

**ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ CLADOCERA (BRANCHIOPODA, CRUSTACEA) ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ОЗЕР В ПАЛЕОЛИМНОЛОГИИ**

**Фролова Л.А., Гафиатуллина Л.И.**

Казанский (Приволжский) Федеральный университет (КФУ), Казань, e-mail: Larissa.Frolova@mail.ru

**PROBLEMS AND PERSPECTIVES OF USING CLADOCERA (BRANCHIOPODA, CRUSTACEA) FROM LAKES SEDIMENTS IN PALAEOOLIMNOLOGY**

**Frolova L.A., Gafiatullina L.I.**

Kazan (Volga region) Federal University (KFU), Kazan, e-mail: Larissa.Frolova@mail.ru

Большинство современных Cladocera возникли в Юрском периоде около 150 млн. лет назад в период существования суперконтинента Пангеи [12]. Cladocera можно рассматривать как цельную таксономическую единицу ранга надотряда или подкласса в рамках класса Branchiopoda, а ее внутренние группировки в ранге отрядов Stenopoda, Anomopoda, Onychopoda и Harplopoda, что отражает значительную степень дивергенции их представителей [2]. Наиболее ранние упоминания о находках остатков Cladocera в донных отложениях водоемов датируются концом XIX века [12]. Использование этой группы в качестве биоиндикаторов стало возможно не так давно, после того, как разрозненная информация по ней была приведена Д. Г. Фрайем в более систематизированный вид, что способствовало дальнейшему использованию Cladocera в палеоиндикации [6].

Определяющим фактором сохранности фоссилизированных остатков Cladocera в глубоководных осадках является химический состав частей тела. Внешне целостные хитиновые покровы планктонных ракообразных распадаются после смерти (или после процесса линьки) на разнообразные экзоскелетные части, такие как карапаксы, постабдомены, концевые коготки постабдомена, мандибулы и головные щиты, определение по которым возможно провести до различных таксономических рангов [14]. Систематика данной группы на сегодняшний день разработана не полностью, особенно на уровне видов, подвидов, морф. Не все таксоны Cladocera могут быть легко идентифицированы до необходимого в исследованиях таксономического ранга. Таким образом, экологическим интерпретациям палеоэкологических данных по Cladocera препятствует таксономическая неоднозначность некоторых таксономических единиц [8].

Сложности использования кладоцер в качестве как биоиндикаторов состоят еще и в том, что на сегодня нет единого, полного и общепризнанного «стандартного» руководства для их определения в палеоэкологии, который мог бы использоваться как отправная точка для идентификации фоссилизированных остатков Cladocera. Вместо этого каждый исследователь собирает по крупицам информацию по фоссилизированным остаткам Cladocera из различных литературных источников, таких как научные статьи, отчеты о научно-исследовательской работе, фаунистические резюме и иллюстрированные определительные ключи.

Для палеолиминалогических исследований наибольшую ценность представляют семейства *Chydoridae* (богатая видами группа бентосных Cladocera, преимущественно обитающих на дне или на макрофитах) и *Bosminidae* (планктонная группа), у которых хорошо сохраняются все скелетные компоненты [10]. Остатки их обычно сохраняются в большом количестве и, как правило, отражают количественные соотношения и продукцию отдельных видов в реальном зоопланктонном сообществе с некоторыми оговорками. Из 9-ти ныне существующих семейств Cladocera [2] представители не всех семейств сохраняются одинаково хорошо. К примеру, планктонные *Daphniidae* – ключевой компонент водной экосистемы, сохраняются не в полной мере, так как их

экзоскелет слишком хрупкий, чтобы противостоять процессу разложения под воздействием микроорганизмов и грибов. В донных отложениях фоссилизированные остатки *Cladocera* представлены частями панциря, хвостовыми иглами, постабдоменальными коготками, мандибулами и эфипсиями.

Кладоцеры населяют различные биотопы в озерах, преимущественно встречаясь на границе между пелагической и прибрежной зонами, среди камней, песка, растительности и на мягких грунтах в литоральной зоне. Изменение пропорций между фоссилизированными остатками планктонных и литоральных видов можно использовать как индикатор изменений соотношений между мелководной и пелагической зонами водоема. Увеличение площади литоральной зоны по отношению к пелагической будет отражаться в увеличении представленности литоральных *Cladocera*, вслед за увеличением площади предпочитаемых ими биотопов [12]. Но нужно осторожно интерпретировать соотношение представленности планктонных и литоральных видов кладоцера в донных отложениях, так как на это соотношение может влиять не только изменение площади водоема и его отдельных зон, но еще целый ряд дополнительных абиотических и биотических факторов.

