

Осуществим проверку значимостей различий между индексами Шеннона и доминирования Симпсона, рассчитанным для всех возможных сочетаний разных садов. Результат проверки для садов № 1 и № 2 приведён на рисунке 1.

Shannon index			
Сад1		Сад2	
<i>H'</i> :	2,8411	<i>H'</i> :	2,7852
Variance:	0,011568	Variance:	0,019894
<i>t</i> :	0,31523		
df:	73,67		
$\rho$ (same):	0,75348		
Simpson index			
<i>D</i> :	0,068641	<i>D</i> :	0,074873
Variance:	0,00013653	Variance:	0,00030189
<i>t</i> :	-0,29766		
df:	67,251		
$\rho$ (same):	0,76688		

Рисунок 1 – Скриншот t-теста для сравнения индексов Шеннона и доминирования Симпсона биоразнообразия птиц садов № 1 и № 2

Так как вероятность ошибки  $p$  и для индекса Шеннона ( $H'$ ) и для индекса Симпсона ( $D$ ) для пары сад1-сад2 больше 0,05, то делаем вывод, что эти различия статистически незначимы, то есть, биологическое разнообразие птиц этих садов статистически не различимо. Точно такие же результаты дали сравнения этих индексов и для остальных пар садов.

**Закключение.** Таким образом, исследования показали, что средняя плотность гнездования и биологическое разнообразие птиц заброшенных фруктовых садов стабильно по всему Витебскому району. Некоторые различия по видовому богатству ( $D_{Mn}$ ), на наш взгляд, можно объяснить разницей в площади садов, близостью садов к лесу и тем, что в некоторых садах выпасают домашний скот.

1. Кузьміч, У.В. Відавы састау птушак у пладовых садах Беларусі / У.В. Кузьміч // Весці АН БССР, серыя біял. навук. – 1988. – № 5. – С. 94–97.
2. Кузьменко, В.Я. Разнообразие наземных позвоночных (*Tetrapoda*) садово-дачных хозяйств Белорусского Поозерья / В.Я. Кузьменко, В.В. Кузьменко // Веснік ВДУ. – 2014. – № 6(8). – С. 40–56.
3. Равкин, Е.С. Методические рекомендации по комплексному маршрутному учёту птиц / Е.С. Равкин, Н.Г. Челинцев. – М.: ВНИИ Природа, 1990. – 33 с.
4. Тихомиров, В.Н. Методы анализа биологического разнообразия: Пособие для студентов биол. фак. спец. 1-31 01 01 «Биология» и 1-33 01 01 «Биоэкология» / В.Н. Тихомиров. – Минск: БГУ, 2009. – 87 с.

## ОЦЕНКА МАРКЕРОВ КЛЕТОЧНОГО МЕТАБОЛИЗМА У ЛЕГОЧНЫХ ПРЕСНОВОДНЫХ МОЛЛЮСКОВ

Е.И. Кацнельсон<sup>1</sup>, А.С. Володько<sup>2</sup>, М.В. Вишневецкая<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>Витебск, ВГУ имени П.М. Машерова  
<sup>2</sup>Новка, ООО «Белфуд Продакшн»

Антропогенная нагрузка оказывает неблагоприятное воздействие на процесс функционирования водных экосистем. Пресноводные моллюски являются важнейшей составляющей большинства водных биоценозов и применяются для биоиндикации загрязнения окружающей среды. Большая численность и широкая распространенность в различных географических районах, легкость сбора и идентификации, короткий жизненный цикл, высокая чувствительность к

загрязнению позволяют использовать моллюсков в практике пассивного и активного биомониторинга [1].

Цель исследования – сравнить основные показатели обмена углеводов, белков и липидов у легочных пресноводных моллюсков с разным типом транспорта кислорода.

**Материал и методы.** Материал исследования – легочные пресноводные моллюски прудовик обыкновенный (*Lymnaea stagnalis*) и катушка роговая (*Planorbarius corneus*). Определение показателей гемолимфы проводили с использованием наборов реагентов НТПК «Анализ Х» (глюкоза, общий белок, мочева кислота, мочеви́на, триацилглицеролы, общий холестерол, холестерол ЛПВП) [2]. Определение концентрации белка (мг/г ткани) проводили по методу Лоури [3]. Содержание ДНК и РНК (мг/г ткани) устанавливали по методу Blober и Potter [4]. Гликоген определяли методом Krisman [5].

