

Разведение животных

Рубрика

doi.org/10.31043/2410-2733-2023-3-13-24

УДК 619:636.2

Е. С. Слепцов¹, К. В. Племяшов², Г. Н. Мачахтыров¹, В. А. Мачахтырова¹, М. В. Андреева¹,
Я. Л. Шадрина¹, Л. Ю. Гаврильева¹, И. В. Алфёров¹

Разнообразие инфузорной симбиофауны крупного рогатого скота

Аннотация.

Цель: изучение и описание видов эндобийонтных инфузорий крупного рогатого скота Якутии.

Инфузории из пищеварительного тракта травоядных млекопитающих известны науке уже почти полтора века. Тем не менее, простейшие остаются малоизученной группой обитателей рубца жвачных животных. У крупного рогатого скота в многокамерном желудке кроме микроорганизмов (грибы и бактерии) присутствуют в большом количестве простейшие (инфузории), которые также участвуют в пищеварительных процессах, поддерживающих жизнедеятельность организма. Эндобийонтные инфузории принимают активное участие в переваривании сложных углеводов, клетчатки, в расщеплении труднопереваримых полисахаридов, которые являются необходимыми источниками энергии для животных. В связи с этим, изучение видового и количественного состава инфузорной фауны крупного рогатого скота, разводимого в хозяйствах Крайнего Севера, как одного из факторов устойчивой адаптации к экстремальным условиям, представляет собой большой научный и практический интерес. В данной статье представлены результаты изучения эндобийонтных инфузорий пород крупного рогатого скота, разводимых в Якутии. Всего идентифицирован и описан 36 вид по 12 родам и 3 семействам. Выяснено, что наибольшим представлением у якутского скота отличались род *Entodinium* и род *Isotricha*, тогда как у помесного и культурного скота – род *Entodinium* и *Euplodinium*. Наименьшим во всех группах род *Polyplastron* и *Metadinium*.

Ключевые слова: эндобийонтные инфузории, крупный рогатый скот, якутская порода.

Авторы:

Слепцов Е. С. – доктор ветеринарных наук; e-mail: evgeniysemenovic@mail.ru;

Племяшов К. В. – член-корреспондент РАН, доктор ветеринарных наук;

Мачахтыров Г. Н. – кандидат биологических наук; e-mail: aylga@mail.ru;

Мачахтырова В. А. – кандидат биологических наук; e-mail: varvara-an@mail.ru;

Андреева М. В. – кандидат ветеринарных наук; e-mail: amv-65@mail.ru;

Шадрина Я. Л. – кандидат ветеринарных наук; e-mail: yanalina_12@mail.ru;

Гаврильева Л. Ю. – кандидат ветеринарных наук; e-mail: lubov.gavrileva86@mail.ru;

Алфёров И. В. – кандидат сельскохозяйственных наук; e-mail: ivan.alferov@mail.ru.

¹ ФГБУН ФИЦ ЯНЦ СО РАН, Якутский научно-исследовательский институт сельского хозяйства имени М. Г. Сафронова; 677001, г. Якутск, ул. Бестужева-Марлинского, д. 23, корп. 1.

² Санкт-Петербургский государственный университет ветеринарной медицины; 196084, Россия, Санкт-Петербург Черниговская ул., 5.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 22-16-20013, <https://rscf.ru/project/22-16-20013/> с софинансированием АНО «Якутский научный фонд».

Введение. В мировой фауне описано более 500 видов эндобийонтных инфузорий млекопитающих. Многие из них имеют широкий полиморфизм по ряду морфобиологических признаков. Подавляющее большинство видов не было изучено с момента описания, значительная часть исследований других видов ограничена методи-

ками конца XIX – начала XX века. Более чем в половине известных публикаций в качестве материала для исследований использованы инфузории из рубца жвачных, и лишь в небольшой части работ объектом изучения являлись инфузории из кишечника непарнокопытных, хоботных, приматов и грызунов.

Специфичность хозяина признается одним из важнейших аргументов в филогенетике паразитических организмов. Эндобионтные инфузории демонстрируют приуроченность как к хозяину, так и к определенному отделу его пищеварительного тракта. Распространение хозяев инфузорий на земле, способы передачи инфузорий между разными особями хозяина оказали огромное влияние на эволюцию и распространение инфузорий [1-4].

Простейшие в рубце - это строго анаэробные и узкоспециализированные инфузории, расщепляющие до 40 % общего объема сырой клетчатки [5]. Также простейшие, обитающие в желудочно-кишечном тракте жвачных животных, представляют собой незаменимый источник легкопечерваримого белка, который имеет высокую биологическую ценность. Под воздействием ферментов, находящихся в желудочно-кишечном тракте животного, происходит разрушение простейших с последующим их усвоением организмом хозяина [6-7].

Впервые инфузории, населяющие преджелудки жвачных, описали французские ученые Груби и Делафонд [8]. Штейн [9] выполнил первые работы по систематике и морфологии этих простейших. В работах отечественных и зарубежных ученых к основным видам инфузорий, часто встречающимся в преджелудках и сычуге крупного рогатого скота, относят виды: *Entodinium caudatum*, *Entodinium bimastus*, *Entodinium rostratum*, *Entodinium nanellum*, *Epidinium ecaudatum*, *Entodinium dubardi*, *Epidinium ecaudatum f. caudatum*, *Entodinium bursa*, *Entodinium minimum*, *Eudiplodinium maggii*, *Ostracodinium mammosum*, *Polyplastron multivesiculatum*, *Diploplastron affine*, *Diplodinium dentatum*, *Dasytricha ruminantium*, *Isotricha prostoma* [10-12].

Имеются работы, посвященные изучению участия простейших в обмене веществ пищеварительного тракта жвачных животных. Так, по данным Newbold С. J. реснитчатые простейшие в рубце усиливают метаногенез, способствуют протеолизу и деградации клетчатки [13].

В обширном исследовании Henderson G. на модели 742 образцов, охватывающих 32 вида животных из 35 стран, выделили 12 видов простейших в рубце, доминирующими родами которых являются *Entodinium* и *Epidinium*, последние выявлены у 90 % всех обследованных животных и 54 % секвенированных данных [14]. Garcia J. J. подразделил простейшие в рубце на

2 группы - энтодиноморфы и голотрихи. Эти простейшие отличаются своими фенотипическими и поведенческими адаптациями, которые позволяют выжить в анаэробной среде [15]. Доминирование того или иного вида определяется составом рациона. Так, на фоне преобладания в рационе зерновых наибольшее развитие получает род простейших *Entodinium*. McSweeney С. и Mackie R. установили, что род *Entodinium* быстро разлагает крахмал с образованием йодофильного полимера.

Некоторые из родов являются целлюлолитическими и ксиланолитическими (например, *Epidinium*, *Ophryoscolex* и *Eudiplodinium*), или амилолитическими (например, *Entodinium*) [16]. Dehority В. А. была измерена целлюлозолитическая активность простейших в рубце для нескольких видов, и наиболее эффективными разрушителями целлюлозы являются *Eudiplodinium maggii*, *Epidinium ecaudatum* и *Ostracodinium dilobum* [5].

Писменская В. Н. установила, что значительная группа инфузорий из отряда *Entodiniomorpha* обитает в рубце и сетке. Они в огромном количестве заполняют эти два раздела желудка, их количество может достигать до 2 млн на 1 см содержимого рубца. Стабильность присутствия видов и стабильность количественных характеристик состава инфузорий дает возможность предположить, что они являются симбионтами, которые оказывают благотворное воздействие на процессы пищеварения у жвачных животных [17].

