

Изменчивость слепого отростка желудка у *Solariella obscura* (Vetigastropoda: Trochoidea: Solariellidae)

Е.Н. Кроль¹, И.О. Нехаев²

¹Кафедра биологии, Мурманский государственный технический университет,
Мурманск 183010, Россия
e-mail: krol.katerina@gmail.com

²Лаборатория макроэкологии и биогеографии беспозвоночных,
Санкт-Петербургский государственный университет,
С.-Петербург 199034, Россия
e-mail: inekhaev@gmail.com

Solariella obscura (Couthouy, 1838) широко распространён в умеренных и арктических водах Атлантического, Тихого и Северного Ледовитого океанов. Различные формы *S. obscura* были неоднократно описаны как самостоятельные виды или варианты, таксономический статус которых является предметом дискуссий. Ввиду того, что предыдущие попытки классификации *S. obscura sensu lato* производились исключительно на основании признаков раковины и радулы, мы попытались описать изменчивость слепого отростка (цекума) желудка у этого вида и выяснить, связана ли она с конхологическими признаками. У изученных моллюсков из моря Лаптевых, Баренцева и Карского морей, относительные размеры слепого отростка составляли от 0.25 до 0.5 оборотов. Наибольшие относительные размеры цекума наблюдались у моллюсков с наибольшей высотой раковины, тогда как связи между степенью развития слепого отростка и конхологическим вариантом не выявлено.

Ключевые слова: Vetigastropoda, Trochoidea, *Solariella obscura*, слепой отросток, изменчивость, морфология, желудок.

Variability of the spiral caecum in *Solariella obscura* (Vetigastropoda: Trochoidea: Solariellidae)

E.N. Krol¹, I.O. Nekhaev²

¹Department of Biology, Murmansk State Technical University,
Murmansk 183010, Russia
e-mail: krol.katerina@gmail.com

²Laboratory of Macroecology and Biogeography of Invertebrates,
St. Petersburg State University, St. Petersburg 199034, Russia
e-mail: inekhaev@gmail.com

Solariella obscura (Couthouy, 1838) is a widely distributed species in temperate and Arctic waters of the Atlantic, Pacific and Arctic oceans. Its many different morphological forms have been described as distinct species or varieties, with subsequent debates on their taxonomic status. As previous attempts to classify *S. obscura sensu lato* were based only on the shell and radular characters, we have tried to understand if variations in the proportions of the spiral caecum to part of the stomach correlate with conchological features. The relative size of spiral caecum in specimens sampled from the Laptev, Barents and Kara seas vary from 0.25 to 0.5 whorls. The highest relative length of the spiral caecum was observed in snails with the highest shell height, but no correlation could be found between the spiral caecum and conchological variation.

Key words: Vetigastropoda, Trochoidea, *Solariella obscura*, spiral caecum, variability, morphology, stomach.

Вид *Solariella obscura* (Couthouy, 1838) широко распространён в арктических и умеренных водах Северного полушария: от Американского побережья до Британских островов и Скандинавского полуострова в Атлантическом океане, евразийских морях Северного Ледовитого океана, в Беринговом, Охотском и Японском морях, а также у тихоокеанского побережья Северной Америки [Галкин, 1955].

Вид *S. obscura* характеризуется сильной изменчивостью скульптуры раковины: от слабых спиральных бороздок и линий роста до спиральных гребней и осевых ребер, что в совокупности с широким ареалом вида привело к тому, что различные конхологические формы *S. obscura* были не менее десятка раз описаны как самостоятельные виды или варианты [Галкин, 1955; Warén, 1993; Dornellas, Simone, 2015]. Ю.И. Галкин [1955] в морях Тихого и Северного Ледовитого океана, омывающих Евразию, по степени развития скульптуры выделил три конхологических варианта, между которыми имеются переходные формы. Предложенное деление долгое время использовалось в работах русскоязычных авторов. Скандинавские исследователи до сравнительно недавнего времени указывали в качестве самостоятельного вида *Solariella laevis* Friele, 1886, в настоящее время также считающийся синонимом *S. obscura* [Høisæter, 1986; Warén, 1993]. При этом, все попытки классификации *S. obscura sensu lato*, как ранние, так и сравнительно недавние, базировались преимущественно на анализе конхологической изменчивости, тогда как исследование признаков внутренней морфологии, за исключением радулы, не проводилось [Галкин, 1955; Warén, 1993]. Анатомия мягкого тела *S. obscura* была описана лишь единожды на небольшом материале [Dornellas, Simone, 2015].

