

На правах рукописи



МАРФИНА Ольга Валерьевна

СТРУКТУРА СООБЩЕСТВ РАКОВИННЫХ АМЕБ
В ПРИБАЙКАЛЬЕ

Специальность 03.02.08 – экология (биология)

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата биологических наук

Пенза – 2011

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Пензенский государственный педагогический университет имени В. Г. Белинского» на кафедре зоологии и экологии.

Научный руководитель: доктор биологических наук, профессор
Мазей Юрий Александрович.

Официальные оппоненты: доктор биологических наук, профессор
Бобров Анатолий Александрович,
кандидат биологических наук
Швеенкова Юлия Борисовна.

Ведущая организация: ФГБОУ ВПО «Иркутский государственный университет».

Защита диссертации состоится 24 ноября 2011 г., в 14³⁰ часов, на заседании диссертационного совета ДМ 212.337.02 при Пензенской государственной технологической академии по адресу: 440039, г. Пенза, пр. Байдукова / ул. Гагарина, 1а / 11.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБОУ ВПО «Пензенская государственная технологическая академия».

Автореферат разослан 20 октября 2011 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета



М. И. Яхкинд

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. Раковинные амебы – важнейший компонент экосистем, образуют распространённую группу организмов, заселяющих широкий диапазон биотопов – пресные воды, почвы и моховые болота (Ogden, Hedley, 1980; Гельцер и др., 1985; Корганова, 1997; Бобров, 1999; Gilbert, Mitchell, 2008; Мазей, 2008). Изучение экологии современных сообществ раковинных амеб представляет теоретический и практический интерес для палеорекострукции климатических изменений и состояния среды (ризоподный анализ) (Charman, 2001; Mitchell, Meisterfeld, 2005), а также совершенствования методов биоиндикации при осуществлении региональных мониторинговых исследований. На территории Российской Федерации население почвообитающих раковинных амеб исследовано неравномерно. Основные работы были проведены в пределах Восточно-Европейской равнины (Корганова, 1975, 1982; Бобров, 1995, 2005; Рахлеева, 1998, 1999; Мазей, Цыганов, 2007; Мазей, Ембулаева, 2008, 2009). Значительно реже приводятся данные по Западной Сибири (Рахлеева, 2002; Карташев, Смолина, 2008; Булатова, 2010; Курьина и др., 2010; Мазей, Чернышов, 2011). Территория Прибайкалья исследована еще более фрагментарно. Раковинные амебы были отмечены в составе фауны озера Байкал ещё в начале 20 века (Россолимо, 1923). Однако с того времени была опубликована только одна работа (Balik, 1992), где проводится список из 53 видов и форм раковинных корненожек из пяти проб, отобранных в наземных биогеоценозах в Прибайкальском национальном парке и в Байкальском заповеднике. Таким образом, имеющейся информации явно недостаточно для формирования системных представлений об особенностях населения раковинных амеб в Прибайкальском регионе.

Цель исследования – выявление видового состава и анализ структуры сообществ раковинных амеб в разнотипных биотопах Прибайкалья.

В связи с этим были поставлены следующие **задачи**:

1. Выявить видовой состав и особенности распределения раковинных амеб в наиболее контрастных биотопах на территории Прибайкалья – донных осадков Байкала и малых пресных водоемов, верховых и низовых болот, почв лесных, степных и луговых биогеоценозов.

2. Проанализировать закономерности структурирования сообществ раковинных корненожек в разных типах заболоченных биогеоценозов – переходных, верховых болотах, лесах-зеленомошниках.

3. Проанализировать закономерности структурирования сообществ раковинных корненожек в разных типах наземных биогеоценозов – лиственных, сосновых, сосново-березовых, осиновых, березовых лесах, ивняках, лугах и степях.

4. Выявить закономерности изменения структуры сообществ раковинных амеб вдоль высотного градиента склона хребта Хамар-Дабан – от березово-осиновых лесов через темнохвойную тайгу к лесотундре.

5. Определить особенности состава и структуры сообществ раковинных амеб в озере Байкал и малых пресных водоемах Прибайкалья.

Основные положения, выносимые на защиту.

1. В заболоченных биогеоценозах специфика локальных сообществ раковинных корненожек определяется главным образом микробиотопическими характеристиками и связана с уровнем увлаженности среды обитания.

2. В наземных биотопах в локальных сообществах раковинных амёб доминируют широко распространенные почвенные и эвритоппные виды.

3. С увеличением высоты над уровнем моря усложняется структура локальных сообществ раковинных амёб за счет добавления бриофильного элемента и возрастания пространственной неоднородности в распределении организмов.

4. Основу населения раковинных амёб литоральной зоны Байкала составляют лимно- и эврибионтные мелкие филозные корненожки. Обилие и видовое разнообразие раковинных амёб в Байкале невысоко и повышается в местах, где накапливается органика терригенного происхождения.

Научная новизна. Впервые выявлен видовой состав и проанализированы закономерности распределения раковинных амёб в Прибайкалье. Показано, что обилие и видовое разнообразие корненожек в Байкале невысоко и повышается в местах, где накапливается органика терригенного происхождения. Отмечено, что с увеличением высоты над уровнем моря возрастает гетерогенность состава локальных сообществ раковинных амёб за счет добавления бриофильного элемента и возрастания пространственной неоднородности в распределении организмов. Впервые обнаружено, что в Прибайкалье, также как и в Западной Сибири в составе доминирующего комплекса видов раковинных амёб в верховых болотах помимо бриофильной группировки, массово представлена как в Восточной Европе, так и в Сибири, велика доля видов-эврибионтов, что может быть связано с большей континентальностью сибирского климата по сравнению с европейским.

Научно-практическая значимость. Материалы диссертации, сформулированные в ней научные положения и выводы, могут найти применение в работе природоохранных организаций при оценке состояния естественных биогеоценозов, организации многолетнего биомониторинга, составления кадастров животного мира России. Выявленные теоретические закономерности позволяют расширить существующие представления о пространственной организации биологических сообществ и использовать новые данные в преподавании экологических и зоологических курсов в вузах.

Апробация работы. Материалы работы были представлены на IV Всероссийской научной конференции «Принципы и способы сохранения биоразнообразия» (г. Йошкар-Ола), VII Всероссийской научно-практической конференции «Проблемы биологической науки и образования в педагогических вузах» (г. Новосибирск), Всероссийской научной конференции с международным участием «Водные экосистемы Сибири и перспективы их использования» (г. Томск), II Международной научной конференции «Разнообразие почв и биоты Северной и Центральной Азии» (г. Улан-Удэ), II Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Эколого-биологические проблемы Сибири и сопредельных территорий» (г. Нижневартовск), на заседаниях кафедры зоологии и экологии ПГПУ им. В.Г. Белинского (2008–2011 гг.).

Реализация и внедрение результатов работы. Результаты диссертации получены при выполнении НИР по гранту РФФИ, проект № 10-04-00496-а «Сообщества простейших на матрице среды обитания: роль биотопической дифференцировки в формировании пространственной структуры». Результаты диссертационной работы используются в учебном процессе кафедры зоологии и экологии Пензенского государственного педагогического университета им. В.Г. Белинского при подготовке бакалавров и магистров по направлению «Биология», и Профессионального училища Пензенской государственной технологической академии при подготовке обучающихся по профессии «Лаборант-эколог».

Публикации. По теме диссертации опубликовано 10 работ, в том числе 3 статьи в изданиях, входящих в перечень ведущих научных журналов ВАК.

Декларация личного вклада автора. Автор лично участвовал в сборе, обработке и анализе материала. В совместных публикациях вклад автора составил 50–70 %.

Структура и объем диссертации. Работа изложена на 140 страницах, состоит из введения, 6 глав и выводов. Список литературы включает 256 источников, в том числе 79 – на иностранных языках. Работа иллюстрирована 11 рисунками и 6 таблицами.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

В разделе рассматриваются особенности биологии и экологии раковинных амев, а также приводятся данные по истории изучения фауны Байкала, включая имеющуюся разрозненную информацию о раковинных амебах Прибайкалья.

ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследования сообществ раковинных амев проводили в период 2008–2010 гг. в пределах разнотипных зональных и интразональных биогеоценозов Прибайкалья, а также прибрежной зоны озера Байкал в Иркутском, Слюдянском и Ольхонском р-нах Иркутской обл. (рис. 1). В основе методологии работы – сопоставление структурных характеристик сообществ раковинных амев в разнотипных биотопах Прибайкалья и выявление возможных корреляций с факторами среды.

