

УЛЬТРАТОНКОЕ СТРОЕНИЕ ЭКСКРЕТОРНОЙ СИСТЕМЫ  
АРГАСОВОГО КЛЕЩА *ORNITHODOROS PAPILLIPES*

Ю. С. Балашов, А. С. Райхель

Зоологический институт АН СССР, Ленинград

Исследована ультраструктурная организация мальпигиевых сосудов *O. papillipes*. Клетки дистальной части сосуда характеризуются наличием мукополисахаридных включений. В основном отделе сосуда обнаружено два типа клеток. Большинство клеток, относимых к первому типу, имеют развитые микроворсинки и слабо выраженные базальные инвагинации. У клеток второго типа соотношение поверхностных структур обратное. Изучение клеток ректального пузыря показало, что они имеют полярное строение, сходное с таковым клеток мальпигиевых сосудов.

Электронно-микроскопическое исследование выделительной системы иксодоидных клещей имеет исключительное значение как для выяснения адаптации этих древнейших эктопаразитов к гематофагии, так и для понимания их взаимоотношений с патогенными микроорганизмами, переносчиками которых они являются. Гистологическое строение мальпигиевых сосудов и ректального пузыря, особенности функционирования этих органов изучены у представителей обоих семейств иксодоидных клещей: *Argasidae* и *Ixodidae* (Enigk und Grittner, 1952; Schulze, 1955; Балашов, 1958, 1967; Ефремова, 1967; Khalil, 1971; Hamdy, 1972, 1973). Однако ультратонкое строение экскреторной системы известно лишь у иксодового клеща *Hyalomma asiaticum* (Балашов и Райхель, 1973, 1975; Райхель, 1973, 1974). Большой интерес представляет сравнение особенностей ультраструктурной организации выделительных органов аргазид и иксодид.

У иксодовых клещей, отличающихся многодневным кровососанием, удаление избыточной воды и солей во время питания осуществляют главным образом пирамидальные альвеолы слюнных желез. Мальпигиевы сосуды обеспечивают экскрецию конечного продукта азотного обмена — гуанина. Последний выделяется в кристаллическом виде, содержание воды в экскретах незначительно. У аргасовых клещей большую роль в выведении избыточной воды из организма после кровососания играют коксальные железы. В дальнейшем часть воды и солей может выводиться и мальпигиевыми сосудами, основной функцией которых и у аргазид является экскреция продуктов азотного обмена (Балашов, 1967). Возникает вопрос, насколько эти функциональные различия отражаются в ультраструктурной организации мальпигиевых сосудов иксодид и аргазид. Кроме того, подобные сравнительные исследования на электронно-микроскопическом уровне важны для решения проблемы морфофункциональных адаптаций иксодоидных клещей к жизни на суше, поскольку экскреторные органы играют при этом первостепенную роль (Гиляров, 1970). Учитывая вышесказанное, мы предприняли исследование ультратонкого строения мальпигиевых сосудов и ректального пузыря у аргасового клеща *Ornithodoros papillipes* Bir. (сем. Argasidae).

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Работа выполнена на голодных нимфах пятого возраста *O. papillipes* из лабораторной культуры. Отпрепарированные органы фиксировали 2.5%-м глутаральдегидом на 0.1 М фосфатном буфере (рН — 7.2) в течение 3 час. при 4° С, с последующей промывкой тем же буфером и дофиксацией 2%-м раствором OsO<sub>4</sub> на том же буфере в течение 1 часа при 4°. В промывочную среду и раствор OsO<sub>4</sub> добавляли сахарозу для достижения тоничности в 400 mOsM. Материал заливали в аралдит. В процессе обезвоживания в серии спиртов проводили контрастирование насыщенным раствором уранилацетата на 70°-м спирте (12 час.) и 1%-м раствором фосфо-вольфрамовой кислоты на 100°-м спирте (1 час). Ультратонкие срезы изготавливали на ультрамикротоме ЛКВ-III. Срезы окрашивали лимоннокислым свинцом и исследовали в электронном микроскопе Tesla BS-613.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

**М а л ь п и г и е в ы с о с у д ы.** Клетки мальпигиевых сосудов *O. papillipes* по всей их длине построены по одинаковому ультраструктурному плану. С апикальной поверхности они покрыты микроворсинками, базальная плазматическая мембрана, примыкающая к базальной мембране, образует складки. В ультратонком строении клеток по ходу сосудов выявлены определенные различия. На дистальном конце каждого сосуда имеются клетки уплощенной формы, образующие несколько расширенную по сравнению с остальным сосудом ампулу. Как видно на рис. 1, клетки ампулы обладают хорошо развитыми микроворсинками, длина которых достигает 1.2 мкм. Микроворсинки не содержат цитоплазматических органоидов. С базальной стороны клетки окружены базальной мембраной, имеющей на срезе мелкозернистую структуру. К последней примыкают слабо выраженные инвагинации плазматической мембраны. В состав цитоплазмы входит незначительное число митохондрий, которые не образуют скоплений у поверхностей клеток. Количество жировых включений, гранул гликогена невелико. В отдельных клетках имеются мембраноограниченные тела, заполненные большим числом концентрически закрученных мембранных структур и электронноплотных гранул.

