

Оригинальная статья

## Особенности видового разнообразия эндобионтных инфузорий млекопитающих северных и арктических территорий

Е. С. Слепцов<sup>1</sup>, Л. Н. Владимиров<sup>1,2</sup>, Г. Н. Мачахтыров<sup>1</sup>, В. И. Федоров<sup>1,3</sup>,  
В. А. Мачахтырова<sup>✉,1</sup>, Я. Л. Шадрина<sup>1</sup>, М. В. Андреева<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Якутский научно-исследовательский институт сельского хозяйства  
им. М.Г. Сафронова СО РАН, г. Якутск, Российская Федерация

<sup>2</sup>Академия наук Республики Саха (Якутия), г. Якутск, Российская Федерация

<sup>3</sup>Арктический государственный агротехнологический университет, г. Якутск, Российская Федерация

✉[varvara-an@mail.ru](mailto:varvara-an@mail.ru)

### Аннотация

Приведены промежуточные результаты первого года выполнения проекта по гранту Российского научного фонда. Дана характеристика видового разнообразия симбиофауны домашних животных, разводимых в Якутии; проанализировано 1760 образцов проб, взятых у разных видов домашних животных; выявлено и описано 98 видов эндобионтов жвачных животных и 25 табунной лошади (по 2 породным типам якутской породы); описаны несколько редко встречающихся видов инфузорий, обнаруженных в ходе исследований. Впервые проведено изучение разнообразия якутского аборигенного скота в сравнении с помесным и скотом симментальской породы. У эндемичной якутской коровы, разводимой в условиях скудного малопитательного кормления в течение длительного зимнего периода, выработана приспособительная функциональная особенность как разнообразие симбионтной фауны простейших для более полного расщепления и усвоения ограниченных питательных веществ корма. Между породами северного оленя – эвенской и чукотской, различающимися зонами разведения, имеются несущественные различия по симбиофауне. У эвенской породы выявлено 13 и у чукотских оленей 11 видов эндобионтов по 6 родам. У домашних овец и гибридов (1/2 домашняя овца × 1/2 дикий снежный баран) обнаружено 12 видов инфузорий, при этом их видовое разнообразие не различалось. У якутской породы лошадей идентифицировано 15 видов эндобионтных инфузорий, из которых по коренному типу – 11 видов, по янскому – 14; впервые получены данные по эндобионтам табунных лошадей янского типа якутской породы. Исследуемые популяции табунных лошадей характеризуются относительно высоким уровнем разнообразия эндобионтов. Показано видовое сходство двух популяций якутской породы лошадей, разводимых в разных географических зонах. В результате исследований проведена идентификация симбионтной фауны домашних животных, установлена связь между видовым составом симбиофауны и ареалом обитания животных, в том числе зависимость от социального поведения животных.

**Ключевые слова:** микробиота, симбиофауна, эндобионтные инфузории, полигастричные животные, олени, табунные лошади, якутский скот

**Финансирование.** Исследование выполнено при поддержке Российского научного фонда по проекту «Изучение особенностей видового разнообразия эндобионтных инфузорий млекопитающих северных и арктических территорий» (грант № 22-16-20013, <https://rscf.ru/project/22-16-20013/>) и АНО «Якутский научный фонд».

**Для цитирования:** Слепцов Е.С., Владимиров Л.Н., Мачахтыров Г.Н., Федоров В.И., Мачахтырова В.А., Шадрина Я.Л., Андреева М.В. Особенности видового разнообразия эндобионтных инфузорий млекопитающих северных и арктических территорий. *Природные ресурсы Арктики и Субарктики*. 2023;28(4):612–626. <https://doi.org/10.31242/2618-9712-2023-28-4-612-626>

## **Characteristics of the species diversity of endobiontic infusoria in mammals in the Northern and Arctic territories**

**E. S. Sleptsov<sup>1</sup>, L. N. Vladimirov<sup>1,2</sup>, G. N. Machakhtyrov<sup>1</sup>, V. I. Fedorov<sup>1,3</sup>,  
V. A. Machakhtyrova<sup>✉1</sup>, Y. L. Shadrina<sup>1</sup>, M. V. Andreeva<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>*Safronov Yakut Scientific Research Institute of Agriculture,  
Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Yakutsk, Russian Federation,*

<sup>2</sup>*Academy of Sciences of the Republic of Sakha (Yakutia), Yakutsk, Russian Federation*

<sup>3</sup>*Arctic State Agrotechnical University, Yakutsk, Russian Federation*

<sup>✉</sup>*varvara-an@mail.ru*

### **Abstract**

The interim results of the first year of the project, funded by the Russian Science Foundation (RSF), are presented. The study focuses on the species diversity of the symbiofauna of domestic animals bred in Yakutia. A total of 1,760 samples were collected from various types of domestic animals and analyzed. The research identified and described 98 species of endobionts in ruminants and 25 species in horses (based on 2 breed types of the Yakut breed). Additionally, several rare species of ciliates were discovered during the study. Notably, this study is the first to compare the diversity of Yakut aboriginal cattle with crossbred and Simmental cattle. The findings reveal that the endemic Yakut cow, bred under conditions of poor, low-nutrient feeding during a long winter period, has developed an adaptive functional feature, such as a diverse symbiont fauna of protozoa, to facilitate the complete breakdown and absorption of limited nutrients in the feed. Furthermore, the study found no significant differences in symbiofauna between the Even and Chukotka reindeer breeds, which differ in their breeding zones.

In the Even breed of deer, a total of 13 species were identified, while in the Chukchi deer, 11 species from six genera were found. In domestic sheep and hybrids (which are half domestic sheep and half wild bighorn sheep), 12 ciliate species were identified, but their diversity did not differ. In the Yakut horse breed, 15 species of endobiont ciliates were identified, of which 11 are indigenous and 4 are of the Yan type. This research provides the first data on the endobionts of herd horses of the Yana type of the Yakut breed. The studied populations of herd horses were characterized by a relatively high level of endobiont diversity. The species similarity between two populations of the Yakut horse breed, bred in different geographical zones, was demonstrated. This research has identified the symbiotic fauna of domestic animals and established a connection between the species composition of the symbiotic fauna and the habitat of the animals, including their social behavior.

**Keywords:** microbiota, symbiofauna, endobiontic infusoria, polygastric animals, reindeer, herd horses, Yakut cattle

**Funding.** This study was supported by the Russian Science Foundation for the project “Studying the characteristics of the species diversity of endobiont ciliates of mammals in the Northern and Arctic territories” (grant number 22-16-20013, <https://rscf.ru/project/22-16-20013>) and ANO “Yakut Science Foundation”.

**For citation:** Sleptsov E.S., Vladimirov L.N., Machakhtyrov G.N., Fedorov V.I., Machakhtyrova V.A., Shadrina Y.L., Andreeva M.V. Characteristics of the species diversity of endobiontic infusoria in mammals in the Northern and Arctic territories. *Arctic and Subarctic Natural Resources*. 2023;28(4):612–626. (In Russ.); <https://doi.org/10.31242/2618-9712-2023-28-4-612-626>

### **Введение**

Республика Саха (Якутия) является самым крупным регионом РФ и, располагая огромным количеством естественных сенокосов и пастбищ, имеет все условия для развития животноводства. Отрасль в регионе представлена в основном выверенными многовековыми традиционными занятиями коренных жителей Севера, применяющих уникальные способы содержания домашних животных, аналогов которым нет в мире. Вместе с тем, в целях совершенствования про-

дуктивных качеств местного скота, из-за пределов республики ввозятся племенные животные отечественной и импортной селекции. Однако сложные природно-климатические условия и недостаточный уровень кормопроизводства сдерживают интенсивное развитие. Как показывает практика, при завозе высокопродуктивных животных их адаптация к северным условиям проходит достаточно напряженно. Это негативно сказывается на их племенных и продуктивных качествах. Местная популяция сельскохозяйственных

животных представлена в основном аборигенными породами животных, как правило, малопродуктивными, но с высокой приспособленностью к разведению в специфических условиях Северо-Востока Евразии.

