

Заключение. Таким образом, все отходы, образующиеся на территории предприятия филиала «Витебские тепловые сети» РУП «Витебскэнерго», соответствуют нормативным показателям. Их временное хранение происходит на специально оборудованных площадках, не превышая весовых значений одной транспортной единицы для каждого вида. По достижении этой массы отходы передаются на использование, сортировку, захоронение и обезвреживание в установленном порядке [2].

Результаты выполненных исследований будут положены в основу дальнейшего изучения влияния производственной деятельности предприятия филиала «Витебские тепловые сети» РУП «Витебскэнерго» и предложены администрации предприятия для практического использования.

1. РУП «Витебскэнерго» – Филиал «Витебские тепловые сети», [Электронный ресурс], режим доступа <http://www.vitebsk.energo.by/about/filials/vts/>, дата доступа 01.12.2018.
2. СанПиН № 2.1.12-61-2005 Гигиенические требования к сбору, хранению, транспортировке и первичной обработке вторичного сырья.
3. Постановление Министерства жилищно-коммунального хозяйств. Республики Беларусь, Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь от 27.06.2003 № 18/27 "Об утверждении правил определения нормативов образования коммунальных отходов" / Орша, 2003.– 18 с.
4. Промышленная экология : методические рекомендации / О. И. Хохлова.– Витебск : ВГУ имени П. М. Машерова, 2016 – 48 с.
5. ЭкоНиП 17.01.06-001-2017 Экологические нормы и правила. Охрана окружающей среды и природопользование. Требования экологической безопасности / Минск, 2017. – 95 с.

ОЦЕНКА ДЕЙСТВИЯ ГИПЕРТЕРМИИ НА НАКОПЛЕНИЕ ПРОДУКТОВ ПЕРЕКИСНОГО ОКИСЛЕНИЯ ЛИПИДОВ У ЛЕГОЧНЫХ МОЛЛЮСКОВ

Зайцева В.В.¹, Путро П.Д.²,

¹магистрант, ²студентка 2 курса ВГУ имени П.М. Машерова, г. Витебск, Республика Беларусь
Научный руководитель – Толкачёва Т.А., канд. биол. наук, доцент

Качественная оценка вод природных водоемов Республики Беларусь производится согласно итоговым показателям биологического, бактериологического и химического анализов. На сегодняшний день широко изучается влияние стрессоров на жизненно-важные функции и выживаемость гидробионтов, представляющих собой биотесты. Из числа организмов, обитающих в водоёмах для биоиндикации и биотестирования используются определённые представители систематических групп беспозвоночных, присутствие каковых в донных отложениях чётко определяет степень засорения воды. В качестве биоиндикаторов и модельных тест-организмов выбирают наиболее чувствительные к исследуемым факторам биологические системы или организмы. Одними из перспективных и широко применяемых объектов для биологического мониторинга природных водоемов являются брюхоногие легочные моллюски: большой прудовик и роговая катушка [1].

При проведении биотестирования необходимо зафиксировать перемены в метаболизме, что имеют все шансы быть количественно выражены. Свободно-радикальное окисливание изменяет и нарушает структурную организацию большого числа молекул. В белках окислению подвергаются отдельные аминокислоты, вследствие чего белок теряет собственную функцию. Итогом является разрушение нативной структуры белков, среди них возникают ковалентные "сшивки". Следствием является активация протеолитических ферментов в клетке, которые в дальнейшем будут вызывать гидролиз повреждённых белков. Активные формы кислорода легко изменяют и структуру ДНК [2].

Цель – оценка влияния гипертермии на коэффициент перекисного окисления липидов гепатопанкреаса легочных пресноводных моллюсков.

Материал и методы. Исследования проводили на брюхоногих пресноводных моллюсках: большой прудовик (*Lymnaea stagnalis*) и катушка роговая (*Planorbis corneus*). Перед проведением опыта с целью акклиматизации моллюсков выдерживали в емкостях с отстоянной водопроводной водой в течение 2-х суток, плотность посадки моллюсков – 3 экз/л, температура воды – 20-22°C, рН 7,2-7,7. Посуточно производилась замена 1/3 объема воды. Опытных и контрольных животных подкармливали свежими листьями одуванчиков.

Для воспроизведения теплового стресса катушек и прудовиков помещали в емкости с водопроводной водой и ставили в термостат при температуре 35°C. Воздействие гипертермии длилось в течение четырёх, десяти, и шестнадцати часов. Контрольные образцы содержались при комнатной температуре.

