

**ОЦЕНКА МЕТАБОЛИЗМА ЛЕГОЧНЫХ  
ПРЕСНОВОДНЫХ МОЛЛЮСКОВ ГОМЕЛЬСКОЙ  
ОБЛАСТИ ПО КЛЮЧЕВЫМ ПОКАЗАТЕЛЯМ  
ГЕМОЛИМФЫ**

**Е.И. Кацнельсон**

аспирант кафедры химии ВГУ имени П.М. Машерова, г.  
Витебск, Республика Беларусь 4,

**А.Д. Зайцева,**

студентка 4 курса биологического факультета

**Аннотация.** *Lymnaea stagnalis* и *Planorbarius corneus* по комплексу критериев относят к перспективным объектам используемым в биоиндикации при оценке состояния водных экосистем. Изучение структурно-функциональных характеристик повсеместно распространенных видов легочных пресноводных моллюсков в зависимости от антропогенных факторов среды обитания и типа транспорта кислорода позволит расширить и дополнить имеющиеся данные о возможности их использования в биомониторинге в качестве тест-систем.

**Ключевые слова:** липидный обмен, углеводный обмен, азотный обмен, легочные пресноводные моллюски.

Все живые организмы разными способами реагируют на изменения окружающей среды. При кратковременном действии стрессовых факторов умеренной интенсивности происходит мобилизация организма. При интенсивной или длительной стресс-реакции в клетках происходит активация процесса свободно-радикального окисления, снижение синтеза белка и денатурация белковых структур [1]. В настоящее время возросла необходимость оценки влияния различных факторов окружающей среды на жизнеспособность организма. Для оценки состояния организма определяют показатели углеводного, азотного и липидного обменов и изучают скорость мобилизации и утилизации энергетических субстратов, при воздействии различных антропогенных факторов [2, 3].

Ключевым показателем метаболизма углеводов в гемолимфе является глюкоза. Изменение содержания глюкозы в крови зависит от мощности и продолжительности воздействия на организм. Кратковременные воздействия максимальной интенсивности вызывают повышение содержания глюкозы в крови за счет усиленной мобилизации гликогена печени. Длительное воздействие неблагоприятных факторов приводит к снижению содержания глюкозы в крови [4].

Активность азотного обмена определяют по содержанию общего белка, мочевой кислоты и мочевины. Распад белков и нуклеиновых кислот в организме приводит к образованию группы небелковых азотсодержащих веществ. Избыток азота в организме или азот, образующийся при превращениях и расщеплении аминокислот, выводится из организма в виде мочевины и мочевой кислоты. Мочевая кислота образуется при расщеплении пуриновых нуклеотидов. Уровень мочевой кислоты, говорит о состоянии здоровья исследуемого организма. Мочевина образуется при участии ферментов орнитинового цикла. Ее уровень определяется потреблением белка с пищей и образованием мочевины из белка в печени. Превращение белка в мочевину возрастает при катаболических состояниях, ацидозе, а при печеночной патологии синтез мочевины может снижаться [5].

При исследовании липидного обмена основными показателями является содержание общего холестерина (ОХС), триацилглицеролов (ТГ), холестерина липопротеинов высокой плотности (ХС ЛПВП). Липиды играют важную роль в клеточном метаболизме. Холестерол поступает в организм с пищей, но большая часть его образуется эндогенно в печени. Уровни холестерина и триацилглицеролов в крови являются маркерами при диагностике нарушений липидного обмена [6].

Цель исследования – оценить интенсивность углеводного, белкового и азотного обменов в гемолимфе легочных пресноводных моллюсков Гомельской области.

**Материал и методы.** Опыты поставлены на 54 легочных пресноводных моллюсках, разделенных на две группы: 27 особей *Lymnaea stagnalis* (прудовик обыкновенный) и 27 особей *Planorbarius corneus* (роговая катушка). Моллюски собирались осенью (сентябрь-октябрь) из водоемов трёх районов Гомельской области (таблица 1).

Таблица 1 – Места отбора моллюсков

Район сбора моллюсков	Место сбора	Название водоема
Гомельский р-н	г. Гомель	оз. Любенское
Мозырский р-н	д. Красная Горка	р. Припять
Рогачёвский р-н	г. Рогачёв	р. Друть

Озеро Любенское находится в Гомельском районе Гомельской области, расположено на южной окраине города Гомель и относится к бассейну реки Сож. 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. Прозрачность воды в озере низкая.

Река Припять самый крупный приток Днепра. Актуальной с экологической точки зрения проблемой для водоёмов в Мозырском районе являются канализационные сети, из-за чего в реку Припять попадают хозяйственные стоки. Вода в реке имеет коричнево-серый цвет, обусловленный наличием большого количества органических веществ и присутствием болотных вод.

