

ВИДОВОЙ СОСТАВ И СТРУКТУРА СООБЩЕСТВ СФАГНОБИОНТНЫХ РАКОВИННЫХ АМЕБ В БОЛОТНЫХ ЭКОСИСТЕМАХ МОРДОВСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ПРИРОДНОГО ЗАПОВЕДНИКА

Е.А. Малышева¹, А.Н. Цыганов², К.В. Бабешко², Е.Ю. Новенко³, Ю.А. Мазей²

¹*Пензенская государственная технологическая академия*

²*Пензенский государственный университет*

³*Московский государственный университет*

e-mail: elenamalysheva@list.ru, yurimazei@mail.ru

В работе приводятся результаты исследования видового состава и структуры сообществ раковинных амёб в заболоченных экосистемах, расположенных на территории Мордовского государственного природного заповедника им. П.Г. Смидовича в июле 2013 г. Обнаружено 59 видов и инфравидовых таксонов раковинных амёб. Основным фактором дифференциации видовой структуры сообществ раковинных амёб являются гидрологический и трофический статус болот. Показано, что частичное выгорание переходного болота может влиять на структуру сообщества раковинных амёб через повышение трофности среды, в то время как полное выгорание приводит к формированию сообществ эврибионтных видов.

Ключевые слова: раковинные амёбы, сфагновое болото, Мордовский государственный заповедник.

Территория Мордовского государственного природного заповедника им. П.Г. Смидовича (МГПЗ) характеризуется весьма высокой степенью заболоченности, достигающей 10% (Гришуткин, 2013). Болотные экосистемы играют важную роль в биосфере как регуляторы гидрологического режима, центры биоразнообразия и как резервуары для связывания атмосферного диоксида углерода. Важным, но малоизученным компонентом болотных экосистем являются одноклеточные эукариотические организмы, или протисты. Одним из представителей протистов являются раковинные амёбы - гетеротрофные организмы, характеризующиеся наличием внешнего скелетного образования, раковинки (Мазей, Цыганов 2006). Раковинные амёбы распространены практически повсеместно и населяют почвы, водоемы и болота. Они играют важную роль в детритных пищевых цепях, как промежуточное звено между бактериями и беспозвоночными. Несмотря на важную экологическую роль раковинных амёб, данные по видовому составу и распространению сфагнобионтных раковинных амёб в болотах заповедника отсутствуют. Вместе с тем эти организмы достаточно хорошо изучены в сфагновых болотах на территории Пензенской области (Мазей, Бубнова, 2007, 2008; Мазей, Цыганов, 2007; Мазей и др., 2007; Цыганов, Мазей, 2007; Mazei, Tsyganov, 2007). Целью настоящей работы явилось ис-

следование видового состава и структуры сообществ сфагнобионтных раковинных амёб в заболоченных экосистемах, расположенных на территории Мордовского государственного природного заповедника им. П.Г. Смидовича.

Материал для исследования был собран в ходе полевых работ в заповеднике, проводившихся с 15 по 16 июля 2013 г. В работу были включены 13 болотных экосистем, расположенных в районе кордона Павловский и п. Пушта (табл. 1). В исследование были включены три болота (Горелое П1, П2 и Ч1), которые полностью (П1 и П2) или частично (Ч1) выгорели в результате пожаров, вызванных засухой 2010 года, а также ненарушенные пожарами экосистемы. В болотах с выраженным микрорельефом, включая частично сгоревшее болото, образцы сфагнома для исследования отбирали таким образом, чтобы по возможности охватить все разнообразие мест обитания, т.е. кочки, ровные участки, понижения. Образцы сфагнома объемом ~ 20 см³ извлекали при помощи ножа и разделяли на две части: живые (зеленые) и разлагающиеся (очес). В полностью выгоревших болотах для исследования отбирали донные отложения у берега. Образцы помещали в пластиковые пакеты с застежкой и хранили до обработки в лаборатории. Всего был отобран 41 образец. Во время отбора проб измеряли глубину залегания болотных вод.

