

THE EFFECTS OF INTRAPERITONEAL AND INTRAMUSCULAR INJECTIONS OF SEROTONIN ON FEEDING AND MOVING ACTIVITIES OF CARPS *CYPRINUS CARPIO* L.

D.V. Garina

Papanin Institute for Biology of Inland Waters RAS, Borok, Russia
darina@ibiw.yaroslavl.ru

The influence of intraperitoneal and intramuscular injections of serotonin on a number of parameters of feeding behavior of juvenile carps has been investigated. It was shown that intramuscular but not intraperitoneal injections caused decreasing of the ration, time of group and summary feeding as well as moving activity of fishes. It was supposed that anorectic effect of this biogenic amine is conditioned by its peripheral (hormonal) effect – stimulation of peristalsis of digestive tract. On the other hand, partial involving of central effect of serotonin as a neurotransmitter is possible too because it is known that serotonin in teleost fishes in contrast to mammals penetrates through blood-brain barrier.

СУТОЧНЫЕ РИТМЫ ТЕРМОПРЕФЕРЕНДУМА РЫБ. АНАЛИЗ И ВЗАИМОСВЯЗИ

В.К. Голованов¹, Д.С. Капшай²

¹ Учреждение Российской академии наук Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН, п. Борок, Ярославской обл., Россия

² Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова, Ярославль, Россия
golovan@ibiw.yaroslavl.ru

Суточные ритмы питания и поведения рыб широко распространены в условиях естественных водоемов и характеризуют отношение разных видов к биотическим и абиотическим факторам среды. Не менее значимы для рыб и суточные вариации конечного термопреферендума (табл.). Широко известны примеры суточных вертикальных миграций у пресноводных рыб (Малинин и др., 1996), а также способность некоторых видов (молодь нерки в оз. Бэбин, Канада) преодолевать в считанные минуты интервалы температур, превышающие 10–15°C (Brett, 1971).

Суточные ритмы конечного термопреферендума у различных видов рыб

Вид	Возраст, размер	Конечные избираемые температуры (КИТ)		Разница КИТ
		Днем	Ночью	
Разница КИТ незначительна				
<i>Acathurus triostegus</i>	Взрослые	29.3	28.6	0.7
<i>Abudefduf abdominalis</i>	Молодь	30.4	29.2	1.2
	Взрослые	24.8	25.7	0.9
<i>Balistes fuscus</i>	Молодь	23.1	23.5	0.4
<i>Canthigaster jactator</i>	–	26.9	26.5	0.4
<i>Hemirhamphus americanus</i>	–	15.4	15.0	0.4
<i>Gillichthys mirabilis</i>	–	17.1	17.1	0.0
<i>Enneacanthus gloriosus</i>	–	28.5	28.5	0.0
<i>Ictalurus natalis</i>	Молодь	28.6	29.1	0.5
	Взрослые	27.9	27.6	0.3
<i>Catostomus commersoni</i>	–	24.2	24.0	0.2
<i>Chaetodon multicinctus</i>	Молодь	26.8	26.2	0.6
	Взрослые	24.7	23.5	1.2
КИТ выше в дневное время				
<i>Zebrasoma flavescens</i>	–	23.0	19.0	4.0
<i>Amia calva</i>	–	32.0	28.8	3.2
<i>Esox masquinongy</i>	–	27.3	21.9	5.4
<i>Perca flavescens</i>	–	23.8	16.7	7.1
<i>Carassius auratus</i>	–	29.8	26.0	3.8
<i>Micropterus dolomieu</i>	–	30.1	26.6	3.5
<i>Coregonus muksun</i>	Годовики	15.0	9.0	6.0

Вид	Возраст, размер	Конечные избираемые температуры (КИТ)		Разница КИТ
		Днем	Ночью	
КИТ выше в ночное время				
<i>Pseudopleuronectes platessa</i>	–	17.6	19.7	2.1
<i>Forcipiger longirostris</i>	–	25.3	27.1	1.8
<i>Catostomus commersoni</i>	10–20 см	21.5	23.8	2.3
<i>Salmo trutta</i>	Взрослые	10.3	13.7	3.4
<i>Micropterus salmoides</i>	–	27.1	29.5	2.4
<i>Salmo gairdneri</i>	Молодь, 3–4 мес.	13.8	16.3	2.5