**Результаты и их обсуждение.** *Planorbarius corneus* и *Lymnaea stagnalis* были отобраны из четырех водоемов Витебской области. Моллюски из Витебского района отобраны из реки Витьбы, все остальные из озер, которые относятся к водоемам со стоячим типом водообеспечения, поэтому в качестве группы сравнения выбраны моллюски из реки Витьба (таблица 1).

Таблица 1 – Содержание глюкозы (ммоль/л) в гемолимфе и гликогена (мг/г) в гепатопанкреасе *Planorbarius corneus* и *Lymnaea stagnalis* в зависимости от места обитания ( $M \pm m$ )

Район сбора моллюсков (n=9)	Показатель	
	Глюкоза (ммоль/л)	Гликоген (мг/г)
<i>Planorbarius corneus</i>		
Витебский р-н	0,73±0,045	24,05±0,208
Дубровенский р-н	0,67±0,069	24,52±0,327
Ушачский р-н	0,58±0,055	24,86±0,158
Шумилинский р-н	1,15±0,086 <sup>1</sup>	21,15±0,109 <sup>1</sup>
<i>Lymnaea stagnalis</i>		
Витебский р-н	0,41±0,037	27,42±0,612
Дубровенский р-н	0,36±0,026	28,15±0,481
Ушачский р-н	0,37±0,012	28,27±0,544
Шумилинский р-н	0,54±0,045 <sup>1</sup>	27,01±0,358

Примечание – <sup>1</sup>p<0,05 по сравнению с моллюсками из реки Витьба Витебский р-н

Изменения концентрации глюкозы в гемолимфе сопряжены с изменением содержания гликогена в гепатопанкреасе моллюсков, так у *Planorbarius corneus* обитающих в Шумилинском районе отмечено повышенное содержание глюкозы в гемолимфе и уменьшение концентрации гликогена.

Статистически значимые отличия получены у особей из Шумилинского района по сравнению с Витебским, так содержание глюкозы увеличивается в 1,6 раза у *Planorbarius corneus*, а у *Lymnaea stagnalis* в 1,3 раза, что может свидетельствовать о более интенсивном распаде гликогена у *Planorbarius corneus*, т.к. содержание гликогена снижается в гепатопанкреасе в 1,2 раза, а в случае *Lymnaea stagnalis* – о малом использовании глюкозы тканями, т.к. концентрация гликогена не снижается.

Из таблицы 2 следует, что наибольшее содержание в гепатопанкреасе общего белка отмечено у моллюсков, обитающих в р. Витьба Витебского района. По сравнению с особями из данной реки снижено содержание общего белка в Дубровенском районе в 1,8 раза у *Planorbarius corneus*, и в 1,4 раза *Lymnaea stagnalis*, а в Шумилинском районе у *Planorbarius corneus* и у *Lymnaea stagnalis* в 1,2 раза и в 1,6 раза соответственно.

У *Planorbarius corneus* по сравнению с особями из Витебского района повышено содержание ДНК и РНК в Ушачском районе в 1,6 и 1,3 раза соответственно, а в Шумилинском в 1,5 и 1,2 раза соответственно. У *Lymnaea stagnalis* отмечено повышение концентрации РНК при снижении содержания ДНК, так в Ушачском районе ДНК уменьшается в 1,3 раза, РНК увеличивается в 1,3 раза; в Дубровенском районе ДНК уменьшается в 1,7 раза, РНК увеличивается в 1,2 раза по сравнению с Витебским районом (таблица 2).

Таблица 2 – Содержание общего белка (мг/г), ДНК и РНК (мг/г) в гепатопанкреасе *Planorbarius corneus* и *Lymnaea stagnalis* в зависимости от места обитания ( $M \pm m$ )

Район сбора моллюсков (n=9)	Показатель		
	Общий белок (мг/г)	ДНК (мг/г)	РНК (мг/г)
<i>Planorbarius corneus</i>			
Витебский р-н	256±8,2	1,83±0,10	5,46±0,35
Дубровенский р-н	139±8,6 <sup>1</sup>	2,00±0,07	6,12±0,15
Ушачский р-н	211±9,7	2,94±0,19 <sup>1</sup>	7,02±0,42 <sup>1</sup>
Шумилинский р-н	205±7,5 <sup>1</sup>	2,73±0,29 <sup>1</sup>	6,79±0,58 <sup>1</sup>
<i>Lymnaea stagnalis</i>			
Витебский р-н	323±21,7	2,49±0,03	5,74±0,24
Дубровенский р-н	228±7,8 <sup>1</sup>	1,43±0,03 <sup>1</sup>	6,77±0,25 <sup>1</sup>
Ушачский р-н	169±9,2 <sup>1</sup>	1,93±0,03 <sup>1</sup>	7,28±0,44 <sup>1</sup>
Шумилинский р-н	203±4,3 <sup>1</sup>	2,44±0,08	7,46±0,28 <sup>1</sup>