Отдельные виды *Cladocera* проявляют предпочтения к определенному виду субстрата, на котором они обитают. Ветвистоусые ракообразные встречаются как в литоральной, так и в пелагической зонах водоема, в последней доминирующее положение занимают представители сем. *Daphniidae* и *Bosminidae*, тогда как на литорали доминируют представители сем. *Chydoridae* [9]. По предпочитаемым биотопам можно выделить фитофильные виды, такие как *Pleuroxus truncates*, *Syda crystallina*, пелагофильные, как *Bosmina*, бентофильные, как *Rhynchotalona*, *Monospilus*, *Chydorus gibbus* и др. [1]. Большинство видов хидорид населяют заросли, где их биомасса во много раз больше биомассы на незаросших прибрежных участках, но есть отдельные виды, предпочитающие незаросшие участки побережья (*Chydorus gibbis*, *Pleuroxus uncinatus*, *Disparalona rostrata*) [3].

Кладоцеры весьма чувствительны к изменениям трофических условий в водоеме, поэтому они используются, чтобы изучить историю эвтрофикации озера, причинами которой могут быть как естественные, так и антропогенные факторы [19]. Индикаторами олиго- и мезотрофных вод являются *Daphnia cristata*, *D. longiremus*, *Alonopsis*, *Limnospira*, *Holopedium*, *Bythotrephes* [17]. С повышением уровня трофности в водоеме отмечены не только снижение видового разнообразия, но и значительные изменения в соотношении видов ветвистоусых рачков. Уменьшение видового разнообразия касается, прежде всего, фитофильных видов семейства *Chydoridae*. С другой стороны с эвтрофикацией в биоценозах появляются или значительно увеличивают свою численность такие виды, как *Daphnia galeata*, *D. cucullata*, *Ceriodaphnia reticulata*, *Leptodora*, *Chydorus gibbus*, *Leydigia* [1].

В ряде палеолимнологических исследований отмечались изменения в составе сообществ кладоцера вслед за изменениями величины pH в водоеме. Изменение кислотно-щелочной реакции воды в сторону повышения кислотности в водоеме сопровождается изменениями структурно-функциональных взаимодействий в планктонном сообществе, выпадением из состава зоопланктона ацидочувствительных видов, снижением видового богатства, изменениями общих показателей биомассы и численности кладоцера. Снижение видового богатства прослежено в норвежских озерах, подверженных закислению, в которых исчезли ацидо-чувствительные планктонные организмы, такие как *Daphnia longispina*, *Bythotrephes longimanus*, *Leptodora kindtii* и *Bosmina longirostris* [12, 13].

Климатические переменные, в первую очередь температурные параметры, называется в числе наиболее значимых факторов, воздействующих на

количественные показатели — численность и биомассу зоопланктонных организмов [14], так и на состав и структуру кладоцерных сообществ зоотанатоценозов по результатам исследований в различных частях мира, включая Россию [5], финскую Лапландию [15], Канаду [16].

Несколько предыдущих исследований, так же как и наши данные подтверждают, что глубина водоема - это один из наиболее значимых абиотических факторов, влияющих на состав кладоцерных сообществ [4, 5, 7]. В частности, субфоссильные остатки кладоцер используются палеолимнологами для реконструкции изменений глубины озера [11]. Мелкие озера, как правило, меньше по размерам, однообразны по представленным биотопам и имеют более выраженную литоральную часть, по сравнению с пелагическими и профундальными частями [7]. В целом, по результатам наших исследования ряда термокарстовых озер Якутии было выявлено закономерное увеличение относительной численности литоральных видов в мелководных озерах, в то время как относительная численность пелагических возрасала с глубиной водоемов [5].

Целый ряд исследований свидетельствует о четкой корреляции между основными гидрохимическими показателями (ионный состав, рН, удельная электропроводность) и видовым составом Cladocera. Как правило, следует ожидать снижения разнообразия фауны при быстро меняющихся значениях этих параметров [12].