Исследовали следующие типы биотопов: а) верховые и низовые болота, сфагновые леса в бассейне р. Ангара (вдоль ее правых притоков – Королок, Бурдаковка, Тальцы, падь Щеглова вдоль трассы Листвянка – Иркутск) и на Олотской возвышенности (Ольхонский р-н Иркутской обл.); б) сосновые, лиственничные, кедровые, смешанные (березово-сосновые), мелколиственные леса, пойменные ветляники, степи, мезофитные и гидрофитные луга в Прибайкалье (Иркутский р-н Иркутской обл.), Приольхонье и о. Ольхон (Ольхонский р-н Иркутской обл.), а также вдоль склона хребта Хамар-Дабан (Слюдянский р-н Иркутской обл.); в) литоральная зона озера Байкал (до глубины 0.5 м) в районе поселков Слюдянка, Листвянка, Хужир), пресные водотоки Прибайкалья (падь Бол. Коты и о. Ольхон), а также затоны, отделенные от оз. Байкал песчаными косами (на о. Ольхон).



Рис. 1. Карта южного Прибайкалья с указанием мест проведения работ (с юга на север: склон хребта Хамар-Дабан, наземные биотопы Прибайкальского национального парка, заболоченные биотопы бассейна р. Ангары, заболоченные леса и степные участки Приольхонья, наземные биотопы о. Ольхон).

Поскольку население одноклеточных организмов реагирует не только на ландшафтно-зональную (биотопическую), но и на внутрипарцелярную (микробиотопическую) гетерогенность биогеоценозов (Стриганова, Рахлеева, 1999), пробы внутри каждого биотопа отбирали из всех представленных микробиотопов, включая лиственный опад, травяной войлок, участки, покрытые бриевыми или сфагновыми мхами, эпигейными кустистыми лишайниками. Кроме поверхностных, анализировали пробы из верхней части (3 см) горизонта А1. Каждый тип проб (из соответствующего микробиотопа) был представлен в трех повторностях, обработанных в отдельности. Всего проанализировано 315 проб.

Сбор и обработку проб осуществляли по стандартным протозоологическим методикам (Гельцер и др., 1985). Подсчет раковинных амёб проводили в водных суспензиях, с использованием микроскопа Axiostar plus (Carl Zeiss) при увеличении $\times 160$. В каждой пробе просчитывали не менее 150 экземпляров. Полученные величины численности пересчитывали на 1 г абсолютно сухого субстрата. Доминирующими считали виды с относительным обилием более 10%, субдоминирующими – 2–10%. Помимо анализа биологического материала измеряли следующие параметры среды, оказывающие наибольшее влияние на раковинных амёб (Бобров, 2009; Мазей, Цыганов, 2006; Gilbert, Mitchell, 2008): уровень залегания грунтовых вод под поверхностью мхов (УГВ, см), влажность субстрата (%), рН почвенной вытяжки, характер растительности, субстрат микробиотопа.

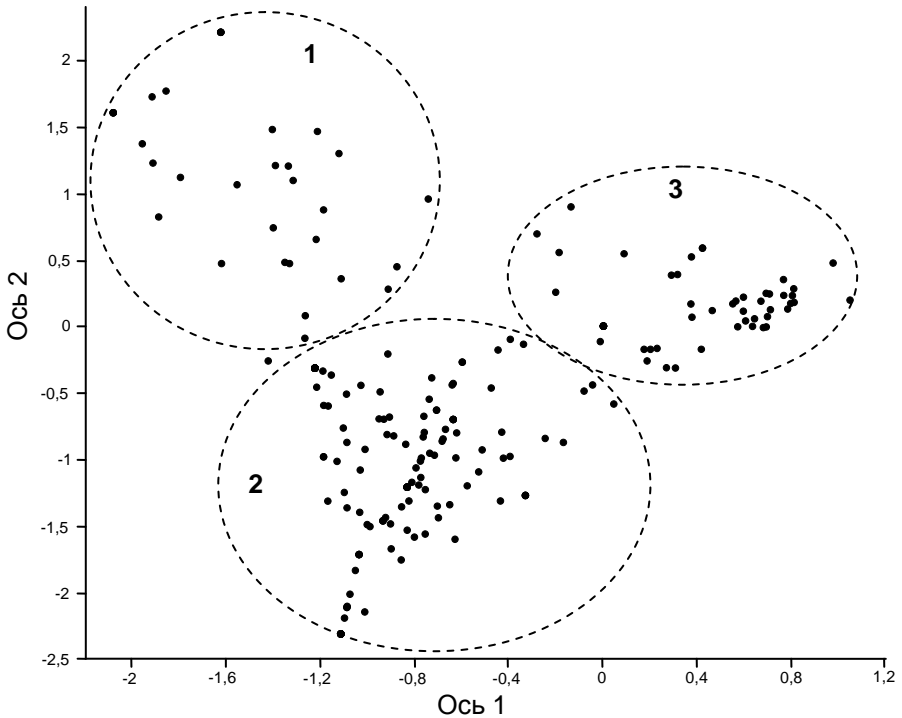


Рис. 2. Результаты ординации видов по их распределению в разных биотопах методом анализа соответствия. Точки – виды. Пунктир очерчивает группы видов, тяготеющих к разным типам биотопов: 1 – озеро Байкал и малые пресные водотоки, втекающие в озеро, 2 – верховые и низовые болота, заболоченные леса, 3 – леса, степи, луга. Ось 1 описывает 15.5% общей дисперсии, ось 2 – 12.2%.

Для оценки достоверности различий в видовом разнообразии и численности между объектами использовали критерий Манна-Уитни с поправкой Бонферрони к уровням значимости для множественных сравнений (Гланц, 1998). Для выявления основных закономерностей изменчивости сообществ проводили классификацию локальных вариантов при помощи кластерного анализа на основе качественных данных, а также их ординацию методом анализа соответствия. Все расчеты производили при помощи пакетов программ MS Excel (Microsoft Excel, 2002) и PAST 2.06 (Hammer et al., 2001).

ГЛАВА 3. ВИДОВОЙ СОСТАВ И РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ВИДОВ ПО ТИПАМ БИОТОПОВ

В ходе проведенного исследования было обнаружено 211 видов и внутри-видовых таксонов раковинных амёб. Наиболее распространены убиквитарные виды с широким географическим распространением: *Centropyxis aerophila* (об-

наружен в 85% биотопов), *Trinema lineare* (84%), *Euglypha laevis* (72%), *Centropyxis aerophila sphagnicola* (60%), *Trinema complanatum* (53%), *Phryganella hemisphaerica* (43%). Вместе с тем, 122 вида (58% от общего списка) были встречены только в 1–2 биотопах. Среди них такие редкие формы как *Jungia sudanensis*, *Oopyxis cyclostoma*, *Quadrullella subcarinata*, *Schwabia regularis*, *Campascus minutus*, *Awerintzevia cyclostoma* и др.

В зависимости от предпочитаемого биотопа все виды разделяются на три группы (рис. 2). Наибольшее количество видов приурочено к заболоченным местообитаниям. Для донных осадков озера Байкал и ручьев, а также для почв наземных биогеоценозов характерен меньший набор специфических видов. Различаются эти типы биотопов и составом доминирующего комплекса видов. В заболоченных местообитаниях массово развиваются брио- и эврибионты *Hyalosphenia papilio*, *Assulina muscorum*, *Corythion orbicularis*, *C. dubium*, *Trinema lineare*, *Phryganella hemisphaerica*. В наземных условиях преобладают педо- и эврибионты *Centropyxis aerophila*, *C. a. sphagnicola*, *Phryganella acropodia*, *Trinema complanatum*, *Cyclopyxis kahli*, *C. eurystoma*. В донных осадках озера Байкал и пресных водотоков доминируют мелкие эврибионты *Euglypha laevis*, *E. rotunda*, *E. tuberculata*, *Trinema enchelys*, *Tracheleuglypha dentata*, *Centropyxis sylvatica*, *C. platystoma*.

