

Исследования показали, что период 1991–2008 гг. характеризуется более высокими температурами воды в водохранилище в течение всего безледного периода (начиная с 1995 г. отмечались только положительные аномалии). По сравнению с многолетними данными очищение водохранилища ото льда весной происходит на 5 дней раньше, средняя дата установления ледостава не изменилась, продолжительность периода открытой воды увеличилась с 199 до 203 дней, возросло количество декад с температурой воды $\geq 20^{\circ}\text{C}$.

Выводы

За период существования Рыбинского водохранилища средняя за май-октябрь температура поверхностного слоя воды составила $13,9^{\circ}\text{C}$ с колебаниями от $11,3^{\circ}\text{C}$ до $15,7^{\circ}\text{C}$.

В многолетнем ходе температуры воды третьей декады апреля, июля, октября и средней за май-октябрь отмечена тенденция к повышению.

В 1991–2008 гг. в течение всего периода открытой воды средняя температура поверхностного слоя на $0,5\text{--}1,3^{\circ}\text{C}$ выше климатической нормы.

Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 10-05-00593).

1. *Буторин Н.В.* Температура воды и грунтов Рыбинского водохранилища / Н.В. Буторин, Т.Н. Курдина, С.С. Бакастов. – Л.: Наука, 1982. – 224 с.
2. *Израэль Ю.А.* Изменение глобального климата. Роль антропогенных воздействий / Ю.А. Израэль, Г.В. Груза, В.П. Мелешко // Метеорология и гидрология. – 2001. – № 5. – С. 5–21.
3. *Литвинов А.С.* Многолетние изменения элементов гидрометеорологического режима Рыбинского водохранилища / Литвинов А.С., Рощупко В.Ф. // Метеорология и гидрология. – 2010. – № 6. – С. 88–95.
4. *Шиловецова О.А.* Многолетние изменения температуры воздуха на Северо-Западном Таймыре и Нижнем Енисее в XX веке / Шиловецова О.А., Романенко Ф.А. // Метеорология и гидрология. – 2005. – № 3. – С. 55–68.

А.В. Законнова, А.С. Литвинов

Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН, Россия

БАГАТОРІЧНІ ЗМІНИ ТЕМПЕРАТУРИ ВОДИ РИБІНСЬКОГО ВОДОСХОВИЩА

Представлені результати досліджень багаторічних змін температури води Рибінського водоймища за період 1947–2008 рр. Виявлено та оцінено лінійні тренди. Встановлено залежність між температурою водної маси та поверхні води.

Ключові слова: потепління клімату, Рибінське водосховище, температура води

A.V. Zakonnova, A.S. Litvinov

Institute of Biology of Inside Water RAS, Russia

THE WATER TEMPERATURE LONG-TERM CHANGES OF THE RYBINSK RESERVOIR

Results of the studies of long-term changes in water temperature in the Rybinsk Reservoir in 1947–2008 are presented. Linear trends have been found and evaluated. The relationship between the temperature of the water mass and the surface water in the reservoir has been established.

Key words: climate warming, Rybinsk reservoir, water temperature

УДК 577.152.3:597.556.33.1(262.5-16)

В. В. ЗАМОРОВ, И. Л. РЫЖКО, О. В. ДРУЗЕНКО, Л. В. ИВАНОВА

Одесский национальный университет им. И.И. Мечникова

Шампанский пер., 2, Одесса 65058, Украина

ТКАНЕВЫЕ ЭСТЕРАЗЫ БЫЧКА-ГОЛОВАЧА, БЫЧКА-КРУГЛЯКА И БЫЧКА-ПЕСОЧНИКА ИЗ ПРИДУНАЙСКОГО ОЗЕРА ЯЛПУГ

Методом электрофореза анализировали тканевые эстеразы бычка-головача, бычка-кругляка и бычка-песочника из придунайского озера Ялпуг. Показаны межвидовые отличия в числе молекулярных форм эстераз, а также высокая степень сходства по электрофоретической подвижности отдельных форм карбоксиэстераз.