Далее по длине сосуда располагаются более высокие клетки, поверхностные структуры, микроворсинки и базальные инвагинации, которых развиты так же, как у клеток ампулы. Митохондрии, количество которых в данных клетках невелико, располагаются преимущественно у апикальных поверхностей клеток (рис. 2). Они имеют удлиненную или овальную форму, их длина составляет 0.5—0.9, ширина — 0.3—0.4 мкм. Митохондрии обладают поперечными пластинчатыми кристами и умеренно плотным матриксом. Большинство клеток в этом участке сосуда содержит значительное число округлых или овальных, ограниченных мембраной тел с мелкозернистым содержимым низкой электронной плотности. Их размер варьирует от 0.3 до 1.2 мкм. Подобные тела лежат в апикальных зонах описываемых клеток (рис. 2). В околоядерной зоне цитоплазмы имеются комплексы Гольджи, состоящие из уплощенных цистерн и пузырьков с электроннопрозрачным содержимым (рис. 3). Клетки, обладающие отмеченными чертами, занимают дистальную часть мальпигиевого сосуда на протяжении  $\frac{1}{4}$  его длины. Среди них изредка встречаются клетки, в которых отсутствуют мембраноограниченные включения. Число этих клеток постепенно увеличивается и ниже дистальной части сосуда, напротив, очень редко попадаются клетки с включениями. По другим ультраструктурным характеристикам данные клетки не отличаются друг от друга.

В клетках дистальной части сосуда на протяжении  $\frac{1}{2}$  его длины встречаются микроколонии «симбиотических» риккетсий (рис. 4). Их ультраструктура соответствует имеющимся в литературе описаниям (Чебанов, 1972; Авакян и др., 1973).

В отделе мальпигиевого сосуда, следующего за описанным дистальным отделом, по ультраструктурным характеристикам можно выделить два типа клеток. Большая часть клеток составляет первый тип (рис. 4). Апикальная поверхность этих клеток, нередко имеющая выпуклую форму, покрыта часто расположенными микроворсинками, длина которых достигает 1.2 мкм. Они не содержат органоидов. В цитоплазме клеток первого типа содержится незначительное количество митохондрий. При этом скопления их у поверхности не наблюдается. Имеется небольшое количество жировых включений и гранул гликогена. В базальных зонах описываемых клеток встречаются плотные тела, морфологически сходные с подобными телами, найденными в мальпигиевых сосудах *Hyalomma asiaticum* (Балашов и Райхель, 1975). Инвагинации базальной плазматической мембраны в клетках этого типа развиты слабо. Редко расположенные складки имеют неправильные очертания и неглубоко внедряются в цитоплазму (рис. 6).

Клетки второго типа в составе эпителия основного отдела сосуда встречаются редко, однако их число значительно увеличивается к проксимальному концу. Как видно на рис. 5, такая клетка обладает небольшими размерами. Апикальная поверхность, как правило, вогнутой формы, покрыта микроворсинками, развитыми слабее, чем в клетках первого типа. Морфологических отличий в их строении нет. Важной особенностью клеток второго типа является наличие в их цитоплазме значительного количества митохондрий. В данных клетках они имеют, как правило, овальную форму длиной 0.5—0.8 мкм при ширине 0.4—0.5 мкм. У апикальной поверхности число митохондрий невелико, их количество значительно возрастает в базальных зонах клеток второго типа. Существенным отличием описываемых клеток является наличие хорошо развитой системы базальных инвагинаций. Базальная плазматическая мембрана образует узкие складки, заходящие в цитоплазму на расстояние 2—2.5 мкм. Ширина цитоплазматических отсеков у базальной мембраны составляет 0.1—0.15 мкм. В их верхних частях располагаются митохондрии, ориентированные вдоль складок (рис. 7). В составе цитоплазмы данных клеток, за исключением уже отмеченных особенностей, отличий от клеток первого типа не найдено.

