period of observation. At the shallower place various species prevailed, among which were *Tridonta borealis-Alitta virens* in 1984–1985, *Styela rustica-Alitta virens* in 2002, *Serripes groenlandicus-Alitta virens in* 2006–2007.

We have revealed three groups of closely associated taxa, which had relatively similar vertical distribution: (1) shallow zone species (6–7 m depth) – *Alitta virens, Serripes groenlandicus* and *Tridonta borealis*; (2) species, which were abundant at depth of more than 10 m (deep water zone) – *Macoma calcarea, Myriochele oculata, Arctica islandica* and *Ophiura robusta*; 3 – species occupying central part of the plot under discussion with maximal abundance at the depth of 8–10 m – *Hiatella arctica, Mya arenaria, Crenella decussata* and *Ciliatocardium ciliatum*. Granulometrical composition impact has appeared to be statistically significant for both shallow-water and deep-water species distribution. It was responsible for 68–97% of these species abundance variation. At the present state of investigation no any impact of biotic relations was found though some correlation was shown to take place among separate taxa abundance inside the investigated plot.

ТЕМПЕРАТУРНЫЕ КРИТЕРИИ ДЛЯ ПРЕСНОВОДНЫХ РЫБ СЕВЕРО-ЗАПАДА РОССИИ

В.К. Голованов
Учреждение Российской академии наук Институт биологии внутренних вод
им. И.Д. Папанина РАН, п. Борок, Ярославская обл., Россия
e-mail: golovan@ibiw.yaroslavl.ru

При постановке вопроса о рациональном использовании биологических ресурсов пресноводных и морских водоемов неизменно приходится сталкиваться с тем, какие факторы внешней среды способствуют, а какие препятствуют их сохранению и приумножению. Как антропогенные, которым уделяется в последнее время огромное внимание, так и естественные факторы в ряде случаев могут играть и положительную, и отрицательную роль. Один из наиважнейших естественных факторов – температура окружающей среды. «Температурное пространство», или определенный объем водных масс с физиологически оптимальными для гидробионтов температурами в условиях конкретного водоема или отдельного биотопа не остается неизменным в процессе жизненного цикла животных, у рыб разных возрастов, а также в различные сезоны года (Вирбицкас, 1988; Голованов и др., 1997, 2005; Magnuson, 1979).

Весь возможный температурный диапазон жизнедеятельности для рыб, обитающих в северо-западных водоемах России – от 0°С и возможно минусовых значений температуры воды в морях до 43–44°С – достаточно широк. Однако представители разных семейств используют, как правило, не весь диапазон, а только определенные его части. Аналогично тому, как популяции одного и того же вида обитают на юге, севере или (оптимально) в центре своего ареала, так и особи в водоеме могут существовать или вблизи нижних границ жизнедеятельности, или вблизи возможных верхних сублетальных областей температур. Наконец, возможно успешное обитание в той подобласти температур, которая наиболее оптимальна для нереста, а также последующего развития, питания, роста и воспроизводства.

Цель настоящей работы – формулировка определенных температурных «правил», согласно которым, возможно, происходит успешное функционирование как отдельной особи, так и вида в целом в динамичных температурных условиях внешней среды. В принципе, для каждого вида может быть определен конкретный, наиболее эффективный, температурный «сценарий» прохождения сезонных жизненных циклов. Иначе говоря, существуют четкие температурные критерии, характеризующие определенные периоды развития рыб в разные сезоны года в зависимости от тех условий, которые могут быть предложены популяциям естественной средой (Алабастер, Ллойд, 1984; Голованов, 2007, 2008).

Для анализа использованы отдельные представители видов рыб из пяти водоемов Северо-Запада России, различающихся по географическому положению, размерам, статусу и термическому режиму. Среди них – Рыбинское водохранилище (как одно из водохранилищ Верхней Волги), Белое озеро, Ладожское озеро, Онежское озеро, а также Белое море.

