

Иванкова А.В., Суппес Н.Е.

Ишимский педагогический институт им. П.П.Ершова (филиал)
Тюменского государственного университета, Ишим, Россия
E-mail: jyrovskaja@mail.ru ; natalya-suppes@mail.ru

АНАЛИЗ МОРФОТИПОВ АПИКАЛЬНЫХ ВЫРОСТОВ ЦИТОПЛАЗМЫ ИНFUЗОРИЙ СЕМЕЙСТВА *OPHRYOSCOLECIDAE*

Эндобионтные инфузории семейства *Ophryoscolecidae* являются уникальной высокоспециализированной группой организмов, обитающей в преджелудках жвачных. При переходе к образу жизни во внутри организменной среде, они претерпели ряд морфофункциональных адаптаций на уровне ароморфозов. *Ophryoscolecidae* практически полностью лишены ресничного покрова, что связано с обитанием в среде с повышенной механической плотностью, ресничный аппарат состоит из зон мембранелл и сохраняется локально на теменном конце клетки. Образование различных по форме выростов цитоплазмы на апикальном конце клетки (шипы, лопасти) наиболее вероятно, является морфофизиологической адаптацией, позволяющей инфузории удерживаться в рубце жвачных. Морфофизиологические, эколого-биологические и филогенетические исследования инфузорий желудка жвачных необходимы для выяснения вопросов систематики, эволюции и характера взаимоотношений в системе «инфузории – хозяин».

В соответствии с целью работы были выявлены морфотипы апикальных выростов цитоплазмы инфузорий семейства *Ophryoscolecidae* из рубца крупного рогатого скота Ишимского района. В ходе исследования на территории Ишимского района Тюменской области отмечено 22 вида эндобионтных инфузорий, относящихся к 9 родам семейства *Ophryoscolecidae*. Установлено, что в сообществе офриосколецид преобладают «невооруженные особи» офриосколецид (71,8%), среди «вооруженных» морфотипов (28,2%) наиболее представлена группа простейших, снабженная 1 шипом на апикальном полюсе клетки (19,59%).

Указанное соотношение различных морфотипов является статистически достоверным и подтверждает гипотезу, согласно которой эндобионтные инфузории, обитая в специфических условиях пищеварительного тракта жвачных, вынуждены приспосабливаться к повышенной механической плотности среды, в связи с чем наблюдается обилие организмов, лишенных каких-либо дополнительных выростов, для облегчения движения. С другой стороны, перистальтическое сокращение пищеварительного тракта вызывает необходимость противостоять току пищевых масс и удерживаться в верхних отделах желудка и наиболее адаптивным приспособлением для этого является наличие 1 мощного шипа.

Ключевые слова: эндобионтные инфузории, *Ophryoscolecidae*, рубец, морфофизиологические адаптации, биотические взаимоотношения, крупный рогатый скот.

Эндобионтные инфузории семейства *Ophryoscolecidae* являются уникальной высокоспециализированной группой организмов, обитающей в преджелудках жвачных. При переходе к образу жизни во внутри организменной среде, они претерпели ряд морфофункциональных адаптаций на уровне ароморфозов [1], [9]. Так от свободноживущих инфузорий их отличает особое строение пищеварительных структур, представленных прообразом пищеварительной системы, включающей такие элементы как первичный рот (цитостом), растяжимая глотка (цитофаринкс) и выводящий каналец (цитопрокт) [5], [11]. Офриосколециды питаются, в основном, растительными остатками в избытке содержащимися в преджелудках жвачных, но способны к питанию бактериями, до сих пор не выясненной остается их патогенная роль [4], [10], [7].

Питание довольно крупными частицами растений, способствовало развитию у некоторых видов (*D. Dentatum*, *E. Maggii*, *P. Multive-*

siculatum) мощного цитоскелета, состоящего из двух и более скелетных пластин, служащих опорой системе пищеварения [13], [6, с. 71–74]. *Ophryoscolecidae* практически полностью лишены ресничного покрова, что связано с обитанием в среде с повышенной механической плотностью, ресничный аппарат состоит из зон мембранелл и сохраняется локально на теменном конце клетки, участвуя в первых фазах принятия пищи. Исследованиями видового состава и численности инфузорий разных хозяев показано их наибольшее разнообразие в рубце, где наблюдается оптимальный температурный и кислотоно-щелочной баланс среды [14], [15]. Появление различных по форме выростов цитоплазмы на апикальном конце клетки (шипы, лопасти) наиболее вероятно, является морфофизиологической адаптацией, позволяющей инфузории удерживаться в рубце жвачных [2], [12].