ГЛАВА 4. СТРУКТУРА СООБЩЕСТВА РАКОВИННЫХ АМЕБ В ЗАБОЛОЧЕННЫХ БИОТОПАХ

Исследовали пять заболоченных биогеоценозов (биотопов), в каждом из которых анализировали локальные сообщества корненожек из наиболее типичных микробиотопов:

1) травяное болото, расположенное в пойме реки Королок (правый приток р. Ангары); исследовали 4 микробиотопа – ровную лужайку, образованную *Sphagnum cuspidatum*, мочажину с гипновыми мхами, детрит, накапливающийся на дне небольших луж;

2) сфагновое болото с невысокими деревьями березы, расположенное в пойме р. Бурдугуз (правый приток Ангары); исследовали 6 микробиотопов, включая кочки, образованные *Sphagnum cuspidatum*, *Sph. magellanicum*, *Aulacomnium palustre*, мочажины, образованные *Sph. angustifolium*, детрит, накапливающийся на дне мочажин;

3) сфагновое болото со среднерослыми деревьями березы и находящийся на его границе сосново-березовый лес-зеленомошник, расположенные в пойме р. Тальцы (правый приток Ангары); в пределах болота исследовали 8 микробиотопов, включая кочки, образованные *Sphagnum fuscum*, *Sph. magellanicum*, *Aulacomnium palustre*, *Politrichum strictum*, ровные лужайки, образованные *Sph. angustifolium*, мочажины с *Sph. cuspidatum* и гипновыми мхами, детрит, накапливающийся в мочажинах; в лесу – 4 микробиотопа, включая почвенную подстилку и верхний трехсантиметровый с гумусового горизонта, а также моховые подушки из *Sph. angustifolium* и *Pleurozium schreberi*;

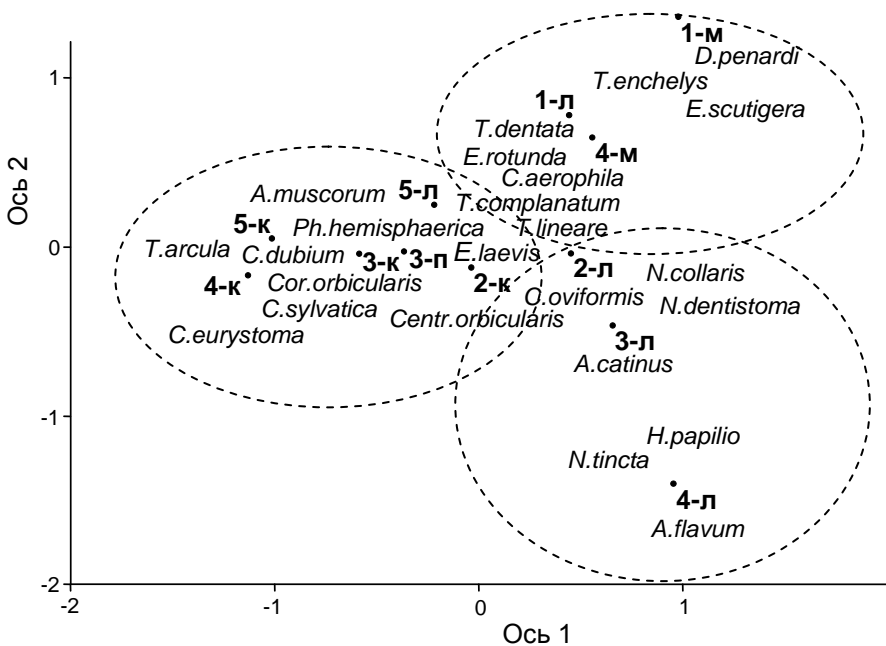


Рис. 3. Результаты ординации сообществ раковинных амёб из разных типов микробиотопов на основе нормированных на среднее величин относительных обилий доминирующих видов методом анализа соответствия: 1–5 – различные заболоченные биотопы (номера соответствуют описаниям в гл. 4); к – кочки, м – мочажины, л – моховые лужайки, п – почва и напочвенные мхи. Ось 1 описывает 26,6% дисперсии, ось 2 – 21,2%.

4) сфагновое болото со среднерослыми деревьями березы (рям) и сосны и находящимся на его периферии участком низового болота, расположенное в пределах пади Щеглова (правый приток Ангары); в центральной части болота исследовали 8 микробиотопов, включая кочки из *Sphagnum fuscum*, *Sph. magellanicum*, *Polytrichum strictum*, *Aulaacomnium palustre*, моховые лужайки из *Sph. angustifolium* и *Sph. magellanicum*, мочажины с гипновыми мхами и *Sph. angustifolium*, детрит, накапливающийся в мочажинах; на участке низового болота исследовали моховые лужайки *Pleurozium schreberi* и *Sph. papillosum*;

5) заболоченный лес-кедрач-зеленомошник, находящийся на Онетской возвышенности (Ольхонский р-н Иркутской обл.); исследовали 5 микробиотопов, включая кочки, образованные мхами *Sphagnum fuscum*, *Hylocomnium splendens*, кустистыми лишайниками *Cladonia* spp., а также ровные участки из мхов *Aulaacomnium palustre* или *Sph. fuscum*.

Обнаружено 183 вида и внутривидовых таксона раковинных амёб, что составляет 90,6% от общего списка таксонов, найденных нами в Прибайкалье. Специфика локальных сообществ раковинных корненожек определяется как типом биотопа (биогеоценоза), так и микробиотопическими характеристиками. Поэтому рассмотрим особенности структурирования сообществ в каждом из пяти биогеоценозов по отдельности.

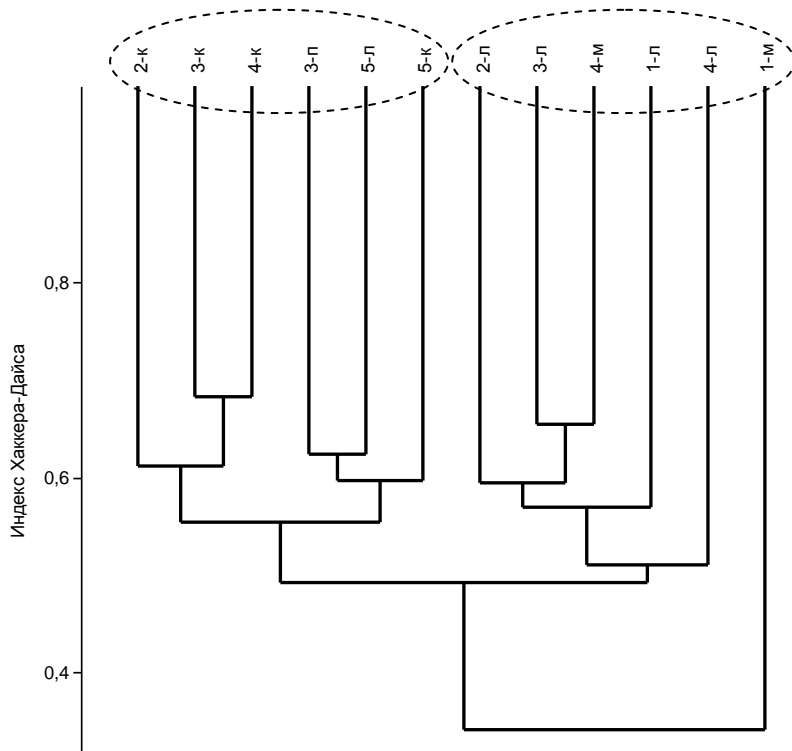


Рис. 4. Результаты классификации сообществ раковинных амёб из разных типов микробиотопов болот по видовому составу: 1–5 – различные заболоченные биотопы (номера соответствуют описаниям в гл. 3); к – кочки, м – мочажины, л – моховые лужайки.

В травяном болоте обилие раковинных амёб варьирует от 13 до 65 тыс. экз./г, а видовое богатство – от 35 до 51 вида в микробиотопе с максимальными величинами обоих параметров в мочажинах с гипновыми мхами. Структурно выделяется локальное сообщество корненожек из увлажненных гипновых мхов с максимальными показателями биоразнообразия (индекс Шеннона составлял в среднем 3.4). Здесь доминировали влаголюбивые виды *Diffugia bacilliarum*, *Centropyxis aculeata*, *Lesquereusia spiralis* со свитой из эврибионтов *Euglypha tuberculata*, *E. scutigera*, *Trinema enchelys*, *T. lineare*, *Centropyxis aerophila*. В остальных местообитаниях массово развиваются представители эврибионтной группировки, такие как *Trinema lineare*, *T. enchelys*, *Centropyxis aerophila*, а также некоторые бриофильные организмы (*Tracheleuglypha dentata*, *Nebela collaris*) на участках образованных *Sphagnum cuspidatum*. Видовое разнообразие, оцененное индексом Шеннона, здесь несколько ниже (2.4–2.9).