Примечание — <sup>1</sup>p<0,05 по сравнению с моллюсками из реки Витьба Витебский р-н

У *Planorbarius corneus* статистически значимых отличий в содержании общего белка, мочевины и с мочевой кислоты не отмечено (таблица 3). У *Lymnaea stagnalis* концентрация мочевой кислоты в Дубровенском увеличивается в 1,4 раза, и в 1,2 раза в Шумилинском районах по сравнению с Витебским районом. Концентрация мочевины в гемолимфе зависит от активности моллюсков и рациона их питания [6].

Таблица 3 – Показатели белкового обмена в гемолимфе *Planorbarius corneus* и *Lymnaea stagnalis* в зависимости от места обитания ( $M \pm m$ )

Район сбора моллюсков (n=9)	Показатель		
	Общий белок (г/л)	Мочевина (ммоль/л)	Мочевая кислота (мкмоль/л)
<i>Planorbarius corneus</i>			
Витебский р-н	33,31±0,46	6,02±0,06	92,14±2,02
Дубровенский р-н	31,24±0,65	6,34±0,06	82,46±2,16 <sup>1</sup>
Ушачский р-н	35,14±0,60	6,40±0,11	96,36±2,36
Шумилинский р-н	36,35±1,62	6,43±0,10	89,06±2,00
<i>Lymnaea stagnalis</i>			
Витебский р-н	15,87±0,25	6,05±0,03	25,46±0,64
Дубровенский р-н	14,14±0,17	6,55±0,05 <sup>1</sup>	35,31±0,49 <sup>1</sup>
Ушачский р-н	14,35±0,19	6,45±0,11 <sup>1</sup>	28,75±0,57
Шумилинский р-н	14,93±0,24	6,65±0,18 <sup>1</sup>	30,36±0,76 <sup>1</sup>

Примечание — <sup>1</sup>p<0,05 по сравнению с моллюсками из реки Витьба Витебский р-н

Отмечено, что у *Lymnaea stagnalis* содержание ОХС, ХС ЛПВП и ТГ наименьшее в Витебском районе (таблица 4).

Таблица 4 – Содержание общего холестерина, холестерина липопротеинов высокой плотности, триацилглицеролов в гемолимфе *Planorbarius corneus* и *Lymnaea stagnalis* в зависимости от места обитания ( $M \pm m$ )

Район сбора моллюсков (n=9)	Показатели		
	ОХС ммоль/л	ХС ЛПВП ммоль/л	ТГ ммоль/л
<i>Lymnaea stagnalis</i>			
Витебский р-н	0,418±0,020	0,056±0,013	0,298±0,008
Дубровенский р-н	0,504±0,018 <sup>1</sup>	0,086±0,008 <sup>1</sup>	0,404±0,006 <sup>1</sup>
Ушачский р-н	0,560±0,015 <sup>1</sup>	0,070±0,008 <sup>1</sup>	0,354±0,008 <sup>1</sup>
Шумилинский р-н	0,494±0,011	0,065±0,009	0,347±0,008 <sup>1</sup>

<i>Planorbarius corneus</i>			
Витебский р-н	0,316±0,022	0,119±0,006	0,192±0,008
Дубровенский р-н	0,281±0,012 <sup>1</sup>	0,058±0,003 <sup>1</sup>	0,324±0,006 <sup>1</sup>
Ушачский р-н	0,368±0,014 <sup>1</sup>	0,072±0,007 <sup>1</sup>	0,232±0,011 <sup>1</sup>
Шумилинский р-н	0,328±0,011	0,073±0,006 <sup>1</sup>	0,226±0,011

Примечание – <sup>1</sup>p<0,05 по сравнению с моллюсками из реки Витьба Витебский р-н

По сравнению с особями собранными в реке Витьба, содержание показателей повышено в 1,2, 1,5 и 1,4 раза в Дубровенском районе, и в 1,3, 1,3 и 1,2 раза в Ушачском районе соответственно. У *Planorbarius corneus* изменения показателей имели другие закономерности, так в Дубровенском районе понижается содержание ОХС в 1,2 раза, ХС ЛПВП в 2,1 раза, а ТГ увеличивается в 1,7 раза, а в Ушачском районе увеличивается содержание ОХС в 1,2 раза, ТГ в 1,2 раза, ХС ЛПВП уменьшается в 1,7 раза по сравнению с Витебским районом.

