

УДК 576.895.751 : 591.484.4

ОСОБЕННОСТИ УЛЬТРАСТРУКТУРЫ ПРОСТЫХ ГЛАЗ ВШИ *PEDICULUS HUMANUS CORPORIS*

С. Ю. Чайка, Г. А. Мазохин-Поршняков

Простой глаз вши *Pediculus humanus corporis* содержит два основных элемента: светопреломляющий и светочувствительный. Светопреломляющий аппарат состоит только из двояковыпуклой линзы, которая представляет собой локальное утолщение кутикулы. Кристаллический конус и пигментные клетки отсутствуют. Светочувствительный слой включает до 130 зрительных клеток, дистальная зона которых преобразована в рабдомеры. Гранулы пигмента имеются только в зрительных клетках.

Рассматривая в сравнительном плане органы зрения насекомых-гематофагов, можно видеть, что снижение их функциональной значимости, обусловленное близким контактом насекомого с хозяином-прокормителем, сопровождается тремя морфологическими перестройками: сокращением числа омматидиев в фасеточных глазах, полной редукцией фасеточных глаз и формированием на месте последних простых однолинзовых глаз и наконец полной редукцией зрительных элементов. Объект нашего исследования — платяная вошь — обладает только простыми глазами. Возникновение простых глаз у имагинальных форм явление явно вторичное. По своему строению простые глаза имаго насекомых во многом сходны с латеральными глазками — провизорными органами зрения личинок ряда насекомых, а также с дорсальными (теменными) глазками, имеющимися у значительного большинства взрослых насекомых (Мазохин-Поршняков, 1983).

К настоящему времени имеются лишь самые общие сведения по организации простых глаз вшей, полученные на основе светооптических исследований (Wundrig, 1936; Wigglesworth, 1941). Целью нашей работы было углубленное изучение особенностей клеточной и субклеточной организации этих своеобразных органов зрения. Интерес к простым органам зрения (глазкам, стеммам) насекомых объясняется слабой изученностью этих органов по сравнению с фасеточными глазами. Между тем уже имеющиеся морфологические данные свидетельствуют о значительном разнообразии типов устройства простых органов зрения насекомых (Wachmann, 1972; Мазохин-Поршняков, Казякина, 1987).

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Материалом для исследования служили вши *Pediculus humanus corporis* de Geer из лабораторной культуры. Для изучения внешней морфологии в растровом электронном микроскопе вшей фиксировали в 70-градусном этиловом спирте. Препараты высушивали в ацетоне по методу «критической точки», используя в качестве замещающего агента двуокись углерода. Напыленные платиной препараты просматривали в микроскопе Hitachi S-405A. Для получе-

ния ультратонких срезов вшей фиксировали в 2.5%-ном растворе глутарового альдегида на фосфатном буфере в течение 1.5 ч, дофиксировали в течение 1 ч в 2%-ном растворе четырехоксида осмия. Для контрастирования в процессе обезвоживания материал помещали в насыщенный раствор уранилацетата в 70-градусном спирте на 14 ч. После полного обезвоживания препараты заливали в смесь смол эпон. Срезы, окрашенные лимоннокислым свинцом по методу Рейнольдса, исследовали в электронном микроскопе JEM-100B.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Глаза имеются далеко не у всех представителей отряда Anoplura; многие виды сем. Linognathidae и Hoplopleuridae вообще не имеют органов зрения, однако они имеются у представителей сем. Pediculidae.

Схематическое изображение простого глаза вши представлено на рис. 1. Простые глаза расположены у вшей позади антенн и выделяются на фоне кутикулы головной капсулы выпуклостью их линз (рис. 2, 1; см. вкл.). Глаза вшей содержат два основных элемента: светопреломляющий и светочувствительный. Специальные пигментные клетки, имеющиеся в фасеточных и некоторых простых глазах насекомых, у вшей отсутствуют.

Светопреломляющий аппарат глаза состоит из одной двояковыпуклой линзы, под которой лежит слой гиподермальных (вероятно, корнеагенных) клеток толщиной около 7 мкм (рис. 1; 2, 2). Линза глаза морфологически не отделена от окружающей ее кутикулы и, следовательно, представляет собой лишь локальное утолщение кутикулы головной капсулы. Кутикула линзы характеризуется типичным слоистым строением с периодичностью размещения слоев в 0.25 мкм. Корнеагенные клетки имеют уплощенную форму и довольно осмиофильную

