



1950. Т. 9. – С. 135-162. 20. Эйгелис Ю.К. Грызуны восточного Закавказья и проблемы оздоровления местных очагов чумы. – Саратов: изд. СГУ, 1980. – 262 с.

УДК 597.553.2:591.133.2:577.15

ОСОБЕННОСТИ ФЕРМЕНТАТИВНОЙ АКТИВНОСТИ ПИЩЕВАРИТЕЛЬНОГО ТРАКТА МОЛОДИ ЛОСОСЕВЫХ РЫБ

© 2008. Ершова Т.С., Волкова И.В.
Астраханский государственный технический университет

В настоящей работе была исследована активность некоторых пищеварительных ферментов, участвующих в гидролизе нутриентов белковой и углеводной природы у молоди черноморской кумжи *Salmo trutta labrax Pallas* и стальноголового лосося *Salmo gairdneri Rich*.

In the work activity of some digestive enzymes participating in hydrolysis нутриентов of the albuminous and carbohydrate nature at молоди Black Sea кумжи *Salmo trutta labrax Pallas* and стальноголового of salmon *Salmo gairdneri Rich* has been investigated.

Ключевые слова: амилалитическая активность, лосось, протеолитическая активность, раствор Рингера.

Изучение особенностей пищеварительной и ферментной систем молоди лососевых рыб необходимо для создания оптимальных условий при их выращивании. Сведения о функционировании пищеварительной системы у рыб способствуют созданию полноценных комбикормов, соответствующих развитию ферментной системы.

Понимание общих закономерностей начальных этапов ассимиляции пищи и разработка мероприятий, направленных на увеличение эффективности этих процессов, возможны в результате комплексного исследования гидролаз пищеварительного тракта рыб.

В последнее время в связи с проблемами аквакультуры большое внимание уделяется изучению процессов переваривания компонентов либо в период раннего онтогенеза [10], либо у половозрелых рыб [3, 10, 13, 14]. Вместе с тем наиболее значительные перестройки ферментных систем пищеварительного тракта, обусловленные изменением спектра питания и биохимического состава пищи, наблюдаются в мальковый период.

В связи с этим в настоящей работе была исследована активность некоторых пищеварительных ферментов, участвующих в гидролизе нутриентов белковой и углеводной природы у молоди черноморской кумжи *Salmo trutta labrax Pallas* и стальноголового лосося *Salmo gairdneri Rich*.

Материал и методы. Работа выполнена в 2001-2002 гг. на Адлерском производственно-экспериментальном рыбноводном лососевом заводе (Краснодарский край). Материалом исследования служила молодь лососевых видов рыб: черноморской кумжи (*Salmo trutta labrax Pallas*) в количестве 250 особей и стальноголового лосося (*Salmo gairdneri Rich*.) в количестве 278 особей в период с 3-х до 9-ти месяцев. Молодь кормили экструдированным продукционным кормом для лососевых пород рыб № 5,0 финской фирмы «Райсио-Эдел», содержащим в своем составе белковый компонент в количестве 44%, углеводный – 1,4%.

При биохимической обработке материала общепринятая методика была видоизменена: ферментативно-активные препараты приготавливали не на растворе Рингера для холоднокровных животных, а на дистиллированной воде. Это объясняется тем, что использование раствора Рингера для определения общей протеолитической активности приводит к образованию нерастворимого осадка с компонентами раствора Фолина.



В качестве субстрата при определении общей амилолитической активности использовали 2%-ный раствор растворимого крахмала, а для определения активности α -амилазы – 0,1%-ный раствор крахмала. При определении общей протеолитической активности использовали 1% казеин (рН 7,4).

Общую амилолитическую активность оценивали по приросту гексоз при помощи метода Нельсона в модификации А.М. Уголева и Н.Н. Иезуитовой [9]. Активность α -амилазы определяли по убыли крахмала при ферментативном гидролизе по изменению йодкрахмальных компонентов методом Смита и Роя в модификации А.М. Уголева [8]. Общую протеолитическую активность (рН 7,4) определяли по приросту тирозина модифицированным методом Лоури в модификации Т.Л. Алейниковой и Г.В. Рубцовой [1].

