

УДК 577.13/594+597

## МОЛЕКУЛЫ СРЕДНЕЙ МАССЫ КАК БИОМАРКЕРЫ ОЦЕНКИ АНТРОПОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Гидулянов А. А.

Крымский агротехнологический университет, Симферополь, sga@mail.ru

Проведено сравнительное изучение тканеспецифических различий в уровне молекул средней массы в тканях печени и мышц представителей класса брюхоногие моллюски (*Eubania vermiculata* и *Helix albescens*) и класса костные рыбы (*Cyprinus carpio* и *Carassius* sp.). Полученные данные свидетельствуют о наличии различий в уровне молекул средней массы как в различных тканях, так и у разных представителей позвоночных и беспозвоночных животных.

*Ключевые слова:* молекулы средней массы, печень, мышцы, биомаркеры.

### ВВЕДЕНИЕ

Использование биомаркеров в качестве индикаторов и предиктов токсического действия поллютантов как на водные организмы, так и на наземные занимает центральное место при оценке экологических последствий антропогенного загрязнения различных экосистем. Она необходима при выборе из множества откликов биомаркеров наиболее информативных и пригодных для целей биологического мониторинга. Оценка отклика биомаркеров на действие токсиканта позволяет пользоваться информацией, которая не может быть получена лишь при анализе уровня загрязняющего вещества в среде или в организме [1, 2, 3].

Реакции биомаркеров служат доказательством того, что биоиндикаторы подвержены влиянию токсиканта на уровне, который превышает способность организма к детоксикации и который индуцирует повреждение клеточных мишеней. Результаты ответных реакций биомаркеров являются важным аргументом при установлении связи между действием токсиканта и экологическими эффектами на уровне популяции или сообщества [1, 2, 3].

В связи с этим использование различных биохимических показателей в роли биомаркеров уровня загрязнения является перспективным направлением экотоксикологии, позволяющим получить адекватную информацию о состоянии среды по откликам биоты. Одним из ведущих патогенетических синдромов критических состояний является эндогенная интоксикация (ЭИ). Это сложный многокомпонентный процесс, обусловленный патологической биологической активностью каких-либо эндогенных продуктов или дисфункцией систем естественной детоксикации и биотрансформации. В настоящее время развитие ЭИ связывается с приоритетной ролью в оценке токсичности внутренней среды организма молекул средней массы (МСМ) [1, 2, 3, 4].

Целью настоящей работы является выявление неспецифических биохимических биомаркеров в тканях позвоночных и беспозвоночных организмов, которые могли бы отражать уровень антропогенной нагрузки как на водные, так и наземные экосистемы.

### МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Материалом для исследований послужила печень и мышечная ткань представителей класса брюхоногие моллюски (*Eubania vermiculata* и *Helix albescens*) и класса костные рыбы (*Cyprinus carpio* и *Carassius* sp.). Представители класса брюхоногие моллюски были собраны в окрестностях пгт Аграрное, Крым, представители класса костные рыбы были пойманы в пресноводной части озера Донузлав. Объем исследуемого материала составлял – 500 мг гомогената мышечной ткани и 400 мг гомогената печени. Определение содержания молекул средней массы проводили по методу, предложенному Н. И. Габриэлян и В. И. Липатовой [5].

### РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Среднемолекулярные олигопептиды (СМО), или молекулы средней массы, характеризуются высоким содержанием дикарбоновых кислот, лизина и глицина, но сравнительно низким содержанием ароматическим аминокислот. Они обладают сильными основными свойствами,

способностью к агрегации и образованию прочных комплексов. Молекулы средней массы, являясь продуктами распада белков, действуют как вторичные эндотоксины, вызывая расстройство различных физиологических процессов [6]. Эти свойства проявляются при концентрации молекул средней массы, превышающих физиологические нормы [5]. При изучении содержания молекул средней массы в гомогенате мышечной ткани и печени представителей класса брюхоногие моллюски (*Eubania vermiculata* и *Helix albescens*) и класса костные рыбы (*Cyprinus carpio* и *Carassius* sp.) получены данные, представленные в таблице 1.

