

Е. С. Слепцов¹, И. В. Алферов¹, Л. Ю. Гаврильева¹, В. О. Виноходов², Н. Н. Григорьева³, Т. Д. Румянцева³, А. Н. Нюкканов³

Эндобионтные инфузории у косуль, обитающих в Якутии

Аннотация.

Цель: исследование эндобионтных инфузорий, обитающих в преджелудках сибирских косуль, обитающих в Республике Саха (Якутия).

Материалы и методы. Отбор проб содержимого из всех отделов желудочно-кишечного тракта осуществляли при послеубойном осмотре туш убитых охотниками животных, чрева и внутренних органов. Пробы помещали в стерилизованные емкости объемом 10 мл, содержащие 10%-ный раствор формалина. Материал из разных отделов желудочно-кишечного тракта исследовали микроскопическим методом в фиксированных мазках-отпечатках проб. Определяли видовую принадлежность, численность и морфологические показатели.

Результаты. В процессе работы были идентифицированы два вида инфузорий рода *Entodinium*: *Entodinium dubardi* и *Entodinium exiguum*. Примечательно, что *E. exiguum* является специфичным для косуль и не встречается у других травоядных животных региона, что может свидетельствовать о его адаптации к уникальным условиям существования данного вида. Это открытие предполагает возможность передачи данного микроорганизма другим животным через фекалии на пастбищах. Морфометрические данные инфузорий, выявленных в преджелудках сибирских косуль, следующие: длина *Entodinium dubardi* в среднем составляет $36,3 \pm 2,4$ мкм, ширина — $24,9 \pm 1,7$ мкм, в то время как *Entodinium exiguum* имеет среднюю длину $40,4 \pm 2,51$ мкм и ширину $19,4 \pm 1,9$ мкм. Сравнение показало, что *E. dubardi* распространена не только среди косуль, но и у местного крупного рогатого скота, что указывает на ее универсальность в экосистеме. Кроме того, исследования выявили сезонные колебания численности инфузорий в преджелудках косуль: летом наблюдается увеличение их количества, тогда как зимой происходит резкое снижение численности, что может негативно влиять на процесс пищеварения, поскольку коэффициент сходства особей составил $KJ-M = -0,6$, а индекс общности фауны оказался около 50 %.

Ключевые слова: инфузории, преджелудки жвачных, косуля сибирская, физиология пищеварения жвачных.

Авторы:

Слепцов Е. С. — доктор ветеринарных наук; профессор; ORCID: 0000-0002-7478-9011; e-mail: evgeniysemenovic@mail.ru;

Алферов И. В. — кандидат сельскохозяйственных наук; ORCID: 0000-0002-9795-5238; e-mail: ivan.alferov@mail.ru;

Гаврильева Л. Ю. — кандидат ветеринарных наук; e-mail: evgeniysemenovic@mail.ru;

Виноходов В. О. — кандидат ветеринарных наук; e-mail: 9440427@mail.ru;

Григорьева Н. Н. — кандидат биологических наук; e-mail: conevoids@mail.ru;

Румянцева Т. Д. — e-mail: conevoids@mail.ru;

Нюкканов А. Н. — доктор биологических наук; e-mail: nykkanovan@agatu.ru.

¹Якутский научный центр Сибирского отделения РАН — Якутский научно-исследовательский институт сельского хозяйства имени М. Г. Сафронова; 677001, Россия, г. Якутск, ул. Бестужева-Марлинского, д. 23, корпус 1.

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

³Арктический государственный агротехнологический университет; 677007, Россия, г. Якутск, ш. Сергеляхское 3 км, д. 3.

Введение. Изучение представителей семейства *Cervidae* (олени, косули, маралы, лани и другие), в частности диких видов, является актуальной темой для биологов и ветеринаров на протяжении многих лет. Одним из интересных объектов исследований стали сибирские косули,

обитающие на территории Западно-Сибирской равнины и Средне-Сибирского плоскогорья. Эти регионы исторически были домом для значительных популяций косуль до середины XX века.