Общую амилолитическую и общую протеолитическую активности оценивали по скорости ферментативных реакций, которую выражали в мкмоль образовавшихся продуктов реакции за 1 мин инкубации в расчете на 1 г влажной массы кишечника (мкмоль/г*мин), α -амилазную активность – в мг расщепленного субстрата за 1 мин инкубации в расчете на 1 г влажной массы слизистой оболочки (мг/г*мин).

Полученные данные подвергали статистическому анализу [2].

Результаты и обсуждение. Общая амилолитическая активность в слизистой оболочке кишечника двух исследуемых видов рыб семейства лососевых на протяжении всего наблюдаемого периода (с 3 до 9 месяцев) была выше у черноморской кумжи (рис. 1).

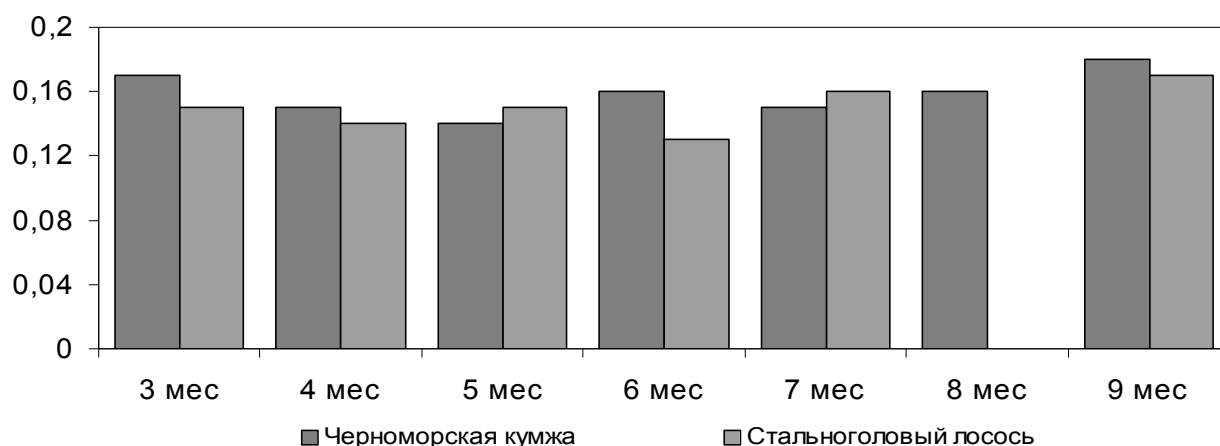


Рис. 1. Динамика общей амилолитической активности
по горизонтали – возраст рыб, месяцы; по вертикали – активность фермента, мкмоль/
(г*мин)

Минимальное значение скорости гидролиза углеводов пищи у черноморской кумжи было отмечено в возрасте 5 месяцев, у стальноголового лосося – 6 месяцев. Максимальное значение исследуемого показателя у черноморской кумжи и у стальноголового лосося было отмечено в 9 месяцев, однако общая амилолитическая активность в пищеварительном тракте черноморской кумжи была несколько выше, чем у стальноголового лосося.

Сопоставляя характер изменения панкреатической α -амилазы у молоди исследуемых видов рыб, можно отметить, что максимальные значения активности как у черноморской кумжи, так и стальноголового лосося были отмечены в начале малькового периода, причем уровень активности фермента черноморской кумжи был несколько выше (рис. 2).

