

BIOLOGICAL SCIENCES**ОЦЕНКА АНТРОПОГЕННОГО ВЛИЯНИЯ НА ВОДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ ПО СОДЕРЖАНИЮ ЭНДОГЕННЫХ АНТИОКСИДАНТОВ В ТКАНЯХ ЛЕГОЧНЫХ ПРЭСНОВОДНЫХ МОЛЛЮСКОВ**

*Мина А.Д.
Кацнельсон Е.И.
Чикиндина А.А.
Якименко А.В.
Сидорова Л.Ю.*

*Витебский государственный университет имени П. М. Машиерова
Беларусь*

ESTIMATION OF ANTHROPOGENIC EFFECTS ON WATER ECOSYSTEMS ON THE CONTENT OF ENDOGENIC ANTIOXIDANTS IN TISSUES OF PULMONARY FRESHWATER MOLLUSCS

*Mina A.D.
Katsnelson E.I.
Chikindina A.A.
Yakimenko A.V.
Sidorova L.Yu.*

*Vitebsk State University named after P.M. Masherov
Belarus*

АННОТАЦИЯ

Легочные пресноводные моллюски являются биоиндикаторами загрязнения окружающей среды. Основными характеристиками данных тест-объектов используемыми в мониторинге являются высокая чувствительность к загрязняющим агентам, широкое распространение, легкость сбора и идентификации, короткий жизненный цикл. По показателям эндогенной антиоксидантной системы легочных моллюсков можно судить об экологическом состоянии природных водоёмов.

ABSTRACT

Pulmonary freshwater mollusks are bioindicators of environmental pollution. The main characteristics of these test objects used in monitoring are high sensitivity to polluting agents, wide distribution, easy collection and identification, short life cycle. The indicators of the endogenous antioxidant system of pulmonary mollusks establish the ecological state of natural reservoirs.

Ключевые слова: *Lymnaea stagnalis*, *Planorbarius corneus*, гепатопанкреас, гемолимфа, тбк-позитивные вещества, глутатион, мочевая кислота.

Keywords: *Lymnaea stagnalis*, *Planorbarius corneus*, hepatopancreas, hemolymph, TBT-positive substances, glutathione, uric acid.

В настоящее время актуальным является определение состояния природных водоемов, поскольку наблюдается их повсеместное загрязнение. Одним из наиболее существенных факторов, влияющих на качество воды, является антропогенная нагрузка [1]. Широкое использование ресурсов поверхностных вод в различных отраслях промышленности и сельского хозяйства, развитие хозяйственно-бытового водоснабжения, воздействие загрязняющих веществ различного происхождения обуславливают многообразие факторов антропогенной нагрузки на водные объекты [2; 3].

При биомониторинге пресноводных экосистем универсальным тест-объектом служат животные макрозообентоса. Они удовлетворяют многим требованиям к биоиндикаторам, среди которых: повсеместная встречаемость, достаточно высокая численность, относительно крупные размеры, удобство сбора и обработки, сочетание приуроченности

к определенному биотопу с определенной подвижностью, достаточно продолжительный срок жизни, чтобы аккумулировать загрязняющие вещества за длительный период. Этим требованиям соответствуют два широко распространенных вида легочных пресноводных моллюсков *Lymnaea stagnalis* и *Planorbarius corneus* [4].

Моллюсков по комплексу критериев относят к перспективным объектам для биоиндикации при оценке состояния водных экосистем. Эти животные являются высокочувствительными к загрязнению водоемов тяжелыми металлами и играют ведущую роль в накоплении и переносе химических веществ в водоемах. Аккумулируя различные химические вещества, моллюски выступают как основной фактор, повышающий самоочищающую способность водоемов [5].

Не вызывает сомнений, что процессы свободно-радикального окисления играют чрезвычайно важную роль в жизнедеятельности клеток.