Наиболее эффективным примером суточной периодичности термопреферендума рыб являются опыты Рейнольдса и Кастерлин в ихтиотроне (Reynolds, Casterlin, 1978), в которых два вида – большеротый и малоротый окуни – виды, обитающие в одних и тех же водоемах, поочередно избирают днем и ночью разные и противоположные уровни температур. Данный случай следует рассматривать как пример расхождения термальных ниш (КИТ) у двух симпатрических видов.

Имеющиеся к настоящему времени данные получены преимущественно в электронных ихтиотронах – шаттл-боксах, реже в горизонтальных термоградиентных установках, и позволяют условно разделить рыб на 3 группы – не имеющих разницы КИТ днем и ночью, а также имеющих более высокие температуры днем или ночью. Отметим, что последние опыты по изучению термопреферендума на примере пяти видов в 10-суточных экспериментах показали видовую специфику и сложную динамику суточного выбора температур в условиях горизонтального градиента. Вероятно, колебания температур в диапазоне термальной ниши вида ($\pm 2^\circ\text{C}$) и более стимулируют эффективность переваривания пищи и ускоряют рост молоди и взрослых рыб (Константинов и др., 2005; Зданович, Пушкар, 2005, 2007, 2008).

Анализ собственных экспериментальных данных и литературных источников к настоящему времени позволяет заключить следующее. Выбор температуры в градиентных условиях определяется у рыб в том числе и уровнем двигательной активности (минимальной при значениях КИТ), и возрастающей по мере удаления от температурного оптимума вверх и вниз по температурному диапазону жизнедеятельности (Reynolds, Casterlin, 1979). Суточный ритм двигательной активности сложным образом связан с суточным ритмом термоизбирания и существенно зависит от уровня освещения. Непосредственно физиолого-биохимический механизм термопреферендума в настоящее время изучен недостаточно (Crawshaw, 1979), однако четко показана роль эпифиза во временной организации суточного ритма (Kavaliers, Ralph, 1980). Синхронизация пусковых механизмов циркадного ритма, как двигательной активности, так и терморегуляции, видимо, осуществляется на основе чувствительности собственно пинеального органа к свету и выработке определенного количества мелатонина – гормона, детерминирующего тип циркадной ритмики (Kavaliers, 1979).

Кроме мелатонина, по всей видимости, еще несколько гормонов участвуют в температурной регуляции водных организмов. Среди них – норэпинефрин (биогеенный амин из группы катехоламинов), дофамин – нейромедиатор, а также гормон, по химической структуре относящийся также к биогеенным аминам, конкретно к катехоламинам. В эту же группу входит и тироксин, продуцируемый тканью щитовидной железы. Все эти гормоны при введении определенных доз в организм рыб, оказывают непосредственное влияние на уровень избираемых температур и механизмы терморегуляции (Woolmuth, Crawshaw, 1987, 1988, 1989; Reynolds et al., 1982).

Существует и еще одно соединение, вырабатываемое некоторыми нервными клетками и служащее в качестве передатчика импульсов в нервной системе – биогеенный амин ацетилхолин, которое также принимает участие в температурной регуляции поведения рыб (Crawshaw, Woolmuth, 1992). Вышеприведенное только подчеркивает всю сложность и неоднозначность слабоизученных механизмов терморегуляции водных животных. Тем более, что практически не исследуется в последнее время и непосредственно температурная рецепция рыб. Недостаточно изучены также особенности ферментных и изоферментных перестроек при акклимации рыб к суточным колебаниям избираемой температуры в процессе выбора оптимальных условий.

Очевидно, что только дополнительные исследования и совместный анализ данных по двигательной активности и динамике физиолого-биохимических характеристик рыб в течение суток позволят сделать выводы о возможных механизмах включения и выключения суточного ритма термопреферендума рыб.

Работа выполнена в рамках Программы ОБН РАН «Биологические ресурсы России».

