

А. А. Комаров, Т. Г. Стойко, Н. Г. Мазей,
Е. В. Комарова, Е. А. Мальшева, Ю. А. Мазей

РАКОВИННЫЕ АМЕБЫ В ПОЙМЕ РЕКИ ПЕЧОРЫ (КОРДОН ШИЖИМ, ПЕЧОРО-ИЛЫЧСКИЙ ЗАПОВЕДНИК)¹

Аннотация.

Актуальность и цели. Раковинные амёбы формируют специфические по составу сообщества в пресных водах, почвах и моховых болотах. Вопрос о том, каким образом одни типы сообществ трансформируются в другие на градиентах среды обитания, остается слабо изученным. **Цель работы** – изучение сообществ раковинных амёб вдоль пойменного профиля в окрестностях кордона Шижим на р. Печоре.

Материалы и методы. Материал собран в июле 2010 г. в окрестностях кордона Шижим в левобережной пойме р. Печоры. Были исследованы следующие биотопы: гравий у уреза воды, заросли 2–3-метровых ив, заброшенное пастбище с небольшой куртиной осин, участок широколиственного леса, высокотравный луг на лесной поляне, участок пихто-еловой тайги.

Результаты. В большинстве биотопов присутствуют широко распространенные педо- и эврибионтные виды, относящиеся к родам *Centropyxis*, *Plagiopyxis*, *Trinema*, тогда как на участке у уреза воды в гравии доминирует гидрофильный бриобионт из рода *Nebela*. Видовое богатство минимально в пространственно однородном высокотравном лугу и существенно выше в остальных биотопах, с максимальными показателями в наиболее гетерогенных участках у уреза воды (на гравии).

Ключевые слова: раковинные амёбы, пойма, р. Печора, Печоро-Илычский заповедник.

A. A. Komarov, T. G. Stojko, N. G. Mazei,
E. V. Komarova, E. A. Malysheva, Yu. A. Mazei

TESTATE AMOEBAE IN THE FOODPLAIN OF THE PECHORA RIVER (SHIZHIM SETTLEMENT, PECHORA-ILYCH RESERVE)

Abstract.

Background. Testate amoebae form specific communities in freshwater, soil and moss habitats. However, it is still unclear how do certain types of communities transform into other along environmental gradients? The aim of the article is to investigate testate amoeba communities along a floodplain gradient in the outskirts of Shizhim settlement on the left bank of the Pechora River.

Materials and methods. The data were collected in July 2010 in the following habitats: gravel on the riverbank, willow bushes, a pasture with rare aspen trees, a broad-leaved forest, a tall grass meadow, an area of fir-spruce taiga.

Results. Most samples featured widely distributed paedo- and eurybiont species from the genera *Centropyxis*, *Plagiopyxis*, *Trinema*, whereas bryobiont species from the genus *Nebela* displayed high abundance in gravel. Richness of species was minimal on a spatially homogenous tall-grass meadow and much higher in other habitats with maximal values in most spatially heterogeneous areas (on gravel).

Key words: testate amoeba, floodplain, the Pechora River, Pechora-Ilych Reserve.

¹ Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (14-14-00891-а).

Введение

Раковинные амёбы – широко распространенная группа одноклеточных организмов, обитающих в пресных водах, почвах и моховых болотах [1–3]. В последнее время они все чаще используются в качестве биоиндикаторов состояния природных экосистем [4]. Так, видовой состав и структура сообществ раковинных амёб имеет свою специфику в разных типах наземных и водных местообитаний. Вместе с тем вопрос о том, каким образом одни типы сообществ трансформируются в другие на градиентах среды обитания, остается слабо изученным. Ранее мы рассматривали эту проблему на примере различных типов границ «водоток – пойма» [5, 6] и «лес – сфагновое болото» [7, 8]. Целью настоящей работы явилось изучение сообществ раковинных амёб вдоль пойменного профиля в окрестностях кордона Шижим на р. Печоре (территория Печоро-Илычского биосферного заповедника). Ранее [9, 10] мы исследовали аналогичные градиенты на территории двух пойменных островов (Пуштади и Бияизъяди), сформировавшихся в русле верхнего течения р. Илыч, одного из наиболее крупных правых притоков Печоры. Настоящая работа является продолжением наших работ, проведенных на территории Печоро-Илычского биосферного заповедника в верховьях Печоры [11, 12].

