

Е. М. Фомичёва, В. П. Семерной

Видовое разнообразие и морфофункциональные особенности гидробионтов псаммона рипали реки Улейма

В статье приводятся данные по биоразнообразию гидробионтов псаммона рипали реки Улейма в период летне-осенней межени. Дана характеристика видового состава псаммона рипали на разном удалении от уреза воды. Показаны морфофункциональные особенности гидробионтов, позволяющие сохранять жизнедеятельность в условиях пересыхания грунтов.

Ключевые слова: видовое разнообразие, псаммон, урез воды, выживание, дегидратация, гипобиоз, адаптации.

E. M. Fomichiova, V. P. Semernoy

Species Diversity and Morpho-Functional Features of Aquatic Organisms of the Psammon Ripal in the Uleima River

Species diversity of aquatic organisms of the psammon ripal in the Uleima River are given in the season of summer-autumn mean waters. The characteristic of species composition of psammon is described at the different distance from the water. Aquatic organisms have morpho-functional features, which contribute the vital activity preservation in drying soil.

Keywords: species diversity, psammon, a water boundary, survival, dehydration, hypobiosis, adaptation.

Условия среды обитания организма во многом формируют его способность к выживанию в экстремальных условиях. Прибрежная зона водохранилищ и их притоков является одним из примеров нестабильности условий существования, к которым должны приспосабливаться организмы. Формирование биоценозов прибрежных зон, в том числе рипали рек, происходит при ежегодных сезонных и даже суточных (попуск-вых) колебаниях уровня воды. В климатических условиях средней полосы России, и в частности Ярославской области, наблюдаются более или менее длительные периоды обсыхания и промерзания грунтов прибрежной зоны водоемов регулируемого стока. Организмы, обитающие в зоне прибрежья рек, при колебаниях уровня испытывают постоянное давление смены условий среды, что делает возможным закрепление в качестве популяции в онтогенезе наиболее выгодных в энергетическом плане приспособлений.

Гидробионты, попадающие в зону выше уреза воды, сталкиваются с резким изменением абиотических параметров среды. Происходит изменение температуры и доступности влаги, меняются рН среды, содержание кислорода, солей. Постоянные характерные обитатели этой зоны имеют эволюционно сформировавшиеся адаптации, произошедшие на всех уровнях онтогенеза

организма. Механизмы, благодаря которым гидробионты способны выживать в условиях дегидратации, формировались в период выхода животных на сушу. Предполагается, что в докембрийский период не было четкой, в привычном нам смысле, границы между бассейном и сушей, а была обширная зона перехода, отдельные участки которой отличались лишь степенью или длительностью увлажнения [2]. Именно этот период был «кузницей» адаптаций к временной или длительной дегидратации и анабиозу. Помимо дегидратации, гидробионты подвергались воздействию ультрафиолета, что могло приводить к мутациям и на протяжении тысячелетий содействовало формированию способности организма сохранять жизнедеятельность в условиях обсыхания (обезвоживания) среды за счет более темноокрашенных, плотных и сложно устроенных покровов тела, цист, латентных яиц. Сообщества организмов, исторически приспособленные к значительным сезонным колебаниям факторов среды, наиболее выносливы. Именно такие сообщества формируются в прибрежных зонах водоемов.

Биоценозы прибрежной части рек – притоков водохранилищ со значительными сезонными колебаниями уровня воды не обладают постоянством видового состава, и их разнообразие вполне

отражает многолетний и сезонный гидрологический режим, а также ежегодные климатические условия региона. Наиболее критические ситуации для выживания таких сообществ возникают в период обсыхания прибрежий до уровня летней межени. В связи с этим целью нашей работы было изучение таксономического состава обитателей псаммона рипали реки Улейма в период летне-осенней межени.

