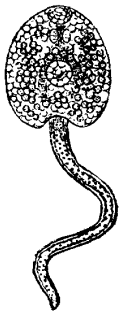
ISSN 2312-2579

Российский государственный педагогический университет
имени А. И. Герцена

Функциональная морфология,



экология и жизненные циклы животных

Научные труды кафедры зоологии

ТОМ 13

№ 1

Санкт-Петербург
2013

Печатается по решению кафедры зоологии
Российского государственного педагогического
университета имени А.И.Герцена

Функциональная морфология, экология и жизненные циклы животных. Сборник научных трудов кафедры зоологии РГПУ им. А. И. Герцена. Т. 13. № 1 // СПб: ТЕССА, 2013. — 96 с.

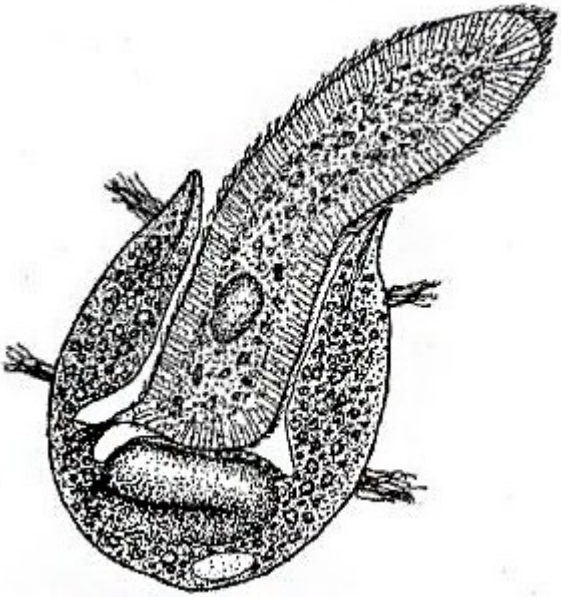
ISSN 2312-2579

Настоящее издание представляет продолжение публикаций результатов научных исследований, выполненных на кафедре зоологии РГПУ им. А. И. Герцена. Статьи преподавателей, студентов и аспирантов кафедры, включенные в настоящее издание, посвящены биологии, экологии, систематике и жизненным циклам животных разных систематических групп.

Сборник рассчитан на широкий круг биологов, преподавателей дисциплин биологического цикла, аспирантов и студентов биологических факультетов.

Редакционная коллегия:
М. А. Гвоздев, Г. Л. Атаев, П. С. Горбунов, П. В. Озерский, Ю. А. Дурнев

ISSN 2312-2579 © Авторы, 2013



Протистология

УДК 593.17

СРАВНИТЕЛЬНО-МОРФОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ РОДА *BALANTIDIUM* CLAPAREDE & LACHMANN, 1858 ИЗ РЫБ И АМФИБИЙ

О. А. Корнилова, Л. В. Чистякова

Ключевые слова: *Balantidium*; сравнительная морфология; систематика.

Систематика рода *Balantidium* основана преимущественно на морфометрических данных. Действительно, как показывает сравнительный анализ, использование совокупности таких признаков, как размеры клетки и макронуклеуса, позволяют вполне достоверно определять видовую принадлежность балантидиумов (Корнилова и др., 2014, в печати). К сожалению, не все первоописания содержат необходимые данные морфометрии, позволяющие сделать однозначный вывод о том, что исследованная инфузория представляет собой валидный вид в составе рода *Balantidium*. В связи с этим важным представляется проведение сравнительного анализа, который позволил бы выявить все возможные специфические морфологические признаки отдельных видов балантидиумов и, таким образом, уточнить видовой состав данного рода.

В настоящей статье представлены результаты сравнительно-морфологического анализа представителей рода *Balantidium* — эндобионтов рыб и амфибий. Поскольку к настоящему времени на электронно-микроскопическом уровне исследовано только пять видов балантидиумов (из более 50) (Puytorac, Grain, 1965; Paulin, Krascheninnikov, 1973; Guinea et al., 1992; Grim, 1993; Grim, Buonanno, 2009), в основном для анализа были использованы данные световой микроскопии. Мы выявили несколько групп признаков, которые в некоторых случаях могут быть использованы для видовой дифференцировки балантидиид.

