

ФИЗИОЛОГИЯ И БИОХИМИЯ ГИДРОБИОНТОВ

УДК 597.553.1-113

**АКТИВНОСТЬ ПИЩЕВАРИТЕЛЬНЫХ КАРБОГИДРАЗ ТЮЛЬКИ
CLUPEONELLA CULTRIVENTRIS ИЗ РАЗЛИЧНЫХ ЧАСТЕЙ АРЕАЛА**

© 2007 г. И.Л. Голованова, Д.П. Карабанов, Ю.В. Слынько

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

Ярославская область, п. Борок 152742

Поступила в редакцию 14.02.2007 г.

Впервые исследована активность карбогидраз в пищеварительном тракте тюльки *Clupeonella cultriventris*, обитающей в пределах естественного ареала (Северный Каспий) и во вновь освоенных водоемах (Иваньковское, Рыбинское, Чебоксарское и Веселовское водохранилища, устье Дона). Наиболее высокий уровень общей амилолитической активности и активности сахаразы отмечен в кишечнике и пилорических придатках, более низкий – в желудке. Максимальная активность кишечных карбогидраз отмечена у представителей новых популяций тюльки из Рыбинского и Иваньковского водохранилища. Температурный оптимум гидролиза полисахаридов у тюльки Каспийского моря составляет 60 °С, у тюльки верхневолжских водохранилищ – 50 °С.

Черноморско-каспийская тюлька *Clupeonella cultriventris* (Noedmann), к середине 1990-х годов проникающая в водохранилища Верхней Волги, в настоящее время стала доминирующим по численности видом рыб пелагических сообществ (Слынько, 2001; Кияшко и др., 2006). Как в пределах своего естественного ареала (в Каспийском, Азовском и Черном морях), так и во вновь освоенных водоемах бассейна Волги и Дона, тюлька на протяжении всей жизни питается зоопланктоном. Сеголетки предпочитают мелких рачков, главным образом Cyclopoida, в пище половозрелых особей преобладают крупные планктонные рачки – *Leptodora*, *Bythotrephes*, *Daphnia* (Кияшко, 2004). Наиболее интенсивно тюлька питается летом и ранней осенью, зимой и во время нереста потребление пищи значительно снижается, но полностью не прекращается (Kozlovsky, 1991). При этом наряду с существованием суточных, сезонных, межгодовых и локальных особенностей питания данного вида наблюдается значительная индивидуальная изменчивость этого показателя (Кияшко, 2004; Кияшко и др., 2005). Несмотря на то, что особенности питания тюльки в материнском водоеме (Каспийском море) и водохранилищах Верхней и Средней Волги подробно исследованы (Коган, Зайцева, 1974; Коган, 1975; Kozlovsky, 1991; Кияшко, 2004; Кияшко и др., 2005), данные по активности пищеварительных ферментов в желудочно-кишечном тракте данного вида в доступной нам литературе отсутствуют. В то же время эффективность питания рыб и продуктивность водоемов в значительной мере зависят от состояния ферментных систем пищеварительного тракта, способности рыб переваривать и усваивать различные компоненты корма. При этом у рыб планктофагов и бентофагов активность карбогидраз – ферментов, расщепляющих

углеводные компоненты пищи, обычно превышает активность протеиназ, гидролизующих белковые субстраты (Уголев, Кузьмина, 1993).

В связи с этим цель работы заключалась в изучении активности карбогидраз в различных отделах пищеварительного тракта тюльки из водоемов бассейна Волги, Дона и северной части Каспийского моря.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Материал собран в результате полевых исследований, проведенных в мае-сентябре 2003-2004 гг. в Ивановском, Рыбинском и Чебоксарском водохранилищах (бассейн Волги), в Веселовском водохранилище (р. Маныч) и устье р. Дон (бассейн Дона), а также в северной части Каспийского моря. Объектом исследования служили неполовозрелые и половозрелые особи тюльки, отловленные мальковым неводом (размер ячеи 2 мм) или малым пелагическим тралом с горизонтальным раскрытием 12 м, вертикальным – 2 м, ячеей в кутке 5 мм. Отлов тюльки в Чебоксарском водохранилище и Северном Каспии проводили в начале мая при температуре воды 13 °С, в других водоемах – в июне-сентябре при температуре воды 17-22 °С. Линейно-весовые характеристики тюльки из исследованных водоемов представлены в таблице 1. Сразу же после поимки рыб замораживали при температуре –18 °С. Полный биологический анализ и определение активности карбогидраз в различных отделах пищеварительного тракта рыб проводили в лабораторных условиях.