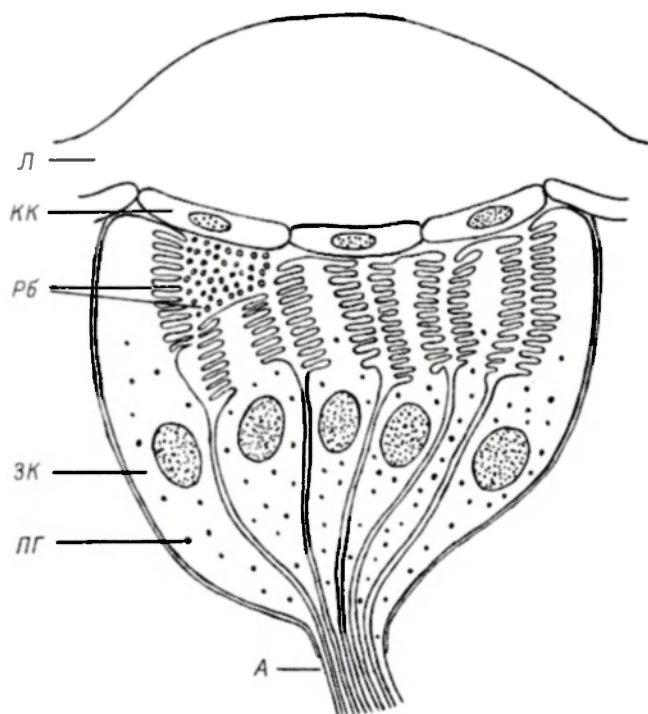


Рис. 1. Схема строения простого глаза вши *Pediculus humanus corporis*.

А — аксоны, ЗК — зрительные клетки, КК — корнеагенные клетки, Л — линза, ПГ — пигментные гранулы, Рб — рабдомер.

цитоплазму, отличающуюся слабой структурированностью (рис. 2, 2). Клеточные границы между корнеагенными клетками выражены плохо, что свидетельствует о возможных процессах деструкции, которым они подвергаются после окончательного формирования глаза. Ядра корнеагенных клеток обладают умеренной электронной плотностью и имеют равномерно распределенный хроматин и отчетливо выраженное ядрышко (рис. 2, 2).

Под светопреломляющим аппаратом глаза расположен светочувствительный слой, включающий у имаго до 130 зрительных клеток, если судить по числу аксонов в составе зрительного нерва. Зрительные клетки относятся к рабдомерному типу. Они имеют вытянутую форму и расположены преимущественно вдоль оптической оси глаза. По особенностям ультраструктуры зрительные клетки отчетливо подразделены на три основные зоны: дистальную рабдомеронесущую, центральную ядросодержащую и проксимальную — место формирования аксона.

Дистальная зона зрительных клеток преобразована в рабдомеры, состоящие из многочисленных плотноупакованных микровилл длиной 0.8—1.2 мкм и диаметром 60—80 нм (рис. 2, 3, 4; 3, 1). Наличие на поверхности зрительных клеток большого количества микровилл способствует значительному увеличению площади мембран, в которых локализован зрительный пигмент. Микровиллы каждой рецепторной клетки покрывают ее латеральную поверхность и ориентированы в основном перпендикулярно оптической оси глаза. На поперечных срезах через рабдомеры слагающие их микровиллы размещены гексагонально (рис. 3, 2). При столь плотной упаковке на площади в 1 мкм² насчитывается до 250 микровилл. Вместе с тем строгая упорядоченность размещения и ориентации микровилл наблюдается не во всех отделах рабдомера и не во всех зрительных клетках. Латеральные зрительные клетки характеризуются менее упорядоченным размещением микровилл рабдомеров и в плоскости одного поперечного среза через глаз обнаруживаются как параллельно ориентированные к оси глаза микровиллы, так и под разными углами к последней (рис. 3, 3).

Рабдомеры всех зрительных клеток глаза вши формируют обширный рабдом, характеризующийся в целом неупорядоченным размещением отдельных рабдомеров. Однако в ряде областей сетчатки обнаруживаются отдельные отчетливо выраженные ретикулы, объединяющие 2—3 зрительные клетки (рис. 2, 4).

Центральная зона зрительных клеток занята обычными цитоплазматическими органеллами, среди которых имеются митохондрии, пластинчатые и мультивезикулярные тела, мембраны эндоплазматического ретикулума, аппарат Гольджи, микротрубочки, а также многочисленные пигментные гранулы диаметром 0.6—0.8 мкм (рис. 2, 3). Гранулы пигмента локализованы в основном под микровиллами рабдомера, т. е. в центральной и проксимальной областях клетки, а также в зоне формирования аксона. Ядро зрительной клетки имеет диаметр 2.5 мкм и занимает преимущественно базальное положение.