Аборигенная ихтиофауна водоемов всей Европейской части России насчитывает 117 видов (Атлас…, 2002). После целенаправленных интродукций, а также в результате саморасселения она

пополнилась 17 новыми видами, ее состав в настоящее время насчитывает 134 вида (Кудерский, 2005). Вместе с тем, в бассейнах крупных рек и морей северо-запада России общее количество видов сравнительно невелико. Так, например, в бассейне Верхней Волги в конце прошлого века отмечено присутствие 69 видов рыб и рыбообразных, относящихся к 23 семействам, в том числе среди них: карпообразных – 36, окунеобразных – 9 и лососеобразных – 8 видов (Экологические…, 2001). Непосредственно в **Рыбинском водохранилище**, а также в его притоках обитает 38 видов рыб (Терещенко, Стрельников, 1997), преимущественно карповых – 20 видов, окуневых – 4 вида, вьюновых – 3 вида. Обращает на себя внимание тот факт, что присутствуют такие холодолюбивые виды как налим, корюшка (численность которой существенно сократилась), ряпушка, пелядь, а также ряд видов-вселенцев, в том числе каспийская тюлька.

В **Белом озер**е количество видов несколько меньше. По материалам Н.В. Болотовой и А.Ф. Коновалова (2002), в озере обитают от 20 до 24 видов, преимущественно карповых – 12 видов и окуневых – 4 вида. Из холодолюбивых видов присутствуют налим, ряпушка и корюшка.

Ладожское озеро населяют 43 вида рыб, больше чем в Белом или Онежском (36) озерах. По данным Л.А. Кудерского и А.С. Печникова (2002), среди этих видов 18 – карповых, 3 окуневых и 3 вьюновых. Кроме холодолюбивых видов – налима, корюшки и ряпушки, следует отметить присутствие 3 видов лососевых – озерного лосося, форели озерной и палии, а также сига (7 форм). Показано также наличие 2 видов миног, угря, 2 видов колюшек и 2 – подкаменщиков.

Онежское озеро. Из 36 видов, обитающих в озере, 10–12 видов – карповые, 3 – окуневые. Как и в Ладожском озере, распространены холодолюбивые виды: 3 вида лососевых – форель, озерный лосось и палия, разные формы сигов и ряпушка, налим, корюшка (Кудерский, 2009; Кудерский, Печников, 2002).

По данным С.М. Калюжина (2003), в бассейне **Белого моря** известно всего 68 видов из 29 семейств, в том числе карповых – 7, а окуневых – 2. В отличие от предыдущих водоемов, число видов сравнительно больше. Отмечено 5 видов лососевых – семга, кумжа, голец, нельма и горбуша; 3 вида сиговых – беломорская ряпушка, омуль и ледовитоморский сиг; 2 вида корюшковых – беломорская корюшка и мойва; 5 видов тресковых, 2 – колюшковых, 4 бельдюговых вида и др. Присутствует и атлантическая сельдь.

Отобранные для анализа 11 видов – карась, лещ, плотва, окунь, щука, сельдь, корюшка, атлантический лосось, форель, налим и атлантическая треска, представляющие 7 семейств теплолюбивых и холодолюбивых рыб, в основном, обитают практически во всех указанных выше водоемах. Исключение составляют, естественно, 3 вида – сельдь, семга и атлантическая треска (табл.).

Температурные характеристики у различных рыб в начале онтогенеза.

Вид рыб	Нерестовая т-ра, °С	Оптимум эмбриогенеза, °С	Оптимум роста, °С	Конечные избираемые температуры, °С
Карась	14–22.5	17–22.0	28–30.0	27–29.0
Лещ	13–20.0	10–20.0	< 28.0	27.0
Плотва	10–20.0	11–22.0	< 28.0	23–26.0
Окунь	4–17.0	12–18.0	26.0	25–26.0
Щука	7.5–14.0	7–15.0	19–26.0	22–26.0
Сельдь	0–9.0	3–15.0	≈ 3–15.0	25.0?
Корюшка	5–12.0	3.5–13.0	≈ 3.5–13.0	12–13.0
Атл. лосось	0–8.0	3–12.0	12–18.0	14–18.0
Форель	3–8.0	5–10.0	16–17.0	13–17.0
Налим	0–2.0	0.3–1.0	≈ 0.3–1.0	21.0?
Атл. треска	0.5–8.0	4–8.0	≈ 4–8.0	5–8.0