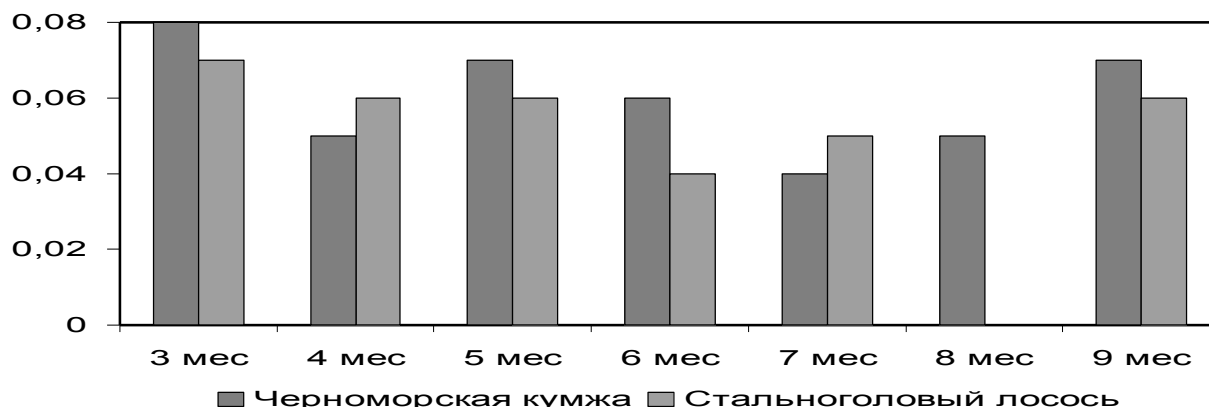


Рис. 2. Динамика активности α -амилазы

по горизонтали – возраст, месяцы; по вертикали – активность фермента, мг/(г*мин)

В 4 месяца различия в активности исследуемого фермента у обоих видов рыб семейства лососевых носили недостоверный характер ($p > 0,05$). В возрасте 5, 6 и 9 месяцев скорость гидролиза углеводных составляющих корма панкреатическим ферментом α -амилазой у черноморской кумжи превышала таковую у стальноголового лосося.

Анализ изменения общей протеолитической активности (рН 7,4) у молоди черноморской кумжи и стальноголового лосося позволяет утверждать, что тенденции изменений исследуемого показателя на протяжении изучаемого периода различны у обоих видов (рис. 3).

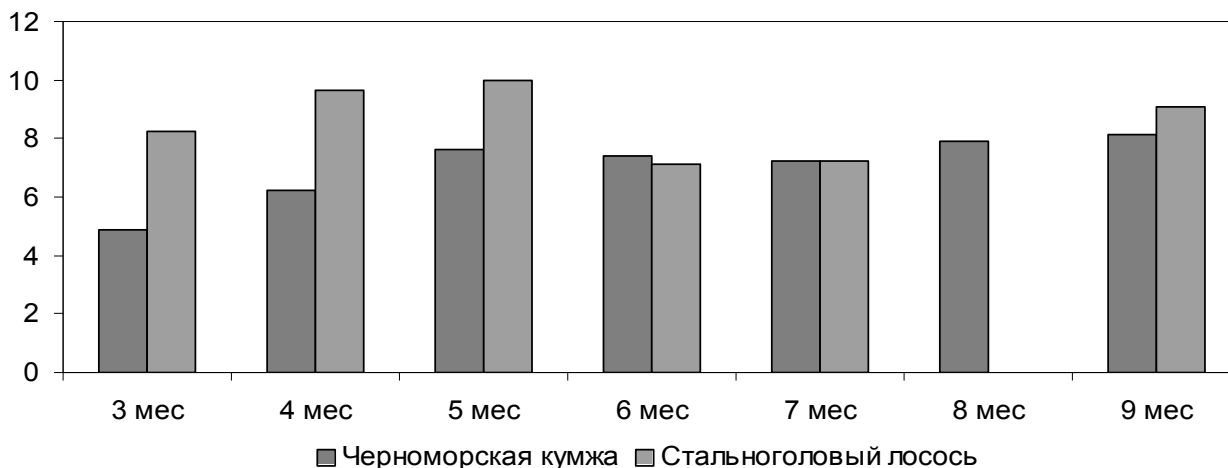


Рис. 3. Динамика общей протеолитической активности (рН 7.4)

по горизонтали – возраст рыб, месяцы; по вертикали – активность фермента, мкмоль/(г*мин)

Так, у черноморской кумжи до возраста 5 месяцев происходило достоверное увеличение уровня общей протеолитической активности ($p < 0,05$), а на протяжении 5, 6 и 7 месяцев скорость гидролиза белковых составляющих пищи не претерпевала каких-либо существенных изменений. К концу изучаемого периода (8 и 9 месяцев) отмечался рост активности фермента. Максимальное значение исследуемого показателя у черноморской кумжи было отмечено в возрасте 9 месяцев. У стальноголового лосося на протяжении 3, 4 и 5 месяцев, как и у черноморской кумжи, было выявлено достоверное увеличение активности нейтральной протеазы (рН 7,4) ($p < 0,05$) с максимумом в возрасте 5 месяцев. На протяжении последующих двух месяцев (6 и 7 месяцев) скорость гидролиза белковых составляющих корма у стальноголового лосося уменьшилась, но к концу изучаемого периода (9 месяцев) данный показатель снова увеличился.