Материалы и методы

Материал был собран 28 июля 2010 г. в окрестностях кордона Шижим на левобережной пойме р. Печоры (62°05' с.ш. 58°24' в.д.). Протяженность поймы невелика и составляет около 300 м (рис. 1) с перепадом высот 165–190 м над уровнем моря. Были исследованы следующие биотопы: гравий у уреза воды (гравий); заросли 2–3-метровых ив (ивняк); заброшенное пастбище с небольшой куртиной осин (пастбище); участок широколиственного леса (лиственный лес); высокотравный луг на лесной поляне (луг); участок пихтовой тайги (хвойный лес). В пределах каждого участка отбирали по три разные пробы, представляющие собой верхний сантиметр гумусового горизонта со слоем подстилки и мхов на поверхности (за исключением гравийного биотопа).



Рис. 1. Общий вид исследованной территории

Подготовку проб проводили по методике, подробно описанной нами ранее [13]. В каждой пробе было подсчитано не менее 150 экземпляров корненожек. Полученные величины численности раковинок пересчитывали на 1 г абсолютно сухого субстрата. Экологические характеристики раковинных амёб определяли по работе [14].

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 их ординацию методом главных компонент на основе данных по относительным обилиям видов. Все расчеты производили при помощи пакетов программ MS Excel (Microsoft Excel, 2002) и PAST 2.15.

Результаты и обсуждение

В исследуемых биотопах обнаружено 58 видов и форм раковинных корненожек (табл. 1). Среди них доминируют организмы с плагиостомными раковинками из родов *Centropyxis*, *Trinema* (10–17 % численности), криптостомными раковинками из рода *Plagiopyxis* (13–20 %) и акростомной раковинкой из рода *Nebela* (24 %). Почти для всех биотопов характерен эврибионтный вид *Trinema lineare*.

Таблица 1

Видовой состав и доля обилия (%) раковинных амёб
в различных биотопах поймы р. Печоры

Виды	Хвойный лес	Луг	Лиственный лес	Пастбище	Ивняк	Гравий
1	2	3	4	5	6	7
<i>Arcella arenaria compressa</i>	–	–	–	1,22	0,74	–
<i>A. a. sphagnicola</i>	0,71	–	–	1,22	4,48	–
<i>A. catinus</i>	–	–	–	–	–	5,6
<i>A. rotundata stenostoma undulata</i>	–	–	–	–	1,49	1,68
<i>Archerella flavum</i>	–	–	0,75	–	–	–
<i>Assulina muscorum</i>	0,57	–	–	0,91	–	1,68
<i>A. seminulum</i>	–	–	1,5	1,21	1,49	5,32
<i>Bulinularia indica</i>	–	–	0,75	–	–	0,84
<i>Centropyxis aculeata</i>	–	–	0,75	0,61	–	1,12
<i>C. aculeata oblonga</i>	–	–	0,75	0,61	–	–
<i>C. aerophila</i>	3,87	5,17	9,02	6,69	5,22	0,84
<i>C. a. sphagnicola</i>	6,89	10,34	15,04	14,89	17,16	2,8
<i>C. cassis</i>	1,72	5,17	2,26	4,25	4,48	4,2
<i>C. ecornis</i>	–	–	–	0,3	–	0,28
<i>C. elongata</i>	1,15	6,9	0,75	2,13	1,49	0,56
<i>C. orbicularis</i>	1,86	10,34	1,5	2,43	0,75	2,52
<i>C. sylvatica</i>	1,29	1,72	–	–	–	–
<i>Corythion dubium</i>	1,29	–	–	–	0,75	1,12

