

УДК 594:[574+577.15]

*Кацнельсон Е.И.,  
преподаватель кафедры химии и естественнонаучного образования,*

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

*Королёва О.В.,  
выпускница магистратуры  
факультета химико-биологических и географических наук,*

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

*Хоменко К.А.,  
студентка 4 курса  
факультета химико-биологических и географических наук,*

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

*Штокина Е.А.  
студентка 4 курса  
факультета химико-биологических и географических наук,*

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

*Сидорова Т.В.  
магистрант 2 года обучения  
факультета химико-биологических и географических наук,*

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

**ВЛИЯНИЕ КЛИМАТИЧЕСКИХ И ТЕХНОГЕННЫХ ФАКТОРОВ НА  
ФЕРМЕНТАТИВНУЮ АКТИВНОСТЬ ТКАНЕЙ *PLANORBARIUS*  
CORNEUS**

*Аннотация.* Статья посвящена изучению вопроса влияния факторов сезонности и антропогенной нагрузки на активность ключевых ферментов метаболизма аспаратаминотрансферазы, аланинаминотрансферазы, гамма-глутамилтранспептидазы и лактатдегидрогеназы в тканях катушки роговой. Моллюски являются важной составляющей водных биоценозов и могут использоваться для оценки степени загрязнения окружающей среды. Повышение антропогенной нагрузка приводит к смещению равновесия в водной экосистеме и нарушению метаболизма у гидробионтов.

*Ключевые слова.* Легочные пресноводные моллюски, ферментативная активность, аспаратаминотрансфераза, аланинаминотрансфераза, гамма-глутамилтранспептидаза, лактатдегидрогеназа.

*Annotation.* The article is devoted to the study of the influence of seasonal factors and anthropogenic load on the activity of key metabolic enzymes aspartate aminotransferase, alanine aminotransferase, gamma-glutamyltranspeptidase and lactate dehydrogenase in the tissues of the cornea coil. Shellfish are an important component of aquatic biocenoses and can be used to assess the degree of environmental pollution. An increase in anthropogenic load leads to a shift in the equilibrium in the aquatic ecosystem and a violation of metabolism in hydrobionts.

*Keywords.* Pulmonary freshwater mollusks, enzymatic activity, aspartate aminotransferase, alanine aminotransferase, gamma-glutamyltranspeptidase, lactate dehydrogenase.

Легочные моллюски подвержены влиянию физико-химических факторов, характеризующих экологическое состояние водоёма, в котором они обитают, что обусловлено незамкнутой системой кровообращения, при которой гемолимфа напрямую сообщается с водной средой обитания. Для оценки степени антропогенной нагрузки на водоёмы можно исследовать активность ключевых ферментов метаболизма аспаратаминотрансферазы (АСТ),

аланинаминотрансферазы (АЛТ), гамма-глутамилтранспептидазы (ГГТ) и лактатдегидрогеназы (ЛДГ).

При моделировании экспериментального гипотиреоза на крысах Евдокимовой О.В. и Городецкой И.В. было отмечено повышение сывороточной активности АСТ, АЛТ и ГГТ при физическом, химическом и эмоциональном стрессе, и как следствие усугубление повреждений клеточных мембран в этих условиях [1].

**Цель работы** – оценить активность ферментов тканей катушки роговой, обитающих в природных водоемах, с учетом сезонных изменений и техногенной нагрузки.

**Материал и методы исследования.** Опыты поставлены на особях катушки роговой (*Planorbarius corneus*). Моллюски собирались вручную, из водоемов четырех районов Витебской области (Витебский, Дубровенский, Ушачский, Шумилинский) и трёх районов Гомельской области (Гомельский, Мозырский, Рогачёвский). Сбор осуществлялся весной (апрель – май), летом (июнь-июль) и осенью (октябрь – ноябрь).

Для исследований использовали гемолимфу катушки роговой. Гемолимфу получали посредством раздражения ноги легким уколом энтомологической булавкой. Это стимулирует рефлекс втягивания ноги в раковину, в результате чего гемолимфа из мантийной полости выделяется наружу через гемальную пору, находящуюся рядом с дыхательным отверстием. После взятия гемолимфы производили забор гепатопанкреаса. Путём механического воздействия дробили раковину моллюска и отделяли гепатопанкреас от соединительной и жировой ткани.