Это связано с тем что, реакции свобонорадикального окисления являются необходимым этапом различных процессов метаболизма, а с другой – повышенная интенсивность свобонорадикального окисления является причиной патологических изменений в клетках и тканях [6].

Постоянно функционирующая система антиоксидантной защиты организма ограничивает процесс перекисного окисления практически во всех его звеньях. За счет функционирования согласованной системы ферментативных и неферментативных механизмов достигается строгое разделение реакций свободно-радикального окисления и контроля за содержанием активных форм кислорода, свободными радикалами и молекулярными продуктами СРО [7].

Цель – оценить экологическое состояние водоемов Витебской и Гомельской областей по содержанию показателей неферментативной антиоксидантной системы у легочных пресноводных моллюсков с учетом сезонных изменений и местообитания.

Материал и методы

Опыт поставлены на 378 легочных пресноводных моллюсках двух видов: 189 особей *Lymnaea stagnalis* (прудовик обыкновенный) и 189 особей *Planorbarius corneus* (роговая катушка). Моллюски собирались осенью (сентябрь-октябрь) и весной (апрель-май) в водоемах четырех районов Витебской области и трех районов Гомельской области с различной степенью антропогенной нагрузки вручную или при помощи сачка (таблица 1). В каждой исследовательской подгруппе содержалось по 9 моллюсков.

Таблица 1

Описание мест сбора моллюсков

Район сбора моллюсков	Место сбора	Название водоема	Степень антропогенной нагрузки
Витебский р-н	г. Витебск	р. Витьба	Река используется как зона отдыха, вблизи расположены автомобильные и пешеходные мосты, по берегам водоёма находятся большие скопления мусора.
Дубровенский р-н	д. Ляды	оз. Вордовье	Озеро используется для мелиорации земель.
Ушачский р-н	д. Дубровка	оз. Дубровское	Озеро находится относительно далеко от крупных промышленных центров и крупных автомагистралей, отличается чистой водой.
Шумилинский р-н	а/г Башни	оз. Будовесь	Озеро находится в 7-8 км от трассы Витебск-Полоцк. Не используется промышленных и сельскохозяйственных целях и не осуществляется сброс сточных вод.
Гомельский р-н	г. Гомель	оз. Любенское	На водоём оказывает влияние хозяйственная деятельность человека, промышленные, бытовые и ливневые сточные воды, атмосферные осадки и газодымовые выбросы.
Мозырский р-н	д. Красная Горка	р. Припять	На реку оказывают влияние канализационные сети, из-за чего в реку попадают хозяйственно-бытовые стоки.
Рогачёвский р-н	г. Рогачёв	р. Друть	Река используется как зона отдыха, вблизи расположены две ГЭС.

Определение мочевой кислоты в гемолимфе проводили стандартными биохимическими реакциями с использованием наборов реагентов НТПК

«Анализ Х» [8]. Для количественного установления продуктов перекисного окисления липидов (ТБК-положительных веществ (ТБК-ПВ) использовали тест с

2-тиобарбитуровой кислотой [9]. Активность каталазы (1.11.1.6) выявляли по реакции с молибдатом аммония [10]. Определение количества восстановленного глутатиона проводили по реакции взаимодействия GSH с ДТНБК (5,5'-дитио-бис-2-нитробензойной кислотой) с образованием окрашенного в желтый цвет аниона 2-нитро-5-тиобензоата [11].

Математическую обработку полученных результатов проводили методами параметрической и непараметрической статистики с использованием пакета статистических программ Microsoft Excel 2010, STATISTICA 6.0.

Результаты и их обсуждения

Состояние окружающей среды оказывает огромное влияние на рост, развитие и жизнедеятельность любого организма. Особо сильно окружающая среда воздействует на водные организмы, поскольку вода накапливает в себе различные вещества, как естественного, так и антропогенного происхождения. По показателям метаболизма многих организмов можно отследить состояние среды в том или ином месте, предугадать антропогенное

влияние, роль биотических и абиотических факторов.

