

УДК: 619:576.89

DOI: 10.52419/issn2072-2419.2023.2.96

ОСОБЕННОСТИ МИКРОСКОПИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ СТЕНКИ КИШЕЧНИКА У САМОК ИКСОВОГО КЛЕЩА РОДА *DERMACENTOR* В ПЕРИОД ПИТАНИЯ

Проскурин Д. А. ^{*1} – асп. каф. паразитологии и ветеринарно-санитарной экспертизы, анатомии и патанатомии им. профессора С. Н. Никольского (ORCID: 0009-0004-0524-5354), **Дилекова О. В.** – д. биол. н., доц., зав. каф. паразитологии и ветеринарно-санитарной экспертизы, анатомии и патанатомии им. профессора С. Н. Никольского (0000-0003-0247-8633)

ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный аграрный университет»

* pro.kish@mail.ru

Ключевые слова: иксодовые клещи, *Dermacentor*, кишечник, пищеварительные клетки, пищеварение, гистология, морфология.

Key words: ixodid ticks, *Dermacentor*, intestines, digestive cells, digestion, histology, morphology.

Поступила: 30.04.2023

Принята к публикации: 10.05.2023

Опубликована онлайн: 29.06.2023



РЕФЕРАТ

Иксодовые клещи рода *Dermacentor* – паразитоморфные клещи, являющиеся переносчиками ряда опасных зооантропонозов, имеют широкое распространение. Кишечник взрослой особи содержит в себе несколько типов клеток: переваривающие, секреторные, резервные и желточные. Пищеварительные клетки I и II типов участвуют в процессе внутриклеточного пищеварения и являются основными компонентами стенки средней кишки. После осеменения, в кишечнике начинают формироваться желточные клетки, регулирующие развитие ооцитов. Исследования проводились на базе кафедры паразитологии и ветеринарно-санитарной экспертизы, анатомии и патанатомии им. проф. С. Н. Никольского и на Научно-диагностическом и лечебном ветеринарном центре ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный аграрный университет», а также на базе ветеринарных клиник ИП Заиченко «Ветеринарный центр им. Пирогова». Объектом исследования служили иксодовые клещи, материалом для исследования послужила пищеварительная система самок, в частности средний отдел кишечника. Макроскопическое исследование напитавшихся самок клеща *Dermacentor* помогло выявить, что кишечник представляет собой непарный трубчатый орган, разделенный на три отдела: пищевод, мешковидный междук и тонкую кишку. С поступлением крови кишка расширяется, вследствие чего резервные клетки начинают расти и дифференцироваться в первичные пищеварительные. К моменту начала яйцекладки пищеварительные клетки I дегенерируют и их заменяют пищеварительные клетки II типа, дифференцировавшиеся из резервных. У напитавшихся самок, с отмечающимся активным процессом вителлогенеза, отмечается наличие специализиро-

ванных желточных клеток. Таким образом, с началом периода питания у иксодовых клещей происходит увеличение кишечника за счет асинхронного развития пищеварительных клеток I и II типа. В процессе пищеварения в полость кишечника, заполненного кровью хозяина, очагово отслаиваются секреторные клетки, что характеризует ускорение процесса гемолиза эритроцитов. В заключительной фазе пищеварения, и начале процесса вителлогенеза образуются желточные клетки, регулирующие развитие ооцитов.

ВВЕДЕНИЕ / INTRODUCTION

Иксодовые клещи рода *Dermacentor* – облигатные эктопаразиты, являющиеся переносчиками ряда опасных заболеваний, одним из которых является бабезиоз. Казарина В. В. (2005) показали, что данные паразитморфные гематофаги имеют достаточно широкое распространение не только по Северокавказскому федеральному округу, но и по всей России.

В своих исследованиях Débora Caperucci et al (2009) и M. F. B. Ribeiro and J. D. Lima (1996) выявили, что кишечник взрослой особи подразделяется на три основных отдела: передний отдел или пищевод, средний отдел и задний. Во время питания кишечник увеличивается в размерах и заполняет большую часть полости тела клеща. По данным Débora Caperucci, Gervásio Henrique Bechara et al (2010) средняя кишка выступает как основной пищеварительный элемент, имеющий прямой контакт с кровью, получаемой от хозяина, и выступает в качестве защитного барьера. Кишечник взрослой особи содержит в себе несколько типов клеток, таких как переваривающие клетки, секреторные клетки, резервные клетки и желточные (Agrebe R. I. S. and Kemp D. H. (1987)).