В сфагновом болоте с невысокими деревьями березы численность раковинных корненожек колебалась от 1.9 тыс. экз./г на кочке, образованной *Sphagnum magellanicum* до 19.3 тыс. экз./г на кочке из мха *Aulacomnium palustre*. Для локального сообщества корненожек из первого микробиотопа

характерно минимальное видовое богатство (10 видов) и разнообразие (индекс Шеннона составляет 1.4). Наивысшие показатели видового богатства (41 вид) и разнообразия (индекс Шеннона составляет 2.8) характерно для локального сообщества ризопод из мочажины, образованной *Sphagnum angustifolium*. Во всех микробиотопах доминирует эврибионтный вид *Trinema lineare*. Кроме этого, на сфагновых кочках обильно развиваются брио- и педобионтные виды, выдерживающие пониженную влажность – *Arcella catinus*, *Centropyxis orbicularis*, *Heleopera sphagni*, а в сфагновых мочажинах – характерные бриобионты *Hyalosphenia papilio* и *Nebela dentistoma*.

В сфагновом болоте со среднерослыми деревьями березы наиболее сложное локальное сообщество раковинных амёб (видовое богатство 54 вида, индекс Шеннона 2.7, обилие 38 тыс. экз./г) формируется в гипновых мхах в мочажине. Наиболее простые варианты (18–23 видов – на разных кочках из сфагновых и бриевых мхов, индекс Шеннона 1.9–2.4, численность 6.2–8.4 тыс. экз./г). Абсолютно максимальная плотность организмов (96.2 тыс. экз./г) была отмечена в почвенной подстилке на границе между сфагновым болотом и березово-сосновым лесом. Структурно выделяются несколько вариантов локальных сообществ. На сфагновых лужайках и мочажинах доминирующий комплекс видов представляет собой типичный сфагнофильный набор *Hyalosphenia papilio*, *Archerella flavum*, *Nebela tinctoria*, *N. dentistoma*, *N. collaris*. На моховых кочках преобладают бриобионты, выдерживающие пониженную увлажненность (*Assulina muscorum*, *Corythion dubium*, *Trigonopyxis arcuata*), а также эврибионты (*Centropyxis orbicularis*, *Euglypha laevis*, *E. rotunda*, *Trinema lineare*).

В сфагновом березо-сосняке (ряме) максимальное обилие (до 44.6 тыс. экз./г), видовое богатство (до 50 видов) и разнообразие (индекс Шеннона до 3.2) формируется в локальных сообществах раковинных амёб из сфагновых лужаек. Минимальные показатели (12–19 видов, 3.9–5.5 тыс. экз./г, индекс Шеннона 1.8–2.0) характерны для сообществ корненожек из больших (50–60 см) моховых кочек. В сообществах из низового болота формируются сложные структурные варианты с обилием 10.3–17.2 тыс. экз./г, видовым богатством 35–44 вида в микробиотопе, индексом Шеннона 2.9–3.3. Структурно локальные сообщества раковинных амёб разделяются на три варианта. В моховых лужайках и мочажинах формируется характерный комплекс доминантов – бриобионтов, включая *Hyalosphenia papilio*, *Archerella flavum*, *Arcella catinus*, *Nebela tinctoria*, *N. vitrea*, *Heleopera sphagni*. На моховых кочках массово развиваются бриобионты, выдерживающие пониженную увлажненность (*Assulina muscorum*, *Corythion dubium*, *C. orbicularis*, *Trigonopyxis arcuata*, *Phryganella hemisphaerica*), а также эврибионты (*Centropyxis orbicularis*, *C. sylvatica*, *Euglypha laevis*, *Trinema lineare*, *Cyclopyxis eurystoma*). В низовом болоте формируется смешанный комплекс доминантов, включая эврибионтов (*Trinema lineare*, *Centropyxis aerophila*, *Euglypha laevis*), педобионтов (*Wailesella eborasensis*, *Euglypha scutigera*, *Trinema penardi*), бриобионтов (*Nebela dentistoma*, *Euglypha strigosa*) и аквальные виды (*Diffugia penardi*, *D. geosphaerica*, *D. pristis*, *Arcella excavata*).

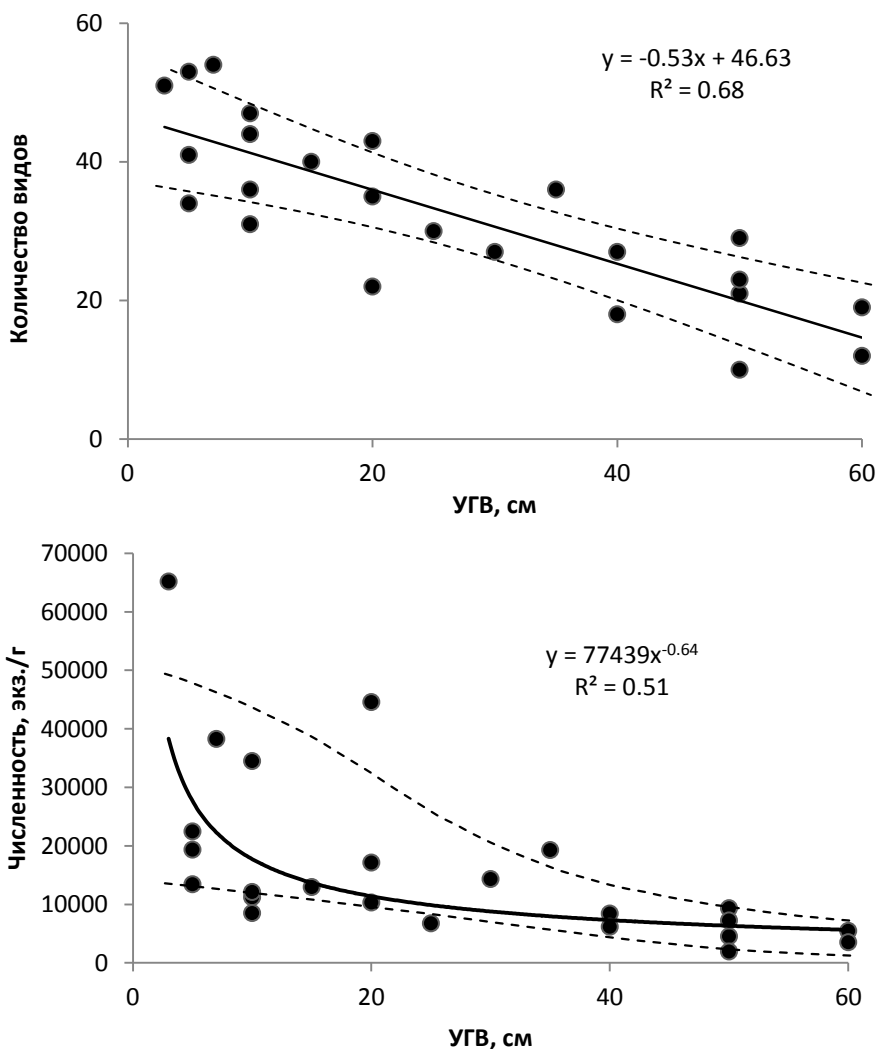


Рис. 5. Зависимость видового богатства и обилия раковинных амёб от уровня залегания грунтовых вод (УГВ) в заболоченных биотопах. Пунктирная линия – область доверительных значений при $p = 0.05$.

В кедраче-зеленомошнике наиболее простые варианты сообществ развиваются в сфагновых кочках (8 видов, 0.8 тыс. экз./г, индекс Шеннона 1.6), а наиболее сложные – на ровных относительно увлажненных моховых лужайках (35–36 видов, 10.4–24.8 тыс. экз./г, индекс Шеннона 2.2–2.8). Структурно выделяются два варианта локальных сообществ. На моховых лужайках помимо обильных во всех микробиотопах *Trinema lineare* и *Assulina muscorum* массово развиваются *Centropyxis aerophila*, *C. a. sphagnicola*, *Trinema penardi*. На мохо-

вой и лишайниковых кочках комплекс доминантов включает наряду с *Trinema lineare* и *Assulina muscorum* эври- и бриобионтов *Euglypha laevis*, *Corythion dubium*, *C. d. minima*, *C. orbicularis*, *Trigonopyxis arcula*, *Phryganella hemisphaerica*, *Arcella arenaria compressa*.