Окончание табл. 1

1	2	3	4	5	6	7
<i>C. eurystoma</i>	0,57	–	–	–	–	–
<i>Cyphoderia ampullula</i>	–	–	–	0,3	–	0,28
<i>C. a. papillata</i>	–	–	–	–	–	0,56
<i>Euglypha ciliata glabra</i>	–	–	1,5	0,61	–	0,28
<i>E. denticulata</i>	–	–	–	0,3	–	0,56
<i>E. laevis</i>	3,73	1,72	3,01	1,22	4,48	3,36
<i>E. compressa glabra</i>	1,43	–	–	–	–	–
<i>E. cristata</i>	–	–	–	–	–	–
<i>E. strigosa glabra</i>	0,29	–	–	–	–	85
<i>E. simplex</i>	2,01	–	–	–	–	–
<i>E. rotunda</i>	2,87	–	5,26	0,61	3,73	0,56
<i>Diffflugia globulosa</i>	–	1,72	–	–	–	–
<i>D. elegans</i>	–	–	–	–	–	0,56
<i>D. oblonga</i>	–	–	0,75	–	2,98	1,12
<i>D. penardi</i>	0,14	–	–	0,3	2,24	2,52
<i>Heleopera petricola</i>	0,29	–	2,26	–	–	–
<i>H. sphagni</i>	0,43	–	–	–	0,75	–
<i>Hyalosphenia elegans</i>	–	–	1,5	0,3	1,49	3,92
<i>H. papilio</i>	–	–	0,75	0,3	–	0,28
<i>Nebela bohémica</i>	3,87	–	–	–	–	–
<i>N. griseola</i>	–	–	1,5	0,3	2,98	4,48
<i>N. lageniformis</i>	4,16	–	–	1,82	–	–
<i>N. militaris</i>	0,28	–	–	0,3	–	3,08
<i>N. parvula</i>	2,15	–	–	–	–	–
<i>N. penardiana</i>	0,14	–	–	–	–	–
<i>N. tinctoria</i>	–	–	–	0,3	–	24,09
<i>Phryganella acropodia</i>	–	3,45	–	0,61	4,47	–
<i>Ph. hemisphaerica</i>	1,43	–	0,75	3,04	1,49	0,28
<i>Plagiopyxis calida</i>	24,68	18,97	17,29	19,76	7,48	5,32
<i>P. penardi</i>	7,46	13,79	15,79	17,02	12,69	0,84
<i>Pseudodiffflugia gracillia</i>	–	–	–	0,3	0,75	0,56
<i>Tracheleuglypha dentata</i>	5,02	–	–	0,91	–	0,28
<i>Trigonopyxis arcuata</i>	0,86	1,72	0,75	3,95	2,24	4,2
<i>T. minuta</i>	–	–	0,75	–	–	–
<i>Trinema enchelys</i>	2,44	1,72	1,5	0,61	–	–
<i>T. complanatum</i>	4,88	–	–	1,82	–	–
<i>T. lineare</i>	10,19	12,07	13,53	7,9	13,43	12,88
<i>T. penardi</i>	1,29	–	–	–	–	–
<i>Quadrulela symmetrica</i>	–	–	–	0,31	–	0,28
<i>Zivkovichia spectabilis</i>	–	5,17	–	0,61	0,75	0,28

Количество доминантов во всех локальных сообществах невелико (2–5). Результаты ординации (рис. 2) свидетельствуют о том, что наиболее

специфично сообщество, формирующееся в гравии, где массово развивается популяция бриобинта *Nebela tincta*, обитающая в небольших моховых подушках на поверхности крупных камней (валунов). Остальные варианты постепенно изменяются от хвойного леса (где доминирует педобионт *Plagiopyxis callida*) к ивняку с преобладанием эврибионтов *Trinema lineare* и *Centropyxis aerophila*.