Таким образом, морфофизиологические, эколого-биологические и филогенетические

исследования инфузорий желудка жвачных необходимы для выяснений вопросов систематики, эволюции и характера взаимоотношений в системе «инфузории – хозяин».

Целью нашей работы было изучение морфотипов апикальных выростов цитоплазмы инфузорий семейства *Ophryoscolecidae* из рубца крупного рогатого скота Ишимского района.

Задачи:

- изучить видовой состав и морфологию инфузорий семейства *Ophryoscolecidae* КРС из агрохозяйств Ишимского района;
- определить встречаемость «вооруженных» и «невооруженных» форм офриосколецид, выявить наиболее встречаемые типы апикальных выростов цитоплазмы;
- провести статистический анализ соотношения морфотипов в сообществе офриосколецид.

Материал и методы исследования

Сбор материала для исследования проводился на территории южных районов Тюменской области (Ишимского, Абатского, Казанского и Сладковского) в 2009–15 гг. Было получено более 1000 образцов содержимого преджелудков 25 особей крупного рогатого скота. После забоя делали по 10 надрезов стенки каждого отдела желудка, брали пищевой комок и отжимали его через марлю, так что крупные растительные остатки оставались на марле, а мелкие попадали в заранее подготовленный стеклянный флакон. После чего содержимое флакона разбавляли раствором формалина 4%, в соотношении 1:2. После забоя и до момента фиксации проходило не более 20 минут, за это время содержимое желудка не успевало остыть, и инфузории фиксировались в своем обычном состоянии, не подвергаясь воздействию внешних условий среды.

Собранный материал был изучен в лабораторных условиях с помощью микроскопа марки Биомед-6 и микрофотонасадки Vidatec AM-C502(D/N)2/12/24. Фиксированные инфузории подсчитывались в полях зрения в счетной камере Горяева.

Окраска производилась только *in vitro*. В качестве фиксатора использовали жидкость Карнуа на этиловом спирте (в условиях лаборатории). Для окраски органелл и контуров клетки

применяли 0,001% водный раствор нейтрального красного, метиленового синего и метиленового зеленого. В ходе исследования общей морфологии клеток использовали окраску по Романовскому-Гимза и гематоксилин по Мейеру. Реснички окрашивали 1%-ным спиртовым раствором йода. Цитостом выявляли при добавлении 2-4% раствора пищевой соды. Элементы скелета изучали с помощью окраски йодом и жидкостью Люголя (раствор йода в йодистом калии) (Кононский, 1976; Серавин, 1996).

Весь собранный материал был обработан стандартными статистическими методами (Г.Ф. Лакин, 1980; Ю.А. Песенко, 1982). При статистической обработке использовали специализированные приложения.

Результаты

Изучив, более 40 протистологических проб из рубца разновозрастных особей крупного рогатого скота агрохозяйств Ишимского района, нами был составлен фаунистический список инфузорий семейства *Ophryoscolecidae* (табл. 1.)

При микроскопировании проб, условно выделены следующие морфотипы: «невооруженный», «2-лопастной», «3-лопастной», «сמשанный: 2 лопасти и 1 шип», «1-шипный»,

Таблица 1 – Фаунистический список инфузорий семейства *Ophryoscolecidae*

Род	Вид
Diplodinium	D. affine D. dentatum D. dogieli D. postervesiculatum
Entodinium	E. bimastus E. bursa E. caudatum E. dubardi E. minimum E. nanellum E. longinucleatum E. rostratum E. triacum dextrum E. furca dilobum
Enoploplastron	E. trilorcatum
Epidinium	E. ecaudatum f. Ecaudatum E. ecaudatum f. caudatum E. ecaudatum f. cattaneo
Eremoploplastron	E. rostratum
Eudiplodinium	E. maggii
Polyplastron	P. multivesiculatum
Ophryoscolex	O. purkinjei
Ostracodinium	O. mammosum

«3-шипный», «5-шипный», «6-шипный», «мно-гошипный» (табл. 2.)

Согласно полученным результатам наиболее часто встречаются невооруженные формы инфузорий (рис. 1), на их долю приходится 12 видов, 71,8% всех отмеченных организмов. Для уточнения полученных результатов было произведено сравнение качественных признаков по долям с помощью пакета статистических программ, которое показало наличие достоверного ($t = 616,5; p < 0,001$) преобладания «невооруженных» форм инфузорий.