Иванкова А. А. изучила распределение и численность инфузорий в разных отделах желудка быка домашнего (*Bos taurus*) из агрохозяйств юга Тюменской области. Установила встречаемость различных родов эндобионтных инфузорий по четырем отделам желудка крупного рогатого скота, основу видового разнообразия составляло семейства *Ophryoscolecidae* (роды *Entodinium*, *Diplodinium*, *Epidinium*) и *Isotrichidae* (роды *Isotricha*, *Dasytricha*) [18]. По данным Рябикова А. Я. и Октябрева Н. М. в желудочно-кишечном тракте жвачных животных находятся около двухсот видов инфузорий [19].

В публикациях Кириллова А. А. с соавторами в преджелудках и сычуге крупного рогатого скота в стойловый период обнаружили 11 видов эндобионтных инфузорий (*Entodinium simplex* Dog. (1925), *E. longinaeleatum* Dog. (1925), *E. minimum* Schuberg (1888), *Diplodinium posteroovesiculatum* Dog. (1927), *D. denticulatum* Fior. (1889), *Ophryoscolex parkynjei* Stein

(1858), *Epidinium ecaudatum* Fior. (1889), *Eudiplodinium neglectum* Dog. (1925), *E. magic* Fior. (1889), *E. affine* Dog. et Fed. (1925), *E. medium* Avver. et Mer. (1917)). Отметим, что общее число инфузорий в преджелудках и сычуге в стойловый период в 1,35 раза меньше, чем в пастбищный период [20]. Изучена динамика инфузорий преджелудков и сычуга крупного рогатого скота в возрастном и сезонном аспекте.

В преджелудках и сычуге у крупного рогатого скота выявили 11 видов инфузорий из родов *Entodinium*, *Diplodinium*, *Eudiplodinium*, *Epidinium*, *Ophryoscolex*. Иванкова А. В. выявила морфотипы апикальных выростов цитоплазмы инфузорий семейства *Ophryoscolecidae* из рубца крупного рогатого скота Ишимского района. В ходе исследования на территории Ишимского района Тюменской области отметили 22 вида эндобионтных инфузорий, относящихся к 9 родам семейства *Ophryoscolecidae* [21].

В настоящее время большое внимание уделяется исследованиям микробиоты ЖКТ и ее роли в пищеварении животных, в том числе у животных Крайнего Севера. Однако в основном они ограничены исследованиями, связанными с прокариотной и грибной составляющими микробного сообщества ЖКТ скота. Эндобионтные инфузории остаются малоизученной группой обитателей рубца северных животных.

Поэтому изучение видового и количественного состава инфузорной фауны, обитающей в пищеварительном тракте крупного рогатого скота, разводимого в хозяйствах Якутии, как одного из факторов устойчивой адаптации к экстремальным условиям, представляет собой большой научный и практический интерес.

Цель исследований: изучение и описание видов эндобионтных инфузорий крупного рогатого скота Якутии.

Материалы и методы. Работа по изучению видового и количественного разнообразия симбиофауны проведена на базе лаборатории воспроизводства и физиологии животных ФИЦ ЯНЦ СО РАН Якутский НИИСХ им. М. Г. Сафронова.

Сбор образцов проведен методом забора проб содержимого со всех отделов желудка скота в стерилизованные емкости с объемом 10 мл с 4 и 10%-ном растворе формалина.

Определение видового состава симбиофауны крупного рогатого скота (якутский и помесный скот, симментальская порода) проведена с применением индекса Чекановского-Сьеренсена на

фиксированном материале с использованием специальных определителей Догеля В. А., 1929; Корниловой О. А., 2003, 2010. Для изучения морфологии инфузорий применяли метод окрашивания метиловым зеленым и раствором Люголя. Измерение инфузорий проводили на микроскопе с окулярным микрометром, изучение морфометрии проведено на случайных выборках не менее 30 экземпляров каждого вида. Численность инфузорий определяли методом «калиброванной капли» по Корниловой О. А. Сравнение видового состава эндобионтных инфузорий фауны скота исследованных пород проведена по коэффициенту сходства Жаккара-Малышева (K_{j-m}) и индексу общности фаун Чекановского-Сьеренсена (I_{cs}).

При статистической обработке использовали приложение «Microsoft Excel».

Результаты. Всего у крупного рогатого скота основных разводимых в регионе пород обнаружено и идентифицировано 36 видов эндобионтных инфузорий, принадлежащих 12 родам. У якутского скота идентифицирован 31 вид эндобионтных инфузорий, у помесного скота - 18 видов, у животных симментальской породы - 16 видов. Выяснено, что наибольшим представлением у якутского скота отличались род *Entodinium* и род *Isotricha*, тогда как у помесного и культурного скота — род *Entodinium* и *Euplodinium*. Наименьшим во всех группах - род *Polyplastron* и *Metadinium*.

У якутского скота обнаружены 13 видов инфузорий, встречающихся только у животных данной породы, у симментальской породы таких инфузорий оказалось 2 вида, у помесного скота специфичных только ему видов инфузорий не оказалось. При рассмотрении видового разнообразия инфузорий по сезонам, выявлено, что в летний период отмечается наибольшее увеличение численности инфузорий у всех групп скота, в среднем с 535 ос/мл в зимний период до 26 500 ос/мл.

Сравнение видового состава эндобионтных инфузорий фауны скота исследованных пород по коэффициенту сходства Жаккара-Малышева (K_{j-m}) и индексу общности фаун Чекановского-Сьеренсена (I_{cs}) показало, что наименьший коэффициент сходства имеют видовые составы эндобионтов якутского и симментальской пород — $K_{j-m} = -0,6$, индекс общности фаун составил $I_{cs} = 50$ %. Немного высокий уровень сходства эндобионтной фауны зарегистрирован между показателями якутского и помесного скота — $K_{j-m} = 0,53$ и $I_{cs} = 67$ %.

Описание особенностей морфологии обнаруженных инфузорий крупного рогатого скота с микрофотографиями представлено ниже.

Род *Entodinium*.

Инфузория *Entodinium minimum* (рис. 1, 1.1.). Длина тела варьирует от 30,0-33,80 мкм, в среднем $32,19 \pm 0,49$; ширина — от 15,0-17,50 мкм, в среднем $16,72 \pm 0,29$. Тело приблизительно конической формы, с расширенным передним и суженным задним концом. Тело всегда характерно изогнуто, причем брюшная сторона его вогнута, а спинная выпукла. Макронуклеус колбасовидной формы, почти одинаковой ширины на всем протяжении. Обнаружен у якутского скота.

Инфузория *Entodinium rostratum* (рис. 1, 1.2.). Длина тела варьирует от 36,80-40,20 мкм, в среднем $38,32 \pm 0,41$; ширина — от 66,5-68,9 мкм, в среднем $67,7 \pm 0,07$. Тело узкое, большей частью вытянутое в длину. Брюшная сторона тела плоская и вогнутая, спинная выпуклая. Задний конец тела вооружен одним брюшным шипом. Размер шипа сильно варьирует, он равен $\frac{1}{10}$ длины всего тела. Макронуклеус колбасовидный, чаще занимает $\frac{2}{3}$ длины тела. Обнаружен у якутского и помесного скота.

Инфузория *Entodinium bimastus* (рис. 1,

1.3.). Длина тела варьирует от 45,00-47,50 мкм, в среднем $45,80 \pm 0,29$; ширина — от 35,00-37,50 мкм, в среднем $35,80 \pm 0,32$. Массивное и сильно вздутое тело резко суживается в конце своей второй трети. Задняя часть расщеплена на две турых лопасти: брюшную и спинную. Обе полости разделены узкой щелью. Брюшная лопасть обычно бывает несколько длиннее спинной. Макронуклеус длинный, колбасовидный, тесно прилегает к спинной стенке тела. Обнаружен у якутского скота.

