

INTRACELLULAR CALCIUM-DEPENDENT PROTEOLYTIC ENZYMES IN SOME INVERTEBRATES AND FISH

N.P. Kantserova¹, N.V. Ushakova², L.A. Lysenko¹, N.N. Nemova¹

¹ Institute of Biology, Karelian Research Centre of RAS, Petrozavodsk, Russia

² Institute for Biology of Inland Waters of RAS, Borok, Russia
nkantserova@yandex.ru

The biochemical properties, activity and structural features of intracellular calcium-dependent proteases (calpains) in some invertebrates and fish are considered. The correlation between the level of activity and some calpain properties with evolutionary and physiological characteristics of the studied organisms was shown.

АКТИВНЫЙ ОБМЕН И АДАПТАЦИИ ВОДНЫХ ПОЙКИЛОТЕРМНЫХ ОРГАНИЗМОВ ПРИ НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУРАХ

Л.И. Карамушко

Учреждение Российской академии наук Мурманский морской биологический институт

Кольского научного центра РАН, Мурманск, Россия

karamushkol@mmbi.info

Результаты исследования энергетики холодноводных пойкилотермных организмов показывают, что в пределах относительно узкого диапазона низких температур обитания (при которых наблюдается низкая скорость стандартного обмена и ограниченный аэробный метаболический диапазон), скорость энергетического обмена, в основном, зависит от потенциальной активности животных. По отношению к этим животным в первую очередь возникает вопрос, как холодноводные эктотермные организмы могут поддерживать максимальные аэробные скорости активного обмена и не могут ли рассматриваться низкие температуры, как фактор "давления" на их энергетику. Нами были проанализированы с позиций адаптационных возможностей организма к низким температурам среды, скорости движения и активного обмена водных пойкилотермных животных на примере рыб разных экологических групп. А также определены зависимости между скоростью минимального жизнеподдерживающего обмена и максимальной скоростью активного обмена, т.е. показатели аэробного метаболического диапазона.

Исследованные нами морские виды рыб разных экологических групп показывали значительные отличия в скоростях энергетического обмена, что по-видимому, в первую очередь связано с различиями в образе жизни этих видов и доказывает существование относительно постоянной зависимости между обменом покоя и максимальной скоростью аэробного метаболизма. Чтобы оценить, во сколько в энергетическом выражении обходится рыбам их движение, проведен анализ зависимостей расхода энергии от скорости плавания, температуры окружающей среды и ряда других параметров.

Ихтиофауна обеих полярных областей (Арктики и Антарктики) представлена почти всеми экотипами рыб, за исключением возможно только скумбриевидных форм тела (Андрияшев, 1986; Zimmermann, 1997; Zimmermann, Hubold, 1998). Это означает, что скорости активного обмена у рыб разной естественной подвижности будут различаться в значительной степени, в зависимости от особенностей обитания вида, поскольку именно экологические различия в первую очередь касаются активного обмена. Андрияшев (1986) отмечает также особый морфоэкологический класс жизненных форм антарктической фауны рыб – криопелагические виды, к которым относятся активно плавающие рыбы, живущие почти постоянно при температуре воды на грани замерзания (например, малый и большой широколобик, *Pagothenia brachysoma* и *P. borchgrevinki*). К представителям активно плавающих криопелагических видов рыб арктической фауны относятся широко известные *Boreogadus saida* и *Arctogadus glacialis*.

Анализ данных по скоростям и затратам энергии при движении у ряда полярных видов рыб показал, что компенсация длительного плавания, например у антарктических рыб, достигается за счет увеличения числа митохондрий в мышцах (Johnston et al., 1988). При созревании гонад содержание

липидов в печени и мышцах нототениевых рыб снижается, и на примере результатов экспериментальных работ по голоданию с чешуйчатым трематомом *Trematomus eulepidotus* показано, что высокоантарктические нототениевые виды рыб могут выдерживать длительные периоды недостатка пищи из-за пониженных скоростей энергетического обмена (Wöhrmann, 1998). Нототениевые виды рыб имеют и низкие концентрации гликолитических ферментов. Концентрация и состав антифризных структур у рыб зависят от температуры воды, глубины обитания вида, уровня активности и образа жизни. Медлительные и донные виды имеют количество антифризов даже больше, чем им необходимо в их естественной среде обитания. Концентрация антифризов у более активных видов рыб, таких как бентопелагические и пелагические, являются специализированными для окружающей температуры воды и глубины обитания, вследствие метаболических расходов на синтез этих антифризов – гликопептидов и пептидов (Wöhrmann, 1998). Низкие скорости потребления кислорода и активности АТФ-генерирующих ферментов у глубоководных пелагических организмов отражают также пониженную двигательную активность, и связь между концентрацией протеинов в белых мышцах и скоростью потребления кислорода может быть очень высокой (Torres, Somero, 1988).

Отмечается, что в неразрывной связи между низкой и умеренно высокой мышечной активностью полярные виды рыб развивают свои особенности аэробного метаболизма, которые эквивалентны таковым у рыб, обитающих в теплых водах. Существует постоянная зависимость между обменом покоя и максимальной скоростью аэробного метаболизма: высокие скорости потребления кислорода в покое сопровождаются высокими скоростями активного обмена. Присутствие в экосистемах Антарктики пелагических рыб, плавающих с "крейсерской" скоростью (Johnston et al., 1991), показывает, что какие бы ограничения к обитанию при низких температурах морской воды не существовали, эти ограничения не препятствуют экологическому успеху для широкого ряда полярных морских организмов. Очевидно, чтобы понять энергетику холодноводных пойкилотермных организмов необходимо в первую очередь выяснять зависимость между расходом энергии при активной работе и в покое.

Таким образом, проведенный анализ количественных данных, характеризующих, во сколько раз активный обмен может превышать основной у рыб, обитающих в относительно узком диапазоне низких температур, показал, что максимальный аэробный размах активности у рыб высоких широт находится в тех же пределах, что и у бореальных и тропических видов, при условии их принадлежности к одной и той же биотопической группе.

ACTIVE METABOLISM AND ADAPTATIONS IN AQUATIC POIKILOTHERMOUS ANIMALS AT LOW TEMPERATURES

L.I. Karamushko

Murmansk Marine Biological Institute, Kola Scientific Center, Russian Academy of Sciences, Murmansk, Russia
karamushkol@mmbi.info

The quantitative data on the comparison of active and basal metabolism in fish living in the areas with a relatively narrow range of low temperatures are analyzed. The maximal activity of aerobic metabolism in fish of high latitudes is within the same range characteristic of boreal and tropical species upon condition that they belong to the same biotopic group. Low temperatures are shown not to prevent ecological success for a wide number of polar marine organisms.

ВКУСОВАЯ РЕЦЕПЦИЯ У РЫБ: ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ И ПОВЕДЕНЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ

А.О. Касумян

Московский государственный университет им. М.В.Ломоносова, Москва, Россия
alex_kasumyan@mail.ru

Вкусовая система у рыб характеризуется высоким уровнем структурного и функционального развития. Многочисленные вкусовые почки распределены у рыб в ротовой полости и на поверхности тела и плавников и образуют периферический отдел интраоральной (внутриротовой) и экстра-