



ИНВАЗИОННЫЕ БОЛЕЗНИ

УДК: 57:576.8.628.639.9

DOI: 10.52419/issn2072-2419.2023.2.86

МОРФОЛОГИЯ ВНУТРЕННИХ ОРГАНОВ И ГЕМОЛИМФЫ ПАУКОВ-ПТИЦЕЕДОВ *PTERINOSCHILUS MURINUS* RCF (ARANEAE: THERAPHOSIDAE)

Мехова О.С. * – к. вет. н., доцент, Саломатин М.А. – студент УО ВГАВМ, Витебск, Беларусь

*mechovaolga80@mail.ru

Ключевые слова: пауки-птицееды, *Pterinochilus murinus* RCF, гемоциты, гемолифа.

Keywords: tarantula, *Pterinochilus murinus* RCF, haemocyte, haemolymph.

Поступила: 15.04.2023

Принята к публикации: 10.05.2023

Опубликована онлайн: 29.06.2023



РЕФЕРАТ

Целью исследования явилось изучение морфологических и гистологических особенностей внутренних органов и состава гемолимфы пауков-птицеедов *Pterinochilus murinus* RCF (Araneae: Theraphosidae). Для гистологического исследования были использованы 5 особей пауков-птицеедов семейства *Pterinochilus murinus* RCF, в возрасте L6 (шестая линька). Морфологические исследования тканей, органов и популяции гемоцитов проводились с использованием световой микроскопии. Были представлены макроскопические фото сердца, печени, лимфоидных органов с описанием их формы, строения и топографии. Биоматериал был обработан в соответствии с методикой приготовления гистологических препаратов, которая включала фиксацию, промывку, дегидратацию, заливку в ксилол, заливку в парафин, приготовление гистологических срезов, депарафинирование и окраска гематоксилином и эозином. Были описаны ткани и отдельные морфологические клеточные структуры сердца, печени, лимфоидных органов пауков-птицеедов. Также были приготовлены мазки гемолимфы пауков, которые в дальнейшем были зафиксированы на предметном стекле и окрашены методом Романовского-Гимзе. Гемолимфа беспозвоночных животных выполняет все необходимые для организма функции. В процессе исследования были выделены несколько типов гемоцитов, которые классифицировались, прежде всего, в зависимости от морфологических характеристик (размеры клеток, форма, наличие или отсутствие внутриклеточных включений и их характеристика), способности воспринимать красители и интенсивность окрашивания различных морфологических структур клеток. Терминология описываемых гистологических структур органов приводилась в соответствии с Международной гистологической номенклатурой. Получены данные об особенностях морфологии органов, гистологической структуре тканей и клеток пауков-птицеедов, позволяют расширить представление о представителях вида *Pterinochilus murinus* RCF. Ключевые слова: пауки-птицееды, *Pterinochilus murinus* RCF, гемоциты, гемолифа.

ВВЕДЕНИЕ / INTRODUCTION

Развитие и апробация нового инструментария на базе атомно-силовой микроскопии при изучении физиологических механизмов адаптации приводят к тому, что беспозвоночные животные становятся все более привлекательными для исследования, так как эти организмы занимают обширные ниши многих экосистем, они многочисленны, но малоизучены [3, 5, 6, 12]. Многообразие видов наземных хелицеровых объединяет класс Паукообразные (Arachnida). Семейство пауков-птицеедов (Theraphosidae) одно из 109 семейств, относящихся к отряду Araneae [1, 3, 4, 10, 11]. Нашим научным интересом явилось исследование морфологии внутренних органов представителей данного семейства путем макроскопических и микроскопических исследований.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ / MATERIALS AND METHOD

Для гистологического исследования были использованы 5 особей пауков-птицеедов семейства *Pterinochilus murinus* RCF, в возрасте L6 (шестая линька). Предварительно пауки были обездвижены путем введения формалина в сердце (рис. 1). Затем головогрудь и брюшко разделили и вскрывали отдельно (рис. 2). При выполнении экспериментальных исследований мы соблюдали методику приготовления гистологических срезов (фиксация, промывка, обезвоживание и уплотнение), отработанную в лаборатории кафедры патологической анатомии и гистологии УО ВГАВМ. Тела пауков фиксировали в 10%-ном растворе нейтрального формалина. Биоматериал помещали в автомат для гистологической обработки тканей «MICROM STP 120» типа «КАРУСЕЛЬ», где они проходили следующие этапы обработки: дегидратацию в спиртах возрастающей концентрации, подготовку к заливке в ксилоле. Заливку в парафин проводили в автоматической станции «MICROM EC 350». В дальнейшем на роторном микротоме «MICROM HM 340E» изготовили парафиновые срезы толщиной 3-6 мкм. Полученные срезы подвергали депарафинации

ксилолом, промыванию в спиртах путем помещения в автоматическую станцию «MICROM HMS 70» с последующей окраской гематоксилином-эозином.

