

***Nemiana Palij* та *Beltanelliformis Menner* (*Beltanelloides* (Sokolov)) — синоніми чи різні роди?**

Володимир Палій¹, Володимир Гриценко², Сергій Мосякін³,

¹Інститут геологічних наук НАН України (Київ)

²Національний науково-природничий музей НАН України (Київ)

³Інститут ботаніки ім. М. Г. Холодного НАН України (Київ)

²e-mail: favosites@ukr.net; orcid: 0000-0003-2904-4851

PALIJ, V., GRYTSENKO, V., MOSYAKIN, S. Are *Nemiana Palij* and *Beltanelliformis Menner* (*Beltanelloides* (Sokolov)) synonyms or different genera? — During recent decades, the issue of the nature of Ediacaran cyclic imprints, including the widely distributed in Podillia (southwestern Ukraine) *Nemiana simplex* Palij, 1976, and the less common *Beltanelliformis brunsaе* Menner, 1974 (*Beltanelloides sorichevae* (Sokolov), 1965) has been actively debated. Several new and similar forms were discovered in other regions of the Globe. The disk-like outlines were considered to be sufficient characters to synonymize several earlier recognized genera and species. The main additional features used to distinguish cyclic genera included such features as the shape and sculpture of surfaces, facial differences, and geological age. Novel palaeobiochemical studies of these ancient remains opened a new phase of discussions on the possible identities of the organisms that formed these fossil structures. Sometimes the remains are covered with thin brown films providing biochemical evidence for the cyanobacterial nature of some structures, for example *Beltanelliformis brunsaе*. However, these films are found only in clayey or carbonate environments (rocks). For *Nemiana Palij*, characteristic features are clustered communities and budding. In contrast, *Beltanelliformis brunsaе* formed taphonomic communities of closely arranged disks almost identical in their shape and size. *Nemiana simplex* structures are confined to clastic rocks (mostly thin-grained sandstones or siltstone), which are not suitable for good preservation of imprints and organic remains of ancient animals, cyanobacteria, algae, and plants. Considering these and some additional considerations, synonymization of *Nemiana* та *Beltanelliformis*, as well as some other Ediacaran fossil structures differing in their morphology, is at best premature.

Присвячуємо цю публікацію нашому покійному колезі і другу Л. І. Константиненку, який був нашим гідом і колектором під час багатьох експедицій починаючи з 1960-х років.

Проблема

Видатний дослідник початку ХХ ст. О. В. Красовський одним із перших звернув увагу на лінзовидні відбитки на поверхні силурійських (як тоді вважалось) пісковиків на Поділлі. Він припустив, що ці утворення мають неорганічне походження і є відбитками крапель дощу (Красовский 1916).

Серед відбитків едікарських (вендських) організмів часто трапляються циклічні форми, що дає підстави деяким дослідникам відносити подібні відбитки до одного роду або навіть виду.

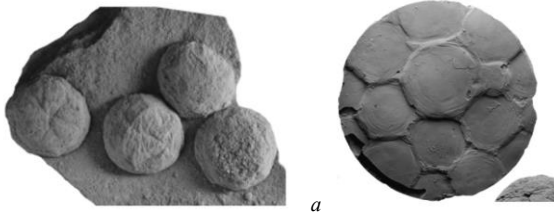


Рис. 1. Типові види родів, що порівнюються: *a* — *Nemiana simplex* Palij, *б* — *Beltanelliformis* (*Beltanelloides*) *sorichevae* Sok. (за: Иванцов *et al.* 2015).

Так сталося і з найпоширенішим у вендських пісковиках Поділля видом *Nemiana simplex* Palij. Очевидно, Ю. О. Гурєєв (1985) першим вирішив вважати цю назву синонімом *Beltanelloides sorichevae* (Sokolov).

До такої ж думки дійшли А. Ю. Иванцов з колегами (Ivantsov *et al.* 2014), які запропонували вважати таксономічно тотожними три раніше вперше описані з вендських відкладів Східноєвропейської платформи роди *Beltanelloides*, *Beltanelliformis* та *Nemiana*, які, згідно з принципом номенклатурного пріоритету, повинні мати назву *Beltanelliformis*.