Ключевые слова: эстеразы, полиморфизм, бычковые рыбы, придунайские озера

До недавних пор вопросы генетики популяций рыб разрабатывались лишь фрагментарно на некоторых полиморфных непромысловых видах. Однако в последние годы благодаря успехам иммунологической и биохимической генетики произошли резкие перемены, что дало возможность вплотную подойти к решению многих актуальных вопросов популяционной биологии рыб с позиций и методов генетики [4]. Вопрос о степени генетического сходства между родственными видами, о количестве и качестве генетической реорганизации, наблюдаемой при видообразовании, является предметом нескончаемой дискуссии в эволюционной биологии. Для ответа на этот вопрос необходимо иметь возможность сопоставлять меж- и внутривидовую генетически детерминированную изменчивость гомологичных признаков.

Придунайские озера – крупнейший озёрный комплекс Украины с богатым видовым разнообразием. Среди многочисленных видов рыб, обитающих в этих водоёмах выделяются бычок-головач *Neogobius kessleri* (Gunter, 1861), бычок кругляк *Neogobius melanostomus* (Pallas, 1814) и бычок-песочник *Neogobius fluviatilis* (Pallas, 1814). Однако имеется недостаточно сведений о структуре популяций указанных видов рыб. Различные ферментные системы широко используются как маркеры в исследованиях популяций различных видов животных [1]. Изучение ферментов в качестве маркерных систем позволяет оценивать структуру природных группировок животных, поскольку напрямую исследование генетической структуры популяций часто затруднено; выявить степень родства между различными группировками; приспособленность и чувствительность организмов к определённым внешним факторам. Подобными генетическими маркерами, в частности, являются эстеразы, что связано с их высокой внутри- и межвидовой изменчивостью и простотой выявления.

Данная работа выполнялась с целью сравнения многообразия и уровня экспрессии карбоксиэстераз у бычка-головача, бычка-кругляка и бычка-песочника, обитающих в придунайском озере Ялпуг.

Материал и методы исследований

Материалом для исследований служили особи бычка-головача, бычка-кругляка и бычка-песочника, выловленные в озере Ялпуг. Пойманную рыбу замораживали и хранили до момента проведения анализа при – 20°C. Перед экспериментом рыб размораживали, выделяли жабры и печень, гомогенизировали их в среде 0,1 М глицин-NaOH буфера pH 9,0 с 1 % тритоном X-100 в соотношении 1:5. Приготовленные гомогенаты центрифугировали в течение 15 мин. при 10 000 g на холоде. Полученные экстракты подвергали электрофоретическому разделению в 7% полиакриламидном геле, после чего, в гелевых блоках выявляли карбоксиэстеразы с помощью α -нафтилпропионата и соли диазония. Об экспрессии обнаруженных эстераз судили по показателям оптической плотности соответствующих ферментсодержащих зон гелевого блока [2, 3]. Полученные первичные данные обрабатывали статистически [5].

Результаты исследований и их обсуждение

Для проведения анализа нами использовались печень (рис. 1А) и жабры (рис. 1Б) исследуемых рыб. Несмотря на то, что ткани печени характеризуются высокой активностью карбоксиэстераз, разнообразие их значительно уступает мышцам и жабрам. Последние являются наиболее показательными для изучения меж- и внутривидового разнообразия ферментной системы, сочетая не только высокую активность, но и полиморфизм карбоксиэстераз [3].

Успехи биохимической генетики позволили выявлять аллельную изменчивость у родственных видов, не прибегая к скрещиваниям, и, таким образом, предоставили исследователям новые возможности для решения фундаментальных вопросов эволюционной биологии. Сущность этих подходов состоит в том, что электрофоретически выявляемые варианты какого-либо фермента – аллозимы – рассматриваются в качестве маркеров аллелей соответствующего локуса. Сопоставление аллозимных спектров у сравниваемых видов (или популяций) по многим генам позволяет оценить сходство их генофондов. Последние при этом характеризуются частотами аллелей (или генотипов) некоторого набора локусов [4].