Согласно результатам исследования, выяснено, что показатели изменяются не только под влиянием состояния среды, но и циклично во времени в зависимости от сезона года. Такое распределение значений изучаемых показателей, по-видимому, связано с тем, что весенний период связан с резким повышением температур в дневное время и более низким в ночное (нестабильность температурного режима), недостаточностью кормовой базы в начале сезона, выход из анабиоза гидробионтов.

Результаты, представленные в таблицах 2 и 3, показывают, что сезонные изменения условий окружающей среды оказывают влияние на антиоксидантную систему легочных моллюсков, приводят к активации процессов перекисного окисления липидов в наиболее сложных условиях обитания в весенний и осенний периоды года, что доказывается увеличением содержания ТБК-ПВ во всех экспериментальных группах.

Таблица 2

Содержание ТБК-ПВ (нмоль/г) в гепатопанкреасе *Planorbarius corneus* ($M \pm m$)

Район сбора моллюсков	Сезон года	
	Весна (n=9)	Осень (n=9)
Витебский р-н	18,04±0,55 ¹	15,24±0,33
Дубровенский р-н	15,98±0,36 ¹	14,54±0,17
Ушачский р-н	15,77±0,42 ¹	15,58±0,64
Шумилинский р-н	17,93±0,42 ¹	15,08±0,78
Гомельский р-н	37,98±0,45 ¹	36,62±0,67
Мозырский р-н	39,40±0,21 ¹	32,75±0,84
Рогачёвский р-н	46,58±0,62 ¹	44,69±1,15

Примечание – ¹p<0,05 по сравнению с осенним периодом сбора моллюсков.

Содержание ТБК-ПВ имеет сезонный характер изменения. ТБК-позитивные вещества отражают общее состояние моллюсков, поскольку показывают уровень свободно-радикального окисления, через конечный продукт – малоновый диальдегид. Как правило, наиболее высокий уровень СРО наблюдается в весенний период. Из таблицы 2 видно, что наиболее сильно процессы СРО наблюдаются у моллюсков из Гомельской области. Показатель содержания ТБК-ПВ в этой области выше

показателя Витебской области в среднем почти в 2-2,5 раза в весенний период сбора у *Planorbarius corneus*.

По сравнению с весенним периодом сбора у катушки роговой понижено содержание ТБК-ПВ в осенний период в 1,2 раза в Витебском, Шумилинском и Мозырском районах (таблица 2).

Содержание ТБК-ПВ (нмоль/г) в гепатопанкреасе *Lymnaea stagnalis* зависит от сезона года (таблица 3)

Таблица 3

Содержание ТБК-ПВ (нмоль/г) в гепатопанкреасе *Lymnaea stagnalis* ($M \pm m$)

Район сбора моллюсков	Сезон года	
	Весна (n=9)	Осень (n=9)
Витебский р-н	19,32±0,47 ¹	15,18±0,26
Дубровенский р-н	15,34±0,21 ¹	14,22±0,34
Ушачский р-н	17,42±0,35 ¹	15,37±0,41
Шумилинский р-н	19,21±0,55 ¹	15,30±0,38
Гомельский р-н	43,56±0,60 ¹	42,84±0,60
Мозырский р-н	41,21±0,26 ¹	37,51±0,60
Рогачёвский р-н	36,37±0,58 ¹	33,81±0,69

Примечание – ¹p<0,05 по сравнению с осенним периодом сбора моллюсков.

По сравнению с весенним периодом сбора у моллюсков понижено содержание ТБК-ПВ в осенний период в 1,3 раза в Витебском и Шумилинском районах (таблица 3).

Статистически значимых различий в содержании ТБК-ПВ у моллюсков в зависимости от переносчика кислорода отмечено не было в районах как Витебской области, так и Гомельской области.