Материалы и методы исследования

Материалом исследований являлись пробы грунта, отобранные на приустьевом участке р. Улейма (приток 2-го порядка Рыбинского водохранилища, Угличский район, Ярославская

область) в сентябре-октябре 2009–2011 годов. Пробы грунта отбирали на разном удалении от уреза воды (табл. 1) с площадки 0,01 м² на глубину 0,1 м и помещали в плотные двойные полиэтиленовые пакеты для дальнейшей транспортировки в лабораторию.

В лаборатории грунт переносили в стеклянные эксикаторы и доливали отстоянной водой до объема 4,5 л. Грунт, залитый водой, оставляли на «дозревание» в течение месяца в лаборатории при температуре +22°С и освещении лампами дневного света (40W) в течение 8 часов. Эта процедура необходима, для того чтобы дать время на развитие организмов, находящихся в момент отбора проб в латентной форме.

Таблица 1

Характеристика проб грунта псаммона рипали реки Улейма

Время отбора проб	Номер пробы	Расстояние от уреза	Тип грунта
сентябрь, 2009 год	№1	По урезу	Песок с большим или меньшим содержанием растительного детрита
	№2	По урезу	
	№3	0,5 м выше уреза	
	№4	1,5 м выше уреза	
сентябрь, 2010 год	№1	По урезу	
	№2	1,0 м выше уреза	
	№3	1,5 м выше уреза	
	№4	2,0 м выше уреза	
октябрь, 2011 год	№1	По урезу	
	№2	1,5 м выше уреза	
	№3	2,0 м выше уреза	
	№4	2,5 м выше уреза	

По истечении месяца грунт тщательно перемешивали и промывали проточной водой через мелкоячеистый газ № 23. Отмученный грунт разделяли на порции, просматривали в чашках Петри под биноклем МБС-9 и фиксировали 4 % раствором формалина для дальнейшего определения имеющихся в нем организмов. Видовое определение проводили на временных препаратах в глицерине с использованием светового микроскопа Микромед-3.

Результаты исследования и обсуждение

В результате проведенных исследований было зарегистрировано наличие следующих таксономических групп (табл. 2): малощетинковые черви (Oligochaeta – 16 видов), круглые черви (Nematoda – 5 видов), моллюски (Mollusca – 2 вида), веслоногие ракообразные (Cyclopoida – 2 вида), ветвистоусые ракообразные (Cladocera – 2

вида), ракушковые (Ostracoda – 4 вида); личинки насекомых: комаров-звонцов (Chironomidae – 2 вида), мокрецов (Ceratopogonidae=Heleidae – 3 вида), поденок (Ephemeroptera – 1 вид), комаров-болотниц (Limoniidae – 2 вида); пуппарии настоящих мух (Muscidae – 1 вид) и мух-береговушек (Ephydriidae – 1 вид). Таким образом, полученные данные свидетельствуют о достаточно высоком видовом разнообразии сообщества псаммона рипали реки Улейма в период обсыхания грунта от ст. 4 до ст. 1 на протяжении 50–60 дней (вторая половина июля – середина сентября 2009 и 2010 годов) и до 80 дней (в 2011 году, июль-октябрь).

Согласно данным, полученным за период исследования 2009–2011 годов (рис. 1), в пробах наиболее широко представлены малощетинковые черви (тип Annelida – кольчатые черви, класс Clitellata, подкласс Oligochaeta).

Таблица 2

Видовое разнообразие псаммона рипали реки Улейма в период 2009–2011 гг.