В нашем исследовании мы отбирали гемолимфу у паука путем удаления конечности. Каплю гемолимфы фиксировали на стекле и окрашивали методом Романовского-Гимзе.

Микроскопию внутренних органов и мазков крови осуществляли при помощи светового микроскопа БИОМЕД-6 с цифровой фотокамерой. Проводили фотографирование цветных изображений с использованием цифровой системы считывания и ввода видеоизображения «ДСМ-510» и программного обеспечения по вводу и переработке изображения «ScopePhoto».

РЕЗУЛЬТАТЫ / RESULTS

Морфологически особи пауков представляют собой тело, которое состоит из головогруды, несущей конечности и крупного брюшка. Размер тела особей пауков был 62, 67, 69, 71 и 73 мм в длину. Хитин покровов имел светло-бурый цвет, головогрудь, спинная часть брюшка имели характерные полосы темного цвета, что являлось одним из признаков систематического положения данного вида (рис. 1). Головогрудной щит надрезали ножницами со всех сторон и осторожно удаляли (рис. 2). При вскрытии брюшка сделали два боковых разреза покровов и удалили хитин.

После удаления хитина со спинной поверхности тела в головогруды были выявлены только мощные мускульные пучки, которые своими концами прикреплялись к пластинчатым отросткам эндостернита (рис. 2). Мышцы имели бледно-серый цвет. При аккуратном раздвигании мышц выявили концы ядовитых желез и слепые выросты желудка. Все органы плотно прикреплялись друг к другу, что не давало возможности изолировать один от другого, не нарушая целостность. Поэтому было принято решение дальнейшему гистологическому исследованию подвергать их в виде единого органокомплекса.

При препарировании брюшка также возникли трудности. Непосредственно после снятия покровов выявлялось сердце, представляющее собой мускулистую

трубку длиной $12 \pm 0,5$ мм, расположенную в передней части брюшка (рис. 4).

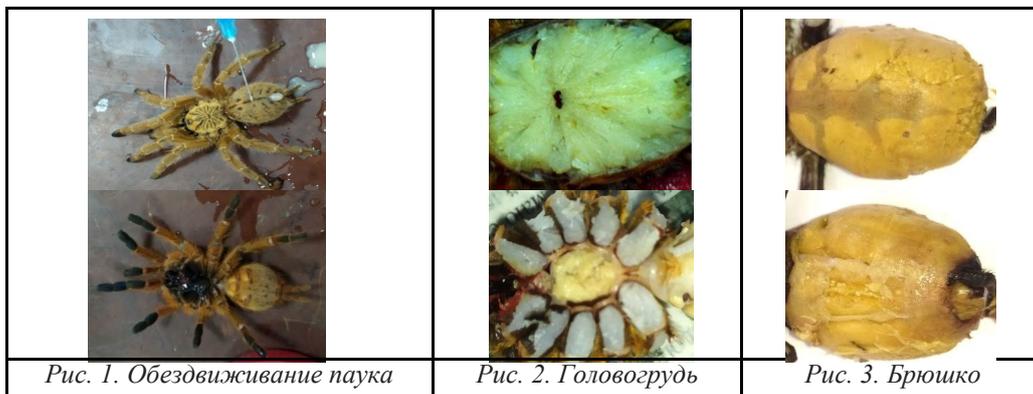


Рис. 1. Обездвиживание паука

Рис. 2. Головогрудь

Рис. 3. Брюшко

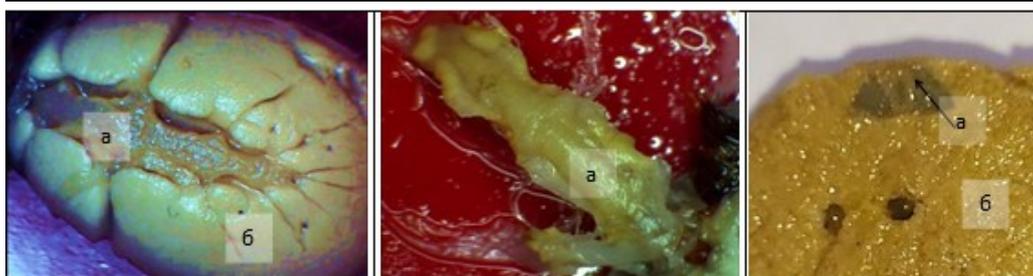


Рис. 4. Брюшко с поверхности и в поперечном разрезе (а – сердце, б – печень)

Сердце занимало $2/3$ длины брюшка паука. Макроскопически определялось, что сердце имеет сегментарное строение, это полый орган, цвет - серый. От сердца отходили передняя аорта и задняя аорта и три пары боковых артерий. Задняя аорта разветвлялась и сосуды глубоко погружались в массу печени, где многократно ветвились (рис. 4).