1. ***Форма клетки***. Как правило, форма клетки балантидиумов вполне может быть охарактеризована при помощи данных морфометрии. Такие определения, как овальная, яйцевидная, веретеновидная и т.п. форма, не могут считаться надежными, поскольку часто изменяются в зависимости от физиологического состояния инфузории. В некоторых случаях, однако, форма клетки является хорошим дифференциальным признаком. Так, у *B. polyvacuolum* и *B. semilabeoi* дорзальная сторона в значительной степени выпуклая, вентральная — уплощенная, на вентральной поверхности имеется вогнутый участок, напоминающий присоску, так называемая эндоплазматическая пластинка (Li et al., 2009). Подобная «присоска» обнаруживается и у *B. duodeni,* который имеет уплощенную форму (Stein, 1867). Сильно вытянутая форма клетки отмечается у *B. ganapatii, B.gracilis, B. sushilii* (Bezzenberger, 1904; Bhatia, 1936; Shete, Krishnamurthy, 1984).

2. Детали строения поверхности клетки. Поверхность клетки балантидиумов покрыта равномерно расположенными рядами соматических кинет, между которыми располагаются более или менее выраженные пелликулярные гребни (Puytorac, Grain, 1965; Paulin, Krascheninnikov, 1973; Guinea et al., 1992; Grim, 1993;

Li et al., 2007, 2008, 2009; Grim, Buonanno, 2009). Для ряда видов балантидиумов (*B. elongatum, B.entozoon, B. jocularum, B. macrodextroral, B. zebrascopi*) отмечено наличие так называемого поля Вильнев-Брашон (Grim, Buonanno, 2009). Оно представляет собой совокупность из нескольких кинетид с короткими тесно сближенными ресничками, которые располагаются справа от вестибулюма. Справа от вестибулюма у многих балантидиумов также имеется несколько коротких кинетид (см., например, Grim, 1989, 1992; Grim et al., 2002). В описаниях *B. kirby* и *B. xenopi* указано на такую специфическую особенность строения, как длинные тонкие «иглы» на поверхности в передней части клетки справа от вестибулюма (рис. 1) (Rodriguez, 1939; Puytorac, Grain, 1965).

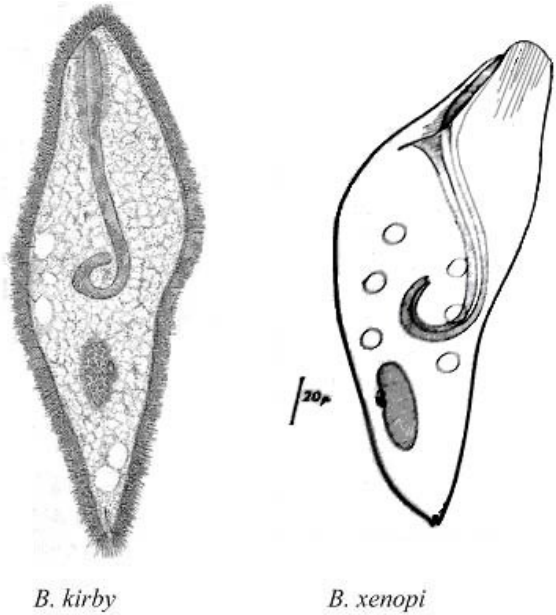
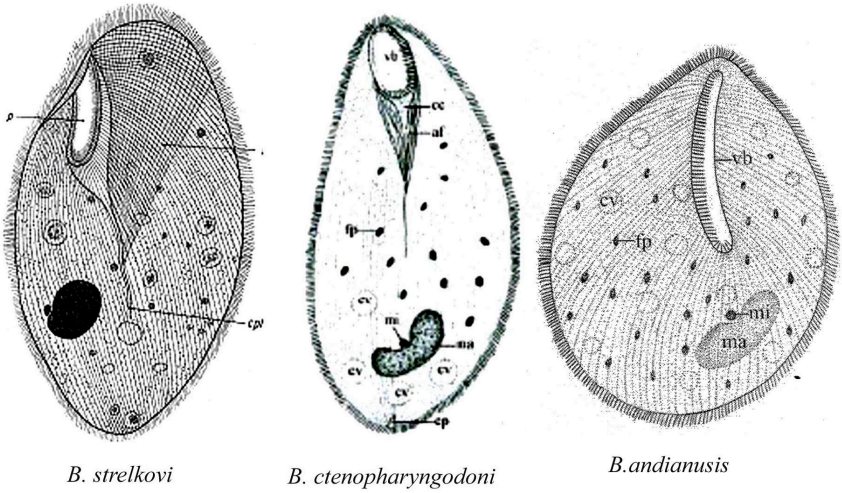