Результаты, полученные при исследовании содержания молекул средней массы, свидетельствуют о достоверном их преобладании в печени *Cyprinus carpio* по сравнению с *Helix albescens* на 35,8 %; по сравнению с *Eubania vermiculata* – на 45 %; по сравнению с *Carassius* sp. – на 15,2 %. При сравнении уровня молекул средней массы в мышечной ткани прослеживается достоверное преобладание показателей *Cyprinus carpio* относительно *Helix albescens* на 12 %, *Eubania vermiculata* – на 79,8 % и *Carassius* sp. – на 11 %.

Полученные данные свидетельствуют о том, что процессы образования молекул средней массы протекают у всех исследуемых групп животных, как у представителей позвоночных, так и беспозвоночных. Наиболее активно эти процессы в печени протекают у представителя позвоночных животных (*Cyprinus carpio*) и снижаются в ряду *Cyprinus carpio* → *Carassius* sp. → *Helix albescens* → *Eubania vermiculata*. В мышечной ткани исследуемый процесс наиболее активен также у представителей позвоночных животных (*Carassius* sp. и *Cyprinus carpio*), и снижается в направлении *Cyprinus carpio* → *Carassius* sp. → *Helix albescens* → *Eubania vermiculata*.

Результаты исследований показателей среднемолекулярных олигопептидов свидетельствуют о достоверном их преобладании как в печени, так и в мышечной ткани у представителей класса костные рыбы и повышаются в направлении *Eubania vermiculata* → *Helix albescens* → *Carassius* sp. → *Cyprinus carpio*.

Таблица 1

Содержание молекул средней массы в гомогенате мышечной ткани печени представителей класса брюхоногие моллюски (*Eubania vermiculata* и *Helix albescens*) и класса костные рыбы (*Cyprinus carpio* и *Carassius* sp.)

Объекты исследования	Исследуемая ткань	Длина волны, нм (M±m)		
		254 нм (ед. опт. пл)	272 нм (ед. опт. пл)	280 нм (ед. опт. пл)
<i>Helix albescens</i> (n=30)	мышцы	1,6±0,045	1,2±0,04	1,97±0,05
	печень	2,35±0,094	2,2±0,064	2,13±0,08
<i>Eubania vermiculata</i> (n=30)	мышцы	1,3±0,044*	0,9±0,036*	0,78±0,03*
	печень	2,2±0,057	2,1±0,063	1,97±0,07
<i>Cyprinus carpio</i> (n=30)	мышцы	1,95±0,058*,**	1,7±0,051*,**	1,7±0,053*,**
	печень	3,5±0,14*,**	3,1±0,12*,**	2,5±0,08*,**
<i>Carassius</i> sp. (n=30)	мышцы	1,87±0,056*,**	1,65±0,05*,**	1,3±0,04*,**,***
	печень	3,3±0,13*,**	2,5±0,075*,**,***	2,1±0,063***

Примечание к таблице. \* – достоверность различий показателей *Eubania vermiculata*, *Cyprinus carpio* и *Carassius* sp. относительно *Helix albescens* (p<0,05); \*\* – достоверность различий показателей *Cyprinus carpio* и *Carassius* sp. относительно *Eubania vermiculata* (p<0,05); \*\*\* – достоверность различий показателей *Carassius* sp. относительно *Cyprinus carpio* (p<0,05).

Практически при любом неблагоприятном (стрессовом) воздействии на организм активируются процессы свободнорадикального окисления, что приводит к накоплению токсических веществ, которые относят к эндотоксинам. Повышение в тканях содержания продуктов перекисного окисления липидов, а также увеличение активности ферментов детоксикации активных форм кислорода являются неспецифическими тестами эндотоксикоза. Показано, что продукты распада липидов (альдегиды, диальдегиды, эпоксиды) оказывают повреждающее действие на различные структуры клетки, белки, нуклеиновые кислоты и другие структуры, следовательно, являются эндопатогенами. Перекисное повреждение белковых веществ приводит к их деградации и образованию токсических фрагментов, в том числе молекул средней

массы. Существенная особенность МСМ заключается в их отчетливо выраженной высокой биологической активности. Накопление МСМ не только является маркером эндоинтоксикации, в дальнейшем они усугубляют течение патологического процесса, приобретая роль вторичных токсинов, оказывая влияние на жизнедеятельность всех систем и органов [7, 8].

Ценность определения изменения содержания молекул средней массы еще и в том, что это недорогой и достаточно информативный метод, не требующий дорогостоящего оборудования, но при этом хорошо коррелирующий с уровнем неблагоприятного (стрессового воздействия) на организм. Таким образом, определение «нормального», базального уровня содержания молекул средней массы у животных различных групп, обитающих в различных средах, может стать хорошим информативным источником для определения степени антропогенного загрязнения различных экосистем.