При микроскопическом исследовании срезов выявили, что сердце покрыто тонкостенным соединительнотканным перикардием (рис. 5). Остальная часть представлена сердечной мышечной тканью, которая образует выступы во внутреннюю полость. Сердечная мышца представляет собой ветвящиеся поперечнополосатые волокна, включающие ядра овальной формы (рис. 6). Просвет полого органа заполнен клеточными элементами гемолимфы.

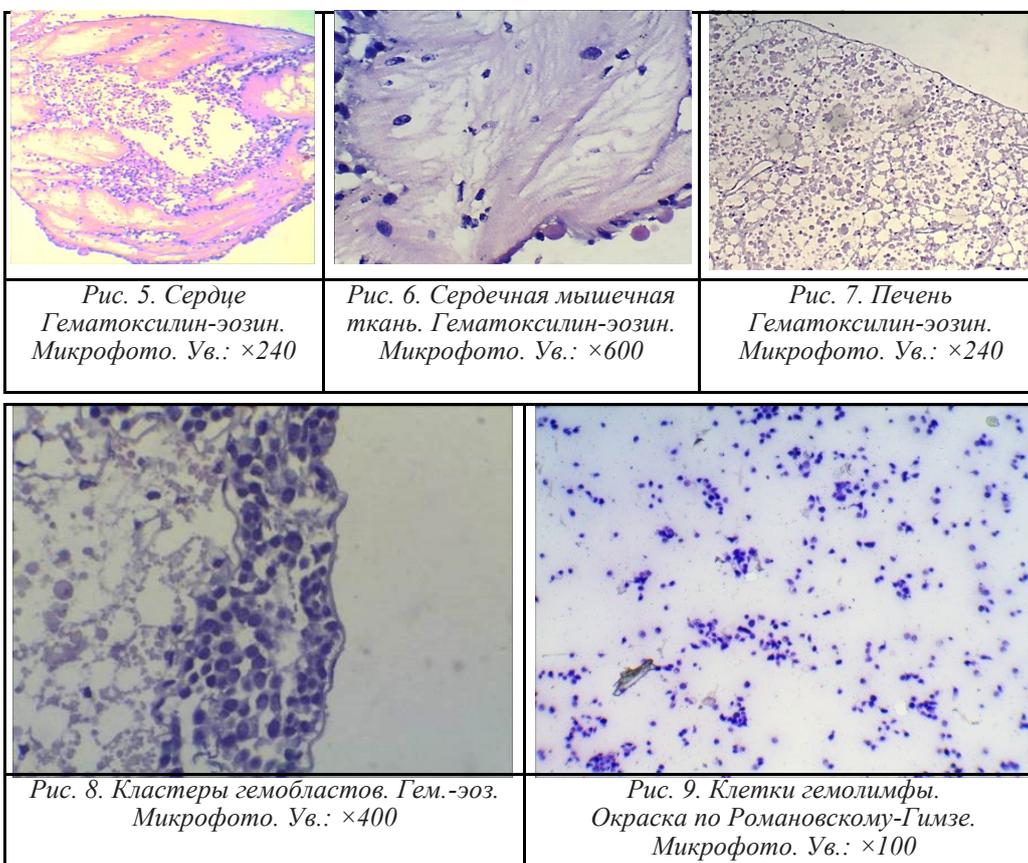
Органы брюшка снабжаются гемолимфой через слабо развитую заднюю аорту и три парные боковые артерии. Эти сосуды глубоко внедряются в массу печени, где многократно делятся. Сосудистая система пауков является открытой сетью, в которой отсутствуют капилляры. Гемолимфа свободно диффундирует в тканевые пространства, мелкие лакуны и щели, и таким образом омываются внутренние органы, кровь становится венозной и собирается в более крупные венозные синусы. В головогрудь венозная гемолимфа собирается на брюшной стороне и по парным синусам стебелька течет в брюшко, где поступает в брюшной венозный синус. В этот же синус попадает гемолимфа после омывания органов брюшка. Возвращение гемолимфы к сердцу в основном происходит за счет простого отрицательного давления, когда сердце расслабляет-

ся между сокращениями [2, 7, 8, 9].