Примечание. Составлено на основе данных, приведенных в следующих источниках: Алабастер, Ллойд, 1984; Атлантический лосось…, 1998; Баклашова, 1980; Белое море…, 1995; Веселов, Калюжин, 2001; Голованов и др., 1997; Голованов, Валтонен, 2000; Калюжин, 2003; Татьянкин, 1974; Jobling, 1981. Данные со знаком ≈ – примерные. Данные со знаком ? – единичные и нуждаются в уточнении.

Рассматривая таблицу данных, можно сделать следующие выводы.

Интервал температур нереста и эмбриогенеза или совпадает, или эмбриогенез протекает при температурах несколько выше нерестовых. Оптимум роста у сеголетков и годовиков указанных видов рыб или соответствует температурам эмбриогенеза, или, как правило, несколько выше. В то же время, конечные избираемые температуры, как показатель эколого-физиологического оптимума (Golovanov, 2006; Jobling, 1981), чаще совпадают с оптимальными температурами роста и, очевидно, питания рыб. Представленные данные, безусловно, требуют уточнения и последующей детализации.

Таким образом, в процессе онтогенеза и развития на ранних этапах и периодах (эмбриональный и мальковый), очевидно, заложена «программа» особи развиваться с постепенным повышением температуры окружающей среды. Ранее было показано, что максимально возможная температурная устойчивость, так же, как и оптимальные температуры роста в онтогенезе рыб приходятся на возраст – сеголетки и годовики (Голованов, 1996; Голованов, Валтонен, 2000; Golovanov, 2006). Правильность данного положения подтверждается и тем фактом, что в случае сравнительно длительного (1–2 недели) понижения температур после выклева (вопреки благоприятной динамике их повышения) выживаемость молоди рыб резко падает, а последующая урожайность поколения ослабевает (Голованов и др., 1997).

Вторым своеобразным температурным правилом можно считать тот факт, что оптимальные температуры роста, развития и питания у взрослых особей – неполовозрелых и, в особенности, нерестующих производителей – как правило, несколько ниже в сравнении с оптимальными температурами роста, развития и питания сеголетков и годовиков (Алабастер, Ллойд, 1984; Golovanov, 2006; Jobling, 1981). Наиболее простым способом определить различие возможно с использованием такого показателя, как термопреферендум рыб. Данные, характеризующие конечные избираемые температуры молоди рыб Рыбинского водохранилища, а также ряда других холодолюбивых видов и некоторых видов-вселенцев приведены нами в материалах настоящей конференции (Капшай, Голованов, 2009). Конечный термопреферендум взрослых особей у многих видов всегда сравнительно ниже, чем у молоди (Голованов, 1996; Голованов и др., 1997; Reynolds, Casterlin, 1979). Эта разница или относительно невелика (несколько градусов) у более холодолюбивых рыб (корюшка, налим, треска, форель и лосось), или достигает разницы в 5–6°С у ряда теплолюбивых рыб, а иногда даже 10–12°С, как это было показано для леща Рыбинского водохранилища.

В процессах роста, нагула и воспроизводства рыб, при формировании очередных поколений, роль температурного фактора часто является определяющей. Такая взаимосвязь характерна как для морских, так и для естественных пресноводных водоемов. Например, А.И.Баканов с соавторами (1987), при анализе уровней развития кормовой базы и роста 4–10-леток леща в 35-ти водохранилищах России и стран СНГ (в том числе Рыбинском), полагают, что рост водных организмов на 70–80% определяется температурным и трофическим факторами, при этом корреляция с температурой более высока. Такие корреляции известны и для других видов рыб.