Инфузория *Entodinium lobosospinosum* (рис. 1, 1.4.). Длина тела варьирует от 29,00-40,00 мкм, в среднем $33,95 \pm 1,42$; ширина — от 15,00-25,00 мкм, в среднем $20,15 \pm 1,12$. Тело довольно широкое и короткое, с выпуклыми спинной и брюшной сторонами. Задний конец с двумя отростками. Один отросток занимает спинное положение и имеет вид изогнутого, резко заостряющегося на конце шипа. Макронуклеус колбасовидный, занимает дорзально передне-среднюю часть тела. Обнаружен у якутского скота.

Инфузория *Entodinium longinucleatum* (рис. 1, 1.5.). Длина тела варьирует от 42,50-57,50 мкм, в среднем $53,85 \pm 0,80$; ширина — от 31,20-40,00 мкм, в среднем $38,01 \pm 0,32$. Тело округло-овальное, с закругленным задним концом. Как

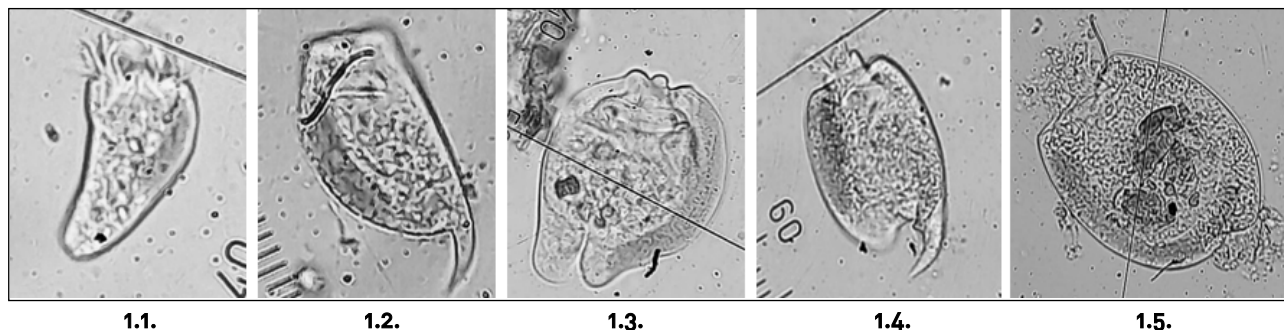


Рис. 1.

1.1. Инфузория *Entodinium minimum*. 1.2. Инфузория *Entodinium rostratum*. 1.3. Инфузория *Entodinium bimastus*. 1.4. Инфузория *Entodinium triacum*. 1.5. Инфузория *Entodinium lobosospinosum*.

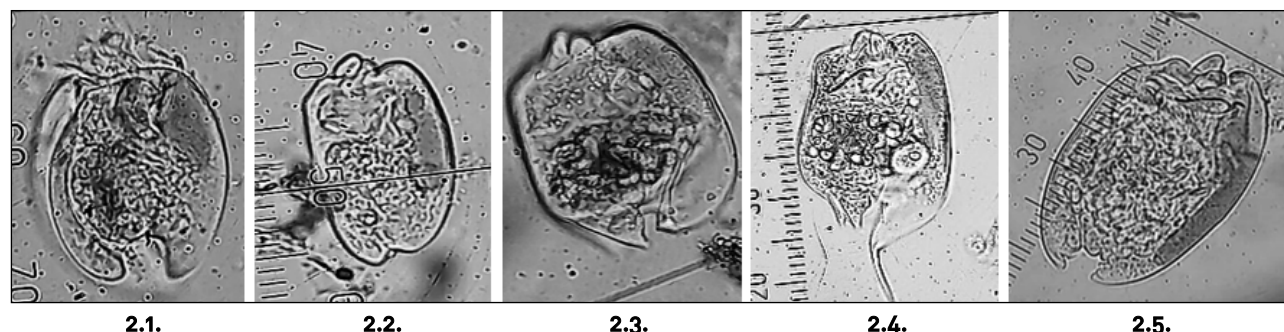


Рис. 2.

2.1. Инфузория *Entodinium quadricuspis quadricuspis*. 2.2. Инфузория *Entodinium exiguum*. 2.3. Инфузория *Entodinium triacum*. 2.4. Инфузория *Entodinium simulans caudatum*. 2.5. Инфузория *Entodinium dilobum*.

брюшная, так и спинная стороны тела выпуклы. Макронуклеус тесно прилегает к спинному краю тела и отличается необычной длиной. Обнаружен у якутского и помесного скота.

Инфузория *Entodinium quadricuspis quadricuspis* (рис. 2, 2.1.). Длина тела варьирует от 40,00-45,00 мкм, в среднем $43,35 \pm 0,54$; ширина — от 37,50-38,00 мкм, в среднем $37,58 \pm 0,06$. Это мелкий вид характеризуется присутствием на заднем конце симметрично расположенных шипов. Кончики боковых шипов заострены и выдаются позади за пределы контуров самого тела. Макронуклеус занимает переднюю часть тела. Обнаружен у якутского и симментальского скота.

Инфузория *Entodinium exiguum* (рис. 2, 2.2.). Длина тела варьирует от 31,00-45,00 мкм, в среднем $36,36 \pm 1,60$; ширина — от 17,00-25,00 мкм, в среднем $19,79 \pm 0,83$. Тело продолговато-овальное, задний конец тела закруглен, без отростков. Макронуклеус прилегает к спинной стенке тела. На переднем конце выступает «теменной отросток». Обнаружен у якутского, помесного и симментальского скота.

Инфузория *Entodinium triacum* (рис. 2, 2.3.). Длина тела варьирует от 37,00-40,50 мкм, в среднем $38,75 \pm 0,40$; ширина — от 26,50-37,00 мкм, в среднем $30,27 \pm 1,39$. Тело продолговато-овальное, снабженное на заднем конце тремя шипами. Все шипы имеют простую заостренную, но обладают различной длиной. Макронуклеус с утолщенным передним концом. Обнаружен у якутского и помесного скота.

Инфузория *Entodinium simulans caudatum* (рис. 2, 2.4.). Длина тела варьирует от 35,00-42,00 мкм, в среднем $38,20 \pm 1,14$; ширина — от 30,00-41,00 мкм, в среднем $37,25 \pm 1,15$. Тело довольно широкое и короткое, с выпуклыми спинной и брюшной сторонами. Задний конец продолжается в три разной формы выроста. Самый длинный из них занимает спинное положение и

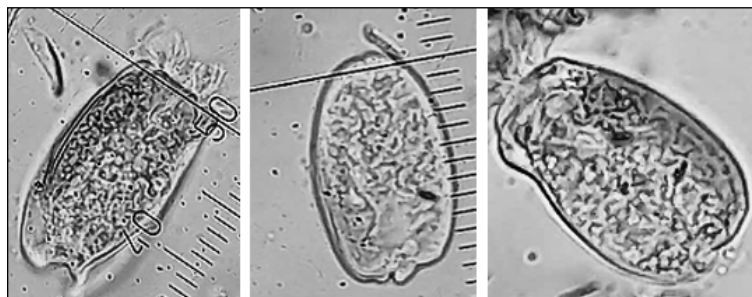
загнут вентрально и притом закручен влево. Макронуклеус колбасовидный. Обнаружен у якутского скота.