Внутренней средой организма беспозвоночных животных является гемолимфа. Через нее осуществляется, с одной стороны, накопление запасных питательных веществ, с другой – их расщепление, трансформация и перенос. Гемолимфа и ее клеточные элементы принимают активное участие в дыхании и общем обмене [2, 3, 13]. Среди членистоногих, характеризующихся незамкнутой системой циркуляции, относительное количество гемолимфы относительно

массы тела составляет от 1 до 46%. Очевидна высокая степень непостоянства объема жидкостей внутренней среды у этих животных, учитывая, что скорость потока гемолимфы зависит от интенсивности работы сердца, а также стадии развития насекомого и условий окружающей среды [2, 8, 13].

Местом производства клеток гемолимфы являются стенки сердца и при микроскопии нами было выявлено скопление прогемоцитов на границе печени и сердца (рис. 8).



После ампутации конечности с поверхности разреза выделялась гемолимфа. Она представляла собой слегка опалесцирующую прозрачную жидкость, которая при рассмотрении в проходящем свете имела голубоватый оттенок.

Гемолимфа содержит форменные эле-

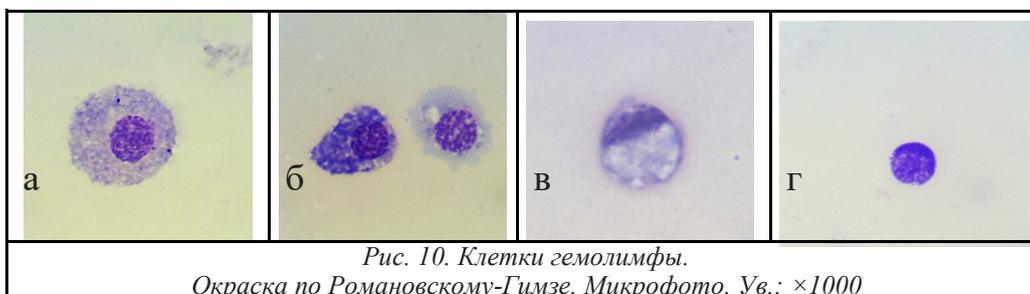
менты – гемоциты. Согласно классификации, предложенной Присным А.А., для представителей типа Artropoda, выделяется 8 типов клеток [3, 14]. Другими авторами выделяются три вида клеток гемолимфы: гиалиновые (НС), клетки с мелкими гранулами (SGC) и клетки с крупными

гранулами (LGC). Эти три типа гемоцитов выделялись на основе размера клеток и ядер, диаметра гранул, количества цитоплазматических гранул в клетке [4].

Нами был изучен клеточный состав гемолимфы пауков-птицеедов *Pterinochilus mugilus* путем микроскопии. Большинство клеток представляют собой гемоциты, которые в некоторой степени аналогичны лейкоцитам. Они составляют основную часть иммунной системы насекомых. Рассматривая мазок гемолимфы при малом увеличении установлено, что клеточные элементы формируют небольшие островки или скопления, так могут локализоваться и одиночно (рис. 9). Микроскопируя при большем увеличении нами были выделены две группы клеток: с типичным круглым ядром и клетки, содержащие сегментированное клеточное ядро.

Среди клеток с клеточным ядром круглой формы выявлены также некоторые дифференциальные особенности. На рисунке 10, а представлено фото клетки, с четко выраженными гранулами хроматина в крупных ядрах, которой четко выражены, имеют интенсивную базофильную окраску. Цитоплазма преимущественно

голубого цвета с выраженной мелкой зернистостью. У другого типа клеток (рис. 10, б) цитоплазма была настолько интенсивно базофильна, что идентифицировать мелкие базофильные зерна было возможно только при микроскопии с использованием иммерсионной системы. Плотная окрашенная цитоплазма затрудняла выявление ядра, содержащего мелкие фиолетовые гранулы. Клетки данного типа отличались полиморфизмом: ланцетовидные (рис. 11, а), овальные (рис. 11, в), в форме запятой и т.п. Также выявлялись клетки (рис. 10, в), в которых ядра были в форме диска, расположенного центрально или субтерминально. Цитоплазма таких клеточных элементов не содержит гранул, бесцветная и однородная. Также выявлены единичные клетки, в которых небольшой ободок цитоплазмы (рис. 10, г). По морфологии данные клетки имеют сходство с лимфоцитами млекопитающих. Выявлялись клеточные элементы с цитоплазмой, содержащей прозрачные гранулы на подобии липидных включений (рис. 11а, 11 б). Еще один тип клеток (рис. 11 г) не имел четкого разделения ядра и цитоплазмы. Возможно клетка была зафиксирована в состоянии митоза.



