ПОВОЛЖСКИЙ ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ. 2010. № 1. С. 62 – 70

УДК 593.12:574.58

СТРУКТУРА СООБЩЕСТВА РАКОВИННЫХ АМЁБ В МОХОВЫХ БИОТОПАХ МАЛЫХ ВОДОТОКОВ

Ю.А. Мазей, О.И. Белякова

Пензенский государственный педагогический университет им. В.Г. Белинского
Россия, 440026, Пенза, Лермонтова, 37
E-mail: yurimazei@mail.ru

Поступила в редакцию 23.02.09 г.

Структура сообщества раковинных амёб в моховых биотопах малых водотоков. – **Мазей Ю.А., Белякова О.И.** – Изучены видовой состав и структура сообществ раковинных амёб, обитающих в моховых биотопах (моховые подушки у уреза воды на почве, на поваленных стволах деревьев, камнях, у основания деревьев) вдоль ручьев и малых рек в бассейне р. Суры (Среднее Поволжье). Обнаружено 29 видов и форм корненожек. Доминируют эврибионтные виды *Trinema enchelys*, *Euglypha ciliata glabra*, *Centropyxis aerophila*, *Tracheleuglypha dentata*, *Corythion dubium*, *Centropyxis cassis*, *Trinema complanatum*, *Trinema lineare*. Видовое богатство колеблется в пределах 2 – 11 видов в пробе, обилие – 100 – 4000 экз. / г абсолютно сухого субстрата. Возможными факторами, определяющими специфику состава и структуры сообществ раковинных амёб в моховых биотопах малых водотоков, являются степень залесенности водосборного бассейна, гидрохимические особенности водотоков (содержание биогенных элементов, жесткость) разных речных бассейнов, размер водотока, степень загрязненности среды токсическими элементами.

Ключевые слова: раковинные амёбы, структура сообщества, мхи, ручьи.

Testate amoebae community structure in the moss biotopes of streams. – **Mazei Yu.A. and Belyakova O.I.** – The specific composition and community structure of testate amoebae in the moss biotopes of streams were studied in the Sura river basin (Middle-Volga region). 29 species and forms were identified. The eurybiont species *Trinema enchelys*, *Euglypha ciliata glabra*, *Centropyxis aerophila*, *Tracheleuglypha dentata*, *Corythion dubium*, *Centropyxis cassis*, *Trinema complanatum*, and *Trinema lineare* are dominants. The specific richness varies from 2 to 11 species per sample, the abundance is 100 to 4,000 ind. per 1 gram of absolutely dry moss. The degree of forest covering in the basin, hydrochemical peculiarities (the amount of biogenic elements, water hardness) of streams, the size of stream, environmental contamination are possible factors affecting the specificity of the specific composition and community structure.

Key words: testate amoebae, community structure, moss, stream.

ВВЕДЕНИЕ

Раковинные амёбы – характерные обитатели пресных водоемов, болот и почв (Chardez, 1967). Во всех этих биотопах формируются весьма сложноорганизованные сообщества корненожек (Гельцер и др., 1985; Бобров, 2003; Мазей, Цыганов, 2006 *а*). Вместе с тем значительный интерес представляет вопрос о том, каковы особенности сообществ, формирующихся в нетипичных местообитаниях, сочетающих в себе признаки нескольких из типовых. Ценозы, развивающиеся здесь, могут иметь необычные черты, или просто представлять собой упрощенные варианты базовых. Одним из примеров таких биотопов являются моховые подушки, обильно встречающиеся вдоль ручьев и малых рек на почве, стволах поваленных деревьев,

