

УДК 577.113.4

**ОСОБЕННОСТИ АЗОТИСТОГО ОБМЕНА И СОДЕРЖАНИЯ
НИТРОЗАМИНОВ В ТКАНЯХ ЧЕРНОМОРСКИХ РЫБ, ОТНОСЯЩИХСЯ К
РАЗНЫМ ЭКОЛОГИЧЕСКИМ ГРУППАМ**

Омельченко С. О.¹, Чеснокова И. И.², Залевская И. Н.³

¹*ГБОУ ДПО РК «Крымский республиканский институт постдипломного педагогического образования», Симферополь, Республика Крым, Россия*

²*ФГБУН «Институт морских биологических исследований имени А. О. Ковалевского РАН», Севастополь, Республика Крым, Россия*

³*Таврическая академия (структурное подразделение) ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского», Симферополь, Республика Крым, Россия*
E-mail: omesol@ukr.net

В статье приводятся данные исследований по содержанию нитрозаминов, показателей азотистого обмена (свободного аминного азота, нуклеотидов и нуклеозидов) и активности аминотрансфераз в тканях 5 видов черноморских рыб, относящихся к разным экологическим группам. Исследования активности аминотрансфераз показали, что в сыворотке крови рыб их величины в большей степени зависят от филогенетического положения вида, чем от принадлежности к экологической группе. Результаты исследований позволили установить тканеспецифические и видовые особенности содержания нуклеотидов и нуклеозидов у исследуемых рыб. Установлена зависимость между уровнем накопления нитрозаминов в тканях рыб и ответными реакциями показателей азотистого обмена исследуемых видов, относящихся к разным экологическим и таксономическим группам.

Ключевые слова: нитрозамины, аминотрансферазы, свободный аминный азот, нуклеотиды и нуклеозиды, черноморские рыбы, Черное море.

ВВЕДЕНИЕ

Хозяйственная деятельность людей, осуществляемая на побережье морей и океанов, неминуемо приводит к загрязнению морских вод и нарушению эволюционно сложившихся отношений в морских экосистемах. Рыбы, представляющие собой завершающее звено трофических цепей, наиболее подвержены влиянию негативных факторов, сопряженных с антропогенным воздействием, и поэтому могут являться биоиндикаторами уровня загрязнения морской среды. Попадающие в организм рыб токсические вещества вызывают патологические изменения в их органах и тканях. Некоторые ксенобиотики обладают канцерогенной активностью [1–3]. К таким веществам относятся, прежде всего, нитрозамины (НА).

Нитрозамины, воздействуя на живые организмы, поражают различные органы, ткани и эндоплазматический ретикулум печени. Они угнетают белковый синтез на уровне трансляции. Эти токсиканты способны вызывать мутагенез, канцерогенез и, в конечном итоге, гибель организма [3–5]. Они образуются в больших количествах в

сильно эвтрофированных водоемах, включая морскую среду, куда поступают хозяйственно-бытовые сточные воды, содержащие высокие концентрации биогенов. В результате интенсивного развития бактерий, способных синтезировать НА, эти соединения накапливаются в среде, в беспозвоночных и по пищевым цепям попадают в организм рыб, где аккумулируются в органах и тканях [3, 6].

Накопление нитрозаминов в печени рыб может привести к функциональной недостаточности органа и к нарушению азотистого обмена. В связи этим изучение параметров азотистого обмена рыб представляет несомненный интерес для оценки влияния и последствий взаимодействия факторов среды и процессов метаболизма гидробионтов. Токсиканты способны нарушать структуру и функции биомолекул, приводить к патологическим проявлениям и снижению резистентности гидробионтов к изменяющимся условиям среды [6–8].

Целью настоящей работы явилось изучение влияния содержания нитрозаминов в тканях некоторых видов черноморских рыб, относящихся к разным экологическим группам, на показатели азотистого обмена и активность аминотрансфераз.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Объектами исследования служили 4 вида костистых рыб, относящиеся к разным экологическим группам: бычок-мартовик (*Mesogobius batrachocephalus* Pallas), принадлежащий к донной группе, смарида (*Spicara flexuosa* Rafinesque) и темный горбыль (*Sciaena umbra* L), являющиеся придонно-пелагическими формами, и ставрида средиземноморская (*Trachurus mediterraneus* Staindachner) – типичный пелагический вид. Кроме того, был исследован один вид донных хрящевых рыб – морской кот (*Raja clavata* L.). Рыб отлавливали в прибрежной части Черного моря в районе г. Севастополя в весенне-летний период.

