



Рисунок 3 – График водоотбора и уровня воды на водозаборе № 6 "Боринские Ключи" за период эксплуатации

**Закключение.** Достаточно низкая степень естественной защищенности задонско-елецкого водоносного горизонта, особенно в долинах логов, являющихся зонами повышенного инфильтрационного питания, и высокая степень техногенной нагрузки в пределах исследуемой территории, определяет большое количество антропогенных объектов, в той или иной степени, влияющих на качество подземных вод. Важным является то, что инфильтрационное питание существенно меняется по площади района исследования. Если на большей части территории величина инфильтрационного питания меняется от 10 до 90 мм/год с 1 км<sup>2</sup>, то по логом (Каменному и Студеному) значение инфильтрационного питания возрастают до 400 мм/год с 1 км<sup>2</sup>, а в их верховьях увеличивается до 510-580 мм/год с 1 км<sup>2</sup>, что составляет 90 % среднемноголетней величины инфильтрационного питания (635 мм/год с 1 км<sup>2</sup>) в естественных условиях. Именно по причине, что наличие источников нитратного загрязнения пространственно совпадает с областями интенсивного инфильтрационного питания подземных вод основного водоносного горизонта, наблюдается прогрессирующее загрязнение подземных на изученных водозаборах г. Липецка.

Таким образом, очевидно, что вся область питания основного задонско-елецкого водоносного горизонта находится в пределах интенсивной хозяйственной деятельности, что неизбежно приводит к ухудшению качества подземных вод и настанет момент, когда никакая водоподготовка перед подачей воды потребителю не приведет к желаемому результату.

1. Дюнин, В.И. Отчет по теме «Изучение причин загрязнения подземных вод нитратами на водозаборе №3 г. Липецка и разработка рекомендаций по их устранению». Липецкий филиал ТФГИ по ЦФО, 2000
2. Косинова, И.И. Экологические системы как объект диагностирования. / И.И. Косинова // Вестник ВГУ. – 1998. – вып.6 Серия геологическая. – С. 176-182.
3. Орадковская, А.Е. Гидрогеологическое обоснование мероприятий по предупреждению ликвидации загрязнений подземных вод в районе водозабора № 1 г. Липецка. ВОДГЕО, 1984, Липецкий филиал ТФГИ по ЦФО.
4. Ткаченко, Н.Н. Экологическая характеристика Липецкого промышленного района / Н.Н Ткаченко, И.И. Косинова // Евразийский союз ученых (ЕСУ), # 8(77), 202.

## НОВЫЕ МОДЕЛЬНЫЕ ОРГАНИЗМЫ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ НАРУШЕНИЙ ОБМЕНА ВЕЩЕСТВ

**Вишневская М.В.,**

*молодой ученый ВГУ имени П.М. Машерова, г. Витебск, Республика Беларусь*

*Научный руководитель – Чиркин А.А., д-р биол. наук, профессор*

Ключевые слова. Пресноводные моллюски, гепатопанкреас, биохимические показатели гемолимфы, гистологическое исследование, глюкоза, этанол, стрептозотцин.

Key words. Freshwater mollusks, hepatopancreas, biochemical parameters of hemolymph, histological examination, glucose, ethanol, streptozotocin.

У широко используемых экспериментальных животных-млекопитающих имеется существенный недостаток, связанный с наличием системы замкнутого кровообращения, вследствие чего вводимые в организм молекулы должны преодолевать гемато-клеточные барьеры и зависеть от нейрогуморальных механизмов регуляции кровообращения. В идеальном варианте в живую модельную систему следует включать клетки-мишени для вводимых метаболитов, клетки-продуценты эндогенных биорегуляторов, и биологическую жидкость, связывающую оба типа клеток. Такая модель была апробирована ранее путем введения моллюскам прудовикам и катушкам стрептозотоцина [1]. Кроме того имеются этические проблемы при использовании млекопитающих животных в экспериментах, в связи с чем во многих странах приняты правила исследований на таких экспериментальных животных, включающие сокращение количества животных, переход на опыты на более простых организмах и уменьшение страданий, экспериментальных животных в процессе их использования в экспериментах. Транспорт кислорода у прудовиков осуществляет медьсодержащий гемоцианин, у катушек – железосодержащий гемоглобин. Считают, что организмы с гемоцианином более чувствительны к избытку углекислого газа и некоторых других веществ.