Нами была выявлена группа гранулоцитов, отличающихся строением ядра. Так ядро клетки на рисунке 12 а имеет бобовидную форму, гранулоцит на рис. 12 б – форму изогнутую, а ядро гранулоцита на рисунке 12 в состоит из 2-х сегментов, связанных между собой тонкой перемычкой. В цитоплазме всех описанных выше клеток выявляется трудно различимая зернистость светло-голубого

цвета. Ядро клетки на рис. 12 г имеет палочковидную форму, но отличается от предыдущих структурой цитоплазмы. Считается, что гранулоциты гемолимфы отвечает за фагоцитоз.

Существенное единообразие в основных субклеточных структуры гемоцитов пауков-птицеедов затрудняет классифицировать их как отдельные клеточные типы. Эти формы показывают общее про-

исхождение и, наверное, правильнее было бы рассматривать их как различные функциональные состояния уникальной клеточной линии, которые начинаются с про-

гемоцита и приводит к превращению в зернистую клетку через стадию развития плазматоцита [4].

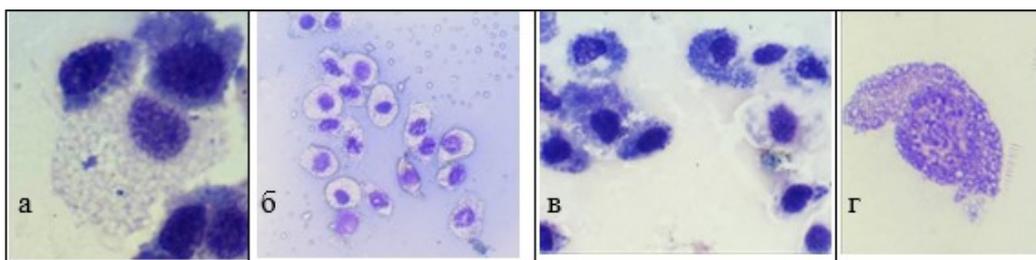


Рис. 11. Клетки гемолимфы. Окраска по Романовскому-Гимзе. Микрофото. Ув.: $\times 400$

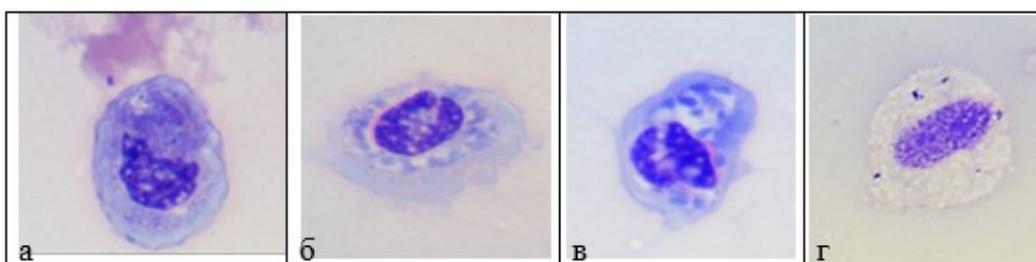


Рис. 12. Клетки гемолимфы. Окраска по Романовскому-Гимзе. Микрофото. Ув.: $\times 1000$

Также микроскопическому исследованию были подвергнуты органы брюшка. После снятия покровов с брюшка нами было выявлено, что основная масса данной части тела паука представлена печенью. Печень представляла собой сплошную массу, без четкого разделения на доли (рис. 7). По происхождению это парный орган, но нами макроскопически не было выявлено долей. Ткань печени представляла собой светло-желтую массу мелкозернистой консистенции, с жирным блеском. Консистенция органа была мягкой, напоминала жировую массу. Печень занимала практически всю полость брюшка, она окружала все органы, за исключением легочных мешков. Дольки не выражены, целостность органа поддерживалась благодаря нежной рыхлой соединительной ткани. Поверхность печени

покрыта неглубокими бороздками, в которых лежат тонкие мышечные волокна, которые соединяются с мускулами и лигаментами сердца.

Микроскопически печень не имела классического дольчатого строения. Выявлены хаотичные скопления гепатоцитов, анастомозирующие между собой, без образования четких печеночных балок. Тонкие прослойки рыхлой соединительной ткани местами формируют гроздеподобные клеточные образования (рис. 13).

В прослойках рыхлой соединительной ткани содержатся адипоциты, которые формируют отдельные жировые тяжи. Среди гепатоцитов можно выделить два типа клеток: крупноядерные и мелкоядерные. В ядрах крупных гепатоцитов хорошо выражены глыбки хроматина.