Материалом исследования служила мышечная ткань, жабры, печень и сыворотка крови. Сыворотку получали путем отстаивания крови в холодильнике при температуре +4 °С, ткани извлекали, хранили при -20 °С, после чего проводили экстракцию и определение нитрозаминов (НА) методом тонкослойной хроматографии [9]. В тканях осуществляли анализ содержания нуклеотидов и нуклеозидов спектрофотометрическим методом [10]. Активность аминотрансфераз определяли методом Райтмана – Френкеля с использованием стандартных наборов «Філісіт» – «АсАт» и «АлАт» при длине волны 500–530 нм. Коэффициент де Ритиса рассчитывали как отношение активности АсАт к активности АлАт. Содержание аминного азота определяли в сыворотке крови стандартным колориметрическим методом [11].

Общее количество проведенных определений представлено в таблице 1.

Таблица 1

Определяемые параметры в тканях черноморских рыб

Виды рыб	Сыворотка крови				Печень				Мышцы				Жабры			
	НА	АА	НК	АТ	НА	АА	НК	АТ	НА	АА	НК	АТ	НА	АА	НК	АТ
Морской кот	++				++				++				+			
Бычок-мартовик	++				++				++				+			
Смарида	++				++				++				+			
Темный горбыль	++				++								+			
Ставрида средиземноморская																

НА – нитрозамины, АА – аминный азот, НК – нуклеотиды и нуклеозиды, АТ – аминотрансферазы (аланин- и аспаргатаминотрансфераза)

Сравнительный анализ данных осуществляли с использованием t-критерия Стьюдента. Результаты считали достоверными в случае, если $p \leq 0,05$ [12]. С целью выявления зависимости между исследуемыми параметрами рассчитывали коэффициент корреляции для каждой пары значений с помощью стандартной программы «Excel». При этом считали, что при коэффициентах корреляций $0 < r < 0.3$ – соответствует слабая связь, $0.3 < r < 0.5$ – умеренная, $0.5 < r < 0.7$ – значительная, $0.7 < r < 0.9$ – сильная.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты исследований показали, что максимальное количество НА обнаружено в мышечных тканях морского кота, среди костистых рыб наибольшее содержание НА отмечено в мышцах бычка-мартовика, тогда как у остальных видов концентрация этих компонентов значительно ниже ($p < 0.01$) (рис. 1).

Результаты исследования позволили установить определенные особенности содержания нитрозаминов в мышечных тканях исследуемых видов рыб. Уровень этих канцерогенов варьирует в широких пределах, но при этом не превышает ПДК. У донных видов рыб содержание НА значительно выше, чем у придонно-пелагических и пелагических форм, что может быть обусловлено более интенсивным метаболизмом, свойственным активному образу жизни. Помимо этого, пелагические и придонно-пелагические виды способны мигрировать из эвтрофированных сильно загрязненных районов, что также снижает вероятность

образования нитрозаминов. Повышенное содержание НА в тканях бентосных форм может быть обусловлено условиями обитания в более загрязненных придонных слоях воды, непосредственно соприкасающихся с грунтами, где аккумулируются загрязнители и токсиканты. Кроме того, оба вида питаются донными беспозвоночными, и накопление НА в их тканях может происходить за счет эффекта концентрирования, что отмечено и другими авторами [8] (рис. 1).