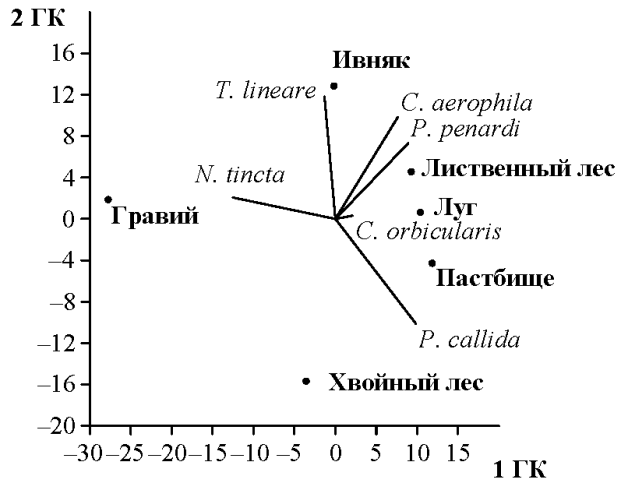


Рис. 2. Результаты ординации вариантов сообществ раковинных амёб по доминирующим видам методом главных компонент:
1 ГК – первая главная компонента (объясняет 64,9 % различий);
2 ГК – вторая главная компонента (20,6 %)

Максимальное видовое богатство отмечено в гравии и на пастбище (табл. 2). Количество видов тестаей выше всего у уреза воды в гравии и среди осин на пастбище и немного ниже в хвойном лесу. Среднее значение этих параметров зарегистрировано в широколиственном лесу и ивняке, а самое низкое – на высокотравном лугу. В целом изменения видового богатства в сообществах раковинных амёб отражают специфику растительных сообществ и, по-видимому, определяются градиентом влажности.

Таблица 2

Основные параметры сообществ раковинных амёб
в различных биотопах

Показатели	Хвойный лес	Луг	Лиственный лес	Пастбище	Ивняк	Гравий
Количество видов	32	15	25	36	25	37
Плотность, тыс. экз./г	19,6	2,2	5,0	12,3	5,0	10,1
Индекс Шеннона (H)	2,8	2,4	2,5	2,7	2,8	2,9
Выравненность Пиелу	0,8	0,9	0,8	0,7	0,9	0,8

Исследованные биотопы различаются по обилию раковин. Максимальные величины выявлены в хвойном лесу (19,6 тыс. экз./г) и на пастбище (до 12,3 тыс. экз./г). В сообществах высокотравного луга этот показатель

достигает только 2,2 тыс. экз./г, а в широколиственном лесу и ивняке – 5,0 тыс. экз./г (см. табл. 2). Индекс Шеннона, характеризующий видовое богатство и распределение видов по обилию, выше у уреза воды (гравий), в хвойном лесу и ивняке. Этот показатель самый низкий в сообществах из высокотравного луга. В то же время выравненность сообществ выше в высокотравном лугу и ивняке.

Классификация сообществ раковинных амёб по видовому составу (рис. 3) показала, что наименьшее сходство тестаей (0,32) характерно для фауны хвойного леса. Остальные сообщества разделяются на две группы с индексом сходства 0,82. В первую группу входят тестацеанозы из гравия и пастбища, а во вторую – из высокотравного луга, ивняка и широколиственного леса.