Результаты и их обсуждение. Ранее был исследован химический состав водоемов, из которых осуществляли отлов моллюсков. Установлено, что оба водоема имеют близкий состав катионов и растворенных веществ, поэтому представляло интерес изучить обмен веществ у водных брюхоногих моллюсков, обитающих в этих водоемах. Основным продуктом перекисного окисления липидов – малонового диальдегида (МДА), появляется в тканях вследствие деградации полиненасыщенных жирных кислот АФК (активные формы кислорода). МДА работает в качестве маркера перекисного окисления жиров и окислительного стресса. Повышенное формирование свободных радикалов в организме и взаимосвязанное с дан-

ным повышение процессов перекисидации липидов сопутствует перечню изменений в свойствах биологических мембран и функционировании клеток. В нормально функционирующей клетке скорость перекисного окисления ограничено структурным фактором и действием природных антиоксидантов. Нарушение молекулярной организации мембран или разрушение антиоксидантов, равно как и ряд других, не до конца еще изученных факторов, могут приводить к усилению реакций перекисного окисления [3]. Содержание МДА отражает состояние динамического равновесия между оксидантами и антиоксидантами и дает представление об активности системы антиоксидантной защиты организма. Результаты действия гипертермии приведены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1 – Содержание МДА, моль/л в гепатопанкреасе *Lymnaea stagnalis* при действии гипертермии

Группа	<i>Lymnaea stagnalis</i>	
	Р. Витьба	Оз. Доброе
LSG-4(35°C)	2,07 ± 0,73	3,36 ± 0,35
LSG-10(35°C)	3,40 ± 1,21 ¹	2,49 ± 0,06 ¹
LSG-16(35°C)	1,48 ± 0,52	2,09 ± 0,10
LSG-контроль	2,49 ± 0,88	1,74 ± 0,10

Примечание – ¹ P < 0,05 по сравнению с контролем

Из результатов таблицы 1 видно, что содержание МДА у образцов, взятых из оз. Доброе, при гипертермии продолжительностью 4 часа возрастает почти в 2 раза по сравнению с контролем, а затем постепенно равномерно снижается в 1,3 раза на каждые последующие 6 часов эксперимента, что говорит о развитии адаптационного процесса.

У моллюсков из р. Витьба при гипертермии на непродолжительное время происходит спад содержания МДА в 1,2 раза. Воздействие температуры в течение десяти часов привело к достоверному увеличению содержания малонового диальдегида в 1,4 раза по сравнению с контрольными образцами. Содержание моллюсков в термостате на протяжении шестнадцати часов привело к снижению показателей в 1,7 раз по сравнению с контролем.

Таблица 2 – Содержание МДА, моль/л в гепатопанкреасе *Planorbarius corneus* при действии гипертермии

Группа	<i>Planorbarius corneus</i>	
	Р. Витьба	Оз. Доброе
LSG-4(35°C)	2,62 ± 0,93 ¹	3,71 ± 0,23 ¹
LSG-10(35°C)	3,18 ± 1,012	4,20 ± 0,24
LSG-16(35°C)	2,13 ± 0,75	4,53 ± 0,25
LSG-контроль	4,50 ± 1,59	2,29 ± 0,07

Примечание – ¹ P < 0,05 по сравнению с контролем

При анализе данных таблицы 2 видно, что у катушек из оз. Доброе можно заметить постепенное повышение содержания МДА, по сравнению с контролем, при незначительной по продолжительности гипертермии в 1,6 раза, далее примерно в 1,1 раза на каждые следующие 6 часов.

У катушек из р. Витьба контрольные особи имеют максимальное значение, а затем наблюдается достоверное снижение содержания в 2,1 раза при шестнадцатичасовом воздействии. Можно сделать вывод о влиянии среды обитания на результат: моллюски, обитающие в Гомельской области, более стойко переносят долгосрочное повышение температуры, вероятно, это связано с тем, что климат там немного теплее, чем в Витебской области. Также этому может способствовать и тип переносчика кислорода.

Большие показатели ПОЛ у моллюсков, несомненно, сопряжены с особенностями протекания метаболических процессов в их тканях. Перекисное окисление липидов является неотъемлемой частью функционирования организмов. В основе ПОЛ лежит саморазвивающаяся цепная реакция, это можно рассматривать условием того, что процессы ПОЛ должны протекать в организме постоянно без затраты большого количества энергии. Для коррекции ПОЛ в организме требуется не купирование, а регуляция скорости процесса. Для сохранения нормального функционирования организма необходимо сохранение антиоксидантно-прооксидантного баланса.

Заключение. По результатам исследования можно проследить, что изменения, наблюдаемые при действии гипертермии более выражены у моллюсков из г. Витебска, чем из г. Рогачева. Это может свидетельствовать о влиянии климатических условий на характер метаболизма. При использовании легочных брюхоногих моллюсков в качестве модельных организмов, необходимо учитывать место сбора. При малейших изменениях антиоксидантная система подстраивается, что приводит к уменьшению затрат энергии и организм может пережить стрессовые неблагоприятные условия.