Особое значение в адаптации и выживаемости животных в условиях Крайнего Севера имеют питание и эффективное усвоение их организмом малопитательного корма. В расщеплении пищевых продуктов важную роль играют ферменты, продуцируемые бактериями и простейшими, обитающими в пищеварительном тракте животных. В работах V.A. Dogel еще почти 100 назад была доказана способность некоторых инфузорий самостоятельно расщеплять молекулы целлюлозы с образованием легкоусвояемых углеводов [1]. Учитывая сложные условия разведения домашних и обитания диких копытных животных региона, представленного широким разнообразием (лось, дикий северный олень, изюбр, косуля, бизон, снежный баран-чубуку), можно предположить, что микробиота копытных северного региона сильно отличается по видовому и количественному разнообразию от микробиоты аналогичных видов из других регионов, особенно в зимний период, когда в рационе преобладают грубые корма (сено, солома, подножные и веточные корма, кора, опавшие листья, хвоя и т. д.) [2, 3]. В связи с этим изучение видового и количественного состава инфузорной фауны, обитающей в пищеварительном тракте растительноядных копытных животных Якутии, как одного из факторов устойчивой адаптации к экстремальным условиям актуально и перспективно для разработки метода переноса симбиофауны животным разных возрастов и физиологического состояния, в том числе культурным породам, с целью повышения их адаптивных качеств.

Особое место в пищеварении растительноядных животных занимает инфузорная составляющая их желудочно-кишечного тракта. В настоящее время наиболее изученной считается инфузорная фауна из рубца жвачных животных, и к ней относят 49 % от числа всех эндобионтных инфузорий млекопитающих [1, 4]. Кроме того, растительноядные копытные, обладающие более богатой и разнообразной инфузорной фауной, на сравнительно высоком уровне переваривают и усваивают углеводы грубых кормов, реже страдают расстройствами процессов пищеварения, что можно считать приспособительным к экстремальным условиям обитания качеством [5–7].

Фауна эндобионтных инфузорий диких и домашних растительноядных копытных видов Севера остается слабо изученной, имеющиеся сведения основаны преимущественно на сборах из ЖКТ единичных особей-хозяев [8, 9]. В то же время сравнительное исследование видового состава эндобионтов домашних видов животных с их дикими сородичами, обитающими в еще более сложных стесненных в кормовом плане условиях зимнего периода, представляет несомненный практический интерес.

### Материалы и методы

Объект исследований – крупный рогатый скот, табунные лошади, северные домашние олени, овцы и гибриды от скрещивания домашней овцы и снежного барана. Для характеристики особенностей симбиофауны домашних животных отобраны группы по принципу аналогов по возрасту и живой массе каждого вида животных: молодняк до 6 месяцев, 12–15 месяцев, взрослое поголовье. Сбор образцов проведен методом забора биологического материала животных в стерилизованные 10-миллилитровые емкости, содержащие 4- и 10%-е растворы формалина: у жвачных животных (КРС, МРС, олени) – отбор проб жвачки и сбор содержимого со всех отделов желудка; у лошадей – содержимое фекалий.

Определение видового состава симбиофауны домашних животных в сравнительном аспекте проведено с применением индекса Чекановского–Сьеренсена на фиксированном материале с использованием специальных определителей [10, 11] и работ по ревизии офриосколедид [12]. Для изучения морфологии инфузорий применяли окраску 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. [11]. Процентное соотношение устанавливали по итогам подсчета эндобионтов по видам в нескольких временных препаратах от каждой пробы. Виды идентифицировали по определителям В.А. Догеля [1] и О.А. Корниловой [13]. Сравнение видового состава эндобионтных инфузорий фауны скота исследованных пород проведено по коэффициенту сходства Жаккара–Малышева ( $K_{j-m}$ ) и индексу общности фаун Чекановского–Сьеренсена ( $I_{cs}$ ).

Статистическая обработка полученных данных проведена с использованием программы MS

Excel, степень достоверности различий между выборками оценивается общепринятыми критериями математического анализа.

### Результаты и обсуждение

К одним из важнейших факторов среды относятся климатические и тесно связанные с ними кормовые. Адаптация организма к условиям внешней среды находится в прямой связи с морфологическими особенностями любого вида, формирующимися благодаря наследственным признакам, проявляющимся в филогенезе при адаптации к определенным условиям среды. Использование растительноядными животными для пищеварения бактерий, инфузорий привело к преобразованию и усложнению пищеварительной системы с возникновением преджелудков. При этом видовое разнообразие и количество инфузорий во многом определяются особенностями биологии хозяина. В связи с этим сравнительное изучение разнообразия эндосимбиофауны, населяющей преджелудки жвачных копытных, имеет не только научный, но и практический интерес.

#### Крупный рогатый скот (*Bos taurus*)

**Якутская аборигенная порода** – малочисленная и единственная порода крупного рогатого скота, разводимая в сложных суровых условиях с применением традиционной экстенсивной технологии кормления и содержания, неприхотлива и вынослива. Впервые проведено изучение разнообразия эндобийотной симбиофауны якутского аборигенного скота, зимний рацион которого состоит только из грубого корма в виде сена в течение всего стойлового периода.

Всего у крупного рогатого скота основных разводимых в регионе пород обнаружено и идентифицировано 36 видов эндобийотных инфузорий, принадлежащих 12 родам (табл. 1).

Самое большее видовое разнообразие выявлено у якутского скота, находящегося на низком энергетическом уровне кормления. Выявлен 31 вид эндобийотных инфузорий, относящихся к 10 родам – *Entodinium*, *Diplodinium*, *Eudiplodinium*, *Ostracodinium*, *Epidinium*, *Eodinium*, *Polyplastron*, *Metadinium*, *Isotricha* и *Ophryoscolex*. При дополнительных исследованиях в рубце якутской коровы обнаружили *Charonina ventriculi* род *Charonina*, считающийся малочисленным и редко встречающимся видом, и вид *Metadinium* sp., не описанный ранее.

Сравнительно меньшее разнообразие эндобийотных установлено у скота культурных пород,

разводимых в организованных хозяйствах региона с товарным производством молока, где дойные коровы обеспечены более высоким уровнем кормления, состоящим из сена, сенажа, силоса и комбикорма. Так, у помесного скота выявлены 18 видов инфузорий по 9 родам, у крупного рогатого скота симментальской породы – 16 видов по 8 родам.

При этом наибольшей представленностью у якутского скота отличались род *Entodinium* и род *Isotricha*, тогда как у помесного и культурного – *Entodinium* и *Euplodinium*. Во всех исследуемых группах скота рода инфузорий *Polyplastron* и *Ophryoscolex* представлены единичными видами инфузорий. Восемь видов инфузорий являются общими, они обнаружены у всех трех исследованных групп скота. Семь видов инфузорий, выявленных у якутского скота, обнаружены также у помесного скота, и три вида инфузорий оказались общими для якутского и симментальского скота. У помесного скота с симментальской породой общими являются три вида инфузорий.

У якутского скота обнаружены 13 видов инфузорий, встречающихся только у животных данной породы. У симментальской породы таких инфузорий оказалось два 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 во всех группах скота в среднем до 26 500 ос./мл по сравнению с 535 ос./мл в зимний период.

Измерения и сравнение размеров клеток инфузорий, встречающихся в содержимом рубца у всех трех исследованных породных групп крупного рогатого скота, представлены в табл. 2. Размеры инфузорий якутского скота *E. dilobum*, *E. exiguum*, *E. maggii*, *E. rostratum*, *E. posterovesiculatum* m. *bilobosum*, *M. medium*, *I. prostoma* и *D. ruminantium*, также обнаруженных у помесного скота и скота симментальской породы, достоверно различались. Так, *E. maggii*, *E. rostratum*, *M. medium*, *I. prostoma*, обнаруженные в желудочно-кишечном тракте якутского скота, были достоверно значительно длиннее и шире, чем аналогичные инфузории остальных групп скота ( $P < 0,001$ ). Самыми большими размерами у трех групп отличаются *Metadinium medium* с вариациями длины от 176,3 до 224,2 мкм и шириной от 117,5 до 169,8 мкм, самыми маленькими – *Entodinium ex-*



