

The Schmeilsche lobus in Diaptomidae (Crustacea: Calanoida): comparative morphology and diagnostic potential

Short communication

LIMNOLOGY
FRESHWATER
BIOLOGYPodshivalina V.N.^{1,2,*}, Sheveleva N.G.³¹ Chuvash State University, Cheboksary, Moskovsky av., 15, 428015, Russia² Prisursky State Nature Reserve, Cheboksary, Lesnoy settle., 9, 428034, Russia³ Limnological Institute SB of Russian Academy of Sciences, Irkutsk, Ulan-Batorskaya, 3, 664003, Russia

ABSTRACT. The Schmeil's (Schmeilsche lobus) organ is a specific cuticular outgrowth on the dorsal surface of the second pair of swimming legs. Using a scanning electron microscope, its shape was studied and described in 40 representatives of the Diaptomidae family. The Schmeil's organ has a characteristic shape, similar in females and males of the same species, resembling a triangle or a fold. A triangle, unlike a fold, has a more elongated shape tapering to the top, it can be with a sharp, rounded or curved angle. The Schmeil's organ may look like a longitudinal or transverse fold, more or less deep. The presence of a Schmeilsche lobus was first established in a representative of the Paradiaptominae subfamily *Metadiaptomus asiaticus* (Uljanin, 1875), as well as in 10 species of Diaptominae. The species differentiation based on the Schmeil's organ structure is useful at the case of the great similarity of the key diagnostic structures, for example, it is differ between the genera *Leptodiaptomus* and *Acanthodiaptomus*, which have the similar morphology of the fifth pair of legs in females, as well as in subgenera within the genus *Arctodiaptomus* and species of the genus *Eudiaptomus*, with great similarity in males's fifth pair of legs structure. The considered examples confirm that the presence and shape of the Schmeil's organ can be used as an additional diagnostic feature.

Keywords: zooplankton, Diaptomidae, comparative morphology, Schmeilsche lobus (Schmeil's organ)

For citation: Podshivalina V.N., Sheveleva N.G. The Schmeilsche lobus in Diaptomidae (Crustacea: Calanoida): comparative morphology and diagnostic potential // Limnology and Freshwater Biology. 2025. - № 4. - P. 458–467. DOI: 10.31951/2658-3518-2025-A-4-458

1. Introduction

Closely related species are often poorly distinguishable, and therefore new differential diagnostic features are constantly being search. In crustaceans, as well as other invertebrates, there are organs and structures with unclear functions, however, having differences in structure that are of interest as a potential for diagnostic keys. Thus, in some representatives of the subfamily Diaptominae, on the second pair of swimming legs in both females and males, the second segment of the endopodite has the so-called Schmeil's organ (Schmeilsche lobus), a cuticular outgrowth on the dorsal surface (Schmeil, 1896). The aim of the work was to study the Schmeil's organ morphology in different representatives of the Diaptomidae family and to consider some of its characteristics as diagnostic features for the species identification.

2. Material and methods

40 species from the genera *Diaptomus*, *Eudiaptomus*, *Acanthodiaptomus*, *Hesperodiaptomus*, *Nordodiaptomus*, *Neurodiaptomus*, *Arctodiaptomus*, *Hemiodiaptomus*, *Leptodiaptomus*, *Mixodiaptomus* and *Metadiaptomus* recorded in the Palearctic were studied using a Philips 525 M scanning electron microscope (SEM). For a study under the SEM, specimens were transferred to pure methanol for an hour and then to hexamethyl disilazane for a day, and then were air-dried. To study the morphology of Schmeil's organ, sexually mature females and males were selected, and the second pair of swimming legs was separated.

3. Results and discussion

The Schmeil's organ was found in 28 species only (Fig. 1, 2, 3). For *Eudiaptomus graciloides*

*Corresponding author.

E-mail address: verde@mail.ru (V.N. Podshivalina)

Received: July 16, 2025; **Accepted:** August 10, 2025;

Available online: August 31, 2025

© Author(s) 2025. This work is distributed under the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.



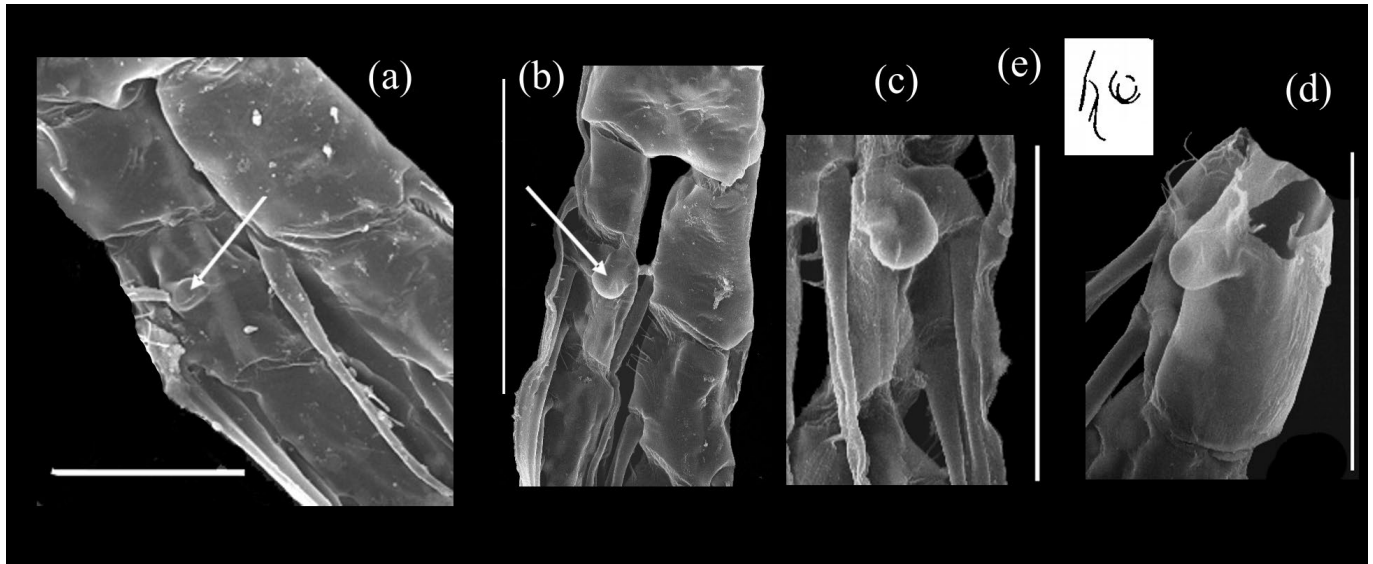


Fig.1. The Schmeil's organ (Schmeilsche lobus) morphology on the dorsal surface of the second pair of swimming legs of *Metadiaptomus asiaticus*: a – female; b, c, d – male (own images); and *M. chevreuxi*: e – female (by Kiefer, 1978).