Рис. 1. Строение поверхности клетки *B. kirby*, *B. xenopi*

3. Организация вестибулюма. Вестибулюм у балантидиумов располагается на переднем конце клетки, антеровентрально или на вентральной поверхности. Одним из важных дифференциальных признаков видов рода *Balantidium* является соотношение длины клетки к длине вестибулюма. Оральные кинетиды, как правило, являются непосредственным продолжением соматических, или между ними наблюдается разрыв, как у *B. elongatum* (Grim, Buonanno, 2009). Кинетиды располагаются вокруг рта равномерно, или цитостом окружен ресничками лишь частично, как у *B. entozoon* (Grim, Buonanno, 2009). Реснички, окаймляющие цитостом, обычно длиннее, чем соматические. Для некоторых видов (*B. giganteum*, *B. kirby, B. sushilii*) отмечено наличие мембранелл на левой стороне вестибулюма, однако,

по мнению некоторых авторов, это просто ряды тесно прилегающих друг к другу ресничек (Bezzenberger, 1904; Bhatia, 1936; Rodriguez, 1939; Янковский, 2007). Мембранеллы вообще не характерны для трихостоматид (Lynn, 2008). У *B. vanensis* описано наличие морфологически выраженных пелликулярных «губ» вокруг вестибулюма (Senler, Yildis, 2000).

4. Особенности строения цитоплазмы. Цитоплазма балантидиумов обычно содержит многочисленные включения крахмала, или амилопектина. Хорошим отличительным признаком для некоторых видов (например, *B. polyvacuolum, B. andianusis)* могут служить многочисленные (более 10) сократительные вакуоли (Li et al., 2008, 2009). Для целого ряда балантидиумов, как из рыб (*B. ctenopharyngodoni, B. polyvacuolum, B. fulinensis, B. strelkovi*), так и из амфибий (*B. sinenesis, B. tylotritonis, B. sushilii, B.kirby, B. honghuensis*), была описана структура, напоминающая корзину, располагающаяся в передней части клетки и, по крайней мере в некоторых случаях, связанная с вестибулюмом (рис. 2) (На, 1971; Li et al., 2007, 2008, 2009 и др.).



B. strelkovi *B. ctenopharyngodoni* *B.andianusis*

Рис. 2. Детали строения цитоплазмы балантидиумов

По всей видимости, эта «корзина» сформирована микротрубочками (вероятно, являющимися продолжением элементов кортикального скелета) и служит для поддержания формы вестибулюма. По имеющимся в литературе данным, у представителей п/кл Trichostomatida (к которым относятся и балантидииды), цитофарингальная корзина образована ретроцилиарными фибриллами, или немадесмами (Noirot-Timothee, 1960, Grain, 1994) что может считаться одним из диагностических признаков этого подкласса. Подобная структура достаточно хорошо развита у ряда семейств трихостоматид, особенно у Protohallidae (Lynn, 2008).