Инфузория *Entodinium dilobum* (рис. 2, 2.5.) Длина тела варьирует от 37,50-40,0 мкм, в среднем $38,90 \pm 0,35$; ширина — от 22,5-28,00 мкм, в среднем $25,85 \pm 0,59$. Тело продолговато-овальное, сдавленное с боков, задний конец снабжен двумя лопастями. Обе лопасти загнуты по направлению к друг другу. На переднем конце выступает «теменной отросток». Макронуклеус колбасовидный, расширен в передней части и лежит в передней половине тела. Обнаружен у якутского, помесного и симментальского скота.

Инфузория *Entodinium fursa dilobum* (рис. 3, 3.1.). Длина тела варьирует от 47,0 до 49,0 мкм, в среднем $48,0 \pm 0,52$; ширина — от 22,5-22,9 мкм, в среднем $22,8 \pm 0,34$. Тело продолговато-овальное, но не суживается сзади. Хвостовые отростки не шипообразные, более тупые. Между обеими лопастями на заднем конце тела вырез, имеющий приблизительно форму полуовала. Своими загнутыми друг другу концами обе лопасти никогда не заходят одна за другую. Макронуклеус колбасовиден, и у большинства особей не прилегает вплотную к спинной стенке тела. Микронуклеус лежит несколько впереди середины макронуклеуса. Обнаружен у симментальской породы и помесного скота.

Инфузория *Entodinium nanellum* (рис. 3, 3.2.). Длина тела варьирует от 35,0 до 42,5 мкм, в среднем $39,2 \pm 1,33$; ширина — от 17,5-32,5 мкм, в среднем $24,8 \pm 2,53$. Тело продолговато-овальное, задний конец тела закруглен. Макронуклеус колбасовидный, расположен к дорзальному краю тела. Очень маленький микронуклеус лежит у середины макронуклеуса. Обнаружен у симментальской породы скота.

Инфузория *Entodinium simulans m. dubardi*. (рис. 3, 3.3.). Длина тела варьирует от 30,0-45,00 мкм, в среднем $40,5 \pm 0,90$; ширина — от 20,0-25,0 мкм, в среднем $22,3 \pm 0,57$. Тело широкоовальное и короткое, с выпуклыми спинной и брюшной сторонами. На заднем конце клетки имеется вырезка, разделяющая нижний полюс клетки на две слабо выраженные неравные лопасти. Ресничный аппарат представлен одной зоной мембранелл. Макронуклеус колбасовидный, расположен в передней части клетки у дорзального ее края. Микронуклеус лежит несколько впереди сере-



3.1.

3.2.

3.3.

Рис. 3.

3.1. Инфузория *Entodinium dilobum*.3.2. Инфузория *Entodinium nanellum*.3.3. Инфузория *Entodinium simulans m. dubardi*.

дины макронуклеуса. Обнаружен у симментальской породы и помесного скота.

Род *Diplodinium*.

Инфузория *Diplodinium dentatum* (рис. 4, 4.1.). Длина тела варьирует от 80,00-95,00 мкм, в среднем $90,10 \pm 1,64$; ширина — от 52,00-65,00 мкм, в среднем $57,40 \pm 1,34$. Тело широко-овальное, сдавлено с боков. Дорсальная сторона тела выпуклая, вентральная слабо вогнутая. Боковые стороны немного выпуклые, при этом правая сторона выгнута больше, чем левая. Скелетных пластинок нет. На заднем конце тела имеется шесть больших, загнутых внутрь выростов — каудальных шипов. На переднем конце тела выступает вперед «теменной отросток». По бокам теменного отростка на одном уровне располагаются две ресничные зоны, окруженные гребнем («губой»). Обнаружен у якутского и помесного скота.

Род *Eudiplodinium*.

Инфузория *Eudiplodinium maggi* (рис. 4, 4.2). Тело очень широкое, немного сплющенное с боков. Длина тела варьирует от 165,0 до 200,0 мкм, в среднем $188,0 \pm 4,42$; ширина — от 137,5-162,50 мкм, в среднем $151,55 \pm 2,73$. Передний ко-

нец тела почти прямой, на нем слабо выделяется маленький «теменной отросток». На правой стороне заднего конца тела обычно выделяется вентральная лопасть. Передний конец макронуклеуса отогнут на дорзальную сторону, задняя часть макронуклеуса прямая, вытянута параллельно дорзальному краю клетки. Обнаружен у якутского, помесного и симментальского скота.

Инфузория *Eudiplodinium bovis* (рис. 4, 4.3.). Длина тела варьирует от 87,0 до 100,0 мкм, в среднем $96,2 \pm 1,44$; ширина — от 55,0-87,50 мкм, в среднем $74,40 \pm 4,05$. Тело относительно короткое и широкое. Спинная и брюшная часть выпуклые. Задний конец закруглен. Теменной отросток развит. Макронуклеус простой, колбасовидный. По спинному краю тела располагаются две вакуоли. Обнаружен у якутского скота.

Инфузория *Eudiplodinium dilobum* (рис. 4, 4.4). Длина тела варьирует от 100,0 до 125,0 мкм, в среднем $115,3 \pm 2,09$; ширина — от 55,0-72,0 мкм, в среднем $67,85 \pm 1,67$. Тело продолговато-овальное, сдавленное с боков, задний конец снабжен двумя лопастями. Одна лопасть преанальная, другая постанальная, причем обе несколько загнуты по направлению друг другу. Макронуклеус колбасовидный, с прямым брюш-

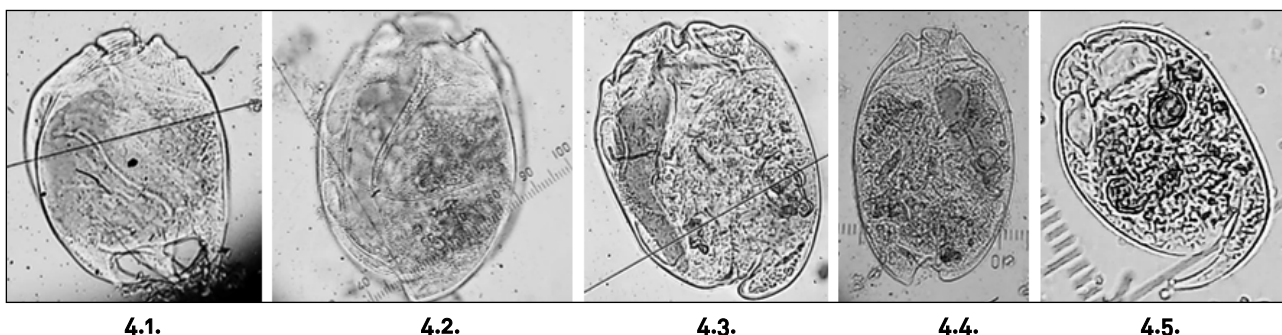


Рис. 4.

4.1. Инфузория *Diplodinium dentatum*. 4.2. Инфузория *Entodinium exiguum*.
4.3. Инфузория *Entodinium triacum*. 4.4. Инфузория *Entodinium simulans caudatum*.
4.5. Инфузория *Entodinium dilobum*

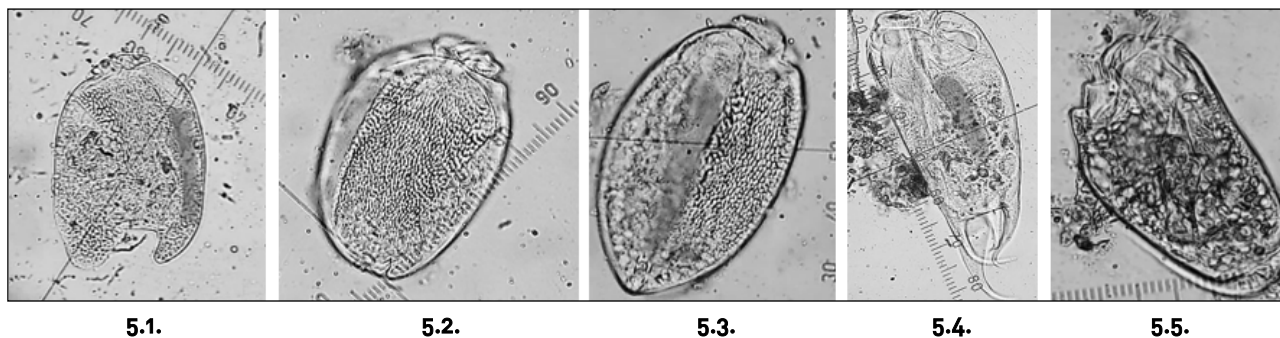


Рис. 5.

