

This article analyzes monitoring data of Gomel-region agricultural lands contaminated by cesium-137 and strontium-90 of Chernobyl origin, as of January 1, 2018. According to the data, 43.2 % of agricultural lands are contaminated by cesium-137 above 1 Ci/km². Over the past year, this area has decreased by 4.3 thousand hectares, or 0.3 %. As of today, there are no cesium-contaminated farmlands left in October district, and, apart from 108 hectares contaminated below 4.9 Ci/km², in Petrikov district of Gomel region. Contamination of farmlands by strontium-90, however, tends to have a more local nature. Strontium-contaminated farmlands cover 24.2 % of the region.

УДК 594.38:577.1(476.5)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КЛЮЧЕВЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ФЕРМЕНТАТИВНОЙ АНТИОКСИДАНТНОЙ СИСТЕМЫ ПРЕСНОВОДНЫХ МОЛЛЮСКОВ ДЛЯ БИОМОНИТОРИНГА ВОДНЫХ ЭКОСИСТЕМ

Е. И. КАЦНЕЛЬСОН, А. С. ВОЛОДЬКО

УО «Витебский государственный университет имени П. М. Машерова»,
г. Витебск,

e-mail: kate_kaznelson@tut.by

В данной работе предлагается использовать относительно простые организмы для косвенной оценки силы действующего фактора и характера метаболического ответа на него.

Введение. В настоящее время актуальным является определение состояния природных водоемов, поскольку наблюдается их повсеместное загрязнение. Одним из наиболее существенных факторов, влияющих на качество воды, является величина антропогенной нагрузки. Широкое использование водных ресурсов в различных отраслях промышленности и сельского хозяйства, воздействие загрязняющих веществ различного происхождения обуславливают многообразие факторов антропогенной нагрузки на водоёмы [1].

Пресноводные моллюски являются высокочувствительными к загрязнению водоемов тяжелыми металлами и играют ведущую роль в накоплении и переносе веществ в водоемах. Аккумулируя различные химические вещества, данные организмы выступают как основной фактор, повышающий самоочищающуюся способность водоемов. Они удовлетворяют многим требованиям к биоиндикаторам, среди которых: повсеместная встречаемость, высокая численность, относительно крупные размеры, достаточно продолжительный срок жизни [2].

Цель работы – оценить состояние экосистемы природного водоема по ключевым показателям ферментативной антиоксидантной системы у легочных пресноводных моллюсков.

Материалы и методы. Опыты 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 Витебской и Гомельской областей. В каждой исследовательской подгруппе содержалось по 9 моллюсков.

Активность каталазы выявляли по реакции с молибдатом аммония [3]. Определение общей активности глутатионпероксидазы основано на измерении количества не прореагировавшего с пероксидом водорода GSH, определяемого реакцией с ДТНБК [4]. Активность СОД определяли по степени торможения ферментом аутоокисления кверцетина [4]. Определение активности глутатионредуктазы основано на измерении скорости окисления НАДФН [5].

Результаты и их обсуждение. Река Витьба берет начало у деревни Поддубье в пределах Витебской возвышенности. Протекает по территории города Витебска. Прозрачность воды средняя. В черте города на берегах и островах реки созданы зоны отдыха. На правом берегу расположен Ботанический сад. Берега реки соединены автомобильными и пешеходными мостами. Вода имеет желтоватый оттенок и легкий болотный запах, что является начальными признаками эвтрофикации водоема. Сильная антропогенная нагрузка также негативно влияет на показатели обмена веществ гидробионтов. Согласно комплексной оценке состояния природных водоемов Витебской области, концентрации катионов, ионов тяжелых металлов, активность ферментов в пробах воды и почвы в сравнении со значениями ПДК и средней активностью ферментов всех исследуемых показателей было превышено. Высокое содержание ионов железа, меди и цинка в пробах почвы и воды обусловлено сбросом стоков в реку и активным использованием водных ресурсов в промышленных целях предприятиями г. Витебска.

Таблица 1. – Активность показателей АОС у моллюсков, обитающих в р. Витьба Витебского района ($M \pm m$)

Показатель	Осень (n = 9)	Весна (n = 9)
<i>Lymnaea stagnalis</i>		
СОД (гепатопанкреас), %	71,65 ± 1,58	80,45 ± 1,76 ¹
СОД (гемолимфа), %	48,57 ± 2,19	56,11 ± 2,46
Каталаза (гепатопанкреас), мкмоль/мин/г	2,85 ± 0,09	3,13 ± 0,05 ¹
ГР (гепатопанкреас), мкмоль/мин/г ткани	213 ± 20,00	603 ± 77,00 ¹
ГР (гемолимфа), мкмоль/мин/мл	204 ± 80,00	330 ± 40,00 ¹
ГП (гемолимфа), мкмоль GSH/мин/мл	6,30 ± 0,37	6,70 ± 0,25
<i>Planorbarius corneus</i>		
СОД (гепатопанкреас), %	78,55 ± 1,28	80,09 ± 1,4
СОД (гемолимфа), %	61,46 ± 2,53	63,92 ± 1,51

Продолжение таблицы 1

Каталаза (гепатопанкреас), мкмоль/мин/г	2,66 ± 0,11	2,80 ± 0,05
ГР (гепатопанкреас), мкмоль/мин /г ткани	393 ± 33,00	409 ± 36,00
ГР (гемолимфа), мкмоль/мин/мл	279 ± 90,00	298 ± 30,00
ГП (гемолимфа), мкмоль GSH/мин/мл	6,00 ± 0,27	6,20 ± 0,31

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

При исследовании активности ферментативной АОС реки Витьба (таблица 1) оценку состояния водной экосистемы проводили с учетом сезонных изменений. Показатели варьировались следующим образом: отмечено наименьшее значение в осенний период сбора моллюсков по сравнению с весенним, статистически значимые результаты получены при сравнении супероксиддисмутазы и каталазы в гепатопанкреасе *Lymnaea stagnalis* в 1,2 раза, глутатионредуктазы в гемолимфе – в 1,4 раза. Наибольшая разница в 2,8 раза выявлена в гепатопанкреасе прудовика при определении глутатионредуктазы. Статистически значимых отличий в активности супероксиддисмутазы и глутатионпероксидазы в гемолимфе *L. stagnalis* и показателей *Pl. corneus* зафиксировано не было. В зависимости от переносчика кислорода закономерных изменений не обнаружено.

