.; научный сотрудник лаборатории экспериментальной экологии; mavr_as@mail.ru.

Mavrin Alexander Sergeevich – I. D. Papanin Institute of Biology of Inland Waters, Russian Academy of Sciences, Borok, Yaroslavl region; Research Scientist of the Laboratory of Experimental Ecology; mavr_as@mail.ru.

Власова Инна Андреевна – Центр лабораторного анализа и технических измерений по Енисейскому региону, Красноярск; канд. биол. наук; зам. начальника отдела организационно-методического и метрологического обеспечения; vlasovaia@inbox.ru.

Vlasova Inna Andreevna – The Center of the Laboratory Analysis and Technical Measurements for the Yenisei region, Krasnoyarsk; Candidate of Biology; Deputy of the Head of the Department of Organizational Methodical and Metrological Service; vlasovaia@inbox.ru.