Таблица 1

## Инфузории крупного рогатого скота

Table 1

## Cattle infusoria

| Вид                                                                             | Якутская<br>аборигенная | Помесный<br>скот | Симментальская |
|---------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|------------------|----------------|
| <b>I. Семейство <i>Ophryoscolecidae</i> Stein, 1867</b>                         |                         |                  |                |
| <b>1. Род <i>Entodinium</i> Stein, 1859</b>                                     |                         |                  |                |
| <i>Entodinium minimum</i> Schuberg, 1888                                        | +                       | –                | –              |
| <i>Entodinium rostratum</i> Fiorentini, 1889                                    | +                       | +                | –              |
| <i>Entodinium bimastus</i> Dogiel, 1927                                         | +                       | –                | –              |
| <i>Entodinium lobosospinosum</i> Dogiel, 1925                                   | +                       | –                | –              |
| <i>Entodinium longinucleatum</i> Dogiel, 1925                                   | +                       | +                | –              |
| <i>Entodinium dilobum</i> Dogiel, 1927                                          | +                       | +                | +              |
| <i>Entodinium quadricuspis quadricuspis</i> Dogiel, 1925                        | +                       | –                | +              |
| <i>Entodinium exiguum</i> Dogiel, 1925                                          | +                       | +                | +              |
| <i>Entodinium triacum</i> Buisson, 1923                                         | +                       | +                | –              |
| <i>Entodinium simulans caudatum</i> Lubinski, 1957                              | +                       | –                | –              |
| <i>Entodinium fursa dilobum</i> Dogiel, 1927                                    | –                       | +                | +              |
| <i>Entodinium nanellum</i> Dogiel, 1923                                         | –                       | –                | +              |
| <i>Entodinium simulans m. dubardi</i> Lubinski, 1957                            | –                       | +                | +              |
| <b>2. Род <i>Epidinium</i> Crawley, 1924</b>                                    |                         |                  |                |
| <i>Epidinium ecaudatum morphotype caudatum</i> Sharp, 1914                      | +                       | +                | –              |
| <i>Epidinium ecaudatum tricaudatum</i> Sharp, 1914                              | +                       | +                | –              |
| <b>3. Род <i>Eodinium</i> Kofoid, MacLennan, 1932</b>                           |                         |                  |                |
| <i>Eodinium posterovesiculatum morphotype bilobosum</i> Kofoid, MacLennan, 1932 | +                       | –                | –              |
| <i>Eodinium posterovesiculatum</i> Dogiel, 1927                                 | –                       | +                | +              |
| <b>4. Род <i>Diplodinium</i> Schuderg, 1888</b>                                 |                         |                  |                |
| <i>Diplodinium dentatum</i> Stein, 1859                                         | +                       | +                | –              |
| <i>Diplodinium bilobosum</i> Dogiel, 1927                                       | +                       | –                | –              |
| <b>5. Род <i>Eudiplodinium</i> Dogel, 1927</b>                                  |                         |                  |                |
| <i>Eudiplodinium maggii</i> Fiorentini, 1889                                    | +                       | +                | +              |
| <i>Eudiplodinium bovis</i> Dogiel, 1927                                         | +                       | –                | –              |
| <i>Eudiplodinium dilobum</i> Dogiel, 1925                                       | +                       | +                | –              |
| <i>Eudiplodinium rostratum</i> Fiorentini, 1889                                 | +                       | +                | +              |
| <b>6. Род <i>Ostracodinium</i> Dogiel, 1927</b>                                 |                         |                  |                |
| <i>Ostracodinium mammosum</i> Ralliet, 1890                                     | +                       | –                | –              |
| <i>Ostracodinium gracile</i> Dogiel, 1925                                       | +                       | –                | +              |
| <i>Ostracodinium trivesiculatum</i> Kofoid, MacLennan, 1932                     | +                       | –                | +              |
| <b>7. Род <i>Polyplastron</i> Dogel, 1927</b>                                   |                         |                  |                |
| <i>Polyplastron multivesiculatum</i> Dogiel, Fedorova, 1925                     | +                       | +                | +              |
| <b>8. Род <i>Metadinium</i> Awerinzew, Mutafova, 1914</b>                       |                         |                  |                |
| <i>Metadinium medium</i> Awerinzew, Mutafova, 1914                              | +                       | +                | +              |
| <i>Metadinium tauricum</i> Dogiel, Fedorova, 1925                               | +                       | –                | –              |
| <i>Metadinium banksi</i> Dexority, 1985                                         | +                       | –                | –              |

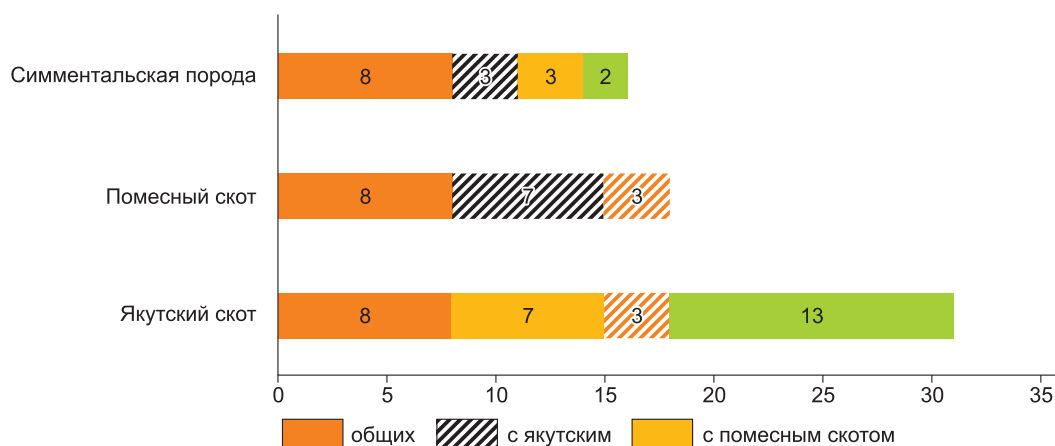
| Вид                                                          | Якутская аборигенная                     | Помесный скот                             | Симментальская                            |
|--------------------------------------------------------------|------------------------------------------|-------------------------------------------|-------------------------------------------|
| <i>Metadinium affine</i> Dogiel, Fedorova, 1925              | +                                        | —                                         | —                                         |
| <i>Metadinium sp.</i> (не описан)                            | +                                        | —                                         | —                                         |
| <b>9. Род <i>Ophryoscolex</i> Stein, 1859</b>                |                                          |                                           |                                           |
| <i>Ophryoscolex purkynjei m. purkynjei</i> Stein, 1859       | —                                        | —                                         | +                                         |
| <b>II. Семейство <i>Isotrichidae</i> Butschli, 1889</b>      |                                          |                                           |                                           |
| <b>10. Род <i>Isotricha</i> Stein, 1859</b>                  |                                          |                                           |                                           |
| <i>Isotricha prostoma</i> Stein, 1859                        | +                                        | +                                         | +                                         |
| <b>11. Род <i>Dasytricha</i> Schuderg, 1888</b>              |                                          |                                           |                                           |
| <i>Dasytricha ruminantium</i> Schuderg, 1888                 | +                                        | +                                         | +                                         |
| <b>III. Семейство <i>Blepharocorythidae</i> Hsiung, 1929</b> |                                          |                                           |                                           |
| <b>12. Род <i>Charonina</i> Strand, 1928</b>                 |                                          |                                           |                                           |
| <i>Charonina ventriculi</i> Jameson, 1925                    | +                                        | —                                         | —                                         |
| <b>Всего - 36 видов по 12 родам и 3 семействам</b>           | <b>31 вид по 11 родам и 3 семействам</b> | <b>18 видов по 9 родам и 2 семействам</b> | <b>16 видов по 8 родам и 2 семействам</b> |

*iguum* с вариациями длины от 28,3 до 36,4 и шириной от 18,2 до 19,8 мкм.

Сравнение видового состава эндобийонтных инфузорий фауны скота исследованных пород по коэффициенту сходства Жаккара–Малышева ( $K_{j-m}$ ) и индексу общности фаун Чекановского–Сьеренсена ( $I_{cs}$ ) показали, что наименьший коэффициент сходства имеют видовые составы эндобийонтов якутского скота симментальской породы –  $K_{j-m} = 0,67$ , индекс общности фаун составил  $I_{cs} = 40\%$ , между якутским и помесным скотом –  $K_{j-m} = 0,24$  и  $I_{cs} = 67\%$ .