Из морфологических признаков в систематике Trochoidea традиционно применяются только особенности строения раковины и радулы [Галкин, 1955; Nickman, McLean, 1990; Williams, 2012]. Особенности мягкого тела для классификации Trochoidea используются редко, при этом наибольшее значение имеет строение желудка [Dornellas, Simone, 2013]. Желудок Trochoidea мешковидной формы [Галкин, 1955], по бокам у него находятся углубления; сверху и снизу от правого углубления имеются два выступа – карманы желудка [Богданов, Клевцова, 1993]. В дистальной части желудка находится слепой отросток (спиральный цекум). Ранее было показано, что у *S. obscura* слепой отросток состоит примерно из 0.5 оборота и незначительно изогнут [Dornellas, Simone, 2015].

В настоящей работе мы попытались описать изменчивость формы слепого отростка желудка у арктических *S. obscura* и выяснить, связана ли она с конхологическими признаками.

Материал и методы

Материалом послужили сборы *S. obscura*, полученные в ходе в рейсов НИС «Борис Петров» в 2000 г.; НИС «Буйницкий» – 2010 г.; ГС «Гидролог» – 2007 г.; НИС «Дальние Зеленцы» – 1985, 2008, 2009, 2012, 2014 гг. Материал был собран

Изменчивость слепого отростка желудка у *Solariella obscura*

при помощи тралов или дночерпателя Ван-Вина площадью охвата 0.1 м². Пробы были первично зафиксированы 4% раствором формалина и в последующем переведены в 75% этанол. Было просмотрено 13 проб из моря Лаптевых, Карского и Баренцева морей. Всего было вскрыто 24 экземпляра. Сведения о просмотренном материале приведены в таблице.

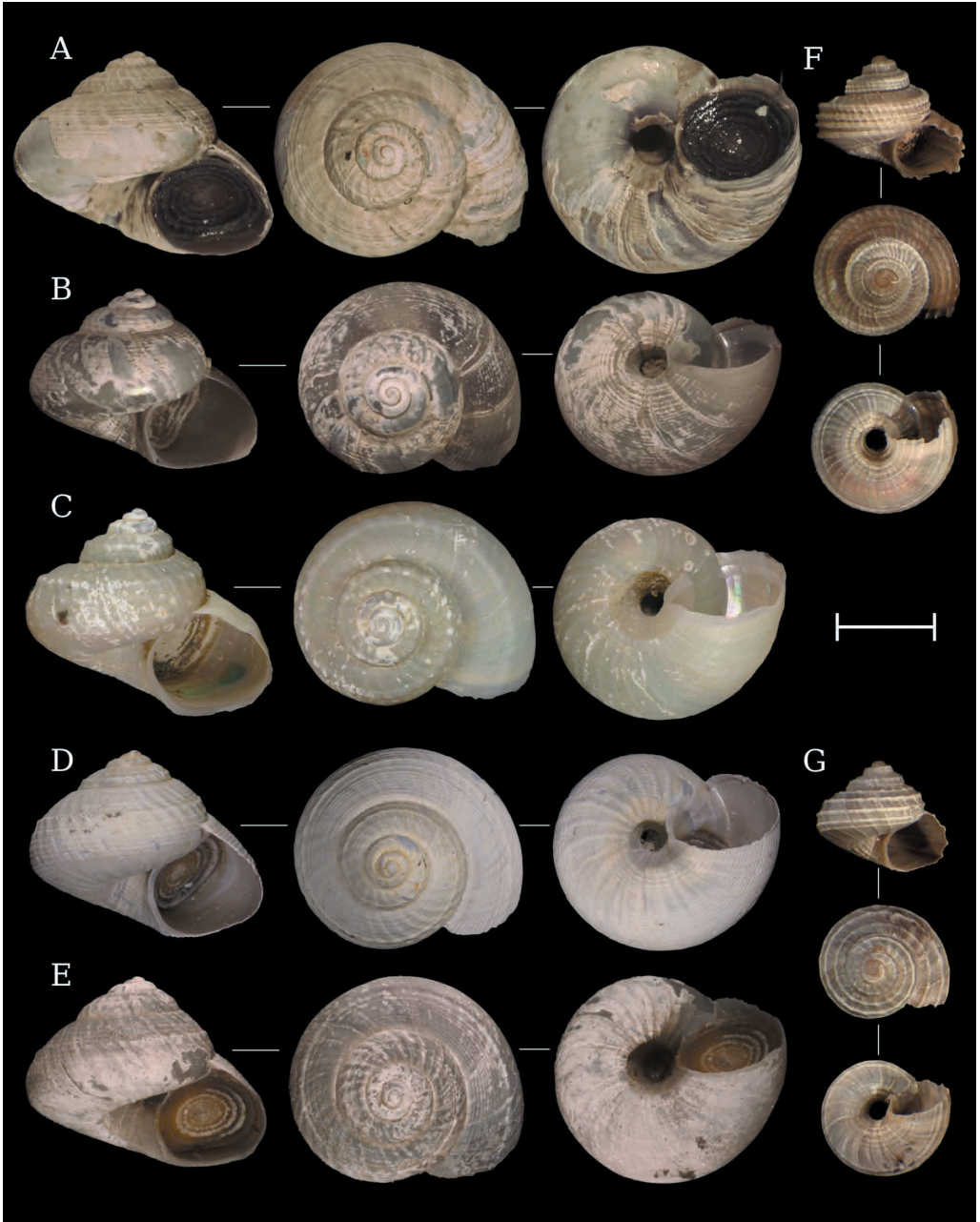
Сведения о просмотренных экземплярах *Solariella obscura* (Couthouy, 1838)
Information on studied specimens of *Solariella obscura* (Couthouy, 1838)