Менее представленными в процентном соотношении (28,2%), но очень разнообраз-

ными по типам выростов на апикальных концах клеток являются вооруженные формы инфузорий (рис. 2). Среди выявленных нами морф наиболее часто встречаемой является, так называемая «одношипная», подобным вооружением снабжены 3 вида (*E. rostratum*, *E. ecaudatum* f. *caudatum*, *E. rostratum*) инфузорий из разных родов, на долю которых приходится 17,2% организмов всего сообщества. Примерно равными долями представлены такие морфотипы как «смешанный», «3-лопастной», «2-лопастной», «6-шипный» значения которых равны 2,57; 2,68; 2,6; 2,68% соответственно.

Таблица 2 – Морфологические типы апикальных выростов цитоплазмы инфузорий семейства *Ophryoscolecidae* Ишимского района

Название и описание морфотипа	Виды	Относительная встречаемость видов с данным морфотипом (%)
Невооруженные формы (71,8)		
«Невооруженный» – апикальный конец тела закруглен	<i>E. bursa</i> <i>E. longinucleatum</i> <i>E. nanelum</i> <i>E. minimum</i> <i>D. posterovesiculatum</i> <i>D. dogieli</i> <i>D. affine</i> <i>P. multivesiculat</i> <i>E.l triloricatum</i> <i>E. dubardii</i> <i>E. maggi</i> <i>E. ecaudatum</i> f. <i>ecaudatum</i>	71,8
Вооруженные формы (28,2)		
«2-лопастной» – апикальный конец тела расщеплен на 2 лопасти – спинную и брюшную	<i>E. bimastus</i> <i>E. furca dilobum</i>	2,6
«3-лопастной» – апикальный конец тела снабжен тремя хвостовыми лопастями	<i>O. mammosum</i>	2,68
«смешанный: 2 лопасти и 1 шип» – самый длинный вырост, занимает спинное положение и представляет сплюснутый с боков шип, который загнут вентрально. Два других отростка лежат преанально имеют вид лопастей	<i>E. caudatum</i>	2,57
«1-шипный» – преанальный отдел заднего полюса тела вытянут в длинный и мощный хвостовой шип.	<i>E. rostratum</i> <i>E. ecaudatum</i> f. <i>caudatum</i> <i>E. rostratum</i>	17,02
«3-шипный» – апикальный конец тела снабжен тремя шипами, имеющими простую заостренную форму	<i>E. triacum dextrum</i>	0,4
«5-шипный» – задний полюс тела снабжен пятью хвостовыми шипами, анальный шип несколько длиннее остальных.	<i>E. epidinium ecaudatum</i> f. <i>cattanoi</i>	0,12
«6-шипный» – апикальный конец тела заканчивается шестью мощными шипами	<i>D. dentanum</i>	2,68
«многошипный» – на заднем конце тела 2–4 венчика шипов, каждый из которых вилообразно расщеплен на 2–6 ветвей.	<i>O. purkinje</i>	0,13

Самыми редкими были особи, обладающие большим количеством шипов, так морфотип «5-шипный» встречался в 0,12% случаев, а морфотип «многошипный» – в 0,13% случаев. Чуть менее половины процента (0,4) приходится на особей, обладающих 3 лопастями.

Обсуждение

Согласно данным полученным при изучении ультратонкого строения инфузорий родов *Entodinium* и *Epidinium* и представлениям В.А. Догеля о ходе эволюции в семействе [16], [3, с. 34]. Ophryoscolecidae исходной формой считаются виды невооруженным задним кон-

цом тела. Постепенно на апикальном полюсе развивается венец шипов, так называемый «первичный венчик», в полном своем виде он слагается из 6 шипов: одного брюшного, двух правосторонних, двух левосторонних и одного спинного. Однако не все шипы получают развитие, так получаются формы с 5, 4, 3, 2 или 1 шипом. У рода *Ophryoscolex* к 6 шипам первичного венчика присоединяется еще 1 более позднего происхождения. Лопастей представляют собой тупые выросты заднего конца тела, которые часто разделены выделительным каналом. Чаще всего имеется одна закругленная брюшная лопасть («невооруженные формы»), иногда она может разделяться выделительным каналом на 2–3 лопасти, тем не менее, это гораздо более простая структура, нежели шип [17], [5].