Таким образом, специфика формирующихся видовых комплексов обусловлена, в первую очередь, особенностями микробиотопов, а во вторую – особенностями биотопов (рис. 3, 4). Так, выделяются три группы видов, соответствующие трем типам микробиотопов (рис. 3). В наиболее сухих моховых кочках доминируют ксерофильные виды *Trigonopyxis arcula*, *Assulina muscorum*, *Corythion dubium*, *C. orbicularis*, *Cyclopyxis eurystoma*, *Centropyxis sylvatica*. В среднеувлажненных моховых лужайках облик сообщества сформирован мезофильными бриофилами *Hyalosphenia papilio*, *Archerella flavum*, *Nebela tincta*, *N. collaris*, *N. dentistoma*, *Arcella catinus*. В наиболее увлажненных мочажинах массово развиваются эврибионтные, а также некоторые аквальные организмы: *Diffflugia penardi*, *Trinema enchelys*, *Euglypha scutigera*, *Tracheleuglypha dentata*. Вместе с тем, в наиболее увлажненном травяном болоте сообщества на среднеувлажненных лужайках более похожи на формирующиеся в мочажинах других болот. В наиболее засушливом заболоченном лесу сообщества корненожек из лужаек напоминают развивающиеся на кочках в других болотах. По видовому составу все сообщества разделяются на две группы – сообщества из более сухих микробиотопов и сообщества из увлажненных микробиотопов. Таким образом, специфика видовой структуры сообществ раковинных корненожек определяется общим уровнем увлажненности местообитаний. Так, видовое богатство и обилие организмов связано с уровнем залегания грунтовых вод (рис. 5): количество видов и численность раковинок снижается с уменьшением увлажненности (увеличением уровня залегания грунтовых вод).

Полученные результаты подтверждают закономерности, выявленные для других регионов. Так, на роль влажности в определении видового состава сообществ указывали еще первые исследователи сфагнобионтных раковинных амёб (Harnish, 1924, 1937; Бассин, 1944). Эти авторы выделяли виды, характерные для более сухих лесных мхов (*Assulina seminulum*, *A. muscorum*, *Nebela collaris*, *N. militaris* и др.) и увлажненных сфагнумов верховых болот (*Archerella flavum*, *Amphitrema wrightianum* и др.). При этом в последнем случае различаются виды, достигающие максимума своей численности при появлении свободной воды (*Hyalosphenia papilio*, *Arcella discoides*, *Diffflugia bacillifera*, *Nebela carinata*, *N. marginata* и др.) или при среднем уровне увлажнения (*Hyalosphenia elegans*, *N. militaris*). Позднее эти выводы были подтверждены на материале западноевропейских болот (Heal, 1962; Schönborn, 1962, 1963), что позволило разработать полуколичественную шкалу для оценки видовых предпочтений организмов (Meisterfeld, 1977; Tolonen, 1986). В последнее время для этих целей стали применять и количественные оценки – взвешенные средние, отражающие уровень оптимального увлажнения для каждого вида (Tolonen et al., 1992; Charman, Warner, 1992, 1997; Mitchell et al., 1999; Бобров и др., 2002; Booth, 2002; Mazei, Tsyganov, 2007; Gilbert, Mitchell, 2008).

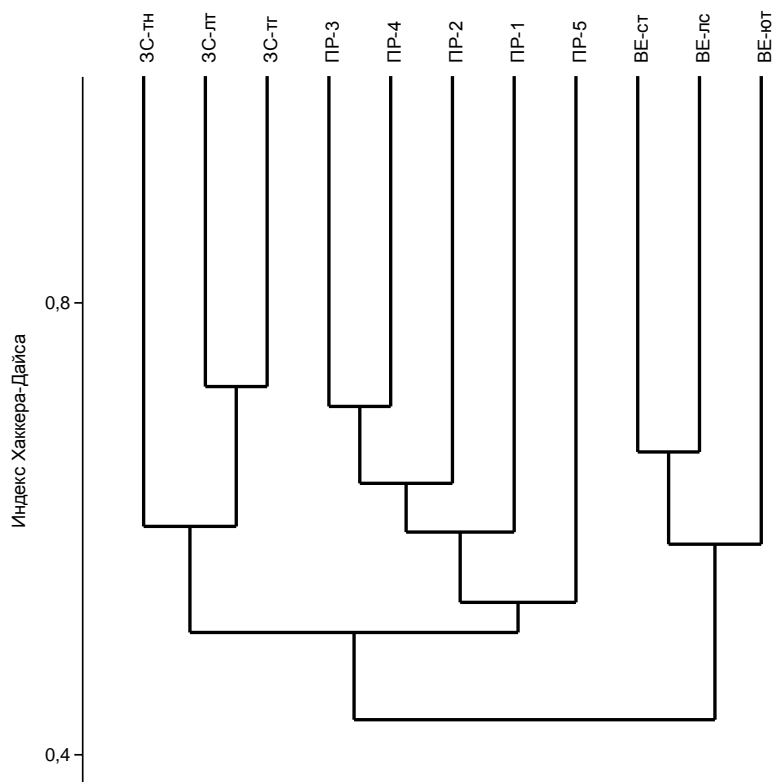


Рис. 6. Результаты классификации сообществ раковинных амёб из заболоченных микробиотопов в разных регионах по видовому составу: ВЕ – Восточно-Европейская равнина (ст – северная тайга, ют – южная тайга, лс – лесостепь), 3С – Западно-Сибирская равнина (тн – тундра, лт – лесотундра, тг – тайга), ПР1–5 – различные заболоченные биотопы Прибайкалья).

Сопоставление структурных особенностей сообществ раковинных амёб, развивающихся в заболоченных экосистемах Прибайкалья со схожими биотопами верховых болот Западно-Сибирской (Чернышов, 2010; Мазей, Чернышов, 2011) и Восточно-Европейской (Цыганов, 2007; Бубнова, 2007; Мазей, 2008) равнин позволило заключить, что по видовому составу все локальные сообщества четко разделяются на три группы, соответствующие разным регионам (рис. 6). В составе доминирующего комплекса видов помимо бриофильной группировки, массово представленной во всех трех регионах (*Hyalosphenia papilio*, *Archerella flavum*, *Assulina muscorum*, *Corythion dubium*), в Прибайкалье, также как и в Западной Сибири велика доля видов-эврибионтов (*Trinerma lineare*, *T. enchelys*, *Euglypha laevis*, *Centropyxis aerophila*), что может быть связано с большей континентальностью сибирского климата по сравнению с европейским.

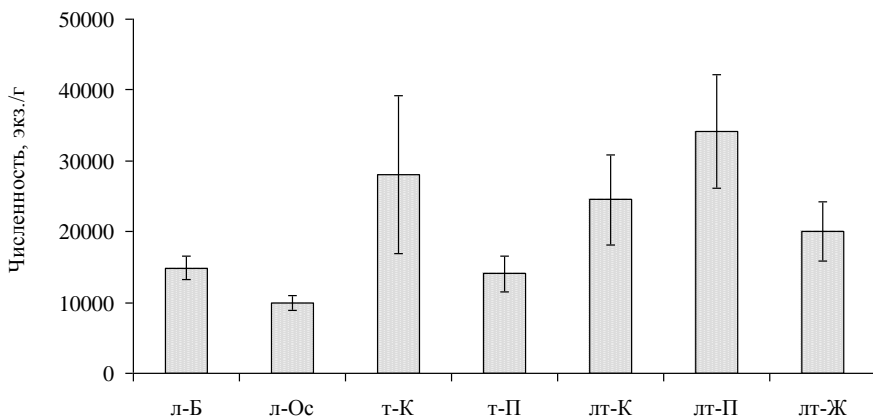


Рис. 7. Изменение обилия раковинных амёб с высотой: л-Б – березовая парцелла в березово-осиновом лесу; л-Ос – осиновая парцелла в березово-осиновом лесу; т-К – кедровая парцелла в темной хвойной тайге, т-П – пихтовая парцелла в темной хвойной тайге; лт-К – кедровая парцелла в лесотундре; лт-П – пихтовая парцелла в лесотундре; лт-Ж – заросли жимолости в лесотундре. Планки погрешностей – ошибка средней.

ГЛАВА 5. СТРУКТУРА СООБЩЕСТВА РАКОВИННЫХ АМЕБ В НАЗЕМНЫХ БИОТОПАХ

5.1. Изменения сообществ вдоль горного склона Хамар-Дабан

Исследовали разнотипные биогеоценозы, сменяющие друг друга вдоль склона пика Черского (хребет Хамар-Дабан) в диапазоне высот 1000–1570 м н.у.м.: 1) осинник разнотравный с примесью березы на высоте 990 м н.у.м.; 2) участок темной хвойной тайги – кедрово-пихтовый лес-зеленомошник на высоте 1340 м н.у.м.; 3) участок разреженного лесотундрового биогеоценоза с преобладанием невысоких деревьев пихты, кедра, а также кустарников жимолости на высоте 1570 м н.у.м. В каждом биогеоценозе пробы отбирали в наиболее типичных парцеллах: в первом биотопе – в осиновой (О) и березовой (Б), во втором – кедровой (К) и пихтовой (П), в третьем – кедровой (К), пихтовой (П) и в зарослях жимолости (Ж). Для того, чтобы учесть возможную внутрипарцеллярную гетерогенность в пределах каждой парцеллы пробы были взяты в прикомлевой (К), подкрановой (Кр) и межкрановой (О) зонах.