Однако в результате интенсивной антропогенной деятельности, включая охоту, промышлен-

ное развитие и добычу нефти, данные виды покинули свои традиционные места обитания более 50 лет назад. Лишь в 2007 году косули были вновь замечены на этих территориях, в частности в Якутии. Несмотря на широкое распространение сибирских косуль в Сибири, научных исследований, посвященных этому виду, остается крайне мало. В особенности недостаточно изучены такие аспекты, как физиология косуль, их пищеварительные процессы и разнообразие эндобионтных инфузорий, обитающих в преджелудках этих животных.

Отметим, что морфология и систематика инфузорий, населяющих пищеварительный тракт косуль, остаются малоизученными и представляют собой нерешенные вопросы. Роль эндобионтных микроорганизмов в физиологии пищеварения также требует дальнейшего исследования. Согласно существующим данным, микроорганизмы, обитающие в пищеварительном тракте животных, играют важную роль в процессе переваривания пищи. Эти микроаэрофильные организмы адаптированы к ферментации до 40% сырой клетчатки в условиях ограниченного доступа кислорода. В результате они обеспечивают организм хозяина легко усвояемым источником полноценного белка, содержащего незаменимые для млекопитающих аминокислоты [1]. Эти простейшие обладают высокой биологической ценностью, так как являются источником легко перевариваемого белка, в том числе по аминокислотному составу, что имеет важное значение для обмена веществ у животных [2, 3].

Эндобионтные инфузории были впервые описаны Груби и Делафондом [4]. В дальнейшем Штейн провел ряд исследований, посвященных систематике и морфологии этих простейших [5]. Среди основных видов инфузорий, выделяемых из пищеварительного тракта крупного рогатого скота, можно выделить следующие: *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 ruminantum*, *Isotricha prostoma* [6–8].

Henderson G. исследовал содержимое желудочно-кишечного тракта представителей 32 видов животных из 35 стран мира. В ходе исследования он установил, что в рубце жвачных обитает 12 видов простейших, большинство из которых были отнесены к инфузориям родов *Dominium* и *Epidinium*. Эти инфузории были обнаружены у 90 % всех исследованных животных, составляя

54 % от общего числа эндобионтных инфузорий, выделенных автором [9]. В дальнейшем, Garcia J. J. классифицировал простейших, обитающих в рубце, на две группы: энтодиноморфы и голотрихи, исходя из их фенотипических и поведенческих адаптаций, обеспечивающих выживание в анаэробных условиях среды обитания [10].

Авторы также установили, что состав эндобионтной фауны сильно зависит от рациона хозяев. Например, при использовании концентрированных кормов наблюдается активное развитие инфузорий рода *Entodinium*. Согласно данным зарубежных исследователей, эти инфузории эффективно разлагают крахмал, образуя йодофильные полимеры различной молекулярной массы. Инфузории родов *Epidinium*, *Ophryoscolex* и *Eudiplodinium* преимущественно выполняют целлюлолитическую и ксиланолитическую функцию [11]. Согласно исследованиям Dehority B. A., самыми эффективными разрушителями целлюлозы являются инфузории *Eudiplodinium maggii*, *Epidinium ecaudatum* и *Ostracodinium dilobum* [1].

Таким образом, исследование сибирских косуль открывает новые перспективы для биологических и ветеринарных исследований. Понимание роли эндобионтных инфузорий и других микробных сообществ в пищеварении косуль может значительно углубить знания о функционировании экосистем. Это также подчеркивает важность сохранения их естественной среды обитания, что позволит обеспечить не только устойчивое существование самих косуль, но и поддержание жизненно важной роли микроорганизмов, участвующих в их жизнедеятельности.

Цель — исследование эндобионтных инфузорий, обитающих в преджелудках сибирских косуль, обитающих в Республике Саха (Якутия).

Материалы и методы. Исследование разнообразия симбиофауны косули мы проводили в лаборатории воспроизводства и физиологии животных ФИЦ ЯНЦ СО РАН ЯКУТСКИЙ НИИСХ им. М. Г. Сафронова.

Отбор проб содержимого из всех отделов желудочно-кишечного тракта осуществляли при послеубойном осмотре туш убитых охотниками животных, чрева и внутренних органов. Пробы помещали в стерилизованные емкости объемом 10 мл, содержащие 10%-ный раствор формалина.

Материал из разных отделов желудочно-кишечного тракта исследовали микроскопическим методом в фиксированных мазках-отпечатках проб. Идентификацию обнаруженных инфузорий проводили морфологически по определителям Догеля В. А. (1929) и Корниловой О. А.