Целью исследования явилось изучение влияния экзогенной глюкозы, этанола и стрептозотоцина на показатели обмена веществ и структуру гепатопанкреаса легочных пресноводных моллюсков, отличающихся по типу транспорта кислорода в гемолимфе.

**Материал и методы.** Эксперименты при однократном воздействии глюкозы, этанола и стрептозотоцина поставлены на 400 особях легочных пресноводных моллюсков – прудовиках обыкновенных (*Lymnaea stagnalis*) и катушках роговых (*Planorbarius corneus*). Действие хронического введения этанола исследовано на 135 особях прудовика обыкновенного. Моллюсков отбирали в летний период с июня по июль 2023 года в озере Серокоротня в Сенненском районе Витебской области. Моллюсков собирали вручную. Перед проведением эксперимента для акклиматизации моллюсков содержали в емкостях с водопроводной водой в течение 2-х суток, плотность посадки моллюсков – 3 экз/л, температура воды – 23-25 °С, pH 7,2-7,5. Ежедневно осуществлялась замена 1/3 ее объема. Животных кормили листьями зеленого салата. Стандартизацию объектов исследования выполняли, используя во всех экспериментах животных одинакового размерного класса от 3 до 4,5 сантиметров, массой от 3 до 6 граммов. Расчетный возраст такой группы составляет около 50 недель (1 год), при средней продолжительности жизни 2 года.

Моллюсков помещали на 30 мин в ванночки с растворами глюкозы 0,05 %, 0,1 %, 0,15 %, 0,5 % (8 групп), а также в ванночки с растворами этанола 0,1 %, 0,5 % и 5 % (6 групп). Биохимические показатели оценивали через 12 и 24 часов. В 9 группах исследовали влияние вводимого в ногу раствора стрептозотоцина в дозах 35,0, 80,0 и 100 мкг/г. Биохимические показатели оценивали через 24 и 48 часов.

Для изучения хронического действия этанола в эксперименте использовался легочной пресноводный моллюск прудовик обыкновенный в количестве 135 особей. Отобранных моллюсков, разделили на 3 группы:

- 1 группа - контроль, моллюски данной группы ничем не обрабатывались.
- 2 группа - моллюски, в течение 10 суток подвергались ежедневной обработке 3 % этиловым спиртом в течение 30 минут.
- 3 группа - моллюски, в течение 20 суток подвергались ежедневной обработке 3 % этиловым спиртом в течение 30 минут.

Для обработки моллюсков погружали в ванночки с 3% этиловым спиртом на 30 минут. После истечения времени моллюсков перемещали в емкости с водопроводной водой. Обработка производилась в одно и то же время ежедневно, на протяжении 10 и 20 суток.

Срезы гепатопанкреаса окрашивали гематоксилин-эозином. В гемолимфе определяли содержание общего белка, глюкозы, мочевины, мочевой кислоты и холестерина, используя стандартные наборы реагентов.

**Результаты и их обсуждение.** При воздействии глюкозы структурных изменений в гистологических препаратах гепатопанкреаса двух видов моллюсков не выявлено. Этанол у прудовиков, но не у катушек, вызывал увеличение размеров ацинусов гепатопанкреаса