Не отрицая вклада трофического и других факторов, подчеркнем значимость двух моментов. Первый – роль общей суммы тепла, «получаемой» за период нагула в каждый год жизни, в особенности, сеголетками и годовиками рыб. По А.Ф. Карпевич (1992), биологическая потенция рыб тесно увязана с местом популяции в ареале данного вида, а также с термическим режимом региона. Второй – значение «места» на температурной шкале жизнедеятельности, в котором протекают основные фазы сезонного жизненного цикла рыб, а также времени, в течение которого это происходит.

Третье своеобразное температурное правило – по возможности, существовать как можно ближе к эколого-физиологическому оптимуму более продолжительный промежуток времени. Здесь следует отметить, что само понятие оптимума жизнедеятельности (его стабильность, астатичность, множественность на температурной шкале жизни, динамичность и статичность, эффект последействия и др.), как и пессимума, продолжает дискуссироваться (Вербицкий, 2008; Константинов и др., 1991; Golovanov, 2006). Тем не менее, для теплолюбивых леща и окуня в онтогенезе, а также в разные сезоны года показаны 4 уровня возможного оптимума, соответствующие условно зиме, весне-лету и зиме (Golovanov, 2006; Свирский, Голованов, 1997). Аналогичные уровни в интервале от 0 до 20°С возможны и у холодолюбивых видов рыб (лосось, корюшка и др.). Не исключено, что такие области температур могут быть использованы в качестве оптимальных диапазонов роста и питания также и при суточных вертикальных миграциях рыб (Brett, 1971)

Логическим подтверждением существования более значимых для существования рыб температурных зон является четкая корреляция между численностью отдельных поколений и температурными условиями среды, наблюдаемая лишь при температурах выше определенного уровня, составляющего 14°С для ряда карповых и окуневых видов (Голованов и др., 1997).

Линия температурных критериев, приведенная в таблице – нерестовые температуры, оптимальные температуры эмбриогенеза, оптимальные температуры роста и питания, конечные избираемые температуры рыб – может быть продолжена применительно к молоди, неполовозрелым и половозрелым особям, а также для различных периодов сезонных жизненных циклов (летом, осенью, зимой и весной). Такие критерии для модельных видов – тепло- и холодолюбивых рыб – служат основой для разработки стратегии и тактики использования рыбных ресурсов северо-западных регионов России. Большой интерес представляет и получение принципиально новых данных по температурным критериям видов-вселенцев, в настоящее время они практически отсутствуют. В качестве еще одного важного критерия широко применяются верхние и нижние летальные температуры молоди и взрослых рыб, характеризующие верхние и нижние границы их жизнедеятельности. Они выявляют так называемые полигоны термоустойчивости, животных, по которым количественно оценивают степень эври- и стенотермности рыб.

Два показателя – конечные избираемые температуры (КИТ) и верхние летальные температуры (ВЛТ) рыб с учетом общей амплитуды температурного диапазона их жизнедеятельности стали ранее основой классификации рыб по их отношению к температурному фактору среды (Голованов, 2008). Для видов, обитающих в пресноводных водоемах северо-запада России, было выделено несколько групп. 1 – наиболее эвритермные, теплолюбивые (например, карась). 2 – эвритермные, теплолюбивые (например, лещ, плотва и окунь). 3 – умеренно эвритермные теплолюбивые (например, щука и осетр). 4 – стенотермные, холодолюбивые (например, семга, корюшка и налим). Исходя из показателей таблицы, в настоящее время затруднительно отнести сельдь к определенной группе ввиду недостатка данных. В то же время, атлантическую треску можно охарактеризовать как представителя 5 группы – наиболее стенотермных, холодолюбивых рыб.

Разработка температурных критериев жизнедеятельности рыб и классификация их по отношению к температуре среды вносят весомый вклад в оценку поведения и распределения рыб, прогноз урожайности поколений и динамики численности у разных видов, анализ долгосрочных изменений ихтиофауны водоемов, а также в решение многие других вопросов применительно к проблеме биологических ресурсов.

Работа выполнена в рамках Программы ОБН РАН «Биологические ресурсы России».

Литература

Алабастер Дж., Ллойд Р. 1984.Критерии качества воды для пресноводных рыб // М.: Легкая и пищевая промышленность. 344 с.