(2003, 2010) [12–14]. Для контрастирования препаратов использовали методы окрашивания метиловым зеленым и раствором Люголя. Определение размеров инфузорий и их внутриклеточных структур проводили микроскопическим методом с объект-микрометром и окулярным микрометром. Данные морфометрии рассчитаны по результатам измерений не менее 30 экземпляров каждого вида инфузории.

Численность инфузорий в исследуемых образцах определяли методом «калиброванной капли» по методике Корниловой О. А. [15]. Полученные данные о видовом составе эндобионтных инфузорий проанализированы по коэффициенту сходства Жаккара-Малышева и индексу общности фаун Чекановского-Сьеренсена. Статистический анализ полученных данных выполнен в программе "Microsoft Excel" методом хи-квадрат.

Результаты и обсуждение. В ходе проведённых исследований сибирских косуль, обитающих в Якутии, были обнаружены два вида эндобионтных инфузорий, относящихся к роду *Entodinium*: *Entodinium dubardi* и *Entodinium exiguum*. Вид *E. exiguum* является специфическим для косуль и не встречается у других травоядных животных, обитающих в Якутии, что может свидетельствовать о его адаптации к специфическим условиям обитания косули. Однако возможно, что передача данного микроорганизма другим животным происходит через фекалии на пастбищах. Важным является также тот факт, что ранее был исследован состав фауны эндобионтных инфузорий у сибирских косуль (*Capreolus pygargus*) из Тернейского района Приморского края России, где был обнаружен только один вид инфузории — *Entodinium dubardi*, при этом менее 40 % исследованных особей содержали эндобионтов [16].

В то же время *E. dubardi* была найдена не только у сибирских косуль, но и у различных видов крупного рогатого скота местной якутской породы [17], что подтверждает её универсальность в определённых экологических нишах. Это свидетельствует о значимости данного вида инфузории как для популяций диких, так и домашних травоядных животных в Якутии.

В желудочно-кишечном тракте сибирских косуль, помимо экзоферментов бактерий, присутствуют эндобионтные микроаэрофильные инфу-

зории, составляющие важную часть биоценоза преджелудков. В рамках нашего исследования были выявлены два вида инфузорий рода *Entodinium*. *Entodinium dubardi* встречается не только у сибирских косуль, но и у других травоядных животных Якутии, в то время как *Entodinium exiguum* является строго специфичным для сибирских косуль.

Морфометрические данные инфузорий, выявленных в преджелудках сибирских косуль, следующие: длина *Entodinium dubardi* в среднем составляет $36,3 \pm 2,4$ мкм, ширина — $24,9 \pm 1,7$ мкм, в то время как *Entodinium exiguum* имеет среднюю длину $40,4 \pm 2,51$ мкм и ширину $19,4 \pm 1,9$ мкм (табл. 1). Виды *E. dubardi* были впервые описаны в рубце косули европейской (*Capreolus capreolus*) в 1923 году (Buisson, 1923).

Обобщённые данные по эндобионтам рубца европейской косули (*Capreolus capreolus*) из различных источников указывают на наличие инфузорий, преимущественно из рода *Entodinium*, и включают от одного до восьми видов, при этом в более чем 50 % обследованных популяций косуль инфузории не были обнаружены [18].

Состав и численность инфузорий в преджелудках косуль изменяются в зависимости от их рациона и времени года. Исследования, проведённые с учётом сезонных изменений, показали, что в летний период наблюдается увеличение численности инфузорий в преджелудках косуль, в то время как зимой их количество значительно снижается, достигая минимального уровня (не более 500 особей на миллилитр пробы), что, вероятно, связано с ограниченностью доступного корма. В исследуемых популяциях косуль коэффициент сходства видов инфузорий составил $KJ-M = -0,6$, а индекс общности фауны — около 50 %. При этом, согласно большинству исследований, у косули европейской находили только один вид инфузорий *E. dubardi* (Sladecsek, 1946; Bruggemann et al., 2009). Лишь в одной работе по эндобионтам рубца косули европейской указано нахождение, кроме энтодиниумов, ещё нескольких видов инфузорий как изотрихид, так и офриосколецид, и при этом доля энтодиниумов составляла 91,9 % [19].