Определение активности АЛТ, АСТ, ЛДГ и ГГТ в гемолимфе и гепатопанкреасе у *Pl. corneus* проводили кинетическим методом [2].

**Результаты исследования.** Для объективного биомониторинга с использованием живых объектов необходимо учитывать сезонные изменения в

показателях метаболизма, поэтому актуальным является определение динамики ферментативной активности АЛТ, АСТ, ЛДГ и ГГТ в гемолимфе и гепатопанкреасе моллюсков с последующей оценкой различий в антропогенном влиянии, обусловленных местом обитания и временем года (рисунки 1-6).

Рисунок 1 – Сезонная динамика активности АЛТ (Е/л) в гемолимфе *Pl. corneus*, обитающих в водоёмах Витебской и Гомельской областей

Моллюски, обитающие в исследуемых водоёмах, характеризуются сходной динамикой изменения активности АЛТ в гемолимфе: наибольшая активность зафиксирована в весенний период сбора, затем в летний период активность снижается и снова возрастает в осенний период, за исключением моллюсков из реки Витьба Витебского района. Активность АЛТ в гемолимфе у *Pl. corneus*, обитающих в реке Витьба Витебского района, в осенний период выше в 1,6 и 2,4 раза по сравнению с весенним и летним периодами сбора соответственно. Активность АЛТ в гемолимфе катушки роговой, из озера Афанасьевское Дубровенского района в весенний период выше в 1,7 и 3,7 раз по сравнению с осенним и летним периодами сбора соответственно. Активность АЛТ в гемолимфе *Pl. corneus*, обитающих в озере Дубровском озере Ушачского района, в весенний период сбора превысила осенние и летние значения в 1,7 и 5,5 раз соответственно. Активность АЛТ в гемолимфе катушек из озера Будовесть Шумилинского района в весенний период сбора превысила осенние и летние значения в 1,5 и 4,1 раз соответственно. Активность АЛТ в гемолимфе *Pl. corneus*, обитающих в озере Любенское Гомельского района в весенний период сбора превысила осенние и летние значения в 2,3 и 2,6 раза соответственно. Установлено, что активность АЛТ у катушек из реки Припять Мозырского района в весенний период сбора превысила осенние и летние значения в 2,1 и 4,9 раз. Установлено, что активность АЛТ в гемолимфе *Pl. corneus* из реки Друть

Рогачевского района в весенний период сбора превысила осенние и летние значения в 1,4 и 3,5 раз соответственно (рисунок 1).

Рисунок 2 – Сезонная динамика активности АЛТ (мкмоль/мин·г) в гепатопанкреасе *Pl. corneus*, обитающих в водоёмах Витебской и Гомельской областей

Моллюски, обитающие в исследуемых водоёмах, характеризуются сходной динамикой изменения активности АЛТ в гепатопанкреасе: активность фермента снижается от осени к весне. Активность АЛТ в гепатопанкреасе *Pl. corneus*, обитающих в реке Витьба Витебского района, в осенний период выше в 3,5 и 10,5 раз по сравнению с летним и весенним периодами сбора соответственно. У катушек из озера Афанасьевское Дубровенского района по сравнению с весенним и летним периодами сбора повышена активность АЛТ в гепатопанкреасе в осенний период сбора в 10,6 и 4,1 раз соответственно. По сравнению с осенним и летним периодами сбора у *Pl. corneus*, обитающих в Дубровском озере Ушачского района, понижена активность АЛТ в гепатопанкреасе, в весенний период сбора в 9,5 и 2,1 раз соответственно. По сравнению с осенним периодом сбора у *Pl. corneus* из озера Будовесь Шумилинского района понижена активность АЛТ в гепатопанкреасе в весенний и летний периоды сбора в 10 и 1,9 раз соответственно. По сравнению с осенним периодом сбора понижена активность АЛТ в гепатопанкреасе катушек, обитающих в озере Любенское Гомельского района в весенний и летний периоды сбора в 8,6 и 3,9 раза. Активность АЛТ в гепатопанкреасе *Pl. corneus* из реки Припять Мозырского района в осенний период превышает весенние и летние значения в 7 и 3,6 раз соответственно. По сравнению с осенним периодом сбора понижена активность АЛТ в гепатопанкреасе *Pl. corneus* в весенний и летний периоды сбора в 11,8 и 4 раза соответственно (рисунок 2).