5.1. Инфузория *Entodinium quadricuspis quadricuspis*. 5.2. Инфузория *Entodinium exiguum*.
5.3. Инфузория *Entodinium triacum*. 5.4. Инфузория *Entodinium simulans caudatum*.
5.5. Инфузория *Entodinium dilobum*

ным краем и немного вздутым передним концом. Обнаружен у якутского и помесного скота.

Инфузория *Eudiplodinium rostratum* (рис. 4, 4.5.). Длина тела варьирует от 35,00 до 50,00 мкм, в среднем $41,60 \pm 1,60$; ширина — от 32,50–35,50 мкм, в среднем $35,07 \pm 0,29$. Тело продолговато-овальное, с выпуклой спинной и плоской брюшной стороной. Преанальный отдел заднего полюса вытянут в длинный и мощный хвостовой шип. Длина его составляет около $2/5$ длины остального тела. Шип по-видимому очень подвижен: иногда он торчит прямо назад, у других же особей загнут крючковидно и прижат к телу. Макронуклеус лежит посередине тела ближе к дорзальной стороне. Микронуклеус лежит несколько впереди макронуклеуса. Обнаружен у якутского, помесного и симментальского скота.

Род *Ostracodinium*.

Инфузория *Ostracodinium mammosum* (рис. 5, 5.1.). Тело продолговато-овальное, почти цилиндрическое. Длина тела варьирует от 115,00 до 125,00 мкм, в среднем $119,40 \pm 1,33$; ширина — 52,00–68,00, в среднем $58,90 \pm 1,82$ мкм. На переднем конце выступает плоский «теменной отросток», а на заднем конце имеются три хвостовых лопасти, отделенные друг от друга глубокими вырезками. Обычно лопасти имеют закругленные края. Макронуклеус колбасовидный, слабо утолщенный на переднем конце. Микронуклеус прижат к середине дорзальной стороны макронуклеуса. Обнаружен у якутского скота.

Инфузория *Ostracodinium gracile* (рис. 5, 5.2.). Длина тела варьирует от 97,50 до 115,0 мкм, в среднем $104,45 \pm 2,27$; ширина — от 62,50–70,0 мкм, в среднем $66,55 \pm 0,86$. Тело изящной формы, вытянутое в длину, на заднем конце правильно закругленное. Теменной отросток сравнительно большой. Спинная сторона слабо выпуклая. Макронуклеус длинный, несколько

вздутый на переднем конце, на спинной стороне с двумя выемками. Обнаружен у якутского и симментальского скота.

Инфузория *Ostracodinium trivesiculatum* (рис. 5, 5.3.). Тело вытянуто в длину и слегка сжато с боков. Длина тела варьирует от 112,00 до 125,00 мкм, в среднем $118,65 \pm 1,66$; ширина — от 65,00–85,0 мкм, в среднем $72,05 \pm 1,85$. Передний конец занят плоским теменным отростком, задний конец закруглен. Макронуклеус занимает дорзальную часть тела, несколько суживающийся к своему заднему концу. Дорзально от макронуклеуса залегает ряд вакуолей. Обнаружен у якутского и симментальского скота.

Род *Epidinium*.

Инфузория *Epidinium ecaudatum tricaudatum* (рис. 5, 5.4.). Тело удлинненное, в сечении округлое. Дорзальная сторона немного выпуклая, вентральная сторона немного вогнутая. Задний конец закруглен. Общей формой инфузория напоминает банан (Sharp, 1914). На заднем конце тела бывают выросты в виде шипов (от 1 до 5). Длина тела варьирует от 107,00–135,60 мкм, в среднем $121,56 \pm 3,07$; ширина от 45,00–70,00 мкм, в среднем $56,55 \pm 2,21$. Макронуклеус колбасовидный. Микронуклеус лежит примерно посередине макронуклеуса. Обнаружен у якутского и помесного скота.

Инфузория *Epidinium ecaudatum morphotype caudatum* (рис. 5, 5.5.). Длина тела варьирует от 120,00–140,00 мкм, в среднем $131,20 \pm 2,26$; ширина от 52,00–62,00 мкм, в среднем $57,90 \pm 1,24$. Тело сильно вытянутое в длину, цилиндрическое. Спина слегка выпуклая, тогда как брюшная сторона плоская, даже слегка вогнутая. Задний конец тела правильно закруглен. Адоральная зона мембранелл находится на самом переднем полюсе, дорзальная зона — лишь немного позади адоральной. Макронуклеус колбасовидный, со слегка вздутым передним концом. Микронуклеус находится на уровне середины макронуклеуса, в выемке спинного края последнего. Обнаружен у якутского и помесного скота.

Род *Eodinium*.

Инфузория *Eodinium posteroovesiculatum morphotype bilobosum* (рис. 6, 6.1.). Длина тела варьирует от 52,50–57,00 мкм, в среднем $54,82 \pm 0,58$; ширина — от 27,5–32,50 мкм, в среднем $31,30 \pm 0,61$. Тело удлинненно-овальное, слабо уплощенное латерально. К середине тела дорзальная и вентральная стороны почти параллельны, сзади тело сужается. Задний конец снабжен

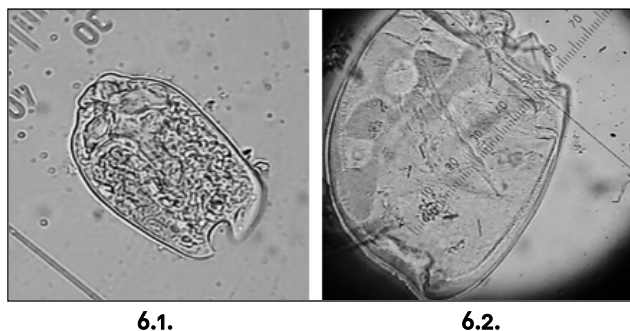


Рис. 6.

6.1. Инфузория *Eodinium posteroovesiculatum morphotype bilobosum*. 6.2. Инфузория *Metadinium medium*.

двумя лопастями, преанальной и постанальной, между которыми находится глубокий вырез. Обе лопасти лежат не строго медианно, но так, что преанальная загнута немного влево, а постанальная — вправо. Обнаружен у якутского скота.

Род *Metadinium*.

Инфузория *Metadinium medium* (рис. 6, 6.2.). Длина тела варьирует от 170,00-260,00 мкм, в среднем $224,20 \pm 10,72$; ширина — от 137,00-185,00 мкм, в среднем $169,75 \pm 5,56$. Тело широко овальное, немного сжатое с боков. На переднем конце слабо выдается «теменной отросток». Скелет представлен двумя широкими пластинками. В задней части пластинки сближены и могут сливаться вместе, образуя «у»-образную единую пластинку. Удлиненный макронуклеус имеет две глубоких дорзальных вырезки, в которых лежат две крупные сократительные вакуоли. Обнаружен у якутского, помесного и симментальского скота.

