

## СТРУКТУРА СООБЩЕСТВА РАКОВИННЫХ АМЕБ В ГРЯДОВО-ОЗЕРКОВОМ БОЛОТНОМ КОМПЛЕКСЕ СЕВЕРНОЙ ТАЙГИ (КАРЕЛИЯ, РОССИЯ)

© 2010 Ю.А. Мазей<sup>1</sup>, О.А. Бубнова<sup>2</sup>, А.Н. Цыганов<sup>3</sup>, В.А. Чернышов<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Пензенский государственный педагогический университет им. В.Г. Белинского, г. Пенза

<sup>2</sup>Международный независимый эколого-политологический университет, Пензенский филиал, г. Пенза

<sup>3</sup>Университет г. Антверпен, Бельгия, г. Антверпен

Поступила 12.02.2009

В пределах ровной сфагнутой сплавины глядово-озеркового комплекса в северотаежной зоне (окрестности д. Черная река, Лоухский р-н, Карелия) обнаружено 45 видов и форм раковинных амёб. Выделено три варианта локальных сообществ, соответствующих разному уровню увлажнения. В верхнем горизонте сфагнумов 0–3 см все варианты образованы миксотрофными видами *Hyalosphenia papilio*, *Archerella flavum*, *Heleopera sphagni*. В нижних горизонтах структура доминирующего комплекса разнородна: в увлажнённых биотопах преобладают гидрофилы *Diffflugia* spp., *Arcella* spp., *Phryganella hemisphaerica*, в биотопах со средним уровнем увлажнения – *Heleopera petricola*, *Hyalosphenia elegans*, *Nebela* spp. В течение летнего периода с июня по август, в сообществе возрастает обилие *Archerella flavum* и снижается численность *Hyalosphenia papilio*. Максимальное обилие организмов (114,8 тыс. экз./г абсолютно сухого сфагнума) отмечено в увлажнённом сфагновом биотопе, образованном *Sphagnum fuscum*, наименьшее (5,4 тыс. экз./г) – в погружённом в воду *Sphagnum majus* на самом краю сплавины.

*Ключевые слова:* раковинные амёбы, структура сообщества, сфагновые биотопы, Карелия.

Раковинные амёбы – одноклеточные эукариоты, представляющие собой полифилетический комплекс видов, характеризующихся морфологическим сходством, но относящихся к разным филогенетическим линиям. Эти организмы объединяет возможность применения одной и той же техники исследования и сходная экология [4], что обуславливает их изучение в рамках единого методологического подхода – ризоподного анализа [2]. Цель настоящего исследования – изучение видового состава и структуры сообщества раковинных амёб в сфагнутой сплавины глядово-озеркового болотного комплекса северной подзоны тайги в окрестностях д. Черная река Лоухского р-на Карелии. В северотаежной подзоне ранее [1, 5] проводились исследования раковинных корневожек в Онежском районе Архангельской области, который относится к Прибеломорской провинции олиготрофных болот северной тайги. Объект настоящей работы расположен в пределах Карело-финской провинции болот северной тайги [7]. Исследования раковинных амёб в этом регионе ранее ограничивались преимущественно почвенными тетазидами [2]. Имеющиеся данные касаются сопоставления сообществ раковинных корневожек вдоль катены, нижние части корой представляли собой заболоченные участки. Главный аспект настоящей работы – выявить структурные особенности сообщества в пределах макроскопически

весьма однородной моховой сплавины глядово-озеркового болотного комплекса.

### МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Материал собирался в июне и августе 2004 г. Было изучено население раковинных амёб в небольшом участке глядово-озеркового комплекса (окрестности д. Черная река, Лоухский район, Карелия), весьма характерном для севера Карелии [7]. Рассматриваемая территория в соответствии с ботанико-географическим зонированием Кольско-Карельского региона [6] представляет собой участок типичной северной тайги. Изучаемый участок представлял собой ровную открытую (без кустарниковой и древесной растительности) сфагновую сплавины, образованную главным образом *Sphagnum fuscum* (биотоп 1) с отдельными участками *S. magellanicum* (биотоп 2). В мочажинах (биотоп 4), а также на границе сплавины и располагающегося в центральной части озера (биотоп 5) – *Sphagnum majus*. На границе между ровной открытой сплавиной и окружающим сосняком-черничником (биотоп 3) – *S. angustifolium*. Пробы отбирались и просматривались по стандартной методике [9]. Для выявления связи между различиями локальных ценозов и видовой структурой проводили ординацию сообществ методом анализа соответствия на основе величин относительных обилий доминирующих (более 3% от общей численности) видов. Расчёты вели при помощи пакета программ PAST 1.18.

### РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В изучённом болоте обнаружено 45 видов и форм раковинных амёб. При этом в сфагновых биотопах было найдено 40 видов, а в детрит-

Мазей Юрий Александрович, профессор кафедры зоологии и экологии, yurimazei@mail.ru. Бубнова Ольга Александровна, доцент кафедры экологии, olgabubnova@mail.ru. Цыганов Андрей Николаевич, аспирант, andrei-tsy@rambler.ru. Чернышов Виктор Александрович, аспирант, yurimazei@mail.ru.

ных – 34. Специфическими для детритных отложений оказались виды *Arcella rotundata*, *Cyclopyxis eurystoma*, *Euglypha cristata*, *E. strigosa*, *Placocista spinosa*. Наиболее часто встречались обычные сфагнобионтные виды *Archerella flavum* (обнаружен в 100% микробиотопов), *Hyalosphenia papilio* (100%), *Phryganella hemisphaerica* (100%), *Nebela tinctoria major* (92%), *N. carinata* (85%), *Heleopera sphagni* (77%), *Assulina muscorum* (77%), *Arcella catinus* (77%).

Общее количество видов, обнаруженное в изучаемой сплаvine сопоставимо с соответствующими величинами для других болот севера Карелии [2], Среднего Поволжья [8, 11–12, 15], Сургутского Полесья [13]. Видовой состав сообщества образован преимущественно обычными сфагнобионтными формами, характерными для большинства подобных биотопов на планете. Особенностью сообщества является достаточно высокое разнообразие представителей рода *Diffflugia*, обычных обитателей профундали озер и рек [10]. Кроме часто встречающегося в болотах вида *D. bacilliarum* здесь был обнаружен впервые описанный из озер Карелии *D. gassowskii* [3], широко распространенные *D. globulosa* и *D. parva*, а также описанный из Африки *D. kabylica* [14]. Также высоко разнообразие представителей рода *Nebela*, в том числе крупных видов *N. carinata*, *N. galeata*, *N. penardiana*, не характерных для сфагновых болот в южных широтах [8, 11, 12, 15]. Отмеченные особенности, по всей видимости, связаны с высокой увлажненностью всего биотопа. Это подтверждается и отсутствием обычных ксерофильных *Trigonopyxis* spp., и слабой представленностью засухоустойчивых видов *Corythion dubium*, *Assulina seminulum*, *Bullinularia indica*.

Видовое богатство локальных сообществ невысоко (11–21 вид в пробе). Чуть выше количество обнаруживаемых видов (17–21) на участках сплавины, образованной *Sphagnum magellanicum* (микробиотоп 2) по сравнению с другими сообществами (11–16 видов). Минимальное обилие видов отмечается в увлажненных местообитаниях, образованных *S. majus* (5.5–17.5 тыс. экз./г), максимальные – в увлажненных микробиотопах, образованных *S. fuscum* (60–115 тыс. экз./г). В остальных микробиотопах обилие колеблется в пределах 30–40 тыс. экз./г.

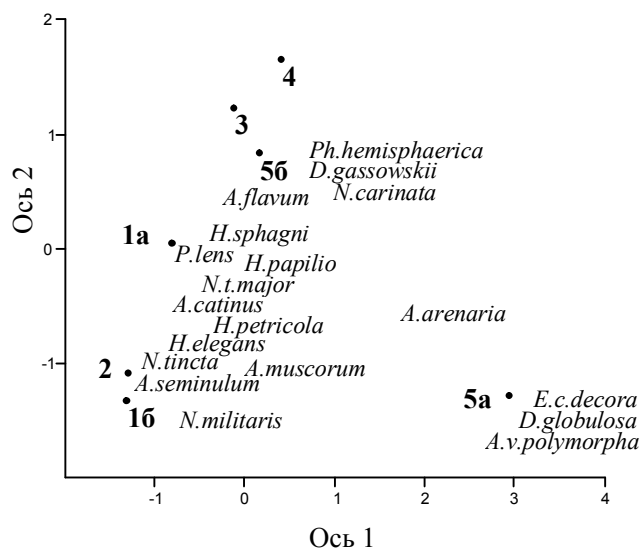
Полученные величины обилия вполне сопоставимы с приводимыми в других работах по северотаежным регионам. Так, А.А. Бобров [2] для мезотрофного торфяника приводит значения 3320 экз./г абсолютно сухого субстрата для верхнего горизонта Т<sub>1</sub> и 53180 экз./г для нижнего слоя Т<sub>2</sub>. По данным Д.А. Алексева [5], плотность раковин колеблется в пределах 23–28 тыс. экз./г – в мочажинах и 40–52 тыс. экз./г на кочках. Интересно, что повышение