Зависимость видового и численного разнообразия видов эндобийонтных инфузорий, обитаю-

щих в преджелудках жвачных животных, от вида и породы, типа рациона, частоты кормления описана многими исследователями [8, 11, 14]. Возможно, именно применяемая технология содержания якутского скота «корова–теленки», при которой теленок остается рядом с матерью в течение трех месяцев после рождения, облизывается ею, обеспечивает передачу коровой теленку своей микрофлоры. Тогда как при технологии молочного скотоводства теленка сразу после отела изымают и содержат отдельно, не подпуская к матери, минимизируя тем самым передачу инфузорной фауны от матери. На это указывают исследования других авторов, установивших у якут-



**Рис. 1.** Сравнение видового состава эндобийонтной фауны по исследованным породам крупного рогатого скота

**Fig. 1.** Comparison of the species composition of the endobiontic fauna for the studied cattle breeds

Таблица 2

**Сравнение размеров общих видов эндобионтных инфузорий, обнаруженных у трех исследуемых групп крупного рогатого скота**

Table 2

**Size comparison of the common species of endobiontic infusoria found in three groups of the studied cattle**

| Вид                                                      | Длина, мкм    | Ширина, мкм   | Отношение длины к ширине, % |
|----------------------------------------------------------|---------------|---------------|-----------------------------|
| <i>Entodinium dilobum</i>                                |               |               |                             |
| Якутский скот                                            | 38,9± 0,35    | 25,9± 0,59    | 1,50                        |
| Симментальская порода                                    | 38,8±1,18     | 28,0±1,41     | 1,36                        |
| Помесный скот                                            | 38,7±0,79     | 26,8±0,56     | 1,45                        |
| <i>Entodinium exiguum</i>                                |               |               |                             |
| Якутский скот                                            | 36,4± 1,60    | 19,8± 0,83    | 1,84                        |
| Симментальская порода                                    | 28,3±0,94***  | 18,2±0,58     | 1,55                        |
| Помесный скот                                            | 32,7±1,09     | 18,4±1,48     | 1,78                        |
| <i>Eudiplodinium maggii</i>                              |               |               |                             |
| Якутский скот                                            | 188,0±4,42    | 151,6±2,73    | 1,24                        |
| Симментальская порода                                    | 136,0±6,7***  | 96,2±5,46***  | 1,41                        |
| Помесный скот                                            | 156,7±3,2***  | 118±1,31***   | 1,32                        |
| <i>Eudiplodinium rostratum</i>                           |               |               |                             |
| Якутский скот                                            | 41,6± 1,60    | 35,1± 0,29    | 1,19                        |
| Симментальская порода                                    | 38,8±0,81     | 19,0±0,77***  | 2,04                        |
| Помесный скот                                            | 38,7±0,94     | 27,4±1,01***  | 1,41                        |
| <i>Eodinium posteroovesiculatum morphotype bilobosum</i> |               |               |                             |
| Якутский скот                                            | 54,8±0,63     | 31,3±0,61     | 1,75                        |
| Симментальская порода                                    | 57,0±1,39     | 35,2±0,08***  | 1,62                        |
| Помесный скот                                            | 58,7±0,98**   | 35,4±0,80***  | 1,66                        |
| <i>Metadinium medium</i>                                 |               |               |                             |
| Якутский скот                                            | 224,2±10,72   | 169,8±5,56    | 1,32                        |
| Симментальская порода                                    | 176,3±2,37*   | 117,5±3,16*** | 1,50                        |
| Помесный скот                                            | 194,7±2,15*** | 135,4±2,44*** | 1,44                        |
| <i>Isotricha prostoma</i>                                |               |               |                             |
| Якутский скот                                            | 135,6±6,34    | 88,1±1,98     | 1,54                        |
| Симментальская порода                                    | 117,5±3,7     | 69,5±2,5***   | 1,69                        |
| Помесный скот                                            | 126,7±2,1*    | 73,4±1,79***  | 1,73                        |
| <i>Dasytricha ruminantium</i>                            |               |               |                             |
| Якутский скот                                            | 61,5±2,64     | 31,4±1,05     | 1,96                        |
| Симментальская порода                                    | 64,0±4,3      | 30,6±1,4      | 2,09                        |
| Помесный скот                                            | 62,7±2,3      | 31,2±1,9      | 1,98                        |

Примечание / Note: \* P < 0,05; \*\* P < 0,01; \*\*\* P < 0,001.

ского аборигенного скота более высокий уровень ферментации рубца, положительный баланс азота, высокий коэффициент переваримости клетчатки и протеина корма, чем у помесных животных [15].

**Северный домашний олень  
(*Rangifer tarandus*)**

Домашний олень – один из основных представителей полигастрических животных на Севере,

Таблица 3

## Видовой состав эндобиионтов пород северного оленя Якутии

Table 3

## Species composition of endobionts of reindeer breeds in Yakutia

| Вид                                                         | Чукотская порода-харгин | Эвенская порода |
|-------------------------------------------------------------|-------------------------|-----------------|
| <b>I. Семейство Ophryoscolecidae Stein, 1867</b>            |                         |                 |
| <b>1. Род <i>Entodinium</i> Stein, 1859</b>                 |                         |                 |
| <i>Entodinium anteronucleatum monolobum</i> Dogiel, 1925    | +                       | +               |
| <i>Entodinium anteronucleatum dilobum</i> Dogiel, 1925      | +                       | +               |
| <i>Entodinium dilobum</i> Dogiel, 1927                      | +                       | +               |
| <i>Entodinium exiguum</i> Dogiel, 1925                      | -                       | +               |
| <i>Entodinium quadricuspis quadricuspis</i> Dogiel, 1927    | -                       | +               |
| <b>2. Род <i>Epidinium</i> Crawley, 1924</b>                |                         |                 |
| <i>Epidinium ecaudatum ecaudatum</i> Sharp, 1914            | +                       | +               |
| <i>Epidinium ecaudatum caudatum</i> Fiorentini, 1889        | +                       | +               |
| <i>Epidinium gigas</i> Dogiel, 1925                         | +                       | +               |
| <b>3. Род <i>Diplodinium</i> Schuberg, 1888</b>             |                         |                 |
| <i>Diplodinium dogieli</i> Kofoed, MacLennan, 1932          | -                       | +               |
| <i>Diplodinium rangiferi major</i> Dogiel, 1925             | +                       | +               |
| <i>Diplodinium rangiferi minor</i> Dogiel, 1925             | +                       | +               |
| <b>4. Род <i>Eudiplodinium</i> Dogiel, 1927</b>             |                         |                 |
| <i>E. maggii</i> Fiorentini, 1889                           | -                       | +               |
| <b>5. Род <i>Ostracodinium</i> Dogiel, 1927</b>             |                         |                 |
| <i>Ostracodinium gracile</i> Dogiel, 1925                   | +                       | +               |
| <i>Ostracodinium confluens</i> Dogiel, 1925                 | +                       | +               |
| <b>6. Род <i>Polyplastron</i> Dogiel, 1927</b>              |                         |                 |
| <i>Polyplastron multivesiculatum</i> Dogiel, Fedorova, 1925 | +                       | +               |
| <b>7. Род <i>Enoploplastron</i> Kofoed, MacLennan, 1932</b> |                         |                 |
| <i>Enoploplastron triloricaum</i> Dogiel, 1925              | +                       | +               |
| <b>8. Род <i>Diploplastron</i> Kofoed, MacLennan, 1932</b>  |                         |                 |
| <i>D. affine</i> Dogiel, Fedorova, 1925                     | -                       | +               |
| <b>II. Семейство Isortichidae Butschli, 1889</b>            |                         |                 |
| <b>9. Род <i>Dasotricha</i> Schuderg, 1888</b>              |                         |                 |
| <i>Dasotricha ruminantium</i>                               | +                       | +               |

являющийся эталонным объектом для исследования в области экологической физиологии. Приспосабливаясь к суровым природным условиям разведения, северные олени в качестве основного корма используют лишайники (ягель), которыми они питаются в течение всего года. В процессе эволюции олени выработали способность быстро откармливаться за короткий летне-осенний период на подножном корме. В связи с этим, изучение видового состава и разнообразия эндобиионтных инфузорий, содержащихся в многокамерном же-

лудке северного оленя, представляет определенный интерес для исследователей.

Между породами северного оленя – эвенской и чукотской, различающихся зонами разведения и, соответственно, особенностями питания, имеются несущественные различия по составу симбиотической фауны желудочно-кишечного тракта (табл. 3).

Так, у эвенской породы выявлено по двум семействам – Ophryoscolecidae и Isortichidae 18 видов по 9 родам, у чукотских оленей – 13 видов



по 6 родам эндобионтов. Основу общих видов инфузорий для северных оленей чукотской и эвенской пород составляют три вида *Entodinium*, три вида *Epidinium*, по два вида *Diplodinium* и *Ostracodinium*, по одному виду *Polyplastron*, *Enoploplastron* и *Dasytricha*.

При сравнении видов эндобионтных инфузорий северных оленей Якутии по индексу сходства Жаккара–Малышева и индексу общности фаун Чекановского–Сьеренсена выявлены схожесть видов  $K_{j-m} = 0,37$  и общность фаун инфузорий  $I_{cs} = 90,9\%$ .