(2,739 нм до 4,686 нм). При введении стрептозотоцина у моллюсков отмечено увеличение количества выделительных клеток. Введение глюкозы в диапазоне концентраций 0,1 %- 0,5 % вызывало гипергликемию в течение 12 часов. Во всех вариантах введения глюкозы в гемолимфе на протяжении 24 часов повышалась концентрация белка. Этот эффект можно связать с анаболическим действием инсулина. Уровень мочевой кислоты также повышался в гемолимфе после введения глюкозы. Все концентрации вводимого спирта вызвали в гемолимфе катушек повышение уровня холестерина. Введение стрептозотоцина обеспечило примерно одинаковые гипергликемические эффекты. При введении возрастающих доз стрептозотоцина на протяжении 48 часов увеличивалась концентрация глюкозы, мочевой кислоты, мочевины и уменьшалась концентрация общего белка в гемолимфе обоих видов моллюсков. Уровень холестерина увеличивался у прудовиков при дозах 80 мг/г и 100 мг/г через 24 и 48 часов, а у катушек этот эффект выявлен лишь при введении стрептозотоцина в дозе 100 мг/г через 24 и 48 часов. Эти результаты напоминают эффекты введения глюкозы, но без эффектов инсулина. Поэтому было доказано, что изучение гомеостаза глюкозы при алиментарной и индуцированной стрептозотоцином гипергликемии возможно проводить на легочных пресноводных моллюсках.

В таблице приведены данные о динамике исследованных показателей гепатопанкреаса прудовиков обыкновенных при хронической интоксикации этанолом.

Установлено, что в процессе эксперимента воздействие этанола привело к статистически достоверному уменьшению содержания глюкозы в гемолимфе, что свидетельствует либо об активации этанолом инсулин-продуцирующих клеток, либо об угнетении продукции контринсулярных гормональных пептидов. Хроническое воздействие этанола привело к накоплению мочевой кислоты, мочевины, и холестерина в гемолимфе. Такие изменения можно объяснить тем, что хроническое введение этанола, вероятно, усиливало распад пурин-содержащих молекул и, в частности, нуклеиновых кислот до мочевой кислоты, выступающей как эндогенный антиоксидант в условиях поступающего экзогенного этанола. Увеличение концентрации мочевины может свидетельствовать о достаточно эффективной защите организма моллюсков от образования токсичного аммиака и его обезвреживании в цикле мочевины. И, наконец, увеличение концентрации холестерина может указывать на то, что экзогенный этанол усиливал общий путь катаболизма, в котором, вероятно, образовывалось больше ацетил-КоА, из которого, как известно, образуются все 27 атомов углерода молекулы холестерина. Все эти данные можно рассматривать как проявления защитных эффектов моллюска на введение экзогенного токсиканта. В то же время, можно констатировать, что избранные условия воздействия этанолом на организм прудовика обыкновенного являются пограничными по шкале повреждения организма экспериментального животного, поскольку уровень общего белка в гемолимфе к 20-м суткам эксперимента стал понижаться по сравнению с 10-ми сутками опыта.

Таблица – Влияние этанола при длительном воздействии на показатели метаболизма в гемолимфе прудовика обыкновенного

Группы	Глюкоза, ммоль/л	Общ. белок, г/л	Мочевая к-та, мкмоль/л	Мочевина, ммоль/л	Холестерол ммоль/л
Контроль	0,4±0,04	5,9±0,06	63,4±0,5	6,4±0,06	0,68±0,003
3 % этанол 10 суток	0,24±0,05 <sup>1</sup>	9,3±0,05 <sup>1</sup>	67,6±0,9 <sup>1</sup>	6,9±0,06 <sup>1</sup>	0,92±0,007 <sup>1</sup>
3 % этанол 20 суток	0,13±0,01 <sup>1</sup>	7,2±0,08 <sup>1</sup>	73,8±0,5 <sup>1</sup>	7,3±0,03 <sup>1</sup>	1,0±0,006 <sup>1</sup>

Примечание: <sup>1</sup>p≤0,05 – по сравнению с контрольной группой.

**Заключение.** Проведенное исследование показало, что исследования на пресноводных моллюсках может занимать промежуточное место между млекопитающими и культурами клеток с определенными преимуществами: соответствие международным этическим требованиям, доступность и дешевизна; отсутствие потребности в специальном оборудовании и обслуживании. Следует отметить, что геном прудовика близок к

аннотированию, а катушка является ближайшим родственником легочного пресноводного моллюска *Biomphalaria glabrata* с полностью аннотированным геномом. Это позволяет проводить исследования на легочных пресноводных моллюсках, учитывая молекулярно структурную гомологию многих ферментов моллюсков и человека [2]. Приведенные результаты свидетельствуют о возможности исследования показателей обмена веществ при изучении алкогольной интоксикации, вызываемой у легочных пресноводных моллюсков, а также воспроизведении инсулинорезистентности.