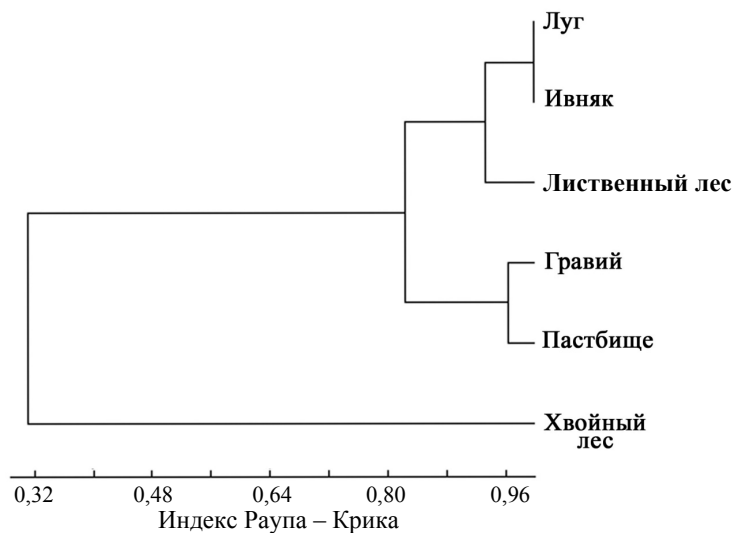


Рис. 3. Результаты классификации по видовому составу сообществ раковинных амёб из разных биотопов

Выводы

Исследованные сообщества раковинных амёб значительно отличаются друг от друга по составу доминантного комплекса и видовому богатству. На лугу состав доминирующего комплекса самый многочисленный, но общее число видов и их обилие самые низкие. В целом сообщества здесь пространственно однородны, что и приводит к невысоким показателям общего видового богатства. В гравии, напротив, доминантов мало, а общее количество видов максимальное, что свидетельствует о гетерогенности местообитания, в каждом локусе пространства которого формируется специфический видовой состав. Здесь проходит контактная зона с речными водами, поэтому многочисленны гидрофильные виды, некоторые из них обильны и доминируют.

На лугу и под лиственными деревьями в сообществах возрастает доля циклостомных раковин с крупным устьем (*Phryganella* spp., *Cyclopyxis* spp.). В хвойном лесу и зарослях ив помимо циклостомных раковин присутствуют еще и криптостомные со щелевидным устьем (*Plagiopyxis* spp.), а в гравии увеличена доля амёб с акростомной раковиной (*Nebela tinctoria*). Эти особенности структуры сообществ корненожек отражают изменения влажности биотопов.