| Вариетет | Район сбора | Широта, N | Долгота, E | Глубина, м | Дата сбора | SH | SC |
|-------------------|----------------|------------|------------|------------|------------|----------|--------|
| «Var. intermedia» | Карское море | 71°41.481' | 89°29.291' | 24 | 13.09.2000 | 7.2 | 1 |
| | | | | | | 6.4 | 1 |
| | | | | | | 4.5 | 1 |
| «Var. intermedia» | Карское море | 74°03.6' | 70°31.9' | 14.5 | 18.09.2012 | 7.5 | 2 |
| | | | | | | 6.7 | 2 |
| | | | | | | 5.2 | 1 |
| «Var. intermedia» | Югорский Шар | – | – | 13.5 | 07.10.1985 | 6.5 | 2 |
| «Var. intermedia» | Печорское море | 62°15.613' | 57°22.758' | 17.5 | 15.11.2010 | 5 5.7 | 1 1 |
| «Var. intermedia» | Белое море | – | – | – | 29.07.2008 | 5.3 | 2 |
| «Var. intermedia» | Море Лаптевых | 74°34.9' | 115°43.4' | 15 | 04.10.2014 | 5.6 | 1 |
| Типичная форма | Море Лаптевых | 75°10.2' | 115°41.8' | 21 | 05.10.2014 | 9.2 | 2 |
| | | | | | | 8 | 3 |
| | | | | | | 6.9 | 3 |
| | | | | | | 6.6 | 2 |
| | | | | | | 6.4 | 3 |
| 6.4 | 3 | | | | | | |
| Типичная форма | Печорское море | 69°33.596' | 56°31.306' | 29 | 15.11.2010 | 5.5 | 2 |
| «Var. intermedia» | Баренцево море | 68°26.05' | 38°13.39' | 25 | 27.07.2008 | 5.7 | 1 |
| | | | | | | 7.7 | 1 |
| | | | | | | 3.2 | 1 |
| «Var. bella» | Г. Ярнышная | 69°08.71' | 36°00.44' | 67 | 02.06.2009 | 5.2 | 1 |
| «Var. bella» | Баренцево море | 68°31.85' | 38°44.73' | 100 | 30.07.2008 | 3.5 | 1 |
| «Var. bella» | Баренцево море | 71°01.883' | 37°20.345' | 202 | 07.08.2007 | 4 | 1 |

Примечание. SH – высота раковины, мм; SC – тип строения слепого отростка, «–» данные отсутствуют.