Lilljeborg, 1888, *Hemidiaptomus ignatovi* Sars, 1903, *A. paulseni* (Sars, 1903), *A. kamtschaticus* (Borutsky, 1953), *Mixodiaptomus kozhovi* Stepanova, 1983, *N. incongruens* (Poppe, 1888), *L. angustilobus* (Sars, 1898), *L. siciloides* (Lilljeborg in Guerne & Richard, 1889), and *Hesperodiaptomus eiseni* (Lilljeborg in Guerne & Richard, 1889), it had not previously been described (for example, according to Borutsky et al., 1991; Kiefer, 1978; Ranga Reddy, 1994). In addition to the listed species from the Diaptominae subfamily, Schmeil's organ was also found in *Metadiaptomus asiaticus* (Uljanin, 1875), a representative of the Paradiaptominae subfamily. It was mentioned earlier that the presence of Schmeil's organ is inherent in species of the subfamily Diaptominae (Borutsky et al., 1991), while it was also described for congeners *M. chevreuxi* (Guerne et Richard, 1894) (Kiefer, 1978).

Although the shape of the Schmeil's organ may vary in individuals of the same species (Schmeil, 1896), morphological studies demonstrate that it has a characteristic general outline of the species, resembling a triangle or a fold. A triangle, unlike a fold, has a more elongated shape tapering to the top. In most cases, the length of such triangular outgrowth exceeds or is equal to the width of its base. Less often, a triangle with a wide base exceeding the height is observed. The triangle may have an acute angle (for example, in *Acanthodiaptomus denticornis* (Wierzejskii, 1887), *A. (A.) similis* (Baird, 1859), *Arctodiaptomus (Rhabdodiaptomus) bacillifer*, *A. (Rh.) niethammeri* (Mann, 1940), *A. (Rh.) acutilobatus*, *Mixodiaptomus incrassatus* (Sars, 1903), *M. kozhovi*) (Fig. 2g, j, p, q, n, w, x), be with a rounded angle (for example, in *E. gracilis*, *Acanthodiaptomus pacificus* (Burckhardt, 1913), *Arctodiaptomus (A.) wierzejskii* (Richard, 1888), *A. (Rh.) dahuricus*, *A. (Rh.) salinus* (Daday, 1885), *A. (Haplodiaptomus) kamtschaticus*) (Fig. 2e, i, m, r, t, v.), with a curved one (for example, in *Arctodiaptomus (A.) byzanthinus* Mann, 1940 (Fig. 2k)), or may vary (for example, in *A. (Rh.) ulomskyi* (Fig. 2s', s'')).

The Schmeil's organ may look like a longitu-

nal or transverse fold, more or less deep. A fold refers to a rounded structure without pronounced narrowing, the size of the base of which exceeds the length of the outgrowth. Shallow, barely noticeable folds (the base width is more than twice the outgrowth length) are relatively rare. For example, a shallow longitudinal fold was found in *Hemidiaptomus ignatovi* (Fig. 2a), and a transverse fold was found in *Leptodiaptomus angustilobus* (Sars, 1898), *Hesperodiaptomus eiseni* (Fig. 3b, c). A transverse, deeper (the base width is less than twice the outgrowth length) fold of an almost semicircular shape was found in *Metadiaptomus asiaticus*, *E. graciloides*, *E. vulgaris* (Schmeil, 1898), *A. (Stenodiaptomus) paulseni*, *L. siciloides* (Lilljeborg in Guerne & Richard, 1889), and *N. incongruens* (Fig. 1a, 2c, f, u, 3a, e).

The shape of the Schmeil's organ can vary slightly among individuals of the same species, generally having features common to the species (for example, Fig. 2g). It makes possible to distinguish species and, in some cases, genera from each other. Thus, to differentiate females of *Leptodiaptomus* and *Acanthodiaptomus* genera, both with lacking pronounced third exopod on the fifth pair of legs, the Schmeil's organ shape can be used. In *Leptodiaptomus* females it looks like a rounded fold with a wide base (Fig. 3b, f), in *Acanthodiaptomus* females it is somewhat narrowed and more like a triangle (Fig. 2g, h, i).

Within the same genus, the general outlines of the Schmeil's organ may differ significantly. The genus *Arctodiaptomus* includes five subgenera. In the widely distributed subgenera *Arctodiaptomus* and *Rhabdodiaptomus* (Palearctic and Holarctic, respectively (Borutsky et al., 1991)), this structure resembles a triangle (Fig. 2j–t); in the representative of the Central Asian highland subgenus *Stenodiaptomus* (Borutsky et al., 1991), *A. paulseni*, it has a deep transverse fold (Fig. 2u). The morphology of the fifth pair of swimming legs in the *Eudiaptomus* species is very similar, and identification by the details of its structure is difficult. Differences in the shape of Schmeil's organ between *E. transylvanicus* and *E. vulgaris*, as well as between *E.*

