

Dickinsonia на Среднем Урале: тафономия, морфология и онтогенез

Панькова В. А.



Геологический институт РАН, Москва, pankova@ginras.ru

Аннотация. Обнаружение богатого комплекса в породах коноваловской подсвиты чернокаменной свиты сылвицкой серии верхнего венда многочисленных отпечатков сложноустроенных организмов *Dickinsonia* на Среднем Урале (р. Сылвица, Свердловская область) способствует проведению различных исследований морфологии и тафономии, а также позволяет сделать сравнительный анализ и выявить отличия и сходства с остатками дикинсоний из местонахождений Беломорья и Южной Австралии. Сравнительный анализ показал, что дикинсонии со Среднего Урала отличаются от дикинсоний Белого моря наличием многочисленных деформаций, изометрическим ростом и различающимся количеством модулей при одинаковых размерах тела.

Ключевые слова: *Dickinsonia*, эдиакарская биота, чернокаменная свита, верхний венд, Средний Урал.

Dickinsonia in the Central Urals: taphonomy, morphology, and ontogenesis

Pankova V. A.



Geological Institute of the RAS, Moscow, pankova@ginras.ru

Abstract. The discovery of a rich complex in the rocks of the Konovalovskaya subformation of the Black Kamenian suite of the Sylwitz series of the Upper Vendian of numerous fingerprints of complex organisms *Dickinsonia* in the Middle Urals (Sylwitsa River, Sverdlovsk Region) contributes to various studies of morphology and taphonomy, and also allows for comparative analysis and identification of differences and similarities with the remains of *dickinsonia* from the locations of Belinsky Omorians and South Australia. Comparative analysis showed that *dickinsonia* from the Middle Urals differ from the *dickinsonia* of the White Sea in the presence of numerous deformations, isometric growth and a different number of modules with the same body size.

Keywords: *Dickinsonia*, Ediacara-type biota, Chernyi Kamen Formation, Upper Vendian, Central Urals

Введение

Биота эдиакарского типа объединяет группы вымерших организмов, сохраняющихся в ископаемой летописи в виде отпечатков, слепков или примитивных агглютинированных скелетных остатков; однако определение филогенетической принадлежности этих организмов до сих пор проблематично, а мировое научное сообщество еще не смогло достоверно определить, как функционировали эти живые системы прошлого. Несмотря на многочисленность находок макроостатков, были выделены такие морфологические группы, как палеопасихниды, псаммокораллы, дикинсонииморфы, петалонамы, билатероморфы, фрондоморфы, рангеоморфы, остатки с трехлучевой симметрией и остатки микробиальных колоний (Grazhdankin, 2014). Остатки дикинсоний являются наиболее известными и узнаваемыми из макроостатков вендской биоты, а обнаружить их можно чаще всего в их прижизненном положении на подошвах осадочных пород в виде отпечатков тела, следов передвижения, прилипания и кормления (пастьбы). Сейчас достоверно известны остатки дикинсоний из местонахождений на Зимнем берегу на Белом море, в горах Флиндерс в Австралии, в долине р. Днестр в Подолии, а также в свите Дэнинь в районе ущелий Янцзы в Южном Китае. Интерпретации происхождения дикинсоний на разных этапах исследований варьировались от медузоидных книдарий (Sprigg, 1949), представителей вымершей ветви организмов (Seilacher, 1992), протистов-ризопод (Seilacher et al., 2003), лишайников (Retallack, 2007), кольчатых червей (Wade, 1972; Runnegar, 1982), а в последнее время – как плакозои (Sperling, Vinther, 2010) и билатерии (Goldetal, 2015). Проведенный биомаркерный анализ показал, что дикинсонии необходимо относить к животным (Bobrovskiy et al., 2018). Несмотря на довольно хорошую изученность этих орга-

низмов, до сих пор существуют противоречивые интерпретации биологических и экологических характеристик *Dickinsonia*.

На Среднем Урале местонахождение с дикинсониями на р. Сылвица в Свердловской области было открыто в 1987 г. (Кривошеев, Поленов, 2001). Впоследствии другими исследователями были проведены полевые работы в 2005, 2016–2018 гг., в ходе которых было обнаружено богатое местонахождение с многочисленными отпечатками *Dickinsonia* (Bobkov et al., 2019; Sozonov et al., 2019). В 2024 г. нами были проведены повторные полевые исследования в местонахождении на Среднем Урале, в ходе которых была собрана коллекция макроостатков сложноустроенных организмов *Dickinsonia* из отложений верхнего венда для изучения морфологии, тафономии и поведенческих особенностей, а также для проведения сравнительного анализа с беломорскими и австралийскими дикинсониями.