Атлантический лосось. 1998. СПб.: Наука. 575 с.

Атлас пресноводных рыб России. В 2 т. М.: Наука, 2002. Том 1. 379 с. Том 2. 253 с.

Баканов А.И., Кияшко В.И., Сметанин М.М., Стрельников А.С. 1987. Уровень развития кормовой базы и рост рыб // Вопр. ихтиол. Т.27. Вып.1. С. 609–617.

Баклашова Т.А. Ихтиология. 1980. М.: Пищевая пром-сть. 324 с.

Белое море. Биологические ресурсы и проблемы их рационального использования. Ч. II. 1995. / В серии: Исследование фауны морей. Вып. 42(50). СПб. 250 с.

Болотова Н.Ф., Коновалов А.Ф. 2002. Гл. 6. Рыбное население Шекснинского водохранилища // Современное состояние экосистемы Шекснинского водохранилища. Ярославль: Изд-во ЯГТУ. С. 211–279.

Вербицкий В.Б. 2008. Понятие экологического оптимума и его определение у пресноводных пойкилотермных животных // Ж. общ. биол. Т. 69. № 1. С. 44–56.

Веселов А.Е., Калюжин С.М. 2001. Экология, поведение и распределение атлантического лосося. Петрозаводск: Карелия. 160 с.

Вирбицкас Ю.Б. 1988. Структура и динамика популяции и рыбного населения пресноводных водоемов под влиянием теплового воздействия. Автореф. дис., д.б.н. Москва. 48 с.

Голованов В.К. 1996. Эколого-физиологические аспекты терморегуляционного поведения пресноводных рыб // Поведение и распределение рыб. Докл. 2-го Всерос. совещ. «Поведение рыб». Борок. С. 16–40.

Голованов В.К. 2007. Оценка температурного оптимума и температурных границ жизнедеятельности у пресноводных рыб // Рациональное использование пресноводных экосистем – перспективное направление реализации национального проекта «Развитие АПК» (2007, Москва). Международная научно-практическая конференция, 17–19 декабря 2007 г. Материалы и доклады / ГНУ ВНИИР Россельхозакадемии. М.: Изд-во Россельхозакадемии. С. 112–116.

Голованов В.К. 2008. Температурные требования пресноводных рыб в водоемах Северо-Запада России // Организмы, популяции, экосистемы: проблемы и пути сохранения разнообразия. Материалы Всероссийской конференции с международным участием «Водные и наземные экосистемы: проблемы и перспективы исследований» (Вологда, Россия, 24–28 ноября 2008 г.). Вологда. С. 25–28.

Голованов В.К., Валтонен Т. 2000. Изменчивость термоадаптационных свойств радужной форели *Oncorchynchus mykiss* Walbaum в онтогенезе // Биол. внутр. вод. № 2. С 106–115.

Голованов В.К., Смирнов А.К., Болдаков А.М. 2005. Воздействие термального загрязнения водохранилищ Верхней Волги на рыбное население: современное состояние и перспективы // Актуальные проблемы рационального использования биологических ресурсов водохранилищ. Рыбинск: Изд-во ОАО «Рыбинский Дом печати». С. 59–81.

Голованов В.К., Свирский А.М, Извеков Е.И. 1997. Температурные требования рыб Рыбинского водохранилища и их реализация в естественных условиях // Современное состояние рыбных запасов Рыбинского водохранилища. Ярославль: ЯрГТУ. С. 92–116.

Калюжин С.М. 2003. Атлантический лосось Белого моря. Проблемы воспроизводства и эксплуатации. Петрозаводск: «Петро-Пресс». 264 с.

Капшай Д.С., Голованов В.К. 2009. Термопреферендум молоди карповых и окуневых видов рыб Верхней Волги // Материалы XXVIII Международн. конф. «Биологические ресурсы Белого моря и внутренних водоемов Европейского Севера». Петрозаводск.

Карпевич А.Ф. 1992. Биопотенция и теплоемкость рыб // VIII Научн. конф. экол. физиол. и биохим. рыб. Петрозаводск. Т.1. С.135–136.

