

СВЕТО- И ЭЛЕКТРОННО-МИКРОСКОПИЧЕСКОЕ
ИССЛЕДОВАНИЕ *PELOMYXA STAGNALIS* SP. N.
(ARCHAMOEBAE, PELOBIONTIDA)

© Л. В. Чистякова,^{1,*} А. О. Фролов²

¹ С.-Петербургский государственный университет
и ² Зоологический институт РАН, Санкт-Петербург;
*электронный адрес: batsnwr@mail.ru

На светооптическом и электронно-микроскопическом уровнях исследовано строение нового вида пеломикс. Длина локомоторных форм *Pelomyxa stagnalis* достигает 800 мкм. Тонкий слой аморфного гликокаликса располагается на поверхности плазмалеммы клеток. Многочисленные нефункционирующие жгутики обнаруживаются преимущественно в уроидальной зоне. Состав микротрубочек аксонем жгутиков нестабилен. В переходной зоне жгутиков каких-либо дополнительных структур не обнаружено. Длина кинетосом жгутиков *P. stagnalis* не превышает 150 нм. От боковой поверхности каждой кинетосомы под небольшим углом к поверхности клетки отходят 15—20 микротрубочек. Одним из основных компонентов цитоплазмы *P. stagnalis* являются структурные вакуоли. Гликогеновые тела в клетках окружены уплощенными цистернами ЭПР, часто заполненными электронно-плотным материалом. В клетках *P. stagnalis* обнаружены два вида прокариотных эндобионтов, различающихся по особенностям своего тонкого строения. Число ядер в клетках взрослых особей *P. stagnalis* может достигать 50 и более. Ядра окружены двуслойной оболочкой, образованной прилежащим к ядерной мембране мультислойным слоем и наружным слоем, состоящим из везикул, часто заполненных электронно-плотным содержимым. Ядрышко обычно одно, расположено в центре. В ядрах, преимущественно в связи с ядрышками, обнаруживаются тельца, образованные переплетающимися электронно-плотными тяжами.

Ключевые слова: пелобиионы, *Pelomyxa stagnalis*, ультраструктура.

Пеломиксы — обладающие жгутиками амебидные протисты — обитают в микроаэробных условиях осадочных илов стоячих и слабoproточных пресных водоемов. До недавнего времени считалось, что род *Pelomyxa* включает в себя единственный вид *P. palustris* (Brugerolle, Patterson, 2002). Во многом это объяснялось широко распространенным в литературе представлением о *P. palustris* как полиморфном организме, обладающем сложным жизненным циклом (Whatley, Chapman-Andresen, 1990). Однако последние исследования тонкого строения и жизненных циклов ряда пеломиксоподобных амёб показали ошибочность этой точки зрения (Frolov et al., 2004; Фролов и др., 2005; Frolov et al., 2005, 2006). Изученные организмы надежно отличались как друг от друга, так и от *P. palustris* по целому комплексу признаков, что послужило основанием для выделения их в качестве самостоятельных видов в рамках рода *Pelomyxa*. В этой работе мы приводим описание еще одного нового вида пеломикс — *P. stagnalis* sp. n.

Материал и методика

Сбор материала проводили в течение летне-осеннего периода 1998, 2002 и 2003 гг. Отбор проб производили в небольших застойных прудах парка Сергиевка (Санкт-Петербург). Кроме того, были исследованы пробы из во-

доемов г. Пиза (Италия), любезно предоставленные С. И. Фокиным. Исследовали пеломикс, изолированных непосредственно из природного материала, при этом стремились предельно ограничить время контакта их клеток с кислородом воздуха. Хотя нам не удалось получить устойчивую лабораторную культуру *P. stagnalis*, тем не менее пеломикс можно было наблюдать длительное время (до 3 мес) в герметично закрытых стеклом солонках, заполненных средой Лозина-Лозинского (Лозина-Лозинский, 1948) с добавлением прокипяченного детрита. Светооптические наблюдения производили с помощью фазово-контрастного и интерференционного микроскопов (оптика Номарского). Для изучения структуры ядер клетки фиксировали жидкостью Буэна и окрашивали железным гематоксилином Гейденгайна.

Для исследования ультраструктуры *P. stagnalis* мы избирательно фиксировали пеломикс, активно передвигающихся по субстрату. Фиксацию осуществляли 4%-ным раствором глутаральдегида на 0.1 М фосфатном буфере (pH 7.4). В процессе фиксации происходило разбавление исходного раствора «культуральной» средой в примерном соотношении 1 : 1. Затем производили постфиксацию клеток в 1%-ном растворе OsO₄ на том же буфере. Обезжелезивание объектов и их заключение в Эпон—Аралдит осуществляли по описанной ранее схеме (Frolov et al., 2004). Для облегчения процедуры получения ультратонких срезов залитые в смолу объекты обрабатывали 10%-ным рас-

твором плавиковой кислоты. Срезы готовили при помощи ультрамикротомы Reichert (Англия) и просматривали на электронном микроскопе Tesla BS-300 (Чехословакия).

Результаты

P. stagnalis обнаружена нами повсеместно на территории Северо-Запада России и, кроме того, в пробах из водоемов г. Пиза (Италия). Пеломиксы встречаются в небольших стоячих и слабопроточных водоемах, дно которых покрыто толстым слоем ила и растительных остатков, преимущественно листового опада, а также в сфагновых мхах. В пробах *P. stagnalis* могут быть обнаружены совместно с другими видами пеломикс, в частности *P. palustris* и *P. corona*. Особи *P. stagnalis* встречаются круглый год, однако в зависимости от сезона изменяется количественное соотношение размерных форм этих пеломикс. Весной и в начале лета чаще встречаются мелкие и средние клетки (до 400 мкм длиной), тогда как в конце лета и осенью — крупные (до 800 мкм и более). Наблюдения в лабораторных условиях показывают, что *P. stagnalis* по сравнению с *P. palustris* более толерантна к аэробным условиям среды.