Озеро Любенское находится в Гомельском районе, расположено на южной окраине города Гомель и относится к бассейну реки Сож. Является озером пойменного типа. Существенное влияние на экологическое состояние озера оказывает хозяйственная деятельность человека. Основными источниками загрязнения поверхностных вод являются: промышленные, бытовые и ливневые сточные воды, атмосферные осадки и газодымовые выбросы. Озеро Любенское характеризуется высоким содержанием растворенных органических веществ. Вследствие чего прозрачность воды в озере низкая.

Таблица 2. – Активность показателей АОС у моллюсков, обитающих в оз. Любенское Гомельского района ($M \pm m$)

Показатель	Осень (n = 9)	Весна (n = 9)
<i>Lymnaea stagnalis</i>		
СОД (гепатопанкреас), %	69,93 ± 1,08	72,19 ± 1,18
СОД (гемолимфа), %	47,92 ± 1,46	50,78 ± 0,59
Каталаза (гепатопанкреас), мкмоль/мин/г	3,06 ± 0,12	3,12 ± 0,08
ГР (гепатопанкреас), мкмоль/мин/г ткани	265 ± 52,00	338 ± 38,00
ГР (гемолимфа), мкмоль/мин/мл	270 ± 80,00	316 ± 90,00 ¹
ГП (гемолимфа), мкмоль GSH/мин/мл	6,30 ± 0,50	6,50 ± 0,20
<i>Planorbarius corneus</i>		
СОД (гепатопанкреас), %	73,68 ± 1,04	74,94 ± 1,05
СОД (гемолимфа), %	60,94 ± 2,73	64,64 ± 1,86
Каталаза (гепатопанкреас), мкмоль/мин/г	3,02 ± 0,07	3,16 ± 0,06
ГР (гепатопанкреас), мкмоль/мин/г ткани	502 ± 24,00	585 ± 23,00 ¹
ГР (гемолимфа), мкмоль/мин/мл	290 ± 70,00	301 ± 70,00
ГП (гемолимфа), мкмоль GSH/мин/мл	3,90 ± 0,40	6,50 ± 0,30 ¹

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

При исследовании активности ферментативной АОС озера Любенское (таблица 2) оценку состояния водной экосистемы проводили с учетом сезонных изменений. В осенний период сбора моллюсков активность показателей ферментативной антиоксидантной системы ниже по сравнению с весенним сбором. Установлено, что активность глутатионредуктазы в гемолимфе *L. stagnalis* в 1,2 раза выше в весенний период сбора моллюсков. Для *Pl. corneus* эти изменения составляют: у глутатионредуктазы в гепатопанкреасе и глутатионпероксидазы в гемолимфе в 1,2 и 1,7 раза соответственно. Статистически значимых отличий у других показателей установлено не было. В зависимости от переносчика кислорода достоверных различий не обнаружено.

Заключение. В ходе работы установлено, что показатели АОС тканей легочных моллюсков изменяются под воздействием окружающей среды и зависят от сезона года и радиационного фона местности. Содержание в воде токсичных для организмов примесей (ионы тяжёлых металлов, органические вещества и т.д.) отрицательно влияет на работу ферментов. Повышенный радиационный фон свидетельствует о том, что ПОЛ будет выше на территории Гомельской области. Вследствие чего ферментативная АОС не справляется с таким уровнем стресса. В зависимости от переносчика кислорода достоверных различий между видами не установлено.

Отличие активности показателей ферментативной системы моллюсков Гомельской и Витебской областей заключается в различном температурном режиме. Гомель характеризуется более теплым климатом, поэтому гидробионты, обитающие в данных условиях, раньше выходят из анабиоза, вследствие чего их реакция на условия окружающей среды будет отличаться от реакции гидробионтов Витебской области.

Литература

1. Флеров, Б.А. Актуальные проблемы водной токсикологии / Б. А. Флеров // Борок. – 2004. – С. 248.
2. Никаноров, А. М. Научные основы мониторинга качества вод / А. М. Никаноров // СПб: Гидрометиздат. – 2005. – С. 569.
3. Королюк, М. А. Метод определения активности каталазы / М. А. Королюк [и др.] // Лаб. Дело. – 1988. – № 1. – С. 16–19.
4. Современные проблемы биохимии. Методы исследований: учебное пособие / Е. В. Барковский [и др.]; под ред. проф. А. А. Чиркина. – Минск: Выш. шк. – 2013. – С. 77–91.
5. Okpodu, M. C. Method for detecting glutathione reductase activity on native activity gels which eliminates the background diaphorase activity / M. C. Okpodu, K. L. Waite // Anal. Biochem. – 1997. – Vol. 244. – P. 410–413.

Pulmonary freshwater mollusks are test-organisms for bioecological and pharmacodynamic studies by studying metabolic processes when exposed to adverse environmental factors. In this paper, it is proposed to use relatively simple organisms for an indirect assessment of the strength of the acting factor and the nature of the metabolic response to it.