Таксоны	Сентябрь 2009 г.				Сентябрь 2010 г.				Октябрь 2011 г.			
	Номера проб											
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Oligochaeta												
<i>Nais variabilis</i>	-	-	-	+	+	+	-	-	-	-	-	-
<i>Dero dorsalis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
<i>Dero obtusa</i>	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-
<i>Specaria josinae</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-
<i>Slavina appendiculata</i>	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Pristina longiseta</i>	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
<i>Aulodrilus limnobius</i>	-	-	-	-	+	-	-	+	-	-	-	-
<i>Limnodrilus claparedeanus</i>	-	-	-	-	+	-	+	+	+	+	-	+
<i>Limnodrilus hoffmeisteri</i>	-	-	+	-	-	+	+	-		+	+	-
<i>Bothrioneurum vej dovskyanum</i>	+	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	+
<i>Tubifex tubifex</i>	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
<i>Tubifex newaensis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-
<i>Spirosperma ferox</i>	+	-	+	+	+	-	-	+	-	-	-	+
<i>Lumbricillus sp.</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+
<i>Fridericia callosa</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-
<i>Lumbriculus variegatus</i>	+	+	-	+	+	-	+	-	-	-	+	-
Nematoda												
<i>Tobrilus helveticus</i>	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
<i>Dorylaimus stagnalis</i>	-	-	-	-	+	-	+	-	-	+	-	-
<i>Mesodorylaimus bastiani</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-
<i>Ironus tenuicaudatus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-
<i>Mononchus aquaticus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-
Mollusca												
<i>Neopisidium tenuilineatum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-
<i>Lymnaea truncatula</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+
Crustacea												
<i>Microcyclops varicans</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
<i>Acanthocyclops vernalis</i>	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
<i>Potamocypris variegata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
<i>Cypridopsis newtoni</i>	-	-	-	-	-	+	+	+	-	-	-	-
<i>Candona candini</i>	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
<i>Eucypris affinis</i>	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
<i>Daphnia pulex</i>	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
<i>Alona rectangula</i>	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
Insecta (larvae)												
<i>Polypedilum sp. scalae-num</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-
<i>Procladius sp.</i>	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Ordella halterata</i>	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Probezzia seminigra</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-
<i>Palpomyia lineata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-
<i>Palpomyia rufipes</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-
<i>Symplecta hybrida</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
<i>Neolymnobia sp.</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
<i>Spilogona sp. (нынпарий)</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-
<i>Parydra coarctata (нынпарий)</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-
Всего обнаружено так-	5	4	4	4	10	7	6	6	7	9	7	11

сонов

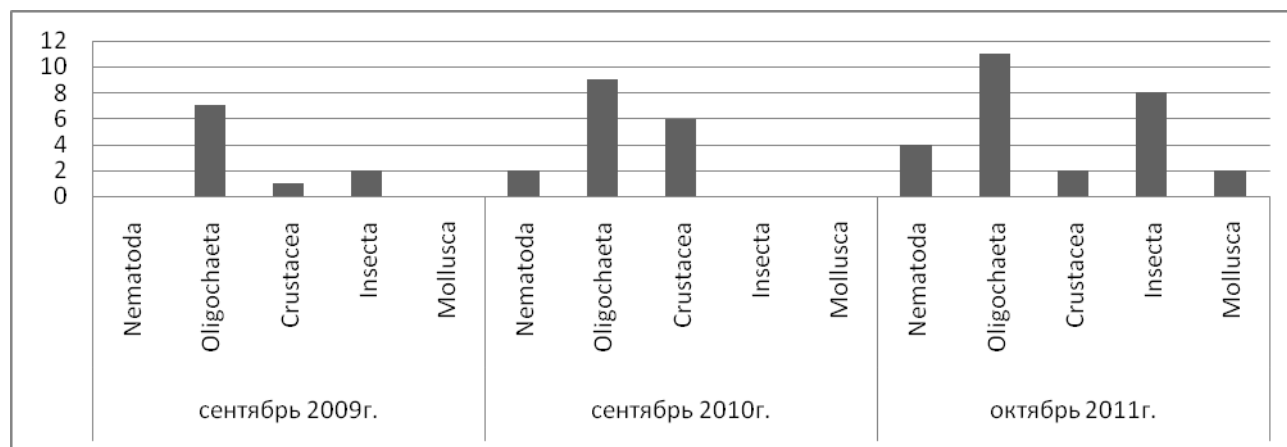


Рис. 1. Видовое разнообразие псаммона рипали реки Улейма в период осенней межени 2009–2011 гг.