## ВЫВОДЫ

1. Установлено, что процессы образования молекул средней массы протекают в печени и мышечной ткани отдельных представителей класса брюхоногие моллюски и класса костные рыбы.

2. Исследуя уровень среднемолекулярных олигопептидов, было установлено, что их концентрация преобладает в тканях *Cyprinus carpio* и снижается в ряду *Cyprinus carpio* → *Carassius* sp. → *Helix albescens* → *Eubania vermiculata*.

## Список литературы

1. Капков В. И. Водоросли как биомаркеры загрязнения тяжелыми металлами морских прибрежных экосистем: автореферат дисс. на соискание уч. степени докт. биол. наук / В. И. Капков; Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова. – М., 2003. – 25 с.
2. Колочкина Г. А. Биомаркеры воздействия загрязнений на двухстворчатых моллюсков северо-кавказского побережья черного моря: автореферат дисс. на соискание уч. степени канд. биол. наук / Г. А. Колочкина; Институт океанологии им. П. П. Ширшова Российской Академии Наук. – М., 2009. – 25 с.
3. Карапетян О. Ш. Микросомальные цитохромы печени бычков Азовского моря как биомаркеры степени загрязнения водной среды / О. Ш. Карапетян, С. И. Дудкин, В. В. Внуков // Современные наукоемкие технологии. – 2010. – № 7 – С. 182–183.
4. Копытова Т. В. Молекулы средней массы как субстрат эндогенной интоксикации при тяжелых дерматозах / Т. В. Копытова // Успехи современного естествознания. – 2006. – № 9. – С. 7–10.
5. Габриэлян Н. И. Опыт использования показателя средних молекул в крови для диагностики нефрологических заболеваний у детей / Н. И. Габриэлян, В. И. Липатова // Лаб. дело. – 1984, № 3. – С. 138–140.
6. Волчегорский И. А. «Средние молекулы» и продукты перекисного окисления липидов как система неспецифических регуляторов гемодинамики у спортсменов-лыжников / И. А. Волчегорский, Д. А. Дятлов, Л. М. Куликов // Физиол. чел. – 1996. – Т. 22, № 6. – С. 106–110.
7. Герасимов А. М. Молекулы средней массы у больных наружным генитальным эндометритом / А. М. Герасимов, Л. В. Посисеева, М. А. Гришанкова // Клин. лаб. диаг. – 2003. – № 12. – С. 16–19.
8. Аксенова В. М. Диагностическая ценность определения уровня веществ средней молекулярной массы в плазме новорожденных детей, перенесших внутриутробную гипоксию / В. М. Аксенова, А. В. Старкова // Перм. мед. журнал. – 1998. – Т. 15 – № 1. – С. 25–28.

**Гидулянов А. О. Молекули середньої маси як біомаркери оцінки антропогенного забруднення навколишнього середовища // Екосистеми, їх оптимізація та охорона. Сімферополь: ТНУ, 2014. Вип. 10. С. 186–188.**

Проведено порівняльне вивчення тканеспецифічних відмінностей у рівні молекул середньої маси в тканинах печінки і м'язів представників класу червононогі моллюски (*Eubania vermiculata* і *Helix albescens*) і класу кісткові риби (*Cyprinus carpio* і *Carassius* sp.). Отримані дані свідчать про наявність відмінностей у рівні молекул середньої маси як в різних тканинах, так і у різних представників хребетних та безхребетних тварин.

*Ключові слова:* молекули середньої маси, печінка, м'язи, біомаркери.

**Gidulyanov A. A. Middle weight molecules as the biomarkers of estimating anthropogenic environmental pollution // Optimization and Protection of Ecosystems. Simferopol: TNU, 2014. Iss. 10. P. 186–188.**

The comparative study of tissue-specific differences in the level of molecules of the middle weight in the liver and muscles of the class gastropods (*Eubania vermiculata* and *Helix albescens*) class and bony fish (*Cyprinus carpio* and *Carassius* sp.). The findings suggest the presence of differences in average weight molecules in different tissues and in different representatives of vertebrates and invertebrates.

*Key words:* molecules of the middle weight, liver, muscles, biomarkers.

*Поступила в редакцію 10.02.2014 з.*