© Ю.А. Мазей, О.И. Белякова, 2010

комлях пней и деревьев. Исследования раковинных амёб в таких биотопах ранее не проводилось. Настоящая работа – первая попытка восполнить этот пробел.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Материал был собран в июне 2008 г. во мху, произрастающем у уреза воды вдоль семи ручьев и малых рек на почве, комлях деревьев, стволах поваленных деревьев, пнях, камнях. Исследования проводились в водотоках Засурского леса, расположенного на склонах Засурского плато восточнее г. Пензы на правом берегу Пензенского водохранилища. Территория располагается на водоразделе р. Суры и р. Вяди. Его центральная часть – выровненное водораздельное плато, расположенное на высоте 260 м над уровнем моря (максимальная высота 356 м) с перепадами относительных высот от 3 до 6 м над уровнем моря. Поверхностный сток имеет два направления: южное – в р. Суру и северное – в р. Вядь. Большая часть стока направлена на юг – в р. Суру, она представлена многочисленными ручьями (Кичкилейка, Жданка, Безымянный, Лямзяй, Круглый) и малой рекой Медоевкой. В северной части водораздела находятся истоки малой реки Инры – притока р. Вядь. Протяженность водотоков составляет 5 – 25 км, они относятся к категории самых малых. Густота речной сети 0.30 – 0.50 км / км^2. Водосборы водотоков, впадающих в р. Суру, характеризуются значительной залесенностью, большой расчлененностью и крутизной склонов, а также значительными уклонами тальвегов и врезом долин до 20 м, общим уклоном поверхности бассейна в сторону долины р. Суры. Залесенность водосбора р. Инры не превышает 30%, долина реки трапецеидальная, прилегающая местность пересечена оврагами, балками.

Скорости течения на всех водотоках в период межени невелики: 0.1 – 0.2 м / с – на плесах, 0.4 – 0.6 м / с – на перекатах. В период весеннего половодья скорости течения увеличиваются до 0.6 – 1.0 м / с. Ширина рек в период межени колеблется от 1 до 4 м, средняя глубина потока 0.07 – 0.30 м, наибольшая – 0.1 – 0.7 м. Режим уровней водотоков характеризуется четко выраженным весенним половодьем, низкими летне-осенней и зимней меженью. Летне-осенняя межень может прерываться дождевыми паводками, которые вызывают резкий подъем и спад уровней. В период подъема и пика половодья в речной сети преобладают поверхностно-склоновые и почвенно-поверхностные воды, на спаде половодья – почвенно-грунтовые, а в период межени – грунтовые.

Все водотоки относятся к мало (до 200 мг / л) и средне минерализованным (200 – 400 мг/л), причем минерализация ниже в водотоках, впадающих в р. Суру, по сравнению с р. Инрой, впадающей в р. Вядь. Такая же закономерность отмечается по жесткости (1.8 – 2.0 ммоль / л в р. Инре, 0.9 – 1.3 в остальных водотоках) и содержанию кальция (28 – 29 мг / л против 12 – 20). Все водотоки характеризуются слабощелочной средой (pH 7.7 – 8.3), нормальным содержанием кислорода (8.6 – 12.0 г / мл), невысокими концентрациями фосфатов (0.07 – 0.46 мг / л), аммонийного азота (0.19 – 0.55 мг / л), железа (0.1 – 0.3 мг/л). В малых реках выше содержание нитратов (10 – 30 мг / л) по сравнению с ручьями (0.3 – 1.6 мг / л).

По берегам водотоков произрастают в первом ярусе ольха черная, ольха клейкая, ива ломкая, реже – дуб черешчатый, липа сердцевидная, черемуха обыкновен-

ная, в кустарниковом ярусе – ивы белая, пепельная, пятитычинковая, малина. Преобладающие виды мхов – *Mnium stellare, Dicranum scoparium D. montanum* на почве вдоль уреза воды, *Stereodon pallescens, Plagiomnium ellipticum, P. elatum* у основания стволов деревьев, на пнях, валеже у воды, *Leskea polycarpa, Brachythecium salebrosum, B. mildeanum* у основания стволов деревьев.

В каждом водотоке было исследовано 6 микробиотопов, включающих все вышеперечисленные типы моховых местообитаний. Пробы обрабатывались по стандартной методике, принятой в почвеннозоологических исследованиях (Мазей, Ембулаева, 2008), просматривались в водной суспензии в чашках Петри при помощи микроскопа БИОМЕД–2 при увеличениях 160× – 320×. В каждой пробе было подсчитано не менее 150 экземпляров живых особей и пустых раковинок (Рахлеева, Корганова, 2005). Полученные величины численности раковинок пересчитывали на 1 г абсолютно сухого субстрата.