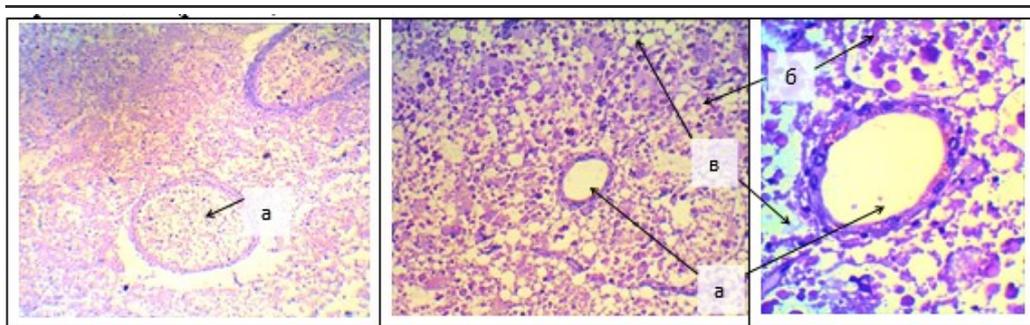


Рис. 13. Печень. а - просвет тонкой кишки. Гематоксилин-эозин. Микрофото. Ув.: ×400

Рис. 14. Печень. а - выводной проток, б – экскреторные шары и конкреции, в - вакуоли. Гематоксилин-эозин. Микрофото. Ув.: ×600, ×1000

Жидкая пища из сосательного желудка пауков поступает в слепые мешки желудка и полости печени, где переваривается [1]. Ферментные клетки секретируют энзимы, которые выходят за пределы клеток и расщепляют питательные вещества до более простых составляющих, чтобы облегчить их транспорт в питательные клетки. Цитоплазма клеток этого типа переполнена вакуолями (рис. 14, в), в которых продолжается переработка пищевых веществ до элементарных структурных компонентов. Непереваренные остатки в виде темных экскреторных шаров и конкреций (рис. 14, б) выталкиваются в просвет печени, откуда затем выносятся в тонкую кишку (рис. 13, а) и далее в клоаку.

ОБСУЖДЕНИЕ/ DISCUSSION

Анализируя данные, полученные из различных источников, и результаты собственных исследований становится понятно, что гистологические исследования различных представителей членистоногих часто выдают огромное количество терминов, особенно это касается описания клеток гемолимфы. Ситуация усложняется из-за большого количества вновь опубликованных данных, основанных на ультраструктурном и функциональном анализе клеточных элементов гемолимфы. Этот современный подход с одной стороны открыл новые возможности для оценки, но в тоже время это еще более усложнило номенклатуру [4]. Нами при-

менялись доступные методы исследования, не требующие экономических затрат и наличие специфического оборудования, но позволяющие демонстрировать морфологические структуры тканей и органов представителей отряда Araneae.

ВЫВОДЫ / CONCLUSION

Получены данные об особенностях морфологии органов, гистологической структуре тканей и клеток пауков-птицеядов, которые расширяют представление о представителях вида *Pterinochilus murinus* RCF.

MORPHOLOGY OF THE INTERNAL ORGANS AND HEMOLYMPH OF THE TARANTULA *PTERINOCHILUS MURINUS* RCF (*ARANEAE: THERAPHOSIDAE*)

Mekhova O.S. – PhD, veterinary medicine (Vitebsk State Academy of Veterinary Medicine, Vitebsk, Belarus). Salomatsin M.A. – student (Vitebsk State Academy of Veterinary Medicine, Vitebsk, Belarus).

*mechovaolga80@mail.ru

ABSTRACT

The goal of the research was to study the morphological and histological properties of the internal organs and the hemolymph content of tarantula *Pterinochilus murinus* RCF (*Araneae: Theraphosidae*). For histological examination, 5 tarantulas of the *Pterinochilus murinus* RCF species, at the age of L6 (the sixth molt), were used. Morphological