Род *Polyplastron*.

Инфузория *Polyplastron multivesiculatum* (рис. 7, 7.1.). Длина тела варьирует от 125,00-190,00 мкм, в среднем $148,00 \pm 5,41$; ширина — от 70,00-112,50 мкм, в среднем $89,98 \pm 4,00$. Тело продолговато-овальное, сдавлено с боков. Имеется 5 скелетных пластинок, две из них лежат на правой стороне. На переднем конце выступает вперед хорошо развитый теменной отросток. Макронуклеус вытянут в длину, его передний конец булавовидно расширен. В конце передней трети макронуклеуса на его дорзальном крае имеется глубокая вырезка. Обнаружен у якутского, помесного и симментальского скота.

Инфузория *Metadinium tauricum* (рис. 7, 7.2). Длина тела варьирует от 225,0 до 262,5 мкм, в среднем $243,65 \pm 4,56$ мкм, ширина — от 150,0-167,50 мкм, в среднем $156,65 \pm 2,18$ мкм. Тело овальной формы. Две скелетные пластинки, составляющие более половины их длины,

сходятся сзади, образуя букву “Y”. Две сократительные вакуоли лежат на дорсальной стороне макронуклеуса. Обнаружен у якутского скота.

Инфузория *Metadinium banksi* (рис. 7, 7.3.). Длина тела варьирует от 115,0-150,0 мкм, в среднем $128,60 \pm 3,63$; ширина — от 61,0-87,5 мкм, в среднем $72,10 \pm 2,35$. Тело овальное, немного сжатое с боков. На переднем конце слабо выдается «теменной отросток». Скелет представлен двумя широкими пластинками, которые приближаются в каудальной части и соединяются. Обнаружен у якутского скота.

Инфузория *Metadinium affine* (рис. 7, 7.4.). Длина тела варьирует от 125,5-140,5 мкм, в среднем $133,46 \pm 1,60$; ширина — от 60,00-75,5 мкм, в среднем $67,40 \pm 1,75$. Тело удлиненное, со слегка выпуклыми спинной и брюшной сторонами. Теменной отросток хорошо развит. Скелет состоит из двух узких пластин, лежащих преимущественно на правой стороне тела. Одна из пластин прилегает к брюшному краю ядра. У большинства особей пластинки постепенно приближаются друг другу и почти соприкасаются (V-образные). Макронуклеус имеет колбасовидную или булавовидную форму с несколько утолщенным передним концом. По спинному краю тела располагаются две вакуоли. Обнаружен у якутского скота.

Инфузория *Metadinium sp.* (рис. 7, 7.5.) Длина тела варьирует от 335,00-355,00 мкм, в среднем $346,00 \pm 2,21$; ширина — от 200,00-220,00 мкм, в среднем $209,40 \pm 2,32$. Тело весьма крупное, широкое. Несколько сжато с боков. Теменной отросток низкий, слабо выдающийся. Скелет состоит из двух пластин. Одна из пластин проходит параллельно брюшному краю ядра и тянется назад. Макронуклеус имеет весьма необычную форму, он снабжен двумя спинными вырезками в сторону скелета. Верхняя вырезка ярко выражена с выраженным в ней расположением верхней вакуоли. В отличие от *Metadinium tauricum*

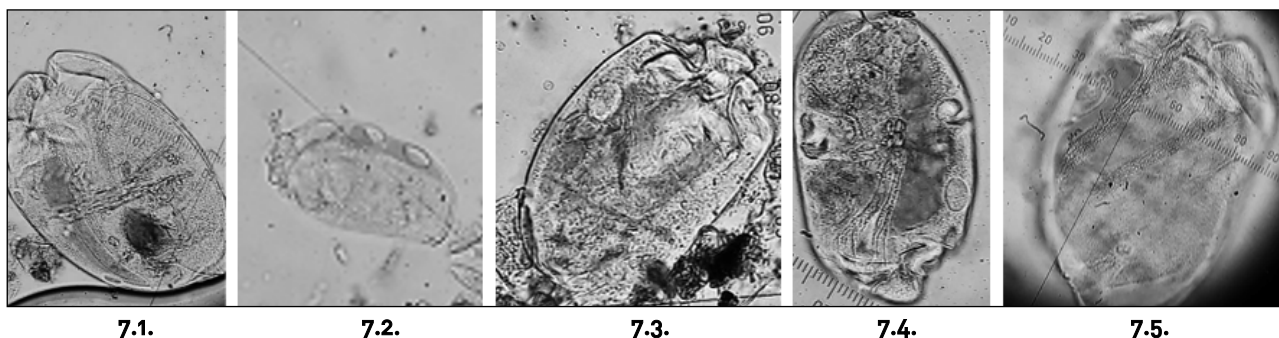


Рис. 7.

7.1. Инфузория *Polyplastron multivesiculatum*. 7.2. Инфузория *Metadinium tauricum*.
7.3. Инфузория *Metadinium banksi*. 7.4. Инфузория *Metadinium affine*.
7.5. Инфузория *Metadinium sp.*

скелет не соединен в каудальной части, и вторая пластина обрывается по длине в середине первого скелета. Обнаружен у якутского скота.

Под *Isotricha*.

Инфузория *Dasytricha ruminantium* (рис. 8, 8.1.). Длина тела варьирует от 50,00 до 75,00 мкм, в среднем $61,49 \pm 2,64$; ширина — от 27,00–35,00 мкм, в среднем $31,42 \pm 1,05$. Тело овальное, немного сплющено дорзо-вентрально. Длинные соматические реснички покрывают все тело инфузории. Макронуклеус овальный, не занимает фиксированного положения. Единственная сократительная вакуоль лежит возле заднего конца тела. Обнаружен у якутского, помесного и симментальского скота.

Инфузория *Isotricha prostoma* (рис. 8, 8.2.). Длина тела варьирует от 112,00–180,00 мкм, в среднем $135,55 \pm 6,34$; ширина — от 80,00–100,00 мкм, в среднем $88,09 \pm 1,98$. Тело овальное, сплющено дорзо-вентрально и заостренное в обеих концах. Все тело покрыто продольными рядами ресничек. Макронуклеус удлинённый, занимает примерно 1/3 часть тела и расположен в задней части тела. Обнаружен у якутского, помесного и симментальского скота.

Под *Ophryoscolex*.

Инфузория *Ophryoscolex purkynjei* m. *Purkynjei* (рис. 8, 8.3.). Длина тела варьирует от 162,0 до 190,0 мкм, в среднем $174,0 \pm 5,99$; ширина — от 102,0–112,0 мкм, в среднем $108,0 \pm 2,10$. Тело вытянуто в длину, бочковидное, с суженным и усеченным передним концом. Задний конец вооружен тремя венчиками шипов. Преанальный шип короткий и толст, такой же величины, как и побочный шип. Макронуклеус имеет колбасовидную форму. Обнаружен у симментальского скота.

Инфузория *Charonina ventriculi*. В результате проведенной ревизии системы (Корнилова О.А., 2006) *Charonina ventriculi* относится к

следующей классификации: класс *Litostomatea* (Small & Lunn, 1981); подкласс *Trichostomatia* (Butschli, 1889); отряд *Entodiniomorphida* (Reichenow, 1929); подотряд *Blepharocorythina* (Wolska, 1971); сем. *Blepharocorythidae* (Hsiung, 1929); род *Charonina* (Strand, 1928); вид *Charonina ventriculi* (Jameson, 1925). Описание морфологии: тело вытянутое в длину, сплющено с боков. Задний конец закруглен без лопасти. Макронуклеус округлой формы, иногда шаровидный. Рядом прилегает сократительная вакуоль, лежащая в центре задней части инфузории. На переднем конце имеется пучок ресничек, на заднем конце реснички расположены в два пучка с обеих сторон. Считается одной из редких видов эндобионтных инфузорий, встречающихся в содержимом рубца крупного рогатого скота. Длина инфузории варьирует от 22,50 до 37,50 мкм, в среднем $29,00 \pm 2,69$ мкм, а ширина от 11,25 до 17,50 мкм, в среднем $15,00 \pm 1,31$. Обнаружен у якутского скота.