В последние годы все более очевидной становится необходимость таксономи-

ческой ревизии рода *Balantidium.* По результатам молекулярно-генетического анализа по последовательностям гена 18S РНК, балантидиумы формируют на филогенетическом дереве три отдельные клады, образованные видами — эндобионтами млекопитающих и птиц, *B. entozoon* и *B. ctenopharyngodoni*, соответственно (Ponce-Gordo et al., 2008, 2011; Pomajbirkovar et al., 2013). Хотя база молекулярных данных по представителям рода *Balantidium* к настоящему времени еще невелика, уже сейчас мы можем сделать предположение о совместной эволюции партнеров в системе паразит-хозяин для данной группы эндобионтных инфузорий. В этом случае виды, в настоящее время относящиеся к одному роду *Balantidium*, будут формировать по меньшей мере три таксономические группы (ранг которых пока неясен), в зависимости от систематического положения организмов-хозяев (а именно, эндобионты теплокровных позвоночных, амфибий и рыб). К сожалению, пока не удается выявить морфологические признаки, которые являлись бы маркерами для данных таксонов.

Если обратиться к истории вопроса, то на гетерогенность рода *Balantidium* указывал еще Янковский (2007) в своем систематическом обзоре. Этот автор сохранил в составе данного рода только типовой вид *B. entozoon*. В соответствии с определенными особенностями строения, вид *B. duodeni* был выделен в род *Balantidiopsis* (имеется присоска на вентральной стороне клетки), виды *B. sushilii, B. gracilis* — в род *Dilleria* (характеризуются резко удлиненной формой тела), виды *B. kirby, B. xenopi* — в род *Paranyctotherus* (на основании специфических особенностей строения глотки и клеточной поверхности). Все остальные виды рода *Balantidium* были включены автором в состав рода *Balantioides* (Янковский, 2007).

Грим предложил в качестве ведущего дифференциального признака для рода *Balantidium* использовать наличие поля Вильнев-Брашон (Grim, Buonanno, 2009). По нашему мнению, такой диагноз не вполне удачен, поскольку, с одной стороны, данная структура была обнаружена у балантидиумов — эндобионтов как рыб, так и амфибий и млекопитающих. С другой стороны, поле Вильнев-Брашон не было выявлено у части видов инфузорий, очевидно, морфологически сходных друг с другом и обитающих в близкородственных позвоночных-хозяевах. Так, например, среди балантидиумов из рыб-хирургов поле Вильнев-Брашон было обнаружено у *B. macrodextroral* и *B. jocularum,* но не у *B. prionurum* и *B. zebrascopi* (Grim, 1985, 1992, 1993; Grim et al., 2002).

Чешские коллеги, выделяя балантидиумов из теплокровных в отдельный род *Neobalantidium*, в качестве возможного дифференциального признака указывали на наличие цист у этих инфузорий, в отличие от балантидиумов из других хозяев (Pomajbirkovar et al., 2013). Однако цисты были обнаружены, к примеру, и у *B. ctenopharyngodoni* (Li et al., 2007). По нашему мнению, безусловно, из состава рода *Balantidium* должны быть выведены виды *B. kirby, B. xenopi* в соответствии с мнением Янковского. Кроме того, интересно отметить сходство в строении *B. duodeni* (из амфибий) и *B. polyvacuolum* (из рыб). Наличие присоски на вентральной стороне у этих инфузорий, предположительно, может свидетельствовать о параллель-

ной эволюции балантидиумов из разных групп позвоночных-хозяев, направленной на адаптацию к обитанию в просвете кишечника.

В целом, для таксономической ревизии рода *Balantidium*, и, в том числе, проверки гипотезы о независимой эволюции балантидиумов из рыб, амфибий и теплокровных необходимо всестороннее комплексное изучение нескольких видов инфузорий из каждой систематической группы хозяев. При этом, по крайней мере на первых этапах исследования, ведущую роль при построении системы балантидиид будут играть молекулярно-генетические данные.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект 12-04-00767-а), с использованием оборудования ресурсного центра СПбГУ «Культивирование микроорганизмов».