Рисунок 3 – Сезонная динамика активности АСТ (Е/л) в гемолимфе *Pl. corneus*, обитающих в водоёмах Витебской и Гомельской областей

Моллюски, обитающие в исследуемых водоёмах, характеризуются сходной динамикой изменения активности АСТ в гемолимфе: наибольшая активность зафиксирована в весенний период сбора, затем в летний период активность снижается и снова возрастает в осенний период. Активность АСТ в гемолимфе у *Pl. corneus*, обитающих в реке Витьба Витебского района, в весенний период выше в 1,3 раза по сравнению с летним периодом сбора, по сравнению с осенним периодом статистически значимых отличий не установлено. Статистически значимых отличий в сезонных изменениях активности АСТ в гемолимфе катушки роговой из озера Афанасьевское Дубровенского района и озера Дубровского Ушачского района не установлено. Активность АСТ в гемолимфе катушек, обитающих в озере Будовесть Шумилинского района в весенний и осенний периоды сбора, превысила летние значения в 1,4 и 1,2 раза соответственно. Активность АСТ в гемолимфе *Pl. corneus*, обитающих в озере Любенское Гомельского района в весенний период сбора превысила летние значения в 1,5 раза, по сравнению с осенним периодом статистически значимых отличий не установлено. Активность АСТ в гемолимфе у *Pl. corneus* из реки Припять Мозырского района в весенний период сбора превысила летние значения 1,2 раза, по сравнению с осенним периодом статистически значимых отличий не установлено. Активность АЛТ в гемолимфе *Pl. corneus* из реки Друть Рогачевского района в весенний период сбора превысила летние значения в 1,2 раза, по сравнению с осенним периодом статистически значимых отличий не установлено (рисунок 3).

Рисунок 4 – Сезонная динамика активности АСТ (мкмоль/мин·г) в гепатопанкреасе *Pl. corneus*, обитающих в водоёмах Витебской и Гомельской областей

Моллюски, обитающие в исследуемых водоёмах, характеризуются сходной динамикой изменения активности АСТ в гепатопанкреасе: активность фермента снижается от осени к весне. Активность АСТ в гепатопанкреасе у *Pl. corneus*, обитающих в реке Витьба Витебского района, в осенний период выше в 4,4 и 2,2 раз по сравнению с летним и весенним периодами сбора соответственно. У катушек из озера Афанасьевское Дубровенского района по сравнению с летним и весенним периодами сбора повышена активность АСТ в гепатопанкреасе в осенний период сбора в 3,6 и 2,1 раза соответственно. По сравнению с осенним периодом сбора у *Pl. corneus*, обитающих в озере Дубровском Ушачского района, понижена активность АСТ в гепатопанкреасе, в летний и весенний периоды сбора в 4,9 и 2,3 раз соответственно. По сравнению с осенним периодом сбора у катушек из озера Будовесь Шумилинского района понижена активность АСТ в гепатопанкреасе в летний и весенний периоды сбора в 3,4 и 2,1 раза соответственно. По сравнению с осенним периодом сбора понижена активность АСТ в гепатопанкреасе *Pl. corneus* обитающих в озере Любенское Гомельского района в летний и весенний периоды сбора в 3,4 и 1,9 раз. Активность АСТ в гепатопанкреасе катушек из реки Припять Мозырского района в осенний период превышает летние и весенние значения в 2,7 и 1,6 раз соответственно. По сравнению с осенним периодом сбора понижена активность АСТ в гепатопанкреасе *Pl. corneus* в весенний и летний периоды сбора в 2,4 раза (рисунок 4).