Для классификации сообществ использовали иерархический кластерный анализ методом среднего присоединения на основе матрицы индексов сходства Раупа – Крика для данных по присутствию – отсутствию видов. Для выявления характера различий между локальными сообществами проводили ординацию ценозов методом главных компонент. Все расчеты вели при помощи пакета программ PAST1.18 (Hammer et al., 2001).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В исследованных биотопах обнаружено 29 видов и форм раковинных амёб: *Trinema enchelys* (среднее относительное обилие по всем биотопам 24.0%), *Euglypha ciliata glabra* (8.9), *Centropyxis aerophila* (8.7), *Tracheleuglypha dentata* (8.1), *Corythion dubium* (7.7), *Centropyxis cassis* (7.7), *Trinema complanatum* (7.3), *Trinema lineare* (6.5), *Corythion orbicularis* (3.5), *Assulina seminulum* (3.4), *Centropyxis aerophila sphagnicola* (2.0), *Plagiopyxis minuta* (2.0), *Plagiopyxis penardi* (1.7), *Euglypha rotunda* (1.5), *Difflugia penardi* (1.4), *Euglypha laevis* (1.4), *Euglypha compressa glabra* (1.1), *Euglypha tuberculata* (0.9), *Heleopera sylvatica* (0.7), *Cyclopyxis eurystoma* (0.27), *Cyphoderia ampulla* (0.19), *Euglypha ciliata* (0.18), *Difflugia pristis* (0.13), *Difflugia gramen* (0.12), *Nebela parvula* (0.11), *Centropyxis orbicularis* (0.06), *Difflugia glans* (0.05), *Quadrulella symmetrica* (0.05), *Nebela vitraea* (0.02). Из них 9 видов (31% от общего числа) являются структурообразующими, т.е. доминируют (обилие превышает 10% от всей численности) в сообществах (таблица). При этом все массовые формы являются эврибионтами, относящимися к водно-мохово-почвенной (*T. enchelys*, *C. dubium*, *T. lineare*, *E. c. glabra*, *C. cassis*) или мохово-почвенной (*T. dentata*, *T. complanatum*, *A. seminulum*, *C. aerophila*) группе корненожек (Chardez, 1967; Корганова, Рахлеева, 1997). Более того, семь первых доминантов (см. таблицу) являются филозными раковинными амёбами, не нуждающимися в инородных оформленных частичках для построения домиков (Мазей, Цыганов, 2006 *а*). Последние два доминанта – лобозные амёбы – формирующие раковинку из песчинок. Эти виды обильно развиваются не в ручьях, а в малых реках, где, по всей видимости, создаются необходимые предпосылки (более медленное течение) для накопления «строительного материала» в моховых подушках. Таким образом,

в целом видовой состав раковинных корненожек в моховых биотопах вдоль ручьев и малых рек отражает переходный характер этого весьма специфического местообитания. Формирующиеся в этих условиях сообщества включают преимущественно эврибионтные формы, которые могут быть встречены и в почвах, и в моховых болотах, и в водоемах. Вместе с тем среди малочисленных видов встречаются и характерные обитатели донных отложений водоемов и водотоков из рода *Difflugia* (Мазей, Цыганов, 2006 *б*), а также сфагновых болот из родов *Nebela* и *Quadrulella* (Gilbert, Mitchell, 2006) и почв из рода *Plagiopyxis* (Гельцер и др., 1985). Важно подчеркнуть отсутствие в исследованных водотоках видов рода *Arcella* – обычных обитателей водоемов и моховых биотопов болот и заболоченных лесов (Бобров, 2003; Мазей, Цыганов, 2006 *б*, *в*).

Относительные обилия доминирующих видов и интегральные показатели структуры сообществ раковинных амёб в моховых биотопах малых водотоков

Вид и интегральный показатель сообщества	Водоток						
	Безымянный	Лямзяй	Круглый	Кичкилейка	Жданка	Медоевка	Инра
T. enchelys	**32.4**	**25.2**	**9.9**	**33.3**	**54.9**	**12.7**	0.0
T. dentata	**12.6**	**16.7**	**19.6**	2.1	0.0	5.9	0.0
C. dubium	3.8	7.2	**19.5**	**19.2**	0.0	0.5	1.6
T. complanatum	4.4	8.4	3.6	**11.5**	4.6	**18.5**	3.8
T. lineare	1.6	8.4	2.0	**20.4**	**9.7**	3.6	0.0
E. c. glabra	6.3	5.0	6.8	6.4	**25.1**	**11.3**	0.0
A. seminulum	3.5	**13.9**	6.4	0.0	0.0	0.0	0.0
C. aerophila	2.8	0.0	2.5	2.1	0.0	**9.6**	**43.7**
C. cassis	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.9	**50.0**
Число видов	11.0	8.0	9.7	4.3	2.7	9.3	2.7
Плотность, экз./г	106	7290	2694	1867	501	4054	394
Индекс Пиелу	0.82	0.90	0.78	0.96	0.92	0.93	0.84
Индекс Шеннона	1.93	1.86	1.76	1.21	0.88	2.01	0.72

Примечания. Жирным выделены относительные обилия, превышающие 9%. Интегральные показатели приведены в среднем на один микробиотоп (пробу).