Note. SH – shell height, mm; SC – type of spiral caecum, «–» – no data.

Измерение раковин проводилось с помощью стереомикроскопа МБС-10, изучение строения мягкого тела – под стереомикроскопом Motic K400 с рисовальным аппаратом.



На основании диагнозов Ю.И. Галкина [1955] раковины были разделены на три вариетета: «var. intermedia», характеризующийся наличием спиральной скульптуры, состоящей из бороздок (рис. 1А, В, D, E), «var. bella» с осевой скульптурой и сильно развитой спиральной, состоящей из гребней (3–4 на последнем обороте) (рис. 1F, G), и типичную форму с развитой спиральной скульптурой, представленной ребрами (2–4 на последнем обороте), и осевыми ребрами или складками (рис. 1С). Вскрытые экземпляры имели высоту раковины от 3.2 до 9.8 мм (см. таблицу).

Корреляционный анализ был проведён в статистическом пакете PAST [Hammer et al., 2001] с использованием рангового коэффициента корреляции Спирмена [Ивантер, Коросов, 2003].

Результаты

Все вскрытые экземпляры имели схожее строение дистальной части желудка. Нижний карман желудка представлял собой выступ, отходящий от нижней части желудка вправо и загибающийся к центру тела. Рядом с карманом располагался изогнутый слепой отросток, составляющий примерно 0.25–0.5 оборота. Слепые отростки у изученных моллюсков были однообразны по форме, но имели отличия в длине относительно других частей желудка. Было выделено три типа развития цекума: 1 – доходит до середины желудка (рис. 2А); 2 – выше середины желудка, но ниже нижнего кармана желудка (рис. 2В); 3 – цекум доходит до нижнего кармана и загибается параллельно ему под желудок (рис. 2С, D).

У типичной формы *S. obscura* были обнаружены цекумы типа 2 и 3, тогда как у «var. intermedia» — типы 1 и 2, а у «var. bella» только тип 1.

Корреляционный анализ показал положительную достоверную корреляцию между степенью развития цекума и высотой раковины ($r_s=0.55$; $p=0.006$).

Рис. 1. Конхологические формы *S. obscura*: **А** – «var. intermedia», Баренцево море, Югорский шар; **В** – «var. intermedia», море Лаптевых, 74°34.9' N, 115°43.4' E; **С** – типичная форма, море Лаптевых, 75°10.2' N, 115°41.8' E; **Д** – «var. intermedia» (переход к типичной форме), Баренцево море, 68°26.05' N, 38°13.39' E; **Е** – «var. intermedia» (переход к типичной форме), Печорское море, 62°15.613' N, 57°22.758' E; **F** – «var. bella», центральная часть Баренцева моря, 71°01.883' N, 37°20.345' E; **G** – «var. bella», Баренцево море, 68°31.85' N, 38°44.73' E. Линейка = 3 мм.

Fig. 1. Conchological forms of *S. obscura*: **A** – «var. intermedia», Barents Sea, Yugorskiy Shar Strait; **B** – «var. intermedia», Laptev Sea 74°34.9' N, 115°43.4' E; **C** – typical form, Laptev Sea, 75°10.2' N, 115°41.8' E; **D** – «var. intermedia» (transition to typical form), Barents Sea, 68°26.05' N, 38°13.39' E; **E** – «var. intermedia» (transition to typical form), Pechora Sea, 62°15.613' N, 57°22.758' E; **F** – «var. bella», central Barents Sea, 71°01.883' N, 37°20.345' E; **G** – «var. bella», Barents Sea, 68°31.85' N, 38°44.73' E. Scale bar = 3 mm.