Обнаружено 104 вида и формы раковинных амёб, из которых только 3 вида (*Trinema lineare*, *Euglypha laevis*, *E. rotunda*) доминируют в локальных сообществах. При этом все субдоминирующие формы являются эврибионтами, относящимися к водно-мохово-почвенной (*Trinema enchelys*, *Corythion dubium*) или мохово-почвенной (*Tracheleuglypha dentata*, *Trinema complanatum*, *Assulina muscorum*, *Centropyxis aerophila*) группе корнеожок.

Наиболее часто встречались виды *Trinema lineare* (обнаружен в 97% образцов), *Centropyxis aerophila* (95%), *Euglypha laevis* (95%), *E. rotunda* (95%), *Trinema complanatum* (89%), *Assulina muscorum* (86%), *Centropyxis sylvatica* (85%), *Centropyxis aerophila sphagnicola* (81%), *Phryganella hemisphaerica*

(81%), *Euglypha ciliata glabra* (73%), *Phryganella acropodia* (71%), *Euglypha tuberculata* (71%), *Cyclopyxis kahli* (68%), *Corythion dubium* (68%), *Trinema enchelys* (68%), *Trinema lineare truncatum* (68%), *Tracheleuglypha dentata* (65%), *Corythion dubium minima* (52%), *Euglypha tuberculata minor* (50%), *Nebe-la tincta* (47%), *Trinema penardi* (47%), *Euglypha ciliata* (42%), *Heleopera sylvatica* (41%). В предыдущей работе, проведенной в Прибайкалье (Balik, 1992), 4 вида были встречены более чем в половине проанализированных проб: *T. lineare* (100%), *T. complanatum* (60%), *Ph. acropodia* (60%), *A. muscorum* (60%). Все они также широко распространенные эврибионты. В эпигейных мхах в Альпах (Mitchell et al., 2004) также наиболее обычными формами были *A. muscorum* (100%), *C. dubium* (100%), *E. ciliata* (100%), *Ph. acropodia* (95%), *E. levis* (95%), *C. aerophila* (86%), *N. tincta* (81%). Подобная же ситуация складывается и в горах Пирин в Болгарии (Todorov, 1998). Следовательно, преобладание убиквистов, вероятно, является характерной чертой горных территорий.

Видовое богатство в локальных сообществах варьирует в широком диапазоне (от 12 до 40 видов в пробе). Причем в зоне тайги и лесотундры оно незначительно выше, по сравнению с зоной лиственного леса. Полученные данные не согласуются с ранее полученными результатами. Так, в горах Пирин (Todorov, 1998) отмечена противоположная тенденция уменьшения разнообразия с высотой, а в Альпах (Mitchell et al., 2004) достоверных направленных изменений выявлено не было. Все это указывает на то, что закономерности изменений связаны не столько с высотой над уровнем моря как таковой, сколько с конкретными биогеоэкологическими факторами, определяющими специфику изменений структуры протозойных сообществ.

Видовое богатство достоверно не различается в разных парцеллах исследованных нами биогеоценозов, а также не связано с внутривидовой гетерогенностью. Численность раковинок существенно варьирует в пределах изученных парцелл (рис. 7). Самые низкие показатели характерны для локальных ризоподных сообществ из осинового парцелл, максимальные – из пихтовых в лесотундре. Обилие не связано с внутривидовой гетерогенностью биогеоценозов и находится на одном уровне в прикомлевой, подкромовой и межкромовой зонах.

В целом, обилие организмов в лесотундре достоверно выше по сравнению с лиственным лесом, несмотря на то, что здесь был отмечен минимальный показатель численности (около 500 экз./г). Максимальный показатель численности раковинных амеб (120 тыс. экз./г) был зарегистрирован в поясе темнохвойной тайги, где обилие также, как и в лесотундре, варьирует в широких пределах – от 3 тыс. до 120 тыс. экз./г. В разнотипных почвенных и моховых биотопах Прибайкалья (Balik, 1992) численность раковинок находилась в пределах 9–30 тыс. экз./г и не столь сильно различалась от пробы к пробе как в нашем случае. Средние величины обилия корненожек в Альпах (Mitchell et al., 2004) варьировали еще меньше и находились в пределах 24–31 тыс. экз./г.

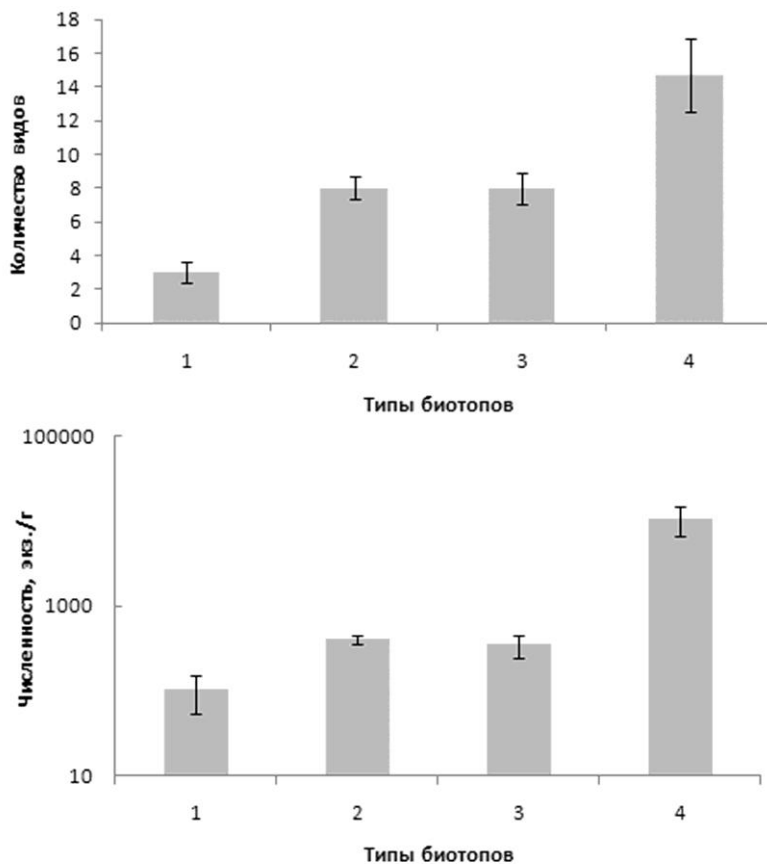


Рис. 8. Изменение видового богатства и численности раковинных амёб в разнотипных наземных биотопах южного Прибайкалья: 1 – степи и луга, 2 – леса (сосняки, лиственничники, березняки, осинники, смешанные березо-сосняки), 3 – ивняки в балках, 4 – увлажненные участки по берегам озер. Планки погрешностей – ошибка средней.

По видовому составу локальные сообщества разделяются на три варианта, что связано, главным образом, с высотной поясностью. Вместе с тем, в отдельных случаях специфика видового состава связана как с парцеллярной, так и с внутривидовой гетерогенностью биогеоценозов. Резко отличается от всех сообщество почвообитающих раковинных амёб из пихтовой парцеллы в темнохвойной тайге с доминирующими видами *Phryganella hemisphaerica* и *Nebelela tincta* и разнообразными бриофильными элементами *Assulina scandinavica*, *Heleopera petricola*, *Jungia sudanensis*, *Placocista spinosa*. Второй вариант формируется в темнохвойной тайге и лесотундре. Для этих зон специфичны разнообразные представители филовых корненожек из рода *Euglypha* – *E. filifera*, *E. acanthophora*, *E. cristata*, *E. hyalina*, *E. scutigera* – а также бриобионты *Heleopera rosea*, *Corythion asperulum*. Третий вариант сообществ раковинных амёб

формируется в зоне лиственного леса, где практически отсутствуют бриофильные виды *Nebela millitaris*, *N. tincta*, *N. parvula*, *N. wailesi*, *Trigonopyxis arcula* и *T. a. major*, которые появляются только в тайге и лесотундре. Таким образом, население корненожек в лиственных лесах характеризуется преобладанием эврибионтных и педобионтных организмов. С увеличением высоты над уровнем моря возрастает гетерогенность состава локальных сообществ раковинных амёб за счет добавления бриофильного элемента и возрастания пространственной неоднородности в распределении организмов.