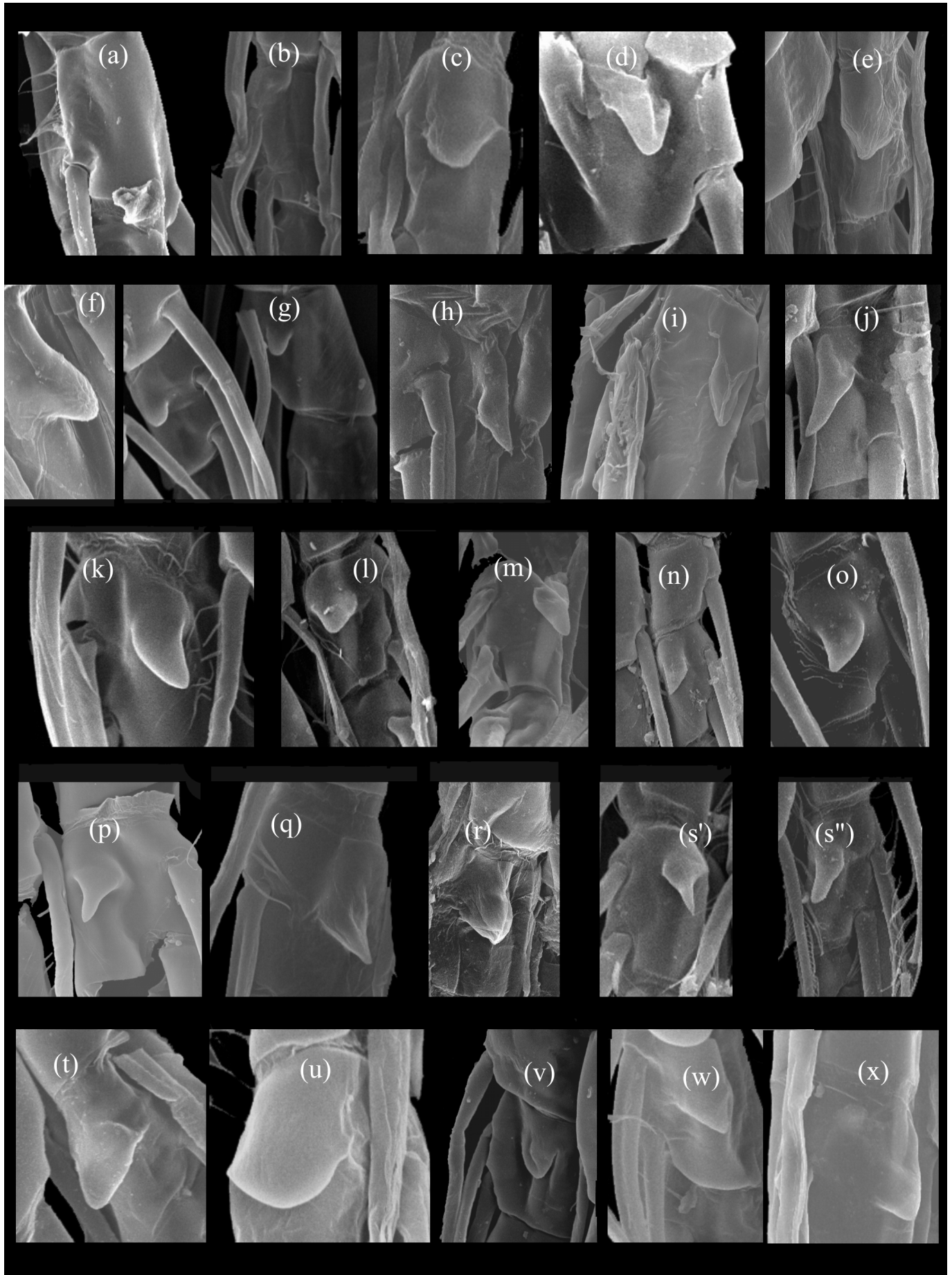


Fig.2. The Schmeil's organ (Schmeilsche lobus) morphology on the dorsal surface of the second pair of swimming legs: a – *Hemidiaptomus ignatovi*; b – *Gigantodiaptomus amblyodon*; c – *Eudiaptomus vulgaris*; d – *E. transylvanicus*; e – *E. gracilis*; f – *E. graciloides*; g – *Acanthodiaptomus denticornis*, Schmeil's organ variety; h – *A. tibetanus*; i – *A. pacificus*; j – *Arctodiaptomus (A.) similis*; k – *A. (A.) byzanthinus*; l – *A. (A.) dentifer*; m – *A. (A.) wierzejskii*; n – *A. (Rhabdodiaptomus) acutilobatus*; o – *A. (Rh.) alpinus*; p – *A. (Rh.) bacillifer*; q – *A. (Rh.) niethammeri*; r – *A. (Rh.) dahuricus*; s', s'' – *A. (Rh.) ulomskyi*, Schmeil's organ variety; t – *A. (Rh.) salinus*; u – *A. (Stenodiaptomus) paulseni*; v – *A. (Haplodiaptomus) kamtschaticus*; w – *Mixodiaptomus incrassatus*; x – *M. kozhovi*.

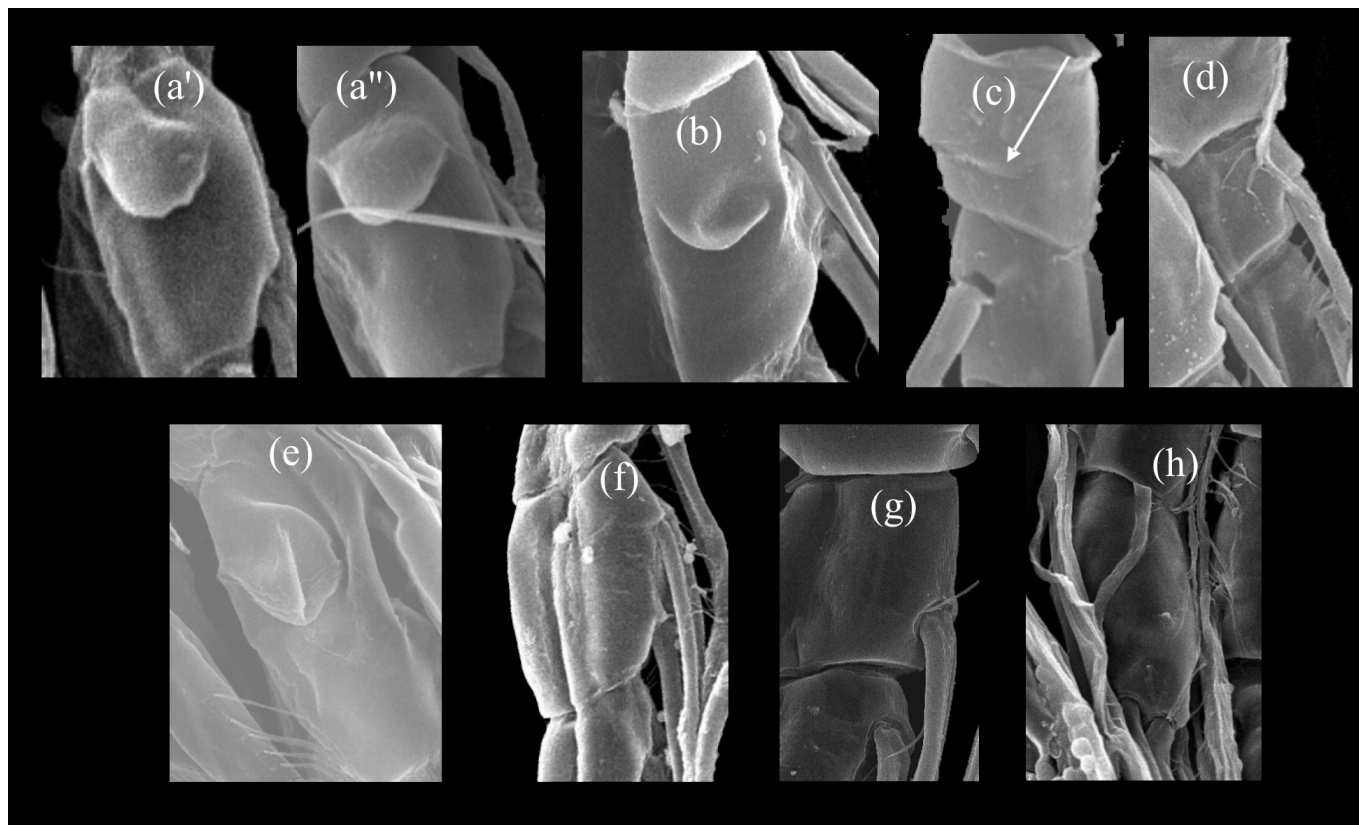


Fig.3. The Schmeil's organ (Schmeilsche lobus) morphology on the dorsal surface of the second pair of swimming legs: a', a'' – *Leptodiaptomus siciloides*, female (') and male (''); b – *L. angustilobus*; c – *Hesperodiaptomus eiseni*; d – *H. arcticus*; e – *Neutrodiaptomus incongruens*; f – *Nordodiaptomus alaskaensis*; g – *Diaptomus (Chaetodiaptomus) glacialis*; h – *Sinodiaptomus sarsi*.