Резервные клетки, или же стволовые – важная составляющая эпителия кишечника, ввиду своей способности дифференцироваться на любой из других типов клеток. Первый вид дифференцированных клеток-секреторные клетки. Они участвуют в процессе пищеварения и высвобождают ферменты и кислую фосфатазу в просвет кишечника, а затем разрушаются. По данным Zdeněk Franta (2010) пищеварительные клетки 1 и 2 типов участвуют в процессе внутриклеточного пищеварения и являются основными компонентами стенки средней кишки. Клетки 1 типа представляют подавляющую массу в фазе

до оплодотворения, или же медленного питания, тогда как клетки 2 типа постепенно замещают клетки 1 типа пищеварения во второй фазе пищеварения, или же быстрой фазе. В быстрой фазе пищеварения происходит поглощение всей крови из просвета кишечника. В дальнейшем, после осеменения, в кишечнике начинают формироваться желточные клетки. Данный тип клеток синтезирует вителлогенин, поступающий через гемолимфу в созревающие ооциты (Patrícia Rosa de Oliveira (2014, 2017)).

Согласно литературным данным, основные исследования были посвящены морфологии и внутренней анатомии иксодовых клещей таких родов как *Rhipicephalus*, *Amblyomma*, *Haemaphysalis* но при этом имеются лишь единичные сведения об изменениях в кишечнике у клещей рода *Dermacentor*.

Цель исследования – изучить характеристику анатомо-гистологических особенностей строения кишечника самок иксодовых клещей рода *Dermacentor* [1-8].

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ / MATERIALS AND METHOD

Исследования проводились на базе кафедры паразитологии и ветеринарно-санитарной экспертизы, анатомии и патанатомии им. проф. С. Н. Никольского и на Научно-диагностическом и лечебном ветеринарном центре ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный аграрный университет», а также на базе ветеринарных клиник ИП Заиченко «Ветеринарный центр им. Пирогова».

Объектом исследования служили иксодовые клещи, которые были получены путем экстракции пинцетом ротационными движениями с собак во время проведения приема у ветеринарного специалиста. Визуально, при помощи стереомикроскопа MST-131 PZO (Польша) эктопаразиты

были идентифицированы как напивавшиеся самки иксодового клеща рода *Dermacentor*, по наличию мраморного окраса на спинном щитке, прямоугольного основания головы, короткому хоботку и щупикам; а также расщепленным коксам передней пары ног на небольшие парные шпоры. Для исследований были отобраны напивавшиеся самки ($n=25$). Каждая самка помещалась в отдельную стеклянную пробирку, закрытую ватным тампоном для обеспечения доступа кислорода, после чего пробирки помещались в холодильную камеру лабораторного холодильника Liebherr LCv 4010 MediLine (Германия) на 3 суток при температуре $4-7^{\circ}\text{C}$ с целью замедления обмена веществ и создания температурного шока согласно предложенной методике Gustavo Seron Sanches (2010).

По истечению 3-х суток, клещи из пробирок вынимались и помещались в гомогенизированный парафин (Biovitrum, Россия) в горизонтальном положении брюшком вниз, с целью утапливания тела и лапок. Затем, при помощи лезвия бытовой бритвы, удалялась верхняя крышка, после чего производили отцифровку анатомического положения репродуктивных органов самки при помощи стереомикроскопа MST-131 PZO (Польша) и камеры Panasonic DMC-FS7 при увеличении $\times 16$ и $\times 25$.

Материалом для исследования послужила пищеварительная система самок, в частности средний отдел кишечника. Для этого самок помещали в 10% раствор забуференного формалина на 3 суток в холодильник при температуре $4-7^{\circ}\text{C}$. Проводку и заливку материала проводили по стандартной гистологической технике, после чего делали срезы толщиной 5-7 мкм. Для рутинного исследования гистологические срезы окрашивали гематоксилином и эозином.

Микроскопическое исследование гистологических срезов самок клеща проводилось при помощи микроскопа Olympus BX53 (Япония) при увеличении $\times 4$, $\times 20$, $\times 40$, $\times 100$ со встроенным фотоаппаратом SC50 (Micromed, Россия). Морфометриче-

ское исследование проводилось при помощи программы ВидеоТест-Морфология 5,1 (Россия) [9-14].