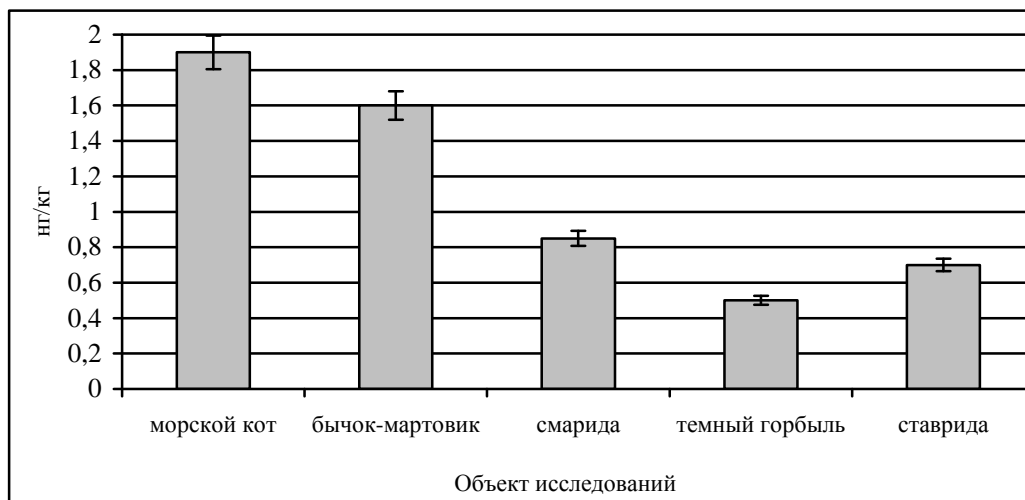


Рис. 1. Содержание нитрозаминов в мышечных тканях черноморских рыб

Обращают на себя внимание максимальные концентрации НА в тканях морского кота, относящегося к представителям хрящевых рыб, по сравнению с костистыми. Известно, что эти формы имеют специфичный азотистый обмен, конечным продуктом которого является мочевины, концентрация которой в тканях нередко превышает 2 % и которая служит для осморегуляционных целей [7, 13, 14]. Помимо этого, для поддержания осмотического баланса у скатов присутствуют и другие азотсодержащие компоненты с низкой молекулярной массой: триметиламиноксид и бетаин [7, 13, 14]. Таким образом, насыщение тканей хрящевых рыб азотсодержащими компонентами может способствовать вовлечению их в реакции образования нитрозаминов по специфическим метаболическим путям, присущим эласмобранхиям.

Результаты исследований позволили установить тканеспецифические и видовые особенности содержания нуклеотидов и нуклеозидов у исследуемых рыб (рис. 2).

Максимальное содержание нуклеотидов и нуклеозидов у всех исследуемых видов рыб установлено в печени, самые низкие концентрации обнаружены в мышцах, показатели жабр имеют промежуточные значения (рис. 2).

Печень – важнейший метаболический орган, где протекают процессы синтеза многих веществ, происходящих под контролем нуклеиновых кислот, чем и объясняется повышенный уровень их основных компонентов в этом органе. В то же время обращает на себя внимание увеличенный более чем в 2 раза уровень

содержания нуклеотидов и нуклеозидов в печени ставриды по сравнению с другими исследуемыми видами. Являясь исходным материалом для построения молекул нуклеиновых кислот, эти компоненты также входят в состав различных коферментов, регулирующих обменные процессы в клетке [7, 13]. Очевидно, этим объясняется высокий уровень нуклеотидов и нуклеозидов в печени пелагической рыбы, в организме которой осуществляется интенсивный обмен веществ с большим расходом энергии на плавательную активность. При этом показатели придонно-пелагических рыб имеют промежуточные значения, а у самых малоактивных донных видов – морского кота и бычка-мартовика – отмечены самые низкие концентрации этих компонентов в печени и в жабрах (рис. 2).



Рис.2 Содержание нуклеотидов и нуклеозидов в тканях и органах черноморских рыб.

В мышцах и жабрах исследуемых видов содержание нуклеотидов и нуклеозидов варьирует в меньшей степени. Наиболее высокое количество установлено в мышцах смаиры (2,49 мг/г). В жабрах ставриды отмечена максимальная концентрация данных компонентов (4,01 мг/г), минимальные значения выявлены в жабрах морского кота (2,84 мг/г) и в мышцах бычка-мартовика (1,43 мг/г).

Наряду с мочевиной основным конечным продуктом азотистого обмена костистых рыб является аммиак, который диффундирует в водную среду через жабры и не задерживается в организме [7, 14]. Результаты исследования уровня свободного аминного азота в сыворотке крови рыб позволили установить, что у костистых рыб максимальная концентрация этого показателя отмечена в сыворотке смаиры и темного горбыля (4,18 и 4,19 мг%) (рис. 3).