gracilis and *E. graciloides* can be supplied to make the identification more accurate, since Schmeil's organ in *E. transylvanicus* looks like an elongated triangle with a rounded corner (Fig. 2d), unlike the shallow fold in *E. vulgaris* (Fig. 2c), and in *E. graciloides* (Fig. 2f) it has the shape of a transverse fold, a relatively rare pattern.

In addition, the fact of presence or absence of this formation is a characteristic feature of the species and subspecies. Thus, for the genus *Hemidiaptomus*, the absence of Schmeil's organ was pointed for all species (Borutsky et al., 1991). According to our observations, this structure is present in *H. ignatovi* Sars G.O., 1903, in the form of a small fold (Fig. 2a), and is indeed absent in *H. (Gigantodiaptomus) amblyodon* (Marenzeller, 1873) (Fig. 2b) and *H. hungaricus* (Kiefer, 1932). Moreover, according to last revision (Stepanova, 2005), the latter two species are separated into a genus (formerly a subgenus) *Gigantodiaptomus* Kiefer, 1932, and their unifying feature (the absence of Schmeil's organ) confirms the validity of such separation. It is possible that the presence of Schmeil's organ is characteristic of *Hemidiaptomus* species and is not inherent in species of the genus *Gigantodiaptomus*. We also have got the confirmation of the Schmeil's organ lacking in the subgenus *Chaetodiaptomus* on the example of *D. (Ch.) zografti* (Podshivalina and Sheveleva, 2023) and *D. (Ch.) glacialis* (Fig. 3g) (in compare with the subgenus *Diaptomus*), as well as in the genus *Nordodiaptomus* (Fig. 3f) and *Sinodiaptomus* (Fig. 3h).

It was believed that representatives of the genus *Hesperodiaptomus* are characterized by the absence of

Schmeil's organ (Wilson, 1953). Describing the new species *H. californiensis*, Scanlin and Reid (1996) noticed the presence of this structure in the form of a transverse fold, similar to a crest. So, the Schmeil's organ was indicated for the first time for the genus (Scanlin and Reid, 1996). Due to our investigations, Schmeil's organ of a similar shape was also found in *H. eiseni* (Fig. 3c) and is really lacking in *H. arcticus* (March, 1920) (Fig. 3d). However, *H. eiseni* and *H. californiensis* are not closely related. Thus, *H. californiensis* is morphologically most similar to *H. kiseri* (Kincaid, 1953), *H. schefferi* Wilson M.S., 1953 and *H. victoriaensis* (Reed, 1958) (Reid and Williamson, 2010), although it is widespread in the North America much further south (Scanlin and Reid, 1996), in latitudes similar to *H. eiseni*.

Due to the fact that in the species descriptions (for example, Borutsky et al., 1991; Kiefer, 1978), Schmeil's organ was mentioned when describing females, it was believed that its presence is characteristic only for them. However, according to our data, both sexes have it. The similarity of this structure in males and females of the same species is high in most cases. This can be seen by the example of *L. siciloides* (Fig. 3a',a'') and *M. asiaticus* (Fig. 1a–d). In the latter species the Schmeil's organ has the same shape – a semicircle fold in both males and females, but in males this fold is slightly deeper. The presence of Schmeil's organ in males and the absence in females of the same species is apparently rare, for example, it is known for *H. californiensis* (Scanlin and Reid, 1996).

4. Conclusions

The presence and shape of the Schmeil's organ can and should be used as a diagnostic feature for the purpose of more accurately determining the species of the Diaptomidae family.

Acknowledgements

The work was made using the equipment of the Electronic Microscopy Centre of the Limnological Institute (Irkutsk).

This work was carried out as a part of State Task no. 0279-2021-0007 "Comprehensive studies of the coastal zone of Lake Baikal: long-term dynamics of communities under the influence of various environmental factors and biodiversity; causes and consequences of negative environmental processes (2021–2025)".

References

- Borutzky E.B., Stepanova L.A., Kos M.S. 1991. Opredeletel' Calanoida presnykh vod SSSR [Key to the freshwater calanoids of the USSR]. In: Opredeleteli po faune SSSR, izdavaemye Zoologicheskim institutom Akademii Nauk SSSR [Guides to the fauna of the USSR published by the Zoological Institute of the Academy of Sciences of the USSR], 157: 1–504. St. Petersburg: Nauka. (In Russian with English summary).
- Kiefer H. 1978. Das Zooplankton der Binnengewässer, 2. Freilebenden Copepoda. Die Binnengewässer. N 26 (2). Stuttgart: E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung. pp. 1–343.
- Podshivalina V.N., Sheveleva N.G. 2023. First record of *Diaptomus zografi* (Copepoda: Calanoida) from Russia in a century. *Zoosystematica Rossica* 32(2): 223–230. DOI: [10.31610/zsr/2023.32.2.223](https://doi.org/10.31610/zsr/2023.32.2.223)
- Ranga Reddy Y.R. 1994. Copepoda: Calanoida: Diaptomidae. The Hague: SPB Academic Publishing BV.
- Reid J.W., Williamson C.E. 2010. Copepoda. Ecology and Classification of North American Freshwater Invertebrates, 3rd edition. London: Academic Press, pp. 829–899. DOI: [10.1016/b978-0-12-374855-3.00021-2](https://doi.org/10.1016/b978-0-12-374855-3.00021-2)
- Scanlin M., Reid J.W. 1996. A new copepod species from California, U.S.A.: *Hesperodiaptomus californiensis* (Crustacea: Copepoda: Calanoida: Diaptomidae). *Proceedings of the biological society of Washington* 109(1): 103–111.
- Schmeil O. 1896. Copepoda. I. Gymnoplea. Das Tierreich. Crustacea. Copepoda: Berlin: Verlag von R. Friedländer und Sohn. pp. 1–169.
- Stepanova L.A. 2005. On the composition of the genus *Hemidiaptomus*: isolation of *Gigantodiaptomus* and *Occidodiaptomus* (Crustacea, Diaptomidae) as independent genera. *Zoologicheskij Zhurnal* 84(6): 754–760. (In Russian)
- Wilson M.S. 1953. New and inadequately known North American species of the genus *Diaptomus*. *Smithsonian Miscellaneous Collections* 122: 1–30.