обилия раковин в более засушливых местообитаниях, не подтверждается результатами нашего исследования. В микробиотопах, расположенных в средней зоне сплавины, численность возрастает с повышением увлажнения. Однако обилие падает в условиях влажных мочажин и края сплавины, образованных очень крупным сфагнумом (*S. majus*), у которого стебельки расставлены более широко, чем у других видов, что, по-видимому, не очень благоприятно сказывается на развитии сообществ раковинных корненожек.

При классификации локальных сообществ оказалось, что можно выделить три структурных варианта. Интересно, что на разделение сообществ по группам не оказали влияния ни микромасштабная, ни временная гетерогенность. Наиболее специфическим оказалось сообщество корненожек, формирующееся в погруженном в воду озера *S. majus* (микробиотоп 5а – гидрофильный ценоз). Другую группу образуют сообщества из увлажненных биотопов (микробиотопы 3, 4, 5б – гигрофильный ценоз). Наконец, сообщества, формирующиеся в пределах центральных, средне увлажненных частей сфагновой сплавины (микробиотопы 1а, 1б, 2 – мезофильный ценоз), составляют последнюю группу.

Характерными видами гидрофильного ценоза (рисунок) являются *Diffflugia globulosa*, *Arcella vulgaris polymorpha*, *Euglypha cristata decora*, а доминантами (более 10 % от общей численности) – *D. globulosa*, *Phryganella hemisphaerica*, *Hyalosphenia papilio*. Характерными видами гигрофильного ценоза являются *Ph. hemisphaerica*, *Diffflugia gassowskii*, *Nebela carinata*, *Archerella flavum*, а доминантами – *A. flavum*, *H. papilio*, *Ph. hemisphaerica*. Характерные виды мезофильного ценоза – *Nebela tinctoria*, *Nebela militaris*, *Assulina seminulum*, а доминанты – *Hyalosphenia papilio*, *H. elegans*, *Archerella flavum*, *Nebela tinctoria major*. В изучаемой сплаvine не формируется ксерофильный вариант сообщества [15], по причине отсутствия сухих кочек.

Полученная картина дифференциации сообщества сфагнобионтных тестацид, за исключением отсутствия ксерофильной группировки, хорошо согласуется с имеющимися представлениями о существовании различных вариантов ценозов с достаточно стабильным набором доминантов в разных природных зонах. В другом исследовании сообществ раковинных корненожек северной тайги в архангельском Прибеломорье [5] также выделялись различные варианты сообщества: формирующиеся на кочках (с доминированием *Corythion dubium* и *Nebela tinctoria*) и в мочажинах (с преобладанием *Archerella flavum*, *Hyalosphenia papilio*, *Diffflugia bacilliarum*, *Nebela tenella*, *Phryganella hemisphaerica*).



**Рис.** Результаты ординации локальных сообществ. Ось 1 объясняет 54% общей дисперсии видовой структуры, ось 2 – 34%

Сезонная изменчивость сообщества (и видовой структуры, и обилия организмов) в изучаемом болоте практически не проявляется. Только в некоторых биотопах отмечалось возрастание обилия *Archerella flavum* и снижение численности *Hyalosphenia papilio*. Последнее было отмечено нами и в лесостепной зоне [15]. Вместе с тем в большинстве микробиотопов сезонные различия были весьма незначительными.