Таблица 1. Список исследованных биотопов и их характеристика

Название (сокращение)	Координаты		Уровень болотных вод, см	
	N	E	Понижения	Кочки
Низинное 1 (Низ1)	54.78794	43.43655	0	15
Низинное 2 (Низ2)	54.78047	43.44073	0	-
Низинное 3 (Низ3)	54.77634	43.43356	7	-
Низинное 4 (Низ4)	54.73494	43.16053	20	-
Переходное 1 (Пер1)	54.77722	43.44663	10	45
Переходное 2 (Пер2)	54.77668	43.43943	12	23
Переходное 3 (Пер 3)	54.77436	43.40774	13	35
Переходное 4 (Пер4)	54.76678	43.46460	12	53
Переходное 5 (Пер5)	54.77578	43.43332	10	18
Верховое 1 (Верх1)	54.77578	43.43332	9	17
Горелое Ч1(ГорЧ1)	54.78751	43.22162	12	20
Горелое П1 (ГорП1)	54.76884	43.18677	-	-
Горелое П2 (ГорП2)	54.78609	43.21885	-	-

Примечание: прочерк - данные недоступны по причине отсутствия конкретного варианта биотопа в данной болотной экосистеме.

Приготовление образцов для микроскопирования проводили согласно модифицированной методике основанной на фильтровании и концентрировании водных суспензий (Мазей, Ембулаева, 2009). Образец сфагну-

ма заливали водой и интенсивно встряхивали для извлечения раковинных амёб. Полученную суспензию фильтровали через сито с размером ячеек 1 мм для удаления крупных частиц, которые могут маскировать раковинных амёб при микроскопировании. Фильтрат отстаивали для осаждения раковинок. Супернатант сливали, а осадок с небольшим количеством надосадочной жидкости оставляли для дальнейшего осаждения. Затем надосадочную жидкость аккуратно отбирали пипеткой, чтобы довести объем осадка до 10 мл. Для идентификации и подсчета численности раковинных амёб полученную суспензию помещали в чашку Петри, в которой подсчитывали не менее 150 особей (включая живые клетки и пустые раковинки).

Всего в ходе исследования было обнаружено 59 видов и инфравидовых таксонов раковинных амёб (табл. 2). Количество видов, обнаруженных в одном образце, изменялось от 7 до 28 (среднее количество видов в образце 14). Наиболее обильными видами были *Hyalosphenia papilio* (15% от общей численности обнаруженных раковинных амёб), *Phryganella acropodia* (10%), *Arcellarotunda* (9%), *Assullina muscorum* (7%), *Arcella arenaria sphagnicola* (6%) и *Hyalosphenia elegans* (6%). Два вида из вышеперечисленных (*Assullina muscorum* и *Phryganella acropodia*) характеризовались высокой встречаемостью и были обнаружены в более чем 85% образцов. Высокая встречаемость (более 80% образцов) также была характерна для *Euglypha compressa* и *Euglypha laevis*. Восемь видов были обнаружены лишь в одном образце.

Количество видов в пределах одной болотной экосистемы изменялось от 16 до 40. Наибольшее видовое богатство было отмечено в верховых болотах с хорошо развитой и дифференцированной сфагновой сплавниной. Наименьшее видовое богатство обнаружено в донных отложениях выгоревших болот. Плотность раковинных амёб в пробах изменялась от 2 до 45 тыс. особей / г абсолютно сухого субстрата (среднее значение 13 тыс. особей / г). Видовое разнообразие (индекс Шеннона) и выравненность распределения видов (индекс Пиелу) изменялись в пределах от 0.99 до 2.69 и от 0.45 до 0.89, соответственно. В целом, видовой состав и характеристики сообществ сфагнобионтных раковинных амёб на территории МГПЗ типичны для региона исследования (см. для сравнения Бобров и др. 2002; Мазей, Бубнова, 2007, 2008; Мазей, Цыганов, 2007; Мазей и др., 2007; Цыганов, Мазей, 2007; Mazei, Tsyganov, 2007).