Определено 16 видов олигохет семейств Naididae, Enchitreidae, Lumbriculidae. Наиболее часто встречаются представители семейства Tubificidae: *Spirosperma ferox*, *Limnodrilus claparedeanus*, *Limnodrilus hoffmeisteri*, *Bothrioneurum veidovskyanum*, *Lumbriculus variegatus*. Представитель этого семейства *Spirosperma ferox* встречалась практически на всем протяжении от уреза воды до 2,5 м и в течение всего периода исследований. Это свидетельствует о постоянном присутствии олигохет в зоне выше уреза воды и приспособленности к переживанию неблагоприятных условий среды при пересыхании грунта. Вероятно, этому способствует наличие у олигохет специфических поведенческих реакций и морфофункциональных адаптаций. При высыхании грунта они могут перемещаться в более глубокие слои и сплетаться в плотный комок с частицами детрита. У олигохет нет специализированных органов дыхания, и газообмен совершается всей поверхностью тела. Однако они имеют своеобразные анатомические и функциональные приспособления, способствующие увеличению газообмена. К ним относятся: развитая кровеносная капиллярная сеть в различных отделах тела; способность к кишечному дыханию; наличие нитевидных наружных жабр или жаберного ложа у некоторых представителей наидид и тубифицид, а также дыхательного пигмента крови, активность молекул которого не уступает таковой у позвоночных [8]. У олигохет семейств Tubificidae и Lumbriculidae выявлена положительная связь величины холинэстеразной активности с эврибионтностью и шириной распро-

странения [4]. Способность олигохет этих семейств обитать в среде с широким диапазоном условий позволяет им заселять самые разнообразные места обитания и выживать при экстремальных условиях среды.

Значительное место в сообществе пересыхающего грунта рипали реки Улейма занимают личинки насекомых. В пробах грунта 2009 года были обнаружены личинки комаров-звонцов (*Procladius sp*) и поденок (*Ordella halterata*). В 2010 году личинок насекомых во взятых пробах не найдено. В 2011 году обнаружены личинки комаров-звонцов (*Polypeilum sp. scalaenum*), мокрецов (*Probezzia seminigra*, *Palpomyia lineate*, *Palpomyia rufipes*), комаров-болотниц (*Symplecta hybrida*, *Neolymnomia sp.*). Личинки насекомых обладают рядом особенностей организации, позволяющих им переносить пересыхание грунта. Установлено, что необходимым компонентом, способствующим выживанию организма при ангидробиозе в период дегидратации, является накопление дисахарида трегалоза [9], представляющего собой, по данным Тыщенко (1986), основной углевод гемолимфы насекомых и их личинок. Значительную роль для выживания последних в условиях пересыхания грунтов играет наличие эпикутикулы, обеспечивающей им возможность существования в условиях дефицита влаги, и способность к газообмену посредством кожного дыхания и с помощью трахейных жабр [7].

В изученных пробах грунта на всем протяжении исследования с 2009–2011 годов найдены представители низших ракообразных, к которым

относятся Cladocera, Cyclopoida, Ostracoda. По видовому разнообразию наиболее широко представлен отряд Ostracoda (*Potamocyparis variegata*, *Cypridopsis newtoni*, *Candona candini*, *Eucypris affinis*). Вероятно, выживанию в условиях дегидратации низших ракообразных способствует наличие в жизненном цикле диапаузы, разделяющейся на активную и анабиотическую фазы [1]. В отобранных пробах грунта, возможно, находились латентные яйца рачков в анабиотической фазе. Выработка способности к ангидробиозу у латентных яиц кладоцер сопровождается измельчением зерен желтка, исчезновением в нем капель масла [5] и образованием особых защитных оболочек. Это позволяет им сохранять свою жизнеспособность на протяжении длительного промежутка времени в условиях дегидратации.