Сообщества из разных водотоков весьма сильно разнятся по интегральным характеристикам (см. таблицу): от наиболее простых с видовым богатством 3 вида на пробу и обилием 100 – 500 экз. / г (по этим параметрам схожим с экстремально засушливыми условиями в степных черноземах – Мазей, Ембулаева, 2008) до более сложноорганизованных с 8 – 11 видами на пробу и 2 – 7 тыс. экз. / г, но, тем не менее, не достигающим уровня развития ценозов из моховых биотопов заболоченных лесов (Бубнова, Мазей, 2008; Мазей, Кабанов, 2008; Мазей, Бубнова, 2009). Индекс видового разнообразия Шеннона также колеблется в широких пределах, от 0.7 до 1.2, что связано в первую очередь с невысоким видовым богатством, а не с

особенностями выравненности распределения видовых обилий (индекс Пиелу), до 1.7 – 2.0 в сообществах с большим количеством видов и высокой выравненностью видовой структуры. Интересно, что не всегда низкие показатели обилия коррелируют с малым видовым богатством. Так, в ручье Безымянном, при крайне низкой плотности раковинок (100 экз. / г) отмечено максимальное количество видов (в среднем 11 на пробу).

Таким образом, различия сообществ раковинных корненожек по вышеперечисленным параметрам не связано с факторами, измеренными в ходе настоящей работы (гидрохимический состав воды, видовой состав мхов), и, по-видимому, определяются локальными гидрологическими характеристиками, определяющими возможность стабильного существования самих моховых биотопов в крайне динамичных условиях малых водотоков. Кроме того, важным фактором, определяющим видовое богатство и обилие организмов, может являться уровень загрязненности водотоков. Исследуемая территория находится в зоне расположения хранилища химического оружия (пос. Леонидовка, Пензенская обл.), в окрестностях которого на отдельных участках в 60 – 70-е гг. XX в. происходило уничтожение боеприпасов открытым способом (Панкратов, Мишанин, 1999). В результате в настоящее время в отдельных локальных биотопах (в том числе в донных отложениях и воде исследованных нами водотоков) отмечаются значительные превышения предельно допустимых концентраций многих веществ, например, таких токсикантов, как мышьяк, свинец, хром (Иванов, Панкратов, 2006). При этом наиболее опасная ситуация отмечается в ручье Жданка (где были отмечены минимальные показатели видового богатства и обилия раковинных корненожек), в котором содержание мышьяка в донных отложениях превышает ПДК в 5 – 95 раз. Также повышенное содержание этого элемента отмечено и в ручьях Кичкилейка (в 2 – 6 раз) и Безымянный (в 2 – 9 раз), где и наблюдаются низкие численность (Безымянный) и количество видов (Кичкилейка) раковинных амёб. Косвенным подтверждением возможного влияния токсикантов на развитие биоты в водотоках являются результаты оценки величины флуктуирующей асимметрии листьев березы повислой и ольхи черной. Соответствующие показатели для деревьев, произрастающих вдоль ручья Жданка, крайне высоки и характеризуют ситуацию как критическую (Иванов, Панкратов, 2006).

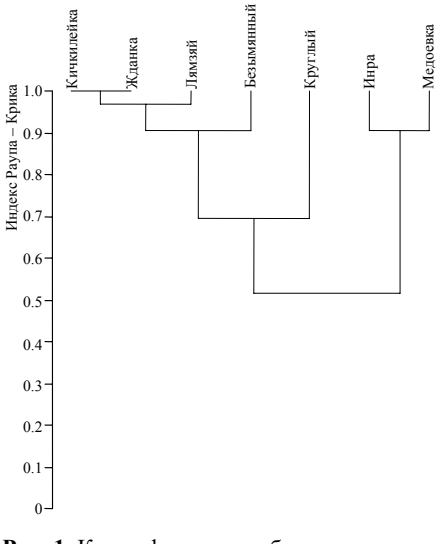

Рис. 1. Классификация сообществ раковинных амёб по видовому составу

По видовому составу разделяются сообщества, формирующиеся в малых реках, с одной стороны, и в ручьях – с другой (рис. 1). Для малых рек характерны виды из типичных лимнофильных родов *Dif-*

