

## ЭКОЛОГИЯ ЦЕНТРОХЕЛИДНЫХ СОЛНЕЧНИКОВ В ВОДОЕМАХ ЮЖНОГО ПРЕДУРАЛЬЯ

**Изучены экологические особенности и распространение центрохелидных солнечников в разнотипных водоемах Южного Предуралья. Проанализированы взаимосвязи видового состава центрохелид и экологических типов водоемов, описаны пресноводные и галофильные виды, *Polyplacocystis ambigua* описан как индикаторный организм.**

**Ключевые слова:** Centroheliida, Protista, солнечники, экология.

Центрохелиды, или центрохелидные солнечники (*Centroheliozoa* Durrschmidt et Patterson 1987) - монофилетический таксон одноклеточных амебодных протистов, включающий на данный момент более 100 видов. Представители центрохелидных солнечников характеризуются консерватизмом внутренней организации, наряду с которой отличаются выраженным разнообразием элементов наружной клеточной оболочки – перипласта, представляющих собой кремниевых чешуйки и спикулы.

Центрохелиды характеризуются космополитным распространением, встречаются в бентосе и перифитоне морских и пресноводных экосистем, присутствуют практически во всех биотопах.

Филогенетическое положение центрохелид в настоящее время остается неясным, несмотря на данные молекулярной филогении, что сохраняет за центрохелидами статус таксона *incertae sedis* в системе эукариот [1].

Солнечники представлены во всех экологических группировках гидробионтов и встречаются во всех биотопах, являясь постоянным звеном пищевых цепей. Энергия, попадающая в водную экосистему, фиксируется фотосинтезом водорослей и разложением органического детрита бактериями. Экологическая роль центрохелидных солнечников обусловлена тем, что они являются потребителями как одноклеточных водорослей, так и бактерий. Таким образом, солнечники, являясь консументами высшего порядка, обеспечивают эффективные пути трансформации вещества и энергии в водных экосистемах.

### Материалы и методы

Исследования проводили в 2005-2012 гг., изучали разнотипные водоемы и водотоки Южного Предуралья (южная часть окраинной территории Восточно-Европейской равнины, прилегающей к западному склону Уральского хребта). Изученные водоемы и водотоки административно расположены на территории республики Башкортостан и Оренбургской области.

Образцы воды отбирали в придонном слое после взмучивания донного осадка, транспортировали в лабораторию, где помещали в чашки Петри. Накопительные культуры солнечников получали после массового развития мелких гетеротрофных жгутиконосцев и инфузорий, для которых кормом служила живая культура *Pseudomonas fluorescens*, которую вносили в чашки Петри в начале культивирования. Препараты для микроскопии готовили путем отсаживания пипеткой Пастера живых клеток солнечников на поверхность обезжиренного покровного стекла. Для атомно-силовой (АСМ) и сканирующей электронной микроскопии (СЭМ) препараты готовили по принятым методикам [2], [3].

### Результаты исследований

В результате исследования обнаружена 1 форма и 15 видов центрохелидных солнечников. Данные по распространению центрохелид приведены в табл. 1. Описания найденных видов сделаны на основе изучения строения структур перипластов, изученных с помощью АСМ и СЭМ. Сканограммы некоторых видов приведены на рис. 1. В работе использована система *Centroheliida* по К.А. Микрюкову (2002).

Таблица 1 – Распространение солнечников в водоемах Южного Предуралья

Водоемы и водотоки		Семейство															
		I			II				III								
		Виды															
		<i>Heterophrys marina</i> *	<i>Polyplacocystis ambigua</i> 1/**	<i>P. coerulea</i> *	<i>Raphidocystis tubifera</i> *	<i>Heteroraphidiophrys australis</i> **/**	<i>Pterocystis foliacea</i> 1/**	<i>Raineriophrys erinaceoides</i>	<i>R. fortiesca</i> *	<i>Choanocystis perpusilla</i> 1/**	<i>Acanthocystis myriospina</i> 1/**	<i>A. turfacea</i>	<i>A. olgashlestae</i>	<i>A. dentata</i> *	<i>A. pectinata</i>	<i>A. polymorpha</i> *	
Оренбургская область	р. Сакмара				+				+								
	р. Суундук		+														
	р. Чаган		+														
	р. Тузлукколь					+											
	р. Малая Елшанка																
	р. Боровка																
	Р. Песчанка		+														
	р. Урал		+														
	р. Донгуз							+									
	пруд п. Первомайский		+														
Башкирия	оз. Малахово			+									+				
	оз. Б. городское	+															
	оз. М. городское									+							
	оз. Б. Песчаное																
	оз. Беленовское							+									
	оз. Неизвестное-1										+						
	оз. Неизвестное-2		+														
оз. Неизвестное-3		+															
р. Нугуш		+								+	+	+					
Нугушское вдхр.		+															
оз. Холодное																	
р. Мелеуз			+									+		+			
р. Агидель			+												+		

I - семейство Heterophryidae, II - семейство Raphidiophryidae III - семейство Acanthocystidae. «+» - наличие солнечников в исследуемых биотопах; \*\* - виды, новые для протистофауны России, 1 – цит. по [4]; \* - виды, новые для протистофауны Оренбургской области.