При анализе морфотипов различных выростов цитоплазмы офриосколецид из рубца крупного рогатого скота Ишимского района отмечены следующая особенность на фоне обилия инфузорий разных родов с закругленным концом тела имеется достаточно представленная в процентном отношении группа инфузорий (22,92%), имеющих шипы, причем большая часть инфузорий, вооруженных шипами имеет 1 шип (19,59%), в том числе и «смешанный тип». Вероятно, «одношопная» морфа является наиболее адаптивной, поскольку характерна для инфузорий разных таксономических групп, преобладание данного морфотипа является статистически достоверным ($t = 341,66; p < 0,001$), что подтверждает сравнение признаков по долям.

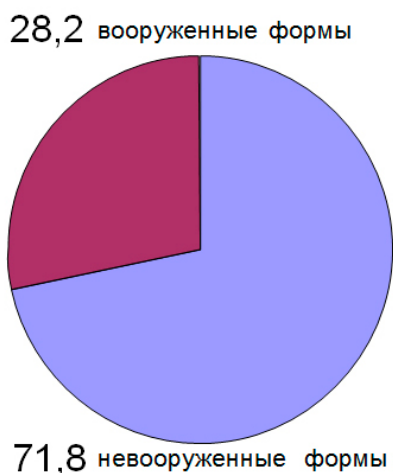


Рисунок 1 – Соотношение вооруженных и невооруженных форм инфузорий семейства Ophryoscolecidae, %

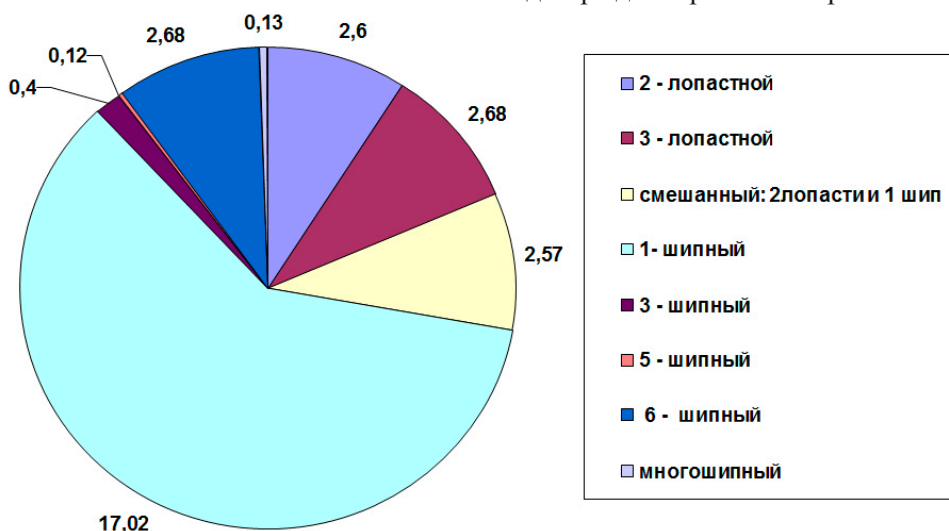


Рисунок 2 – Соотношение разных морфотипов вооруженных форм офриосколецид, %

Выводы

На территории Ишимского района Тюменской области отмечено 22 вида эндобионтных инфузорий, относящихся к 9 родам семейства *Ophryoscolecidae*.

Выявлено, что в сообществе офриосколецид преобладают «невооруженные особи» офриосколецид (71,8%), среди «вооруженных» морфотипов (28,2%) наиболее представлена группа простейших, снабженная 1 шипом на апикальном полюсе клетки (19,59%).

Указанное соотношение различных морфотипов является статистически достоверным и подтверждает гипотезу, согласно которой эндо-

бионтные инфузории, обитая в специфических условиях пищеварительного тракта жвачных, вынуждены приспосабливаться к повышенной механической плотности среды, в связи, с чем наблюдается обилие организмов, лишенных каких-либо дополнительных выростов, для облегчения движения. С другой стороны, перистальтическое сокращение пищеварительного тракта вызывает необходимость противостоять току пищевых масс и удерживаться в верхних отделах желудка и наиболее адаптивным приспособлением для этого является наличие 1 мощного шипа.