ТБК-позитивные вещества отражают общее состояние моллюсков, поскольку показывают уровень свободно-радикального окисления, через конечный продукт – малоновый диальдегид. Как правило, наиболее высокий уровень СРО наблюдается в весенний период. Сравнивая таблицы 2 и 3 видно, что наиболее сильно процессы СРО наблюдаются у моллюсков из Гомельской области. Содержание ТБК-ПВ у *Planorbarius corneus*, собранных в Гомельской области, выше чем у моллюсков из Витебской области в среднем в 2-2,5 раза в весенний период сбора. Наиболее высоких отметок содержание ТБК-ПВ достигает у катушек из Рогачевского

района Гомельской области в весенний период сбора, минимальные значения по данному показателю зафиксированы в Дубровенском районе Витебской области.

Содержание ТБК-ПВ у *Lymnaea stagnalis*, собранных в Гомельской области, выше чем у моллюсков из Витебской области в среднем в 2,2 раза в весенний период сбора. Максимальное содержание ТБК-ПВ зафиксировано у прудовиков из Гомельского района, минимальное – также как и у катушки роговой зафиксировано у моллюсков, собранных в Дубровенском районе. Поскольку температурные показатели в местах сбора моллюсков были в приблизительно одинаковыми, можно сделать вывод, что такая разница в показателях ТБК-ПВ говорит об особенностях состояния водной среды в элементном составе и веществах, содержащихся в водоёмах Гомельской области, связанных с отличиями в антропогенной нагрузке и радиационном фоне области.

Таблица 4

Содержание восстановленного глутатиона (мкмоль/г) в гепатопанкреасе *Planorbarius corneus* ($M \pm m$)

Район сбора моллюсков	Сезон года	
	Весна (n=9)	Осень (n=9)
Витебский р-н	11,43±0,15 ¹	8,94±0,07
Дубровенский р-н	10,56±0,06 ¹	9,16±0,13
Ушачский р-н	10,61±0,21 ¹	9,01±0,11
Шумилинский р-н	10,76±0,04 ¹	8,87±0,09
Гомельский р-н	2,21±0,05 ¹	1,45±0,07
Мозырский р-н	2,87±0,05 ¹	1,89±0,96
Рогачёвский р-н	1,77±0,06 ¹	1,86±0,05

Примечание – ¹p<0,05 по сравнению с осенним периодом сбора моллюсков.

По сравнению с весенним периодом сбора в гепатопанкреасе *Planorbarius corneus* понижено содержание восстановленного глутатиона в осенний период в 1,3 раза в Витебском районе, в 1,2 раза в

Дубровенском, Ушачском и Шумилинском районах, в 1,5 раза в Гомельском и Мозырском районах (таблица 4).

Таблица 5

Содержание восстановленного глутатиона (мкмоль/г) в гепатопанкреасе *Lymnaea stagnalis* ($M \pm m$)

Район сбора моллюсков	Сезон года	
	Весна (n=9)	Осень (n=9)
Витебский р-н	11,64±0,13 ¹	9,12±0,08
Дубровенский р-н	10,12±0,16 ¹	9,26±0,06
Ушачский р-н	11,23±0,03 ¹	9,36±0,06
Шумилинский р-н	10,32±0,23 ¹	9,18±0,05
Гомельский р-н	1,84±0,04 ¹	1,35±0,02
Мозырский р-н	2,80±0,05 ¹	1,65±0,02
Рогачёвский р-н	1,77±0,03 ¹	1,37±0,04

Примечание – ¹p<0,05 по сравнению с осенним периодом сбора моллюсков.

По сравнению с весенним периодом сбора в гепатопанкреасе *Lymnaea stagnalis* понижено содержание восстановленного глутатиона в осенний период в 1,3 раза в Витебском и Рогачёвском районах, в 1,2 раза в Ушачском районк, в 1,4 раза в Гомельском районе, в 1,7 раза в Мозырском районе (таблица 5).