РЕЗУЛЬТАТЫ / RESULTS

Макроскопическое исследования напивавшихся самок клеща *Dermacentor* помогло выявить, что кишечник представляет собой непарный трубчатый орган, разделенный на три отдела: пищевод, мешковидный желудок с объемными дивертикулами и заднюю часть, представленную тонкой кишкой.

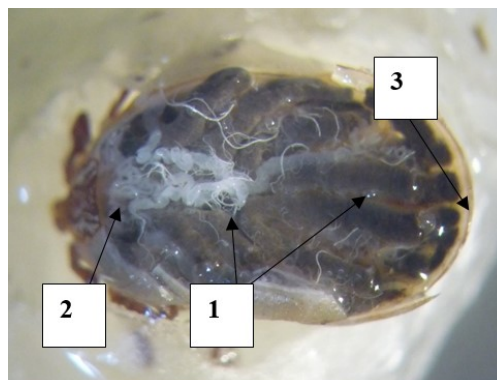


Рисунок 1 – Напивавшаяся самка клеща рода *Dermacentor* с удаленной верхней крышкой.

1 – кишечник; 2 – слюнные железы; 3 – кутикула. Увеличение $\times 25$

Во время начальной фазы питания, в кишечнике голодных клещей находятся недифференцированные резервные и пищеварительные клетки, сохранившиеся от предшествующей нимфальной стадии. Резервные клетки расположены у базальной мембраны и имеют в основном кубическую или цилиндрическую форму. Кишечник окружает слой гладких мышечных волокон.

Нами было установлено, что с поступлением крови кишка расширяется за счет поглощения первых порций крови хозяина, вследствие чего резервные клетки начинают расти и дифференцироваться в первичные пищеварительные, которые визуальным образом становятся округлыми, широкими и проявляют признаки поглощения и переваривания гемоглобина, наблюда-

ется расширение просвета с большим количеством эритроцитов внутри, которые затем разрушаются под влиянием пищеварительных клеток, образуется гемосидерин, который в дальнейшем удаляется из кишечника.

У питающихся самок клеща установлены многочисленные изменения в эпителии кишечника: резервные клетки дифференцируются в секреторные и располагаются в просвете кишечника и между пищеварительными клетками, приобретая сферическую форму и периферическую границу. Ядра клеток крупные, имеют зернистые включения, базальная мембрана тонкая, в цитоплазме имеются включения, которые, по нашему мнению, содержат секрет (Рис. 2).

Пищеварение у иксодовых клещей, согласно многочисленным исследованиям, представлено внутриклеточным процессом пищеварения, в котором принимают активное участие пищеварительные клетки I и II типов. Однако, ввиду асинхронного процесса пищеварения, на разных участках кишечника можно наблюдать как клетки, относящиеся к первому этапу, так и ко второму этапу пищеварения.

При микроскопическом исследовании, нами было установлено, что клетки I типа

приобретают фенотип вытянутых цилиндров, которые выступают в просвет кишечника и имеют тесную связь с элементами крови (Рис. 2). Они имеют крупные округлые ядра, расположенные в центре клетки. Цитоплазма плотная, обнаруживаются островки, которые, по нашему мнению, являются наличия в данных зонах эндоплазматического ретикулуума.

Характерной особенностью пищеварительных клеток I типа является отторжение части клеток в просвет кишечника, за счет чего увеличивается переваривающая поверхность стенки органа.

Кроме того, при дальнейшем исследовании нами было выявлено, что пищеварительные клетки I типа имеют тенденцию к исчезновению с последующей заменой на клетки II типа, дифференцировавшиеся из резервных клеток.

Клетки II типа представляют собой крупные клетки с плотной темной цитоплазмой, булавовидной или цилиндрической формы, с крупным ядром и цитоплазматическими базофильными включениями (Рис. 3).