Шмейлевский орган у Diaptomidae (Crustacea: Calanoida): сравнительная морфология и диагностический потенциал

Краткое сообщение

LIMNOLOGY
FRESHWATER
BIOLOGYПодшивалина В.Н.^{1,2,*}, Шевелева Н.Г.³¹ Государственный природный заповедник «Присурский», г. Чебоксары, пос. Лесной, 9, 428015, Россия² Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова, г. Чебоксары, Московский пр-т, 15, 428034, Россия³ Лимнологический институт СО РАН, Иркутск, ул. Улан-Баторская, 3, 664003, Россия

АННОТАЦИЯ. Шмейлевский орган – характерный кутикулярный вырост на дорзальной поверхности на второй паре плавательных конечностей. При помощи сканирующего электронного микроскопа изучена и описана его форма у 40 представителей семейства Diaptomidae. Шмейлевский орган имеет характерные для вида, сходные у самок и самцов, очертания, напоминающие треугольник или складку. Треугольник, в отличие от складки, имеет более вытянутую сужающуюся к вершине форму, может быть с острым, округлым или изогнутым углом. Шмейлевский орган может выглядеть как продольная или поперечная складка, более или менее глубокая. Впервые установлено наличие Шмейлевского органа у представителя подсемейства Paradiaptominae *Metadiaptomus asiaticus* (Uljanin, 1875), а также у 10 видов Diaptominae. Показана возможность дифференциации на основе строения Шмейлевского органа родов *Leptodiaptomus* и *Acanthodiaptomus* со сходной морфологией пятой пары ног у самок, а также подродов внутри рода *Arctodiaptomus* и видов рода *Eudiaptomus*, имеющих большое сходство в строении пятой пары ног у самцов. Рассмотренные примеры показывают, что наличие и форму шмейлевского органа можно и нужно использовать как дополнительный диагностический признак.

Ключевые слова: зоопланктон, Diaptomidae, сравнительная морфология, шмейлевский орган

Для цитирования: Подшивалина В.Н., Шевелева Н.Г. Шмейлевский орган у Diaptomidae (Crustacea: Calanoida): сравнительная морфология и диагностический потенциал // Limnology and Freshwater Biology. 2025. - № 4. - С. 458–467. DOI: 10.31951/2658-3518-2025-A-4-458

1. Введение

Часто близкородственные виды плохо различимы, в связи с чем постоянно ведется поиск новых дифференциально-диагностических признаков. У ракообразных, как и других беспозвоночных, встречаются органы и структуры, назначение которых не всегда очевидно, однако, имея отличия в строении, представляющие интерес как потенциал для диагностических целей. Так, у некоторых представителей подсемейства Diaptominae на второй паре плавательных конечностей у самок и самцов второй членик эндоподита имеет так называемый шмейлевский орган (ШО) – характерный кутикулярный вырост на дорзальной поверхности (Schmeil, 1896). Целью работы было изучить строение шмейлевского органа у разных представителей семейства Diaptomidae и рассмотреть некоторые его характеристики в качестве диагностических признаков,

которые можно использовать при определении видов.

2. Материал и методы

При помощи сканирующего электронного микроскопа (СЭМ) Philips 525 M были проведены исследования 40 видов из родов *Diaptomus*, *Eudiaptomus*, *Acanthodiaptomus*, *Hesperodiaptomus*, *Nordodiaptomus*, *Neutrodiaptomus*, *Arctodiaptomus*, *Hemiodiaptomus*, *Leptodiaptomus*, *Mixodiaptomus* и *Metadiaptomus*, отмеченных на территории Палеарктики. Рачки предварительно фиксировались в водном растворе спирта (96%) или формальдегидом (40%). Для изучения морфологии ШО выбирали половозрелых самок и самцов, отделяли вторую пару плавательных ног.

*Автор для переписки.

Адрес e-mail: verde@mail.ru (В.Н. Подшивалина)

Поступила: 16 июля 2025; Принята: 10 августа 2025;

Опубликована online: 31 августа 2025

© Автор(ы) 2025. Эта работа распространяется под международной лицензией Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0.



3. Результаты и обсуждение

Только у 28 видов обнаружено наличие ШО (Рис. 1, 2, 3). Для *Eudiaptomus graciloides* Lilljeborg, 1888, *Hemidiaptomus ignatovi* Sars, 1903, *A. paulseni* (Sars, 1903), *A. kamtschaticus* (Borutzky, 1953), *Mixodiaptomus kozhovi* Stepanova, 1983, *N. incongruens* (Poppe, 1888), *L. angustilobus* (Sars, 1898), *L. siciloides* (Lilljeborg in Guerne & Richard, 1889) и *Hesperodiaptomus eiseni* (Lilljeborg in Guerne & Richard, 1889) ШО ранее не был описан (например, Боруцкий и др., 1991; Kiefer, 1978; Ranga Reddy, 1994). Кроме перечисленных видов из подсемейства Diaptominae ШО обнаружен также у *Metadiaptomus asiaticus* (Uljanin, 1875) – представителя подсемейства Paradiaptominae. Ранее упоминалось, что наличие ШО присуще видам подсемейства Diaptominae (Боруцкий и др., 1991).

Хотя форма шмейлевского органа может варьировать у особей одного вида (Schmeil, 1896), она, как показали проведенные морфологические исследования, имеет характерные для вида общие очертания, напоминающие треугольник или складку. Треугольник, в отличие от складки, имеет более вытянутую сужающуюся к вершине форму. Длина такого треугольного выроста при этом в большинстве случаев превосходит ширину его основания или равна ей. Реже наблюдается треугольник с широким основанием, превосходящим высоту. Треугольник может быть с острым углом (например, у *Arctodiaptomus bacillifer*, *A. niethammeri* (Mann, 1940), *A. similis* (Baird, 1859), *A. acutilobatus*, *Acanthodiaptomus denticornis* (Wierzejskii, 1887), *Mixodiaptomus incrassatus* (Sars, 1903), *M. kozhovi*) (Рис. 2g, j, p, q, n, w, x), с округлым углом (например, у *Arctodiaptomus wierzejskii* (Richard, 1888), *A. salinus* (Daday, 1885), *A. kamtschaticus*, *A. dahuricus*, *E. gracilis*, *Acanthodiaptomus pacificus* (Burckhardt, 1913)) (Рис. 2e, i, m, r, t, v,) или с изогнутым (например, у *A. byzanthinus* Mann, 1940, *A. similis* (Рис. 2k)) или может варьировать (например, у *A. (Rh.) ulomskyi* (Fig. 2s', s'').