Статистически значимых различий в содержании восстановленного глутатиона у моллюсков в

зависимости от типа транспорта кислорода отмечено не было во всех исследуемых районах, как Витебской так и Гомельской областей.

Согласно полученным данным содержания глутатиона в гепатопанкреасе моллюсков, можно судить о том, что в Витебской области концентрация восстановленного глутатиона выше в 4,7 раза в весенний период сбора у *Planorbarius corneus*; и в 5 раз у *Lymnaea stagnalis* по сравнению с Гомельской

областью. Наиболее высокие значения данного показателя для *Planorbarius corneus* и *Lymnaea stagnalis* зафиксированы в Витебской области (Витебский район), наименьшие значения – Гомельская область (Гомельский и Рогачевский районы).

В совокупности с результатами, полученными при определении ТБК-ПВ можно утверждать, что Гомельская область в наибольшей степени подвержена антропогенной нагрузке, в том числе и влиянию повышенного радиоактивного фона. Все это приводит к активации цепи неферментативной антиоксидантной системы и подтверждается сниженным содержанием глутатиона восстановленного, направленного на борьбу с процессами перекисного окисления липидов, у моллюсков обоих видов собранных в исследуемых районах Гомельской области. У моллюсков собранных в исследуемых районах Витебской области процессы перекисного окисления липидов не так ярко выражены, поэтому и содержание свободного глутатиона заметно выше, чем у моллюсков из Гомельской области. Также полученные результаты свидетельствуют о

том, что антиоксидантная система моллюсков Гомельской области не справляется с нагрузкой на организм гидробионтов со стороны сезонных изменений, антропогенной нагрузки, а также радиационного фона.

Известно, что в состав неферментативной антиоксидантной системы входит мочева кислота. При исследовании этого показателя в гемолимфе большого прудовика и катушки роговой обнаружено выраженное увеличение концентрации мочево кислоты от осеннего периода сбора к весеннему. Увеличение концентрации мочево кислоты в гемолимфе может также свидетельствовать об активации процессов катаболизма нуклеиновых кислот и нуклеотидов, обусловленных воздействием неблагоприятных условий внешней среды в весенний сезон.

Концентрация мочево кислоты в гемолимфе *Planorbarius corneus* имеет сезонный характер изменений. Установлено, что наибольшее содержание данного показателя фиксируется в весенний период, наименьшее значения – в осенний период сбора моллюсков (таблица 6).

Таблица 6

Содержание мочево кислоты (мкмоль/л) в гемолимфе *Planorbarius corneus* ($M \pm m$)

Район сбора моллюсков	Сезон года	
	Весна (n=9)	Осень (n=9)
Витебский р-н	137,99±5,23 ¹	92,14±2,02
Дубровенский р-н	149,28±1,68 ¹	82,46±2,16
Ушачский р-н	139,66±4,55 ¹	96,36±2,36
Шумилинский р-н	157,82±4,52 ¹	89,06±2,00
Гомельский р-н	121,20±0,69 ¹	118,28±1,12
Мозырский р-н	126,93±1,28 ¹	113,35±1,57
Рогачёвский р-н	115,93±0,54 ¹	123,91±1,21

Примечание – ¹p<0,05 по сравнению с осенним периодом сбора моллюсков

По сравнению с осенним периодом содержание мочево кислоты в гемолимфе катушки роговой в весенний период статистически значимые отличия получены в Витебском районе в 1,5 раза, Дубровенском – 1,8 раз, Ушачском - 1,4 раза, Шумилинском – 1,9 раз, Рогачевском – 1,2 раза. В Гомельском и Мозырском районах показатель варьируется незначительно, поэтому статистической значимости не имеет. При исследовании содержания мочево кислоты в гемолимфе катушки роговой обнаружено достоверное увеличение уровня мочево кислоты от осеннего периода сбора к весеннему.