Список литературы

1. **Бобров, А. А.** Раковинные амёбы и закономерности их распределения в почвах / А. А. Бобров // Почвоведение. – 2005. – № 9. – С. 1130–1137.
2. **Гельцер, Ю. Г.** Почвенные раковинные амёбы и методы их изучения / Ю. Г. Гельцер, Г. А. Корганова, Д. А. Алексеев. – М. : Изд-во МГУ, 1985. – 79 с.
3. **Мазей, Ю. А.** Пресноводные раковинные амёбы / Ю. А. Мазей, А. Н. Цыганов. – М. : Товарищество научных изданий КМК, 2006. – 300 с.
4. **Fournier, B.** Toward the use of testate amoebae functional traits as indicator of floodplain restoration success / B. Fournier, E. Malysheva, Yu. Mazei, M. Moretti, E. A. D. Mitchell // European Journal of Soil Biology. – 2012. – Vol. 49. – P. 85–91.
5. **Малышева, Е. А.** Структура сообщества раковинных амёб в пойменном экотоне / Е. А. Малышева, Ю. А. Мазей // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего. – 2011. – № 1. – С. 27–32.
6. **Малышева, Е. А.** Структурирование сообществ раковинных амёб в разных типах граничных структур в контактной зоне «вода – суша» / Е. А. Малышева, Ю. А. Мазей, М. В. Ермохин // Поволжский экологический журнал. – 2011. – № 4. – С. 455–468.
7. **Малышева, Е. А.** Структура сообществ раковинных амёб в контактной зоне «лес – сфагновое болото» (озеро Светлое, Среднее Поволжье) / Е. А. Малышева, Ю. А. Мазей // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – 2013. – Т. 2, № 9 (13). – С. 20–26.
8. **Малышева, Е. А.** Структура сообщества раковинных амёб в контактной зоне «лес – сфагновое болото» на севере Карелии / Е. А. Малышева, Ю. А. Мазей // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – 2013. – Т. 2, № 9 (13). – С. 35–41.
9. **Мазей, Ю. А.** Раковинные амёбы аллювиальных почв островной поймы р. Илыч / Ю. А. Мазей, Е. А. Малышева, Е. М. Лаптева, В. А. Чернышов, А. А. Таскаева // Труды Печоро-Илычского заповедника. – 2010. – Вып. 16. – С. 97–101.
10. **Мазей, Ю. А.** Роль пойменного градиента в структурировании сообществ раковинных амёб в аллювиальных почвах р. Илыч / Ю. А. Мазей, Е. А. Малышева, Е. М. Лаптева, А. А. Комаров, А. А. Таскаева // Известия РАН. Серия Биологическая. – 2012. – № 4. – С. 438–445.
11. **Мазей, Ю. А.** Видовой состав и распределение раковинных амёб в соответствии с микро мозаичной организацией пихто-ельников в верховьях р. Печоры / Ю. А. Мазей, А. А. Комаров // Труды Печоро-Илычского заповедника. – 2015. – Вып. 17. – С. 120–124.
12. **Tsyganov, A.** Additive partitioning of testate amoeba species diversity across habitat hierarchy within the pristine southern taiga landscape (Pechora-Ilych Biosphere Reserve, Russia) / A. Tsyganov, A. Komarov, E. A. D. Mitchell, S. Shimano, O. V. Smirnova, A. A. Aleynikov, Yu. A. Mazei // European Journal of Protistology. – 2015. – Vol. 51. – P. 42–54.
13. **Мазей, Ю. А.** Изменение сообществ почвообитающих раковинных амёб вдоль лесостепного градиента в Среднем Поволжье / Ю. А. Мазей, Е. А. Ембулаева // Аридные экосистемы. – 2009. – Т. 15, № 1 (37). – С. 13–23.
14. **Chardez, D.** Histoire Naturelle des Protozoaires Thecamoebiens / D. Chardez // Naturalistes Belges. – 1967. – Т. 48. – P. 484–576.

References

1. Bobrov A. A. *Pochvovedenie* [Soil science]. 2005, no. 9, pp. 1130–1137.
2. Gel'tser Yu. G., Korganova G. A., Alekseev D. A. *Pochvennyye rakovinnyye ameby i metody ikh izucheniya* [Soil testate amoebas and research methods thereof]. Moscow: Izd-vo MGU, 1985, 79 p.

3. Mazei Yu. A., Tsyganov A. N. *Presnovodnye rakovinnye ameby* [Fresh water testate amoebas]. Moscow: Tovari-shchestvo nauchnykh izdaniy KMK, 2006, 300 p.
4. Fournier B., Malysheva E., Mazei Yu., Moretti M., Mitchell E. A. D. *European Journal of Soil Biology*. 2012, vol. 49, pp. 85–91.
5. Malysheva E. A., Mazei Yu. A. *XXI vek: itogi proshlogo i problemy nastoyashchego* [The XXI century: results of the past and problems of the present]. 2011, no. 1, pp. 27–32.
6. Malysheva E. A., Mazei Yu. A., Ermokhin M. V. *Povolzhskiy ekologicheskiy zhurnal* [Ecological journal of Volga region]. 2011, no. 4, pp. 455–468.
7. Malysheva E. A., Mazei Yu. A. *XXI vek: itogi proshlogo i problemy nastoyashchego plus* [The XXI century: results of the past and problems of the present plus]. 2013, vol. 2, no. 9 (13), pp. 20–26.
8. Malysheva E. A., Mazei Yu. A. *XXI vek: itogi proshlogo i problemy nastoyashchego plus* [The XXI century: results of the past and problems of the present plus]. 2013, vol. 2, no. 9 (13), pp. 35–41.
9. Mazei Yu. A., Malysheva E. A., Lapteva E. M., Chernyshov V. A., Taskaeva A. A. *Trudy Pechoro-Ilychskogo zapovednika* [Proceedings of the Pechora-Ilych reserve]. 2010, iss. 16, pp. 97–101.
10. Mazei Yu. A., Malysheva E. A., Lapteva E. M., Komarov A. A., Taskaeva A. A. *Izvestiya RAN. Seriya Biologicheskaya* [RAS proceedings. Series: Biology]. 2012, no. 4, pp. 438–445.
11. Mazei Yu. A., Komarov A. A. *Trudy Pechoro-Ilychskogo zapovednika* [Proceedings of the Pechora-Ilych reserve]. 2015, iss. 17, pp. 120–124.
12. Tsyganov A., Komarov A., Mitchell E. A. D., Shimano S., Smirnova O. V., Aleynikov A. A., Mazei Yu. A. *European Journal of Protistology*. 2015, vol. 51, pp. 42–54.
13. Mazei Yu. A., Embulaeva E. A. *Aridnye ekosistemy* [Arid ecosystems]. 2009, vol. 15, no. 1 (37), pp. 13–23.
14. Chardez D. *Naturalistes Belges*. 1967, vol. 48, pp. 484–576.