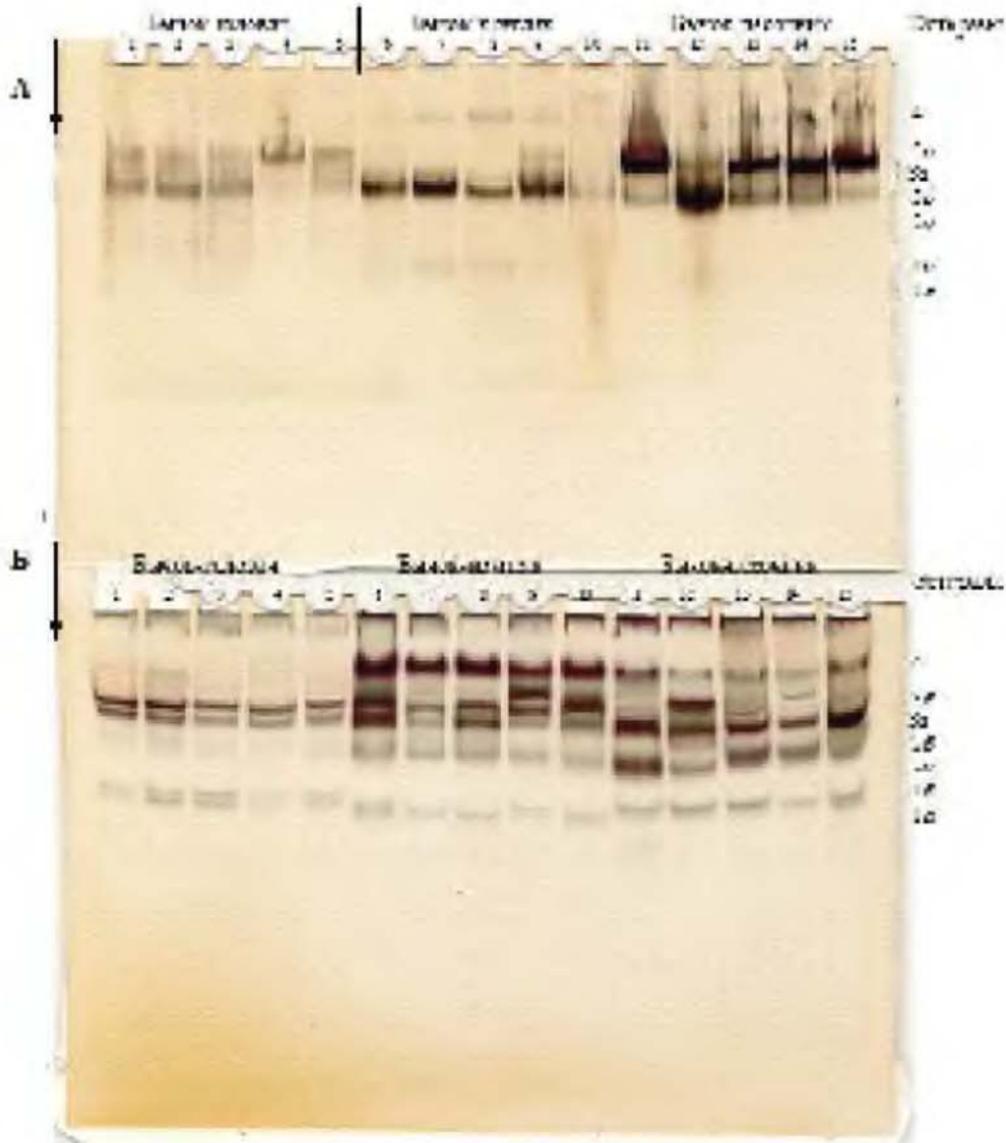


Рис. 1. Электрофоретические спектры тканевых карбоксиэстераз бычка-головача, бычка-песочника и бычка-кругляка, обитающих в озере Ялпуг: Гель А – печень, гель Б – жабры; эстеразы: 1а–4 – молекулярные формы эстераз; слоты: 1–3 – самцы головача, 4–5 – самки головача, 6–8 – самцы кругляка, 9–10 – самки кругляка, 11–13 – самцы песочника, 14–15 – самки песочника; стрелками указано направление движения ферментов

Особи кругляка и песочника из озера Ялпуг (вне зависимости от пола) обладают четырьмя основными молекулярными формами эстераз, имеющими характерные показатели электрофоретической подвижности, что указывает на индивидуальность каждого из обнаруживаемых ферментов. В то же время, у бычка-головача выявлено лишь три формы эстераз, из которых одна (эстераза 2) отмечается в следовых количествах и представлена лишь одним аллозимом (2б) с более низкой подвижностью. Наиболее медленноподвижная форма (эстераза 4) полностью отсутствует, хотя в случае других двух видов она характеризуется высокой степенью активности (рис.1).

Все ферментные формы, за исключением эстеразы 4, представлены двумя аллозимами, что определяет наличие в выборке как соответствующих гомозигот, так и гетерозигот.