Световая микроскопия. Форма клеток *P. stagnalis* грушевидная или овальная, обычно уплощенная, хотя крупные пеломиксы могут быть почти круглыми в поперечном сечении (рис. 1, а, б). По бокам клетки часто образуются узкие, иногда ветвящиеся гиалиновые выросты, иногда по периферии клетки видны участки, заполненные гиалоплазмой (рис. 1, в), однако зона гиалоплазмы по периферии клетки не выражена. В задней части клетки, особенно у активно передвигающихся пеломикс, хорошо заметна зона уроида, у крупных клеток обычно приобретающая бульбовидную форму (рис. 1, б). Уроид покрыт многочисленными ветвящимися гиалиновыми вилли, между которыми располагаются короткие неподвижные жгутики. Реже жгутики обнаруживаются на поверхности клетки вне уроидальной зоны. В пробах пеломиксы, как правило, подвижны. Исключением являются крупные формы, диаметр которых превышает 800 мкм. В начале локомоции клетка *P. stagnalis* обычно выпускает широкую гиалиновую лобоподию в предполагаемом направлении перемещения, которая затем достаточно быстро заполняется гранулоплазмой. У активно перемещающихся клеток хорошо заметны направленные вперед равномерные токи основной массы цитоплазмы, при этом тонкий (4—5 мкм) примембранный слой остается практически неподвижным.

Клетки *P. stagnalis*, как правило, имеют зеленоватую или коричневатую окраску, которая обусловлена тем, что в цитоплазме содержатся многочисленные пищеварительные вакуоли, заполненные преимущественно мелкими, достаточно гомогенными частицами детрита (рис. 1, з). Реже в пищеварительных вакуолях могут встречаться крупные куски растительных остатков, домики диатомовых водорослей, песчинки и др. В цитоплазме *P. stagnalis* присутствуют оптически пустые вакуоли, число которых заметно возрастает с увеличением размера клеток пеломикс. Цитоплазма крупных особей (диаметром более 700 мкм) практически полностью вакуолизована (рис. 1, в, з). В пространствах между вакуолями видны многочисленные палочковидные прокариотные эндобионты. Клетки *P. stagnalis* содержат, как правило, 30—50 ядер. У мелких особей число ядер может быть

меньше, встречаются клетки с 5—10 ядрами, однако нам никогда не удавалось наблюдать одно- или двуядерных особей. Ядра везикулярные, их диаметр варьирует от 25 до 30 мкм (рис. 1, з). Ядрышко округлое или неправильной формы, часто с неровным краем, его диаметр составляет 8—10 мкм. Иногда ядрышко состоит из 2—3 неравных по размеру отдельностей. У крупных особей *P. stagnalis* с поверхностью ядер ассоциирован слой мелких, оптически плотных гранул (рис. 1, з). Клеточные деления осуществляются у *P. stagnalis* в форме плазмотомии. В лабораторных условиях мы неоднократно наблюдали этот процесс. Конечными продуктами плазмотомии *P. stagnalis* являются несколько разных по размеру и числу ядер клеток.

Электронная микроскопия. С наружной поверхностью плазмалеммы клеток *P. stagnalis* связан тонкий слой аморфного гликокаликса толщиной 15—20 нм (рис. 2, а, в). В клетках *P. stagnalis* обычно отчетливо выражено деление цитоплазмы на периферическую и центральную зоны, на границе между которыми, однако, не наблюдается каких-либо специальных структур. Периферические слои цитоплазмы свободны от вакуолей и пронизаны многочисленными каналами эндоплазматического ретикула. Значительную часть центральной зоны цитоплазмы занимают электронно-прозрачные, обычно округлые, вакуоли различного диаметра, которые окружены многочисленными везикулами и каналами эндоплазматической сети. В ряде случаев отмечено наличие контакта между такими вакуолями и наружным слоем ядерной оболочки (рис. 3, в). Также многочисленны пищеварительные вакуоли. Гликогеновые тельца округлой формы имеют мелкозернистую структуру (рис. 2, з). Часто они окружены небольшими везикулами, которые имеют электронно-плотное утолщение в форме полумесяца на внутренней стороне мембраны. Кроме того, в цитоплазме *P. stagnalis* обнаружены овальные в поперечном сечении тельца высокой электронной плотности, окруженные мембранами эндоплазматической сети; их размер составляет 8—10 мкм (рис. 2, д). Митохондрий и оформленных диктиосом аппарата Гольджи в цитоплазме *P. stagnalis* не обнаружено.

В цитоплазме *P. stagnalis* обитают два вида бактериальных эндобионтов. Один из них — палочковидные бактерии, длина которых составляет 1.6—1.8 мкм, диаметр в поперечном сечении — 0.3—0.5 мкм (рис. 2, е). В цитоплазме клеток-хозяев эти эндобионты располагаются в индивидуальных вакуолях, образованных одиночной мембраной. Бактерии, принадлежащие ко второму виду, имеют более округлую форму, длина их составляет в среднем 1.7 мкм, диаметр поперечного сечения — 0.8 мкм (рис. 2, е). Бактериоплазма по сравнению с первым видом менее плотная, часто заметен нуклеоид. Данный вид эндобионтов окружен двумя мембранами клетки-хозяина, причем внутренняя мембрана очень плотно прилегает к бактериальной клеточной стенке.

Микротрубочковый цитоскелет *P. stagnalis* представлен многочисленными одиночными микротрубочками, ориентированными в различных направлениях, которые пронизывают всю цитоплазму пеломикс (рис. 2, б). Кроме того, в периферических слоях цитоплазмы выявляются пучки, состоящие из 5—10 рыхло лежащих микротрубочек (рис. 2, в).