Для анализа изменений в видовой структуре сообществ раковинных амёб в зависимости от биотопа был проведен анализ главных компонент (рис. 1). Наибольшие различия в структуре сообществ раковинных амёб наблюдаются между пробами из верхового болота (левая часть диаграммы) с одной стороны и низинными и горевшими болотами с другой стороны

(правая часть диаграммы). По структуре сообществ раковинных амёб переходные болота занимают промежуточное положение. Частично выгоревшее переходное болото по структуре сообщества раковинных амёб тяготеет к низовым болотам. Для верховых болот характерно присутствие представителей родов *Archerella* и *Nebela*. В низовых болотах преобладают представители родов *Arcella*, *Diffflugia*, *Euglypha*. Подобные изменения в структуре сообществ можно объяснить увеличением трофности в ряду верховые - переходные - низинные болота (Opravilova, Hajek, 2006). Из рис. 1 также видно, что сообщества раковинных амёб в полностью выгоревших болотах значительно отличаются от сообществ в нормально функционирующих болотных экосистемах. Эти отличия, прежде всего, связаны с преобладанием эврибионтных видов (*Trinema lineare*, *Centropyxis aerophila*, *Corythion* spp.), что может свидетельствовать об активных процессах колонизации.

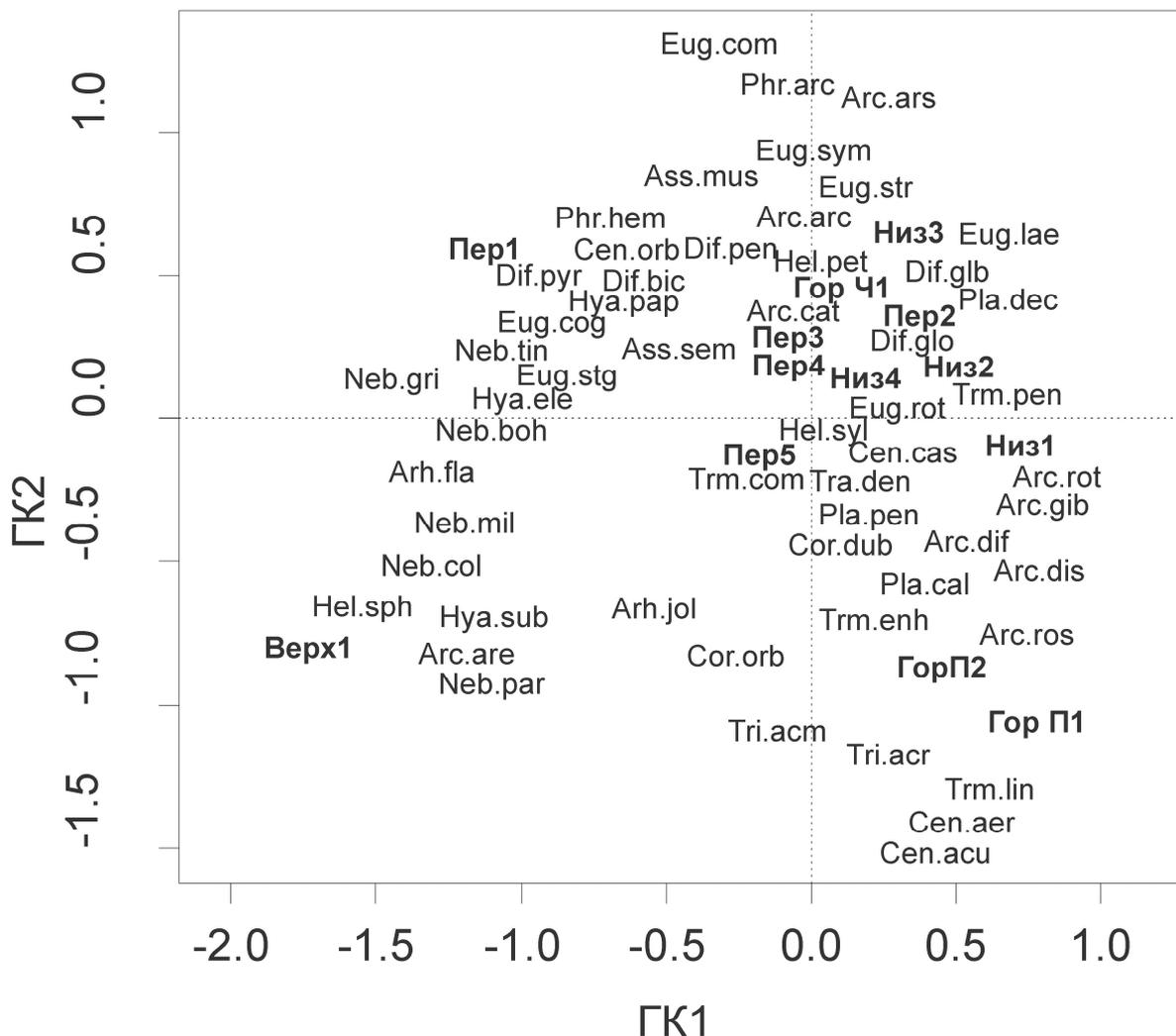


Рис 1. Результаты анализа главных компонент. Обозначения болотных экосистем и аббревиатуры видов см. табл. 1, 2, соответственно