Константинов А.С., Зданович В.В., Шолохов А.М. 1991. Астатичность температурных условий как фактор оптимизации роста, энергетики и физиологического состояния молоди рыб // Вестн. Московск. ун-та. Сер. 16. Биол. № 2. С. 38–44.

Кудерский Л.А. 2005. Изменения рыбного населения водоемов Европейской части России в XX столетии // Чужеродные виды в Голарктике (Борок-2). II Междун. Симп. Борок, 27 сентября – 1 октября 2005 г. С. 156–157.

Кудерский Л.А. 2009. Изменение состояния рыбного населения Онежского озера с 60-х годов XIX столетия по 2000-й год // Материалы XXVIII Международн. конф. «Биологические ресурсы Белого моря и внутренних водоемов Европейского Севера». Петрозаводск.

Кудерский Л.А., Печников А.С. 2002. 7.6. Динамика рыбного населения озера // Ладожское озеро – прошлое, настоящее, будущее / Биологические сообщества как индикаторы состояния Ладожского озера. СПб: Наука. С. 224–237.

Свирский А.М., Голованов В.К. 1999. Изменчивость терморегуляционного поведения рыб и ее возможные причины // Усп. соврем. биол. Т. 119. № 3. С. 259–264.

Татьянкин Ю.В. 1972. Распределение молоди трески *Gadus morphua* morphua L., сайды *Pollachius virens* L. и пикши *Melanogrammus aeglefinus* L. в термоградиентных условиях // Вопр. ихтиол. Т. 12. Вып. 6. С. 1104–1113.

Терещенко В.Г., Стрельников А.С. 1997. Многолетние изменения в структуре рыбного населения Рыбинского водохранилища // Современное состояние рыбных запасов Рыбинского водохранилища. Ярославль: ЯрГТУ. С. 21–37.

Экологические проблемы Верхней Волги. 2001. Коллективная монография. Ярославль: Изд-во ЯГТУ. 427 с.

Brett J.R. 1971. Energetic responses of salmon to temperature. A study of some thermal relations in the physiology and freshwater ecology of sockey salmon (*Oncorhynchus nerka*) // Amer. Zool. V. 1. № 11. P. 99–113.

Golovanov V.K. 2006. The ecological and evolutionary aspects of thermoregulation behavior of fish // Journal of Ichthyology. Vol. 46. Suppl. 2. P. S180–S187.

Jobling M. 1981. Temperature tolerance and the final preferendum – rapid methods for the assessment of optimum growth temperature // J. Fish. Biol. Vol. 19. № 4. P. 439–455.

Magnuson J.J., Crowder L.B., Medvick P.A. 1979. Temperature as an ecological resource // Amer. Zool. Vol.19. № 1. P. 331–343.

Reynolds W.W., Casterlin M.E. 1979. Behavioral thermoregulation and the «final preferendum» paradigm // Amer. Zool. V. 19. № 1. P. 211–224.

TEMPERATURE CRITERIA FOR FRESHWATER FISHES OF NORTH-WEST RUSSIA

V.K. Golovanov
Papanin Institute for Biology of Inland Waters RAS, Borok, Yaroslavl reg., Russia
e-mail: golovan@ibiw.yaroslavl.ru

For every specie of fishes most effective temperature «script» of passage for seasonal life cycles can be picked up. In the analysis 11 species of fishes from five water-bodies of North-West of Russia are used. Among water-bodies – Rybinsk reservoir, White lake, Ladoga lake, Onega lake, and also White sea. Certain temperature «rules» are formulated, according to which there is a successful functioning of fishes in dynamical temperature conditions of external environment. In process ontogenesis and development at early stages and periods «programme» of individual is incorporated to develop with gradual increase of temperature of an environment. The optimum temperatures of growth, development and feeding at the

adult особей – immature and mature usually are lower in comparison with fingerlings and yearlings. The third original temperature rule – whenever possible to exist as longer interval of time is possible closer to an ecological-physiological optimum. Two parameters – final preferred temperatures and upper lethal temperatures of fishes in view of general amplitude of a temperature range of their ability to live have allowed quantitatively classifying fishes on groups cold- and warm water under their relation to the temperature factor of environment.