Важно отметить, что во всех парцеллах преобладает мелкий эврибионтный и убиквитный вид *T. lineare*. Вместе с тем, следующие за ним по обилию виды проявляют определенные закономерности в пространственном распределении вдоль склона. Так, в кедровой парцелле темнохвойной тайги вторым по численности видом является *Euglypha rotunda*, а в кедровой парцелле лесотундры – *Euglypha laevis*. Этот факт подтверждает предположение (Корганова, 1997) о возможном сходстве экологических ниш данных видов, в связи с чем они вытесняют друг друга в сходных парцеллах на разных зонах высотной поясности. Аналогично *Centropyxis laevigata*, населяющему лиственные леса, в тайге и лесотундре вытесняется *Centropyxis platystoma*.

Полученные данные дополняют имеющуюся информацию по составу, структуре и закономерностям изменений сообществ почвенной нанофауны вдоль горных склонов. Несмотря на ярко выраженную высотную поясность, выражающуюся в смене типов биогеоценозов от лиственных лесов, через темнохвойную тайгу к лесотундре, изменения сообществ раковинных корненожек не столь направлены и проявляются главным образом в возрастании снизу вверх пространственной гетерогенности сообществ и усложнением видового состава за счет бриофильных групп ризопод. В целом, видовой состав и структура доминирующего комплекса видов сходны с таковыми в Западной Европе (Todorov, 1998; Mitchell et al., 2004). Отсутствие единой тенденции в ценологических изменениях вдоль высотных градиентов характерно не только для населения одноклеточных организмов, но и широко известно для артропод (Andrew et al., 2003). По всей видимости, на структуру формирующихся сообществ влияет не сам по себе фактор высоты над уровнем моря, а причины, действующие либо в меньшем (увлажненность локального биотопа, наличие пищи, хищников, особенности субстрата), либо в большем (особенности климата, исторические причины) масштабах (Fleishman et al., 2000).

5.2. Изменения сообществ в пределах разнотипных биогеоценозов Прибайкалья, Приольхонья и о. Ольхон

Исследовали следующие типы наземных экосистем: степи и луга в Приольхонье и на о. Ольхон, ивняки в балках в Приольхонье и на о. Ольхон, сосновые, лиственничные, смешанные (березово-сосновые), осиновые, березовые леса на о. Ольхон, в Прибайкальском национальном парке, увлажненные участки у берегов небольших озер в Приольхонье и Прибайкальском национальном парке.

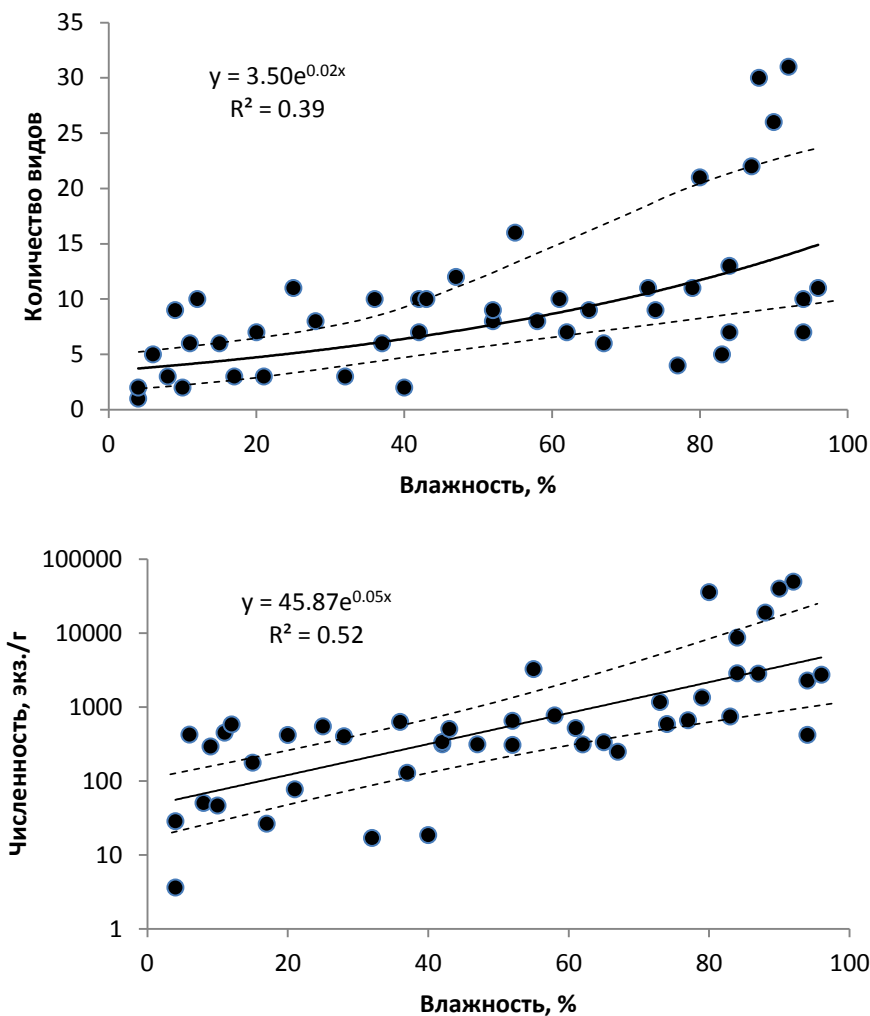


Рис. 9. Зависимость видового богатства и обилия раковинных амёб от влажности почвы в наземных биотопах. Пунктирная линия – область доверительных значений при $p = 0.05$.

Обнаружено 76 видов и форм раковинных амёб. Общее видовое богатство населения корнеплодов в почвах существенно ниже, чем на болотах. Обилие также невысоко в почвах под лесными и травяными фитоценозами и лежит в пределах 0.03–3.27 тыс. экз./г, и достоверно возрастает до 19.0–49.6 тыс. экз./г в увлажнённых участках у берегов озёр (рис. 8). Также достоверно на переувлажнённых участках возрастает локальное видовое богатство (от 3 видов в

среднем в микробиотопе в степях и на лугах, до 8 видов в лесах и 15 – у берегов озер). Схожие закономерности отмечены и для обилия видов. Индекс Шеннона имеет минимальные значения в степях (в среднем 0.79), и достоверно возрастает в остальных биотопах (1.68–1.95). Однако все эти показатели существенно ниже, чем зарегистрированные в заболоченных биогеоценозах.

Структурно локальные сообщества в наземных биотопах весьма гомогенны. Во всех доминируют широко распространенные почвенные и эвритоппные виды *Centropyxis aerophila*, *C. a. sphagnicola*, *Trinema lineare*, *Cyclopyxis kahli*. Следует отметить, что эти же организмы преобладали в лесостепных участках Среднего Поволжья (Мазей, Ембулаева, 2008, 2009). Вместе с тем, биотопическая специфика отражается на составе субдоминирующего комплекса видов. В наиболее сухих степях массово развивается *Centropyxis plagiostoma* – вид с характерными морфологическими адаптациями к аридным условиям. Для лесных почв характерны почвенные элементы *Phryganella acropodia*, *Centropyxis deflandriana*, для ивняков в балках – бриофилы *Nebela collaris*, *N. wailesi*, *Euglypha tuberculata*, для увлажненных берегов озер – виды, широко распространенные в водных биотопах, *Euglypha strigosa*, *Centropyxis platystoma*, *C. constricta*, *Tracheleuglypha dentata*.

Так же, как и в заболоченных биотопах, основные параметры сообществ (видовое богатство и обилие организмов) положительно связаны с уровнем увлажненности (рис. 9). При этом связь нелинейная, и наилучшим образом описывается экспоненциальной функцией. С ростом увлажненности почв увеличивается разброс показателей ценологических параметров. Иными словами, при низкой влажности (от 5 до 75%) величины численности и видового богатства растут незначительно. При более высокой влажности эти параметры могут существенно возрастать (обилие на 2 порядка, количество видов втрое), но могут также и находиться на достаточно низком уровне.