**Ректальный пузырь.** Так же, как и у *H. asiaticum* (Балашов и Райхель, 1975), стенка ректального пузыря у *O. papillipes* построена из однослойного эпителия, клетки которого снаружи окружены мощно развитыми мускульными волокнами (рис. 10). Ядра мышечных клеток и окружающая их цитоплазма располагаются снаружи от мускульных волокон. Основание эпителиальных клеток ректального пузыря имеет сложную конфигурацию, образуя многочисленные складки. Они повторяются толстой базальной мембраной, подстилающей эпителиальные клетки. Базальная плазматическая мембрана этих клеток образует систему узких инвагинаций, глубоко заходящих в цитоплазму. Однако число митохондрий, расположенных в цитоплазматических отсеках базальной складчатости невелико. Морфологически они подобны митохондриям клеток мальпигиевых сосудов *O. papillipes*. Цитоплазма клеток ректального пузыря содержит большое число жировых включений, гранул гликогена. Так же, как и в клетках мальпигиевых сосудов, здесь нередко встречаются электронноплотные тела, морфологически сходные с таковыми у *H. asiaticum* (рис. 9, 10) (Балашов и Райхель, 1975). Апикальная поверхность клеток ректального пузыря имеет сложную конфигурацию. Клетки часто образуют выросты, глубоко вдающиеся в просвет пузыря. Их поверхность покрыта хорошо развитыми микроворсинками, которые не содержат никаких структур (рис. 8).

#### ОБСУЖДЕНИЕ

Как показывают результаты электронно-микроскопических исследований, ультраструктура мальпигиевых сосудов аргасового клеща *O. papillipes* весьма сходна с таковой иксодового клеща *H. asiaticum* (Бала-

шов и Райхель, 1973, 1975). Всем клеткам мальпигиевых сосудов исследуемого вида также свойственна ярко выраженная полярность, характерная для клеток транспортирующих эпителиев (Smith, 1960; Berridge a. Oschman, 1969). Микроворсинки, покрывающие апикальные поверхности клеток сосуда, имеют одинаковое строение на всем протяжении сосуда. Как и у *H. asiaticum*, они не содержат митохондрий или иных органоидов. По всей видимости подобное строение микроворсинок типично для клеток мальпигиевых сосудов иксодоидных клещей. Апикальные поверхностные структуры клеток мальпигиевого сосуда гамазового клеща *Macrocheles muscaedomesticae* также не содержат митохондрий (Coons a. Axtell, 1971). Авторы считают, что поверхностные структуры у этого клеща представлены микроламеллами. Однако, судя по электроннограммам, в данном случае имеют место типичные микроворсинки, сходные с таковыми у изученных нами иксодоидных клещей. Интересно отметить, что морфологически сходные микроворсинки описаны в мальпигиевых трубочках паука *Cupiennius salei* (Seitz, 1975). Недостаток электронно-микроскопических данных по другим группам не позволяет, однако, выяснить, является ли подобное строение микроворсинок характерным для мальпигиевых сосудов наземных хелицерных в целом. Строение микроворсинок в клетках мальпигиевых сосудов насекомых, как правило, отличается от описанного выше строения тем, что в каждой из них располагается удлиненная митохондрия. Лишь в ряде специализированных клеток микроворсинки лишены этих органоидов (Smith, 1960; Berridge a. Oschman, 1969; Maddrell, 1971; Taylor, 1971a, 1971b).

У *O. papillipes* также выявляются некоторые различия в ультраструктуре клеток по длине мальпигиевых сосудов. Как и у *H. asiaticum*, в данном случае на дистальном конце каждого сосуда имеется ампула, построенная из более уплощенных клеток. Однако последние имеют достаточно выраженные микроворсинки. В дистальных отделах мальпигиевых сосудов *O. papillipes* сосредоточены клетки, идентичные мукоцитам *H. asiaticum*. Мембраннограничные тела, интерпретируемые как мукополисахаридные секреторные включения, морфологически сходны у обоих изученных видов иксодоидных клещей. Как указывалось ранее, гистохимически мукополисахариды продемонстрированы в клетках дистальных отделов мальпигиевых сосудов другого аргасового клеща *Argas arboreus* (Khalil, 1971). Таким образом, для иксодоидных клещей характерно наличие в дистальных концах мальпигиевых сосудов клеток с мукополисахаридными включениями. Мукоциты описаны в мальпигиевых сосудах некоторых насекомых, причем они также сосредоточены главным образом в дистальных частях сосудов (Taylor, 1971b; Lhonore, 1973).

Значение мукополисахаридов в экскреции как у паукообразных, так и у насекомых до конца неясно. Халил (Khalil, 1971) считает, что у иксодоидных клещей мукополисахариды связаны с непосредственным транспортом экскреторных продуктов. Он полагает, что в комплексе с мукополисахаридами в просвет мальпигиевого сосуда выводится легко растворимый предшественник гуанина — гуанозин, от которого в просвете отщепляется гуанин и подвергается кристаллизации. Авторы, изучавшие секрецию мукоидов в мальпигиевых сосудах насекомых, считают, что они служат для преципитации и кристаллизации мочевой кислоты и уратов (Marschall, 1966; Taylor, 1971b; Mustafa a. Kamat, 1973).