**Закключение.** При исследовании обмена веществ моллюсков, обитающих в водоемах с разным типом водообеспечения, выявлено, что показатели клеточного метаболизма сходны по своим значениям у обоих видов гидробионтов.

1. Дромашко, С.Е. Биотестирование – составной элемент оценки состояния окружающей среды: учебно-методическое пособие / С.Е. Дромашко, С.Н. Шевцова. – Минск: ИПНК, 2012 – 82 с.
2. Чиркин, А.А. Липидный обмен / А.А. Чиркин [и др.] // Медицинская литература. – М., 2003 – 122с.
3. Lowry, O.H Protein measurement with Folin phenol reagent / O.H Lowry // J. Biol. Chem. – 1951 – Vol. 193, № 1 – P. 265-275.
4. Blober, G. Distribution of radioactivity between the acid-soluble pool and pools of RNA in the nuclear, nonsedimentable and ribosome fractions of rat liver after a single injection of labeled orotic acid / G. Blober, V.R. Potter // Biochem. Biophys. Acta – 1968 – Vol. 166 – P. 48-54.
5. Krisman, C.R. A method for the colometric estimation of glycogen with iodine / C.R. Krisman // Anal/ Biochem. – 1962 – Vol. 4 – P. 17–23.
6. Балаева-Тихомирова, О.М. Особенности обмена веществ *Lymnaea stagnalis* в зависимости от сезона года и местообитания / О.М. Балаева-Тихомирова, Е.И. Кацнельсон // Извест. Гом. гос. ун-та. – 2018 – № 3 (108). – С. 12-18.

## К ИЗУЧЕНИЮ ФАУНЫ ДОЖДЕВЫХ ЧЕРВЕЙ БРАСЛАВСКОГО РАЙОНА

В.М. Коцур, Е.А. Держинский  
Витебск, ВГУ имени П.М. Машерова

Дождевые черви играют важную роль в почвообразовании, переработке растительного опада и поддержании плодородия почв. На территории Беларуси отмечено 12 видов дождевых червей семейства Lumbricidae, один из которых (*Dendrodrilus rubidus*) представлен двумя формами, которые иногда рассматривают в качестве подвидов [1]. Преобладают в фауне Беларуси космополитные виды. Информация о видовом составе и биотопическом распределении дождевых червей в Браславском районе, включая национальный парк «Браславские озера» в литературе не представлена. Между тем здесь вполне вероятно нахождение некоторых видов, обитающих на территории Прибалтики, но не отмеченных в Беларуси.

Цель работы – выявление видового состава и биотопического распределения дождевых червей семейства Lumbricidae Браславского района.

**Материал и методы.** Сбор червей проводился в 2019 г., главным образом, на территории Национального парка «Браславские озера» в следующих пунктах: 1) г. Браслав, 55°38'30.89" с.ш., 27°2'26.71" в.д., жилая застройка, газон из злаков (54 экз.); 2) 1 км ЮВ дер. Кезики, 55°43'11.45" с.ш., 27°3'49.41" в.д., берег оз. Струсто, лужайка у края черноольшаника тростникового, травостой из злаков, крапивы и ежевики (36 экз.); 3) 2 км В дер. Кезики, 55°43'19.27" с.ш., 27°5'14.68" в.д., периодически затапливаемый черноольшаник осоковый у оз. Снуды, травостой из осок, гравилата речного, тростника, телиптериса, под корой лежащих бревен (46 экз.); 4) 5 км С дер. Дубровка, 55°23'39.30" с.ш., 26°56'56.90" в.д., лес Бельмонт (смешанный лес, формула древостоя: 5Е5Б+едОс) подлесок с преобладанием лещины, в травостое доминируют костяника, ожика, злаки (85 экз.); 5) д. Ахромовцы, 55°34'53.62" с.ш., 27°6'32.36" в.д., парк Бельмонт, формула древостоя: 6Л2В1Я1Кл, в травостое преобладает сныть (27 экз.); 6) 3 км Ю дер. Богино, 55°23'33.94" с.ш., 26°47'57.80" в.д., сероольшаник крапивный с примесью черной ольхи (формула древостоя: 9СОл1ЧОл) по берегу оз. Богинское, в травостое преобладают крапива, ежевика, хмель, злаки (79 экз.); 7) 1 км ЮЗ дер. Устье, 55°41'14.24" с.ш.,