Таблица 2. Список обнаруженных видов раковинных амёб с указанием относительного обилия (жирным шрифтом выделены значения выше 5%, пустая ячейка обозначает отсутствие вида, 0 - относительное обилие ниже 1%).

Виды	Низ1	Низ2	Низ3	Низ4	Пер1	Пер2	Пер3	Пер4	Пер5	Верх1	Гор Ч1	Гор Ш1	Гор П2
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
<i>Arcella arenaria</i>										0			
<i>Arcella arenaria compressa</i>					0	0					1		
<i>Arcella arenaria sphagnicola</i>	5	6	15	5	0	12	12	3	0	2	24		1
<i>Arcella catinus</i>				5		7	6	0	1	0			
<i>Arcella discoides</i>	1	1		1		1				0	0	3	
<i>Arcella discoides foveosa</i>					0	1						1	
<i>Arcella gibbosa</i>	21	9	12			1		0		0		6	3
<i>Arcella rotundata</i>	8	35	11	8	3	13	21	9	1	3	12	15	35
<i>Archerela flavum</i>	0	1	0		4		0	0	0	11	0		
<i>Archerela jolli</i>					0			0		0			1
<i>Assulina muscorum</i>	9	1	5	11	4	5	9	16	6	5	12	1	1
<i>Assulina seminulum</i>	1				0	0		4	1	1	1		
<i>Bulinularia indica</i>								0					
<i>Centropyxis aculeata</i>									0	0		6	3
<i>Centropyxis aerophyla</i>	1								0	0		1	1
<i>Centropyxis cassis</i>	0												
<i>Centropyxis orbicularis</i>					0								
<i>Corythion dubium</i>	7	1	1	1	0	2	1	17	7	3	8	5	5
<i>Corythion orbicularis</i>						0		1	1	1	0	1	
<i>Diffugia bicornis</i>					4								
<i>Diffugia globularis</i>		9				0							
<i>Diffugia globulosa</i>	3	14	3					4					
<i>Diffugia penardi</i>		1			1								
<i>Diffugia pyriformis</i>					2			0		0			
<i>Euglypha compressa</i>	6	5	4	1	6	2	3	3	5	2	11		
<i>Euglypha compressa glabra</i>	3		1		1	0	0	4	1	4	2		
<i>Euglypha cristata</i>				0		3			8				
<i>Euglypha laevis</i>	5	3	19	1	1	6	1	4	5	2	6	7	
<i>Euglypha rotunda</i>	0	2		1	0	1			0	0	0		1
<i>Euglypha strigosa</i>	2		3			3	1	1		0	0		
<i>Euglypha strigosa glabra</i>					0	1		1	0	0			

Окончание табл. 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
<i>Euglypha simplex</i>			1		0			1					
<i>Euglypha tuberculata</i>						0							
<i>Heleopera petricola</i>								0			0		
<i>Heleopera sphagni</i>				0					0	14			
<i>Hyalosphenia elegans</i>				6	11		12	3	13	8			1
<i>Hyalosphenia papilio</i>	0		2	47	36	12	20	6	24	13		1	
<i>Hyalosphenia subflava</i>										0			
<i>Leusquereusia modesta</i>										0			
<i>Nebela bohémica</i>	0			0	6		1	0	1	2	0		1
<i>Nebela collaris</i>					0					1			
<i>Nebela dentistoma</i>										0			
<i>Nebela griseola</i>			0		2		3	0		5			
<i>Nebela militaris</i>					1			0	2	8	2		
<i>Nebela parvula</i>										0			
<i>Nebela tincta</i>				1	2		4		0	2	1		
<i>Phryganella acropodia</i>	3	9	22	8	9	29	6	15	2	7	7	1	2
<i>Phryganella hemisphaerica</i>					3								
<i>Plagiopyxis declivis</i>		1	0										
<i>Plagiopyxis callida</i>	4					0		2		1	8	10	
<i>Plagiopyxis penardi</i>	1			0			1	1		0	2		3
<i>Sphenoderia lenta</i>		1								0			
<i>Tracheleuglypha dentata</i>	1								1				
<i>Trigonopyxis arcula</i>	2	1						1	0	2	0	14	
<i>Trigonopyxis arcula minor</i>										0			1
<i>Trinema complanatum</i>	9				1		0		1	0			
<i>Trinema enchelys</i>								1					8
<i>Trinema lineare</i>	7	1	1	4	1	0	0	4	17	1	1	26	34
<i>Trinema penardi</i>	2			0							0		
Количество видов	25	17	16	18	29	24	19	30	26	40	22	16	16