DAILY THERMOPREFERENDUM RHYTHMS OF FISHES. THE ANALYSIS AND INTERRELATIONS

V.K. Golovanov¹, D.S. Kapshay²

¹Papanin Institute for Biology of Inland Waters RAS, Borok, Russia

²Yaroslavl State University, Yaroslavl, Russia, golovan@ibiw.yaroslavl.ru

The data on a daily thermopreferendum rhythm of the juvenile and adult different species fishes are given. The fluctuations of temperatures at a level $\pm 2^{\circ}\text{C}$ and more, obviously, stimulate efficiency of digestion and accelerate growth of fishes. The analysis of the data shows, that the daily thermopreferendum and locomotory activity of fishes are interconnected and are defined by epiphysis function. Some hormones – dopamin, norepinefrine and thyroxine, and also acetylholine participate in fish thermoregulation. The physiological and biochemical mechanisms of thermoregulation and behavior thermoregulation of water animals are investigated unsufficiently.

ФИЗИОЛОГО-БИОХИМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ АДАПТАЦИЙ РЫБ В ЗОНЕ СУБЛЕТАЛЬНЫХ ВЫСОКИХ ТЕМПЕРАТУР

В.К. Голованов, Г.М. Чуйко, В.А.Подгорная

Учреждение Российской академии наук Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН,
п. Борок, Ярославской обл., Россия
golovan@ibiw.yaroslavl.ru

Тенденция к потеплению климата и планируемый ввод в эксплуатацию крупных энергетических и промышленных объектов в России неизбежно приводят к повышению уровня температур в летние и зимние периоды года как в целом по регионам страны, так и в условиях конкретных водоемов, а также в местах непосредственного обитания рыб. Именно поэтому изучение верхних температурных границ жизнедеятельности рыб в последнее время становится все более актуальным и своевременным.

К числу возможных причин и механизмов гибели рыб в высоких температурах относят изменения структуры мембран, денатурацию белков и их коагуляцию в результате нагрева, термическую инактивацию ферментов (со скоростью, превышающей скорость их синтеза), недостаток кислорода, а также различия в температурном коэффициенте (Q_{10}) для взаимосвязанных метаболических реакций и нарушения водно-солевого баланса у рыб (Голованов, Смирнов, 2004; Шмидт-Ниельсен, 1982). В то же время, физиолого-биохимические явления и процессы, происходящие непосредственно в зоне сублетальных значений температур, обычно выше 30°C , у границы жизнедеятельности гидробионтов, во многом остаются малоизученными. Отметим, что известно всего несколько работ, в которых исследовано влияние нагрева воды на активность пищеварительных ферментов (карбогидраз) в различные сезоны года (Голованова, 2007; Голованова и др., 2002, 2005)

Цель работы состояла в изучении критического термического максимума (КТМ) у молоди речного окуня и карпа в летний сезон года с последующим определением активности фермента ацетилхолинэстеразы (АХЭ) и содержания водорастворимой фракции белка (ВРБ) в мозге подвергнутой нагреву рыб.

Для оценки КТМ, а также определения АХЭ и ВРБ использованы стандартные методы, применявшиеся ранее (Голованов, Смирнов, 2007; Смирнов, Голованов, 2004; Becker, Genoway, 1979; Чуйко и др., 2007; Ellman et al., 1961 в модификации Масловой, Резника, 1976). Температура предварительной акклимации рыб равнялась 20°C , количество рыб в каждом опыте составляло 6 экз. Повышение температуры воды производили в экспериментальном аквариуме (объемом 60 л) при скоростях – $0.08^{\circ}\text{C}/\text{ч}$ (или $2^{\circ}\text{C}/\text{сут}$), $4.3^{\circ}\text{C}/\text{ч}$, $8.3^{\circ}\text{C}/\text{ч}$, $16.0^{\circ}\text{C}/\text{ч}$, $32.6^{\circ}\text{C}/\text{ч}$ и $46.7^{\circ}\text{C}/\text{ч}$. Метод оценки КТМ несколько модифицирован с целью не суммарного, а строго индивидуального определения биохимических показателей. Отдельная группа рыб в количестве 6 экз. использована в качестве физиолого-биохимического контроля.