На реке Друть расположены две ГЭС. Они оказывают негативное влияние на водоём и его прибрежную зону, что проявляется, в затоплении и последствиях подтопления земель. Так же река активно используется в рекреационных целях.

Определение показателей гемолимфы проводили стандартными биохимическими реакциями с использованием наборов реагентов НТПК «Анализ X» (глюкоза, общий белок, мочевая кислота, мочевины, ОХС, ТГ, ХС ЛПВП [7].

Математическую обработку полученных результатов проводили методами параметрической и непараметрической статистики с использованием пакета статистических программ Microsoft Excel 2010, STATISTICA 12.5.

**Результаты и их обсуждение.** Результаты определения содержания глюкозы в гемолимфе представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Содержание глюкозы в гемолимфе *Planorbarius corneus* и *Lymnaea stagnalis* в зависимости от места обитания ( $M \pm m$ )

Район сбора моллюсков	Глюкоза ммоль/л	
	<i>Planorbarius corneus</i>	<i>Lymnaea stagnalis</i>
Гомельский р-н	0,89±0,02	0,61±0,02
Мозырский р-н	0,75± 0,02	0,62± 0,02 <sup>1</sup>
Рогачёвский р-н	0,66± 0,01 <sup>1</sup>	0,54± 0,01 <sup>1</sup>

<sup>1</sup>p<0,05 по сравнению с моллюсками из Гомельского района

Статистически значимые отличия получены у катушек из Гомельского района по сравнению с Мозырским и Рогачёвским, так содержание глюкозы увеличивается в 1,2 и 1,3 раза. У прудовиков статистически значимых различий в содержании глюкозы не установлено.

Между видами установлены отличия в содержании глюкозы во всех исследуемых районах: у катушек из Гомельского, Мозырского и Рогачёвского районов уровень данного показателя в 1,5; 1,2 и раза выше чем у прудовиков соответственно.

Результаты определения содержания общего белка, мочевой кислоты и мочевины в гемолимфе представлены в таблице 3.

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

Район сбора моллюсков	Показатель		
	Общий белок	Мочевина	Мочевая

	(г/л)	(ммоль/л)	кислота (мкмоль/л)
<i>Planorbarius corneus</i>			
Гомельский р-н	23,21±0,35	6,94±0,06	121,2±1,97
Мозырский р-н	26,06± 0,43 <sup>1</sup>	7,06± 0,06	126,93± 3,85
Рогачёвский р-н	25,05± 0,29 <sup>1</sup>	6,63± 0,06 <sup>1</sup>	115,93± 1,71 <sup>1</sup>
<i>Lymnaea stagnalis</i>			
Гомельский р-н	13,78±0,16	6,21±0,11	60,49±1,23
Мозырский р-н	11,66± 0,29 <sup>1</sup>	6,76± 0,10 <sup>1</sup>	62,14± 1,15
Рогачёвский р-н	10,89± 0,22 <sup>1</sup>	6,16± 0,08	58,09± 1,07

<sup>1</sup>p<0,05 по сравнению с моллюсками из Гомельского района

По сравнению с катушками из Гомельского района у моллюсков из Мозырского и Рогачёвского районов не установлено достоверного снижения содержания общего белка в гемолимфе. А прудовиков из Гомельского района повышено содержание белка гемолимфе по сравнению с моллюсками из Рогачёвского района в 1,3 раза.

Статистически значимых отличий в содержании мочевины и мочевой кислоты у двух видов моллюсков не отмечено. Концентрация мочевины в гемолимфе зависит от активности моллюсков и рациона их питания. Моллюски питаются осадочным детритом, который представляет собой мелкие органические частицы, состоящие из остатков, разложившихся животных и растений.

Между видами установлены отличия в содержании общего белка и мочевой кислоты во всех исследуемых районах: у катушек уровень данных показателей в 2 раза выше чем у прудовиков; в содержании мочевины достоверных различий не установлено.

Содержание общего холестерина, триацилглицеролов, холестерина липопротеинов высокой плотности в гемолимфе представлены в таблице 3.