Мочева кислота является конечным продуктам реакций превращения пуриновых оснований, синтезируемых в основном печенью и выводимых почками. Уровень мочево кислоты говорит о состоянии здоровья исследуемого организма. Сдвиги содержания данного продукта обмена в гемолимфе как в сторону повышения, так и в сторону понижения, зависят от двух процессов: образования кис-

лоты в печени и времени её выведения, которые могут изменяться вследствие различных неблагоприятных внешних воздействий факторов окружающей среды. Положительное действие гиперурикемии, высокий уровень пуринового продукта обмена в гемолимфе, благоприятно влияет на организм и позволяет корректировать некоторые патологические состояния.

Содержание мочево кислоты в гемолимфе *Lymnaea stagnalis* имеет сезонный характер изменений. Установлено, что наибольшее содержание данного показателя фиксируется в весенний период, наименьшее значения – в осенний период сбора моллюсков (таблица 9). Уровень мочево кислоты, говорит о состоянии здоровья исследуемого организма. Сдвиги содержания данного продукта обмена в гемолимфе как в сторону повышения, как и в сторону понижения, зависят от двух процессов: образования кислоты в печени и времени выведения её, которое могут изменяться вследствие различных неблагоприятных внешних воздействиях факторов окружающей среды.

Содержание мочевой кислоты (мкмоль/л) в гемолимфе *Lymnaea stagnalis* ($M \pm m$)

Район сбора моллюсков	Сезон года	
	Весна (n=9)	Осень (n=9)
Витебский р-н	74,47±1,48 ¹	25,46±0,64
Дубровенский р-н	77,61±1,02 ¹	35,31±0,49
Ушачский р-н	72,58±1,30 ¹	28,75±0,57
Шумилинский р-н	74,82±1,34 ¹	30,36±0,76
Гомельский р-н	57,76±0,49 ¹	60,49±0,40
Мозырский р-н	54,38±0,17 ¹	62,14±0,34
Рогачёвский р-н	51,57±0,37 ¹	58,08±0,36

Примечание – ¹p<0,05 по сравнению с осенним периодом сбора моллюсков

При сравнении с осенним периодом содержание мочевой кислоты в гемолимфе прудовика обыкновенного в весенний период статистически значимые отличия получены в Витебском районе – 2,9 раз, в Дубровенском – 2,2 раза, в Ушачском – 1,4 раза, Шумилинском – в 2,1 раза, Рогачевском – 1,2 раза. В Гомельском и Мозырском районах показатель варьируется незначительно, поэтому статистической значимости не имеет. Обнаружено выраженное увеличение концентрации мочевой кислоты в гемолимфе по сравнению с осенним периодом сбора к весеннему. Положительное действие гиперурикемии, высокий уровень пуринового продукта обмена в гемолимфе благоприятно влияет на организм.

Представленные результаты в таблицах 6 и 7 говорят, что для Витебской области в зависимости от переносчика кислорода получены статистически значимые изменения: у *Planorbarius corneus* концентрация мочевой кислоты в гемолимфе больше в 3,6 раз для осеннего периода и в 1,8 раз для весеннего периода сбора по сравнению с *Lymnaea stagnalis* р.Витьба Витебского района, в 2,2 и 1,9 раза оз. Вордовье Дубровенского района, в 3,3 и 1,9 раза оз. Дубровского Ушачского района, в 2,6 раз и в 2,1 раз оз. Будовесть Шумилинского района.

Зафиксировано, что для Гомельской области в зависимости от переносчика кислорода концентрация мочевой кислоты в гемолимфе статистически значимо варьирует: у *Planorbarius corneus* концентрация мочевой кислоты выше в осенний и весенний периоды сбора в 2 и 2,2 раза соответственно в сравнении с *Lymnaea stagnalis* оз. Любенское Гомельского района, в 2,1 раза р. Припять Мозырского района, в 2,3 раза р. Друть Рогачевского района.