В проксимальной зоне зрительные клетки дают начало аксонам диаметром около 1.5 мкм. В содержимом аксонов имеются митохондрии, пузырьки и микротрубочки (рис. 3, 3). По мере сближения аксонов разных зрительных клеток диаметр первых уменьшается до 0.6—0.8 мкм, что связано с формированием зрительного нерва. Последний покрыт снаружи соединительнотканной оболочкой и содержит крупные шванновские клетки.

Выше уже отмечалось отсутствие в глазу вши специальных пигментных клеток. Вместе с тем светоизоляция отдельных рабдомеров может обеспечиваться пигментными гранулами соседних зрительных клеток. Дело в том, что зрительные клетки лежат в сферической полости и в разной степени продвинуты к роговичной линзе. Светоизоляция сетчатки в целом достигается и за счет хорошо развитых гиподермальных клеток, окружающих рабдомеронесущую область зрительных клеток.

В чем же проявляется своеобразие организации простых глаз вшей по сравнению со сходными органами зрения насекомых других систематических групп, в частности блох? Во-первых, диоптрический аппарат вшей представлен лишь модифицированной кутикулой, в то время как у блох имеется морфологически обособленная роговичная линза; во-вторых, в зрительных клетках вшей имеются пигментные гранулы, отсутствующие у блох; в-третьих, у вшей нет кутикулярной чаши, которая имеется у блох и вмещает все зрительные элементы простого глаза. Ряд признаков указывает на сходство организации простых глаз обеих групп насекомых: это — отсутствие кристаллического конуса и соответственно его формирующих земперовых клеток, а также отсутствие специализированных пигментных клеток.

Вместе с тем простым глазам вши присущи черты более прогрессивной организации, чем сходным органам других гематофагов, например, иксодового клеща *Hyalomma asiaticum*. У последнего микровиллы отходят только от вершин зрительных клеток, а перпендикулярная к лучам света ориентация микровилл достигается расположением самих зрительных клеток (Леонович, 1979). Кроме того, в глазах клеща отсутствуют не только пигментные клетки, но и гранулы пигмента в зрительных клетках.

Исходя из строения простых глаз вшей, можно с полной определенностью говорить о незначительной роли зрения в жизни этих эктопаразитов. Хотя светособирающая способность глаза, по-видимому, высокая (о чем свидетельствует довольно выпуклая линза), отсутствие правильной ретикулярной организации зрительных клеток в пределах всей сетчатки, равно как и отсутствие подводящего световые лучи кристаллического конуса, свидетельствуют о возможно слабом различении вшами деталей оптического окружения. Вместе с тем наличие в зрительных клетках многочисленных гранул пигмента указывает на существование адаптационных механизмов, регулирующих светочувствительность глаза. По аналогии с функциональными возможностями простых глазков других насекомых можно допустить, что глаза вшей служат прежде всего для оценки интенсивности освещения и направления падения света. Это подтверждается и наблюдениями за поведением вшей; они реагируют на степень освещенности, избегая ярко освещенных мест.

Л и т е р а т у р а

- Л е о н о в и ч С. А. Ультраструктура глаз иксодового клеща *Hyalomma asiaticum*. — Зоол. журн., 1979, т. 58, № 3, с. 437—439.
- М а з о х и н - П о р ш н я к о в Г. А. (ред.) Руководство по физиологии органов чувств насекомых. М., изд. МГУ, 1983, с. 155—247.
- М а з о х и н - П о р ш н я к о в Г. А., К а з я к и н а В. И. К морфологии глазков личинки колорадского жука (*Leptinotarsa decemlineata*). — Зоол. журн., 1987, т. 66, № 1, с. 143—147.
- W a c h m a n n E. Das Auge des Hühnerflohs *Ceratophyllus gallinae* (Schrank) (Insecta, Siphonaptera). — Z. Morphol. Tiere, 1972, Bd 73, N 4, S. 315—324.
- W i g g l e s w o r t h V. B. The sensory physiology of the human louse *Pediculus humanus corporis* de Geer. — Parasitology, 1941, vol. 33, N 1, p. 67—109.
- W u n d r i g G. Die Sehorgane der Mallophaga nebst vergleichen den Untersuchungen ein Liposcelliden und Anopluren. — Zool. Jahrb., Abt. Anat., 1936, Bd 62, N 1, S. 45—110.