Шмейлевский орган может выглядеть как продольная или поперечная складка, более или менее глубокая. Под складкой подразумевается структура округлой формы, без выраженного сужения, размер основания которой превосходит длину выроста. Неглубокие, едва заметные складки (размер основания которых превосходит длину выроста более чем в два раза) встречаются относительно редко. Так, неглубокая продольная складка отмечена у *Hemidiaptomus ignatovi* (Рис. 2a), поперечная – у *Leptodiaptomus angustilobus* (Sars, 1898), *Hesperodiaptomus eiseni* (Рис. 3b, c). Поперечная более глубокая (размер основания которой превосходит длину выроста менее чем в два раза) складка почти полукруглой формы выявлена у *A. paulseni*, *N. incongruens*, *E. graciloides*, *E. vulgaris* (Schmeil, 1898), *L. siciloides* (Lilljeborg in Guerne & Richard, 1889) (Рис. 1a, 2c, f, u, 3a, e).

В ряде случаев форма ШО слегка варьирует у особей одного вида, в целом, имея общие для вида черты (например, Рис. 1o). Это позволяет отличать виды, а в ряде случаев и роды между собой. Так, для дифференциации двух родов – *Leptodiaptomus* и *Acanthodiaptomus*, – на пятой паре ног самок которых отсутствует выраженный третий членик экзоподита, можно использовать форму ШО, поскольку у видов р. *Leptodiaptomus* она имеет вид округлой складки с широким основанием (Рис. 1t, s), у видов *Acanthodiaptomus* несколько зауженная и более похожа на треугольник (Рис. 1t, s).

Внутри одного рода общие очертания ШО могут существенно отличаться. У имеющих широкое распространение (палеарктическое и голарктическое, соответственно (Боруцкий и др., 1991)) подродов *Arctodiaptomus* и *Rhabdodiaptomus* эта структура напоминает треугольник (Рис. 2j–t), у представителя центральноазиатского высокогорного подрода *Stenodiaptomus* (Боруцкий и др., 1991) *A. paulseni* – глубокую поперечную складку (Рис. 2u). Морфология пятой пары конечностей у представителей рода *Eudiaptomus* весьма сходна, идентификация по деталям ее строения сложна. Отличия

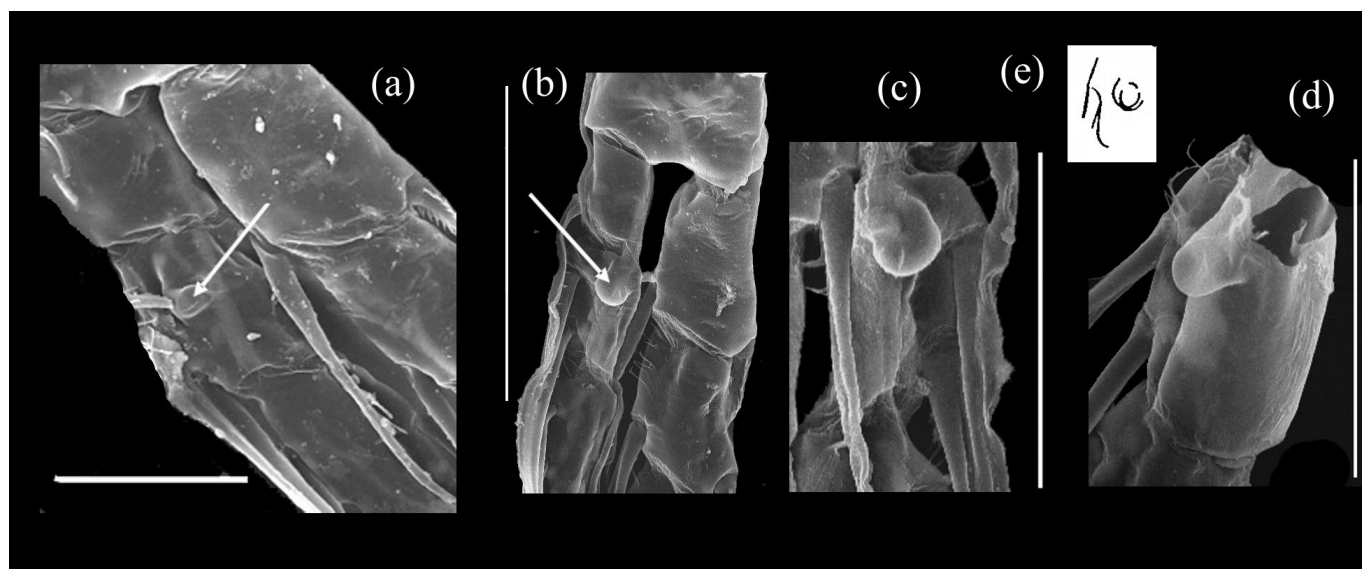


Рис.1. Общий вид шмейлевского органа на втором членике эндоподита у *Metadiaptomus asiaticus*: a – female; b, c, d – male (own images); and *M. chevreuxi*: e – female (by Kiefer, 1978).