Также из таблиц 6 и 7 видно, что содержание мочевой кислоты в организме изучаемых гидробионтов повышено. Наиболее высокие результаты получены для моллюсков двух видов Витебской области в весенний период. Для Гомельской области данный показатель высокий, но относительно Витебской области ниже в 1,2-1,3 раза соответственно весеннего сбора *Planorbarius corneus* и *Lymnaea stagnalis*.

Наиболее высокие значения по данному показателю для *Planorbarius corneus* зафиксированы в Шумилинском районе, наименьшие значения – Ро-

гачевском районе. Наиболее высокие значения содержания мочевой кислоте для *Lymnaea stagnalis* зафиксированы в Дубровенском районе, наименьшие значения – Рогачевском районе.

Заключение

Установлено, что значения показателей неферментативной антиоксидантной системы изменяются в зависимости от сезона года. Как правило, эти изменения заключаются в следующем: наибольшие значения фиксируются в весенний период, наименьшие – в осенний период сбора моллюсков. Такое распределение значений изучаемых показателей, по-видимому, связано с тем, что весенний период связан с резким повышением температур в дневное время и более низким в ночное (нестабильность температурного режима), недостаточностью кормовой базы в начале сезона, выход из анабиоза гидробионтов. В сравнении осенний период отличается достаточной кормовой базой, более стабильным температурным режимом, что находит свое отражение в метаболизме и как следствие пониженным уровнем стресса животных.

Анализируя изменения в содержании ТБК-ПВ, глутатиона и мочевой кислоты отмечено, что они имеют схожий характер во всех исследуемых районах сбора моллюсков Гомельской и Витебской областей: самое высокое значение в весенний период, а наименьшее значение в осенний период, что говорит о зависимости показателей от сезона года. На основании результатов, полученных при определении содержания ТБК-ПВ, можно сделать вывод, что Гомельская область в наибольшей степени подвержена антропогенной нагрузке, в том числе и влияние повышенного радиоактивного фона. Все это приводит к активации цепи неферментативной АОС и подтверждается сниженным содержанием восстановленного глутатиона, направленного на борьбу с процессами ПОЛ, у моллюсков из Гомельской области. В Витебской области напротив процессы ПОЛ не так ярко выражены, поэтому и содержание свободного глутатиона заметно выше, чем у моллюсков Гомельской области.

Также эти результаты говорят о том, что антиоксидантная система моллюсков Гомельской области не справляется с нагрузкой на организм гидробионтов со стороны сезонных изменений, антропогенной нагрузки, а также радиационного фона. Различия в показателях между двумя изученными видами с разными типами, сильнее всего заметны

на изменениях содержания мочевой кислоты в гемолимфе легочных пресноводных моллюсков. Самые высокие показатели выявлены у моллюсков *Planorbarius corneus*. Изменения в содержании мочевой кислоты у моллюсков может говорить об отклонениях в жизнедеятельности моллюсков, питании, а также факторах внешней среды.

Различия в показателях между двумя изученными видами с разными типами, сильнее всего заметны на изменениях содержания мочевой кислоты в гемолимфе легочных пресноводных моллюсков. Самые высокие показатели выявлены у моллюсков *Planorbarius corneus*. Изменения в содержании мочевой кислоты у моллюсков может говорить об отклонениях в жизнедеятельности моллюсков, питании, а также факторах внешней среды.

Таким образом, определенные сезонные изменения в динамике показателей, связанных со свободнорадикальным окислением, могут служить мониторинговыми параметрами экологического благополучия водных сред обитания легочных пресноводных моллюсков, поскольку они, в конечном итоге коррелируют с фундаментальными показателями клеточного состава тканей гидробионтов – содержанием нуклеиновых кислот [12].

