



Таблица

Значения средней годовой первичной продукции (ккал/м<sup>2</sup>),  
объем потенциальной рыбной продукции (т) и стоимость рыбы (тыс. руб)

Количественные показатели	2005 г.	2007 г.	2008 г.
Годовая первичная продукция, ккал/м <sup>2</sup>	2570052	1006,5	274,5
Кол-во рыбы, т	2305,8	906	247
Стоимость рыбы, тыс. руб	175849	69095	18837

#### Библиографический список

1. Винберг Г.Г. Общие основы изучения водных экосистем. - Л.: Наука, 1979. - 273 с.
2. Киселев, И.А. Планктон морей и континентальных водоемов. - Л.: Наука, 1969. - Т.1. - 658с.
3. Усачев, П.И. Количественная методика сбора и обработки фитопланктона //Тр. ВНИРО.- АН СССР.-1961.-Т.11.-С.411-415.

УДК [597-143.4:577.152.3]:556.551.32

## ТЕМПЕРАТУРНЫЕ АДАПТАЦИИ ФЕРМЕНТОВ СЛИЗИСТОЙ ОБОЛОЧКИ КИШЕЧНИКА РУССКОГО И ЛЕНСКОГО ОСЕТРОВ И ИХ ГИБРИДА

© 2010 **Д.А. Бедняков**

Астраханского государственного технического университета.

В работе исследованы температурные адаптации ферментов слизистой оболочки кишечника русского, ленского осетров и их гибрида РОЛО. Подтверждено, что температурные адаптации пищеварительной системы пойкилотермных организмов реализуются главным образом благодаря перестройкам ферментных систем. Сделано предположение, что имеет место, по-видимому, эволюционная адаптация гидролитической функции кишечника рыб к температурным условиям среды обитания.

In work temperature adaptations of enzymes of a mucous membrane of intestines of Russian, Siberian sturgeons and their hybrid ROLO are investigated. It is confirmed that temperature adaptations of digestive system poikilothermic organisms are realised mainly thanks to reorganisations of fermental systems. The assumption that evolutionary adaptation of hydrolytic function of intestines of fishes to temperature conditions of an inhabitancy takes place, apparently, is made.

**Ключевые слова:** русский осетр, ленский осетр, гибрид – РОЛО, ферменты, температурные адаптации

**Keywords:** Russian sturgeon, Siberian sturgeon, hybrid – ROLO, enzymes, temperature adaptations

Температура – один из важнейших экологических факторов, действующих на все живые организмы, а степень устойчивости организма к высоким температурам обычно определяется устойчивостью его ферментативного белка. В то же время, известно, что активность гидробионтов возможна во всем диапазоне температур, в пределах которого вода сохраняет жидкое состояние. В настоящее время установлено, что температурные адаптации пищеварительной системы животных реализуются главным образом благодаря перестройкам ферментных систем [1, 2, 3].

Целью представляемой работы являлось исследование особенностей температурной адаптации некоторых ферментов слизистой оболочки кишечника русского осетра, ленского осетра и их гибрида - РОЛО.



Были исследованы годовики русского осетра (*Acipenser guldenshtadti* B.), ленского осетра (*Acipenser baeri*) и их гибрид - РОЛО (*Acipenser guldenshtadti* B. × *Acipenser baeri*), выращенные в искусственных условиях. Пойманных рыб в течение 1-2 ч доставляли в лабораторию, где у них на холоде изымали желудочно-кишечный тракт и специальным скребком снимали слизистую оболочку кишечника. Гомогенаты готовили при помощи гомогенизатора, добавляя охлажденный до 2–4 °С раствор Рингера для холоднокровных животных в соотношении 1:49. Эксперименты проводились в условиях *in vitro*. Количество рыб в каждой точке эксперимента составляло 10 экз. Уровень активности мальтазы (КФ 3.2.1.20) определялся модифицированным глюкозооксидазным методом, щелочной фосфатазы (КФ 3.1.3.1) – по степени гидролиза п-нитрофенилфосфата. Казеинлитическую активность (суммарная активность трипсина, К.Ф. 3.4.21.4, химотрипсина, К.Ф. 3.4.21.1 и различных пептидаз) определяли по приросту тирозина модифицированным методом Ансона[4].

В таблицах 1-3 представлены данные по влиянию температуры инкубации на уровень активности ряда пищеварительных ферментов слизистой оболочки кишечника русского осетра, ленского осетра и их гибрида.

Вопрос о существовании температурных адаптаций пищеварительных ферментов пойкилотермных животных на протяжении долгого времени оставался дискуссионным [1, 5]. При этом, при исследовании влияния температуры на уровень активности пищеварительных гидролаз, как правило, сравнивались виды, занимающие различное систематическое положение. В связи с этим нами сопоставлены температурные характеристики одноименных ферментов кишечника некоторых видов рыб одного отряда – осетрообразные, эволюционировавшие в разных условиях среды обитания, но выращенных в идентичных условиях, а также произведено сопоставление гибридной формы с родительскими видами.

Как видно из приведенных данных, температурный оптимум для мальтазы, суммарной протеиназы и щелочной фосфатазы слизистой оболочки кишечника исследованных видов рыб имеет довольно узкий диапазон. Так, для мальтазы слизистой оболочки кишечника русского осетра оптимальные значения температуры были найдены при 60 °С, а у ленского осетра и РОЛО в диапазоне от 55 до 60 °С. Для щелочной фосфатазы оптимальные значения наблюдались в диапазоне от 55 до 65 °С для русского и ленского осетра, и в диапазоне от 55 до 60 °С для РОЛО. Оптимальные значения уровня активности суммарной протеиназы слизистой оболочки кишечника русского осетра и РОЛО установлены при 50 °С, а у ленского осетра – 40 °С.