В строении основных отделов мальпигиевых сосудов исследованных видов иксодоидных клещей выявлены существенные различия. У *H. asiaticum* клетки данного отдела обладают одинаковым строением: микроворсинки на их поверхности выражены умеренно, базальные инвагинации развиты слабо. Клетки проксимального, концевого, участка отличаются от клеток основного отдела лишь более развитыми микроворсинками. В этой же части сосуда располагается значительное количество сферитов гуанина. Оба эти признака свидетельствуют о том, что в проксимальном отделе сосуда у *H. asiaticum* более интенсивно происходит процесс реабсорбции воды и ионов (Балашов и Райхель, 1975). У *O. papillipes* в основ-

ном отделе выделено два типа клеток, четко различающихся по своим ультраструктурным признакам. Обращает на себя внимание, что степень развития поверхностных структур у клеток обоих типов прямо противоположны. Клетки первого типа обладают хорошо развитыми микроворсинками, в то время как базальные инвагинации у них выражены слабо. Клетки второго типа, напротив, имеют небольшие микроворсинки, однако базальная плазматическая мембрана образует систему развитых складок. Важной особенностью клеток второго типа является также значительное количество митохондрий.

Таким образом, в ультратонком строении мальпигиевых сосудов у *H. asiaticum* и *O. papillipes* выявлены существенные отличия, касающиеся главным образом основных и проксимальных отделов. Однако сказать, является ли подобное строение мальпигиевых сосудов характерным для каждого из семейств иксодоидных клещей пока затруднительно.

Отсутствие сведений по другим группам паукообразных не дает возможности провести сравнительный анализ ультраструктурной организации мальпигиевых сосудов. Детально исследованные в этом отношении насекомые дают основание полагать, что строение этих органов у паукообразных может быть весьма разнообразным. Так, у одних насекомых, далеких в систематическом отношении, сосуды подразделяются на отделы (Smith a. Littau, 1960; Tsubo a. Brandt, 1962; Wigglesworth a. Salpeter, 1962; Wessing u. Eichelberg, 1968; Jarial a. Scudler, 1970), у других могут быть относительно однородными по всей длине. В последнем случае (у палочника *Carausius* и мухи *Calliphora*) в состав эпителия мальпигиевых сосудов входят два типа клеток (Berridge a. Oschman, 1969; Taylor, 1971a, 1971b). Большинство клеток, относимых к первому типу, обладают хорошо развитыми поверхностными структурами. Как в микроворсинках, так и в базальных складках располагаются удлинённые митохондрии. Звездчатые клетки второго типа, разбросанные среди клеток первого типа, имеют меньшие размеры. Микроворсинки на их поверхности не содержат митохондрии и развиты слабее. Базальные инвагинации широки и менее глубокие, чем у клеток первого типа. Последним приписывают функцию секреции первичной мочи, а клеткам второго типа — реабсорбции ионов. По мнению этих авторов (Berridge a. Oschman, 1969), реабсорбция происходит в клетках, характеризующихся широкими и короткими базальными инвагинациями. Смит (Smith, 1968) считает, что характер развития поверхностных структур указывает на присутствие механизма активного транспорта, но не дает представления о направлении, в котором он происходит. В этом отношении убедительно сравнение мальпигиевых сосудов с проксимальными канальцами нефрона позвоночных (Latta a. oth., 1967; Винниченко, 1968), в которых направления транспорта веществ прямо противоположны при весьма сходной ультраструктуре клеток.

Обращает на себя внимание то, что у *O. papillipes* клетки второго типа обладают развитой системой базальных складок, в то время как у клеток первого типа они выражены слабо. Вполне вероятно, что в нашем случае функцию реабсорбции ионов осуществляют клетки второго типа. Это косвенно подтверждается увеличением числа данных клеток к проксимальному концу сосуда. Однако полную функциональную интерпретацию полученным электронно-микроскопическим данным возможно дать лишь при наличии физиологических исследований.