Результаты

Все ископаемые остатки *Dickinsonia* из местонахождения на Среднем Урале сохранились в виде отпечатков на подошве песчаника и их естественных противоотпечатков на кровле перекрывающих слоев алевролитов и аргиллитов. Были встречены дикинсонии с преддиагенетическими деформациями, такими как складывание, растягивание и сокращение, а также втягивание в осадок при сохранении диагностических морфологических признаков. В коллекции есть отпечатки дикинсоний, частично поднятые в вышележащий осадок (рис. 1 б) или, наоборот, опущенные в ниже лежащий (рис. 1 г). На отпечатках верхней стороны тела дикинсоний в коллекции различимы такие морфологические характеристики, как поперечные элементы, разделенные продольной осью, зеркально-симметричные части тела относительно продольной оси и смещение поперечных элементов вдоль продольной оси (рис. 1). В коллекции есть экземпляры с четко различимой глубокой продольной канавкой, а также экземпляры, на которых она настолько тонкая и неглубокая, что противоположные модули кажутся объединенными в пары и смещение модулей отсутствует (рис. 1 а, в). Максимальная ширина тела дикинсонии из Среднего Урала приурочена преимущественно к области поперечно расположенных модулей в средней части тела, однако есть и такие экземпляры, в которых максимальная ширина достигается ближе к заднему концу, в последней трети тела. Совокупность особей дикинсоний из Среднего Урала демонстрирует разделение на три размерные группы в соответствии с многомерным анализом ВИС. Самые мелкие уральские дикинсонии имеют длину 4.2–6.8 мм. Количество видимых модулей не превышает в них 23 пар. Самые крупные отпечатки имеют длину 61.3–66.5 мм, количество видимых модулей – 78–116 пар.

В ходе онтогенеза внешний вид дикинсоний претерпевает некоторые изменения: степень дифференциации тела возрастает, в то время как относительный размер и область передней доли тоже линейно увеличиваются. Отношение длины к ширине в уральской коллекции лучше всего описывается линейным трендом. Это может указывать на то, что с точки зрения пропорций тела рост был изометрическим в интервале от 4.153 мм до 66.512 мм. На графике соотношения длины и ши-

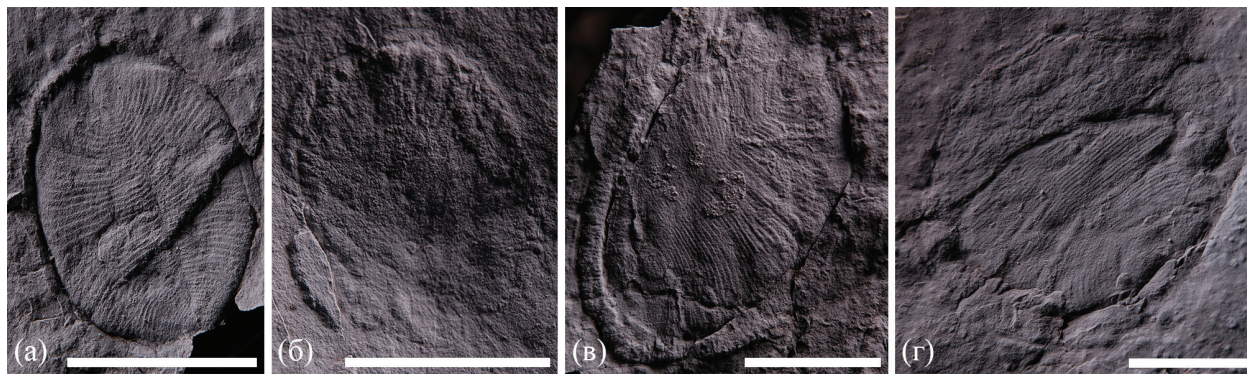


Рис. 1. Остатки *Dickinsonia* из местонахождения на Среднем Урале (р. Сылвица в Свердловской области)

Fig. 1. Fossils of *Dickinsonia* from a locality in the Central Urals (the Sylvitsa River in the Sverdlovsk region)

рины можно отметить две линии тренда: при одинаковой ширине длина может как превышать ее, так и не достигать. Эти линии тренда можно наблюдать уже у экземпляров мелких и средних групп длиной до 25 мм, что подтверждается коэффициентами регрессии, равными 1.10 и 0.79 соответственно. Это свидетельствует о том, что в коллекции присутствуют экземпляры, у которых происходит рост как при большем добавлении новых поперечных элементов, так и при значительном их расширении.

Заключение

Таким образом, местонахождение на Среднем Урале содержит коллекцию уникальных отпечатков и противоотпечатков тел организмов, имеющих достаточное количество морфологических признаков для того, чтобы их можно было достоверно относить к представителям рода *Dickinsonia*; однако уральские дикинсонии имеют определенные отличия от беломорских, такие как изометрический рост тела двумя способами в интервале от 4.153 мм до 66.512 мм и различающееся количество модулей при одинаковых размерах тела.