Таблица 1. Линейно-весовые показатели ($M \pm m$) тюльки *Clupeonella cultriventris* из различных частей ареала.

Table 1. Morphometric parameters ($M \pm m$) of kilka *Clupeonella cultriventris* from different parts of area.

Водоем	Половая зрелость	Длина тела, мм	Масса тела, г	Количество рыб, экз.
Рыбинское водохранилище	неполовозрелые	33,48 ± 0,01	0,49 ± 0,01	25
	половозрелые	63,89 ± 0,07	3,35 ± 0,11	30
Ивановское водохранилище	неполовозрелые	–	–	–
	половозрелые	74,69 ± 1,04	4,34 ± 0,16	21
Чебоксарское водохранилище	неполовозрелые	58,20 ± 0,92	1,48 ± 0,11	10
	половозрелые	76,80 ± 2,99	4,66 ± 0,51	10
Веселовское водохранилище	неполовозрелые	44,60 ± 0,71	0,96 ± 0,04	20
	половозрелые	–	–	–
Устье р. Дон	неполовозрелые	51,50 ± 1,18	1,43 ± 0,09	20
	половозрелые	–	–	–
Северный Каспий	неполовозрелые	–	–	–
	половозрелые	85,85 ± 0,91	7,24 ± 0,32	25

Для определения ферментативной активности желудка, пилорические придатки и кишечника от 10-30 рыб, предварительно освобожденные от содержимого, раздельно гомогенизировали с добавлением охлажденного до 2-4 °С раствора Рингера для холоднокровных животных (110 mM NaCl, 1,9 mM

KCl, 13 мМ CaCl₂, pH 7,4) в соотношении 1:9. Растворы субстратов (1,8%-ный крахмал и сахароза в концентрации 50 ммоль/л) готовили на том же растворе Рингера. Затем растворы ферментативно-активного препарата и субстрата инкубировали в течение 30-60 мин при температуре 20 °С, pH 7,4, для определения температурной зависимости – в диапазоне температур от 0 до 70 °С.

Общую амилолитическую активность, отражающую суммарную активность α -амилазы КФ 3.2.1.1, глюкоамилазы КФ 3.2.1.3 и ферментов группы мальтаз КФ 3.2.1.20), а также активность сахаразы КФ 3.2.1.48 оценивали модифицированным методом Нельсона (Уголев, Иезуитова, 1969). Активность ферментов в суммарных пробах гомогената определяли в пяти повторностях и выражали в микромолях продуктов реакции, образующихся за 1 мин инкубации в расчете на 1 г влажной массы ткани (мкмоль/г·мин).

Результаты обработаны статистически с использованием ANOVA и последующей оценкой различий при помощи LSD теста (Sokal, Rohlf, 1995), $p \leq 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Распределение активности карбогидраз в различных отделах пищеварительного тракта исследовано на примере половозрелых особей тюльки из Каспийского моря, а также Рыбинского и Иваньковского водохранилищ (рис. 1). Несмотря на то, что тюлька из Рыбинского и Иваньковского водохранилищ была отловлена в период интенсивного питания (о чем свидетельствует высокая степень наполнения желудков и кишечника), а интенсивность питания тюльки Каспийского моря, отловленной в начале мая, была более низкой, соотношение активности карбогидраз в различных отделах пищеварительного тракта рыб из различных частей ареала имело сходный характер. Минимальный уровень общей амилолитической активности, измеренный при стандартной температуре 20 °С, pH 7,4, отмечен в желудке, достоверно больший в пилорических придатках и кишечнике ($p < 0,05$). Распределение активности сахаразы вдоль пищеварительного тракта тюльки из указанных водоемов носит аналогичный характер.