10.05.2017

Список литературы:

1. Баймакова Л.Г. Некоторые особенности экологии эндобионтных инфузорий преджелудка косули сибирской / Л.Г. Баймакова // Сборник научных трудов Методология и методика естественных наук. – 2003. – В. 9. – С. 33–38.
2. Виноградова-Федорова, Т.В. Опыт учета инфузорий желудка жвачных и культивирования *in vitro* / Т.В. Виноградова-Федорова // Труды Ленинградского Общества Естествоиспытателей. – 1929. – Вып. 2. – С. 1–18.
3. Догель, В.А. Простейшие – Protozoa. Малоресничные инфузории – Infusoria Oligotricha. Сем. Ophryoscolecidae. Определитель по фауне СССР [Текст] / В.А. Догель // Изд. АН СССР. Ленинград, 1929 а. – 96 с.
4. Иванкова, А.В. К вопросу о морфофизиологических адаптациях инфузорий к эндобионтному образу жизни / А.В. Иванкова // Экологический мониторинг и биоразнообразие: материалы IV международной научно-практической конференции. – 2012. – С. 96–103.
5. Корнилова, О.А. Эндобионтные инфузории млекопитающих / О.А. Корнилова // Сборник научных трудов «Функциональная морфология, экология и жизненные циклы животных». – Санкт-Петербург, 2006. – С. 21–78.
6. Корчагина, Т.А. Сравнительная характеристика инфузорной фауны рубца диких и домашних парнокопытных / Т.А. Корчагина // Зоологические исследования в регионах России и на сопредельных территориях. – Саранск. – 2010. – С. 71–74.
7. Черная, Л.В. Особенности питания эндобионтных инфузорий / Л.В. Черная // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2015. – №4–2. – С. 233–237.
8. Милюк, Е.А. Видовые особенности эндобионтных инфузорий копытных / Е.А. Милюк // Сборник научных трудов «В мире научных открытий». – 2016. – С. 9–11.
9. Aescht, E. Catalogue of the Generic Names of Ciliates (Protozoa, Ciliophora) / E. Aescht // Denisia, 2001. – 1. – 350 p.
10. Burk A. Dehority A New Family of Entodiniomorph Protozoa from the Marsupial Forestomach, with Descriptions of a New Genus and Five New Species / Burk A. Dehority // The Journal of Eukaryotic Microbiology. – 1996. – 43. – 4. – P. 285.
11. Bonhomme, A. Rumen ciliates: their metabolism and relationships with bacteria and their hosts / A. Bonhomme // Animal Feed Science and Technology. – 1990. – 30. – №3–4. – P. 203.
12. Coleman, G.S. Rumen ciliate protozoa / G.S. Coleman // Advance in Protozoology. – London. – 1980. – Vol. 10. – P. 121–173.
13. Dechority, B.A. Rumen ophryoscolecoid Protozoa in the Capybara (*Hydrochaerus hydrochaerus*) / B.A. Dechority // J. Protozool. – 1987. – 34. – №2. – P. 143–145.
14. Dechority, B.A. Rumen ciliate protozoa in Ohio white-tailed deer (*Odocoileus virginianus*) / B.A. Dechority // J. Protozool. – 1994. – №37. – P. 473–475.
15. Gocmen, B. New rumen ciliates from Turkish domestic cattle (*Bos taurus*): II. *Epidinium graini* n. sp. (Ophryoscolecidae, Entodiniomorphida) / B. Gocmen // Turk. J. Zool. – 2000. – №24 (1). – P. 23–31.
16. Dechority, B.A. Rumen ophryoscolecoid Protozoa in the Capybara (*Hydrochaerus hydrochaerus*) / B.A. Dechority // J. Protozool. – 1987. – 34. – №2. – P. 143–145.
17. Gruby, D. Sur les animalcules de l'estomac et les intestines plus avant digestions des animaux herbivores et carnivores / D. Gruby, O. Delafond // C. R. Acad. Sci. Paris. – 1843. – T. 17. – P. 1304–1308.

Сведения об авторах:

Иванкова Анна Владимировна, доцент кафедры биологии, географии и методики их преподавания факультета математики, информатики и естественных наук Ишимского педагогического института им. П.П.Ершова (филиала) Тюменского государственного университета, кандидат биологических наук 627750, Тюменская область, г. Ишим, ул. Ленина, 1, e-mail: jyrovskaja@mail.ru

Суппес Наталья Евгеньевна, доцент кафедры биологии, географии и методики их преподавания факультета математики, информатики и естественных наук Ишимского педагогического института им. П.П.Ершова (филиала) Тюменского государственного университета, кандидат биологических наук 627750, Тюменская область, г. Ишим, ул. Ленина, 1, e-mail: natalya-supes@mail.ru