По размерам инфузорий оленей двух пород не имеется существенных различий. Средние размеры длины, ширины инфузорий и частота встречаемости эндобионтов по породам оленей представлены в табл. 4. Самыми крупными представителями у северного оленя являются инфузории *Diplodinium rangiferi* с длиной 243,7 и ши-

риной 194,4 мкм и *Epidinium gigas* с длиной 194,5 и шириной 109,4 мкм. Мелкими размерами отличаются инфузории рода *Entodinium*, имеющие длину от 27,3 до 36,6 мкм и ширину от 18,8 до 26,6 мкм.

В пробах содержимого рубца северных оленей чукотской и эвенской пород наиболее представлен видами инфузорий род *Entodinium*, составляющий от 55,8 до 52,5 % от общей численности инфузорий рубца оленей. Следует отметить, что единичные инфузории *E. anteronucleatum monolobum* и *E. anteronucleatum dilobum* были обнаружены в сетке, так же как и *O. gracile* и *Enoploplastron triloricatum*. В книжке ни один из видов инфузорий не обнаружен.

Таким образом, установлено, что между породами северного оленя – эвенской и чукотской, различающимися зонами разведения, имеются несущественные различия по характеристике сим-

Таблица 4  
Размеры и встречаемость эндобионтных инфузорий пород северных оленей

Table 4

Sizes and occurrence of endobiontic infusoria of reindeer breeds

| Вид                                         | Длина, мкм | Ширина, мкм | Отношение<br>длины к<br>ширине | Встречаемость, %             |                    |
|---------------------------------------------|------------|-------------|--------------------------------|------------------------------|--------------------|
|                                             |            |             |                                | чукотская<br>порода – харгин | эвенская<br>порода |
| 1. Род <i>Entodinium</i>                    |            |             |                                |                              |                    |
| <i>Entodinium anteronucleatum monolobum</i> | 69,9±1,46  | 40,4±1,25   | 1,73                           | 15,96                        | 10,30              |
| <i>Entodinium anteronucleatum dilobum</i>   | 65,6±1,13  | 37,8±0,81   | 1,74                           | 29,17                        | 4,35               |
| <i>Entodinium dilobum</i>                   | 36,6±0,36  | 26,6±0,34   | 1,38                           | 10,64                        | 7,79               |
| <i>Entodinium exiguum</i>                   | 36,4±1,60  | 19,8±0,83   | 1,84                           | -                            | 10,30              |
| <i>Entodinium quadricuspis quadricuspis</i> | 27,3±0,61  | 18,8±0,55   | 1,45                           | -                            | 4,35               |
| 2. Род <i>Epidinium</i>                     |            |             |                                |                              |                    |
| <i>Epidinium ecaudatum ecaudatum</i>        | 120,6±2,21 | 53,7±1,31   | 2,25                           | 7,57                         | 10,30              |
| <i>Epidinium ecaudatum caudatum</i>         | 133,6±1,51 | 64,3±0,84   | 2,08                           | 3,75                         | 4,35               |
| <i>Epidinium gigas</i>                      | 194,5±4,30 | 109,4±3,47  | 1,78                           | 7,71                         | 7,79               |
| 3. Род <i>Diplodinium</i>                   |            |             |                                |                              |                    |
| <i>Diplodinium rangiferi</i>                | 243,7±9,11 | 194,4±5,41  | 1,25                           | 3,40                         | 2,83               |
| 4. Род <i>Ostracodinium</i>                 |            |             |                                |                              |                    |
| <i>Ostracodinium confluens</i>              | 98,3±3,65  | 63,1±2,93   | 1,56                           | 3,43                         | 4,93               |
| <i>Ostracodinium gracile</i>                | 123,6±2,66 | 78,0±2,49   | 1,58                           | 8,87                         | 10,70              |
| 5. Род <i>Enoploplastron</i>                |            |             |                                |                              |                    |
| <i>Enoploplastron triloricatum</i>          | 97,6±4,67  | 64,9±1,53   | 1,51                           | 7,39                         | 4,59               |
| 6. Род <i>Dasytricha</i>                    |            |             |                                |                              |                    |
| <i>Dasutricha ruminantium</i>               | 48,8±0,62  | 35,8±2,46   | 1,36                           | 2,13                         | 2,06               |

бионтов. У эвенской породы выявлено 18 видов по 9 родам и у чукотских оленей 13 видов эндобионтов по 6 родам эндобионтов.

**Овцы (*Ovis aries*) и гибриды первого поколения, полученные от скрещивания домашних овец с диким снежным бараном (*Ovis nivicola lydekkeri*)**

Домашняя овца относится к мелкому рогатому скоту и к виду домашних животных с универсальной продуктивностью. Желудок овец по емкости значительно меньше, чем у КРС и северных оленей. Содержимое желудка КРС составляет в среднем 20 % от веса животного, а у овец – 10 % [16]. Основным кормом в зимний период является сено, заготовленное на естественных пастбищах, в отдельные периоды дается овес.

Гибридные формы были получены при использовании современных репродуктивных методов, исходными родительскими формами

были с материнской стороны овцы грубошерстной породы, с отцовской – использовано замороженно-оттаянное эпидидимальное семя дикого снежного барана.

Проведено исследование содержимого желудка домашних овец и гибридных животных, содержащихся в одинаковых условиях кормления и содержания в одном хозяйстве. Всего у исследуемых животных было выявлено 12 видов, принадлежащих 5 родам и 2 семействам (табл. 5).

В отличие от других представителей жвачных, эндобионтная фауна овец и гибридов наиболее представлена родом *Entodinium* – всего обнаружено 7 видов с частотой встречаемости 55,3 %, и родом *Isotricha* с частотой встречаемости 21,1 %. Остальные группы родов были представлены по одному виду. Самыми большими клетками инфузорий у овец являются представители родов *Polyplastron* и *Eudiplodinium*, с длиной клетки 142,6 и 139,5 мкм и шириной 88,7

Таблица 5

**Размеры и встречаемость эндобионтных инфузорий овец**

Table 5

**Sizes and occurrence of endobiontic infusoria in sheep**

| Вид                                                         | Длина, мкм | Ширина, мкм | Отношение длины к ширине | Встречаемость, % |
|-------------------------------------------------------------|------------|-------------|--------------------------|------------------|
| <b>I. Семейство Ophryoscolecidae Stein, 1867</b>            |            |             |                          |                  |
| <b>1. Род <i>Entodinium</i> Stein, 1859</b>                 |            |             |                          |                  |
| <i>Entodinium ovinum</i> Dogiel, 1927                       | 41,2±1,47  | 25,1±1,39   | 1,64                     | 13,2             |
| <i>Entodinium longinucleatum</i> Dogiel, 1925               | 46,1±1,11  | 36,3±0,48   | 1,27                     | 5,3              |
| <i>Entodinium dubardi</i> Buisson, 1923                     | 91,0±2,92  | 74,5±4,21   | 1,22                     | 5,3              |
| <i>Entodinium nanellum</i> Dogiel, 1923                     | 87,8±0,32  | 55,3±0,32   | 1,59                     | 7,9              |
| <i>Entodinium exiguum</i> Dogiel, 1925                      | 30,3±0,98  | 16,4±0,57   | 1,84                     | 9,2              |
| <i>Entodinium simulans lobo-spinosum</i> Lubinski, 1957     | 39,9±1,73  | 34,1±1,30   | 1,17                     | 11,8             |
| <i>Entodinium vorax</i> Dogiel, 1925                        | 91,0±2,92  | 76,8±4,23   | 1,18                     | 2,6              |
| <b>2. Род <i>Eudiplodinium</i> Dogiel, 1927</b>             |            |             |                          |                  |
| <i>Eudiplodinium maggii</i> Fiorentini, 1889                | 139,5±2,73 | 87,5±2,13   | 1,60                     | 6,6              |
| <b>3. Род <i>Polyplastron</i> Dogel, 1927</b>               |            |             |                          |                  |
| <i>Polyplastron multivesiculatum</i> Dogiel, Fedorova, 1925 | 142,6±3,58 | 88,7±2,06   | 1,61                     | 5,3              |
| <b>4. Род <i>Metadinium</i> Awerinzew, Mutafova, 1914</b>   |            |             |                          |                  |
| <i>Metadinium affine</i> Dogiel, Fedorova, 1925             | 104,5±4,04 | 60,3±1,66   | 1,73                     | 11,8             |
| <b>II. Семейство Isotrichidae Butschli, 1889</b>            |            |             |                          |                  |
| <b>5. Род <i>Isotricha</i> Stein, 1859</b>                  |            |             |                          |                  |
| <i>Isotricha prostoma</i> Stein, 1859                       | 128,0±7,82 | 79,6±4,03   | 1,61                     | 13,2             |
| <i>Dasytricha ruminantium</i> Schuderg, 1888                | 68,0±2,10  | 36,1±0,74   | 1,88                     | 7,9              |

и 87,5 мкм соответственно. Самыми маленькими размерами отличался представитель рода *Entodinium* – вид *E. exiguum* с размерами клетки в 30,3 мкм в длину и 16,4 мкм в ширину.

