

## ВИДОВОЕ РАЗНООБРАЗИЕ РАКОВИННЫХ АМЕБ В ААПА-КОМПЛЕКСАХ КАРЕЛЬСКОГО БЕРЕГА КАНДАЛАКШСКОГО ЗАЛИВА БЕЛОГО МОРЯ

А.Н. Цыганов<sup>1,2</sup>, Е.А. Малышева<sup>1</sup>, К.В. Бабешко<sup>1</sup>, А.С. Есаулов<sup>1</sup>, Ю.А. Мазей<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Пензенский государственный университет, Пенза, Россия

<sup>2</sup>Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, Москва, Россия

## SPECIES DIVERSITY OF TESTATE AMOEBA IN AAPA-MIRESON THE KARELIAN SHORE OF THE KANDALAKSHA GULF (THE WHITE SEA COAST)

A. N. Tsyganov<sup>1,2</sup>, E.A. Malysheva<sup>1</sup>, K.V. Babeshko<sup>1</sup>, A.S. Esaulov<sup>1</sup>, Y.A. Mazei<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Penza State University, Penza, Russia

<sup>2</sup>Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia

*Раковинные амёбы – важный компонент болотных экосистем. В работе показано высокое видовое разнообразие раковинных амёб в трёх аапа-комплексах и влияние гидрологического режима на структуру сообществ корненожек.*

*Testate amoebae are an important component of wetland ecosystems. The work shows a high species diversity of testate amoebae in three aapamires and the influence of the hydrological regime on the structure of amoebae assemblages.*

Раковинные амёбы – свободноживущие гетеротрофные простейшие, клетка которых заключена в раковинку с одним или двумя отверстиями для выхода псевдоподий [1]. Раковинные корненожки имеют широкое географическое распространение и населяют почвы, водоемы и болота, но особенно обильно и разнообразно представлены в моховых биотопах, где могут составлять до половины общей микробной биомассы [2, 3]. Они играют важную роль в детритных пищевых цепях, как промежуточное звено между бактериями и беспозвоночными. Аапа-болота – это болотные комплексы в сильно обводненных понижениях с вогнутым поперечным профилем, в которых преобладает выраженный грядово-мочажинный микрорельеф с расположением гряд перпендикулярно направлению стока. Высокое разнообразие биотопов может способствовать формированию здесь высокого видового богатства раковинных амёб, однако эти организмы в аапа-болотах до сих пор не были исследованы. Основная цель настоящей работы – изучить видовой состав и структуру сообществ сфагнобионтных сообществ раковинных амёб в аапа-болотах.

Для исследования выбрано три аапа-болота (Аапа1: 66.541388 °с.ш., 33.077172 °в.д.; Аапа2: 66.548076 °с.ш., 33.075914 °в.д.; Аапа3: 66.550148 °с.ш., 33.075523 °в.д.), расположенных в северной подзоне тайги в окрестностях Беломорской биологической станции имени Н.А. Перцова Московского государственного университета имени М.В.Ломоносова (полуостров Киндо, Лоухский район, Республика Карелия). Все аапа-болота характеризовались выраженным грядово-мочажинным микрорельефом (ширина гряд 2–3 м, высота 1 м). В каждом аапа-болоте было заложено три трансекты, которые располагались поперек смежных гряд в центральной части, таким образом, что края трансекты располагались в мочажине, а центральная часть на гряде. Вдоль каждой трансекты отбирали 5–8 образцов сфагнома (площадь 2–3 см<sup>2</sup> на глубину 5 см). Одновременно с отбором образцов (всего 58 штук) измеряли уровень болотных вод относительно поверхности мха (см). В лаборатории пробы для изучения видового состава сообществ раковинных амёб готовили согласно методике, основанной на фильтровании и отстаивании водных вытяжек [4]. Количественный учет и видовую идентификацию раковинных амёб в суспензии проводили с помощью прямого микроскопирования (Биомед–6ПР) при увеличении ×200 в 200-х полях зрения. Все вычисления и статистические анализы были выполнены с помощью языка программирования R [5] (R Core Team, 2017) и пакетного приложения к нему “vegan” [6] (Oksanen et al., 2017).

Всего в образцах было обнаружено 8559 раковинок амёб, относящихся к 100 видам и подвидам из 32 родов. Кривая аккумуляции видов в зависимости от числа исследованных образцов выходит на плато, что указывает на практически полное выявление видового состава раковинных амёб (Рис. 1.). Статистические оценки видового пула сообществ раковинных амёб в аапа-болотах изменяются в пределах от 105 до 116 видов (Jack1 = 111.8 ± 4.6 (SE), Jack2 = 116,7, Chao = 110.1

$\pm 7.7$  (SE), bootstrapestimator =  $105.6 \pm 2.5$  (SE)). Наиболее обильными видами были *Trinemalineare* (15.7% от общего числа обнаруженных особей), *Assulinamuscorum* (10.5%), *Archerellajollyi* (7.1%), *Corythiondubium* (5.7%), *Hyalospheniaelegans* (4.3%), *Cryptodiffugiaoviformis* (4.3%), *Hyalospheniapapilio* (4.1%). Четыре вида (*Trinemalineare*, *Assulinamuscorum*, *Corythiondubium*, *Hyalospheniapapilio*) были обнаружены более, чем в 80% всех образцов. Двенадцать видов (*Diffugioglobulosa*, *Arcellavulgarisundulata*, *Arcellacostata*, *Arcellagibbosa*, *Centropyxiscassis*, *Centropyxisgibba*, *Centropyxishaemisphaerica*, *Centropyxisylvatica*, *Cyclopyxisarcelloides*, *Cyphoderiaampullapapillata*, *Cyphoderiatrochus*, *Nebelaflabellulum*) были обнаружены лишь в одном образце с максимальным относительным обилием в сообществе не превышающим 5%. Число видов в одном образце изменялось от 12 до 38 со средним значением  $24.5 \pm 0.84$  (ошибка среднего,  $n = 60$ ). Общее число видов в болотах изменялось от 76 до 81.