Таким образом, приведенные выше примеры демонстрируют ценность сообществ Cladocera зоотанатоценозов как индикаторов воздействия различных абиотических и биотических факторов окружающей среды, влияющих на состояние озера, таких как климатические вариации, изменения трофического статуса, уровня режима, ионного состава воды и др. Исследования сообществ ракообразных на основе фоссилизированных остатков донных отложений озер позволяют расширить область применения этой группы организмов в качестве биоиндикаторов, в частности для палеолимонологических и палеоэкологических реконструкций, для сравнения региональной лимнологии, с целью более полного освещения теоретических аспектов экологии сообществ и в биогеографии [4, 18].

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мануйлова Е.Ф. (1964). Ветвистоусые рачки (Cladocera) фауны СССР. М.-Л.: Изд-во Наука. 328 с.
2. Смирнов Н.Н., Коровчинский Н.М., Котов А.А. и др. (2007). Систематика Cladocera: современное состояние и перспективы развития // Ветвистоусые ракообразные: систематика и биология: матер. Всеросс. школы-конф., ИББВ им. И.Д. Папанина. Нижний Новгород: Вектор ТиС. С. 5-73.
3. Смирнов Н.Н. (1971). Chydoridae фауны мира. Фауна СССР. Ракообразные. Л.: Наука. Т.1. Вып. 2. 531 с.
4. Фролова Л.А. (2011). Ветвистоусые ракообразные (Cladocera LATREILLE, 1829, Branchiopoda, Crustacea) в палеоэкологических исследованиях // Методические подходы к использованию биологических индикаторов в палеоэкологии. Казань: Казан. ун-т. С. 52-87.
5. Фролова Л.А. (2009). Сообщества ветвистоусых ракообразных как биоиндикаторы в палеоклиматических исследованиях арктических озер // Современные проблемы эволюции. Ульяновск: УлГПУ. С. 416-426.
6. Frey D.G. (1958). The late-glacial cladoceran fauna of a small lake // Arch. Hydrobiol. V. 54. P. 209-275.
7. Frey D.G. (1988). Littoral and offshore communities of diatoms, cladocerans and dipterous larvae, and their interpretation in paleolimnology // J. Paleolimnol. V. 1. P. 179-191.
8. Frey D.G. (1986). Cladocera analysis / Handbook of holocene palaeoecology and palaeohydrology. Great Britain: Wiley & sons. P. 667-701.
9. Hann B.J. Cladocera. Methods in Quaternary Ecology // Geosci. Canada. 1989. V. 16 P. 17-26.
10. Hofmann W. (1987). Cladocera in space and time: analysis of lake sediments // Hydrobiologia. V.

145. P. 315-321.

11. Korhola A., Tikkanen M., Weckström J. (2005). Quantification of Holocene lake-level changes in Finnish Lapland using a cladocera-lake depth transfer function // *J. Paleolimnol.* V. 34 P. 175-190.

12. Korhola A., Rautio M. (2001). Cladocera and other branchiopod crustaceans / Tracking environmental change using lake sediments. Vol. 4. Zoological indicators. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers. P. 125-165.

13. Nilssen J.P., Sandoy S. (1990). Recent lake acidification and cladoceran dynamics: surface sediment and core analyses from lakes in Norway, Scotland and Sweden / *Palaeolimnology and lake acidification*. London: The Royal Society. P. 73-83.

14. Rautio M. (2001). Zooplankton assemblages related to environmental characteristics in treeline ponds in Finnish Lapland // *Arctic, Antarctic and Alpine Research*. V. 33. P. 289-298.

15. Sarmaja-Korjonen K., Nyman M., Kultti S., et al. (2006). Palaeolimnological development of Lake Njargajavri, northern Finnish Lapland, in a changing Holocene climate and environment // *J. Paleolimnol.* V. 35. P. 65-81.

16. Sweetman J. N., Røhland K. M., Smol J.P. (2010). Environmental and spatial factors influencing the distribution of cladocerans in lakes across the central Canadian Arctic treeline region // *J. Limnol.* V. 69. P. 1-12.

17. Szeroczyńska K. (2002). Human impact on lakes recorded in the remains of Cladocera (Crustacea) // *Quaternary International*. V. 95/96. P. 165-174.

18. Wetterich S., Schirrmeyer L., Meyer H., et al. (2008). Arctic freshwater ostracods from modern periglacial environment in the Lena River Delta (Siberian Arctic, Russia): geochemical applications for palaeoenvironmental reconstructions // *J. Paleolimnol.* V. 39. P. 427-449.

19. Whiteside M. C. (1970). Danish chydorid Cladocera: modern ecology and core studies // *Ecological Monographs*. V. 40. P. 79-118.