Характер изменения общей амилалитической активности в слизистой оболочке пищеварительного тракта мальков стальноголового лосося и черноморской кумжи на протяжении изучаемого периода аналогичен. Так, у обоих видов рыб семейства лососевых значительных колебаний в уровне общей амилалитической активности в период с 3 до 7 месяцев не выявлено, а к 9-месячному возрасту активность данного фермента достигала своего максимального значения у обоих исследуемых видов рыб. Незначительные колебания общей амилалитической активности с возрастом, возможно, связаны с тем, что роль этого фермента в пищеварении рыб исследуемых видов семейства лососевых второстепенна.

Следует обратить внимание на то, что у черноморской кумжи активность панкреатической α -амилазы на всем протяжении изучаемого периода была несколько выше по сравнению с активностью стальноголового лосося. Возможно, для эффективного расщепления углеводных составляющих пищи черноморской кумже необходимо большее напряжение гидролитической функции по сравнению со стальноголовым лососем, что необходимо учитывать при составлении рецептов для кормления данных видов рыб.

Высокая общая протеолитическая активность в пищеварительном тракте лососевых рыб связана с необходимостью переваривать большие количества белка, что является специфической особенностью пищеварительного тракта хищника. В.В. Кузьмина [5] отмечала, что темпы становления ферментативного аппарата, реализующего процессы протеолиза, в значительной мере зависят от характера питания. У молоди стальноголового лосося уже на ранних стадиях развития (3 месяца) активность протеазы достигает величин, свойственных взрослым особям. На подобные адаптации к качеству корма обращали внимание в своих работах, проведенных на радужной форели, М.А. Дементьева [4], И.Н. Остроумова [7], С. Каваи, С. Икеда [14].

Как известно, конечным результатом адаптивных перестроек пищеварительной системы является относительное повышение активности ферментов, гидролизующих доминирующий по данной диете субстрат, и понижение активности ферментных систем, действующих на пищевые компоненты, доля которых низка [10, 11]. Таким образом, наблюдаемое возрастание активности ферментов протеазной цепи (рН 7,4) у черноморской кумжи на фоне снижения скорости гидролиза углеводных компонентов пищи панкреатическим ферментом α -амилазой демонстрирует наличие интегративных адаптационных перестроек ферментов. Следует отметить, что на протяжении малькового периода в слизистой оболочке пищеварительного тракта обоих видов лососевых рыб уровень общей амилалитической активности не претерпевает каких-либо существенных изменений, что согласуется с данными, полученными при исследовании пищеварительных ферментов у радужной форели М. Китамикадо и С. Тачино [15]. Однако, скорость гидролиза углеводных компонентов пищи полостным ферментом α -амилазой к концу исследуемого периода (9 месяцев) снизилась в 1,14 раз у черноморской кумжи и в 1,17 раз у стальноголового лосося. По-видимому, в пищеварительной системе молоди рыб происходят более тонкие перестройки ферментативной активности, которые обуславливают наблюдаемые суммарные показатели.

Библиографический список

1. Алейникова Т.Л., Рубцова Г.В. Биохимия. Руководство к практическим занятиям по биологической химии. – М.: Высшая школа, 1988. – 239 с.
2. Бейли Н. Статические методы в биологии. – М.: Изд-во иностр. лит., 1962. – 260 с.
3. Волкова И.В., Зайцев В.Ф., Еришова Т.С. Особенности мембранного пищеварения у производителей растительноядных рыб // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия Экология и безопасность жизнедеятельности, 2005. №2(12). – С. 86-89.
4. Дементьева М.А. Морфофизиологическая характеристика пищеварительной системы радужной форели (*Salmo irideus* Gibbons) в связи с различным питанием на разных этапах онтогенеза. Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Л., 1976. – 21 с.
5. Кузьмина В.В. Трофология рыб (физиолого-биохимические аспекты) // Биол. внутр. вод, 1996. № 1. С. 14-23.
6. Лакин Г.Ф. Биометрия. – М.: Высшая школа, 1990. – 370 с.
7. Остроумова И.Н. О морфофизиологических особенностях пищеварительной системы радужной форели (*Salmo irideus* Gibb.) в связи с использованием сухих гранулированных кормов // Известия ГОСНИОРХа, 1976. Т.72. – С. 5-25.
8. Уголев А.М. Определение амилалитической активности // Исследование пищеварительного аппарата у человека. – Л.: Наука, 1969. – С. 187-192.
9. Уголев