ЛИТЕРАТУРА

Корнилова О. А., Чистякова Л. В., Ягунова Е. Б., 2014 (в печати). Виды рода *Balantidium* из рыб и амфибий: данные морфометрии.

Янковский А. В., 2007. Тип Ciliophora Doflein, 1901 — Инфузории. Систематический обзор // Протисты. Ч.2. СПб.: Наука. С. 415—977.

Bezzenberger E., 1904. Über Infusorien aus asiatischen Anuren // Arch. Protistenkd. Bd. 3. S. 138—174

Bhatia B. L., 1936. Fauna of British India, Protozoa: Ciliophora. London: Taylor and Francis. 493 p.

Grain J., 1994. Class Vestibuliferea de Puytorac et al., 1974 // P. Grasse, P. de Puytorac (Eds.). Traite de Zoologie: Infusories Cilies. Paris: Masson. Vol. 2. № 2. P. 311—379.

Grim J. N., 1985. *Balantidium prionurium* n. sp., symbiont in the intestine of the surgeonfish, *Prionurus punctatus* // J. Protozool. Vol. 32. № 4. P. 587—588.

Grim J. N., 1989. The vestibuliferan ciliate *Balantidium acanthuri*, n. sp. from two species of the surgeonfish, genus *Acanthurus* // Arch. Protistenkd. Vol. 137. P. 157—160.

Grim J. N., 1992. Description of two sympatric and phylogenetically diverse ciliated protozoa, *Balantidium zebrascopi*, n. sp. and *Paracichlidotherus leeuwenhoeki*, n. gen., n. sp., symbionts in the intestines of the surgeonfish, *Zebrasoma scopas* // Trans. Am. Microsc. Soc. Vol. 111. № 2. P. 149—157.

Grim J. N., 1993. Description of somatic kineties and vestibular organization of *Balantidium jocularum* sp. n., possible taxonomic implications for the class Litostomatea and the genus *Balantidium* //Acta Protozool. Vol. 32. P. 37—45.

Grim J. N., Clements K. D., Byfield T., 2002. New species of *Balantidium* and *Paracichlidotherus* (Ciliophora) inhabiting the intestines of four surgeonfish species from the Tuvalu Islands, Pacific Ocean // J. Eukaryot. Microbiol. Vol. 49. № 2. P. 146—153.

Grim J. N., Buonanno F., 2009. A re-desription of the ciliate genus and type species, *Balantidium entozoon* // Eur. J. Protistol. Vol. 45. P. 147—182.

Guinea A., Anadon R., Fernandez-Galiano D., 1992. Light and electronmicroscopic study of *Balantidium entozoon* (Ciliophora, Vestibuliferida): somatic cortex and vestibular cavity // Arch. Protistenkd. Vol. 142. P. 41—50.

Ha K. Y., 1971. New ciliata from the intestine of freshwater fishes of northern Vietnam // Acta Protozool. Vol. 8, № 21. P. 261—282.

Li M., Li D., Wang J., Zhang J., Gu Z., Gong X., 2007. Light and scanning electron micro-

scopic study of *Balantidium ctenopharyngodoni* Chen, 1955 (Class: Litostomatea) from China // Parasitol. Res. Vol. 101. P.185—192.

Li M., Li D., Wang J., Zhang J., Gu Z., Ling F., Ke X., Gong X., 2008. First report of two *Balantidium* species from the Chinese giant salamander, *Andrias davidianus*: *Balantidium sinensis* Nie 1935 and *Balantidium andianusis* n. sp. // Parasitol. Res. Vol. 102. P. 605—611.

Li M., Wang C., Wang J., Zhang J., Li A., Gong X. , Ma H., 2009. Redescription of *Balantidium polyvacuolum* Li 1963 (Class: Litostomatea) inhabiting the intestines of Xenocyprinae fishes in Hubei, China // Parasitol. Res. Vol. 106. P. 177—182.