Исследованные выборки (следовательно, природные популяции к которым они относятся), являются высокогомозиготными по эстеразе 3. В отличие от этого, быстроподвижные

карбоксиэстеразы 1 и 2 для бычка-кругляка и бычка-песочника характеризуются различной частотой встречаемости соответствующих аллозимов.

Выводы

Проведение качественного и количественного анализа экспрессии ферментов эстеролитической системы бычка-головача, бычка-кругляка и бычка-песочника, обитающих в озере Ялпуг, показало, с одной стороны, межвидовые отличия в числе молекулярных форм эстераз у рыб, с другой – высокую степень сходства по электрофоретической подвижности отдельных форм карбоксиэстераз, что определяется, вероятно, как генотипическими, так и паратипическими факторами.

Полученные данные, отображающие индивидуальные качественно-количественные особенности экспрессии изоформ карбоксиэстеразной системы, могут служить показателем гетерогенности исследованных популяций бычков на уровне молекулярного фенотипа и существенно дополнять результаты традиционного морфометрического анализа.

1. Андрієвський А. М. Генетическая структура экспериментальной популяции *Drosophila melanogaster*, полиморфной по локусу β-фильной карбоксиэстеразы/ Андрієвський А.М., Тоцкий А.М. // Цитология и генетика. – 2006. – Т. 40, № 6. – С. 3–10.
2. Гаркуша О. П. Полиморфизм карбоксиэстераз бычка-кругляка *Neogobius melanostomus* (Pallas) из северо-западной части Чёрного моря / О. П. Гаркуша, А. М. Андрієвський, В. В. Заморов, Ю. Н. Олейник, В. А. Кучеров. // Экология моря. – 2005. – Вып. 69. – С. 12–17.
3. Заморов В.В. Особенности полиморфизма и экспрессии тканевых карбоксиэстераз бычка-кругляка *Neogobius melanostomus* (Pallas) в водах государственного общезоологического заказника «Остров Змеиный» / [В.В. Заморов, А.М. Андрієвський, И.Л. Рыжко, В.А. Кучеров и [др.] // Мат. V Міжн. наук.-практ. конф. «Заповедники Крыма. Теория, практика и перспективы заповедного дела в Черноморском регионе». Сімферополь, 22-23 жовтня 2009. – Сімферополь, 2009. – С. 276–280.
4. Пудовкин А.И. Использование аллозимных данных для оценки генетического сходства. Биохимическая и популяционная генетика рыб / А.И. Пудовкин [Под ред. В.С. Кирпичникова]. – Л., 1979. – С. 10–17.
5. Рокицкий П. Ф. Биологическая статистика / П.Ф. Рокицкий. – Минск: Высшая школа, 1973. – 320 с.

В.В. Заморов, І.Л. Рижко, О. С. Друзенко, Л.В. Иванова
Одеський національний університет ім. І.І. Мечникова, Україна

ТКАНИННІ ЕСТЕРАЗИ БИЧКА-ГОЛОВАЧА, БИЧКА-КРУГЛЯКА І БИЧКА-ПІСОЧНИКА З ПРИДУНАЙСЬКОГО ОЗЕРА ЯЛПУГ

Методом електрофорезу аналізували тканинні естерази бичка-головача, бичка-кругляка та бичка-пісочника з придунайського озера Ялпуг. Показані міжвидові відмінності в кількості молекулярних форм естераз, а також високу ступінь подібності за електрофоретичною рухливістю окремих форм карбоксиэстераз.

Ключові слова: естерази, поліморфізм, бичкові риби, придунайські озера

V.V. Zamorov, I.L. Rizhko, O.S. Druzenko, L.V. Ivanova
Odesa national university is the name of I.I. Mechnikov, Ukraine

TISSUE'S ESTERASE BIGHEAD GOBY, ROUND GOBY AND MONKEY GOBY OF THE DANUBE LAKES YALPUG

Analyzed by electrophoresis tissue's esterase Bighead goby, Round goby and Monkey goby of the Danube lakes Yalpus. Showing interspecific differences in the number of molecular forms of esterases, and the high degree of similarity in electrophoretic mobility of separate forms of esterases.

Key words: esterases, polymorphism, Bighead goby, Round goby and Monkey goby, Danube lakes Yalpus