В изученных нами пробах грунта было определено 5 видов нематод. Они относятся к отрядам Euplida, Dorylaimida, Mononchida и являются постоянными представителями мейобентоса. В 2010–2011 годах эти виды были найдены в пробах грунта от уреза воды до 1,5 м выше. Чаще всего встречалась нематода *Dorylaimus stagnalis*. Форма и размеры тела позволяют нематодам успешно передвигаться в капиллярных пространствах между частичками грунта. Сохранению жизнедеятельности в условиях пересыхания грунта способствуют возможность дыхания через кутикулу и кишечник, накопление специфических LEA-подобных белков [10] и других адаптогенов.

Способность к выживанию в условиях дефицита влаги и пониженных температур известна и у Mollusca [6]. В изучаемых пробах грунта моллюски были обнаружены в 2011 году на всех точках взятия проб. В частности, *Neopisidium tenuilineatum* по урезу воды и на удалении 1,5 м от уреза, а *Lymnaea truncatula* на удалении 2,0 и

2,5 м от уреза. В осушаемых грунтах, когда привычные механизмы аэрации не работают, вероятно, моллюски используют способность впасть в состояние гипобиоза, что позволяет им пережить неблагоприятный период. Однако длительное нахождение организма в состоянии гипобиоза и мезобиоза может привести к гибели по причине нарушения регуляции функций, защитных систем и бактериального поражения [3].

Таким образом, анализ полученных нами данных указывает на большое таксономическое разнообразие гидробионтов, обитающих в зоне побережья реки Улейма выше уреза воды и способных выживать в условиях пересыхания грунтов. Возможность существования в условиях дегидратации определяется особенностями морфологии, физиологии и экологии организмов. Нами установлено, что устойчивость к дегидратации распространена среди многих классов беспозвоночных, которые имеют очевидные преимущества для выживания в неблагоприятных условиях среды. Взятие проб грунта в период осенней межени позволяет увидеть сообщество рипали в том составе, в котором оно уходит на зимний период. В заключение следует подчеркнуть, что в исследуемых пробах согласно полученным данным преобладают представители малощетинковых червей, что подтверждает их высокую адаптивную способность и широкие пределы устойчивости. Представители разных в филогенетическом, морфологическом и физиологическом плане классов беспозвоночных имеют общие и индивидуальные механизмы приспособления к выживанию в данных условиях. Изучение таких предельных состояний организма, как гипо- и анабиоз, на примере водных беспозвоночных позволит в более полном объеме рассматривать их эволюционную значимость и границы толерантности организма.

Библиографический список

1. Алексеев, В. Р. Диапауза ракообразных: Эколого-физиологические аспекты [Текст] / В. Р. Алексеев. – М. : Наука, 1990. – 144 с.
2. Бурзин, М. Б. Докембрийские предтечи «пионеров суши» [Текст] / М. Б. Бурзин // Природа. – 1998. – № 3. – С. 83–96.
3. Голдовский, А. М. Основы учения о состояниях организмов [Текст] / А. М. Голдовский. – Л. : Наука, 1977. – 116 с.
4. Лапкина, Л. Н. Уровень холинэстеразной активности аннелид и его возможная связь с некоторыми экологическими характеристиками видов [Текст] / Л. Н. Лапкина, Г. М. Чуйко, В. А. Подгорная // Со-
- временные проблемы физиологии и биохимии водных организмов. – Петрозаводск, 2010. – С. 103–104.
5. Макрушин, А. В. Устойчивость к высушиванию латентных яиц *Sida cristallina* и *Moina macrospora* (Crustacea, Cladocera) [Текст] / А. В. Макрушин // Зоологический журнал. – 1981. – Т. LX, Вып. 6. – С. 933–934.
6. Митропольский, В. И. Наблюдения над способностью моллюсков к перенесению высыхания и промерзания в прибрежье Рыбинского водохранилища [Текст] / В. И. Митропольский // Фауна беспозвоночных и условия воспроизводства рыб в прибрежной зоне Верхнее-Волжских водохранилищ. – 1978. – Вып. 39(42). – С. 46–58.