К моменту начала яйцекладки пищеварительные клетки II типа увеличиваются, вдаваясь в просвет кишечника, который, в дополнение, сильно сужается, что,

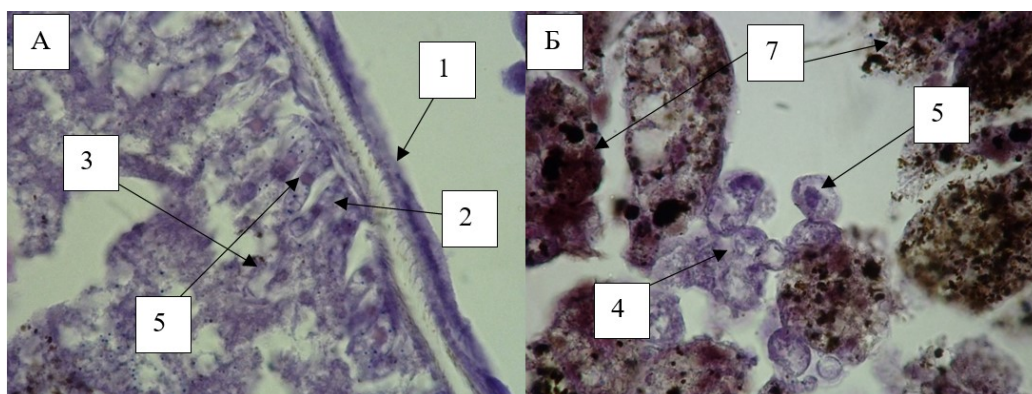


Рисунок 2 – Гистологические срезы полупитававшейся самки иксодового клеща рода *Dermacentor*. А, Б – Кишечник иксодового клеща.

1 – гладкие мышечные волокна кишечника; 2 – пищеварительные клетки I типа; 3 – отторгнутые пищеварительные клетки; 4 – секреторные клетки; 5 – ядро клетки; 6 – кровь в просвете кишечника; 7 – гемосидерин.
Увеличение $\times 1000$; окраска гематоксилином и эозином.

по нашему мнению, является механизмом активного поглощения крови (Рис. 3).

При изучении напивавшихся самок нами было установлено, что просвет кишечника заполняется пищеварительными

клетками и темной гематиновой массой, что, вероятно, отражает процесс дегенерации пищеварительных клеток на завершающем этапе пищеварения (Рис. 3).

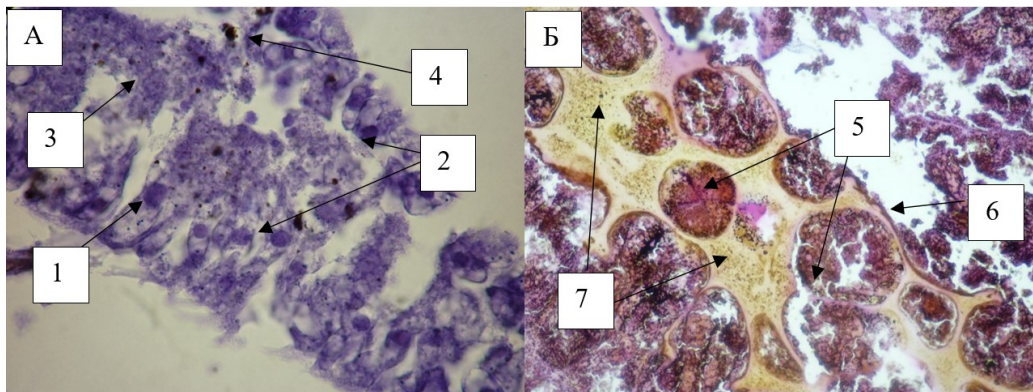


Рисунок 3 – Гистологические срезы напивавшейся самки иксодового клеща рода *Dermacentor*.

А – Кишечник иксодового клеща. 1 – пищеварительные клетки II типа; 2 – ядро клетки; 3 – кровь в просвете кишечника; 4 – гемосидерин. Увеличение $\times 1000$; окраска гематоксилином и эозином.

Б – кишечник иксодового клеща с началом вителлогенеза. 5 – Желточные клетки; 6 – мышечный слой кишечника; 7 – остаточные гематиновые массы. Увеличение $\times 200$; окраска гематоксилином и эозином.

У напивавшихся самок, с отмечающимся активным процессом вителлогенеза, отмечается наличие специализированных желточных клеток, которые по многочисленным исследованиям синтезируют белок вителлогенин, поступающий в гемолимфу и участвующий в процессе вителлогенеза (Рис. 3). У полунапивавшихся самок желточные клетки имеют небольшие размеры и расположены между пищеварительными клетками, тогда как у напивавшихся самок они визуально значительно увеличиваются в размерах, поступая в просвет кишечника. С началом яйцекладки желточные клетки дегенерируют и уменьшаются в размерах. Мышечный слой становится тоньше, подвергается процессу дегенерации.