У иксодоидных клещей ректальный пузырь, который является производным среднего отдела кишечника, осуществляет функцию реабсорбции воды (Балашов, 1967; Khalil, 1971). Последним автором этот процесс в ректальном пузыре аргасового клеща *A. arboreus* продемонстрирован методом автордиографии. Как показывают электронно-микроскопические исследования, ультраструктура ректального пузыря *O. papillipes* и *H. asiaticum* весьма сходна. В обоих случаях клетки этого органа обладают строением, характерным для транспортирующих эпителиев. У *O. papillipes* так же, как у *H. asiaticum*, апикальная поверхность сложной кон-

фигурации, покрыта хорошо развитыми микроворсинками. Последние, однако, не содержат осевых трубочек, имеющих в микроворсинках у *H. asiaticum*. Этот факт указывает на то, что данные образования не играют никакой роли в процессах реабсорбции и, скорее всего, являются опорными структурами. Некоторые авторы (Wessing и Eichelberg, 1969; Eichelberg и Wessing, 1971) придают большое значение подобным каналам микроворсинок в транспорте веществ. Тейлор (Taylor, 1971a) считает, что они не связаны непосредственно с процессами экскреции или реабсорбции. В пользу данной точки зрения свидетельствует то, что у многих насекомых осевые микротрубочки описаны в микроворсинках клеток функционально различных отделов мальпигиевых сосудов (Berkaloff, 1960; Wigglesworth и Salpeter, 1962; Berridge и Oschman, 1969; Wessing и Eichelberg, 1969; Jarial и Scudder, 1970; Taylor, 1971a, 1971b; Lhonore, 1973). Организация базальных зон клеток ректального пузыря у обоих изученных видов свидетельствует об активно происходящем здесь транспорте, причем, в данном случае узкими, глубоко заходящими в цитоплазму базальными инвагинациями обладают клетки, без сомнения, осуществляющие функцию реабсорбции воды и ионов. Следует подчеркнуть сходство в строении базальных зон клеток второго типа мальпигиевых сосудов *O. papillipes* с таковыми ректального пузыря.

#### Литература

- Авакян А. А., Сидоров В. Е. и Чебанов С. М. 1973. Закономерности внутриклеточного симбиоза риккетсиоподобных симбионтов и аргасовых клещей (электронно-микроскопическое исследование). ДАН СССР, 211 (3) : 707—710.
- Балашов Ю. С. 1958. Процессы выделения и функционирование мальпигиевых сосудов у иксодовых клещей. Паразитолог. сб. ЗИН АН СССР, 18 : 120—128.
- Балашов Ю. С. 1967. Кровососущие клещи (Ixodoidea) — переносчики болезней человека и животных. Л. : 1—320.
- Балашов Ю. С. и Райхель А. С. 1973. Электронно-микроскопическое исследование мальпигиевых сосудов клеща *Hyalomma asiaticum* P. Sch. et E. Schl. I. Голодающие самки. Паразитолог., 7 (3) : 231—237.
- Балашов Ю. С. и Райхель А. С. 1975. Электронно-микроскопическое исследование экскреторной системы голодающих самок клеща *Hyalomma asiaticum* P. Sch. et E. Schl. II. сообщ. Паразитолог., 9 (3) : 252—259.
- Гиляров М. С. 1970. Закономерности приспособлений членистоногих к жизни на суше. Изд. «Наука», М. : 1—276.
- Винниченко Л. Н. 1968. Сравнительное электронно-микроскопическое исследование нефронов миноги, лягушки и крысы. Автореф. канд. дисс. Л. : 1—20.
- Ефремова Л. К. 1967. Функционирование мальпигиевых сосудов клеща *Alveonatus lahorensis* (Ixodoidea, Argasidae). Зоолог. журн., 46 (1) : 48—54.
- Райхель А. С. 1973. Ультратонкое строение мальпигиевых сосудов иксодовых клещей. Тез. докл. отчетн. научн. сесс. ЗИН АН СССР : 21.
- Райхель А. С. 1974. Выявление полисахаридов на ультратонких срезах в кишечнике и мальпигиевых сосудах клеща *Hyalomma asiaticum*. Цитолог., 16 (11) : 1416—1418.
- Чебанов С. М. 1972. Особенности ультраструктурной организации и морфогенеза риккетсий в аргасовых клещах в связи с проблемой симбиоза. Автореф. канд. дисс. М. : 1—30.
- Berkaloff A. 1960. Contribution a l'etude des tubes de Malpighi et de l'excretion chez les insectes. Annals Sci. Nat. Zoolog., 12-e ser., 2 : 869—947.
- Berridge M. J. and Oschman J. L. 1969. A structural basis for fluid secretion by malpighian tubules. Tissue and Cell, 1 : 247—272.
- Coons L. B. and Axtell R. C. 1971. Ultrastructure of the excretory tubes of the mite *Macrocheles muscaedomesticae* (Mesostigmata, Macrochelidae) with notes on altered mitochondria. J. morph., 133 : 319—338.
- Eichelberg D., Wessing A. 1971. Elektronenoptische Untersuchungen an den Nierentubuli (Malpighische GefaBe) von *Drosophila melanogaster*. II. Transzellulare membrangebundene Stofftransportmechanismen. Z. Zellforsch., 121 (1) : 127—152.
- Enigk K. und Grittner I. 1952. Die Exkretion der Zecken. Z. Tropenmed. und Parasitolog., 4 : 77—94.
- Hамdу В. Н. 1972. Biochemical and physiological studies of certain ticks (Ixodoidea). Nitrogenous excretory products of *Argas (Persicargas) arboreus* Kaiser, Hoogstraal and Kohls and of other argasid and ixodid species. J. Med. Entomolog., 9 : 346—350.
- Hамdу В. Н. 1973. Biochemical and physiological studies of certain ticks (Ixodoidea). Cycle of nitrogenous excretion in *Argas (Persicargas) arboreus* Kaiser, Hoogstraal and Kohls (Argasidae). J. Med. Entomolog., 10 : 53—57.