Сфагнобионтные раковинные амёбы формируют богатые и разнообразные сообщества в болотных экосистемах Мордовского государственного природного заповедника. Наибольшим видовым богатством раковинных амёб характеризуются верховые болота с развитой дифференциацией сфагновой сплавины. Основные различия в видовой структуре сообществ раковинных амёб связаны с гидрологическим и трофическим статусом бо-

лота. Видовая структура сообществ раковинных амеб чувствительна к повышению трофности болот в результате выгорания. Полностью выгоревшие болота активно колонизируются эврибионтными видами раковинных амеб.

В организации и проведении экспедиции неоценимую помощь оказали сотрудники заповедника (особенно А.Б. Ручин и О.Г. Гришуткин), а также сотрудники кафедры зоологии и экологии Пензенского государственного университета В.Ю. Ильин и Т.Г. Стойко. Работа выполнена при поддержке РФФИ (гранты №№ 12-04-33118, 13-04-00542, 12-04-97064) и гранта Президента РФ (МД-4435.2014.4).

Список литературы

Бобров А.А., Чармен Д., Уорнер Б. Экология раковинных амеб олиготрофных болот (особенности экологии политипических и полиморфных видов) // Известия РАН. Серия биологическая. 2002. № 6. С. 738-751.

Гришуткин О.Г. Закономерности распределения болот в зависимости от абсолютных отметок рельефа на территории Мордовского государственного природного заповедника // Труды Мордовского государственного природного заповедника имени П.Г. Смидовича. 2013. Вып. 11. С. 259-263.

Мазей Ю.А., Бубнова О.А. Видовой состав и структура сообщества раковинных амеб в сфагновом болоте на начальном этапе его становления // Известия РАН. Серия Биологическая. 2007. № 6. С. 738-747.

Мазей Ю.А., Бубнова О.А. Структура сообщества раковинных амеб в Наскафтымском моховом болоте (Среднее Поволжье, Россия) // Поволжский экологический журнал. 2008. № 1. С. 39-47.

Мазей Ю.А., Ембулаева Е.А. Изменение сообществ почвообитающих раковинных амеб вдоль лесостепного градиента в Среднем Поволжье // Аридные экосистемы. 2009. Т. 15. № 37. С. 13-23.

Мазей Ю.А., Цыганов А.Н. Пресноводные раковинные амебы. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2006. 300 с.

Мазей Ю.А., Цыганов А.Н. Изменения видовой структуры сообщества раковинных амеб вдоль средовых градиентов в сфагновом болоте, восстанавливаемом после выработки торфа // Поволжский экологический журнал. 2007. № 1. С. 24-33.

Мазей Ю.А., Цыганов А.Н., Бубнова О.А. Видовой состав, распределение и структура сообщества раковинных амеб мохового болота в Среднем Поволжье // Зоологический журнал. 2007. Т. 86. Вып. 10. С. 1155-1167.

Цыганов А.Н., Мазей Ю.А. Видовой состав и структура сообщества раковинных амеб заболоченного озера в Среднем Поволжье // Успехи современной биологии. 2007. Т. 127. № 4. С. 405-415.

Mazei Yu.A., Tsyganov A.N. Species composition, spatial distribution and seasonal dynamics of testate amoebae community in sphagnum bog (Middle Volga region, Russia) // Protistology. 2007. Vol. 5. P. 156-206.

Opravilova V., Hajek M. The variation of testacean assemblages (Rhizopoda) along the complete base-richness gradient in fens: A case study from the Western Carpathians // Acta Protozoologica. 2006. Т. 45. № 2. С. 191-204.