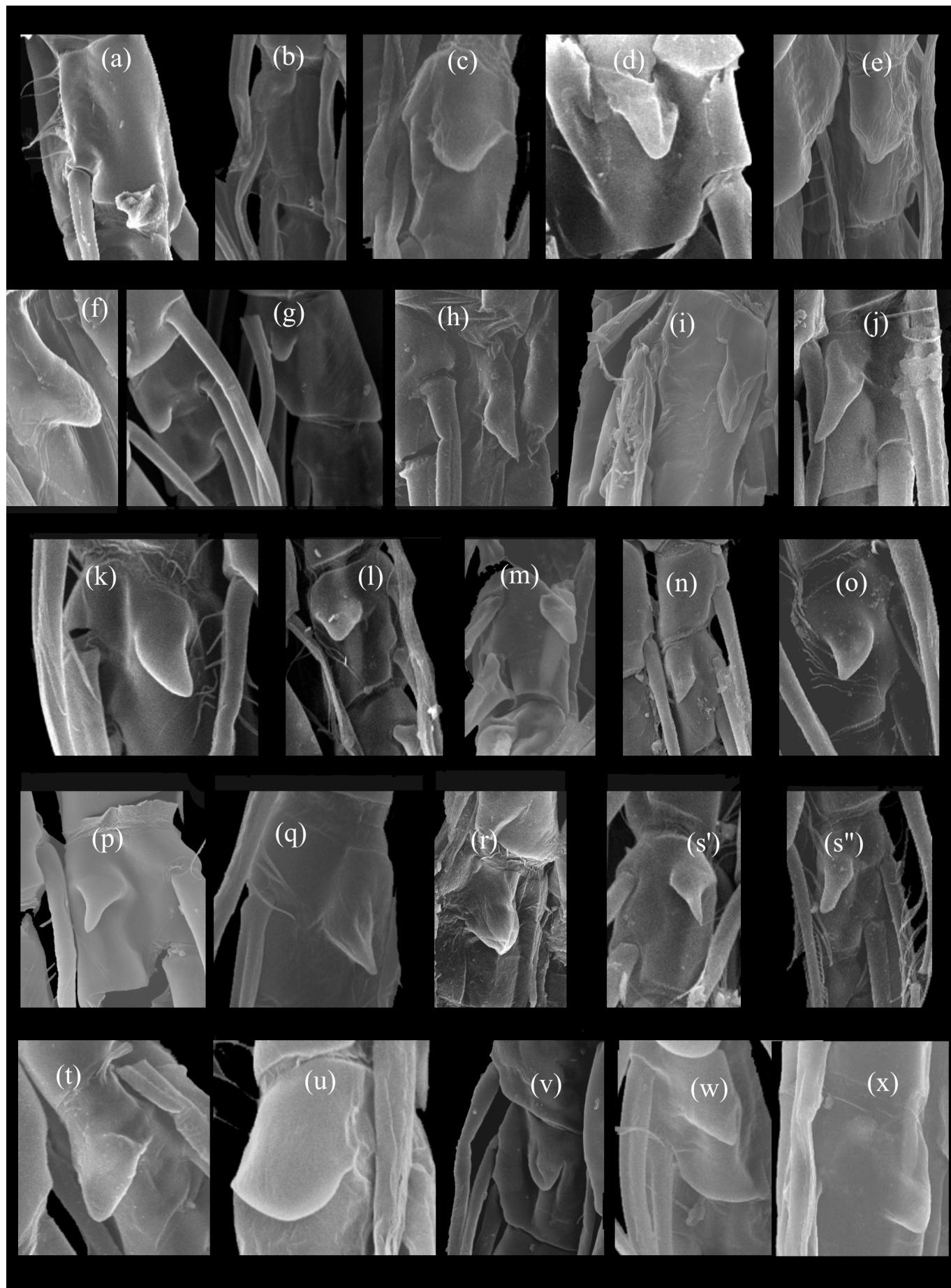


Рис.2. Общий вид шмейлевского органа на втором членике эндоподита у диаптомид: а – *Hemidiaptomus ignatovi*; б – *Gigantodiaptomus amblyodon*; в – *Eudiaptomus vulgaris*; д – *E. transylvanicus*; е – *E. gracilis*; ф – *E. graciloides*; г – *Acanthodiaptomus denticornis*, Schmeil's organ variety; h – *A. tibetanus*; и – *A. pacificus*; j – *Arctodiaptomus (A.) similis*; k – *A. (A.) byzanthinus*; l – *A. (A.) dentifer*; m – *A. (A.) wierzejskii*; n – *A. (Rh.) acutilobatus*; o – *A. (Rh.) alpinus*; p – *A. (Rh.) bacillifer*; q – *A. (Rh.) niethammeri*; r – *A. (Rh.) dahuricus*; s', s'' – *A. (Rh.) ulomskyi*, Schmeil's organ variety; t – *A. (Rh.) salinus*; u – *A. (Stenodiaptomus) paulseni*; v – *A. (Haplodiaptomus) kamtschaticus*; w – *Mixodiaptomus incrassatus*; x – *M. kozhovi*.

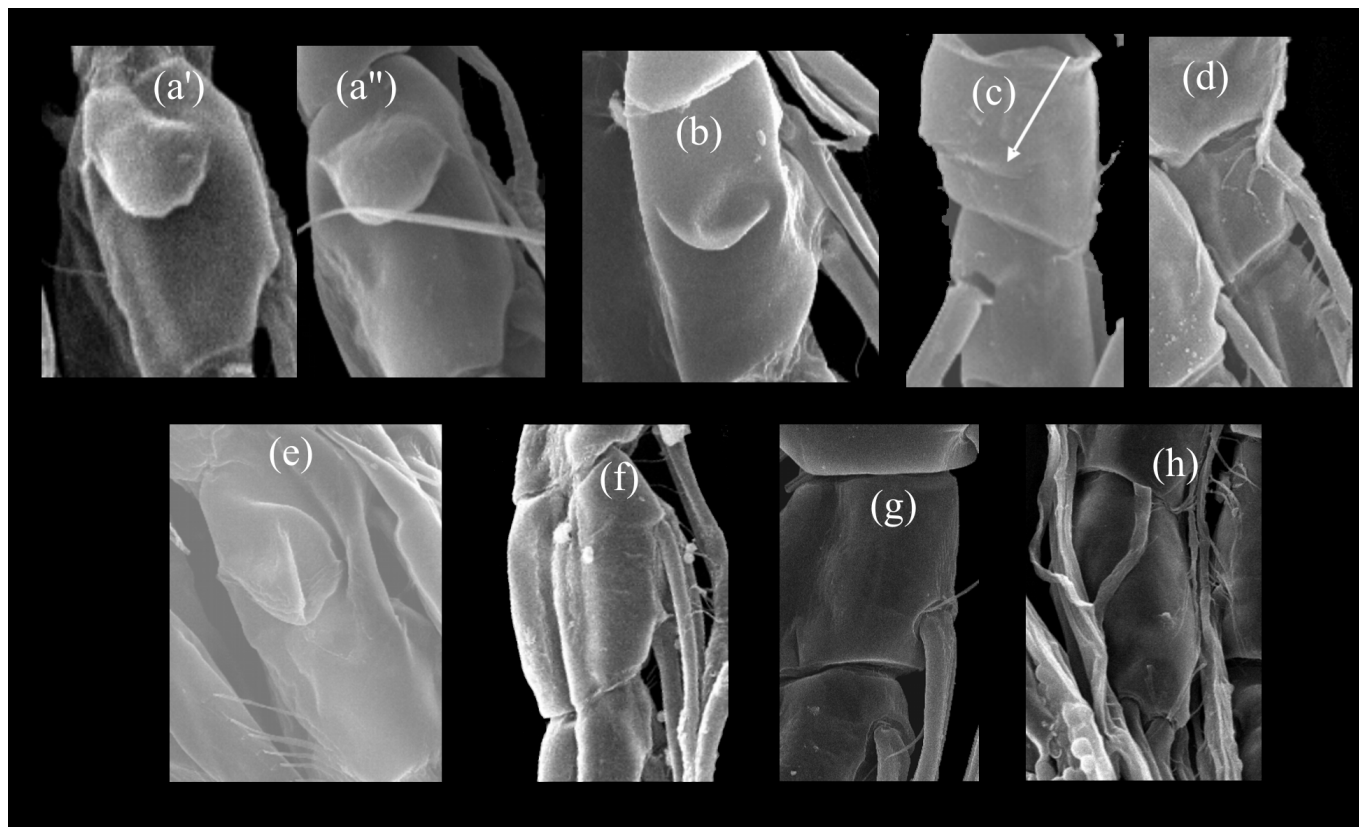


Рис.3. Общий вид шмейлевского органа на втором членике эндоподита у диаптомид: а', а'' – *Leptodiaptomus siciloides*, female (') and male (''); b – *L. angustilobus*; *Hemidiaptomus ignatovi*; c – *Hesperodiaptomus eiseni*; d – *H. arcticus*; e – *Neutrodiaptomus incongruens*; f – *Nordodiaptomus alaskaensis*; g – *Diaptomus (Chaetodiaptomus) glacialis*; h – *Sinodiaptomus sarsi*.