Различия в уровне активности кишечных карбогидраз у ювенильных и половозрелых особей показаны на примере тюльки Рыбинского и Чебоксарского водохранилищ (табл. 2). Уровень общей амилолитической активности неполовозрелых особей Рыбинского водохранилища приблизительно в 2 раза выше, чем у половозрелых рыб, у тюльки из Чебоксарского водохранилища – лишь в 1,4 раза ($p < 0,01$). Различия в активности сахаразы в кишечнике молоди и половозрелых особей достоверны лишь у тюльки Чебоксарского водохранилища ($p < 0,05$).

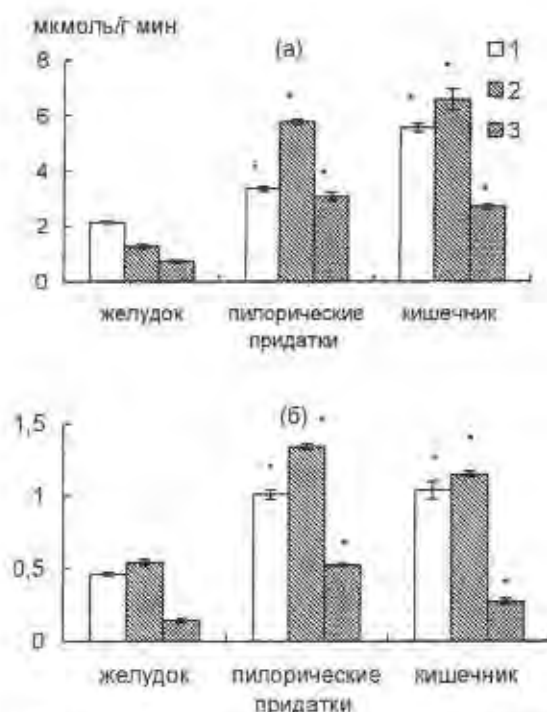


Рис. 1. Уровень общей амилолитической активности, мкмоль/г·мин (а) и активности сахаразы, мкмоль/г·мин (б) в различных отделах пищеварительного тракта половозрелых особей тюльки. 1 – Рыбинское водохранилище, 2 – Ивановское водохранилище, 3 – Северный Каспий. * – различия показателей статистически достоверны по сравнению с желудком при $p < 0,05$.

Fig. 1. The level of the total amylolytic activity, $\mu\text{mol/g} \cdot \text{min}$ (a) and saccharase activity (б) in the different parts of digestive tract in adult kila. 1 – Rybinsk reservoir, 2 – Ivan'kovo reservoir, 3 – Northern part of Caspian sea. * – differences of parameters are statistically significant in comparison with a stomach at $p < 0,05$.

Таблица 2. Общая амилолитическая активность и активность сахаразы ($M \pm m$) в кишечнике тюльки *Clupeonella cultriventris* из различных частей ареала.

Table 2. The total amylolytic activity and saccharase activity ($M \pm m$) in the intestine of kila *Clupeonella cultriventris* from different parts of arca.

Водоем	Половая зрелость	Общая амилолитическая активность, мкмоль/г·мин	Активность сахаразы, мкмоль/г·мин	Количество рыб, экз.
Рыбинское водохранилище	неполовозрелые	$10,44 \pm 0,11$	$1,14 \pm 0,01$	25
	половозрелые	$5,56 \pm 0,30$	$1,04 \pm 0,01$	30
Иваньковское водохранилище	неполовозрелые	–	–	–
	половозрелые	$6,59 \pm 0,04$	$1,15 \pm 0,02$	21
Чебоксарское водохранилище	неполовозрелые	$3,41 \pm 0,25$	$0,41 \pm 0,02$	10
	половозрелые	$2,49 \pm 0,09$	$0,32 \pm 0,01$	10
Веселовское водохранилище	неполовозрелые	$2,04 \pm 0,16$	$0,43 \pm 0,03$	20
	половозрелые	–	–	–
Устье р. Дон	неполовозрелые	$2,10 \pm 0,11$	$0,57 \pm 0,04$	20
	половозрелые	–	–	–
Северный Каспий	неполовозрелые	–	–	–
	половозрелые	$2,38 \pm 0,28$	$0,27 \pm 0,02$	25

Сравнение ферментативной активности в кишечнике молоди тюльки из разных водоемов бассейна Волги и Дона, показало, что максимальный уровень общей амилолитической активности отмечен у рыб из Рыбинского водохранилища, в три раза меньший – у тюльки из Чебоксарского водохранилища и в пять раз меньший – у рыб из устья Дона и Веселовского водохранилища, $p < 0,001$ (табл. 2). Максимальные значения активности сахаразы также отмечены у молоди тюльки Рыбинского водохранилища ($p < 0,001$). У половозрелых особей как общая амилолитическая активность, так и активность сахаразы достоверно выше у рыб из Ивановского и Рыбинского водохранилищ по сравнению с таковой тюльки из Чебоксарского водохранилища и Каспийского моря, $p < 0,05$ (табл. 2).