Заключение. Обсуждая результаты, можно сделать вывод, что эндобионтные инфузории играют важную роль в пищеварении косуль. Лите-

Таблица 1. Морфометрические характеристики инфузорий сибирской косули (*Capreolus pygargus*) в Якутии, мкм

Вид	Длина	Ширина
<i>Entodinium dubardi</i>	$36,3 \pm 2,4$	$24,9 \pm 1,7$
<i>Entodinium exiguum</i>	$40,4 \pm 2,51$	$19,4 \pm 1,9$

ратурные данные и наши исследования подтверждают, что микроаэрофильные инфузории рода *Entodinium* симбиотически сосуществуют с хозяином, способствуя ферментации питательных веществ и обеспечивая источник кормового белка. Состав микрофауны и её численность варьируют в зависимости от рациона питания и условий среды, что влияет на эффективность

пищеварения и доступность питательных веществ для организма косули. Таким образом, исследование эндобионтных инфузорий имеет значительное значение для разработки ветеринарных препаратов, направленных на регулирование микрофауны преджелудков у травоядных животных, что особенно важно для устойчивости экосистемы и животноводства в Якутии.

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

Литература

1. Корнилова О. А. Выживание эндобионтных инфузорий млекопитающих во внешней среде / О. А. Корнилова, Г. Н. Мачахтыров // Вестник Челябинского государственного педагогического университета. — 2005. — Т. 6. — С. 53–59.
2. Dehority B. A. Rumen Microbiology. — Nottingham: University Press, 2003. — 82 p.
3. 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.
4. Сизова А. В., Аркадьева З. А. Микробиологический синтез. — М., 1969. — № 10. — С. 8–13.
5. Gruby D. Sur les animalcules developpement dans l'estomac et les intestins plu avant digestion des animaux herbivores et carnivores' / D. Gruby, O. Delafond // Acad. Sci. Paris. — 1843. — Vol. 17. — P. 1304–1308.
6. Stein F. Charakteristik neuer Infusorien-Gattungen // Lotos, 1859. — P. 57–60.
7. 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.
8. Giesecke D. Wiesmayn Solveig, Ledinek / D. Giesecke // M. J. Gen. Microbiol. — 1970. — № 1. — P. 123–126.
9. 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.
10. 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. doi: 10.1038/srep14567.
11. M. Hess & Fliegerova, Katerina & Paul, Shyam & Puniya, Anil. (2020). The anaerobic rumen fungi. In McSweeney C & Mackie RI (Eds.), Improving rumen function. Cambridge, UK. Burleigh Dodds Science Publishing. doi: 10.1201/9781003047841.
12. Корнилова О. А. Эндобионтные инфузории млекопитающих / О. А. Корнилова // Функциональная морфология, экология и жизненные циклы животных. Сборник научных трудов кафедры зоологии РГПУ им. А. И. Герцена. СПб: ТЕССА. — 2006. — Вып. 6. — С. 21–78.
13. Корнилова О.А. Определитель инфузорий, обитающих в пищеварительном тракте млекопитающих. Сборник научных трудов кафедры зоологии РГПУ им. А. И. Герцена. СПб: ТЕССА. — 2010. — Вып. 10. — С. 59–94.
14. Dehority B. A. Laboratory Manual for Classification and Morphology of Rumen Ciliate Protozoa, CRC Press, Boca Raton, FL. 1993. 128 p.
15. Корнилова О. А. Метод комплексного обследования фауны эндобионтных инфузорий // Функциональная морфология, экология и жизненные циклы животных. Сборник научных трудов кафедры зоологии РГПУ им. А. И. Герцена. СПб: ТЕССА. — 2004. — Вып. 4. — С. 75–77.
16. Корнилова О. А. Эндобионтные инфузории из рубца косули сибирской *Capreolus pygargus* / О. А. Корнилова, Л. В. Чистякова, И. В. Середкин, И. П. Грабарник // Паразитология. — 2021. — Т. 55. — № 6. — С. 465–475. doi: 10.31857/S0031184721060028.
17. Слепцов Е. С. Разнообразие инфузорной симбиофауны крупного рогатого скота / Е. С. Слепцов, К. В. Племяшов, Г. Н. Мачахтыров [и др.] // Генетика и разведение животных. — 2023. — № 3. — С. 13–24. doi: 10.31043/2410-2733-2023-3-13-24.