ГЛАВА 6. СТРУКТУРА СООБЩЕСТВА РАКОВИННЫХ АМЕБ В ПРЕСНОВОДНЫХ БИОТОПАХ

Исследовали прибрежные биотопы озера Байкал до глубины 0.5 м в районе поселков Слюдянка, Листвянка, Большие Коты, Хужир. Грунт представлял собой крупнозернистый слабозаиленный песок. Кроме того, анализировали пробы, отобранные при помощи глубоководных обитаемых аппаратов «Мир», работавших на Байкале в 2010 г. Пробы были отобраны в районе бухты Фролиха (Северный Байкал) на глубинах 409–411 м (грунт песчаный с большим содержанием детрита и развитыми бактериальными матами на месте гидротермального источника), а также в районе выхода газогидратов подводного грязевого вулкана Санкт-Петербург у о. Ольхон (Средний Байкал) на глубине 1394 м (грунт – плотный ил). Кроме того, исследовали население корненожек в малых водотоках с грубодетритными грунтами, впадающих в о. Байкал в Прибайкальском национальном парке и на о. Ольхон, а также небольшие водоемы с илисто-песчаными грунтами, отделенные от Байкала песчаными косами.

Обнаружено 52 вида и внутривидовых таксона раковинных амёб, в том числе 32 вида – в озере Байкал. Только в одной глубоководной пробе – из бухты Фролиха на глубине 411 м в детрите обнаружено несколько экземпляров широко распространенного пресноводного вида *Diffugia pyriformis*. Основу населения литоральной зоны составляют лимно- и эврибионтные корненожки из родов *Diffugia*, *Centropyxis*, *Arcella*, *Euglypha*, *Trinema*. Наиболее обильны из них – мелкие эврибионтные филозные виды *Trinema enchelys*, *Euglypha laevis*, *E. tuberculata*, *E. cristata*. Следует отметить достаточно широкое распространение в Байкале вида *Campascus minutus*. Представители этого рода, описанные в конце XIX века (Leidy, 1877), достаточно редко отмечались в протозоологической литературе, хотя, по всей видимости, являются характерным компонентом бентосных сообществ крупных озер Европы и Северной Америки (Nicholls, 2003). Наши данные – это первое обнаружение вида в Азии.

В детритных отложениях ручьев помимо эврибионтов, встречающихся и в Байкале, обитают виды, предпочитающие повышенное содержание органики, такие как *Diffugia corona*, *Arcella megastoma*, *A. polypora*, *Centropyxis aculeata*, *Sphenoderia fissirostris*. В целом, ни в ручьях, ни в озерах, отделенных косами от Байкала, специфических форм обнаружено не было.

Таким образом, население раковинных амёб донных отложений Байкала и малых пресных водоемов Прибайкалья включает широко распространенные пресноводные виды. В целом, обилие и видовое разнообразие корненожек в Байкале невысоко и повышается в местах, где накапливается органика терригенного происхождения.

ВЫВОДЫ

1. В разнотипных биотопах Прибайкалья обнаружено 211 видов и внутривидовых таксонов раковинных амёб. Наиболее распространены убиквитарные виды с широким географическим распространением. Большинство видов приурочено к заболоченным местообитаниям, где массово развиваются брио- и эврибионты. В наземных условиях преобладают педо- и эврибионты, в донных осадках озера Байкал и пресных водотоков доминируют мелкие эврибионты.

2. В заболоченных биогеоценозах специфика локальных сообществ раковинных корненожек определяется, в первую очередь, микробиотопическими характеристиками и связана с уровнем увлажненности среды обитания. В верховых болотах характерные структурные варианты формируются в сфагновых кочках, мочажинах и эвтрофных участках. Видовое богатство и численность раковинных амёб в болотах снижается с уменьшением увлажненности.

3. В почвах видовое богатство корненожек существенно ниже, чем на болотах. В локальных сообществах раковинных амёб доминируют широко распространенные почвенные и эвритопные виды. Видовое богатство и обилие организмов нелинейно положительно связаны с уровнем увлажненности: в диапазоне влажности почвы от 5 до 75% эти показатели растут незначительно, при более высокой влажности обилие повышается на 2 порядка, а количество видов – втрое.

4. Вдоль горного склона от мелколиственных лесов через темнохвойную тайгу к лесотундре в соответствии со сменой фитоценозов меняется видовой состав и структура населения раковинных амёб. В лиственных лесах преобладают эврибионтные и педобионтные организмы. С увеличением высоты над уровнем моря усложняется состав локальных сообществ раковинных амёб за счет добавления бриофильного элемента и возрастает пространственная неоднородность в распределении организмов.

5. В донных отложениях Байкала и малых пресных водоемов обнаружено 52 вида и внутривидовых таксона раковинных амёб, в том числе 32 вида – в озере Байкал. Основу населения литоральной зоны Байкала составляют лимно- и эврибионтные мелкие филозные виды. В детритных отложениях ручьев помимо эврибионтов, встречающихся и в Байкале, обитают виды, предпочитающие повышенное содержание органики. Обилие и видовое разнообразие корненожек в Байкале невысоко и повышается в местах, где накапливается органика терригенного происхождения.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

* – публикация в печатном издании перечня ВАК

1. *Мазей Ю.А., Марфина О.В., Белякова О.И., Чернышов В.А. Изменения сообществ раковинных амёб, обитающих в эпилитных мхах, вдоль высотного градиента (Прибайкалье, хребет Хамар-Дабан) // **Известия Самарского научного центра РАН**. 2011. Т.13. №5. С. 134–138.

2. *Марфина О.В., Мазей Ю.А., Блинохватова Ю.В. Пространственная структура сообщества раковинных амёб в заболоченном лесу в Прибайкалье (Онотская возвышенность) // **Вестник Оренбургского государственного университета**. 2011. №4, апрель. С. 60–62.

3. *Мазей Ю.А., Марфина О.В., Чернышов В.А. Распределение почвообитающих раковинных амёб вдоль горного склона // **Поволжский экологический журнал**. 2011. №1. С. 42–48.

4. Марфина О.В., Мазей Ю.А., Белякова О.И., Чернышов В.А. Видовой состав и распределение раковинных амёб вдоль высотного градиента (Прибайкалье, хребет Хамар-Дабан) // Матер. IV Всеросс. науч. конф. «Принципы и способы сохранения биоразнообразия». Йошкар-Ола: Марийский гос. ун-т, 2010. С. 236–237.

5. Марфина О.В., Мазей Ю.А., Блинохватова Ю.В. Пространственное распределение раковинных амёб в болотах Прибайкалья // Матер. VII Всерос. науч.-практ. конф. «Проблемы биологической науки и образования в педагогических вузах». Новосибирск: НГПУ, 2011. Вып.7. С. 13–15.

6. Чернышов В.А., Марфина О.В., Мазей Ю.А. Видовой состав раковинных амёб в Байкале и малых водоемах Прибайкалья // Матер. Всерос. науч. конф. с межд. участием «Водные экосистемы Сибири и перспективы их использования». Томск: ТГУ, 2011. С. 139–141.

7. Марфина О.В., Мазей Ю.А. Раковинные амебы заболоченных экосистем Прибайкалья // Матер. II Межд. науч. конф. «Разнообразие почв и биоты Северной и Центральной Азии». Улан-Удэ: ИОиЭБ СО РАН, 2011. Т.2. С. 83–84.

8. Марфина О.В., Мазей Ю.А. Гетерогенность сообщества раковинных амеб в заболоченном лесу в Прибайкалье // Матер. II Всерос. науч.-практ. конф. с межд. участием «Эколого-биологические проблемы Сибири и сопредельных территорий». Нижневартовск: НГГУ, 2011. С. 147–150.

9. Марфина О.В., Чернышов В.А. Раковинные амебы в донных осадках водоемов Прибайкалья и юго-западной части Байкала // Реймерсовские чтения. Матер. межвуз. конф. М.: МНЭПУ, 2011. С. 24–25.

10. Марфина О.В., Чернышов В.А., Мазей Ю.А. Структура сообщества раковинных амеб в почвах на склоне пика Черского (хребет Хамар-Дабан, Прибайкалье) // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего. Пенза: ПГТА, 2011. №1. С. 38–41.

Благодарности. Автор выражает глубокую благодарность научному руководителю Ю.А. Мазею за помощь на всех этапах работы, Л.А. Оболкиной, научному сотруднику Лимнологического института РАН (г. Иркутск) за помощь в организации работ в Прибайкалье и предоставление глубоководных проб для анализа, Э.Митчеллу, профессору университета г. Невшатель (Швейцария) и С. Шимано, научному сотруднику университета префектуры Мияги (Япония) за помощь при сборе полевого материала в ходе экспедиции 2010 г., к.б.н. В.А. Чернышову за предоставление для анализа отобранных им проб на склоне хребта Хамар-Дабан в 2008 г.