studies of tissues, organs, and hemocyte populations were carried out using light microscopy. Macroscopic photos of the heart, liver, lymphoid organs were presented with a description of their shape, structure and topography. The biomaterial was processed in accordance with the method of preparation of histological preparations, which included fixation, washing, dehydration, xylene and paraffin embeddings, preparation of histological sections, deparaffinization and staining with hematoxylin and eosin. Tissues and individual morphological cellular structures of the heart, liver, and lymphoid organs of tarantulas have been described. Also, smears of the spider hemolymph were made, which were fixed on a glass slide and stained by the Romanovsky-Giemsa method. The hemolymph of invertebrates is able to perform all the organism functions. During the study, several types of hemocytes were identified, which were classified primarily depending on morphological characteristics (cell size, shape, presence or absence of intracellular inclusions and their characteristics), the ability to be stained and the staining intensity of various morphological cell structures. The terminology of the described histological structures was given in accordance with the International Histological Nomenclature. Information about morphology of the organs, histological structure of the tissues and cells of tarantulas has been obtained expanding the knowledge of the *Pterinochilus murinus* RCF species.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Большой практикум по зоологии беспозвоночных. Типы: Кольчатые черви, Членистоногие: Учеб. пособие для студентов биолог. спец. Ун-тов. Ч. 2 / А.В. Иванов [и др.]. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. Шк., 1983. – С. 207.
2. Гребцова, Е.А. Морфофункциональная характеристика и осморегуляторные реакции гемоцитов представителей отряд *Dictpoptera*: дис. ... кан. биол. наук: 03.03.01 / Е.А. Гребцова – Белгород, 2017. – 184 с.
3. Зоология беспозвоночных: Функциональные и эволюционные аспекты: учебник для студ. Вузов: в 4 т. Т. 3. Членистоногие / Эдвард Э. Рупперт [и др.]. – М.: Издательский центр «Академия», 2008. – 496 с.
4. Присный, А.А. Сравнительный анализ морфофункционального статуса клеточных элементов циркулирующих жидкостей беспозвоночных животных: автореф. дис. ... докт. биол. наук: 03.03.01 / А.А. Присный. – Белгород, 2016. – 50 с.
5. Саломатин, М.А. Методы исследования морфологии органов пауков-птицеедов / М.А. Саломатин, О.С. Мехова // Студенты – науке и практике АПК [Электронный ресурс] материалы 107-й Международной научно-практической конференции студентов и магистрантов, Витебск, 20 мая 2022 г. : в 2 частях / УО ВГАВМ ; редкол: Н.И. Гавриченко (гл. ред.) [и др.]. – Витебск: ВГАВМ, 2022. – 2 ч. – Режим доступа: <https://www.vsavm.by/wp-content/uploads/2013/11/Studenty-nauke-i-praktike-APK-107-2022-Chast-2.pdf>. – с. 62-63
6. A feed additive based on lactobacilli with activity against campylobacter for meat-breeding chickens parent flock / Balykina A.B., Kapitonova E.A., Nikonov I.N. [et. al.] // International Transaction Journal of Engineering, Management and Applied Sciences and Technologies. – 2020. – Т. 11, № 16. – С. 11A–16 E. DOI: 10.14456/ITJEMAST.2020.314.
7. Beckage, N. Insect immunology / N. Beckage.- Academic Press, 2008.- P. 25-49.
8. Circulating hemocytes from larvae of the paper wasp *Polistes dominulus* (Hymenoptera, Vespidae) / F/ Manfredini,*, Romano D/ a, Enzo O. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.researchgate.net/figure/A-Circulating-hemocytes-from-Polistes-dominulus-larvae-stained-for-light-microscopy_fig1_5780290. – Дата доступа: 21.09.2022.
9. Determination of cell type and haemocyte morphometric characteristics of western australia freshwater crayfish (*Cherax cainii*) at different temperatures in vitro / Bambang W. [et oth]. // e-Jurnal Rekayasa dan Teknologi Budidaya Perairan. [Электронный ресурс]. - Volume VIII, № 2. - Februari, 2020. – Режим доступа: <https://www.researchgate.net/>