От поверхности клетки *P. stagnalis* отходят многочисленные жгутики. Формула строения аксонем жгутиков варьирует в широких пределах, кроме типичной 9+2

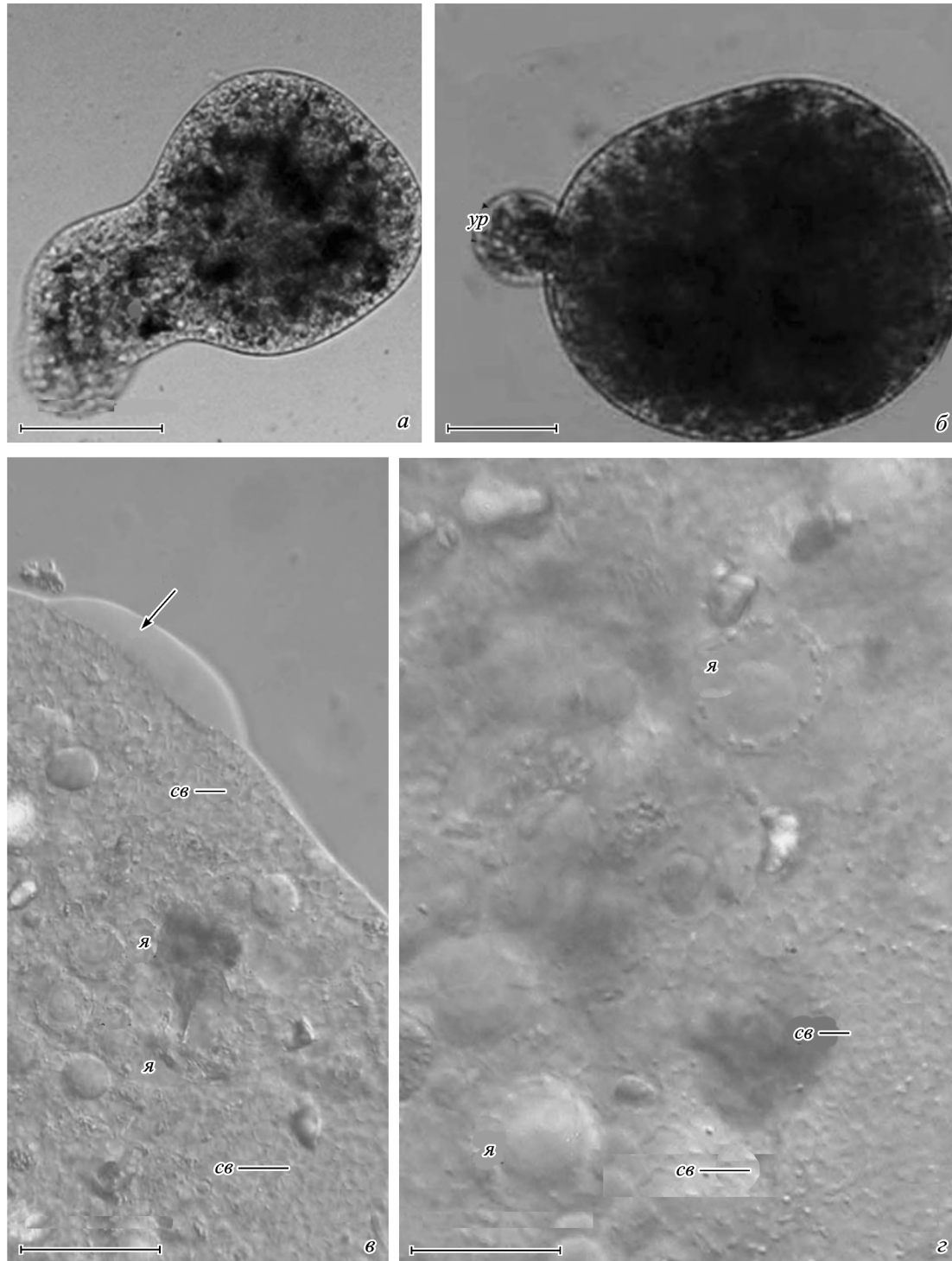


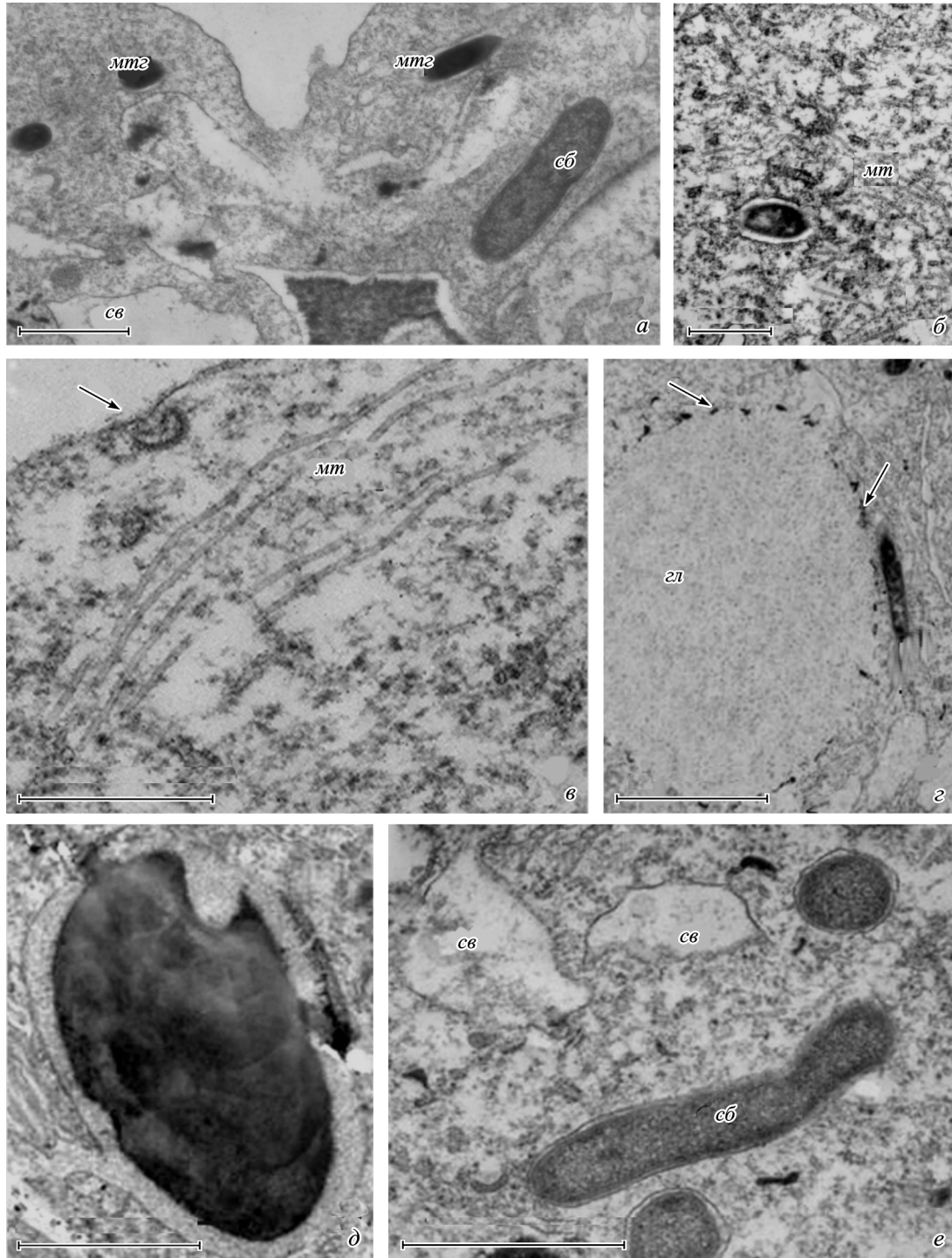
Рис. 1. Строение *Pelomyxa stagnalis*. Световая микроскопия.

a — пеломикса в начале движения; *б* — крупная особь при активной локомоции; *в, г* — детали строения *P. stagnalis* (оптика Номарского); *стрелка* — участки гиалоплазмы. *ур* — уرويد, *я* — ядро, *св* — структурные вакуоли. Масштабные отрезки: 200 (*a, б*), 50 (*в*) и 25 (*г*) мкм.

встречаются такие, как 8+1, 9+0, 9+1 и 10+2 (рис. 3, *в*). Расположенная над поверхностью клетки переходная зона сильно редуцирована, каких-либо