flugia и *Centropyxis* и сфагнофильного рода *Nebela*, реже встречающиеся в ручьях, где, в свою очередь, преобладают эврибионты из родов *Trinema*, *Euglypha*, *Corythion*. Более 65% всех различий в видовой структуре связано с различиями сообщества из малой р. Инры, текущей в северном направлении, слабо залесенной, впадающей в р. Вядь, и остальными водотоками, текущими в южном направлении, полностью залесенными и впадающими в р. Суру (рис. 2). В биотопе р. Инры при наименьшем видовом богатстве (здесь обнаружено только 5 видов) доминируют два вида (*C. aerophila* и *C. cassis*), не развивающиеся массово в остальных водотоках. Сообщества ручьев и малых рек бассейна р. Суры характеризуются преобладанием эврибионтного вида *T. enchelys*, к которому в ручье Круглом добавляются *T. dentata* и *C. dubium*, в ручье Жданка – *E. c. glabra*, в остальных водотоках – *T. lineare*, *T. complanatum*, *A. seminulum* (см. рис. 2, таблицу). Иными словами, наибольшие различия в структуре доминирующих комплексов сообществ связаны со спецификой р. Инры, относящейся к иному бассейну, с несколько иными гидрохимическими параметрами (повышенные по сравнению с остальными жесткость и содержание кальция).

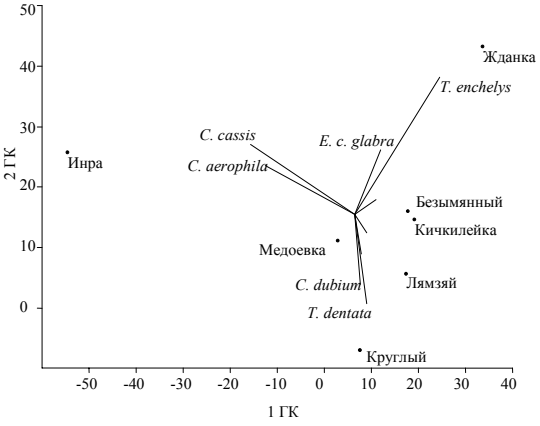

Рис. 2. Результаты ординации сообществ по доминирующим видам раковинных амёб. 1 ГК – первая главная компонента (объясняет 65.9% общей дисперсии видовой структуры), 2 ГК – вторая главная компонента (20.2%)

Для того чтобы оценить особенности сообществ, формирующихся в моховых биотопах вдоль ручьев и малых рек, мы сопоставили полученные в ходе настоящей работы данные с результатами анализа сообществ почвообитающих корненожек в этом же лесном массиве (Ембулаева, 2007; Мазей и др., 2007 *а*, *б*, *в*). В почвенных биотопах в пределах экосистем смешанных лесов с преобладанием липы сердцевидной, сосны обыкновенной, березы пушистой, осины, клена остролистного, в которых и протекают водотоки, было обнаружено сопоставимое число видов корненожек – 33. Вместе с тем структура сообществ в обоих типах биотопов имеет специфические черты (рис. 3). В моховых приручьевых местообитаниях преобладают представители семейств Trinematidae и Euglyphidae, имеющие чаще мелкие раковинки, построенные из эндогенно образуемых кремниевых пластинок – идиосом (Мазей, Цыганов, 2006 *а*).

В почве доминируют представители семейств Centropyxidae, Cyclopyxidae, Phryganellidae, строящие массивные раковинки, покрытые инородными частичками (чаще песчинками) – ксеносомами (Гельцер и др., 1985). Интересно, что доминирующая жизненная форма в обоих биотопах одна – плагиостомная (включая проплагиостомную), представляющая собой билатерально симметричные рако-

винки, устье которых в той или иной степени смещено на брюшную сторону (Корганова, 2004). При этом в почве она представлена крупными центропиксидами с агглютинированными раковинками, а в приручьевых мхах – мелкими тринематидами с секретированными домиками. Субдоминирующая жизненная форма в обоих биотопах разная: в почве больше циклостомных форм с раковинками полусферической формы, осевой симметрией и центрально расположенным устьем, а во мхах – акростомных раковинок с терминально расположенным устьем и осевой симметрией.