Заключение. Таким образом, получены результаты по идентификации симбионтной фауны крупного рогатого скота, разводимого в экстремальных условиях Якутии. Всего у групп исследованных животных идентифицировано и описано 36 видов по 12 родам и 3 семействам.

Самой многочисленной группой у КРС представлен род *Entodinium* - 13 видов. Больше всего видов данного рода обнаружено у якутского аборигенного скота (10), тогда как у помесного скота — 5, у симментальской породы скота — 6. При этом *Entodinium exiguum* обнаружен у всех исследованных пород крупного рогатого скота Якутии. Такие виды как *E. minimum*, *E. bimastus*, *E. lobosospinosum*, *E. quadricuspis* и *E. simulans caudatum* обнаружены только у якутского скота. У якутского скота также впервые обнаружены редкие и малочисленные виды инфузорий рода *Charonina* и *Metadinium*. В содержимом рубца якутского скота нами обнаружено всего 5 экз. данного вида инфузорий. Якутский скот в хозяйствах нашего региона находится на пастбищном содержании 4,5–5 мес. с середины мая до середины октября, а стойловое содержание длится около 7–7,5 мес. Возможно этими факторами объясняется большее видовое разнообразие эндобионтных инфузорий у якутского скота при сравнении с помесными и скотом симментальской породы, находящимися на более высококонцентрированном рационе.

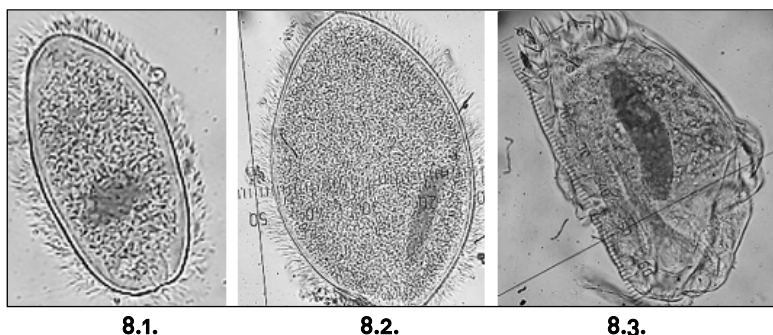


Рис. 8.

8.1. Инфузория *Dasytricha ruminantium*.

8.2. Инфузория *Isotricha prostoma*.

8.3. Инфузория *Ophryoscolex purkynjei* m. *Purkynjei*.

Литература

1. Догель В. А. Зависимость распространения паразитов от образа жизни животных-хозяев / В. А. Догель // Сборник в честь Н. М. Книповича. - Л., 1927. - С. 17-43.
2. Догель В. А. Филогения инфузорий желудка жвачных в свете палеонтологических и эколого-паразитических данных / В. А. Догель // Зоол. журн. - 1946. - Т. 25. - С. 395-402.
3. Корнилова О. А. Зависимость распространения эндобрионных инфузорий от поведения хозяина / О. А. Корнилова // Вестн. Челябинск. гос. педаг. ун-та. - 2005. - Т. 6. - С. 59-64.
4. Корнилова О. А., Мачахтыров Г. Н. Выживание эндобрионных инфузорий млекопитающих во внешней среде / О. А. Корнилова, Г. Н. Мачахтыров // Вестник Челябинского гос. пед. ун-та. - 2005. - Т. 6. - С. 53-59.
5. Dehority B. A. Rumen Microbiology. - Nottingham: University Press, 2003. - 82 p.
6. Догель В. А. Простейшие Protozoa. Малоресничные инфузории - Infusoria Oligotricha. Сем. Ophryoscolecidae. Определитель по фауне СССР Текст. / В.А. Догель. - М.: Изд. АН СССР. Л. 1929. - 96 с.
7. Сизова А. В., Аркадьева З. А. Микробиологический синтез. - М., 1969. - № 10. - С. 8-13.
8. Gruby D. Sur les animalcules development dans l'estomac et les intestins pluus avant digestion des animaux herbivores et carnivores' / D. Gruby, O. Delafond // Acad. Sci. Paris. - 1843. - Vol. 17. - P. 1304-1308.
9. Stein F. Charakteristik neuer Infusorien-Gattungen // Lotos, 1859. - P. 57-60.
10. Hsiung T. S. A monograph on the protozoan fauna of the large intestine of the horse / T. S. Hsiung // Iowa St. Coll. Journ. Sci. - 1930. - Vol. 4. - P. 359-423.
11. Giesecke D. Wiesmayn Solveig, Ledinek / Giesecke D. // M. J. Gen. Microbiol. - 1970. - № 1. - P. 123-126.
12. Корнилова, О. А. Эндобрионные инфузории млекопитающих: фауна, биология, филогения : дис. ... докт. биол. наук / О. А. Корнилова. - СПб, 2006. - 449 с.
13. Newbold C. J. The role of ciliate protozoa in the rumen / C. J. Newbold, G. de la Fuente, A. Belanche et al. // Front Microbiol. - 2015. - № 6. - P. 1313. Doi: 10.3389/fmicb.2015.01313.
14. Henderson G. Rumen microbial community composition varies with diet and host, but a core microbiome is found across a wide geographical range / G. Henderson, F. Cox, S. Ganesh et al. Sci Rep. - 2015. - № 5. - P. 14567. Doi: 10.1038/srep14567.
15. Garcia J. J. Weather conditions and rumen temperature and pH in lidia cattle / J. J. Garcia, D. J. Bartolome, R. Posado et al. // J. Vet. Sci. Technol. - 2018. - №9 (3). - P. 532. Doi: 10.4172/2157-7579.1000532.
16. McSweeney C., Mackie R. Micro-organisms and ruminant digestion: state of knowledge, trends and future prospects. Background study paper No. 61. Food and Agriculture Organization of the United Nation, Rome, Italy, 2012. - 62 p.
17. Писменская В. Н. Анатомия и физиология сельскохозяйственных животных / В. Н. Писменская, Е. М. Ленченко, Л. А. Голицына. - М.: Колос, 2006. - 280 с.
18. Иванкова А. А. Распределение и численность инфузорий в разных отделах желудка быка домашнего (Bos taurus) из агрохозяйств юга Тюменской области / А. А. Иванкова // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. - 2010. - Т. 12. - №1 (8). - С. 2037-2040.
19. Рябиков А. Я. Протеолиз в рубце бычков черно-пестрой породы / А. Я. Рябиков, Н. М. Октябрь // Научные и практические проблемы животноводства, ветеринарной медицины и перспективы их решения: сб. науч. тр. - Омск: Изд-во ФГОУ ВПО ОмГАУ, 2011. - С. 51-55.
20. Кириллова А. А. Состав биоценоза преджелудков и сычуга крупного рогатого скота в стойловый период / Кириллова А. А., Петров Ю. Ф., Гудкова А. Ю. и др. // Ветеринария Кубани. - 2012. - №2.
21. Иванкова А. В. Анализ морфотипов апикальных выростов цитоплазмы инфузорий семейства Ophryoscolecidae / А. В. Иванкова, Н. Е. Суплес // Вестник Оренбургского государственного университета. - 2017. - №6 (206) . - С. 71-74.