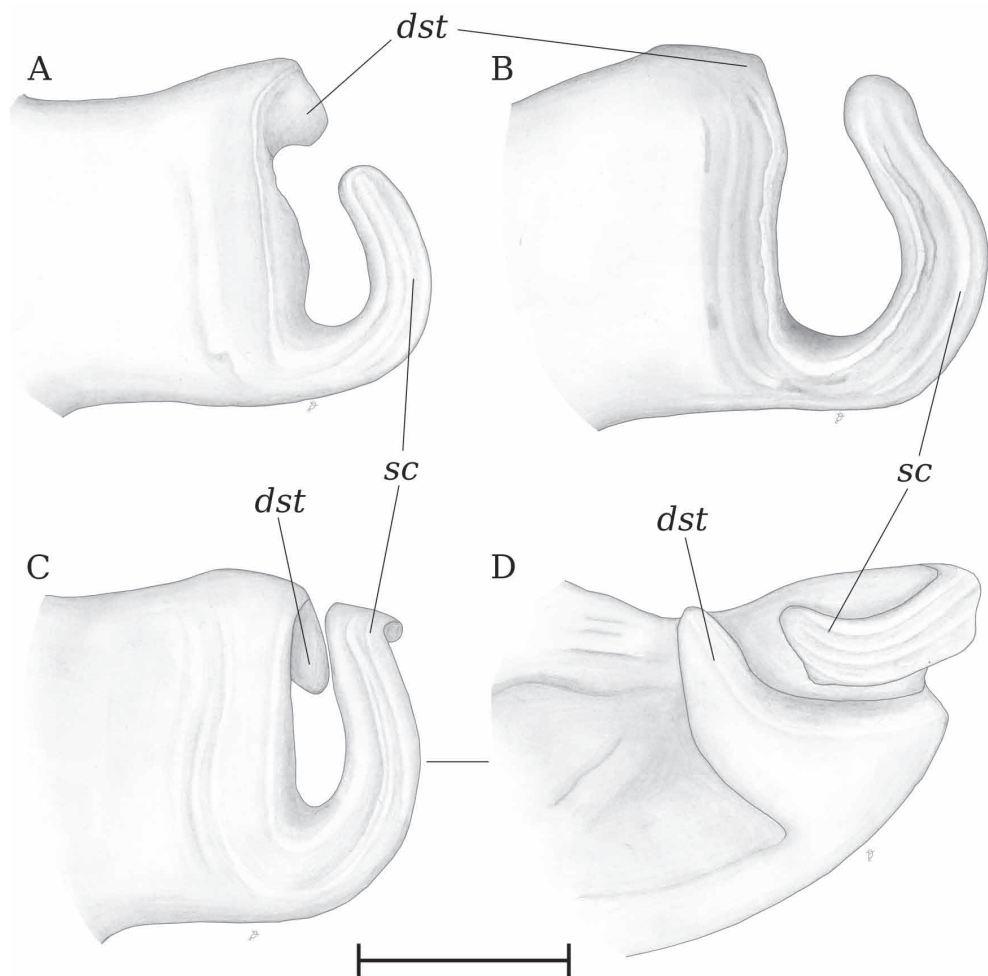


Рис. 2. Типы развития слепого отростка желудка у *S. obscura*, пищеварительная железа удалена: **A** – тип 1, море Лаптевых, 74°34.9' N, 115°43.4' E (тот же экземпляр, что и на рисунке 1B); **B** – тип 2, Баренцево море, Югорский шар (тот же экземпляр, что и на рисунке 1A); **C, D** – тип 3, море Лаптевых, 75°10.2' N, 115°41.8' E (тот же экземпляр, что и на рисунке 1C). Условные обозначения: *sc* – слепой отросток желудка; *dst* – дистальный карман желудка. Линейка = 1 мм.

Fig. 2. Types of the spiral caecum of the stomach in *S. obscura*, digestive gland removed: **A** – type 1, Laptev Sea, 74°34.9' N, 115°43.4' E (the same specimen in Fig. 1B); **B** – type 2, Barents Sea, Yugorskiy Shar Strait (the same specimen in Fig. 1A); **C, D** – type 3, Laptev Sea, 75°10.2' N, 115°41.8' E (the same specimen in Fig. 1C). Abbreviations: *sc* – spiral caecum; *dst* – distal diverticle of stomach. Scale bar = 1 mm.