Согласно нашим данным, содержание аминного азота в сыворотке крови донных рыб бычка-мартовика, морского кота и пелагической ставриды имеет сходные значения, которые существенно ниже ($p < 0.05$) соответствующих показателей придонно-пелагических форм смаиры и темного горбыля. Можно

предположить, что низкое содержание аммиака в сыворотке крови донных видов обусловлено их малоподвижным образом жизни и, следовательно, менее интенсивным обменом веществ (рис. 3).

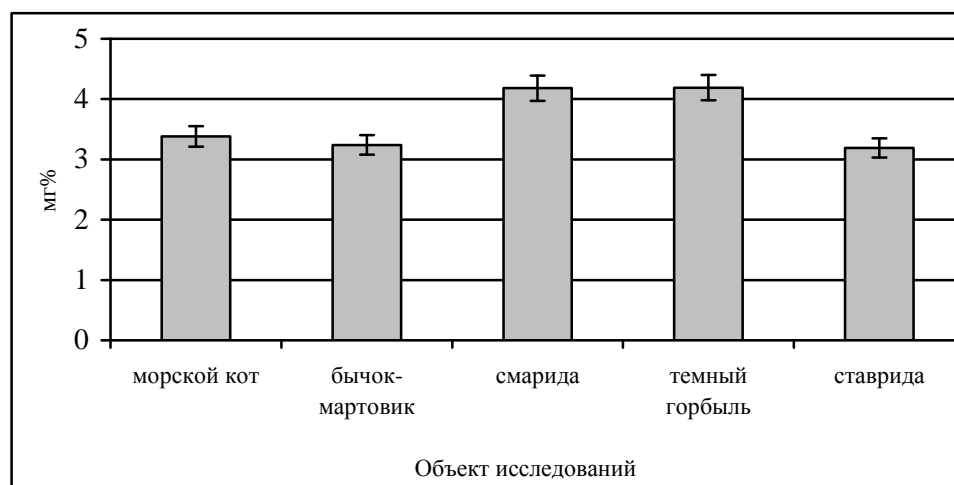


Рис. 3. Содержание свободного аминного азота в сыворотке крови черноморских рыб.

У пелагической активной ставриды также установлены низкие концентрации аминного азота в сыворотке крови, что может быть связано с интенсивной вентиляцией жабр и выведением аммиака из организма.

Активность аминотрансфераз в печени и сыворотке крови исследуемых видов рыб приведена в таблице 2.

Таблица 2
Активность аминотрансфераз в тканях черноморских рыб ($M \pm m$)

Виды рыб	сыворотка (мкмоль/час*мл)		печень (мкмоль/час*мг)	
	активность ферментов	коэффициент де Ритиса	активность ферментов	коэффициент де Ритиса
морской кот	$0,19 \pm 0,03$ $0,24 \pm 0,02$	0,92	$0,07 \pm 0,01$ $0,12 \pm 0,03$	0,51
бычок-мартовик	$1,88 \pm 0,56$ $1,20 \pm 0,58$	2,51	$0,06 \pm 0,03$ $0,07 \pm 0,01$	0,49
смарида	$0,75 \pm 0,014$ $0,28 \pm 0,06$	3,63	$0,25 \pm 0,03$ $0,42 \pm 0,07$	0,66
темный горбыль	$0,58 \pm 0,26$ $0,39 \pm 0,17$	1,74	$0,08 \pm 0,01$ $0,10 \pm 0,02$	0,73
ставрида	$0,93 \pm 0,06$ 0,40	2,24	$0,12 \pm 0,02$ $0,10 \pm 0,01$	1,44

Примечание: числитель – активность АсАт, знаменатель – активность АлАт.

Исследования активности ферментов показали, что в сыворотке крови рыб их величины в большей степени зависят от филогенетического положения вида, чем от принадлежности к экологической группе. Данные показатели выше в сыворотке костистых рыб по сравнению с хрящевыми. При этом наиболее высокие значения установлены у бычка-мартовика и у ставриды, у придонно-пелагических форм они ниже. Если коэффициент де Ритиса у костистых рыб >1 , то у хрящевых он <1 . В печени наиболее низкие величины АлАТ обнаружены у морского кота, бычка-мартовика, темного горбыля и ставриды, самые высокие – у смарида. Активность АсАТ варьирует в меньшей степени, но и в этом случае максимальные величины были отмечены у смарида. Коэффициент де Ритиса в печени всех исследуемых видов рыб был <1 , за исключением ставриды.