Литература

1. Айдаров, И. П. К проблеме экологического возрождения речных бассейнов / И. П. Айдаров, Е. В. Веницианов, Д. Я. Раткович // Водные ресурсы. – 2002. – Т. 29. – № 2. – С. 240-252.
2. Богомол, Э. В. Изучение антропогенного влияния города на гидробионтов на примере реки Москва: дис. канд. биол. наук / Э. В. Богомол. – Москва, 2003. – 117 с.
3. Булгаков, Н. Г. Индикация состояния природных экосистем и нормирование факторов окружающей среды. Обзор существующих подходов / Н. Г. Булгаков // Успехи современ. биол. – 2002. – Т. 122. – №2. – С. 115-135.
4. Забурдаева, Е. А. Методические аспекты использования данных биологического мониторинга по фитопланктону для биоиндикации качества вод в бассейне Волги / Е. А. Забурдаева, А. П. Левич // Изв. Самар. науч. центра РАН. 2007. – №1. – С. 195-211.
5. Романова, Е.М. Биоиндикация водоемов с использованием моллюсков / Е.М. Романова, О.А. Индирикова, А.П. Куранова // Медико-физиологические проблемы экологии человека: мат. всерос. науч. конф. – Ульяновск, 2007. – С. 25 –27.
6. Шахматова, О. А. Использование показателей антиоксидантной системы гидробионтов в экологическом мониторинге (аналитический обзор) / О. А. Шахматова // Журнал. Рибне господарство України. – № 1. – 2009. – С. 6-11.
7. Арутюнян, А. В. Методы оценки свободнорадикального окисления и антиоксидантной системы организма / А. В. Арутюнян, Е. Е. Дубинина, Н. Н. Зыбина. - Рос.акад. мед. наук. Сев.-Зап. отделение. С.-Петербург. ин-т биорегуляции и геронтологии. - СПб., 2000. – 102 с.
8. Чиркин, А.А. Липидный обмен / А.А. Чиркин [и др.] // Медицинская литература. – М., 2003. – 122с.
9. Uchiyama, M. Determination of malonaldehyde precursor in tissues by thiobarbituric acid test / M. Uchiyama, M. Mihara // Analit. Biochem. – 1987. – Vol. 86. - P. 271-278.
10. Королюк, М. А. Метод определения активности каталазы / М. А. Королюк // Лабораторное дело. – 1988. – № 1. – С. 16–19.
11. Beutler E. Red cell metabolism a manual of biochemical methods / E. Beutler.- Grune & Stratton, Orlando, 1990. – P.131–134.
12. Balaeva-Tikhomirova, O. M. Nitrogen-containing compounds of hepatopancreas of pulmonary molluscs welling in natural water / O. M. Balaeva-Tikhomirova, E. I. Katsnelson, V. V. Dolmatova // Znanstvena misel journal. – 2017. – Vol. 1, № 10. – P. 17–23.

РОЛЬ АКТИВНЫХ ФОРМ КИСЛОРОДА В МЕХАНИЗМАХ СПОНТАННОГО АПОПТОЗА У КРЫС ПРИ «ПАССИВНОМ КУРЕНИИ» НА ФОНЕ ДЛИТЕЛЬНОГО ВВЕДЕНИЯ НАТРИЙ ГЛУТАМАТА В ПОЛОВИИ И ВОЗРАСТНОМ АСПЕКТАХ

Руцкая А.В.

Тернопольский Государственный медицинский университет им. И.Я. Горбачевского, Украина, г. Тернополь

THE ROLE OF REACTIVE OXYGEN SPECIES IN SPONTANEOUS APOPTOSIS MECHANISMS IN RATS WITH MODELED «PASSIVE TOBACCO SMOKING» COMBINED WITH PROLONGED ADMINISTRATION OF MONOSODIUM GLUTAMATE IN THE SEX AND AGE ASPECTS

Rutska A.V.

I. Horbachevsky Ternopil State Medical University, Ukraine, Ternopil

АННОТАЦИЯ

В статье представлено изучение степени образования активных форм кислорода и интенсивности процессов апоптоза и некроза популяции лейкоцитов крови у крыс при «пассивном курении» на фоне длительного введения натрий глутамата в половом и возрастном аспектах.