7. Тыщенко, В. П. Физиология насекомых [Текст] / В. П. Тыщенко. – М. : «Высшая школа», 1986. – 303 с.

8. Чекановская, О. В. Водные малощетинковые черви фауны СССР [Текст] / О. В. Чекановская. – М. : Изд-во АН СССР, 1962. – 411 с.

9. Kikawada T., Minakawa N., Watanabe M., Okuda T. Factors inducing successful anhydrobiosis in the African chironomid *Polypedilum vanderplanki*: significance

of the larva tubular nest // Oxford Journals Life Sciences Integrative and Comparative biology, 2005. V. 45. Pp. 710–714.

10. Kshamata G., Walton J., Browne J., Burnell M., Tunnacliffe A. Molecular anhydrobiology: identifying molecules implicated in invertebrate anhydrobiosis // Oxford Journals Life Sciences Integrative and Comparative biology, 2005. V. 45. Pp. 702–7095.

Bibliograficheskiy spisok

1. Alekseyev, V. R. Diapauza rakoobraznykh: Ekologo-fiziologicheskiye aspekty [Tekst] / V. R. Alekseyev. – M. : Nauka, 1990. – 144 s.

2. Burzin, M. B. Dokembriyskiye predtechy «pionerov sushi» [Tekst] / M. B. Burzin // Priroda. – 1998. – № 3. – S. 83–96.

3. Goldovskiy, A. M. Osnovy ucheniya o sostoyaniyakh organizmov [Tekst] / A.M. Goldovskiy. – L. : Nauka, 1977. – 116 s.

4. Lapkina, L. N. Uroven' kholinesteraznoy aktivnosti annelid i yego vozmozhnaya svyaz' s nekotorymi ekologicheskimi kharakteristikami vidov [Tekst] / L. N. Lapkina, G. M. Chuyko, V. A. Podgornaya // Sovremennyye problemy fiziologii i biokhimii vodnykh organizmov. – Petrozavodsk, 2010. – S. 103–104.

5. Makrushin, A. V. Ustoychivost' k vysushivaniyu latentnykh yaits *Sida cristallina* i *Moina macropora* (Crustacea, Cladocera) [Tekst] / A. V. Makrushin // Zoologicheskiy zhurnal. – 1981. – T. LX, Vyp.

6. – S. 933–934. 6. Mitropol'skiy, V. I. Nablyudeniya nad sposobnost'yu mollyuskov k pereneseniyu vysykhaniya i promerzaniya v pribrezh'ye Rybinskogo vodokhranilishcha

[Tekst] / V. I. Mitropol'skiy // Fauna bespozvonochnykh i usloviya vosproizvodstva ryb v pribrezhnoy zone Verkhneye-Volzhskiikh vodokhranilishch. – 1978. – Vyp. 39(42). – S. 46–58.

7. Tyshchenko, V. P. Fiziologiya nasekomykh [Tekst] / V. P. Tyshchenko. – M. : «Vysshaya shkola», 1986. – 303 s.

8. Chekanovskaya, O. V. Vodnyye maloshchetinkovyye chervi fauny SSSR [Tekst] / O. V. Chekanovskaya. – M. : Izd-vo AN SSSR, 1962. – 411 s.

9. Kikawada T., Minakawa N., Watanabe M., Okuda T. Factors inducing successful anhydrobiosis in the African chironomid *Polypedilum vanderplanki*: significance of the larva tubular nest // Oxford Journals Life Sciences Integrative and Comparative biology, 2005. V. 45. Pp. 710–714.

10. Kshamata G., Walton J., Browne J., Burnell M., Tunnacliffe A. Molecular anhydrobiology: identifying molecules implicated in invertebrate anhydrobiosis // Oxford Journals Life Sciences Integrative and Comparative biology, 2005. V. 45. Pp. 702–7095.