18. Мачахтыров Г. Н. Особенности биологии и разнообразие симбиотических инфузорий диких копытных Якутии // Тез. докл. XII Междунар. науч. конф. по арктическим копытным (8–13 августа 2007 г.). / отв. ред. В. М. Сафронов. — Якутск: Изд-во Якут. ун-та, 2007. — Ч. II. — С. 71–72.
19. Enzinger W. Auswirkungen gesteigerter energie- und proteingehalte des futters auf fermentationsprodukte, fauna und schleimhaut des pansens von wildwiederkäuern (damhirsch/reh) im vergleich zu hauswiederkäuern (schaf/ziege) / W. Enzinger, W. Hartfiel // Z. Jagdwiss. — 1998. — № 44. — P. 201–220.

Sleptsov E. ¹, Alferov I. ¹, Gavrilyeva L. ¹, Vinokhodov V. ², Grigorieva N. ³, Rumyantseva T. ³, Nyukkanov A. ³

Endobiont ciliates in roe deer living in Yakutia

Abstract.

Purpose: study of endobiont ciliates inhabiting forestomachs of Siberian roe deer living in the Republic of Sakha (Yakutia).

Materials and methods. Samples of the contents of all sections of the gastrointestinal tract were collected during post-mortem examination of carcasses of animals killed by hunters, the womb and internal organs. The samples were placed in sterilized 10 ml containers containing 10% formalin solution. Material from different sections of the gastrointestinal tract was examined microscopically in fixed smears-samples. Species affiliation, abundance and morphological parameters were determined.

Results. In the course of the work, two species of ciliates of the genus *Entodinium* were identified: *Entodinium dubardi* and *Entodinium exiguum*. It is noteworthy that *E. exiguum* is specific to roe deer and is not found in other herbivorous animals of the region, which may indicate its adaptation to the unique conditions of existence of this species. This discovery suggests the possibility of transmission of this microorganism to other animals through feces in pastures. The morphometric data of ciliates identified in the forestomachs of Siberian roe deer are as follows: the length of *Entodinium dubardi* is on average $36,3 \pm 2,4 \mu\text{m}$, the width is $24,9 \pm 1,7 \mu\text{m}$, while *Entodinium exiguum* has an average length of $40,4 \pm 2,51 \mu\text{m}$ and a width of $19,4 \pm 1,9 \mu\text{m}$. The comparison showed that *E. dubardi* is common not only among roe deer, but also among local cattle, which indicates its versatility in the ecosystem. In addition, the studies revealed seasonal fluctuations in the number of ciliates in the forestomachs of roe deer: in summer, their number increases, while in winter there is a sharp decrease in their number, which can negatively affect the digestion process, since the similarity coefficient of individuals was $KJ-M = -0.6$, and the index of fauna community was about 50 %.

Key words: ciliates, forestomachs of ruminants, Siberian roe deer, physiology of digestion of ruminants.

Authors:

Sleptsov E. — Dr Habil. (Vet. Sci.); Professor; ORCID: 0000-0002-7478-9011; e-mail: evgeniyceimenovic@mail.ru;

Alferov I. — PhD (Agr. Sci.); ORCID: 0000-0002-9795-5238; e-mail: ivan.alferov@mail.ru;

Gavrilyeva L. — PhD (Vet. Sci.); e-mail: evgeniyceimenovic@mail.ru;

Vinokhodov V. — PhD (Vet. Sci.); e-mail: 9440427@mail.ru;

Grigorieva N. — PhD (Biol. Sci.); e-mail: conevod@mail.ru;

Rumyantseva T. — e-mail: conevod@mail.ru;

Nyukkanov A. — Dr Habil. (Biol. Sci.); e-mail: nykkanovan@agatu.ru.

¹ Yakut Scientific Center of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences - Yakut Scientific Research Institute of Agriculture named after M. G. Safronov; 677001, Russia, Yakutsk, st. Bestuzhev-Marlinskogo, 23, building 1.