в форме ШО между *E. transylvanicus* и *E. vulgaris*, а также между *E. gracilis* и *E. graciloides*, возможно, позволят сделать ее более точной, поскольку ШО у *E. transylvanicus* в виде удлиненного треугольника с закругленным углом (Рис. 1j), в отличие от неглубокой складки у *E. vulgaris* (Рис. 1v), а у *E. graciloides* (Рис. 1r) принимает вид поперечной складки, что встречается относительно редко.

Кроме того, само наличие или отсутствие этого образования – характерный видовой признак. Так, для рода *Hemidiaptomus* указывалось отсутствие ШО для всех видов (Боруцкий и др., 1991). Согласно нашим наблюдениям, эта структура имеется у *H. ignatovi* Sars G.O., 1903, в виде небольшой складочки, и действительно отсутствует у *H. amblyodon* (Marenzeller, 1873) и *H. hungaricus* (Kiefer, 1932). Причем, согласно современным представлениям (Степанова, 2005), два последних вида выделены в отдельный род (ранее подрод) *Gigantodiaptomus* Kiefer, 1932 и объединяющий их признак (отсутствие ШО) является подтверждением обоснованности такого выделения. Возможно, наличие ШО характерно для видов рода *Hemidiaptomus* и не присуще видам рода *Gigantodiaptomus*. Мы также получили подтверждение отсутствия органа Шмейля у представителей подрода *Chaetodiaptomus* на примере *D. (Ch.) zografi* (Podshivalina and Sheveleva, 2023) и *D. (Ch.) glacialis* (Рис. 3g) (в сравнении с подродом *Diaptomus*), а также у представителей рода *Nordodiaptomus* (Рис. 3f) и *Sinodiaptomus* (Рис. 3h).

Считалось, что для представителей рода

Hesperodiaptomus характерно отсутствие ШО (Wilson, 1953). При описании вида *H. californiensis* Scanlin & Reid, 1996 впервые для рода указано наличие этой структуры в виде поперечной складочки, похожей на гребень (Scanlin and Reid, 1996). В ходе наших исследований ШО подобной формы также обнаружен у *H. eiseni* (Рис. 3c) и действительно отсутствует у *H. arcticus* (March, 1920) (Рис. 3d). При этом данные виды не являются близкими. Так, *H. californiensis* морфологически наиболее сходен с *H. kiseri* (Kincaid, 1953), *H. schefferi* Wilson M.S., 1953 и *H. victoriaensis* (Reed, 1958) (Reid and Williamson, 2010), хотя распространен на североамериканском континенте гораздо южнее (Scanlin and Reid, 1996), в сходных с *H. eiseni* широтах.

Благодаря тому, что при описании видов (например, у Боруцкий и др., 1991; Kiefer, 1978) ШО упоминался при описании самок, сложилось мнение, что его наличие характерно только для них. Однако, по нашим данным, ШО есть у обоих полов. Сходство этой структуры у самцов и самок одного вида в большинстве случаев высокое. В этом можно убедиться на примере *L. siciloides* (Рис. 3a', a'') и *M. asiaticus* (Рис. 1a–d). У последнего вида орган Шмейля имеет одинаковую форму – полукруглую складку как у самцов, так и у самок, но у самцов эта складка несколько глубже. Наличие ШО у самцов и отсутствие у самок одного вида встречается, по-видимому, редко, например, известно у *Hesperodiaptomus californiensis* (Scanlin and Reid, 1996).

4. Выводы

Таким образом, наличие и форму шмелейского органа можно и нужно использовать как диагностический признак для целей более точного определения видов семейства Diaptomidae.

Благодарности

Работа выполнена на базе Центра электронной микроскопии Лимнологического института СО РАН (Иркутск).

Данная работа выполнена в рамках Государственного задания № 0279-2021-0007 “Комплексные исследования прибрежной зоны озера Байкал: долгосрочная динамика сообществ под воздействием различных факторов окружающей среды и биоразнообразия; причины и последствия негативных экологических процессов (2021-2025)”.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Список литературы

Боруцкий Е.В., Степанова Л.А., Кос М.С. 1991. Определитель Calanoida пресных вод СССР. Л.: Наука, 1991. 504 с. (Определители по фауне СССР, издаваемые ЗИН АН СССР, вып. 157).

Степанова Л.А. 2005. О составе рода Hemidiaptomus: выделение Gigantodiaptomus и Occidodiaptomus (Crustacea, Diaptomidae) в качестве самостоятельных родов. Зоологический журнал. 84(6): 754–760.

Kiefer H. 1978. Das Zooplankton der Binnengewässer, 2. Freilebenden Copepoda. Die Binnengewässer. N 26 (2). Stuttgart: E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung. pp. 1–343.

Podshivalina V.N., Sheveleva N.G. 2023. First record of Diaptomus zografi (Copepoda: Calanoida) from Russia in a century. Zoosystematica Rossica 32(2): 223–230. DOI: [10.31610/zsr/2023.32.2.223](https://doi.org/10.31610/zsr/2023.32.2.223)

Ranga Reddy Y.R. 1994. Copepoda: Calanoida: Diaptomidae. The Hague: SPB Academic Publishing BV.

Reid J.W., Williamson C.E. 2010. Copepoda. Ecology and Classification of North American Freshwater Invertebrates, 3rd edition. London: Academic Press, pp. 829–899. DOI: [10.1016/b978-0-12-374855-3.00021-2](https://doi.org/10.1016/b978-0-12-374855-3.00021-2)

Scanlin M., Reid J.W. 1996. A new copepod species from California, U.S.A.: Hesperodiaptomus californiensis (Crustacea: Copepoda: Calanoida: Diaptomidae). Proceedings of the biological society of Washington 109(1): 103–111.

Schmeil O. 1896. Copepoda: I. Gymnoplea. Das Tierreich. Crustacea. Copepoda: Berlin: Verlag von R. Friedländer und Sohn, pp. 1–169.

Wilson M.S. 1953. New and inadequately known North American species of the genus Diaptomus. Smithsonian Miscellaneous Collections 122: 1–30.