Еще в 19 веке, при исследовании некоторых ферментов рыб были получены данные, свидетельствующие об их способности функционировать при температурах, близких к 0 °С, когда ферменты теплокровных животных практически утрачивают активность [2]. При исследовании различных осетрообразных видов рыб нами установлено, что при 0 °С уровень активности мальтазы слизистой оболочки кишечника составляют 20% от максимума для русского и ленского осетра и 27% для РОЛО. Уровень активности щелочной фосфатазы при 0 °С у русского осетра, ленского осетра и РОЛО составляет от максимума 21, 16 и 36% соответственно, а активность протеиназы слизистой оболочки кишечника исследованных видов рыб колеблется от 9 до 14%. Также отмечается высокий уровень активности всех исследованных ферментов в зоне постмаксимальных температур (70 °С).

Известно, что температурные характеристики отражают условия существования вида в историческом прошлом. Ленский осетр, характерный представитель бассейна реки Лены, обитает в других температурных условиях, нежели представители Волго-Каспийского бассейна. Возможно, именно с этим связано смещение у него температурных оптимумов мальтазы и казеинлитической протеиназы в сторону более низких температур. Кроме того стоит отметить тот факт, что температурные оптимумы мальтазы у РОЛО идентичны таковым для ленского осетра, а температурный оптимум казеинлитической протеиназы РОЛО идентичен таковому русского осетра. Из этих данных можно предположить, что данные признаки наследуются независимо друг от друга, первый по отцовской линии, а второй по материнской.



Таблица 1.

Уровень активности щелочной фосфатазы слизистой оболочки  
кишечника рыб в зависимости от температуры инкубации (мкмоль/г·мин)

Температура°С	Вид		
	русский осетр	ленский осетр	РОЛО
0	0,30±0,01	0,72±0,02	0,40±0,01
10	0,29±0,01	0,82±0,02	0,42±0,01
20	0,38±0,01	1,17±0,01	0,47±0,01
30	0,51±0,01	1,81±0,01	0,57±0,01
40	0,82±0,01	3,27±0,01	0,85±0,01
50	1,14±0,01	4,14±0,03	1,03±0,01
55	1,37±0,01	4,27±0,06	1,09±0,01
60	1,46±0,02	4,53±0,07	1,11±0,01
65	1,47±0,02	4,52±0,15	1,04±0,01
70	1,18±0,02	2,74±0,13	0,91±0,01

Таблица 2.

Уровень активности мальтазы слизистой оболочки  
кишечника рыб в зависимости от температуры инкубации (мкмоль/г·мин)

Температура°С	Вид		
	русский осетр	ленский осетр	РОЛО
0	3,93±0,13	3,84±0,26	5,25±0,15
10	5,15±0,25	6,43±0,23	6,79±0,19
20	8,32±0,13	11,37±0,08	11,40±0,17
30	12,95±0,40	14,53±0,19	14,68±0,23
40	17,46±0,15	15,13±0,08	18,74±0,15
50	18,10±0,06	15,28±0,08	18,93±0,08
55	18,82±0,15	16,44±0,23	19,48±0,13
60	19,59±0,13	16,52±0,15	19,51±0,13
70	7,49±0,25	7,92±0,26	5,23±0,19



Таким образом, подтверждено, что температурные адаптации пищеварительной системы пойкилотермных организмов (проведенные на основе анализа уровня активности пищеварительных ферментов представителей отряда осетрообразные) реализуются главным образом благодаря перестройкам ферментных систем. Можно предположить, что имеет место, по-видимому, эволюционная адаптация гидролитической функции кишечника рыб к температурным условиям.

Таблица 3.

**Уровень активности суммарной протеиназы слизистой оболочки кишечника рыб в зависимости от температуры инкубации (мкмоль/г·мин)**

Температура °С	Вид		
	русский осетр	ленский осетр	РОЛО
0	1,28±0,14	2,31±0,19	0,92±0,05
10	1,68±0,46	4,79±0,19	1,03±0,09
20	2,03±0,16	9,45±0,13	1,40±0,05
30	3,88±0,21	15,94±0,21	2,41±0,02
40	7,47±0,33	17,07±0,19	5,32±0,09
50	12,82±0,34	15,80±0,17	8,99±0,24
60	9,04±0,48	15,19±0,30	7,04±0,19
70	1,91±0,17	4,32±0,17	1,79±0,05

**Библиографический список**

1. Уголев А.М. Мембранное пищеварение и процессы усвоения пищи в мире животных // Журнал эволюционной биохимии и физиологии. 1972. Т.8 №3 - С. 269-278.
2. Уголев А.М., Кузьмина В.В. Пищеварительные процессы и адаптации у рыб. - СПб.: Гидрометео-издат, 1993. - 283 с.
3. Неваленный А.Н., Туктаров А.В., Бедняков Д.А. Функциональная организация и адаптивная регуляция процессов пищеварения у рыб. – Астрахань: ФГОУ ВПО «Астрахан.гос. техн. ун-т», 2003. – 152 с.
4. Неваленный А.Н., Бедняков Д.А., Держинская И.С. Энзимология. – Астрахань: ФГОУ ВПО «Астрахан.гос. техн. ун-т», 2005. – 83с.
5. Егорова В.В., Иезуитова Н.Н., Тимофеева и др. Некоторые температурные характеристики и температурные адаптации ферментов, обеспечивающих мембранное пищеварение у пойкилотермных и гомотермных животных // Журнал эволюционной биохимии и физиологии. 1974. Т.10. №3. - С. 371-394.