- J a r i a l M. S. and S c u d d e r G. G. S. 1970. The morphology and ultrastructure of the malpighian tubules and hindgut in *Cenocorixa bifida* (Hung.) (Hemiptera, Corixidae). *Z. morph. tiere*, 68 : 269—299.
- K h a l i l G. M. 1971. Biochemical and physiological studies of certain ticks (Ixodoidea). Incorporation of triitated tyrosine in the excretory system of nymphal Argas (*Persicargas*) *arboreus* (Argasidae). *Ann. entom. soc. am.*, 64 : 1155—1159.
- L a t t a H. M a u n s b a c h A. B. and O s v a l d o L. 1967. The fine structure of renal tubules in cortex and medulla. In: *Ultrastructure of the kidney*. N. Y. : 1—56.
- L h o n o r e J. 1973. Application conjointe de methodes morphologiques cytochimiques et d'analyse par spectrographie des rayons X, a l'etude de l'appareil excreteur de *Grylotalpa grylotalpa* Latr. (Orthoptere, Grylotalpidae). *Arch. Zoolog. exp. gen.*, 114 : 439—474.
- M a d d r e l l S. H. P. 1971. The mechanism of insect excretory systems. *Adv. insect physiolog.*, 8 : 199—331.
- M a r s h a l l A. T. 1966. Histochemical studies on muco—complex in the Malpighian tubules of cecropid larvae. *J. Insect. Physiolog.*, 12 : 925—932.
- M u s t a f a M. and K a m a t D. N. 1973. Mucopolysaccharide histochemistry of *Musca domestica*. X. The malpighian tubules. *Acta histochem.* 47 : 343—349.
- S c h u l z e P. 1955. Über Ausscheidungsvorgänge und Ablagerung von Stoffwechselprodukten bei den Zecken. *Z. Parasitenkunde*, 17 : 217—236.
- S e i t z K. A. 1975. Licht- und elektronenmikroskopische Untersuchungen an den Malpighischen Gefäßen der Spinne *Cupiennius salei* Keys. (Ctenidae, Araneae). *Zoolog. Jahrb. Anat. Bd.*, 94 : 413—440.
- S m i t h D. S. and L i t t a u V. S. 1960. Cellular specialization in the excretory epithelia of an insect *Macrosteles fascifrons* Stal (Homoptera). *J. biophys. biochem. cytol.*, 8 : 103—133.
- T a y l o r H. H. 1971a. Water and solute transport by the malpighian tubules of the stick insect, *Carausius morosus*. The normal ultrastructure of the type 1 cells. *Z. Zellforsch.*, 118 : 333—368.
- T a y l o r H. H. 1971b. The fine structure of the type 2 cells in the malpighian tubules of the stick insect *Carausius morosus*. *Z. Zellforsch.*, 122 : 411—424.
- T s u b o I. and B r a n d t P. W. 1962. An electron microscopic study of the malpighian tubules of the grasshopper *Dissosteira carolina*. *J. Ultrastr. Res.*, 6 : 28—35.
- W e s s i n g A. und E i c h e l b e r g D. 1969. Elektronenoptische untersuchungen an den nierentubuli (Malpighische Gefäße) von *Drosophila melanogaster*. I. Regionale gliederung der tubuli. *Z. Zellforsch.* 101 : 285—322.
- W i g g l e s w o r t h V. B. and S a l p e t e r M. M. 1962. Histology of the malpighian tubules in *Rhodnius prolixus* Stal (Hemiptera). *J. insect physiolog.*, 8 : 299—307.

---

ULTRAFINE STRUCTURE OF THE EXCRETORY SYSTEM  
IN ORNITHODOROS PAPILLIPES

Yu. S. Balashov, A. S. Raikhel

SUMMARY

The ultrafine structure of the Malpighian tubes in *O. papillipes* (Argasidae) was studied. It has been shown that the cells of different parts of the Malpighian tubes have their own peculiarities. The distal cells are characterized by the inclusions which can be interpreted as mucopolysaccharide ones. The main part of the tube was found to contain cells of two types. Most of the cells belonging to the first type have well developed microvilli and poorly developed basal invaginations. The cells of the second type, the number of which increases towards the proximal end of the tube, have small microvilli and narrow folds of the basal labyrinth entering deeply the cytoplasm. The cells of the second type are rich in mitochondria. The ultrastructure of the rectal sac has been studied. The cells of this organ have a polar structure: the apical surface is covered with microvilli, the plasmotic membrane forms deep folds at the base.