- publication/339501917_determination_of_cell_type_and_haemocyte_morphometric_characteristics_of_western_australia_freshwater_crayfish_cherax_cainii_at_different_temperatures_in_vitro. – Дата доступа: 21.09.2022.
10. Evaluation lactic acid bacteria autostrains with anti-campylobacter jejuni activity on broiler chickens productivity / Y.E. Kuznetsov, I.N. Nikonov, E.A. Kapitonova, [et al.] // International Transaction Journal of Engineering, Management and Applied Sciences and Technologies. – 2020. – Т. 11, № 15. – С. 11A–15S. DOI:10.14456 / ITJEMAST.2020.307.
11. Obtaining Organic Poultry Breeding Products in Prevention of Micotoxicosis / E. A. Kapitonova [et. al.] // OnLine Journal of Biological Sciences . 2021, 21 (3) : – P. 213-220. DOI: 10.3844/ojbsci.2021.213.220.
12. Results of using tripoli on zoohygienic indicators in the raising a parent herd of meat breed chickens / I. I. Kochish, E. A. Kapitonova, I. N. Nikonov [et. al.] // International Transaction Journal of Engineering, Management and Applied Sciences and Technologies. – 2020. – Т. 11, № 15. – С. 11A – 15 U. DOI: 10.14456/ITJEMAST.2020.309.
13. Ribeiro, C.M. Insect haemocytes: What type of cell is that? / C. Ribeiro, M. Brehelin // Journal of Insect Physiology. – 2006. – Vol. 52. – P. 417-429.
14. Rizki, M.T.M. Experimental analysis of haemocyte morphology in insects / M.T.M. Rizki // Am. Zool. – 1962. – Vol. 2. – P.247-256.
- REFERENCES**
1. Large workshop on invertebrate zoology. Types: Annelids, Arthropods: Textbook for students of biology. specialist. Univ. Part 2 / A.V. Ivanov [i dr.]. - 3rd ed., revised. and additional - M.: Higher. Shk., 1983. - S. 207. (In Russ.)
2. Grebtsova, E.A. Morphofunctional characteristics and osmoregulatory reactions of hemocytes of representatives of the order Dictyoptera: Cand. ... can. biol. Sciences: 03.03.01 / E.A. Grebtsova - Belgorod, 2017. - 184 p. (In Russ.)
3. Zoology of invertebrates: Functional and evolutionary aspects: textbook for students. Universities: in 4 vols. Vol. 3. Arthropods / Edward E. Ruppert [and others]. - M.: Publishing Center "Academy", 2008. - 496 p. (In Russ.)
4. Prisky, A.A. Comparative analysis of the morphofunctional status of cellular elements of circulating fluids of invertebrate animals: author. dis. ... doc. biol. Sciences: 03.03.01 / A.A. Prisky. - Belgorod, 2016. - 50 p. (In Russ.)
5. Salomatin, M.A. Methods for studying the organ morphology of tarantulas / M.A. Salomatin, O.S. Mekhova // Students - science and practice of the agro-industrial complex [Electronic resource] materials of the 107th International scientific and practical conference of students and undergraduates, Vitebsk, May 20, 2022: in 2 parts / UO VGAVM; editorial board: N.I. Gavrichenko (editor-in-chief) [i dr.]. - Vitebsk: VGAVM, 2022. - 2 hours - Access mode: <https://www.vsavm.by/wp-content/uploads/2013/11/Studenty-nauke-i-praktike-APK-107-2022-Chast-2.pdf>. - With. 62-63. (In Russ.)
6. A feed additive based on lactobacilli with activity against campylobacter for meat-breeding chickens parent flock / Balykina A.B., Kapitonova E.A., Nikonov I.N. [et. al.] // International Transaction Journal of Engineering, Management and Applied Sciences and Technologies. – 2020. – Т. 11, № 16. – С. 11A–16 E. DOI: 10.14456/ITJEMAST.2020.314.
7. Beckage, N. Insect immunology / N. Beckage.- Academic Press, 2008.- P. 25-49.
8. Circulating hemocytes from larvae of the paper wasp *Polistes dominulus* (Hymenoptera, Vespidae) / F/ Manfredini,*, Romano D/ a, Enzo O. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.researchgate.net/figure/A-Circulating-hemocytes-from-Polistes-dominulus-larvae-stained-for-light-microscopy_fig1_5780290. – Дата доступа: 21.09.2022.
9. Determination of cell type and haemocyte morphometric characteristics of western australia freshwater crayfish (*cherax cainii*)

- at different temperatures in vitro / Bambang W. [et oth]. // e-Jurnal Rekaayasa dan Teknologi Budidaya Perairan. [Электронный ресурс]. - Volume VIII, № 2. - Februari, 2020. - Режим доступа: https://www.researchgate.net/publication/339501917_determination_of_cell_type_and_haemocyte_morphometric_characteristics_of_western_australia_freshwater_crayfish_cherax_cainii_at_different_temperatures_in_vitro. - Дата доступа: 21.092022.
10. Evaluation lactic acid bacteria autostrains with anti-campylobacter jejuni activity on broiler chickens productivity / Y.E. Kuznetsov, I.N. Nikonov, E.A. Kapitonova, [et al.] // International Transaction Journal of Engineering, Management and Applied Sciences and Technologies. - 2020. - Т. 11, № 15. - С. 11A-15S. DOI:10.14456 / ITJEMAST.2020.307.
11. Obtaining Organic Poultry Breeding Products in Prevention of Micotoxicosis / E. A. Kapitonova [et. al.] // OnLine Journal of Biological Sciences . 2021, 21 (3) : - P. 213-220. DOI: 10.3844/ojbsci.2021.213.220.
12. Results of using tripoli on zoohygienic indicators in the raising a parent herd of meat breed chickens / I. I. Kochish, E. A. Kapitonova, I. N. Nikonov [et. al.] // International Transaction Journal of Engineering, Management and Applied Sciences and Technologies. - 2020. - Т. 11, № 15. - С. 11A - 15 U. DOI: 10.14456/ITJEMAST.2020.309.
13. Ribeiro, C.M. Insect haemocytes: What type of cell is that? / C. Ribeiro, M. Brehelin // Journal of Insect Physiology. - 2006. - Vol. 52. - P. 417-429.
14. Rizki, M.T.M. Experimental analys of haemocyte morphology in insects / M.T.M. Rizki // Am. Zool. - 1962. - Vol. 2. - P.247-256.