Благодарности

Работа выполнена в рамках темы гранта РНФ №24-77-10030.

Литература

1. Кривошеев В. И., Поленов Ю. А. Бесскелетная фауна сыльвицкой серии Среднего Урала // Эволюция жизни на Земле. Материалы II Межд. симпозиума. Томск. Изд-во: науч.-техн. литературы. 2001. С. 148–150.
2. Bobkov N. I., Kolesnikov A. V., Grazhdankin D. V., Maslov A. V. The occurrence of Dickinsonia in non-marine facies // Estudios Geologicos. 2019. No. 2. <https://doi.org/10.3989/egeol.43587.551>.
3. Bobrovskiy I., Hope J. M., Ivantsov A., Nettersheim B. J., Hallmann C. and Brocks J. J. Ancient steroids establish the Ediacaran fossil Dickinsonia as one of the earliest animals // Science. 2018. V. 361. P. 1246–1249. <https://doi.org/10.1126/science.aat7228>.
4. Dunn F. S., Liu A. G. and Donoghue P. C. J. Ediacaran developmental biology // Biological Reviews. 2018. V. 93. P. 914–932. <https://doi.org/10.1111/brv.12379>.
5. Evans S. D., Droser M. L. and Gehling J. G. Highly regulated growth and development of the Ediacara macrofossil Dickinsoniacostata // PLoS ONE. 2017. V. 12. 0176874 p. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0176874>.
6. Evans S. D., Gehling J. G., Droser M. L. Slime travelers: Early evidence of animal mobility and feeding in an organic mat world // Geobiology. 2019. V. 17. P. 490–509. <https://doi.org/10.1111/gbi.12351>.
7. Gold D. A., Runnegar B., Gehling J. G. and Jacobs D. K. Ancestral state reconstruction of ontogeny supports a bilaterian affinity for Dickinsonia // Evolution & Development. 2015. V. 17. P. 315–324. <https://doi.org/10.1111/ede.12168>.
8. Grazhdankin D. V. Patterns of evolution of the Ediacaran soft-bodied biota // Journal of Paleontology. 2014. V. 88, No. 2. P. 269–283. <https://doi.org/10.1666/13-072>.
9. Hoekzema R. S., Brasier M. D., Dunn F. S. and Liu A. G. Quantitative study of developmental biology confirms Dickinsonia as a metazoan // Proceedings of the Royal Society, Biology. 2017. V. 284. 20171348. <https://doi.org/10.1098/rspb.2017.1348>.
10. Retallack G. J. Growth, decay and burial compaction of Dickinsonia, an iconic Ediacaran fossil // Alcheringa 2007. V. 31. P. 215–240. <https://doi.org/10.1080/03115510701484705>.
11. Runnegar B. Oxygen requirements, biology and phylogenetic significance of the late Precambrian worm Dickinsonia, and the evolution of the burrowing habit // Alcheringa 1982. V. 6. P. 223–239. <https://doi.org/10.1080/03115518208565415>.
12. Seilacher A. Vendobionta and Psammocorallia: lost constructions of Precambrian evolution // J. Geol. Soc. Lond. 1992. V. 149. P. 607–613. <https://doi.org/10.1144/gsjgs.149.4.0607>.
13. Seilacher A., Grazhdankin D., Legouta A. Ediacaran biota: the dawn of animal life in the shadow of giant protists // Paleontol. Res. 2003. V. 7. P. 43–54. <https://doi.org/10.2517/prpsj.7.43>.
14. Sperling E. A., Vinther J. A placozoan affinity for Dickinsonia and the evolution of late Proterozoic metazoan feeding modes // Evolution & Development. 2010. V. 12. P. 201–209. <https://doi.org/10.1111/j.1525-142X.2010.00404.x>.
15. Sprigg R. Early Cambrian «jellyfishes» of Ediacara, South Australia and Mount John, Kimberley District, Western Australia // Transactions of the Royal Society, South Australia. 1949. V. 73. P. 72–99.

16. Sozonov N. G., Bobkov N. I., Mitchell E. G., Kolesnikov A. V., Grazhdankin D. V. The ecology of *Dickinsonia* on tidal flats // *Estudios Geológicos* julio-diciembre. 2019. V. 75(2). <https://doi.org/10.3989/EGEOL.43591.571>.
17. Wade M. *Dickinsonia*: polychaete worms from the late Precambrian Ediacaran fauna, South Australia // *Memoirs of the Queensland Museum*. 1972. V. 16. P. 171–190.