---

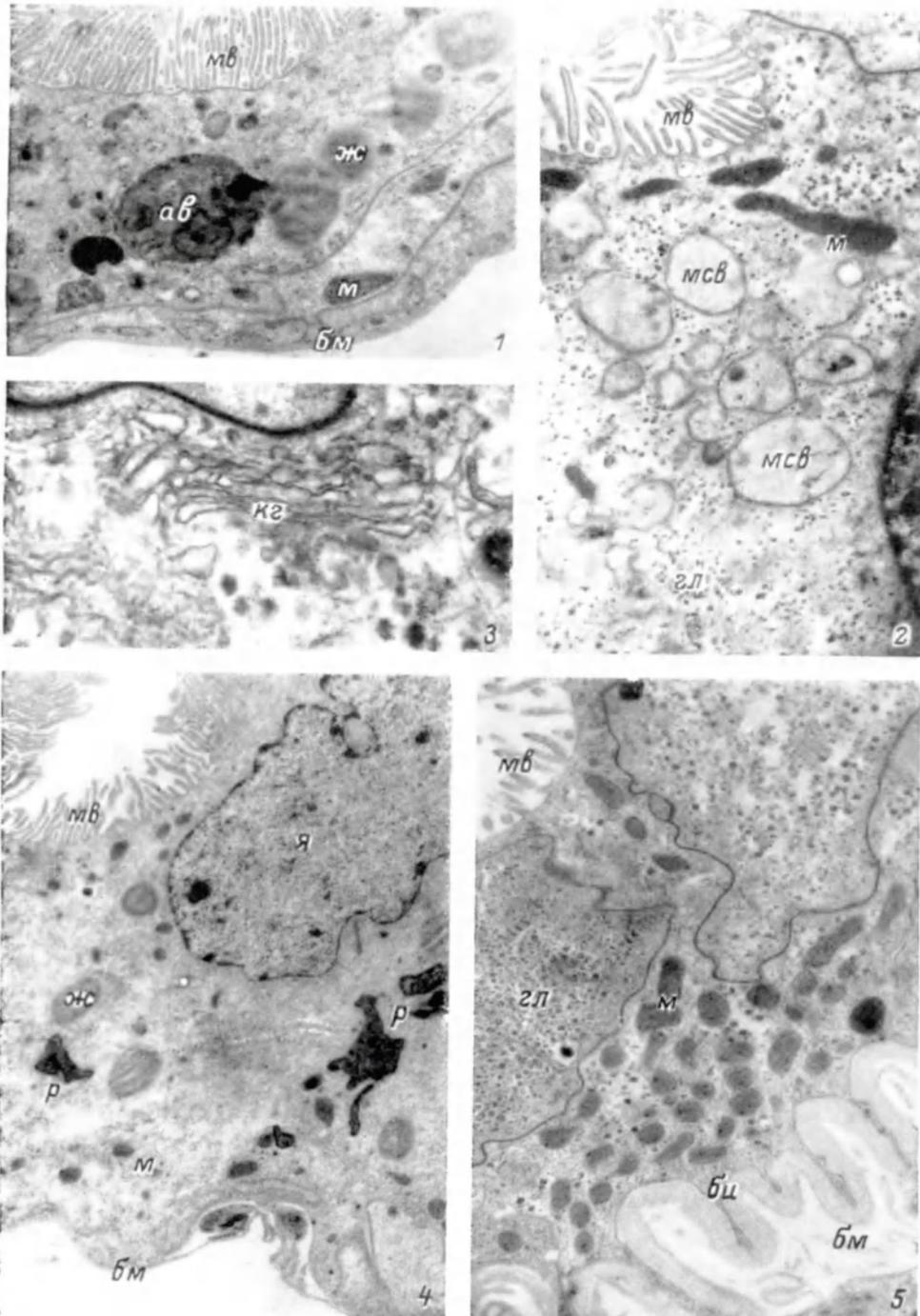


Рис. 1—5. Ультраструктура мальпигиевого сосуда *O. papillipes*.