Вертикальная стратификация сообщества выражена во всех локальных сообществах. В гидрофильном ценозе в верхнем трехсантиметровом слое доминируют *H. papilio* и *A. flavum*, в горизонте 9–12 см – *Diffflugia gassowski*, в самом нижнем слое 12–20 см – *D. parva* и *Ph. hemisphaerica*. В мезофильных сообществах в верхних слоях доминируют *Hyalosphenia papilio* и *Heleopera sphagni*, а в более глубоких слоях – *Hyalosphenia elegans*, *Heleopera petricola*, *Nebela tincta major*. В гидрофильных сообществах в верхнем слое 0–6 см преобладают *H. papilio*, *H. sphagni*, *A. flavum*, а в более глубоких – *Ph. hemisphaerica*, *H. elegans*, *D. globulosa*, *Arcella vulgaris polymorpha*. Видовое разнообразие и численность не изменяются направленно с глубиной. В большинстве микробиотопов эти параметры, колеблясь, остаются примерно на одном и том же уровне на разных горизонтах.

Обычно [15] в верхних горизонтах преобладают характерные виды раковинных амёб (*Hyalosphenia papilio*, *Archerella flavum*, *Assulina muscorum*), первые два из которых содержат в цитоплазме зоохлореллы и являются миксотрофами, а последний устойчив к недостаточному увлажнению. Кроме того, подчеркивалось, что в более глубоких слоях преобладают виды, строящие раковинки из ксеносом. В исследуемом болоте такая ситуация реализуется во всех случаях. При этом если в верхних горизонтах

во всех вариантах сообщества развивается один и тот же комплекс доминантов (включающий *A. flavum*, *H. papilio* и *H. sphagni*), то в нижних он оказывается специфичным для разных местообитаний (по мере уменьшения увлажнения комплекс доминантов сменяется: 1) *Diffflugia* spp. – *Ph. hemisphaerica*; 2) *Diffflugia* spp. – *Arcella* spp. – *Ph. hemisphaerica* – *H. elegans*; 3) *H. petricola* – *H. elegans* – *N. tincta major*). В настоящей работе подтвердились выявленные ранее закономерности о расхождении близких видов раковинных корненожек по вертикали [15]. Так, в парах видов *H. papilio* – *H. elegans* и *H. sphagni* – *H. petricola* первый вид тяготеет к верхним горизонтам, а второй – к нижним.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, проведенное исследование позволило выявить сложноорганизованное сообщество раковинных амёб, формирующееся в пределах ровной сфагновой сплавины в грядово-озерковом болотном комплексе в северотаежной зоне на севере Карелии. Фауна корненожек составлена преимущественно типичными сфагнофильными видами с примесью некоторого количества детритофильных амёб из родов *Diffflugia* и *Arcella*. В пределах сплавины формируются три варианта сообщества, соответствующие условиям с разной степенью увлажнения. При этом отсутствует группировка ксерофильных видов, характерная для крайне сухих моховых кочек, не наблюдавшихся на сплавине. В верхнем горизонте сфагнумов все варианты ценозов образованы миксотрофными видами *Hyalosphenia papilio*, *Archerella flavum*, *Heleopera sphagni*. В нижних горизонтах структура доминирующего комплекса разнородна: в увлажненных биотопах преобладают гидрофилы *Diffflugia* spp., *Arcella* spp., *Phryganella hemisphaerica*, в биотопах со средним уровнем ув-

лажнения – *Heleopera petricola*, *Hyalosphenia elegans*, *Nebela* spp.