Влияние температуры инкубационной среды на уровень общей амилолитической активности у половозрелой тюльки из Рыбинского и Ивановского водохранилищ, а также Каспийского моря представлено на рисунке 2. Температурный оптимум гидролиза крахмала у популяций тюльки из Волжских водохранилищ отмечен при 50 °С, в то время как у тюльки Северного Каспия – при 60 °С. Относительная активность ферментов в зоне температур от 0 до 30 °С достоверно выше у тюльки Ивановского водохранилища по сравнению с тюлькой из Рыбинского водохранилища и Каспийского моря.

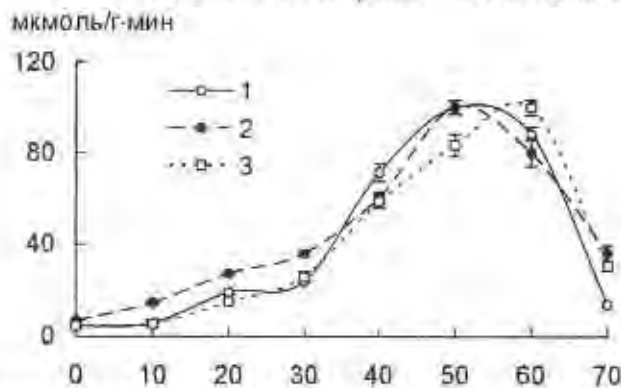


Рис. 2. Влияние температуры инкубации на общую амилолитическую активность, мкмоль/г·мин в кишечнике половозрелых особей тюльки из различных водоемов. 1 – Рыбинское водохранилище, 2 – Ивановское водохранилище, 3 – Северный Каспий.

Fig. 2. Influence of incubation temperature on the intestinal total amylolytic activity, $\mu\text{mol/g}\cdot\text{min}$ in adult kilka from different reservoirs. 1 – Rybinsk reservoir, 2 – Ivan'kovo reservoir, 3 – Northern part of Caspian sea.

ОБСУЖДЕНИЕ

Несмотря на констатацию в ряде работ амилолитической активности в желудке рыб, уже в первой половине XX в. был сделан вывод о том, что амилазы не играют существенной роли в желудочном пищеварении, а переваривание углеводов у рыб, как и у других животных, происходит главным образом в кишечнике (Karoor et al., 1975; Sabapathy, Teo, 1993; Chakrabarty et al., 1995). Действительно, как показали наши исследования, в период интенсивного питания общая амилолитическая активность в слизистой оболочке желудка у типичных

ихтиофагов щуки *Esox lucius* и судака *Stizostedion lucioperca*, а также ихтиофагов-факультативных бентофагов налима *Lota lota* и окуня *Perca fluviatilis* при pH 3,0 невелика и колеблется от 0,03 до 0,7 мкмоль/г·мин. Вместе с тем, при pH 6,0 – значениях, часто наблюдаемых в желудке рыб, активность карбогидраз значительно выше и в ряде случаев может достигать 50% от таковой в кишечнике (Кузьмина, Голованова, 2001). У планктофага тюльки при нейтральных значениях pH общая амилолитическая активность в желудке колеблется от 0,73 до 2,1 мкмоль/г·мин, сахаразы – от 0,14 до 0,54 мкмоль/г·мин, в кишечнике – превышает указанные значения в 2,5–4,5 и 1,9–2,3 раза соответственно. Поскольку сдвиг pH в кислую сторону сопровождается достоверным уменьшением общей амилолитической активности и активности сахаразы в 1,5–2 раза (Голованова, 1997; Кузьмина, Голованова, 2001), у тюльки, как и у других желудочных рыб, активность карбогидраз в кислой среде желудка будет крайне низка. Именно этим и объясняется тот факт, что активность ферментов, расщепляющих углеводные компоненты корма, в желудке рыб традиционно не исследуется. Общая амилолитическая активность и активность сахаразы в пилорических придатках в большинстве случаев сопоставима с таковой в кишечнике половозрелой тюльки, а иногда (например, активность сахаразы у рыб из Иваньковского водохранилища и Северного Каспия) и превышает ее. Эти данные хорошо согласуются с результатами более ранних работ по соотношению уровня активности ферментов, гидролизующих полисахариды, в кишечнике и пилорических придатках планктофага ханоса *Chanos chanos* (Chiu, Benitez, 1981).