ВЫВОДЫ / CONCLUSION

Таким образом нами было установлено:

С началом периода питания у иксодовых клещей происходит увеличение ки-

шечника за счет асинхронного развития пищеварительных клеток I и II типа, секреторных клеток, дифференцированных из пула резервных, а также происходит увеличение полости кутикулы.

В процессе пищеварения в полость кишечника, заполненного кровью хозяина, очагово отслаиваются секреторные клетки, с последующим разрушением и выходом клеточного секрета, участвующего в полостном пищеварении, что характеризует ускорение процесса гемолиза эритроцитов.

Процесс пищеварения в кишечнике гематофага приводит к заполнению его гематиновой массой, уменьшению его в объеме за счет активного процесса дегенерации пищеварительных клеток, что свидетельствует о заключительной фазе пищеварения, и начала процесса вителлогенеза с образованием желточных клеток, регулирующих развитие ооцитов.

FEATURES OF THE MICROSCOPIC STRUCTURE OF THE INTESTINAL WALL IN FEMALES OF THE IXODIC TICK OF THE GENUS *DERMACENTOR* DURING THE FEEDING PERIOD.

Proskurin D. A. ^{*1} – asp. of the Department of Parasitology and Veterinary-sanitary examination, anatomy and Pathanatomy named after Professor S. N. Nikolsky (ORCID: 0009-0004-0524-5354), **Dilekova O. V.** – Doctor of Biology, Assoc., Head of the Department. parasitology and veterinary and sanitary examination, anatomy and pathanatomy named after Professor S. N. Nikolsky (0000-0003-0247-8633) Stavropol State Agrarian University

* pro.kish@mail.ru

ABSTRACT

Ixodic ticks of the genus *Dermacentor* are parasitomorphic ticks that are carriers of a number of dangerous zoonanthropozonoses, have a wide distribution. The intestine of an adult contains several types of cells: digesting, secretory, reserve and yolk cells. Digestive cells of types 1 and 2 are involved in the process of intracellular digestion and are the main components of the wall of the middle intestine. After insemination, yolk cells begin to form in the intestine, regulating the development of oocytes. The research was carried out on the basis of the Department of Parasitology and Veterinary and Sanitary Examination, Anatomy and Pathanatomy named after Prof. S. N. Nikolsky and at the Scientific Diagnostic and Therapeutic Veterinary Center of the Stavropol State Agrarian University, as well as on the basis of veterinary clinics of IP Zaichenko "Veterinary Center named after Pirogova". The object of the study was ixode mites, the material for the study was the digestive system of females, in particular the middle part of the intestine. Macroscopic examination of the nourished females of the *Dermacentor* tick helped to reveal that the intestine is an unpaired tubular organ divided into three sections: the esophagus, the sac-like meatus and the small intestine. With the arrival of blood, the intestine expands, as a result of which reserve cells begin to grow and differentiate into primary digestive ones. By the time egg

laying begins, digestive cells of type I degenerate and are replaced by digestive cells of type II, differentiated from reserve cells. In nourished females, with an active process of vitellogenesis, the presence of specialized yolk cells is noted. Thus, with the beginning of the feeding period in ixodic mites, an increase in the intestine occurs due to the asynchronous development of digestive cells of type I and II. During digestion, secretory cells are focally exfoliated into the intestinal cavity filled with the host's blood, which characterizes the acceleration of the process of erythrocyte hemolysis. In the final phase of digestion, and the beginning of the vitellogenesis process, yolk cells are formed that regulate the development of oocytes.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Zdeněk Franta, Helena Frantová, Jitka Konvičková, Martin Horn, Daniel Sojka, Michael Mareš, and Petr Kopáček corresponding. Dynamics of digestive proteolytic system during blood feeding of the hard tick *Ixodes ricinus*. *Parasit Vectors*. 2010; 3: 119.
2. Белова, Л. М. Эктопаразитозы крупного рогатого скота в хозяйствах ленинградской области / Л. М. Белова, А. Н. Токарев // Известия КГТУ. Учредители: Калининградский государственный технический университет. 2008. – №13. – С. 29-32. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=16689829>
3. Пожарова, Н. Н. Пироплазмоз собак (эпизоотическая ситуация, некоторые аспекты патогенеза, лечение и профилактика): автореф. дис. ... канд. вет. наук / Пожарова Н. Н. – Ставрополь, 2005. – 23 с. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=16067589>
4. Тохов, Ю. М. Фенология иксодовых клещей рода *Dermacentor* в центральном Предкавказье / Ю. М. Тохов, С. Н. Луцук, Ю. В. Дьяченко // Паразитология. 2013. – №6 – С. 437-447. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=20920355>
5. Débora Caperucci 1, Maria Izabel Camargo Mathias, Gervásio Henrique Bechara. Histopathology and ultrastructure features of the midgut of adult females of the tick *Amblyomma cajennense* Fabricius, 1787 (Acari:

Ixodidae) in various feeding stages and submitted to three infestations. *Ultrastruct Pathol* 2009 Dec;33(6):249-59.

6. Trukhachev, V. I. Distribution and ecological characteristics of hyalomma ixodid ticks in the ecosystems of the Stavropol region / V. I. Trukhachev, Yu. M. Tokhov, S. N. Lutsuk, A. A. Dylev, V. P. Tolokonnikov, Yu. V. Dyachenko // *South of Russia ecology development*. January, 2016. – №11(2) – p. 59-69. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=26342875>

7. M. F. B. Ribeiro and J. D. Lima. Morphology and development of *Anaplasma marginale* in midgut of engorged female ticks of *Boophilus microplus*. *Veterinary Parasitology*. Volume 61, Issues 1–2, January 1996, Pages 31-39.

8. Débora Caperci, Gervásio Henrique Bechara, Maria Izabel Camargo Mathias. Ultrastructure features of the midgut of the female adult *Amblyomma cajennense* ticks Fabricius, 1787 (Acari: Ixodidae) in several feeding stages and subjected to three infestations. *Micron* 2010 Oct;41(7):710-21.

9. R. I. S. Agbede and D. H. Kemp. Ultrastructure of secretory cells in the gut of the cattle-tick *Boophilus microplus*. *Int J Parasitol* 1987 Aug;17(6):1089-98.

10. Patrícia Rosa de Oliveira, Izabela Bragão Calligaris, Gervásio Henrique Bechara, Maria Izabel Camargo Mathias. *Rhipicephalus sanguineus sensu lato* (Acari: Ixodidae) nymphs: An ultrastructural study of the integument and midgut. *Ticks and Tick-borne Diseases*, Volume 5, Issue 6, October 2014, Pages 834-840.

11. Patrícia Rosa de Oliveira, Luis Adriano Anholito, Gervásio Henrique Bechara, Maria Izabel Camargo Mathias. Dinotefuran-induced morphophysiological changes in semi-engorged females *Rhipicephalus sanguineus* Latreille, 1806 (Acari: Ixodidae) ticks: Ultra-structural evaluation. *Acta Tropica*. Volume 166, February 2017, Pages 139-154.

12. Гаврилова, Н. А. Особенности морфологии клещей рода *Choriopetes*, паразитирующих на крупном рогатом скоте в условиях Северо-Запада России / Н. А. Гаврилова, Л. М. Белова, М. С. Петрова,

О. А. Логинова // *Современные проблемы общей и частной паразитологии. Материалы II Международного паразитологического форума*. Санкт-Петербургская государственная академия ветеринарной медицины; Зоологический институт РАН. 2017. – С. 64-68. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=32246500>

13. Логинова, О. А. К вопросу о размножении иксодовых клещей / О. А. Логинова, Л. М. Белова, Н. А. Гаврилова, М. С. Петрова, Ю. Е. Кузнецов, В. А. Ширяева // *Современные проблемы общей и частной паразитологии. Материалы II Международного паразитологического форума*. Санкт-Петербургская государственная академия ветеринарной медицины; Зоологический институт РАН. 2017. – С. 173-176. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=32294638>

14. Проскурин, Д. А. Развитие ооцитов иксодового клеща рода *Dermacentor* / Д. А. Проскурин, О. В. Дилекова // *Ветеринарная патология*. 2023. – С. 38-45. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=50739164>

REFERENCES

1. Zdeněk Franta, Helena Frantová, Jitka Konvičková, Martin Horn, Daniel Sojka, Michael Mareš, and Petr Kopáčekcorresponding. Dynamics of digestive proteolytic system during blood feeding of the hard tick *Ixodes ricinus*. *Parasit Vectors*. 2010; 3: 119.