Вероятно, в этом случае имеют место две противоположные тенденции: у бычка-мартовика рост активности аминотрансфераз обусловлен детоксикационными процессами и возможным поражением печени, разрушением гепатоцитов и выходом ферментов в кровь вследствие обитания рыб в более загрязненной среде, а у ставриды – с интенсивным метаболизмом, характерным для активно плавающих форм. В печени активность ферментов варьирует в меньшей степени, наиболее выражены видовые особенности, в частности, увеличение этих показателей у спикары по сравнению с другими рыбами.

Следует отметить тенденцию возрастания коэффициента де Ритиса в печени в следующей последовательности: донные формы \rightarrow придонно-пелагические \rightarrow пелагические, что, вероятно, обусловлено реорганизацией метаболизма рассмотренных видов, относящихся к разным экологическим группам. В этом случае повышение активности рыб сопряжено с ростом значений коэффициента де Ритиса, который максимальных величин достигает у активно плавающей пелагической ставриды.

Видовые отличия активности аминотрансфераз могут быть обусловлены особенностями обменных процессов у рыб. Так, повышенная активность аминотрансфераз может быть результатом снижения активности ферментов цикла Кребса и, следовательно, уменьшением уровня его интермедиатов. АлАт и АсАт компенсируют это через поставку α -глутарата [15, 16]. Компенсаторные функции трансаминаз показаны не только для АлАт и АсАт, но и для других ферментов данной группы [17]. Также следует отметить, что активность аминотрансфераз у рыб, относящихся к одному семейству, может характеризоваться существенными отличиями [18–20].

Помимо этого, следует отметить влияние загрязнителей, в частности, НА на показатели азотистого обмена рыб. Наши исследования показали высокие корреляции между содержанием показателей азотистого обмена в печени и концентрацией нитрозаминов в мышцах большинства исследованных видов рыб ($r=0,67 - 0,70$), что может быть связано с модификацией азотистого обмена и изменением соотношения нуклеотидов и нуклеозидов в результате биотрансформации нитрозаминов в организме рыб. Результаты корреляционного анализа между содержанием аминного азота в сыворотке крови и нитрозаминов в мышечных тканях черноморских рыб показывают высокую положительную связь у

придонно-пелагического темного горбыля ($r=0,73$). У придонного бычка-мартовика и пелагической ставриды эта связь слабеет ($r=-0,52$). Особенности содержания НА в мышцах могут быть обусловлены спецификой трансформации этих соединений в печени, клетки которой очень чувствительны к нитрозаминам, даже, если их содержание минимально [3, 21, 22]. Именно в печени осуществляются такие жизненно важные процессы, как биосинтез белков и нуклеиновых кислот, в которых принимают активное участие нуклеотиды и нуклеозиды. Нитрозамины образуют ковалентные связи с аминогруппами пуриновых и пиримидиновых оснований, входящих в структуру нуклеиновых кислот. Измененные таким образом молекулы ДНК могут подвергаться дальнейшей ферментативной и неферментативной трансформации вплоть до разрушения под воздействием эндонуклеаз [2, 7].

Попадая в организм гидробионтов, нитрозамины включаются в метаболические пути, в то числе в реакции азотистого обмена, способны модифицировать его, негативно влиять на конечный синтез азотистых оснований, которые могут носить адаптивный характер. Нитрозамины связаны с образованием ядовитых циклических соединений, нарушающих структуру и функции азотистого обмена.