Уровень активности карбогидраз в кишечнике тюльки сопоставим с активностью одноименных ферментов у рыб-планктофагов, обитающих в Рыбинском водохранилище (Уголев, Кузьмина, 1993). Так, значения общей амилолитической активности у сеголетков тюльки ($10,44 \pm 0,11$ мкмоль/г·мин) близки таковым у сеголетков планктофага синца *Abramis ballerus* ($10,2 \pm 2,60$ мкмоль/г·мин) и бентофага плотвы *Rutilus rutilus* ($10,61 \pm 1,22$ мкмоль/г·мин), которая в этот период жизни также питается планктоном. У половозрелых особей тюльки из верхневолжских водохранилищ уровень общей амилолитической активности в период активного питания колеблется в пределах 3,76–7,45 мкмоль/г·мин и сопоставим с активностью ферментов в кишечнике половозрелых планктофагов уклейки *Alburnus alburnus* и синца Рыбинского водохранилища (Уголев, Кузьмина, 1993; Голованова, 1997).

Снижение уровня общей амилолитической активности в 1,4–2 раза у половозрелых особей тюльки по сравнению с молодью хорошо согласуется с полученными ранее данными (Уголев, Кузьмина, 1993). Так, общая амилолитическая активность в кишечнике взрослых особей бентофагов леща *Abramis brama* и плотвы в 2–2,5 раза ниже, чем у молоди этих видов. В то же время уровень общей амилолитической активности в кишечнике хищника – факультативного бентофага окуня с увеличением возраста снижается в 3 раза, у

типичного хищника щуки – в 7 раз. Активность сахаразы у взрослых рыб бентофагов может быть в 4-5,6 раза выше, у тиличных и факультативных хищников, напротив, в 2-7 раз ниже, по сравнению с молодью (Уголев, Кузьмина, 1993). Более значительные изменения уровня активности карбогидраз с увеличением возраста у рыб бентофагов и особенно ихтиофагов, по всей вероятности, обусловлены более значительными изменениями в спектре и биохимическом составе объектов питания по сравнению с планктофагами.

Наличие большого количества химуса во всех отделах пищеварительного тракта рыб, отловленных в июне-сентябре из Рыбинского, Ивановского, Веселовского водохранилищ и устья Дона, свидетельствует об интенсивном питании особей в этот период. При этом высокая активность пищеварительных карбогидраз у популяций тюльки из Рыбинского и Ивановского водохранилищ хорошо согласуется с высокими индексами наполнения желудков (Кияшко, 2004). Различия в уровне активности кислых карбогидраз у тюльки из водохранилищ верхней Волги и водоемов бассейна реки Дон могут быть связаны как с разной интенсивностью питания рыб, так и различиями в качественных и количественных характеристиках кормового зоопланктона в северных и южных водоемах. По всей вероятности, более низкая активность карбогидраз в кишечнике тюльки, выловленной из Чебоксарского водохранилища и северной части Каспийского моря в начале мая, обусловлена более низкой интенсивностью питания по сравнению с тюлькой, отловленной из других водоемов в июне-сентябре.