ГИДРОЛИЗ УГЛЕВОДОВ У РЫБ С РАЗЛИЧНЫМ НАКОПЛЕНИЕМ РТУТИ В ОРГАНИЗМЕ

И.Л. Голованова
Учреждение Российской академии наук Институт биологии внутренних вод
им. И.Д. Папанина РАН, п. Борок, Ярославская обл., Россия
e-mail: golovan@ibiw.yaroslavl.ru

В настоящее время практически все водоемы загрязнены тяжелыми металлами, среди которых ртуть по уровню токсического влияния на физиолого-биохимический статус гидробионтов занимает ведущее место. Поступая в организм рыб преимущественно алиментарным путем, она аккумулируется в различных тканях и органах в количествах, значительно превышающих ее концентрацию в воде. Распределение ртути по органам и тканям часто имеет следующий порядок: мышцы > печень > кишечник > селезенка > мозг > гонады, что объясняется повышенным содержанием в мышцах функциональных групп белков (–SH, –COOH), к которым ртуть обладает высоким сродством. Содержание ртути в мышцах рыб из незагрязненных участков Рыбинского водохранилища не превышает предельно допустимого уровня в пресноводной пищевой рыбе – 0.3–0.6 мг/кг, в других водоемах России достигает 3.1 мг/кг (Комов и др., 2004). Уровни такого порядка негативно влияют на ряд жизненно важных функций у рыб и потребляющих их животных, а после гибели рыб ртуть, накопленная в их органах и тканях, представляет угрозу и для организмов, питающихся продуктами разложения этой рыбы.

Результаты изучения биохимического статуса рыб с повышенным содержанием ртути в мышцах свидетельствуют об изменениях белкового, липидного и углеводного обмена (Немова, 2005). Ртуть вызывает некротические изменения в клетках слизистой оболочки пищеварительного тракта рыб, снижая скорость гидролиза пищевых субстратов и транспорта нутриентов во внутреннюю среду организма (Sastry, Rao, 1982; Sastry et al., 1982). В большинстве работ по изучению влияния ртути на активность пищеварительных ферментов используются неорганические соединения металла. При этом хорошо известно, что в условиях естественных водоемов ртуть подвергается бактериальному метилированию с образованием более токсичных ртутьорганических соединений, а низкие значения pH воды способствуют ускорению этого процесса. Органические соединения ртути, в частности ее метилированная форма (метилртуть), обладающая липофильными свойствами и легко преодолевающая биологические мембраны, быстрее проникают и медленнее выводятся из организма, что приводит к их более эффективному накоплению по водной трофической цепи. Так, содержание метилртути достигает 10–30% общего содержания ртути у растений, 20–80% у беспозвоночных и 80–99% в тканях пресноводных рыб. Однако изучения влияния метилртуть на пищеварительные ферменты и эффективность гидролиза углеводов у рыб до последнего времени не проводилось.

Цель работы состояла в изучении долговременного влияния ртути на активность пищеварительных карбогидраз и кинетические характеристики гидролиза углеводов в кишечнике рыб с различным накоплением ртути в мышечной ткани.

В работе исследована активность карбогидраз: α-амилазы КФ 3.2.1.1, осуществляющей начальные этапы гидролиза крахмала (модифицированный метод Смита и Роя), сахаразы КФ 3.2.1.48, гидролизующей сахарозу (модифицированный метод Нельсона), и суммарная активность ферментов, гидролизующих крахмал (α-амилазы, глюкоамилазы КФ 3.2.1.3 и мальтазы КФ 3.2.1.20) – общая амилолитическая активность (модифицированный метод Нельсона) (Уголев и др., 1969).

В аквариальных экспериментах по изучению действия метилртути, содержащейся в корме природного происхождения (фарш из мышц рыб), на активность ферментов, гидролизующих угле-