1. Гордзялковский, А. В. Водные моллюски – перспективные объекты для биологического мониторинга / А. В. Гордзялковский, О. Н. Макурина // Журнал Вестник СамГУ Естественнонаучная серия. – 2006. – № 7. – С.37.
2. Владимиров, Ю. А. Свободные радикалы в биологических системах / Ю. А. Владимиров // Соросовский образовательный журнал. – 2000. – С. 12–16.
3. Меньшикова, Е. Б. Биохимия окислительного стресса. Оксиданты и антиоксиданты в организме / Е. Б. Меньшикова, Н. К. Зенков, С. М. Шергин // Успехи биол. химии. – 1990. – Т. 31. – С. 180–208.

ОСОБЕННОСТИ ЭКОЛОГИИ ВЕРЕСКОВОГО ЛИСТОЕДА (*LOCHMAEA SUTURALIS* (THOMSON, 1866)) В УСЛОВИЯХ БЕЛОРУССКОГО ПООЗЕРЬЯ

Зуева А.О.,

студентка 3 курса ВГУ имени П.М. Машиерова, г. Витебск, Республика Беларусь

Научный руководитель – Сушко Г.Г., канд. биол. наук, доцент

Вересковый листоед – широко распространенный в Европе вид, который связан с верещатниками, где отмечен в высокой численности. Как личинки, так и взрослые особи данного вида питаются листьями, верхушками побегов вереска обыкновенного (*Calluna vulgaris*) [2–3]. *Lochmaea suturalis* – один из основных потребителей фитомассы в вересковых ассоциациях и играет важную роль в цепях питания. Информация о численности биотопическом распределении верескового листоеда в Белорусском Поозерье приурочена преимущественно к верховым болотам [5–7]. Тогда как, экология *Lochmaea suturalis* в лесных экосистемах нашего региона изучена недостаточно.

Цель работы – проанализировать экологические предпочтения верескового листоеда в лесах Белорусского Поозерья.

Материал и методы. Материал собран методом энтомологического кошения. За единицу учетной плотности (выборочную совокупность) принято 50 взмахов на трансекте длиной 50 м и шириной 2 м (100 м²). Сборы проводились с конца апреля до конца октября 2018 г с интервалом 10-14 дней в окрестностях д. Щитовка (Сенненский р-н, Витебской обл.). Стационарами для исследований были сосняки вересковый, черничный и брусничный и заболоченный участок леса с хорошо сформированным кустарничковым ярусом, представленным голубикой топяной. Поскольку данные соответствовали закону нормального распределения (Shapiro–Wilk test, $W > 0,05$), для сравнения выборок применили однофакторный дисперсионный анализ (ANOVA), выполненный в программе PAST 3.0. Тест Левене (Levene's test) использован для выявления гомогенности дисперсии, тест Тьюки (Tukey's pairwise comparisons) – для апостериорных сравнений.

Результаты и их обсуждение. Одни источники утверждают, что вересковый листоед монофаг вереска [1]. Другие источники сообщили, что *Lochmaea suturalis*, хотя и в меньшей степени, но может питаться различными видами рода *Erica* – *E. cinerea* и *E. tetralix*, которые встречаются на верещатниках в Великобритании и *Empetrum nigrum*. Кроме того, было зарегистрировано питание на *Erica multiflora* в Испании [3].

На территории Белорусского Поозерья вересковый листоед отмечен в сосновых лесах различных типов и на естественных и нарушенных верховых болотах [5–7]. По нашим наблюдениям *Lochmaea suturalis* имеет одно поколение в год. Вид зимует на стадии имаго и становится активным, когда температура достигает 9°C [2]. Активное расселение взрослых особей происходит в апреле и мае, когда температура достигает 16° С. Во время начала нашего исследования (25 апреля) температура была 18°C, поэтому зарегистрированное число особей оказалось довольно высоким. Жуки проходят три личиночных возраста и стадию куколки [4], прежде чем в середине августа появятся имаго нового поколения. Жуки остаются активными до температуры около 13 °C [3].

Lochmaea suturalis отмечена кустарничковом ярусе всех исследованных лесов (таблица 1). При этом, средние показатели учетной плотности в целом достоверно различались ($df=3$, $F=277,7$, $p=0,001$). Апостериорные сравнения показали, что среднее число выявленных особей значимо выше ($p < 0,001$) на вереске, тогда как самое низкое – на чернике и голубике. В отличие от последних, брусника, которая не сбрасывает листья на зиму, вероятно, может служить кормовым растением для перезимовавших имаго.

Таблица 1. Показатели учетной плотности *Lochmaea suturalis* на различных кустарничках

Показатель	Вереск обыкновенный	Черника обыкновенная	Брусника обыкновенная	Голубика топяная
Минимальное число экземпляров	93	3	16	5
Максимальное число экземпляров	103	6	30	9
Среднее число экземпляров	98,00	4,67	22,00	7,33
Стандартная ошибка	2,89	0,88	4,16	1,20