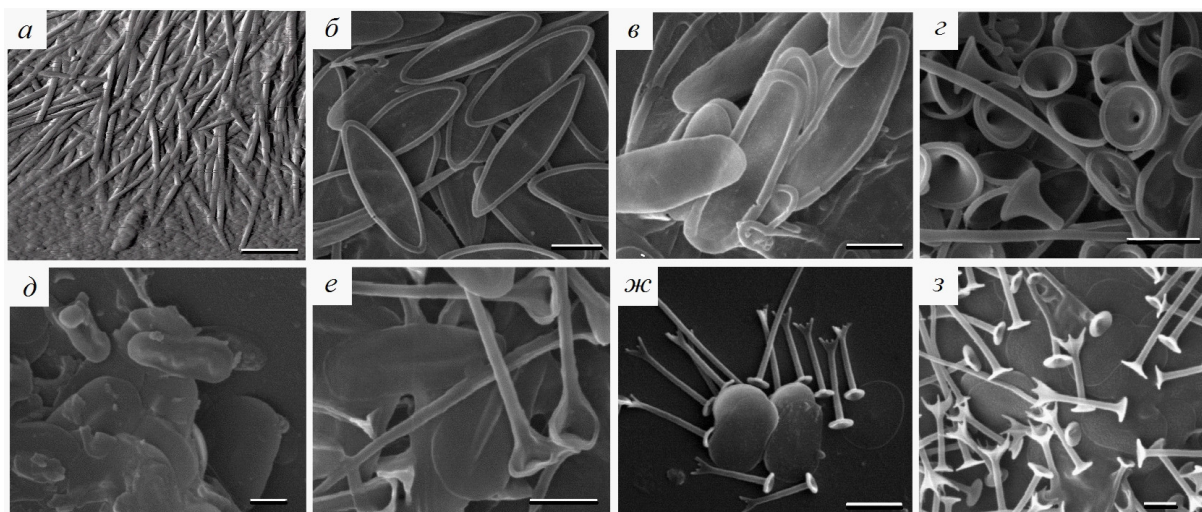


Рисунок 1 – Микрографии перипластов: а – *Heterophrys marina*, б – *Polyplacocystis ambigua*, в – *P. coerulea*, г – *Raphidocystis tubifera*, д – *Heteroraphidiophrys australis*, е – *Raineriophrys erinaceoides*, ж – *Acanthocystis dentata*, з – *A. pectinata*. а – АСМ; б-з – СЭМ. Масштаб: а, б, в, д, е, ж – 2 мкм, г – 3 мкм, з – 1 мкм.

### Обсуждение результатов

Проведенный анализ зависимости экологических типов водоемов (река, озеро, водохранилище, пруд) и видового состава центрохелид в них позволил выделить особенности биоразнообразия солнечников, характерные для водоемов разных типов. В водоемах Южного Предуралья обнаружено незначительно большее видовое богатство солнечников в реках (в среднем 2-4 вида) по сравнению с озерами и водохранилищами (в среднем 1-2 вида). При этом следует учитывать распределение солнечников в водоемах, территориально расположенных в различных областях. Так, в реках Оренбургской области встречаются 1-3 вида солнечников, в озерах от 1 до 2 видов, в то время как в водоемах Башкирии аналогичного типа обнаруживаются от 2 до 5 видов в реках и 1 вид - в озере.

Исключительно пресноводными видами в реках исследуемых регионов являются *Raphidocystis tubifera*, *Raineriophrys fortessa*, *Acanthocystis turfacea*, *Acanthocystis olgashlestae*. Вид *Raphidocystis tubifera* выделен из соленой реки Тузлукколь (гидрологическая сеть участка Буртинской степи, заповедник «Оренбургский») и охарактеризован как солоноватоводный. Только в соленых и солоноватоводных озерах исследуемых регионов встречаются виды *Heterophrys marina*, *Polyplacocystis coerulea*, *Choanocystis perpusilla*, что говорит о галофильности данных организмов.

Анализируя видовой состав территориально разобщенных водоемов, следует отметить эпизодическую встречаемость большинства видов на территории обоих регионов. Наиболее часто встречающимися видами в Оренбургской области являются *P. ambigua* (7 водоемов), *A. pectinata* (7) и *A. myriospina* (3), что составляет 39, 39 и 7% соответственно. Характерными видами для водоемов Башкирии явились *P. ambigua* (4 водоема), *A. myriospina* (3) и *A. olgashlestae*

(3), что составляет 80, 60 и 60% соответственно. Необходимо отметить присутствие *P. ambigua* во всех изученных типах водоемов, характеризующихся высокой степенью антропогенной нагрузки (находящихся в черте населенных пунктов). Данный факт свидетельствует о возможном использовании *P. ambigua* в качестве индикаторного организма.