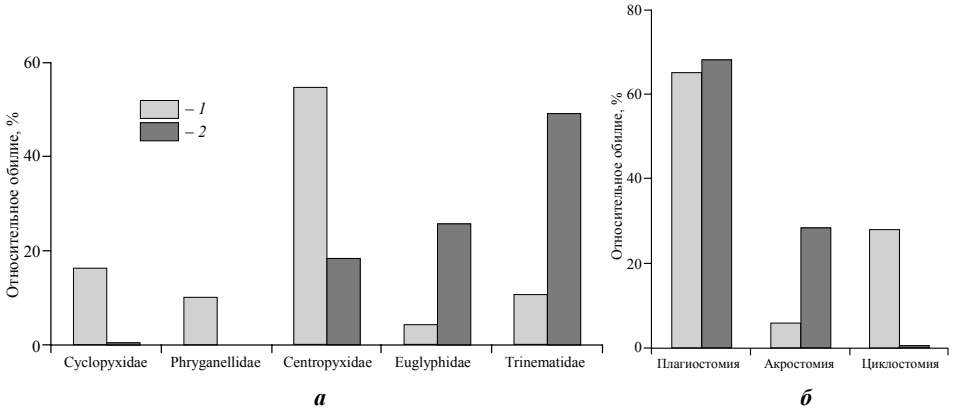

Рис. 3. Относительные обилия раковинных амёб разных семейств (*а*) и жизненных форм (*б*) в почвенных местообитаниях и моховых приручьевых биотопах: *1* – почва, *2* – мох

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, проведенное исследование позволило впервые описать особенности сообществ раковинных амёб, формирующихся в моховых биотопах, расположенных вдоль ручьев и малых рек бассейнов рек Суры и Вяди. В составе населения отсутствуют специфические виды, характерные только для этого типа местообитаний: все доминирующие организмы – эврибионты, которые могут встречаться как в моховых, так и в водных и почвенных местообитаниях. Среди редких видов встречаются представители лимнофильной и педофильной группировок, что отражает переходный характер исследованных биотопов и формирующихся в них сообществ. Показатели видового разнообразия и обилия раковинок невысоки и зачастую сопоставимы с таковыми из весьма засушливых почвенных условий. Возможными факторами, определяющими специфику состава и структуры сообществ раковинных амёб в моховых биотопах малых водотоков, являются степень залесенности водосборного бассейна, гидрохимические особенности водотоков разных речных бассейнов, размер водотока, степень загрязненности среды токсическими элементами. По сравнению с почвами в моховых приручьевых биотопах большую роль в организации сообществ корненожек играют виды, строящие мелкие секретированные раковинки плагиостомной и акростомной жизненной формы.

Авторы благодарны А.И. Иванову за помощь в организации работы и предоставление информации по гидрологическим, гидрохимическим параметрам водотоков и характеристикам растительности, М.А. Плотникову за помощь в сборе материала.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (*проект № 10-04-00496а*).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Бобров А.А. Историческая динамика озерно-болотных экосистем и сукцессии раковинных амёб (Testacea) // Зоол. журн. 2003. Т. 82. С. 215 – 223.

Бубнова О.А., *Мазей Ю.А.* Структура сообщества раковинных амёб (Testacealobosea; Testaceafilosea; Amphitremidae) в сфагновых биотопах Романовского болота (Киевское полесье) // Изв. Пенз. гос. пед. ун-та им. В.Г. Белинского. 2008. № 10(14). С. 88 – 93.

Гельцер Ю.Г., *Корганова Г.А.*, *Алексеев Д.А.* Почвенные раковинные амёбы и методы их изучения. М.: Изд-во МГУ, 1985. 79 с.

Ембулаева Е.А. Видовой состав почвенных раковинных амёб в лесных экосистемах окрестностей г. Пензы // Изв. Пенз. гос. пед. ун-та им. В.Г. Белинского. 2007. № 3(7). С. 269 – 273.

Иванов А.И., *Панкратов В.М.* Обследование и экологическая реабилитация мест прежнего уничтожения химического оружия на территории Пензенской области. Пенза: Изд-во Пенз. гос. с.-х. акад., 2006. 75 с.