Таким образом, результаты исследований показали четкую зависимость между уровнем накопления нитрозаминов в мышцах рыб и ответными реакциями показателей азотистого обмена в тканях исследуемых видов, относящихся к разным экологическим и таксономическим группам. Нитрозамины могут оказывать модифицирующее действие на азотистый обмен рыб, что также зависит от видовых особенностей и принадлежности к разным экологическим видам. Изучаемые показатели азотистого обмена служат информативными индикаторами состояния организма и среды его обитания, в том числе в случае неблагоприятных воздействий, таких как хроническое загрязнение и могут быть использованы для экологического нормирования и прогнозирования последствий долговременного антропогенного воздействия на морские акватории.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Уровень нитрозаминов достигает высоких значений в тканях бентосных видов костистых и хрящевых рыб по сравнению с рыбами, ведущими активный образ жизни, что может быть обусловлено условиями обитания в более загрязненных придонных слоях воды.
2. Выявлены тканеспецифические и видовые особенности содержания нуклеотидов и нуклеозидов у исследуемых рыб. Максимальное количество свободного аминного азота обнаружено у придонно-пелагических видов.
3. Активность аминотрансфераз у морского кота оказалась существенно ниже, чем у костистых рыб, так же, как и коэффициент де Ритиса, активность ферментов возрастает у донного бычка-мартовика и пелагической ставриды.
4. Повышение активности рыб сопряжено с ростом значений коэффициента де Ритиса, который достигает максимальных величин у активно плавающей пелагической ставриды.

5. Результаты исследований показали четкую зависимость между уровнем накопления нитрозаминов в мышцах рыб и ответными реакциями показателей азотистого обмена в тканях исследуемых видов.

Список литературы

1. Виленчик М. М. Закономерности молекулярно-генетического действия химических канцерогенов / М. М. Виленчик. – М.: Наука, 1977. – 249 с.
2. Кулинский В. И. Обезвреживание ксенобиотиков / В. И. Кулинский // Успехи современной биологии. – 1999. – С. 35–42.
3. Рубенчик Б. Л. Образование канцерогенов из соединений азота / Б. Л. Рубенчик. – К.: Наукова думка, 1990. – 220 с.
4. Содержание N-нитрозаминов в водных объектах в связи с антропогенным эвтрофированием / В. В. Станкевич [и др.] // Гигиена населенных мест. – 1988. – С. 26–31.
5. Rudneva I. I. Environmental and security challenges in the Black Sea region / I. I. Rudneva, E. Petzold-Bradley // In Environmental conflicts: Implications for Theory and Practice. Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 2001. – P. 189–202.
6. Тутельян В. А. О механизме острого токсичного действия N-нитрозодиметиламина / В. А. Тутельян, Н. В. Лашнева // Фармакология и токсикология. – 1983. – С. 111–114.
7. Немова Н. Н. Биохимическая индикация состояния рыб / Н. Н. Немова, Р. У. Высоцкая. – М.: Наука, 2004. – 215 с.
8. Zou X. N. Volatile N-nitrosamines and their precursors in Chinese salted fish - a possible etiological factor for NPC in China / X. N. Zou, S. H. Lu, B. Liu // Int. J. Cancer. – 1994. – Vol. 59, No 2. – P. 155–158.
9. Методические рекомендации по обнаружению, идентификации и количественному определению N-нитрозаминов в пищевых продуктах: № 1959-59. [Действующий от 1979-11-01]. М.: Ин-т пит. РАМН, 1979. – 13 с.
10. Спирин А. С. Спектрофотометрическое определение суммарного количества нуклеиновых кислот / А. С. Спирин // Биохимия. – 1958. – Т. 23, Вып. 5. – С. 656–662.
11. Пустовалова Л. М. Практикум по биохимии / Л. М. Пустовалова. – Ростов н/Д.: Феникс, 1990. – С. 23–224.
12. Лакин Г. Ф. Биометрия / Г. Ф. Лакин. – М.: Высшая школа, 1990. – 352 с.
13. Хочачка П. Биохимическая адаптация / П. Хочачка, Дж. Сомеро. – М.: Мир, 1988. – 568 с.
14. Xenobiotic metabolism markers in marine fish with different trophic strategies and their relationship to ecological variables / M. Sole [et al.] // Comparative Biochemistry and Physiology. – 2009. – Vol. 149. – P. 83–89.
15. Gabriel U. U. Enzymes in selected tissues of catfish hybrid exposed to aqueous extracts from *Lepidagathis alopecuroides* leaves / U. U. Gabriel, F. G. Obomanu, O.D. Oveh // EJEAFChe. – 2009. – 8 (9). – P. 856–864.
16. Madgy A. S. E. Changes in total protein and transaminase activities of grass carp exposed to diquat / A. S. E. Madgy, W. A. Rogers // J. Aqua. Animal Health. – 1993. – 5. – P. 280–286.
17. Measurement and distribution of hepatic cysteinsulfanate aminotransferase activity in fish / T. Goto, H. Sugiyama, H. Funatsu [et al.] // Suisanzoshoku. – 2003. – 51(3). – P. 361–362.
18. Effects on Mortality of Biochemical and Limnological Properties on Some Fish Species in Sultansuyu Dam Lake (Malatya), Turkey / Ş. Kandemir, İ. Örün, Z. Talas [et al.] // Turk. J. Fish. Aquat. Sci. – 2010. – 10. – P. 431–437.
19. Бичарева О. Н. Активность сывороточных аминотрансфераз у карповых рыб / О. Н. Бичарева // Естественные науки. – 2011. – № 1 (34). – С. 96–100.
20. Гулиев Р. А. Особенности динамики трансфераз крови их взаимосвязь с микроэлементным составом некоторых прудовых рыб астраханской области / Р. А. Гулиев // Естественные науки. – 2011. – № 1 (34). – С. 114–117.
21. Биомониторинг прибрежных вод Черного моря / И. И. Руднева [и др.] // Водные ресурсы. – 2005. – Вып. 32, № 2. – С. 238–246.