Комаров Александр Александрович

аспирант, Пензенский
государственный университет
(Россия, г. Пенза, ул. Красная, 40)

E-mail: alek.89@inbox.ru

Komarov Aleksandr Aleksandrovich

Postgraduate student, Penza
State University
(40 Krasnaya street, Penza, Russia)

Стойко Тамара Григорьевна

кандидат биологических наук, профессор,
кафедра зоологии и экологии,
Пензенский государственный
университет
(Россия, г. Пенза, ул. Красная, 40)

E-mail: tgstojko@mail.ru

Stojko Tamara Grigor'evna

Candidate of biological sciences, professor,
sub-department of zoology and ecology,
Penza State University
(40 Krasnaya street, Penza, Russia)

Мазей Наталья Григорьевна

кандидат биологических наук, доцент,
Институт водных проблем РАН
(Россия, г. Москва, ул. Губкина, 3)

E-mail: natashamazei@mail.ru

Mazei Natal'ya Grigor'evna

Candidate of biological sciences, associate
professor, Institute of Water Problems
of the Russian Academy of Sciences
(3 Gubkin street, Moscow, Russia)

Комарова Екатерина Валентиновна
аспирант, Пензенский
государственный университет
(Россия, г. Пенза, ул. Красная, 40)
E-mail: ekaterina-log@inbox.ru

Komarova Ekaterina Valentinovna
Postgraduate student, Penza
State University
(40 Krasnaya street, Penza, Russia)

Малышева Елена Александровна
кандидат биологических наук, старший
научный сотрудник, Пензенский
государственный университет
(Россия, г. Пенза, ул. Красная, 40)
E-mail: elenamalysheva@list.ru

Malysheva Elena Aleksandrovna
Candidate of biological sciences, senior
staff scientist, Penza State University
(40 Krasnaya street, Penza, Russia)

Мазей Юрий Александрович
доктор биологических наук, профессор,
кафедра гидробиологии, Московский
государственный университет
им. М. В. Ломоносова
(Россия, г. Москва, Ленинские горы, 1)
E-mail: yurimazei@mail.ru

Mazei Yuriy Aleksandrovich
Doctor of biological sciences, professor,
sub-department of hydrobiology,
Lomonosov Moscow State University
(1 Leninskie gory street, Moscow, Russia)

УДК 593.1

Комаров, А. А.

Раковинные амебы в пойме реки Печоры (кордон Шижим, Печоро-Илычский заповедник) / А. А. Комаров, Т. Г. Стойко, Н. Г. Мазей, Е. В. Комарова, Е. А. Малышева, Ю. А. Мазей // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Естественные науки. – 2015. – № 4 (12). – С. 10–18.