дополнительных структур в ней не выявляется. Короткая кинетосома располагается непосредственно под поверхностью клетки, ее длина не превышает 150 нм (рис. 3, *a, б, г*). От латеральной поверхности кинетосомы под небольшим углом к плазмалемме в цитоплазму отходят 15–20 микротрубо-

чек. Большинство из них локализовано в примембранном слое цитоплазмы (рис. 3, *б, д*).

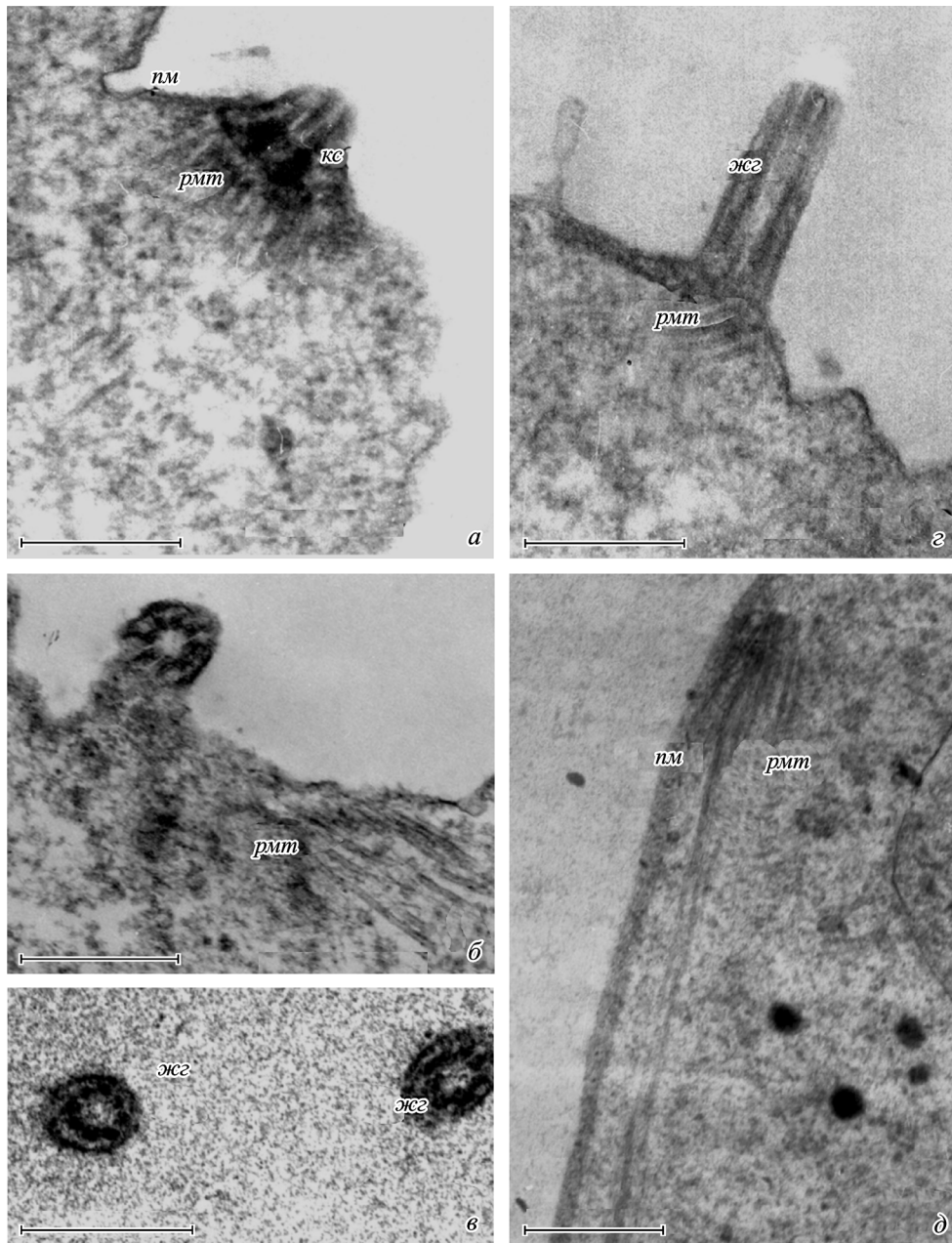
Ядра *P. stagnalis* округлые или овальные, редко неправильной лопастевидной формы, окружены оболочкой, образованной двумя слоями (рис. 4, *б, д*). Непосредственно к ядерной мембране прилегает мультислойный слой толщиной 250–300 нм (рис. 4, *б, д*). Над ним располагается слой прозрачных мелких везикул, которые часто