2. Belova, L. M. Ectoparasitoses of cattle in the farms of the Leningrad region / L. M. Belova, A. N. Tokarev // *Izvestiya KSTU*. Founders: Kaliningrad State Technical University. 2008;13:29-32 URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=16689829>

3. Pozharova, N. N. Pyroplasmiasis of dogs (epizootic situation, some aspects of pathogenesis, treatment and prevention): autoref. dis. ... candidate of Vet. sciences / Pozharova N. N. – Stavropol, 2005:23 URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=16067589>

4. Tokhov, Yu. M. Phenology of ixodic ticks of the genus *Dermacentor* in the central Caucasus / Yu. M. Tokhov, S. N. Lutsuk, Yu. V. Dyachenko // *Parasitology*. 2013;6:437-447. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=32246500>

id=20920355

5. Débora Caperucci 1, Maria Izabel Camargo Mathias, Gervásio Henrique Bechara. Histopathology and ultrastructure features of the midgut of adult females of the tick *Amblyomma cajennense* Fabricius, 1787 (Acari: Ixodidae) in various feeding stages and submitted to three infestations. *Ultrastruct Pathol* 2009;33(6):249-59.

6. Trukhachev, V. I. Distribution and ecological characteristics of hyalomma ixodid ticks in the ecosystems of the Stavropol region / V. I. Trukhachev, Yu. M. Tokhov, S. N. Lutsuk, A. A. Dylev, V. P. Tolokonnikov, Yu. V. Dyachenko // *South of Russia ecology development*. January, 2016;11(2):59-69. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=26342875>

7. M. F. B. Ribeiro and J. D. Lima. Morphology and development of *Anaplasma marginale* in midgut of engorged female ticks of *Boophilus microplus*. *Veterinary Parasitology*. Volume 61, Issues 1–2, January 1996, Pages 31-39.

8. Débora Caperucci, Gervásio Henrique Bechara, Maria Izabel Camargo Mathias. Ultrastructure features of the midgut of the female adult *Amblyomma cajennense* ticks Fabricius, 1787 (Acari: Ixodidae) in several feeding stages and subjected to three infestations. *Micron* 2010;41(7):710-21.

9. R. I. S. Agbede and D. H. Kemp. Ultrastructure of secretory cells in the gut of the cattle-tick *Boophilus microplus*. *Int J Parasitol* 1987;17(6):1089-98.

10. Patrícia Rosa de Oliveira, Izabela Bragão Calligaris, Gervásio Henrique Bechara, Maria Izabel Camargo Mathias. *Rhipicephalus sanguineus sensu lato* (Acari: Ixodidae)

nymphs: An ultrastructural study of the integument and midgut. *Ticks and Tick-borne Diseases*, Volume 5, Issue 6:2014:834-840.

11. Patrícia Rosa de Oliveira, Luis Adriano Anholeto, Gervásio Henrique Bechara, Maria Izabel Camargo Mathias. Dinotefuran-induced morphophysiological changes in semi-engorged females *Rhipicephalus sanguineus* Latreille, 1806 (Acari: Ixodidae) ticks: Ultra-structural evaluation. *Acta Tropica*. February 2017;166:139-154.

12. Gavrilova, N. A. Features of morphology of *Chorioptes* mites parasitizing cattle in the conditions of the North-West of Russia / N. A. Gavrilova, L. M. Belova, M. S. Petrova, O. A. Loginova // *Modern problems of general and private parasitology. Materials of the II International Parasitological Forum*. St. Petersburg State Academy of Veterinary Medicine; Zoological Institute of the Russian Academy of Sciences. 2017:64-68. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=32246500>

13. Loginova, O. A. On the issue of reproduction of ixodic ticks / O. A. Loginova, L. M. Belova, N. A. Gavrilova, M. S. Petrova, Yu. E. Kuznetsov, V. A. Shiryayeva // *Modern problems of general and private parasitology. Materials of the II International Parasitological Forum*. St. Petersburg State Academy of Veterinary Medicine; Zoological Institute of the Russian Academy of Sciences. 2017:173-176. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=32294638>

14. Proskurin, D. A. Development of oocytes of the ixodic tick of the genus *Dermacentor* / D. A. Proskurin, O. V. Dilekova // *Veterinary pathology*. 2023:38-45. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=50739164>