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

Район сбора моллюсков	Показатель		
	ОХС ммоль/л	ХС ЛПВП ммоль/л	ТГ ммоль/л
<i>Planorbarius corneus</i>			
Гомельский р-н	0,31±0,02	0,14±0,01	0,23±0,02
Мозырский р-н	0,34± 0,01	0,10± 0,003 <sup>1</sup>	0,24± 0,01
Рогачёвский р-н	0,37± 0,02	0,11± 0,004 <sup>1</sup>	0,31± 0,03 <sup>1</sup>
<i>Lymnaea stagnalis</i>			
Гомельский р-н	0,41±0,02	0,074±0,011	0,29±0,01
Мозырский р-н	0,48± 0,01	0,078± 0,014	0,34± 0,02
Рогачёвский р-н	0,55± 0,01 <sup>1</sup>	0,081± 0,021	0,36± 0,01 <sup>1</sup>

<sup>1</sup> $p < 0,05$  по сравнению с моллюсками из Гомельского района

Отмечено, что у *Lymnaea stagnalis* содержание ОХС, ХС ЛПВП и ТГ наименьшее в Гомельском районе (таблица 2). По сравнению с особями собранными в Любенском озере, содержание ОХС и ТГ повышено в 1,2 раза в Мозырском районе, и в 1,3, и 1,2 раза в Рогачёвском районе соответственно. У *Planorbarius corneus* изменения показателей имели другие закономерности, так в Рогачёвском районе повышается содержание ОХС в 1,2 раза, ТГ в 1,3 раза, а ХС ЛПВП уменьшается в 1,3 раза, а в Мозырском районе увеличивается содержание ТГ в 1,3 раза, ХС ЛПВП уменьшается в 1,4 раза по сравнению с Гомельским районом.

**Закключение.** У моллюсков гепатопанкреас является источником глюкозы гемолимфы. При воздействии неблагоприятных факторов среды в организме моллюсков интенсивнее протекают обменные процессы, о чем свидетельствует увеличение концентрации глюкозы в

гемолимфе. Можно предположить, что гипергликемия у моллюсков может быть обусловлена усиленной мобилизацией углеводов гепатопанкреаса, мышц и других органов моллюска, что может свидетельствовать о повышении защитно-компенсаторных способностей организма моллюсков в ответ усиление антропогенного влияния на водоём.

У моллюсков их озера Любенское Гомельского района отмечено наибольшее содержание глюкозы в гемолимфе, что связано с тем, что водоём испытывает большую антропогенную нагрузку из-за близкого расположения частного сектора и объездной трасы города.

По содержанию мочевой кислоты, мочевины и общего белка в гемолимфе можно судить об активности обменных процессов в организме моллюсков.

Изменения содержания общего белка, мочевины и мочевой кислоты в гемолимфе легочных пресноводных моллюсков связаны с изменением состава кормовой базы, физической и физиологической активности организмов и внешнего воздействия факторов окружающей среды.

Установлены различия в содержании общего холестерина, холестерина липопротеинов высокой плотности и триглицеридов у *Lymnaea stagnalis* и *Planorbarius corneus* в зависимости от местообитания и типа транспорта кислорода.

У моллюсков их реки Друть Рогачёвского района отмечено наибольшее содержание общего холестерина, холестерина липопротеинов высокой плотности и триглицеридов в гемолимфе, что связано с тем, что река принимает сток с мелиорационных каналов и вблизи водоёма расположена трасса Минск–Москва.

Таким образом, проведенные исследования показали, что содержание глюкозы, общего белка, мочевины, мочевой кислоты, триацилглицеролов, общего холестерина, холестерина ЛПВП в гемолимфе двух видов легочных пресноводных моллюсков, отличающихся по типу транспорта кислорода, зависит от химического состава водной среды, на который оказывает влияние близкое расположения автомагистралей, стоки с мелиорационных каналов и предприятий.

ЛИТЕРАТУРА

- 1.Yilmaz, O. Method reduced (GSH) and oxidized (GSSG) glutathione concentration in animal tissue / O.Yilmaz// J.Animal Vet. Adv. – 2009. – Vol. 8. – P. 343–347
- 2.Димитриев, А.Д. Биохимия: Учебное пособие / А.Д. Димитриев, Е.Д. Амбросьева. – М.: Дашков и К. – 2013. – 168 с.
- 3.Попова, Л. Д. Функциональная биохимия печени / Л. Д. Попова, В. В. Давыдов, В. И. Жуков [и др.]. – Харьков. – 2009. – 115 с.
- 4.Лелевич, С.В. Клиническая лабораторная диагностика / С.В. Лелевич, В.В. Воробьев, Т.Н. Гриневич. – Гродно: ГрГМУ. – 2011. – 167 с.
- 5.Вандер, А. Физиология почек / А. Вандер. Санкт-Петербург: Питер . – 2000. – 252 с.
- 6.Клиническая биохимия / под ред. Ткачука В.А. – Москва: Изд. дом «ГОЭТАР-МЕД», 2004. – 506 с.
- 7.Чиркин, А.А. Липидный обмен / А.А. Чиркин [и др.] // Медицинская литература. – М., 2003. – 122с.