Рисунок 5 – Сезонная динамика активности ГГТ (Е/л) в гемолимфе *Pl. corneus*, обитающих в водоёмах Витебской и Гомельской областей

Активность ГГТ в гемолимфе у *Pl. corneus*, обитающих в реке Витьба Витебского района, в осенний период выше в 1,2 раза по сравнению с летним периодом сбора, по сравнению с весенним периодом статистически значимых отличий не установлено. Статистически значимых отличий в сезонных

изменениях активности АСТ в гемолимфе катушки роговой из озер Афанасьевское Дубровенского района и Будовесть Шумилинского района не установлено. Активность ГГТ в гемолимфе у *Pl. corneus*, обитающих в озере Дубровское Ушачского района, в осенний период выше в 1,3 раза по сравнению с летним периодом сбора, по сравнению с весенним периодом статистически значимых отличий не установлено. Активность ГГТ в гемолимфе у *Pl. corneus*, обитающих в озере Любенское Гомельского района, в весенний период выше в 1,2 раза по сравнению с летним периодом сбора, по сравнению с осенним периодом статистически значимых отличий не установлено. Установлено, что активность ГГТ в гемолимфе катушек из реки Припять Мозырского района в весенний период сбора превысила летние значения в 1,2 раза, по сравнению с осенним периодом статистически значимых отличий не установлено. Установлено, что активность ГГТ в гемолимфе *Pl. corneus* из реки Друть Рогачевского района в весенний и осенний периоды сбора превысила летние значения в 1,8 и 1,6 раз соответственно (рисунок 5).

Рисунок 6 – Сезонная динамика активности ЛДГ (мкмоль/мин·г) в гепатопанкреасе *Pl. corneus*, обитающих в водоёмах Витебской и Гомельской областей

Моллюски, обитающие в исследуемых водоёмах, характеризуются сходной динамикой изменения активности ЛДГ в гепатопанкреасе: активности фермента снижается в последовательности осень, весна, лето. Активность ЛДГ в гепатопанкреасе у *Pl. corneus*, обитающих в реке Витьба Витебского района, в летний период выше в 2,8 и 1,7 раз по сравнению с осенним и весенним периодами сбора соответственно. У катушек из Дубровенского района по сравнению с летним периодом сбора повышена активность ЛДГ в гепатопанкреасе в осенний и весенний периоды сбора в 2,4 и 1,5 раз соответственно. По сравнению с летним периодом сбора у *Pl. corneus*,



обитающих в Дубровском озере Ушачского района, повышена активность ЛДГ в гепатопанкреасе, в весенний период сбора в 1,7 раз по сравнению с осенним периодом сбора статистически значимых отличий не установлено. По сравнению с летним периодом сбора у катушек из озера Будовесть Шумилинского района повышена активность ЛДГ в гепатопанкреасе в осенний и весенний периоды сбора в 2 и 1,6 раз соответственно. По сравнению с летним периодом сбора повышена активность ЛДГ в гепатопанкреасе *Pl. corneus* обитающих в озере Любенское Гомельской области в осенний и весенний периоды сбора в 2,6 и 2,5 раза. Активность ЛДГ в гепатопанкреасе *Pl. corneus* из реки Припять Мозырского района в летний период превышает осенние и весенние значения в 1,8 и 2,1 раза соответственно. По сравнению с летним периодом сбора повышена активность АСТ в гепатопанкреасе катушек в весенний период сбора в 1,6 раз (рисунок 6).

**Заключение.** Установленные изменения в активности ферментов в тканях гидробионтов могут быть связаны: с температурным режим, наличием кормовой базы, интенсивностью воздействия радиации, степенью антропогенной нагрузки.

Характер изменения активности ферментов у легочных пресноводных моллюсков сохраняется во всех исследуемых районах, что связано с высокой устойчивостью моллюсков к внешним неблагоприятным факторам воздействия.

При сравнении активности ферментов у моллюсков Витебской и Гомельской областей выявлены следующие статистически значимые отличия: у моллюсков Гомельской области снижена активность АЛТ и ГГТ в гемолимфе, АЛТ и АСТ в гепатопанкреасе, по сравнению с моллюсками Витебской области. В связи с этим можно сказать, что в условиях радиационного и экологического загрязнения среды обитания моллюсков большее количество биохимических процессов включается для поддержания жизнеспособности организма.

#### **Использованные источники:**

1. Едокимова, О.В. Влияние экспериментального гипотериоза и малых доз L-тироксина на активность аминотрансфераз и гамма-глутамилтрансферазы в

крови при действии стрессоров различного происхождения / О.В. Евдокимова, И.В. Городецкая // Вестник ВГМУ. – 2013, Том 12. – №4. – С. 34-43.

2. Современные проблемы биохимии. Методы исследований: учебное пособие / Е.В.Барковский [и др.]; под ред. проф. А.А. Чиркина. – Минск: Выш. шк., 2013. – 491 с.