

рии Беларуси, в том числе и на востоке Белорусского Поозерья, обнаружить его повторно удалось лишь более чем через 30 лет после первой находки [3]. Вопрос о необходимости охраны данного вида на территории Беларуси требует отдельного рассмотрения.

**Заключение.** В результате проведенного исследования впервые за более чем 30-летний период в Беларуси был обнаружен бражник *Smerinthus caecus* Ménériès, 1857. Данные о его распространении позволяют считать, что по территории республики проходит южная и западная граница ареала вида.

1. Nieuwerkerken, E.J. Order Lepidoptera Linnaeus, 1758 / E.J. Nieuwerkerken, L. Kaila, I.J. Kitching, N.P. Kristensen, D.C. Lees, J. Minet, C. Mitter, M. Mutanen, J.C. Regier, T.J. Simonsen, N. Wahlberg, S.-H. Yen, R. Zahiri, D. Adamski, J. Baixeras, D. Bartsch, B.A. Bengtsson, J.W. Brown, S.R. Bucheli, D.R. Davis, J. De Prins, W. De Prins, M.E. Epstein, P. Gentili-Poole, C. Gielis, P. Haëtenschwiler, A. Hausmann, J.D. Holloway, A. Kallies, O. Karlholt, A. Kawahara, S.J.C. Koster, M. Kozlov, J.D. Lafontaine, G. Lamas, J.-F. Landry, S. Lee, M. Nuss, C. Penz, J. Rota, B.C. Schmidt, A. Schintlmeister, J.C. Sohn, M.A. Solis, G.M. Tarmann, A.D. Warren, S. Weller, R. Yakovlev, V. Zolotuhin, A. Zwick // In: Animal Biodiversity: An Outline of Higher-Level Classification and Survey of Taxonomic Richness; Z.-Q. Zhang (ed.). – Zootaxa. – 2011. – Vol. 3148: – P. 212–221.
2. Мержеевская, О.И. Чешуекрылые (Lepidoptera) Белоруссии (каталог) / О.И. Мержеевская, А.Н. Литвинова, Р.В. Молчанова – Минск: Наука и техника, 1976. – 132 с.
3. Солодовников, И.А. Бражники (Lepidoptera, Sphingidae Latr., 1802) Северной Беларуси / И.А. Солодовников, А.М. Дорофеев, А.А. Лакотко, В.И. Пискунов, С.И. Денисова, Т.М. Роменко // Веснік Віцебскага дзяржаўнага ўніверсітэта. – 1999. – № 1 (11). – С. 80–86.
4. Buszko, J. Motyle nocne Polski. Macrolepidoptera: Część I. Lasiocampidae, Endromididae, Lemoniidae, Saturniidae, Sphingidae, Thaumetopoeidae, Notodontidae, Lymantriidae, Pantheidae, Nolidae, Arctiidae / J. Buszko, J. Masłowski. – Nowy Sącz: Koliber, 2012. – 301 p.
5. Aarvik, L. Nordic-Baltic Checklist of Lepidoptera / L. Aarvik, B.Å. Bengtsson, H. Elven, P. Ivinskis, U. Jürivete, O. Karsholt, M. Mutanen, N. Savenkov // Norwegian Journal of Entomology. Supplement 3. – 2017. – P. 1–236.
6. Каталог чешуекрылых (Lepidoptera) России / Под ред. С. Ю. Синёва. – СПб., М.: Товарищество научных изданий КМК, 2008. – 424 с.
7. Чистяков, Ю.А. Сем. Sphingidae – бражники / Ю.А. Чистяков, Е.А. Беляев // Аннотированный каталог насекомых Дальнего Востока России. Том II. Lepidoptera – Чешуекрылые. – Владивосток: Дальнаука, 2016. – С. 320–327.

## ХАРАКТЕРИСТИКА СИСТЕМЫ ПРОТЕОЛИЗ-АНТИПРОТЕОЛИЗ ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ СТРЕПТОЗОТОЦИНОВОЙ ГИПЕРГЛИКЕМИИ

В.В. Долматова, И.Н. Обуховская, А.А. Чиркин  
Витебск, ВГУ имени П.М. Машерова

После однократного введения стрептозотоцина наблюдают две фазы гипергликемии: первая в интервале 1–4 ч связана с уменьшением концентрации инсулина в плазме, а вторая (финальная, устойчивая) развивается через 24–36 ч и характеризуется лабораторными признаками, характерными для диабета. Основными причинами повреждения инсулиноцитов стрептозототином нарушение энергетического обмена и активация апоптоза [1]. Поскольку известны два основных типа протеолиза – АТФ-независимый и АТФ-зависимый, представляет существенный интерес оценить систему протеолиз-антипротеолиз после введения экспериментальным животным стрептозотоцина.

Целью работы явилось изучение активности протеолиза и антипротеолиза в гемолимфе легочных пресноводных моллюсков, отличающихся по механизмам транспорта кислорода, после введения стрептозотоцина. В идеальном варианте модельная система должна включать клетки-продуценты инсулина, клетки-мишени для инсулина и биологическую жидкость, связывающую оба типа клеток. В эту трехкомпонентную систему следует вводить стрептозототин и в ней определять инсулин-зависимые метаболиты. Такая модель была создана путем введения вторичноводным моллюскам стрептозотоцина [2].