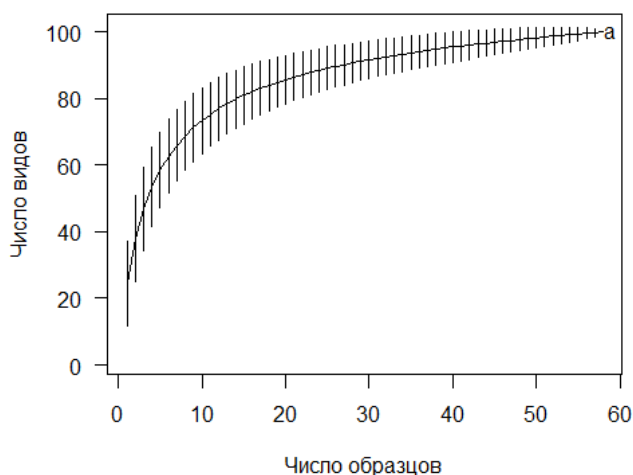


Рис. 1. Кривая аккумуляции видов в зависимости от числа проанализированных образцов в аапа-болотах сверенной подзоны тайги (север Республики Карелия).

Результаты анализа зависимости числа видов раковинных амёб в образце от уровня залегания болотных вод выявили обратную линейную зависимость (Рис. 2).

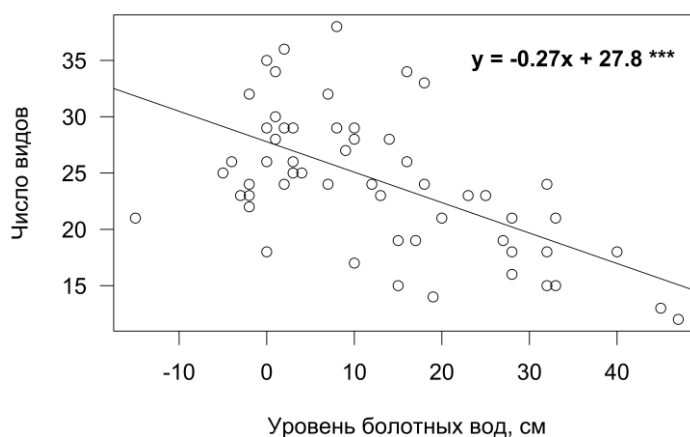


Рис. 2. Зависимость числа видов раковинных амёб в образце от уровня залегания болотных вод (см) в аапа-болотах сверенной подзоны тайги (север Республики Карелия).

Видовая структура сообществ раковинных амёб также в значительной степени определялась уровнем залегания болотных вод. Так в наиболее обводненных биотопах преобладали представители родов *Arcella*, *Centropyxis*, *Lesquereusia*, а в сухих – ксерофильные виды

*Assulinamuscorum, Assulinaseminulum, Corythiondubium, Nebelamilitaris, Bullinulariaindica, Trygonopuxisarcula, Heleoperasylvatica* и представители рода *Euglypha*.

В целом, результаты исследования свидетельствуют о богатой фауне раковинных амёб в аапа-болотах северной подзоны тайги, что может быть связано с высоким разнообразием мест обитания в пределах данного типа экосистем. Помимо этого, наши данные подтверждают существенное влияние гидрологического режима болот на видовое разнообразие и структуру сообществ сфагнобионтных раковинных амёб.

### Литература

1. Мазей Ю.А., Цыганов А.Н. Пресноводные раковинные амёбы. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2006. 300 с.
2. Gilbert D., Amblard C., Bourdier G., Francez A.-J. The microbial loop at the surface of a peatland: structure, function, and impact of nutrient input // *Microbial Ecology*. 1998. Vol. 38. P. 83–93.
3. Gilbert D., Mitchell E.A.D. Microbial diversity in sphagnum peatlands // *Peatlands: Evolution and records of environmental and climatic changes* / eds. I. P. Martini, A. MartínezCortizas, W. Chesworth. Amsterdam: Elsevier, 2006. P. 289–320.
4. Мазей Ю.А., Ембулаева Е.А. Изменение сообществ почвообитающих раковинных амёб вдоль лесостепного градиента в Среднем Поволжье // *Аридные экосистемы*. 2009. Т. 15. № 1 (37). С. 13–23.
5. R Core Team. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. 2017. URL <https://www.R-project.org/>.
6. Oksanen J., Blanchet F.G., Friendly M., Kindt R., Legendre P., McGlenn D., Minchin P.R., O'Hara R.B., Simpson G.L., Solymos P., Henry M., Stevens H., Szoecs E., Wagner H. Vegan: Community Ecology Package. R package, version 2.4-4. 2017. <https://CRAN.R-project.org/package=vegan>

*Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (грант № 18-34-00909-мол\_а).*

*This work was supported by the Russian Foundation for Basic Research (grant No. 18-34-00909-mol\_a).*