При анализе распределения эндобиионтов по преджелудкам установлено, что 78,9 % симбиофауны было обнаружено в содержимом рубца, 13,2 % – в содержимом сетки и в отличие от крупного рогатого скота единичные клетки родов *Entodinium*, *Metadinium* и *Isotricha* были обнаружены в содержимом книжки у овец.

**Обсуждение особенностей видового  
и количественного состава  
эндобиионтной фауны  
полигастрических домашних животных,  
разводимых на территории Якутии**

В содержимом преджелудков домашних жвачных полигастрических животных (крупный рогатый скот, северный домашний олень, овцы и гибридные животные, полученные от скрещивания овец с диким снежным бараном), разводимых в климатических условиях Севера, обнаружен всего 51 вид форгутиных эндобиионтных инфузорий, относящихся к 14 родам и к 3 семействам.

По семейству *Ophryoscolecidae* Stein, 1867 выделено 11 родов: *Entodinium* Stein, 1859, *Epidinium* Crawley, 1924, *Eodinium*, *Diplodinium* Schuberg, 1888, *Eudiplodinium* Dogel, 1929, *Ostracodinium obtusum*, *Polyplastron* Dogel, 1925, *Enoploplastron*, *Diploplastron*, *Metadinium*, *Ophryoscolex*. По семейству *Isotrichidae* Butschli, 1889 отмечено 2 рода: *Isotricha* Stein, 1859 и *Dasotricha* Schuderg, 1888. По семейству *Blepharocorythidae* Hsiung, 1929 только у якутского аборигенного скота обнаружен и описан редкий из инфузорий вид *Charonina ventrikule* Jameson, 1925, относящийся к роду *Charonina* Strand, 1928. Количество видов и родов эндобиионтных инфузорий варьирует у разных домашних животных-хозяев в зависимости от их вида – от 12 видов и 6 родов (овцы и их гибриды) до 31 вида и 12 родов (крупный рогатый скот якутской породы). При этом отдельные виды инфузорий обнаружены у всех исследованных видов домашних жвачных, тогда как другие представители инфузорий по родам имели специфические особенности встречаемости у разных хозяев. Род *Entodinium* репрезентирован самой многочисленной группой, представленной у исследованных северных жвачных животных 20 видами, в том числе у КРС обнаружено 13 видов, у северных оленей чукотской и эвенской пород – по 5, у овец и их ги-

бридов, разводимых в Якутии, – 7. Больше всего видов данного рода обнаружено у якутского аборигенного скота (10), меньше всего – у северного домашнего оленя (5). При этом *Entodinium exiguum* обнаружен у всех исследованных видов домашних жвачных копытных Якутии, а *Entodinium dilobum* – у крупного рогатого скота и северного оленя. У аборигенного якутского скота выявлены 10 видов рода *Entodinium*, тогда как у помесного скота – 5, у симментальской породы скота – 6. При этом такие виды, как *E. minimum*, *E. bimastus*, *E. lobosospinosum*, *E. guadriscuspis* и *E. simulans caudatum* обнаружены только у якутского скота. У него же впервые обнаружены редкие и малочисленные виды инфузорий родов *Charonina* и *Metadinium*.

В содержимом рубца якутского скота обнаружено всего 5 экз. данного вида инфузорий. Якутский скот в хозяйствах Якутии 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 эндобиионтных инфузорий у якутского скота при сравнении с помесными и скотом симментальской породы, находящимися на более концентрированном рационе. Полученные данные подтверждаются исследованиями В.А. Dehority [17], связывающего концентрацию вида *Charonina ventriculi* с рационом кормления. Кроме того, установлено большое разнообразие популяций эндобиионтных инфузорий у животных, содержащихся на пастбищах, по сравнению с другими породами, которых кормили концентрированными кормами.

Также у всех видов исследованных полигастрических домашних животных обнаружены *Eudiplodinium maggii*, *Polyplastron multivesiculatum* и *Dasitricha ruminantium*. У крупного рогатого скота и северных оленей чаще встречались *Epidinium ecaudatum ecaudatum* и *Ostracodinium grasil*.

Полученные результаты исследований фауны эндобиионтных инфузорий из пищеварительного тракта домашних полигастрических животных (крупный рогатый скот, северный домашний олень, овцы и их гибриды с диким снежным бараном), разводимых в Якутии, показывают, что основу населения видового разнообразия и частоты встречаемости составляют представители семейства *Ophryoscolecidae* (роды *Entodinium*, *Epidinium*, *Diplodinium*, *Ostracodinium*, *Metadinium*) и семейства *Isotrichidae* (роды *Isotricha* и *Dasotricha*), аналогично ранее проведенным ра-

ботам [3, 14, 18, 19]. В основном эти виды относятся к эндобионтам с целлюлозолитической активностью. В рубце их деятельность повышает уровень усвоения клетчатки, целлюлозы и лигнина грубых кормов [2–22].

Таким образом, между показателями видового разнообразия инфузорной симбиофауны полигастричных жвачных домашних копытных, разводимых в суровых условиях Якутии, есть определенная схожесть. Возможно, это объясняется тем, что все исследованные виды жвачных животных круглогодично питаются схожим по составу травяным кормом, оказывающим благоприятное влияние на жизнедеятельность эндобионтов: на их количественный, качественный состав и сохранность. Кроме того, у этих копытных хорошо сохранен высокий уровень стадной жизни популяций, а это одно из основных оптимальных условий для переноса симбионтных инфузорий от одного животного к другому.

**Морфометрическая характеристика  
эндобионтных инфузорий  
моногастричных животных.  
Табунные лошади (*Equus caballus*)**

Лошадь – травоядное моногастричное животное, способное эффективно использовать паст-

бищные растения и другие похожие корма с высоким содержанием клетчатки. Большая часть потребляемой растительной клетчатки состоит из трудноусвояемых углеводов, которые не могут быть подвержены ферментативному расщеплению в тонком отделе кишечника. В результате непереваренные растительные компоненты целлюлозы и гемицеллюлозы в толстом отделе кишечника расщепляются с участием микробиоты и инфузорий с образованием продуктов, дающих энергию. Популяция симбиофауны толстого отдела кишечника лошади чувствительна к изменениям, происходящим в желудочно-кишечной среде, при этом известно о влиянии состава рациона на количественный и качественный состав бактериального и симбионтного сообщества [5]. Поскольку породы якутской табунной лошади круглогодично содержатся на тебеновочных пастбищах, где основным питанием является подножный корм, а водопоеание в зимний период заменяется поеданием снега, изучение разнообразия симбионтной фауны имеет практический и научный интерес.

Получены данные по эндобионтам табунных лошадей янского и коренного типов якутской породы. В ходе исследований у якутской породы лошадей идентифицировано 15 видов эндобионт-

Таблица 6

**Видовой состав инфузорий лошадей**

Table 6

**Species composition of horse infusoria**

| Виды инфузорий                                      | Янский тип | Коренной тип |
|-----------------------------------------------------|------------|--------------|
| <i>Cycloposthium hemioni</i> Kornilova, 2001        | +          | +            |
| <i>Cycloposthium edentatum</i> , Strelkow, 1929     | +          | +            |
| <i>Cycloposthium dentiferum</i> Gassovsky, 1919     | +          | +            |
| <i>Cycloposthium bipalmatum</i> Florentini, 1890    | +          | –            |
| <i>Cycloposthium plicatocaudatum</i> Strelkow, 1939 | +          | +            |
| <i>Cycloposthium ponomarevi</i> Kornilova, 2001     | +          | +            |
| <i>Spirodinium confusum</i> Hsiung, 1935            | +          | +            |
| <i>Blepharocorus curvigula</i> Gassovsky, 1919      | +          | +            |
| <i>Holophryoides macrotricha</i> Strelkow, 1939     | +          | +            |
| <i>Tripalmaria dogieli</i> Gassovsky, 1919          | +          | –            |
| <i>Ditoxum funinucleum</i> Gassovsky, 1919          | +          | –            |
| <i>Bundleia elongata</i> Strelkow, 1939             | +          | –            |
| <i>Tetratoxum parvum f. parvum</i> Hsiung, 1930     | +          | +            |
| <i>Triadinium caudatum</i> Florentini, 1890         | +          | +            |
| <i>Allantosoma intestinale</i> Gassovsky, 1919      | –          | +            |
| Всего видов                                         | 14         | 11           |



ных инфузорий, из которых по коренному типу – 11 видов, по янскому типу – 14 (табл. 6).