Ранее было установлено, что температурный оптимум гидролиза крахмала для большинства видов рыб, обитающих в Рыбинском водохранилище, соответствует 50 °C, для морских видов в ряде случаев отмечены более высокие его значения – 60 °C (Chiu, Benitez, 1981; Уголев, Кузьмина, 1993). Изменения величины температурного оптимума в зависимости от температуры среды обитания были продемонстрированы для ряда пресноводных и морских видов рыб. Так, температурный оптимум щелочной фосфатазы у судака зимой соответствует 40 °C, летом – 50 °C (Gelman et al., 1984). Более значительные различия выявлены при исследовании активности щелочной фосфатазы кишечника рыб, обитающих в разных температурных зонах Атлантического океана: температурный оптимум фермента у тропических видов соответствует 50-60 °C, у глубоководных рыб, обитающих при температуре 4-5 °C – лишь 30 °C (Gelman et al., 1989). Поскольку тюлька Каспийского моря была отловлена при более низкой температуре (13 °C), чем тюлька из верхневолжских водохранилищ (17-22 °C), можно было предположить, что и величина температурного оптимума ферментов, осуществляющих гидролиз полисахаридов, у нее будет ниже. Однако, как показали наши исследования, температурный оптимум гидролиза крахмала у рыб из Рыбинского и Ивановского водохранилищ равен 50 °C, у тюльки из Каспийского моря – 60 °C, что, по всей вероятности, может быть связано с различной температурой водной среды в северных и южных водоемах.

Зона температурного оптимума, выявленного у тюльки, относительно широка: значения общей амилолитической активности резко снижаются при температурах выше 60 °С и ниже 30 °С. Относительная активность карбогидраз при 0 °С не превышает 7% от максимальной, что хорошо согласуется с данными, свидетельствующими о том, что активность б-амилазы у «мирных» рыб, не питающихся в зимний период, при 0 °С не превышают 10-15%, у хищных питающихся зимой рыб составляют 50-70% от максимальной активности (Уголев, Кузьмина, 1993). Более высокие значения общей амилолитической активности в зоне температур инкубации от 0 °С до 30 °С у тюльки Иваньковского водохранилища могут быть обусловлены тем, что данная популяция обитает в районе подогретых вод Конаковской ГРЭС. Различия в активности карбогидраз в зоне постмаксимальных температур (при температуре инкубации 70 °С) – общая амилолитическая активность у тюльки Рыбинского водохранилища снижается на 86%, у рыб Иваньковского водохранилища и Каспийского моря – на 68-69%) также могут быть связаны с различиями в температурах среды обитания.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, при исследовании активности ферментов, расщепляющих углеводные компоненты корма, установлено, что значения общей амилолитической активности у тюльки верхневолжских водохранилищ близки таковым у других видов рыб-планктофагов Рыбинского водохранилища. Наиболее низкий уровень общей амилолитической активности и активности сахаразы отмечен в желудке, более высокий – в кишечнике и пилорических придатках. Значения общей амилолитической активности в кишечнике молоди тюльки в 1,4-2 раза выше, чем у половозрелых особей, активность сахаразы изменяется менее значительно.

Максимальный уровень общей амилолитической активности и активности сахаразы отмечен у представителей новых популяций тюльки из Рыбинского и Иваньковского водохранилищ. Не исключено, что низкий уровень ферментативной активности у тюльки Чебоксарского водохранилища и Северного Каспия обусловлен более низкой интенсивностью питания и температурой водной среды в момент отлова. Разная величина температурного оптимума гидролиза полисахаридов у тюльки-вселенца верхневолжских водохранилищ (50 °С) и тюльки Каспийского моря (60 °С) может отражать различия температурных условий обитания в материнских и приобретенных частях ареала данного вида.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Голованова И.Л. Анализ моно-, би- и полифакторного воздействия температуры, pH и кадмия на пищеварительные карбогидразы рыб // Биология внутренних вод. 1997. №2. С. 58-64.

Куляшко В.И. Трофэкологическая характеристика тюльки *Clupeonella cultriventris* в водохранилищах Средней и Верхней Волги // Вопросы ихтиологии. 2004. Т. 44. № 6. С. 811-820.

Кияшко В.И., Халько Н.А., Лазарева В.И. Суточные ритмы питания и рационы тюльки (*Clupeonella cultriventris* Noedmann, 1840) Рыбинского водохранилища. Чужеродные виды в Голарктике (Борок-2). Тез. докл. 2-го межд. симпоз. по изучению инвазийных видов. Борок, Ярослав. обл., 2005. С. 150-151.

Кияшко В.И., Осипов В.В., Слынько Ю.В. Размерно-возрастные характеристики и структура популяции тюльки *Clupeonella cultriventris* при ее натурализации в Рыбинское водохранилище // Вопросы ихтиологии, 2006. Т. 46. №1. С. 68-76.