Рис. 2. Ультраструктура *Pelomyxa stagnalis*.

a, в — периферические участки цитоплазмы и структура поверхности, *стрелкой* указан слой аморфного гликокаликса; *б* — микротрубочки в центральной части клетки; *г* — скопление гликогена, *стрелками* указаны каналы эндоплазматического ретикулума; *д* — электронно-плотные тела в цитоплазме; *е* — эндобионты в цитоплазме *P. stagnalis*. *mt* — микротрубочки, *св* — структурные вакуоли, *гл* — скопление гликогена, *mmg* — метаногены, *сб* — эндобионты, видоспецифичные для *P. stagnalis*. Масштабные отрезки: 0.4 (*a, в*), 2 (*б, г, е*) и 5 (*д*) мкм.

сливаются в достаточно протяженные каналы (рис. 4, *д*). Везикулы, окружающие ядро, могут быть частично или полностью заполнены электронно-плотным материалом, при этом, как правило, чем больше размер клетки, тем больше электронно-плотного материала обнаруживается в везикулах. Ядерная мембрана типичного строения, пронизана многочисленными ядерными порами, в осевой части которых присутствует центральный элемент порового ком-

плекса. Ядрышко одно, реже два, образовано электронно-плотными извитыми переплетающимися тяжами, в ядре занимает, как правило, центральное положение (рис. 4, *а*). В центральной части ядрышка часто обнаруживается округлое тельце, состоящее из тесно переплетенных неподвижных прутьев в корзине из нитей (рис. 4, *в, г*). Очень редко аналогичные структуры обнаруживаются в нуклеоплазме вне ядрышка. В периферической зоне ядра иногда замет-

Рис. 3. Организация жгутикового аппарата *Pelomyxa stagnalis*.

а, б, г — различным образом ориентированные срезы через кинетосому жгутика; *в* — поперечные срезы через жгутик; *д* — пучок радиальных микротрубочек в примембранном слое цитоплазмы. *рмт* — радиальные микротрубочки, *кс* — кинетосома, *жсг* — жгутик, *пм* — плазматическая мембрана. Масштабные отрезки — 0,5 мкм.

ны скопления электронно-плотного материала. Кроме того, вблизи от ядерной мембраны часто лежат небольшие округлые электронно-прозрачные вакуоли (рис. 4, д).

Pelomyxa stagnalis sp. n. Диагноз. Крупная многоядерная пеломикса, длина локомоторных форм может превышать 800 мкм. Форма клетки овальная или грушевидная, урод, если он выражен, имеет бульбовидную форму. При движении токи цитоплазмы равномерные, фонтанирующее движение цитоплазмы на переднем конце клетки не выражено. Преимущественная окраска цитоплазмы зеленовато-коричневая. Число ядер в клетке 30—50. Ядра округлые, размер ядер 25—30 мкм, часто окружены каймой из оптически плотных гранул. Ядрышко центральное, чаще цельное, округлое, иногда состоящее

из 2—3 долей неправильной формы. В цитоплазме встречаются два вида палочковидных бактериальных эндобионтов. С базальным телом жгутика связаны 15—20 микротрубочек, рыхло залегающих под небольшим углом к поверхности клетки.

Местообитание и особенности поведения. Обитают в илах прибрежной зоны стоячих и слабопроточных пресных водоемов и в сфагновых болотах. Питаются мелкими частицами детрита в основном растительного происхождения, минеральные включения в цитоплазме встречаются нерегулярно.

Дифференциальный диагноз. От *P. palustris*, *P. corona*, *P. binucleata*, *P. prima* и *P. gruberi* четко отличается организацией и числом ядер.