Исследуемые популяции табунных лошадей характеризовались относительно высоким уровнем разнообразия эндобиионтов: наиболее часто встречаются виды *Cycloposthium edentatum* и *Bundleia elongata*, наиболее редко – *Cycloposthium dentiferum*, *Cycloposthium ponomarevi*, *Spirodinium confusum* и *Allantosoma intestinale*. При этом в толстом отделе ободочной кишки лошадей коренного типа не обнаружены виды *Cycloposthium bipalmatum*, *Tripalmaria dogieli*, *Ditoxum funinucleum*, *Bundleia elongate*, но выявлен вид *Allantosoma intestinale*, не обнаруженный у лошадей янского типа. Фауна эндобиионтных инфузорий при этом характеризуется высокой общностью у лошадей в обследованных районах Якутии – Абыйском (относится к Арктическим районам), Амгинском и пригородах г. Якутск (Центральная Якутия). Так, установлено, что коэффициент сходства Жаккара–Малышева и индекс общности Чекановского–Сьеренсена показали видовое сходство двух популяций якутской породы лошадей, несмотря на разведение в разных географических зонах:  $K_{j-m} = 0,43$ , индекс общности составил  $I_{cs} = 80\%$ . Видовой состав эндобиионтных инфузорий молодняка лошадей не имеет существенных отличий от аналогичного показателя взрослых лошадей. Выявлены видовые различия морфометрии эндобиионтных инфузорий табунных лошадей якутской породы. Такие виды, как *Spirodinium equi* и *Blepharocorus zonatum*, широко встречающиеся у культурных пород лошадей, у якутской породы не обнаружены. У коренного и янского типов обнаружены виды *Cycloposthium ponomarevi*, выявленный ранее только у куланов, и *Allantosoma intestinale*, выявленный только у лошадей коренного типа. По-видимому, это связано с круглогодичной тебеневкой якутских табунных лошадей, поеданием подножного растительного корма и с отсутствием в рационе высококрахмального зернового корма. Схожие данные приводятся в работе Корниловой О.А. [23].

### Заключение

Установлены основные распространенные, общие, редкие и видовые особенности симбиофауны полигастричных домашних жвачных животных и моногастричной табунной лошади, разводимых в условиях криолитозоны.

Получены результаты по идентификации симбионтной фауны домашних животных: якутско-

го аборигенного и помесного скота, симментальской породы скота, типов якутских табунных лошадей и пород северных оленей, домашних овец и гибридного потомства, полученного при применении метода гибридизации домашних овец с диким снежным бараном. Проведена идентификация самых распространенных и редких видов микрофауны содержимого ЖКТ домашних копытных.

Видовой состав симбиофауны зависит от ареала, а также особенностей кормового и социального поведения животных внутри популяции. Животные, ведущие стадный образ жизни большими популяциями, имеют наиболее разнообразную симбиофауну. Так, установлено, что в биоматериалах ЖКТ северного домашнего оленя обнаружено и идентифицировано 18 видов эндобиионтных инфузорий. Чаще всего среди обнаруженных видов встречаются инфузории *Epidinium ecaudatum* и *Ostracabinium obtusum*.

### Список литературы / References

1. Догель В.А. Симбиотическое значение некоторых кишечных простейших. *Природа*. 1928;(11): 951–966.  
Dogel V.A. Symbiotic significance of some intestinal protozoa. *Pririoda*. 1928;(11):951–966. (In Russ.)
2. Железнов Н.К. Корма снежного барана (*Ovis nivicola* esch.) и их сезонная изменчивость на Чукотке. В кн.: *Экология млекопитающих Северо-Восточной Сибири*. Контримавичус В.Л. (ред.) М.: Наука; 1981:115–137.  
Zheleznov N.K. Food of snow sheep (*Ovis nivicola* esch.) and their seasonal variability in Chukotka. In: *Ecology of mammals of North-Eastern Siberia*. Kontrimavichus V.L. (ed.) Moscow: Nauka; 1981:115–137. (In Russ.)
3. Иванкова А.А. Распределение и численность инфузорий в разных отделах желудка быка домашне-го (*Bos taurus*) из агрохозяйств юга Тюменской области. *Известия Самарского научного центра РАН*. 2010;12(1-8):2037–2040.  
Ivankova A.A. Distribution and number of infusorians in different departments of a stomach of domestic bull (*Bos taurus*) from agrofarms in the south of Tyumen Oblast. *Izvestia of Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences*. 2010;12(1-8):2037–2040. (In Russ.)
4. Попов Н.Ф. Новые данные об особенностях пищеварения и обмена веществ у жвачных. *Животноводство*. 1962;(12):47–49  
Popov N.F. New data on digestion and metabolism of ruminants. *Zhivotnovodstvo*. 1962;(12):47049. (In Russ.)
5. Корнилова О.А. Взаимосвязь пищевого поведения эндобиионтных инфузорий с условиями жизни хозяина. В кн.: *Материалы научно-практической конференции «Проблемы методики обучения биологии и экологии в условиях модернизации образования»*, Санкт-



Петербург, 21–23 января 2003. СПб.: ТЕССА; 2003: 84086.

Kornilova O.A. Interrelation of the feeding behavior of endobiontic infusoria with the living conditions of the owner. In: *Proceedings of the scientific and practical conference "Methodology problems in teaching biology and ecology under the conditions of educational modernization"*, St. Petersburg, January 21–23, 2003. St. Petersburg: TESSA; 2003:84–86. (In Russ.)

6. Хацаева Р.М. Морфофункциональные адаптации органов пищеварения полорогих (Bovidae). М.: КМК. 2018. 331 с.

Khatsaeva R.M. *Morphofunctional adaptations of the digestive organs of bovids (Bovidae)*. Moscow: KMK. 2018. 331 p. (In Russ.)

7. Цветкова А.В. К вопросу о фауне ресничных инфузорий домашних и диких животных. *Материалы II Всесоюзного съезда протозоологов*. 1976. Ч. 1. Киев; 1976:144–145.

Tsvetkova A.V. Fauna of ciliated infusoria of domestic and wild animals. In: *Materials of the 2nd All-Union Congress of Protozoologists*. Part 1. Kiev; 1976:144–145. (In Russ.)

8. Мачахтыров Г.Н. Специфика симбиофауны северного оленя и диких копытных животных Якутии. *Достижения науки и техники АПК*. 2009;1:41–43.

Machakhtyrov G.N. Specifics of the symbiofauna of reindeer and wild ungulates of Yakutia. *Achievements of science and technology of AIC*. 2009;1:41043. (In Russ.)

9. Николаевский Л.Д. О роли инфузорий рубца в заболеваниях оленей. *Труды Якутского научно-исследовательского института сельского хозяйства*. Якутск: Кн. изд-во; 1959:1270138.

Nikolaevsky L.D. Role of the rumen infusoria in diseases of deer. *Proceedings of the Yakut Scientific Research Institute of Agriculture*. Yakutsk: Publishing House; 1959:1270138. (In Russ.)

10. Догель В.А. Простейшие – Protozoa малоресничные инфузории – Infusoria Oligotricha сем. Ophryoscolecidae. Л.: Изд-во АН СССР; 1929. 96 с.

Dogel V.A. *Protozoa. Small ciliated infusoria – Infusoria Oligotricha – Family Ophryoscolecidae*. Leningrad: Publishing House of the USSR Academy of Sciences; 1929. 96 p. (In Russ.)

11. Корнилова О.А. История изучения эндобийонтных инфузорий млекопитающих. СПб.: ТЕССА; 2004. 348 с.

Kornilova O.A. *History of the study of endobiontic infusoria in mammals*. St. Petersburg: TESSA; 2004. 348 p. (In Russ.)

12. Latteur B. Revision systematique de la Famille des Ophryoscolecidae Stein, 1898: sous-Famille des Entodiniinae Lubinsky, 1957, Genre Entodinium Stein, 1858. *Annales de la Societe royale zoologique de Belgique*. 1968;98(1):1–41.

13. Корнилова О.А. Определитель инфузорий, обитающих в пищеварительном тракте млекопитающих.

Функциональная морфология, экология и жизненные циклы животных. Сборник научных трудов кафедры зоологии РГПУ им. А.И. Герцена. Вып. 10. СПб.: ТЕССА; 2010:59–95.