22. Baseline health parameters and species comparisons among free-ranging Atlantic sharpnose (*Rhizoprionodon terraenovae*), bonnethead (*Sphyrna tiburo*) and spiny dogfish (*Squalus acanthias*) sharks in Georgia, Florida, and Washington, USA / K. H. Haman [et al.] // J. Wildlife Diseases. – 2012. – Vol. 48, No2. – P. 295–306.

PECULIARITIES OF NITROGEN METABOLISM AND NITROSAMINES CONTENT IN TISSUES OF BLACK SEA FISH SPECIES BELONGING TO DIFFERENT ECOLOGICAL GROUPS

Omelchenko S. O.¹, Chesnokova I. I.², Zalevskaya I. N.³

¹Crimean republican Institute of Postgraduate Education

²A.O. Kovalevsky Institute of the marine biological researches RAS

³V.I. Vernadsky Crimean Federal University, Simferopol, Russian Federation

E-mail: omesol@ukr.net

Economic activity of people is carried out on the coast of the seas and oceans inevitably leading to pollution of sea water and violation of the prevailing evolutionary relationships in marine ecosystems. Fish, representing the final stage of the trophic chain, the most affected by the negative factors associated with anthropogenic impact, and therefore may be a bio-indicator of the level of pollution of the marine environment. Ingested by fish toxic substances cause pathological changes in their organs and tissues. Some xenobiotics possess carcinogenic activity. These substances are primarily nitrosamines (NA).

Impact of the nitrosamines on organisms of the hydrobionts affects various organs and tissues, and especially on the endoplasmic reticulum of the liver. They inhibit protein synthesis at the translational level. These toxicants can cause mutagenesis, carcinogenesis, and ultimately death of the organism. They are produced in large quantities in highly eutrophic waters, including the marine environment, which receives domestic waste water containing high concentrations of nutrients. As a result of intensive development of bacteria capable to synthesize NA, these compounds accumulate in the invertebrates and through the food chains get into the body of fish, wherein they accumulate in organs and tissues.

The accumulation of nitrosamines in fish liver can lead to organ failure and functional disruption in nitrogen metabolism. According to this, the investigation of the parameters of nitrogen metabolism in fish is important to evaluate the impact and consequences of the interaction of environmental factors and processes of aquatic metabolism. Toxicants can damage the structure and function of biomolecules leading to pathological processes and reduce resistance of aquatic organisms to changing environmental conditions.

The aim of this investigation is to study the effect of the concentration of the nitrosamines in the tissues of some Black Sea's fish species belonging to different ecological groups on indicators of nitrogen metabolism and activity of aminotransferases.

Keywords: nitrosamine, aminotransferases, free nitrogen, nucleotides and nucleosides, Black Sea fish.