МГУ

Поступила 21.06.1987

FEATURES OF ULTRASTRUCTURE OF SIMPLE EYES OF THE HUMAN LOUSE PEDICULUS
HUMANUS CORPORIS

S. Yu. Chaika, G. A. Mazokhin-Porshnyakov

S U M M A R Y

The simple eye of the human louse consists of two apparatuses: dioptric and light sensitive. The dioptric apparatus contains only a biconvex lens, which represents local thickening of the cuticle. The eye lacks the cristal cone (Semper cells) and special pigment cells. The light sensitive part of the eye contains about 130 photoreceptory cells. Each photoreceptor has rhabdomere which consists of numerous microvilli. The pigment granules are located only in the photoreceptory cells.

Вклейка к ст. С. Ю. Чайки и др.

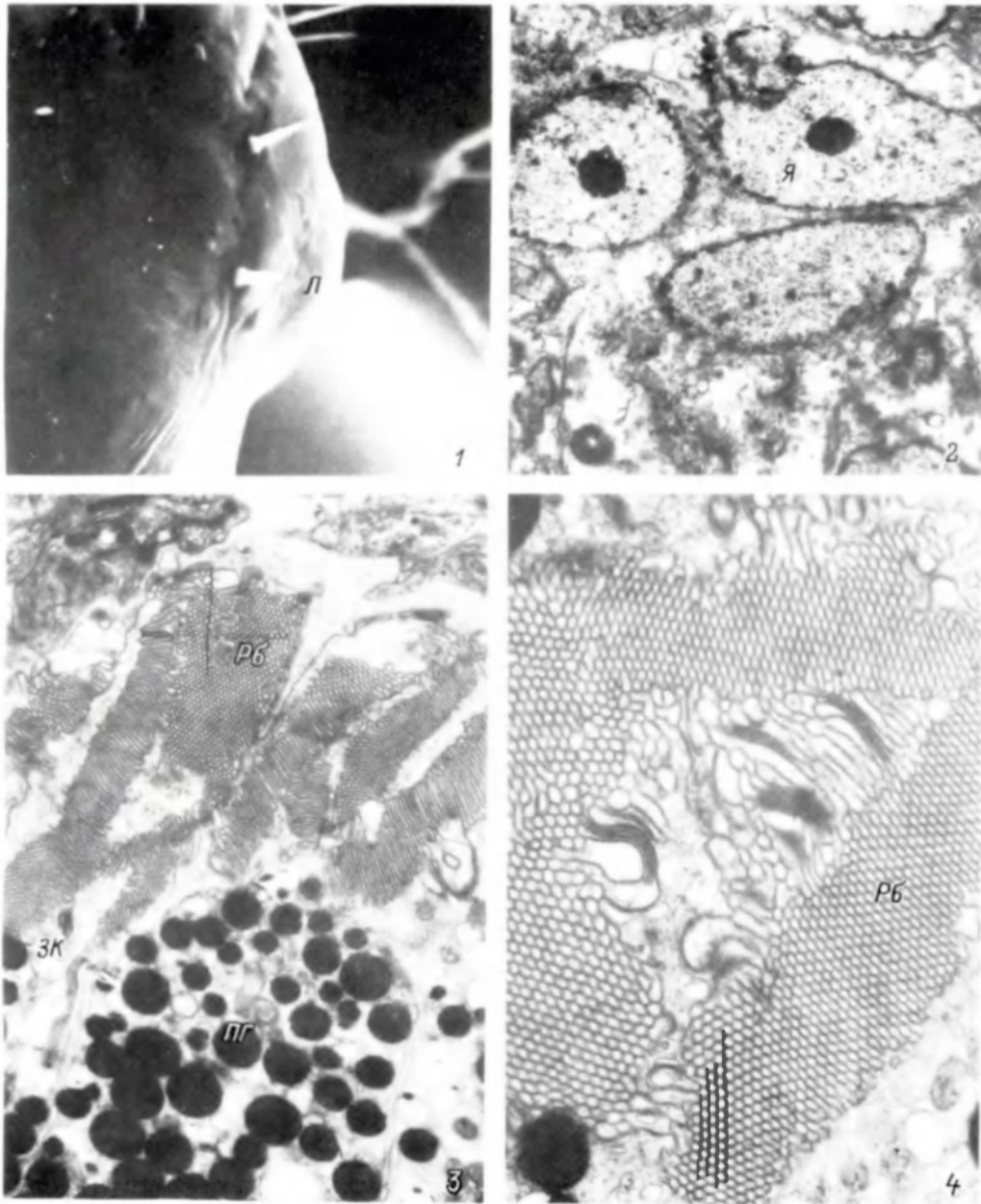


Рис. 2. Ультраструктура глаза вши *Pediculus humanus corporis*.
1 — внешний вид глаза, $\times 500$; 2 — корнегенные клетки, $\times 6000$; 3 — зрительные клетки, $\times 5000$; 4 — рабдомеры зрительных клеток, $\times 10\,000$. Я — ядро.
Остальные обозначения такие же, как на рис. 1.