Kornilova O.A. Key to infusoria living in the digestive tract of mammals. *Functional morphology, ecology and life cycles of animals. Collection of scientific works of the department of zoology of the Herzen Russian State Pedagogical University*. Issue 10. St. Petersburg: TESSA; 2010:59–95. (In Russ.)

14. Dehority B.A., Mattos W.R. Diurnal changes and effect of ration on concentrations of the rumen ciliate Charon ventriculi. *Applied and environmental microbiology*. 1978;36(6):953–958. <https://doi.org/10.1128/aem.36.6.953-958.1978>

15. Корякина Л.П. Местные породы: аборигенный якутский скот. *Farm Animals*. 2013;(2):43–47.

Koryakina L.P. Local breeds: aboriginal Yakut cattle. *Farm Animals*. 2013;(2):43–47. (In Russ.)

16. Чёрная Л.В. Особенности жизнедеятельности эндобийонтных инфузорий в желудке овец. *Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований*. 2016;(3-3):402–404; URL: <https://applied-research.ru/ru/article/view?id=8743> (дата обращения: 17.11.2022).

Chernaya L.V. Features of the life activity of endobiontic infusoria in the stomach of sheep. *International Journal of Applied and Fundamental Research*. 2016;(3-3):402–404; URL: <https://applied-research.ru/ru/article/view?id=8743> (accessed: 17.11.2022). (In Russ.)

17. Dehority B.A. *Laboratory Manual for Classification and Morphology of Rumen Ciliate Protozoa*. Boca Raton: CRC Press; 1993. P. 128

18. Корчагина Т.А., Лихачев С.Ф. Инфузорная фауна разных отделов желудка северного оленя (Rangifer Tarandus L) тундровой зоны Чукотского автономного округа. *Вестник ТюмГУ. Медико-биологические науки*. 2013;(6):64–70.

Korchagina T.A., Likhachev S.F. Infusorian fauna of different stomach compartments of the reindeer (rangifer tarandus L.) in the tundra zone of chukotka autonomous region. *Tyumen State University Herald*. 2013;(6):52–56.

19. Черная Л.В. Инфузорная фауна преджелудков тонкорунных овец лесной зоны Омской области. *Актуальные вопросы ветеринарной биологии*. 2014;22(2):37–39.

Chernaya L.V. Infusoria fauna of the forestomach of fine-wool sheep in the forest zone of the Omsk region. *Actual Questions in Veterinary Biology*. 2014;22(2):37–39.

20. Чистяков С.В., Востроилов А.В. Участие инфузорий рубца в переваривании клетчатки жвачными. *Зоологический журнал*. 2004;83(10):1197–1205.

Chistyakov S.V., Vostroiлов A.V. Participation of rumen ciliate protozoa in cellulose digestion by ruminants. *Zoological journal*. 2004;83(10):1197–1205. (In Russ.)

21. Lee S.S., Ha J.K., Cheng K.J. Relative contributions of bacteria, protozoa and fungi to in vitro degradation of orchard grass cell walls and their interactions. *Applied and Environmental Microbiology*. 2000;66(9):3807–3813. <https://doi.org/10.1128/AEM.66.9.3807-3813.2000>

22. Zeitz J.O., Amelchanka S.L., Michałowski T., et al. Effect of the rumen ciliates *Entodinium caudatum*, *Epidinium caudatum* and *Eudiplodinium maggii*, and combinations thereof, on ruminal fermentation and total tract digestion in sheep. *Archives of Animal Nutrition*. 2012;66(3):180–199. <https://doi.org/10.1080/1745039x.2012.676817>

23. Корнилова О.А. Краткий обзор эндобионтных инфузорий из лошади (Калмыкия). В кн.: *Функциональная морфология, экология и жизненные циклы животных. Сборник научных трудов кафедры зоологии РГПУ им. А.И. Герцена*. Вып. 12. СПб: ТЕССА. 2012:95–96.

Kornilova O.A. Brief overview of endobiontic infusoria from horses (Kalmykia). In: *Functional morphology, ecology and life cycles of animals. Collection of scientific works of the department of zoology of the Herzen Russian State Pedagogical University*. Issue 12. St. Petersburg: TESSA; 2012:95–96. (In Russ.)

#### Об авторах

СЛЕПЦОВ Евгений Семенович, доктор ветеринарных наук, профессор, главный научный сотрудник, <https://orcid.org/0000-0002-7478-9011>, ResearcherID: I-8390-2018 РИНЦ AuthorID: 437863, e-mail: [evgeniycemenovic@mail.ru](mailto:evgeniycemenovic@mail.ru)

ВЛАДИМИРОВ Леонид Николаевич, член-корреспондент РАН, академик Академии наук РС(Я), доктор биологических наук, профессор, <https://orcid.org/0000-0002-5889-281X>, РИНЦ AuthorID: 289067, e-mail: [vladimirovln@mail.ru](mailto:vladimirovln@mail.ru)

МАЧАХТЫРОВ Григорий Николаевич, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник, <https://orcid.org/0000-0002-8328-4744>, ResearcherID: ABA-4349-2021, РИНЦ AuthorID: 707021, e-mail: [aylga@mail.ru](mailto:aylga@mail.ru)

ФЕДОРОВ Валерий Иннокентьевич, доктор биологических наук, ректор, <https://orcid.org/0000-0002-8454-6531>, ResearcherID: J-4297-2018, e-mail: [info@agatu.ru](mailto:info@agatu.ru)

МАЧАХТЫРОВА Варвара Анатольевна, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник, <https://orcid.org/0000-0002-0988-0943>, ResearcherID: ABA-4356-2021, РИНЦ AuthorID: 683323, e-mail: [varvara-an@mail.ru](mailto:varvara-an@mail.ru)

ШАДРИНА Яна Лаврентьевна, кандидат ветеринарных наук, научный сотрудник, <https://orcid.org/0000-0002-4477-6332>, ResearcherID: J-6517-2018, РИНЦ AuthorID: 764497, e-mail: [yanalina\\_12@mail.ru](mailto:yanalina_12@mail.ru)

АНДРЕЕВА Марина Витальевна, кандидат ветеринарных наук, ведущий научный сотрудник, <https://orcid.org/0009-0004-1291-9126>, РИНЦ AuthorID: 750573, e-mail: [amv-65@mail.ru](mailto:amv-65@mail.ru)

#### About the authors

SLEPTSOV, Evgeny Semenovich, Dr. Sci. (Vet.), Professor, Chief Researcher, <https://orcid.org/0000-0002-7478-9011>, ResearcherID: I-8390-2018, RISC AuthorID: 437863, e-mail: [evgeniycemenovic@mail.ru](mailto:evgeniycemenovic@mail.ru)

VLADIMIROV, Leonid Nikolaevich, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Academician of the Academy of Sciences of the Republic of Sakha (Yakutia), Dr. Sci. (Biol.), Professor, <https://orcid.org/0000-0001-6026-3679>, RISC AuthorID: 289067, e-mail: [vladimirovln@mail.ru](mailto:vladimirovln@mail.ru)

MACHAKHTYROV, Grigory Nikolaevich, Cand. Sci. (Biol.), Leading Researcher, <https://orcid.org/0000-0002-8328-4744>, ResearcherID: ABA-4349-2021, RISC AuthorID: 707021, e-mail: [aylga@mail.ru](mailto:aylga@mail.ru)

FEDOROV, Valery Innokentyevich, Dr. Sci. (Biol.), Rector, <https://orcid.org/0000-0002-8454-6531>, ResearcherID: J-4297-2018, e-mail: [info@agatu.ru](mailto:info@agatu.ru)

MACHAKHTYROVA, Varvara Anatolyevna, Cand. Sci. (Biol.), Leading Researcher, <https://orcid.org/0000-0002-0988-0943>, ResearcherID: ABA-4356-2021, RISC AuthorID: 683323, e-mail: [varvara-an@mail.ru](mailto:varvara-an@mail.ru)

SHADRINA, Yana Lavrentievna, Cand. Sci. (Vet.), Researcher, <https://orcid.org/0000-0002-4477-6332>, ResearcherID: J-6517-2018, RISC AuthorID: 764497, e-mail: [yanalina\\_12@mail.ru](mailto:yanalina_12@mail.ru)

ANDREEVA, Marina Vitalievna, Cand. Sci. (Vet.), Leading Researcher, <https://orcid.org/0009-0004-1291-9126>, RISC AuthorID: 750573, e-mail: [amv-65@mail.ru](mailto:amv-65@mail.ru)

Поступила в редакцию / Submitted 25.10.2023

Поступила после рецензирования / Revised 02.11.2023

Принята к публикации / Accepted 16.11.2023