**Благодарности.** Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект № 07-04-00185).

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алексеев Д.В. Раковинные амёбы почв болотных лесов северной подзоны европейской тайги. Автореф. дис. ... канд. биол. наук. М.: МПГИ, 1984. 16 с.
2. Бобров А.А. Эколого-географические закономерности распространения и структуры сообществ раковинных амёб (Protozoa: Testacea): дис. ... докт. биол. наук. М.: МГУ, 1999. 341 с.
3. Гассовский Г.Н. Новые Rhizopoda из озер Кончезерской группы (в Карелии) // Тр. Бород. биол. станц. 1936. Т. 8. Вып. 2. С. 101-119.
4. Гельцер Ю.Г., Корганова Г.А., Алексеев Д.А. Почвенные раковинные амёбы и методы их изучения. М.: Изд-во МГУ, 1985. 79 с.
5. Гельцер Ю. Г., Корганова Г. А., Яковлев А. С. и др. Раковинные корненожки (Testacida) почв // Почвенные простейшие. Л.: Наука, 1980. С. 108-142.
6. Елина Г.А., Лукашов А.Д., Юрковская Т.К. Позднеледниковье и голоцен восточной Фенноскандии (палеораствительность и палеогеография). Петрозаводск: КНИЦ РАН, 2000. 242 с.
7. Кац Н.Я. Болота земного шара. М.: Наука, 1971. 296 с.
8. Мазей Ю.А., Бубнова О.А. Видовой состав и структура сообщества раковинных амёб в сфагновом болоте на начальном этапе его становления // Известия РАН. Сер. Биол. 2007. № 6. С. 738-747.
9. Мазей Ю.А., Кабанов А.Н. Раковинные амёбы в осоково-сфагновом заболоченном лесу на севере Карелии // Известия ПГПУ им. В.Г. Белинского. Сер. Естественные науки. 2008. № 10(14). С. 101-104.
10. Мазей Ю.А., Цыганов А.Н. Раковинные амёбы в водных экосистемах поймы реки Суры (Среднее Поволжье). 2. Структура сообщества // Зоол. журн. 2006б. Т. 85. №12. С. 1395-1401.
11. Мазей Ю.А., Цыганов А.Н., Бубнова О.А. Видовой состав, распределение и структура сообщества раковинных амёб мохового болота в Среднем Поволжье // Зоол. журн. 2007. Т. 86. № 10. С. 1155-1167.
12. Мазей Ю.А., Цыганов А.Н., Бубнова О.А. Структура сообщества раковинных амёб в сфагновом болоте верховий реки Суры (Среднее Поволжье) // Известия РАН. Сер. Биол. 2007. № 4. С. 462-474.
13. Рахлеева А.А. Раковинные амёбы (Testacea, Protozoa) таежных почв Западной Сибири (Сургутское Полесье) // Известия РАН. Сер. Биол. 2002. № 6. С. 752-762.
14. Gauthier-Lievre L., Thomas R. Les genres *Diffflugia*, *Pentagonia*, *Maghrebica* et *Hoogenraadia* (Rhizopodes testaces) en Afrique // Arch. Protistenk. 1958. Bd. 103. S. 241-370.
15. Mazei Yu.A., Tsyganov A.N. Species composition, spatial distribution and seasonal dynamics of testate amoebae community in sphagnum bog (Middle Volga region, Russia) // Protistology. 2007. V5. P. 156-206.

### TESTATE AMOEBAE COMMUNITY STRUCTURE IN A HUMMOCK-LAKE BOG IN NORTH TAIGA (KARELIA, RUSSIA)

© 2010 Yu. Mazei Yuri<sup>1</sup>, O. Bubnova<sup>2</sup>, A. Tsyganov<sup>3</sup>, V. Chernyshov<sup>1</sup>

<sup>1</sup>V.G. Belinsky State Pedagogical University, Penza

<sup>2</sup>International Independent University of Ecology and Political Science, Penza branch

<sup>3</sup>University of Antwerp, Antwerp, Belgium

In flat sphagnum quagmire in hummock-lake bog of northern taiga (outskirts of Chernaya River village, Louchi district, Karelia) 45 testate amoebae species was identified. Three community types were distinguished corresponding to different moisture content. In upper 0-3 cm sphagnum horizons in all community variants mixotrophic species *Hyalosphenia papilio*, *Archerella flavum*, *Heleopera sphagni* are predominate. In deeper horizons dominant species in communities are heterogeneous: in most wet biotopes hydrophilous species *Diffflugia* spp., *Arcella* spp., *Phryganella hemisphaerica* prevail, in medium moist conditions *Heleopera petricola*, *Hyalosphenia elegans*, *Nebela* spp. predominate. Since June to August abundance of *Archerella flavum* is increased, whereas *Hyalosphenia papilio* decreased. Maximal abundance (114800 ind. per gram absolute dry sphagnum) develops in wet *Sphagnum fuscum* biotope, minimal one (5400 ind. per gram) – in submerged *Sphagnum majus* at the edge of quagmire.

*Key words:* testate amoebae, community structure, sphagnum biotopes, Karelia.

Mazei Yuriy Aleksandrovich, professor of chair of zoology and ecology, yurimazei@mail.ru. Bubnova Olga Aleksandrovna, reader of chair of ecology, olgabubnova@mail.ru. Tsyganov Andrey Nikolaevich, post-graduate student andreitsy@rambler.ru. Chernyshov Victor Aleksandrovich, post-graduate student yurimazei@mail.ru.