Обсуждение

Степень развития слепого отростка желудка неодинакова у различных представителей Trochoidea. У некоторых изученных видов, например, *Astraea latispina* (Philippi, 1844), *A. olfersii* (Philippi, 1844), *Tegula rustica* (Gmelin, 1791) и *Umbonium*

costatum (Kiener, 1839) он закручен в спираль на 4–6 оборотов [Богданов, Клевцова, 1993; Monteiro, Coelho, 2002]. У ряда видов (*Homalopoma sangarens* (Schrenck, 1861), некоторые *Calliostoma* Swainson, 1840) он слабо закручен и формирует не более полутора оборотов [Богданов, Клевцова, 1993; Dornellas, Simone, 2013]. У некоторых родов (*Diodora* Gray, 1821, *Emarginula* Lamarck, 1801, некоторые *Calliostoma*) цекум рудиментарный или отсутствует вовсе [Fretter, Graham, 1962; Dornellas, Simone, 2013]. В большинстве случаев форма слепого отростка считается признаком, постоянным внутри вида, хотя для *A. latispina* и *A. olfersii* показано, что число оборотов цекума может варьировать на 1–2.

Относительные размеры слепого отростка у изученных экземпляров отличались почти в два раза (на 0.25 оборота), что связано с размерами раковины, и следовательно с возрастом моллюска. В то же время, выделенные конхологические формы не имели различий по строению дистальной части желудка, что согласуется с данными о морфологии радул, которые однообразны у различных вариантов *S. obscura* [Галкин, 1955; Warén, 1993].

Благодарности

Авторы выражают благодарность Ian Frank Smith (Stockport, UK) за коррекцию английского резюме.

Литература

- Богданов И.П., Клевцова О.Е. 1993. Морфология и анатомия пищеварительной системы некоторых видов Trochoidea (Archaeogastropoda) // Ruthenica (Русский малакологический журнал). Т. 3, № 2. С. 119–132.
- Галкин Ю.И. 1955. Брюхоногие моллюски трохиды дальневосточных и северных морей СССР (семейство Trochidae). Л.: ЗИН АН СССР. 131 с.
- Ивантер Э.В., Коросов А.В. 2003. Введение в количественную биологию. Петрозаводск: ПетрГУ. 304 с.
- Dornellas A.P.S., Simone L.R.L. 2013. Comparative morphology and redescription of three species of *Calliostoma* (Gastropoda, Trochoidea) from Brazilian coast // Malacologia. V. 56, N 1–2. P. 267–293.
- Dornellas A.P.S., Simone L.R.L. 2015. New morphological data on *Solariella obscura* (Trochoidea: Solariellidae) from New Jersey, USA // Zoologia. V. 32, N 2. P. 162–170.
- Fretter V., Graham A. 1962. British Prosobranch Molluscs. Their Functional Anatomy and Ecology. London: Ray Society Publications. 755 p.
- Hammer Ø., Harper D.A.T., Ryan P.D. 2001. Past: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis // Palaeontologia Electronica. V. 41. P. 1–9.
- Hickman C.S., McLean J.H. 1990. Systematic Revision and Suprageneric Classification of Trochacean Gastropods. Los Angeles: Natural History Museum of Los Angeles Press. 169 p.
- Høisæter T. 1986. An annotated check-list of marine molluscs of the Norwegian coast and adjacent waters // Sarsia. V. 71. P. 73–145.

- Monteiro J.C., Coelho A.C.S.* 2002. Comparative morphology of *Astraea latispina* (Philippi, 1844) and *Astraea olfersii* (Philippi, 1844) (Mollusca, Gastropoda, Turbinidae) // *Brazilian Journal of Biology*. V. 62, N 1. P. 135–150.
- Warén A.* 1993. New and little-known Mollusca from Iceland and Scandinavia. Part 2 // *Sarsia*. V. 78. P. 159–201.
- Williams S.* 2012. Advances in molecular systematics of the vetigastropod superfamily Trochoidea // *Zoologica Scripta*. V. 41. P. 571–595.

Published online December 28, 2016