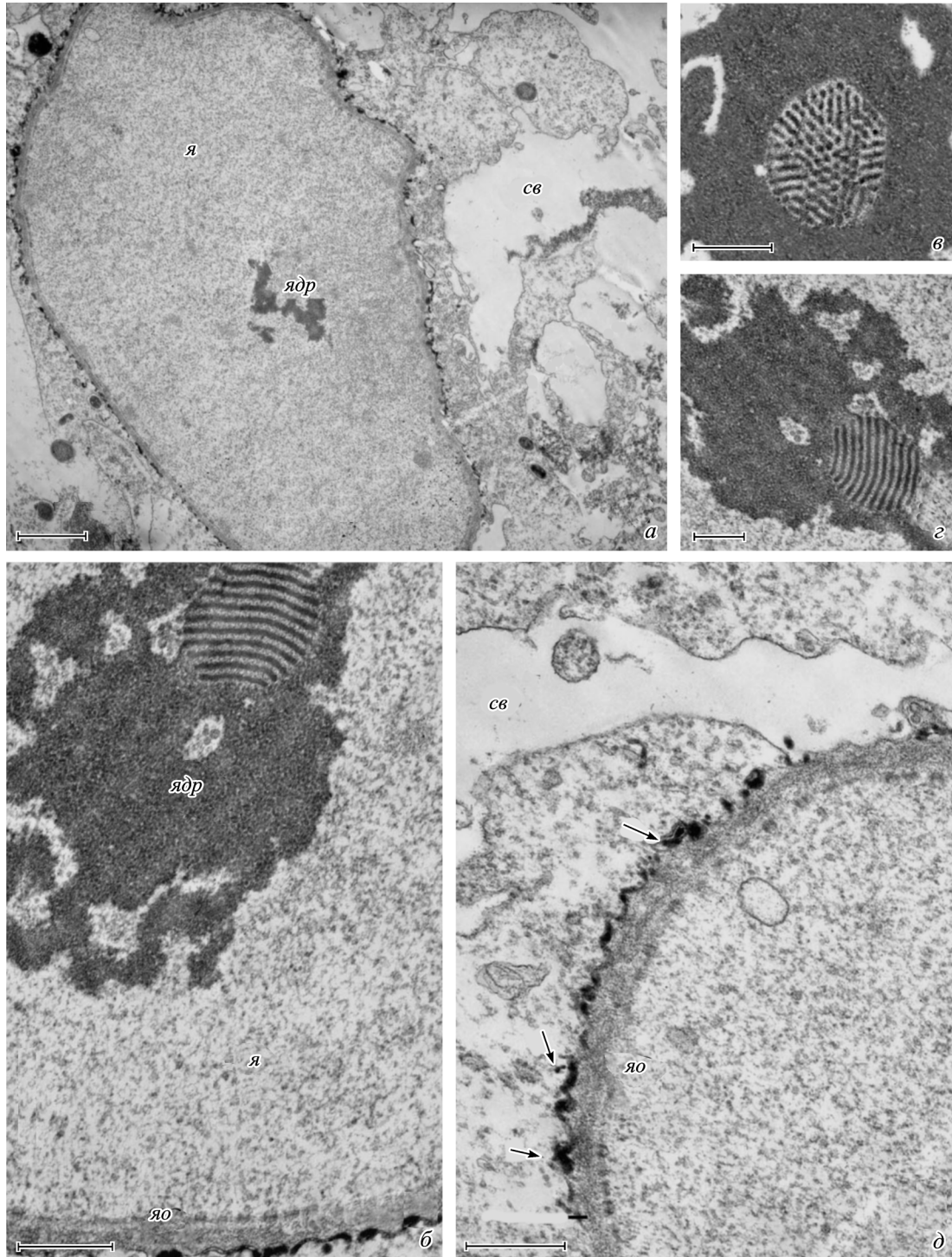


Рис. 4. Строение ядер *Pelomyxa stagnalis*.

а — ядро при небольшом увеличении; *б, д* — различные участки ядра, *стрелками* показаны везикулы, окружающие ядро; *в, г* — ядерные тельца. *я* — ядро, *ядр* — ядрышко, *яо* — оболочка ядра, *св* — структурные вакуоли. Масштабные отрезки: 4 (*а*) и 0.5 (*б—д*) мкм.

Обсуждение

В настоящее время род *Pelomyxa* включает в себя 5 номинальных видов: *P. prima* (Gruber, 1884), *P. corona* Frolov et al., 2004, *P. binucleata* (Gruber, 1884), *P. gruberi* Frolov et al., 2006 и *P. palustris* Greeff, 1874. Сравнительно-морфологический анализ позволил ранее выявить ряд диагностически значимых признаков, которые могут

быть использованы в систематике пеломикс (Frolov et al., 2005). К ним относятся, в частности, особенности организации покровов, жгутикового аппарата, число и структура ядер, состав бактериальных эндобионтов. В ряде случаев существенными при определении видов пеломикс могут оказаться и такие признаки, как например размер и окраска клеток, способность амёб к формированию псевдоподий, плотность распределения структурных вакуолей,

различия в строении гликогеновых телец, пищевая специализация, и целый ряд более частных признаков.

P. stagnalis характеризуется достаточно крупными размерами (до 800 мкм в длину) и по этому признаку близка к типовому виду *P. palustris*. Все остальные известные виды пеломикс представлены организмами средних размеров, длина взрослых особей которых не превышает 500 мкм. На светооптическом уровне *P. stagnalis* и *P. palustris* различаются по строению ядер (везикулярные и гранулярные соответственно). В меньшей степени различия касаются формы клеток при локомоции. При активном направленном движении клетки *P. palustris* принимают более уплощенную форму с выраженной гиалиновой каймой по периферии и часто — с заметным фонтанирующим током цитоплазмы в передней части клетки, чего никогда не наблюдается у *P. stagnalis*.