1. Чиркин, А.А. Моделирование биохимических признаков сахарного диабета у легочных пресноводных моллюсков / А.А. Чиркин [и др.] // Новости медико-биологических наук, 2016. – Том. 14, №3. – С. 28-32.

2. Чиркин, А.А. Молекулярно-структурная гомология протеолитических ферментов в изучении механизма протеолиза и его регуляции / А.А. Чиркин [и др.] // Вест. Нац. акад. наук Беларуси. Сер. хим. наук. – 2021. – Т.57, № 2. – С. 206-217.

## ИЗМЕНЧИВОСТЬ *LYMNAEA STAGNALIS* (MOLLUSCA; GASTROPODA) ИЗ ВОДОЁМА ПАРКОВОЙ ЗОНЫ Г. АБАКАНА (БАССЕЙН РЕКИ ЕНИСЕЙ)

**Волченко М.С.,**

молодой ученый Хакасского государственного университета имени Н.Ф. Катанова,

г. Абакан, Российская Федерация

Научный руководитель – **Асочаков А.А.**, канд. биол. наук

Ключевые слова. Mollusca, Gastropoda, *Lymnaea stagnalis*, конхология.

Key words. Mollusca, Gastropoda, *Lymnaea stagnalis*, conchology.

Адаптации растений и животных к различным условиям обитания обычно сопровождаются различными модификациями, в том числе морфологическими. Данная особенность биологических популяций широко используется для экологического мониторинга наземных и водных экосистем. Так, например, согласно мнению малакологов прудовик-озёрник *Lymnaea stagnalis* (Linnaeus, 1758) является хорошим тест-объектом для мониторинга водных объектов [1–3].

Целью исследования явилось описание итогов морфометрического описания раковины прудовика *Lymnaea stagnalis*, населяющего побережье в южной части водоёма Парка культуры и отдыха г. Абакана (бассейн реки Енисей).

**Материал и методы.** Для решения поставленной задачи были использованы раковины моллюска *L. stagnalis*, собранные 26 июня 2012 г. студентами Хакасского государственного университета Ю.С. Береговой, А.В. Золотухиной и Т.Ю. Федоренко. Грунт в месте сбора моллюсков (53°42'58.0"N 91°29'19.5"E) был мелко-галечным с тонким слоем ила. Животные коллектировались у берега, в диапазоне глубин от уреза воды до 0,5 м. Все раковины (n = 68 экз.) были подвергнуты стандартному морфометрическому описанию по пяти конхологическим параметрам: высота (ВР) и ширина (ШР) раковины, высота (ВУ) и ширина (ШУ) устья, а также высота завитка раковины (ВЗ) [4]. Полученные данные были ранжированы и распределены по размерно-возрастным классам. Ширина каждого класса соответствовала полуоткрытому справа отрезку длиной 5,00 мм. Размерный диапазон всех осмотренных раковин варьировал от 25,56 до 49,06 мм. Точность измерений использованного штангенциркуля составила 0,01 мм. Полученные данные были обработаны с помощью методов вариационной статистики [5]. Все осмотренные раковины прудовика находятся на хранении в фондах зоологических коллекций Учебно-научной лаборатории биологического разнообразия ФГБОУ ВПО «Хакасский государственный университет им. Н.Ф. Катанова» (г. Абакан).

**Результаты и их обсуждение.** Результаты статистической обработки данных, характеризующие пять параметров раковины *L. stagnalis*, представлены в таблице. В связи с тем, что некоторые экземпляры имели повреждения, оценить значения всех конхологических параметров раковины не удалось. Так у двух экземпляров (3 %) были повреждены вершины. По этой причине не удалось измерить высоту раковины и, как следствие, оказалось невозможным отнести обе раковины к тому или иному размерно-возрастному классу.