Lynn D., 2008. The Ciliated Protozoa: Characterization, Classification, and Guide to the Literature. 3rd edit. NY: Springer. 638 p.

Noirot-Timothee C., 1960. Etude d'une famille de Cilies: les Ophryosclecidae. Structures et ultrastructures // Ann. Sci. Nat. Zool., Vol. 2. 12e ser. P. 527—718.

Paulin J. J., Krascheninnikow S., 1973. An electronmicroscopic study of *Balantidium caviae* // Acta Protozool. Vol 7. P. 97—107.

Pomajbirkovar K., Obornirk M., Horark A., Petrzelkovar K. J., Grim J. N., 2013. Novel insights into the genetic diversity of *Balantidium* and *Balantidium*-like cyst-forming ciliates // PLoS Negl Trop Dis. Vol. 7. № 3. e 2140. doi: 10.1371.

Ponce-Gordo F., Jimenez R. E., Martirnez-Diraz R. A., 2008. Tentative identification of the species of *Balantidium* from ostriches (*Struthio camelus*) as *Balantidium coli*-like by analysis of polymorphic DNA // Vet. Parasitol. Vol. 157. P. 41—49.

Ponce-Gordo F., Fronseca-Salamanca F., Martirnez-Diraz R. A., 2011. Genetic heterogeinity in internal transcribed spacer genes of *Balantidium coli* (Litostomatea, Ciliophora) // Protist. Vol. 162. P. 774—794.

Puytorac P. D., Grain J., 1965. Structure et ultrastructure de *Balantidium xenopi* sp. nov. Cilie trichostome parasite du batracien *Xenopus fraseri* Boul. // Protistologica. Vol. 1. P. 29—36.

Rodriguez J. M., 1939. On the morphology of *Balantidium kirbyi* n. sp. from the Plathander // J. Parasitol. Vol. 25. P. 197—201.

Senler N. G., Yildiz I., 2000. The ciliate fauna in the digestive system of *Rana ridibunda* (Amphibia: Anura) I: *Balantidium* (Balantidiidae, Trichostomatida) // Turk. J. Zoolog. Vol. 24. P. 33—43.

Shete S. G., Krishnamurthy R., 1984. Observations on the rectal ciliates of the genus *Balantidium*, Claparede and Lachman, 1858 from Indian amphibians *Rana tigrina* and *R. cyanophlyctis* // Arch. Protistenkd. Vol. 128. P. 179—194.

Stein F. V., 1867. Der Organismus der Infusionsthiere. II. Leipzig. 404 S.

COMPARATIVE-MORPHOLOGICAL ANALYSIS OF SPECIES OF THE GENUS *BALANTIDIUM* CLAPAREDE & LACHMANN, 1858, FROM FISH AND AMPHIBIANS

O. A. Kornilova, L. V. Chistyakova

Keywords: *Balantidium*; comparative morphology; systematics.

A comparative morphological analysis of species of the genus *Balantidium* — fish and amphibians endobionts — was made. For some species the most important diagnostic features were identified. It is shown that the species *B. kirby* and *B. xenopi* must be excluded from the genus *Balantidium* based on specific structural features of the pharynx and the cell surface.

Научное издание

ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ МОРФОЛОГИЯ, ЭКОЛОГИЯ И ЖИЗНЕННЫЕ ЦИКЛЫ ЖИВОТНЫХ

Научные труды кафедры зоологии
РГПУ им. А. И. Герцена

ТОМ 13, № 1

Научный редактор М. А. Гвоздев
Технический редактор П. В. Озерский

Лицензия ИД № 01957 от 05.06.2000

Подписано в печать 31.10.13. Формат 60x88 1/16
Бумага офсетная. Печать оперативная.
Гарнитура «Liberation Sans Narrow». Усл. печ. л. 5
Тираж 300 экз. Заказ 109

ООО «ТЕССА»
190121, Санкт-Петербург, Английский пр., 2