На поверхности клеток *P. stagnalis* располагается тонкий слой аморфного гликокаликса. Гликокаликс подобно строению характерен также для *P. palustris* и *P. binucleata*, в то время как у остальных описанных к настоящему времени пеломикс надмембранный слой значительно толще и, как правило, формируется за счет гликостилеподобных структур (Griffin, 1988; Frolov et al., 2004, 2005; Фролов и др., 2005).

Для большинства видов, в настоящее время включаемых в состав рода *Pelomyxa* (за исключением *P. binucleata* и *P. gruberi*), характерно наличие в цитоплазме значительного числа структурных вакуолей и связанных с ними каналов и везикул различного размера. По всей вероятности, данный комплекс мембранных структур представляет собой один из вариантов организации эндоплазматического ретикулума (Гудков, Серавин, 1991). Нужно, однако, отметить, что у *P. stagnalis* вакуолярная система в достаточной степени выражена только у крупных клеток, диаметр которых превышает 200 мкм, в то время как у *P. palustris*, а также *P. prima* и *P. corona* степень вакуолизации цитоплазмы не зависит от размеров клеток.

В цитоплазме *P. stagnalis* имеется множество гликогеновых телец, которые окружены везикулами различного размера. Гликогеновые зерна окружены плоскими цистернами эндоплазматического ретикулума у *P. corona*, тогда как для большинства других видов пеломикс характерно отсутствие каких-либо мембранных элементов вокруг гликогеновых телец (Frolov et al., 2004, 2005; Фролов и др., 2005), а у *P. gruberi* оформленных зерен гликогена в цитоплазме вообще не обнаружено (Frolov et al., 2006). Мы предполагаем, что обнаруженные в цитоплазме *P. stagnalis* электронно-плотные тельца эллипсоидной формы, окруженные мембранами эндоплазматической сети, также представляют собой один из вариантов организации запасных питательных веществ.

Наличие в цитоплазме бактериальных эндоситобионтов свойственно многим одноклеточным организмам, обитающим в среде с пониженным содержанием кислорода (Fenchel, Finlay, 1995). В цитоплазме пеломикс обычно одновременно присутствует 1 или 2 вида метаногенов, а также бактерии (называемые large-type), отличительной особенностью которых является наличие глубокого впаивания клеточной стенки (Van Bruggen et al., 1985, 1988). В клетках *P. stagnalis* нами обнаружены два вида бактериальных эндоситобионтов. Один из них — мелкие палочковидные бактерии с плотной бактериоплазмой, по своему строению идентичные *Methanobacterium formicicum*, виду, который как эндоситобионт широко распространен у анаэробных протистов, в том числе и у пелобийонтов

(см., например: Van Bruggen et al., 1983). Принадлежность второго вида бактериальных эндоситобионтов, впервые обнаруженного нами у *P. stagnalis*, на основании морфологических признаков, имеющихся в нашем распоряжении, пока определить не удалось. *P. stagnalis* оказался первым исследованным видом пеломикс, у которого отсутствуют бактерии типа large-type, наличие которых считалось характерным признаком представителей рода *Pelomyxa* (Griffin, 1988; Whatley, Chapman-Andresen, 1990).

Для *P. stagnalis*, так же как и для большинства других пеломикс (кроме *P. binucleata* и *P. corona*), характерно наличие более или менее развитого микротрубочкового цитоскелета. В толще цитоплазмы обнаруживаются многочисленные одиночные микротрубочки, ориентированные в различных направлениях. Кроме того, в примембранных слоях цитоплазмы часто располагаются пучки из 5—10 рыхло лежащих микротрубочек. Однако пучков плотно прилегающих друг к другу микротрубочек, связанных филаментозными мостиками, подобных обнаруженным у *P. prima*, у *P. stagnalis* найдено не было.

Состав микротрубочек аксонемы жгутиков *P. stagnalis* варьирует в широких пределах. Вариабельность организации аксонемы характерна для всех известных представителей рода *Pelomyxa* и предположительно связана с нефункционирующим состоянием жгутиков у этих протистов (Серавин, Гудков, 1987; Griffin, 1988; Гудков, 1989; Frolov et al., 2005).

Базальная часть жгутика *P. stagnalis* представлена одиночной кинетосомой, которая располагается непосредственно под поверхностью клетки. От кинетосомы в цитоплазму под небольшим углом к поверхности клетки отходят немногочисленные радиальные микротрубочки. Базальная часть жгутика *P. stagnalis* обладает большим сходством с кинетосомами *P. palustris* и *P. binucleata* (Серавин, Гудков, 1987; Гудков, 1989; Frolov et al., 2005). Эти три вида на данном этапе могут быть объединены в группу пеломикс, обладающих короткими (100—200 нм) кинетосомами с недифференцированной корешковой системой. Напротив, такие виды, как *P. prima* и *P. gruberi*, представлены организмами, жгутики которых обладают длинными (до 1.2 мкм) кинетосомами, ассоциированными как минимум с двумя четко дифференцируемыми корешками, образованными микротрубочками (Griffin, 1988; Фролов и др., 2005; Frolov et al., 2006).

Для *P. stagnalis* характерен своеобразный способ организации ядерного аппарата. У этого вида пеломикс ядра окружены двуслойной оболочкой, которая состоит из прилежащего к ядерной мембране мультиламеллярного слоя и наружного слоя, образованного везикулами, часто заполненными электронно-плотным материалом. Наличие дополнительной ядерной оболочки в настоящее время обнаружено только у *P. binucleata*, однако в этом случае она образована одним, мультиламеллярным, слоем (Frolov et al., 2005). У *P. stagnalis* ядрышко занимает в ядре центральное положение, что среди пеломикс характерно только для ядер *P. prima* и *P. gruberi*. Отличительной чертой ядрышек *P. stagnalis* является наличие в них телец округлой формы, сформированных многочисленными переплетающимися электронно-плотными фибриллами. Тельца такого типа имеют структурное сходство с тельцами Кахала многоклеточных и их аналогами у инфузорий (Чистякова и др., 2005).