**Материал и методы.** Эксперименты поставлены на 60 особях легочных пресноводных моллюсков – прудовиках (*Lymnaea stagnalis*) и катушках (*Planorbium corneum*). Стрептозототин готовили на 1М цитратном буфере и вводили в ногу животного с помощью инсулинового шприца в количестве 65 мкг/г тела животного. Количество глюкозы оценивали в гемолимфе глюкозооксидазным методом. Для оценки системы протеолиз-антипротеолиз были использованы N-α-бензоил-D,L-аргинин паранитроанилид (БАПНА; 3 ммоль/л). Определение активности трипсиноподобных протеиназ (ТпА) проводили по методу D.F. Erlanger, а определение активности ингибиторов протеиназ (α1-антипротеазного ингибитора – АПИ и α2-макроглобулина – α2-МГ) проводили по методу, предложенному Т.А. Хватовым и В.Б. Беловой [3]. Активность

ТпА выражали в мкмоль/(гЧс), содержание АПИ и  $\alpha$ 2-МГ – в г/л. Весь цифровой материал вводился для хранения и обработки в таблицы Microsoft Excel и Statistica. Для проверки нормальности распределения данных использовался критерий Колмогорова-Смирнова. После проверки на правильность распределения цифровой материал обрабатывался методами параметрической статистики с использованием критерия t Стьюдента.

**Результаты и их обсуждение.** В табл. 1 представлены данные о влиянии стрептозоточина на содержание глюкозы в гемолимфе улиток.

Таблица 1 – Влияние стрептозоточина на содержание глюкозы (ммоль/л) в гемолимфе моллюсков

Показатель	Глюкоза, прудовики	Глюкоза, катушки
Контроль	0,34±0,033	0,26±0,042
Буфер 1-е сутки	0,37±0,071	0,22±0,041
Стрептозоточин 1-е сутки	0,69±0,049 <sup>1</sup>	0,42±0,039 <sup>1</sup>
Буфер 2-е сутки	0,32±0,031	0,26±0,095
Стрептозоточин 2-е сутки	0,50±0,049 <sup>1</sup>	0,29±0,035

Примечание: <sup>1</sup> - p<0,05 по сравнению с контролем, <sup>2</sup> - p<0,05 по сравнению с соответствующим контролем (1 или 2 сутки)

Из приведенных данных следует, что в гемолимфе прудовиков и катушек до эксперимента, а также после введения буферного раствора содержалось одинаковое количество глюкозы. Через 24 ч после введения стрептозоточина найдено повышение содержания глюкозы в гемолимфе моллюсков, причем у прудовиков это повышение было выражено сильнее, чем у катушек (P<0,01). Спустя 48 ч у прудовиков сохранялось повышенное содержание глюкозы в гемолимфе, а у катушек – нормализовалось. Следовательно, у прудовиков стрептозоточин вызывал более выраженное «гипергликемическое» действие по сравнению с катушками. Данные о влиянии стрептозоточина на трипсиноподобную активность представлены в табл. 2.

Таблица 2 – Влияние стрептозоточина на протеолитическую активность гепатопанкреаса и гемолимфы легочных пресноводных моллюсков

Срок наблюдения	Трипсиноподобные протеиназы (ТпА)	
	Прудовики	Катушки
Гепатопанкреас		
Контроль	213 ± 31,5	159 ± 15,2
Стрептозоточин 1-е сутки	126 ± 10,2 <sup>1</sup>	155 ± 10,3
Стрептозоточин 2-е сутки	118 ± 10,5 <sup>1</sup>	136 ± 10,8
Гемолимфа		
Контроль	37,1 ± 3,02	28,8 ± 3,77
Стрептозоточин 1-е сутки	14,9 ± 5,31 <sup>1</sup>	61,7 ± 10,4 <sup>1,2</sup>
Стрептозоточин 2-е сутки	18,1 ± 5,85 <sup>1</sup>	73,6 ± 10,3 <sup>1,2</sup>

Примечание: <sup>1</sup> – P < 0,05 по сравнению с контролем; <sup>2</sup> – P < 0,05 по сравнению между одноименными группами прудовиков и катушек

Введение стрептозоточина привело к снижению трипсиноподобной активности у прудовиков в гемолимфе и гепатопанкреасе; в гемолимфе катушек протеолитическая активность после введения стрептозоточина была выше контрольного уровня и значений трипсиноподобной активности в гемолимфе подопытных прудовиков.