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

³ Arctic State Agrotechnological University; 677007, Russia, Yakutsk, sh. Sergelyakhskoye 3 km, no. 3-y, St. Petersburg - Pushkin, Russia, 196625

References

- Kornilova O. A. Survival of endobiont mammalian ciliates in the external environment / O. A. Kornilova, G. N. Machakhtyrov // Bulletin of the Chelyabinsk State Pedagogical University. — 2005. — V. 6. — P. 53–59.
- Dehority B. A. Rumen Microbiology. — Nottingham: University Press, 2003. — 82 p.
- Dogel V. A. *Protozoa*. Few-ciliated ciliates — Infusoria Oligotricha. Family *Ophryoscolecidae*. Key to the fauna of the USSR Text. / V. A. Dogel. — M.: Publ. of the USSR Academy of Sciences. L. 1929. — 96 p.
- Sizova A. V., Arkadyeva Z. A. Microbiological synthesis. — M., 1969. — №. 10. — P. 8–13.
- Gruby D. Sur les animalcules développement dans l'estomac et les intestins plu avant digestion des animaux herbivores et carnivores' / D. Gruby, O. Delafond // Acad. Sci. Paris. — 1843. — Vol. 17. — P. 1304–1308.
- Stein F. Charakteristik neuer Infusorien-Gattungen // Lotos, 1859. — P. 57–60.
- 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.
- Giesecke D. Wiesmayn Solveig, Ledinek / D. Giesecke // M. J. Gen. Microbiol. — 1970. — № 1. — P. 123–126.
- 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.
- 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. doi: 10.1038/srep14567.
- M. Hess & Fliegerova, Katerina & Paul, Shyam & Puniya, Anil. (2020). The anaerobic rumen fungi. In McSweeney C & Mackie RI (Eds.), Improving rumen function. Cambridge, UK. Burleigh Dodds Science Publishing. doi: 10.1201/9781003047841.
- Kornilova O. A. Endobiont ciliates of mammals / O. A. Kornilova // Functional morphology, ecology and life cycles of animals. Collection of scientific papers of the Department of Zoology of the Herzen State Pedagogical Univ. St. Petersburg: TESSA. — 2006. — Issue. 6. — P. 21–78.
- Kornilova O. A. Identifier of ciliates living in the digestive tract of mammals. Collection of scientific papers of the Department of Zoology of the Herzen State Pedagogical Univ. St. Petersburg: TESSA. — 2010. — Issue. 10. — P. 59–94.
- Dehority B. A. Laboratory Manual for Classification and Morphology of Rumen Ciliate Protozoa, CRC Press, Boca Raton, FL. 27. 1993. 128 p.

15. Kornilova O. A. Method of comprehensive examination of the fauna of endobiont ciliates // Functional morphology, ecology and life cycles of animals. Collection of scientific papers of the Department of Zoology of the Herzen State Pedagogical Univ. St. Petersburg: TESSA. — 2004. — Issue. 4. — P. 75–77.
16. Kornilova O. A. Endobiont ciliates from the rumen of the Siberian roe deer *Capreolus pygargus* / O. A. Kornilova, L. V. Chistyakova, I. V. Seredkin, I. P. Grabarnik // Parasitology. — 2021. — Vol. 55. — № 6. — P. 465–475. doi: 10.31857/S0031184721060028.
17. Sleptsov E. S. Diversity of the ciliate symbiofauna of cattle / E. S. Sleptsov, K. V. Plemyashov, G. N. Machakhtyrov [etc.] // Genetics and animal breeding. — 2023. — № 3. — P. 13–24. doi: 10.31043/2410-2733-2023-3-13-24.
18. Machakhtyrov G. N. Peculiarities of biology and diversity of symbiotic ciliates of wild ungulates of Yakutia // Tez. report XII International scientific conf. on Arctic ungulates (August 8–13, 2007). / answered. V. M. Safronov. — Yakutsk: Yakut Publishing House. University, 2007. — Part II. — P. 71–72.
19. Enzinger W. Auswirkungen gesteigerter energie- und proteingehalte des futters auf fermentationsprodukte, fauna und schleimhaut des pansens von wildwiederkäuern (damhirsch/reh) im vergleich zu hauswiederkäuern (schaf/ziege) / W. Enzinger, W. Hartfiel // Z. Jagdwiss. — 1998. — № 44. — P. 201–220.