Анализ полученных результатов показывает, что *P. stagnalis* несомненно является типичным представителем многожгутиковых пелобийонтов, объединяемых в на-

стоящее время в род *Pelomyxa*. Однако этот организм характеризуется уникальным набором морфологических признаков, что и позволяет нам рассматривать *P. stagnalis* в качестве самостоятельного вида в составе данного рода.

Авторы искренне признательны С. И. Фокину за предоставление проб из водоемов г. Пиза (Италия).

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект 05-04-48166).

Список литературы

Гудков А. В. 1989. Ультраструктура гигантской амёбы *Pelomyxa palustris*. I. Цитоплазматические микротрубочки, центриолы и жгутики. Сравнительно-морфологический анализ организации. Цитология. 31 (4) : 371—379.

Гудков А. В., Серавин Л. Н. 1991. Ультраструктура гигантской амёбы *Pelomyxa palustris*. III. Вакуолярная система: ее природа, организация и функциональное значение. Цитология. 33 (9) : 17—25.

Лозина-Лозинский Л. К. 1948. Влияние солей на холодоустойчивость инфузорий и причины смерти при охлаждении. Журн. общ. биол. 9 (6) : С. 441—453.

Серавин Л. Н., Гудков А. В. 1987. Жгутики пресноводной амёбы *Pelomyxa palustris*. Цитология. 29 (7) : 721—724.

Фролов А. О., Чистякова Л. В., Мальшева М. Н., Гудков А. В. 2005. Свето- и электронно-микроскопическое исследование *Pelomyxa prima* Gruber, 1884 (Pelobiontida). Цитология. 47(1) : 89—99.

Чистякова Л. В., Скарлато С. О., Сабанеева Е. В., Фролов А. О., Гудков А. В. 2005. Структурная организация ядерного

аппарата амебидного протиста *Pelomyxa stagnalis* (Peloflagellata, Pelobiontida). Цитология. 47 (10) : 832.

Brugerolle G., Patterson D. 2002. Order Pelobiontida Page 1976. In: An illustrated guide to the protozoa. Vol. II. Lawrence: Allen Press. 1097—1103.

Fenchel T., Finlay B. G. 1995. Ecology and evolution in anoxic worlds. Oxford: Univ. Press. 330 p.

Frolov A. O., Chystjakova L. V., Goodkov A. V. 2004. A new pelobiont protist *Pelomyxa corona* sp. n. (Peloflagellata, Pelobiontida). Protistology. 3 : 233—241.

Frolov A., Chystjakova L., Goodkov A. 2005. A light- and electron-microscopical study of *Pelomyxa binucleata* (Gruber, 1884) (Peloflagellata, Pelobiontida). Protistology. 4 : 57—73.

Frolov A., Goodkov A., Chystjakova L., Skarlato S. 2006. Structure and development of *Pelomyxa gruberi* sp. n. (Peloflagellata, Pelobiontida). Protistology. 4 : 227—244.

Griffin J. L. 1988. Fine structure and taxonomic position of the giant amoeboid flagellate *Pelomyxa palustris*. J. Protozool. 35, 300—315.

Van Bruggen J. J. A., Stumm C. K., Vogels G. D. 1983. Symbiosis of metanogenic bacteria and sapropelic protozoa. Arch. Microbiol. 136 : 89—95.

Van Bruggen J. J. A., Stumm C. K., Zwart K. B., Vogels G. D. 1985. Endosymbiotic metanogenic bacteria of the sapropelic amoeba *Mastigella*. FEMS Microbiol. Ecol. 31 : 187—192.

Van Bruggen J. J. A., van Rens G. L. M., Geertman E. G. M., Stumm C. K., Zwart K. B., Vogels G. D. 1988. Isolation of a metanogenic endosymbiont of the sapropelic amoeba *Pelomyxa palustris* Greeff. J. Protozool. 35 : 20—23.

Whatley J. M., Chapman-Andresen C. 1990. Phylum Karyoblastea. In: Handbook of Protoctista. Boston: Jones and Bartlett Publ. 167—185.

Поступила 3 II 2010

LIGHT- AND ELECTRON-MICROSCOPICAL STUDY OF *PELOMYXA STAGNALIS* SP. N. (ARCHAMOEBAE, PELOBIONTIDA)

L. V. Chystjakova,^{1,*} A. O. Frolov²

¹ St. Petersburg State University and ² Zoological Institute RAS, St. Petersburg;

* e-mail: batsnwr@mail.ru

The structure of a new pelomyxa species was investigated with the use of light- and electron-microscope technique. Motile individuals reach 800 µm in length. There is a thin layer of amorphous glycocalyx on the cell surface. Many non-motile flagellae are found mainly in the uroidal zone. The axoneme has a non-stable set of microtubules. There are no any special elements in the transition zone. A short kinetosome is about 150 nm long. A bundle of 15—20 microtubules starts from the one side of kinetosome and pass below the cell surface. Structure vacuoles are one of the main cytoplasm components of *Pelomyxa stagnalis*. Glycogen bodies are surrounded with flattened reticulum cisterns often containing electron-dense material. Two morphological distinct species if prokaryote endobionts were found in the cells of *P. stagnalis*. The number of nuclei in the cells of *P. stagnalis* reaches 50 or more. The nuclei are rounded by a two-layer envelope including a multilaminar layer and outer layer, which is formed by small vesicles often containing electron-dense material. One nucleolus is situated at the center of a nucleus. In the nuclei, often in connection with the nucleolus, there are bodies formed by electron-dense threads.

Key words: pelobionts, *Pelomyxa stagnalis*, ultrastructure.