Коган А.В. Роль хищных Cladocera в питании тюльки *Clupeonella delicatula caspia* morpha *tscharchalensis* (Borodin) Куйбышевского водохранилища // Вопросы ихтиологии, 1975. Т. 15. Вып. 1 (90). С. 126-130.

Коган А.В., Зайцева Е.М. Питание тюльки *Clupeonella delicatula caspia* morpha *tscharchalensis* (Borodin) Куйбышевского водохранилища // Вопросы ихтиологии, 1974. Т. 14. Вып. 3 (86). С. 477-472.

Кузьмина В.В., Голованова И.Л. Вклад карбогидраз объектов питания в процессы пищеварения хищных рыб // Вопросы ихтиологии, 2001. Т. 41. №5. С. 691-698.

Слынько Ю.В. Рыбы-вселенцы в бассейне Волги. Тез. докл. Американско-Российского симп. по инвазионным видам, Борок, Ярослав. обл., 2001. С. 206-207.

Уголев А.М., Иезуитова Н.Н. Определение активности инвертазы и других дисахаридаз // Исследование пищеварительного аппарата у человека. Л. Наука, 1969. 192 с.

Уголев А.М., Кузьмина В.В. Пищеварительные процессы и адаптации у рыб. СПб.: Гидрометеиздат, 1993. 238 с.

Chakrabarty I., Gani M.A., Chaki K.K., Sur R., Misra K.K. Digestive enzymes in 11 freshwater fish species in relation to food habit and niche segregation // Comp. Biochem. Physiol. 1995. V. 112A. №2. Pp. 167-177.

Chiu Y.N., Benites I., V. Studies on the carbohydases in the digestive tract of the milkfish *Chanos chanos* // Marine Biol. 1981. V. 61. №2-3. Pp. 247-254.

Gelman A., Mokady S., Cogan U. The effect of seasonal changes on the activity of intestinal alkaline phosphatase of pike perch, *Lucioperca lucioperca* and bream, *Abramis brama* // J. Fish Biol. 1984. V. 25. Pp. 207-212.

Gelman A., Mokady S., Cogan U. The thermal properties of intestinal alkaline phosphatase of three kinds of deep-water fish // Comp. Biochem. and Physiol. 1989. V. 94 B. №1. Pp. 113-116.

Kapoor B.C., Smit H., Verighina I.A. The alimentary canal and digestion in teleosts // Advances in marine biology. New York, 1975. V. 13. Pp. 109-239.

Kozlovsky S.V. *Clupeonella cultriventris caspia* (Svetovidov, 1941) // The Freshwater Fishes of Europe, 1991. V. 2. Wiesbaden: AULA-Verlag. Pp. 55-84.

Sahapathy U., Teo L.Y. A quantitative study of some digestive enzymes in the rabbitfish, *Siganus canaliculatus* and the sea bass, *Lateolabrax calcarifer* // J. Fish Biol. 1993. V. 42. №1. Pp. 595-602.

Sokal R.R., Rohlf F.J. Biometry. N.Y.: Freeman and Co, 1995. 887 p.

**THE ACTIVITY OF DIGESTIVE CARBOHYDRASES IN KILKA
CLUPEONELLA CULTRIVENTRIS FROM VARIOUS PARTS OF AREA**

© 2007 y. I.L. Golovanova, D.P. Karabanov, Yu.V. Slynko

Papanin Institute of the Biology of Inland Waters, Yaroslavskaya oblast, Borok

For the first time the activity of carbohydrases in digestive tract of kilka *Clupeonella cultriventris* from natural part of area (Caspian sea) and the again occupied reservoirs (Rybinsk, Ivan'kovo, Cheboksary and Veseloyskoe reservoirs, the mouth of Don) is investigated. The most level of the total amylolytic and saccharase activities in the intestine and the pyloric caeca is marked, the lower one – in a stomach. The maximal level of carbohydrases activity in kilka from the again occupied reservoirs (Rybinsk and Ivan'kovo) is shown. The temperature optimum of hydrolysis of polysaccharides in the intestine of the Caspian sea kilka is 60°C, the one of kilka from Rybinsk and Ivan'kovo reservoirs is 50°C.