А.М., Иезуитова Н.Н. Определение активности инвертазы и других дисахаридаз // Исследование пищеварительного аппарата у человека. – Л.: Наука, 1969. – С. 192-196. 10. Уголев А.М., Кузьмина В.В. Пищеварительные процессы и адаптации у рыб. – СПб.: Гидрометеиздат, 1993. – 240 с. 11. Уголев А.М., Груздков А.А., Зильбер Ю.Д. и др. Взаимоотношение ферментных функций поджелудочной железы и тонкой кишки при адаптивных процессах // Физиол. журн. СССР, 1978. Т.64. – С. 1217-1228. 12. Fange R., Grove D.I. Digestion // Fish physiology. – New York, San Francisco, London, 1979. – V. 8. – P. 162-260. 13. Hofer R., Schiemer F. Proteolytic activity in the digestive tract several species of fish with different feeding habits // Ecologia. – 1981. – V. 48. – P. 432-435. 14. Kawai S., Ikeda S. Studies on digestive enzymes of fishes. IV Development of the digestive enzymes of carp and black sea brew after hatching // Bull. Jap. Fish. - 1973. - V.39, N8. – P. 877-881. 15. Kitamicado M., Tachino S. Studies on the digestive enzymes of rainbow trout. -1960 - Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., V. 29, № 7. – P. 679-694.

УДК 598.9:591.52 (470.62/67)

МИГРАЦИИ ХИЩНЫХ ПТИЦ В ПРЕДКАВКАЗЬЕ

© 2008. **Ильях М.П.**

Ставропольский государственный университет

Статья посвящена особенностям географического распространения эндемичных видов жу-желиц рода *Carabus* на Кавказе. Рассматриваются особенности миграций хищных птиц в Предкавказье. Анализируются сроки, характер и направление весеннего и осеннего пролета 19 видов птиц, их распространение и численность в сезон миграций.

The peculiarity of migrations birds of prey in Precaucasus region is considered. Are analyzed date, character and direction of spring and autumn migrations, distribution and number on 19 species of Falconiformes.

Ключевые слова: хищные птицы, миграции, Предкавказье.

Введение. В результате антропогенных преобразований природной среды степные и полупустынные ландшафты Предкавказья стали мозаичными, что существенным образом отразилось на сезонных перемещениях соколообразных птиц (Falconiformes), усложнив картину их миграций. Как и многие другие птицы, большинство перелетных хищных птиц в Предкавказье весной попадают побережьями Черного и Каспийского морей, обходя горы Кавказа. Многие виды мигрируют через Главный Кавказский хребет. Известно, что пролетные пути птиц распределяются в соответствии с экологической обстановкой, и горы при этом играют далеко не самую последнюю роль [1-3, 5-8, 14, 15, 17, 18, 20, 22, 24-26].

Материал и методика. Наши исследования проведены в 1990-2008 гг. в различных районах Предкавказья. За этот период совершено 240 полевых выездов, пройдено около 1800 км учетных маршрутов, обследовано 550 км полевых лесополос на площади около 120 тыс. га. Стационарные исследования в Ставропольском крае осуществлялись в окрестностях г. Ставрополя, пос. Холодногорского, ст-цы Новомарьевской, г. Михайловска, с. Новая Кугульта, пос. Винодельненского, с. Первомайского, с. Дивного, с. Иргаклы, хут. Арбали, г. Нефтекумск, пос. Чограйского, г. Светлогора, оз. Лысый Лиман, оз. Дадынского, г. Кисловодска, в Краснодарском крае – в низовьях р. Кубани (в окрестностях г. Славянска-на-Кубани), а также в низовьях р. Кумы (северный