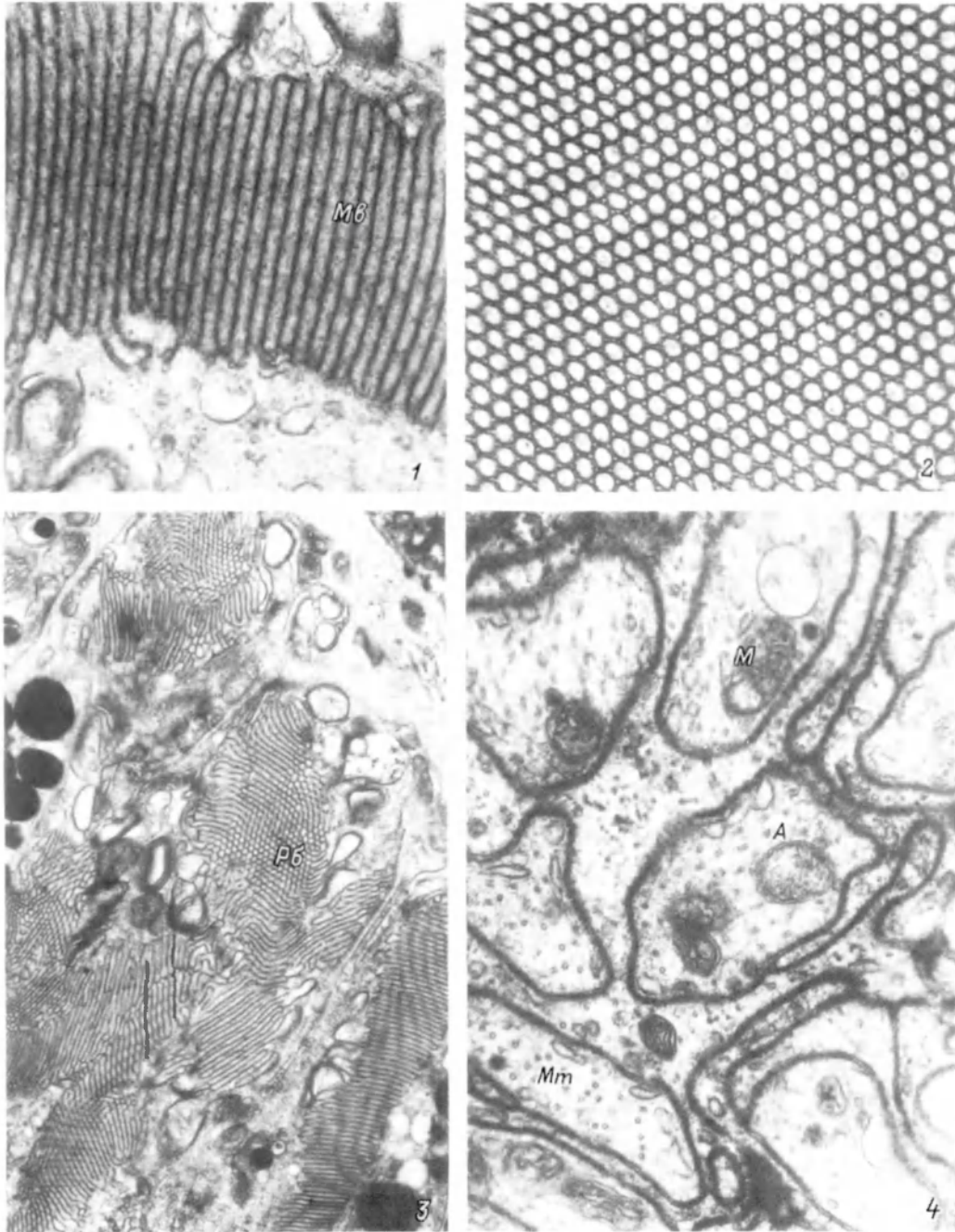


Рис. 3. Ультраструктура глаза вши *Pediculus humanus corporis*.

1 — продольный срез через микровиллы рабдома, $\times 20\ 000$; 2 — поперечный срез через микровиллы, $\times 25\ 000$; 3 — общий вид рабдома, $\times 6000$; 4 — аксоны зрительных клеток, $\times 20\ 000$. М — митохондрии, Mb — микровиллы, Mt — микротрубочки. Остальные обозначения такие же, как на рис. 1.