Таблица 3 – Влияние стрептозоточина на антипротеолитическую активность гепатопанкреаса и гемолимфы легочных пресноводных моллюсков

Срок наблюдения	АПИ		$\alpha$ 2-МГ	
	Прудовики	Катушки	Прудовики	Катушки
Гепатопанкреас (рН 8,0)				
Контроль	1,04 ± 0,37	0,31 ± 0,08	0,44 ± 0,21	6,61 ± 0,63 <sup>2</sup>
Опыт 1-е сутки	0,76 ± 0,02	0,45 ± 0,04 <sup>2</sup>	6,66 ± 0,25 <sup>1</sup>	6,27 ± 0,09
Опыт 2-е сутки	0,45 ± 0,02	0,39 ± 0,05	5,64 ± 0,33 <sup>1</sup>	5,47 ± 0,09

Гемолимфа (рН 8,0)				
Контроль	1,04 ± 0,37	0,59 ± 0,27	5,44 ± 0,31	5,98 ± 0,43
Опыт 1-е сутки	1,28 ± 0,05	0,76 ± 0,02 <sup>2</sup>	5,89 ± 0,12	5,95 ± 0,22
Опыт 2-е суток	2,66 ± 0,10 <sup>1</sup>	1,79 ± 0,06 <sup>1,2</sup>	5,98 ± 0,23	6,06 ± 0,32
Гепатопанкреас (АПИ рН 3,8; α <sub>2</sub> -МГ рН 3,0)				
Контроль	9,59 ± 0,92	10,7 ± 1,32	17,2 ± 1,16	25,6 ± 2,59 <sup>2</sup>
Опыт 1-е сутки	11,3 ± 0,12	10,4 ± 0,07	32,3 ± 0,13 <sup>1</sup>	21,5 ± 0,10 <sup>2</sup>
Опыт 2-е сутки	9,63 ± 0,10	7,59 ± 0,13 <sup>2</sup>	28,5 ± 0,28 <sup>1</sup>	19,2 ± 0,04 <sup>2</sup>
Гемолимфа (АПИ рН 3,8; α <sub>2</sub> -МГ рН 3,0)				
Контроль	9,84 ± 0,16	9,82 ± 0,17	22,8 ± 2,79	20,1 ± 2,84
Опыт 1-е сутки	5,85 ± 0,11 <sup>1</sup>	5,84 ± 0,22 <sup>1</sup>	6,00 ± 0,42 <sup>1</sup>	6,00 ± 0,26 <sup>1</sup>
Опыт 2-е сутки	6,57 ± 0,13 <sup>1</sup>	6,39 ± 0,33 <sup>1</sup>	6,30 ± 0,41 <sup>1</sup>	6,21 ± 0,25 <sup>1</sup>

Примечание: см. табл. 2.

На вторые сутки после введения стрептозотоцина повышалась активность α1-антипротеиназного ингибитора гемолимфы, определенного при рН 8,0. Стрептозотоцин увеличивал содержание α2-МГ в гепатопанкреасе прудовиков и уменьшал содержание АПИ и α2-МГ в гемолимфе обоих видов моллюсков, если их определение проводилось при оптимальных значениях рН.

**Заключение.** Проведенные исследования показали, что воспроизведение стрептозотоциновой модели гипергликемии у легочных пресноводных моллюсков сопровождается изменениями в системе протеолиз-антипротеолиз, зависимыми от типа транспорта кислорода у подопытных животных.

1. Можейко, Л.А. Механизмы воздействия аллоксана и стрептозотоцина на бета-клетки поджелудочной железы при моделировании сахарного диабета у экспериментальных животных / Л.А. Можейко // Новости медико-биологических наук. – 2014. – Т. 10, № 3. – С. 128-133.
2. 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.
3. Чиркин, А.А. Изучение системы протеолиз-антипротеолиз в тканях легочных пресноводных моллюсков при введении этионина / А.А. Чиркин [и др.] // Новости медико-биологических наук, 2017. – том. 15, №2. – С. 38-45.

## МИГРАЦИОННАЯ СТРАТЕГИЯ ЗАРЯНКИ (*ERITHACUS RUBECULA* L.) В БЕЛОРУССКОМ ПООЗЕРЬЕ

С.А. Дорофеев, Е.В. Шаврова  
Витебск, ВГУ имени П.М. Машерова

В последние два десятилетия мигрирующие птицы стали одними из основных модельных объектов, на которых изучаются изменения в экосистемах различных уровней организации, происходящие как под антропогенным воздействием, так и вследствие естественных процессов. В силу особенностей своей биологии мигрирующие птицы в течение годового жизненного цикла сталкиваются с совершенно разными экологическими условиями, к которым они должны быть адаптированы. События, происходящие во время миграции, оказывают непосредственное влияние на успех будущего размножения и численность птиц [3].

Цель данной работы: выявить закономерности динамики осеннего пролёта, морфодемографических параметров и ориентационных способностей зарянки как элементов миграционной стратегии вида.

**Материал и методы.** В данной работе были произведены оценка и анализ данных, полученных во время осеннего отлова птиц в 2015–2017 гг. на стационаре «Городище» в д. Сутоки в 50 км севернее г. Витебска. Для стационарного отлова птиц, их мечения и обследования применялись: ставные ловчие паутинные сети, кольца разных серий, линейка, электронные весы. После обходов сетей осуществлялось кольцевание, а также прижизненное обследование птиц согласно европейским орнитологическим методикам, результаты которого заносились в журналы кольцевания. Для модельных видов, в т.ч. для зарянки, проводились ориентационные эксперименты (по P. Busse) [2].