Корганова Г.А. К вопросу о системе простейших и таксономическом положении раковинных амёб (Rhizopoda, Testacea) // Успехи соврем. биол. 2004. Т. 124. С. 443 – 456.

Корганова Г.А., *Рахлеева А.А.* Раковинные амёбы (Testacea) почв Мещерской низменности // Зоол. журн. 1997. Т. 76. С. 261 – 268.

Мазей Ю.А., *Бубнова О.А.* Раковинные амёбы в сфагновых биотопах заболоченных лесов // Зоол. журн. 2009. Т. 88, №4. С. 387 – 397.

Мазей Ю.А., *Ембулаева Е.А.* Структура сообщества почвенных раковинных амёб в Островцовской лесостепи (Среднее Поволжье): эффект лесостепного градиента // Успехи соврем. биол. 2008. Т. 128, № 5. С. 532 – 540.

Мазей Ю.А., *Бубнова О.А.*, *Ембулаева Е.А.* Почвенная нанофауна как объект экологического мониторинга. 1. Общие подходы // Мониторинг природных экосистем в зонах защитных мероприятий объектов по уничтожению химического оружия / Под ред. А.И. Иванова. Пенза: Изд-во Пенз. гос. с.-х. акад., 2007 *а*. С. 85 – 97.

Мазей Ю.А., *Бубнова О.А.*, *Ембулаева Е.А.* Почвенная нанофауна как объект экологического мониторинга. 2. Сфагнобионтные раковинные амёбы // Мониторинг природный экосистем в зонах защитных мероприятий объектов по уничтожению химического оружия / под ред. А.И. Иванова. Пенза: Изд-во Пенз. гос. с.-х. акад., 2007 *б*. С. 97 – 104.

Мазей Ю.А., *Ембулаева Е.А., Бубнова О.А.* Почвенная нанофауна как объект экологического мониторинга. 3. Геобионтные раковинные амёбы // Мониторинг природных экосистем в зонах защитных мероприятий объектов по уничтожению химического оружия / под ред. А.И. Иванова. Пенза: Изд-во Пенз. гос. с.-х. акад., 2007 *в*. С. 105 – 112.

Мазей Ю.А., *Кабанов А.Н.* Раковинные амёбы в осоково-сфагновом заболоченном лесу на севере Карелии // Изв. Пенз. гос. пед. ун-та им. В.Г. Белинского. 2008. № 10(14). С. 101–104.

Мазей Ю.А., *Цыганов А.Н.* Пресноводные раковинные амёбы. М.: Т-во науч. изд. КМК, 2006 *а*. 300 с.

Мазей Ю.А., Цыганов А.Н. Раковинные амёбы в водных экосистемах поймы реки Суры (Среднее Поволжье). 1. Фауна и морфоэкологические особенности видов // Зоол. журн. 2006 *б*. Т. 85, № 11. С. 1267 – 1280.

Мазей Ю.А., *Цыганов А.Н.* Раковинные амёбы в водных экосистемах поймы реки Суры (Среднее Поволжье). 2. Структура сообщества // Зоол. журн. 2006 *в*. Т. 85, № 12. С. 1395 – 1401.

Панкратов В.М., *Мишанин С.И.* Обследование мест пошлого уничтожения химического оружия на территории Пензенской области. М.: Агентство Ракурс, 1999. 24 с.

Рахлеева А.В., *Корганова Г.А.* К вопросу об оценке численности и видового разнообразия раковинных амёб (Rhizopoda, Testacea) в таежных почвах // Зоол. журн. 2005. Т. 84, № 12. С. 1427 – 1436.

Chardez D. Histoire naturelle des protozoaires thécamoebiens // Natur. Belges. 1967. T. 48. P. 484 – 576.

Gilbert D., *Mitchell E.* Microbial diversity in Sphagnum peatlands // Peatlands: Evolution and Records of Environmental and Climatic Changes / Eds. I.P. Martini, A. Martínez Cortizas, W. Chesworth. Amsterdam: Elsevier, 2006. P. 289 – 320.

Hammer Ø., *Harper D.A.T.*, *Ryan P.D.* PAST: Palaeontological Statistics software package for education and data analysis // Palaeontologica electronica. 2001. Vol. 4, iss. 1, art. 4. 9 p.