References

1. Vilenchik M. M., *Zakonomernosti molekulyarno-geneticheskogo deystviya himicheskikh kancerogenov*, 249 p. (M.: Nauka, 1977).
2. Kulinskiy V. I., Obezvrezhivanie ksenobiotikov, *Uspehi sovremennoy biologii*, 35–42 (1999).
3. Rubenchik B. L. *Obrazovanie kancerogenov iz soedineniy azota*, 220 p. (K.: Naukova dumka, 1990).
4. Stankevich V. V., Soderzhanie N-nitrozaminov v vodnykh obektah v svyazi s antropogennym evtrofirovaniem, *Gigiena naselyonnykh mest*, 26, (1988).
5. Rudneva I. I., Petzold-Bradley E., Environmental and security challenges in the Black Sea region, *In Environmental conflicts: Implications for Theory and Practice. Netherlands: Kluwer Academic Publishers*, 189 (2001).
6. Tutelyan V. A., Lashneva N. V., O mehanizme ostrogo toksichnogo deystviya N-nitrozodimetilamina, *Farmakologiya i toksikologiya*, 111–114 (1983).
7. Nemova N. N., Vysockaya R. U., *Biohimicheskaya indikatsiya sostoyaniya ryb*, 215 p. (M.: Nauka, 2004).
8. Zou X. N., Lu S. H., Liu B., Volatile N-nitrosamines and their precursors in Chinese salted fish - a possible etiological factor for NPC in China, *Int. J. Cancer*, **59**, 2, 155 (1994).
9. Metodicheskie rekomendatsii po obnaruzheniyu, identifikatsii i kolichestvennomu opredeleniyu N-nitrozaminov v pischevykh produktah: № 1959-59 (M.: In-t pit. RAMN, 1979).
10. Spirin A. S. Spektrofotometricheskoe opredelenie summarnogo kolichestva nukleinovyykh kislot, *Biohimiya*, **23**, 5, 656 (1958).
11. Pustovalova L. M., *Praktikum po biohimii*, 23 (Rostov- n/D. : Feniks, 1990).
12. Lakin G. F. *Biometriya* (M.: Vyssh. Shk., 1990).
13. Hochachka P. Somero Dzh., *Biohimicheskaya adaptatsiya*, 568 (M.: Mir, 1988).
14. Sole M. Xenobiotic metabolism markers in marine fish with different trophic strategies and their relationship to ecological variables, *Comparative Biochemistry and Physiology*, **149**, 83 (2009).
15. Gabriel U. U., Obomanu, F. G. and Oveh O. D., Enzymes in selected tissues of catfish hybrid exposed to aqueous extracts from *Lepidagathis alopecuroides* leaves, *EJEAFChe*, **8** (9), 856 (2009).
16. Madgy A. S. E. And Rogers W. A., Changes in total protein and transaminase activities of grass carp exposed to diquat, *J. Aqua. Animal Health.*, **5**, 280 (1993).
17. Goto T., Sugiyama H., Funatsu H, Osada Y., Takagi S. and Mochizuki A., Measurement and distribution of hepatic cysteinsulfonate aminotransferase activity in fish, *Suisanzoshoku*, **51**(3), 361 (2003).
18. Kandemir Ş., Örün İ., Talas Z., Örün G. N., Erdoğan K., Işık M., Altaş L. and Duran A., Effects on Mortality of Biochemical and Limnological Properties on Some Fish Species in Sultansuyu Dam Lake (Malatya), Turkey, *Turk. J. Fish. Aquat. Sci.*, **10**, 431 (2010).
19. Bichareva O. N. The activity of serum transaminases have carp fish, *Natural sciences*, **1** (34), 96 (2011).
20. Guliyev R. A. Features of the dynamics of blood trasferaz their relationship with the trace element composition of some pond fish Astrakhan region, *Natural sciences*, **1** (34), 114 (2011).
21. Rudneva I. I., Biomonitoring pribrezhnykh vod Chernogo moray, *Vodnye resursy*, **32** (2), 238 (2005).
22. Haman K. H., Norton T. M., Thomas A. C., Dove A. D. M., and Tseng F. Baseline health parameters and species comparisons among free-ranging Atlantic sharpnose (*Rhizoprionodon terraenovae*), bonnethead (*Sphyrna tiburo*) and spiny dogfish (*Squalus acanthias*) sharks in Georgia, Florida, and Washington, USA, *J. Wildlife Diseases*, **48**(2), 295 (2012).