1 — клетка ампулы; 2 — дистальный отдел, мукоцит; 3 — мукоцит, комплекс Гольджи; 4 — основной отдел, клетка первого типа; 5 — клетка второго типа. Увел.: 1 — 10 000×; 2 — 13 000×; 3 — 40 000×; 4 — 6000×; 5 — 10 000×. Обозначения на рис. 1—10: ав — автофагическая вакуоль; бц — базальные инвагинации; бм — базальная мембрана; гл — гликоген; жс — жировые включения; м — митохондрии; ма — микроворсинки; мсв — мукополисахаридные включения; ми — мышечные волокна; р — риккетсии; пт — плотные тельца; я — ядро; яск — ядро соединительноклеточной клетки.

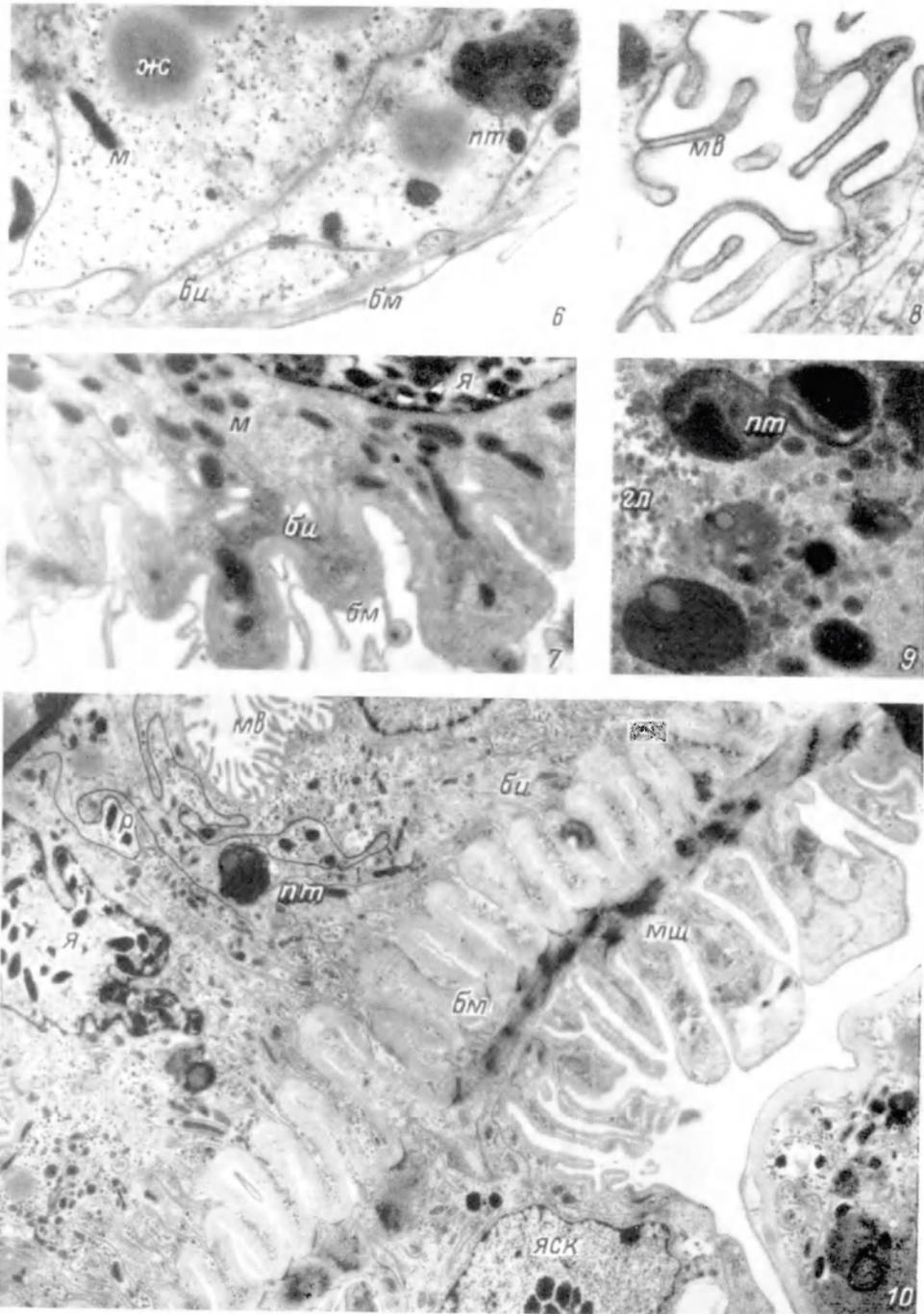


Рис. 6—10. Ультраструктура мальпигиевого сосуда и ректального пузыря *O. papillipes*.  
6 — базальная зона клетки первого типа; 7 — то же клетки второго типа; 8 — микроворсинки клетки ректального пузыря; 9 — плотные тела в этой клетке; 10 — стенка ректального пузыря. Увелич.: 6 — 12 000×; 7 — 13 000×; 8 — 30 000×; 9 — 18 000×; 10 — 6000×.