Обобщая полученные данные можно говорить о довольно широком распространении в изученных континентальных водоемах лишь трех видов центрохелид *P. ambigua*, *A. pectinata* и *A. myriospina*. Таким образом, перечисленные таксоны центрохелид с высокой вероятностью претендуют на роль видов, характерных для Южного Предуралья, что должно быть проверено в будущих фаунистических исследованиях.

Данные по видовому разнообразию солнечников на территории России также неравномерны, преимущественно изучены лишь северо-западные и центральные регионы Европейской части России. Солнечники в восточных регионах Европейской части России оставались неизученными до проведения данного исследования, также как остается неисследованной и вся Азиатская часть территории России.

### Выводы:

1. Видовое богатство центрохелид в водоемах Южного Предуралья незначительно и составляет в среднем 2-4 вида в реках и 1-2 вида в озерах и водохранилищах.

2. Из 15 видов центрохелид, выявленных на территории Оренбуржья, большинство являются пресноводными; *Raphidocystis tubifera* – солоноватоводный; *Heterophrys marina*, *Polyplacocystis coerulea*, *Choanocystis perpusilla* охарактеризованы как галофильные.

3. Вид *Polyplacocystis ambigua* определен как индикаторный организм высокого уровня антропогенной нагрузки на водоем.

02.09.2013

**Работа выполнена при финансовой поддержке гранта Оренбургской области в сфере научной и научно-технической деятельности для студентов и аспирантов в 2013 году, грантов РФФИ № № 13-04-00740\_а, 13-04-10119\_к, Программой поддержки инициативных проектов Уральского отделения РАН (проект 12-У-4-1031) и Программой фундаментальных исследований РАН «Живая природа: современное состояние и проблемы развития» (проект 12-П-4-1039)**

**Список литературы:**

1. Cavalier-Smith T., von der Heyden S., 2007. Molecular phylogeny, scale evolution and taxonomy of centrohelid heliozoa // Mol. Phylogenetics and Evol. V. 44. P. 1186–1203.
2. Микрюков К.А., 2002. Центрохелидные солнечники (Centroheliozoa). М.: Товарищество научных изданий КМК. 136 с.
3. Плотников А.О., Ермоленко Е.А., Никиян А.Н., Васильченко А.С., 2013. Изучение морфологии центрохелидных солнечников методом атомно-силовой микроскопии // Зоол. журн. Т. 92. № 8. С. 955–961.
4. Леонов М.М., Плотников А.О., 2009. Центрохелидные солнечники (Centroheliozoa) Центрального Черноземья и Южного Урала: видовой состав, морфология, распространение // Зоол. журн. Т. 88. № 6. С. 643–653.

Сведения об авторах:

**Ермоленко Е.А.**, аспирант кафедры микробиологии Оренбургского государственного университета, ea-ermolenko@yandex.ru

**Плотников Андрей Олегович**, доцент кафедры микробиологии Оренбургского государственного университета, ведущий научный сотрудник лаборатории водной микробиологии Института клеточного и внутриклеточного симбиоза Уральского отделения Российской академии наук, кандидат медицинских наук, доцент, protoz@mail.ru

**UDK 593.13**

**Ermolenko E.A.<sup>1</sup>, Plotnikov A.O.<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup>Orenburg State University, <sup>2</sup>Institute for Cellular and Intracellular Symbiosis UrB RAS

e-mail: ea-ermolenko@yandex.ru

**ECOLOGY OF CENTROHELID HELIOZOA IN THE SOUTHERN URALS RESERVOIRS**

Ecological characteristics and distribution of centrohelid heliozoa in different kinds of water bodies of the Southern Urals were studied. The relationships of species composition and ecological types of reservoirs were analyzed, freshwater and halophilic species were described, species *Polyplacocystis ambigua* was described as indicator organism.

Key words: Centrohelida, Protista, Heliozoa, ecology.

**Bibliography**

1. Cavalier-Smith T., von der Heyden S., 2007. Molecular phylogeny, scale evolution and taxonomy of centrohelid heliozoa // Mol. Phylogenetics and Evol. V. 44. P. 1186–1203.
2. Mikrjukov, K.A., 2002. Centrohelid heliozoans (Centroheliozoa). KMK Scientific Press, Moscow. 136 p.
3. Plotnikov A.O., Ermolenko E.A., Nikiyan H.N., Vasilchenko A.S., 2013. Study of centrohelid heliozoa morphology by atomic force microscopy // Zool. J. V. 92 (8). P. 955–961.
4. Leonov M.M., Plotnikov A.O., 2009. Species composition, morphology, and distribution of centrohelid heliozoa from Central Chernozemic area and the South Urals // Zool. J. V. 88 (6). P. 643–653.