Sleptsov E.¹, Plemyashov K.², Machakhtyrov G.¹, Machakhtyrova V.¹, Andreeva M.¹, Shadrina Ya¹, Gavrilieva L.¹, Alfierov I.¹

Diversity of the infusoria symbiofauna of cattle

Abstract.

Infusoria from the digestive tract of herbivorous mammals have been known to science for almost a century and a half. However, protozoans remain an understudied group of rumen dwellers in ruminants. In cattle, in a multi-chambered stomach, in addition to microorganisms (fungi and bacteria), there are a large number of protozoa (infusoria), which also participate in the digestive processes that support the vital activity of the body. Endobiontic infusoria take an active part in the digestion of complex carbohydrates, fiber, in the breakdown of indigestible polysaccharides, which are essential sources of energy for animals. In this regard, the study of the species and quantitative composition of the infusoria fauna of cattle bred in the Far North, as one of the factors of sustainable adaptation to extreme conditions, is of great scientific and practical interest.

This article presents the results of a study of endobiontic infusoria of cattle breeds bred in Yakutia. A total of 36 species have been identified and described in 12 genera and 3 families. It was found that the genus Entodinium and the genus Isotricha were the most represented in the Yakut cattle, while the genus Entodinium and Euplodium are in the crossbred and cultivated cattle. The smallest genus in all groups are Polyplastron and Metadinium.

Key words: endobiontic infusoria, cattle, Yakut breed.

Authors:

Sleptsov E. – Dr. Habil. (Vet. Sci.); e-mail: evgeniyemenovic@mail.ru;

Plemyashov K. – Dr. Habil. (Vet. Sci.); corresponding member of the Russian Academy of Sciences;

Machakhtyrov G. – PhD (Biol. Sci.); e-mail: aylga@mail.ru;

Machakhtyrova V. – PhD (Biol. Sci.); e-mail: varvara-an@mail.ru;

Andreeva M. – PhD (Biol. Sci.); e-mail: amv-65@mail.ru;

Shadrina Y. – PhD (Vet. Sci.); e-mail: yanalina_12@mail.ru;

Gavrilieva L. – PhD (Vet. Sci.); e-mail: lubov.gavrilieva86@mail.ru;

Alfierov I. – PhD (Agr. Sci.); e-mail: ivan.alfierov@mail.ru.

¹ FSBSI YSC SB RAS Yakut Scientific Research Institute of Agriculture named after Safronov M.G., Yakutsk, 677001, Yakutsk, Bestuzhev-Marlinsky St., 23, building. 1.

² St. Petersburg State University of Veterinary Medicine; 196084, Russia, St. Petersburg Chernigovskaya St., 5.

References

1. Dogel V. A. Dependence of the spread of parasites on the lifestyle of animal hosts / V. A. Dogel // Collection in honor of N. M. Knipovich. L., 1927. - P. 17-43.
2. Dogel V. A. Philology of the ciliates of the gastric stomach in the light of paleontological and environmental-parasitic data / V. A. Dogel // Zool. Journal. - 1946. - Vol. 25. - P. 395-402.
3. Kornilova O. A. Dependence of the spread of endobiontic ciliates on the behavior of the owner / O. A. Kornilova // Vestn. Chelyabinsk. state. Pedagon. Un-te. - 2005. - Vol. 6. - P. 59-64.
4. Kornilova O. A., Macchakhtrov G. N. Survival of endobiontic cammodes in the external environment / O. A. Kornilova, G. N. Macchakhtrov // Bulletin of the Chelyabinsk State. ped. Un-te. - 2005. - Vol. 6. - P. 53-59.
5. Dehority B. A. Rumen Microbiology. -Nottingham: University. Press, 2003. - 382 p.
6. Dogel V. A. Prostly Protozoa. Little confusion - Infusoria Oligotricha. Sem. Ophryoscolecidae. The determinant on the fauna of the USSR Text. / V.A. Dogel. - M.: Ed. USSR Academy of Sciences. L. 1929. - 96 p.
7. Sizova A. V., Arkadyeva Z. A. Microbiological synthesis. - M., 1969. - № 10. - P. 8-13.

8. Gruby D. Sur Les Animalculese Development Dans l'estomac et Les Intes-Tins Plu Avant Digest Des Animaux Herbivores et Carnivores' / D. Gruby, O. Delafond // Acad. SCI. Paris. — 1843. — Vol. 17. — P. 1304-1308.
9. Stein F. Charakteristik Neuer Infusorien-gattungen // Lotos, 1859. — P. 57-60.
10. Hsiung T. S. A Monograph on the Protozoan Fauna of the Large Intestine of the Horse / T. S. Hsiung // Iowa St. Coll. Journ. SCI. — 1930. — Vol. 4. — P. 359-423.
11. Giesecke D. Wiesmayn Solveig, Ledinek / Giesecke D. // M. J. Gen. Microbiol. — 1970. — № 1. — P. 123-126.
12. Kornilova O. A. Endobiontic cammodic infusoria: fauna, biology, phylogeny: dis. ... doct. Biol. Sciences / O. A. Kornilova. — St. Petersburg, 2006. — 449 p.
13. NewBold C. J. The Role of Ciliate Protozoa in the Rumen / C. J. NewBold, G. De La Fuente, A. Belanche et al. // Front Microbiol. — 2015. — № 6. — P. 1313. Doi: 10.3389/FMICB 2015.01313.
14. Henderson G. Rumen Microbial Community Composition Varies with Diet and Host, But a Core Microbiome Is Found Across a Wide Geographical Range / G. Henderson, F. Cox, S. Ganesh et al. Sci Rep. — 2015. — № 5. — P. 14567. Doi: 10.1038/srep14567.
15. Garcia J. J. Weather Conditions and Rumen Temperature and PH in Lidia Cattle / J. J. Garcia, D. J. Bartolome, R. Posado et al. // J. Vet. SCI. Technol. — 2018. — № 9 (3). — P. 532. Doi: 10.4172/2157-7579.1000532.
16. McSweeney C., Mackie R. Microorganisms and Ruminant Digest: State of Knowledge, Trends and Future Prospects. Background Study Paper No. 61. Food and agriculture Organization of the United Nation, Rome, Italy, 2012. - 62 p.
17. Pismenskaya V. N. Anatomy and physiology of agricultural animals / V. N. Pismenskaya, E. M. Lenchenko, L. A. Golitsyna. — M.: Kolos, 2006. — 280 p.
18. Ivankova A. A. Distribution and number of ciliates in different departments of the stomach of the bull bullry (Bos Taurus) from the agricultural houses of the South of the Tyumen Region / A. A. Ivankova // Izvestia of the Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences. — 2010. — Vol. 12. — № 1 (8). — P. 2037-2040.
19. Ryabikov A. Ya. Proteiolis in the scar of bull-haired bull-haired breed / A. Ya. Ryabikov, N. M. Oktyabrev // Scientific and practical problems of animal husbandry, veterinary medicine and prospects for their solutions: Sat. scientific. tr. — Omsk: Publishing House of the FGOU VPO OMGAU, 2011. — P. 51-55.
20. Kirillova A. A. The composition of the biocenosis of the prejuds and the Sychug cattle in the stall period / Kirillova A. A., Petrov Yu. F., Gudkova A. Yu. Essenth and others // Veterinary Kuban. — 2012. — № 2.
21. Ivankova A. V. Analysis of the morphotypes of the apical outgrowths of the cytoplasm of the ciliates of the family Ophryoscolecidae / A. V. Ivankova, N. E. Svupes // Bulletin of the Orenburg State University. — 2017. — № 6 (206). — P. 71-74.