Якщо з синонімічністю *Beltanelliformis* та *Beltanelloides* можна без особливих вагань погодитися, то *Nemiana* все ж відрізняється від них низкою морфологічних ознак, насамперед здебільшого опуклою формою, яка зберігається, незважаючи на можливість стиснення відбитків в процесі захоронення та літифікації (рис. 1).

На думку А. Ю. Иванцова, неміани зберігають об'єм за рахунок «кінкорпорації» піску в тіло цього організму (Ivantsov *et al.* 2014). Водночас відбитки *Beltanelliformis* (*Beltanelloides*) зазвичай трактувалися як утворені планктонними організмами (колоніями?) у вигляді сферичних оболонок, які після їх осідання на дно були поховані під шаром глинистого осаду, повністю сплющувалися і деформувалися з утворенням численних тонких концентричних та інших зморшок (свідчення наявності тонкої еластичної оболонки).

Важливо зазначити особливості поселень *Nemiana* у вигляді окремих кластерів, відокремлених один від одного та поєднаних навколо більших індивідів (ймовірних «материнських» особин). У не дуже щільних тафономічних угрупованнях добре спостерігається такий кластерний розподіл особин (Решетник *et al.* 2021). У щільних поселеннях *Nemiana* можливе утворення майже однакових за розмірами об'ємних форм.

Поширення

У венді (едіакарії) Поділля відбитки *Nemiana* зустрічаються у масовій кількості в ямпільських тонкошаруватих дрібнозернистих пісковиках могилівської світи. Існують посилання на знахідки їх також на інших стратиграфічних рівнях, аж до хмельницької світи нижнього кембрію, що на нашу думку малоімовірно. Найбільша кількість зразків отримана нами з ямпільських пісковиків кар'єрі між с. Бернашівка та греблею Дністровської ГЕС.

Матеріал

У розпорядженні авторів є близько трьох тисяч плиток пісковиків з відбитками та слідами життєдіяльності, більшість з яких представлені поселеннями неміан найрізноманітнішої чисельності та ступеня збереженості, з характерними ознаками більш або менш інтенсивних постмортальних деформацій. Деякі зразки відпрепаровані природним чином, більшість зразків представлена позитивними та негативними відбитками, є зразки з обома типами збереженості (відбитки та противідбитки поселень на зразках, розділених по площині нашарування).

Весь наявний матеріал дозволяє реконструювати вигляд продуцентів відбитків (ядер) *Nemiana* як примітивних організмів, що населяли мілководні ділянки едіакарського моря, вели сидячий спосіб життя на замуленому піщаному дні, ймовірно мали відкрите догори мішкоподібне або келихоподібне тіло із дещо загнутими досередини краями, яке при похованні заповнювалося осадам (піском), утворюючи єдине ціле з товщею осаду, що залягає вище.

Тривалий час ці організми, позбавлені будь-яких скелетних елементів, умовно відносили до кишковопорожнинних (Cnidaria) (Иванцов *и др.* 2015), або ж розглядали як проблематичні рештки невизначеного таксономічного положення (e.g., McCall 2006). Харчування згодом здійснювалося шляхом всмоктування поживних речовин, розчинених у морській воді, та завислих органічних частинок.

При раптовому надходженні нової порції піщаного осаду, що є звичайним явищем при процесах осадкоутворення, відбувалося поховання цих організмів *in situ*: їхні тіла заповнювалися осадам (піском), утворюючи зліпки (ядра), що становили єдине ціле з товщею осаду, яка залягає вище. Під вагою цієї осадкової товщі зліпки організмів могли більшою або меншою мірою деформуватися (сплощуватися). Зрідка зліпки *Nemiana* повністю відділяються від вміщуючої породи, що можна пояснити швидкою зміною мікроциклів седиментації, яка спричиняла наявність глинистого прошарку після утворення зліпків. У таких випадках іноді вдається простежити елементи будови верхньої частини організмів (рис. 2). При порівнянні типових зразків різниця між цими родами не викликає сумнівів (рис. 3).

Наші колеги робили спроби реконструювати утворення зліпків, відбитків та ядер цих організмів для різних фаціальних умов. М. В. Леонов (Leonov 2007) та А. Ю. Іванцов (Ivantsov 2014 *et al.*) прийшли до різних висновків, щодо природи організмів та їх систематичного положення (рис. 4, 5).

Дискусія

Зважаючи на те, що поселення подільських неміан утворювалися переважно на піщаному дні моря на різних глибинах евфотичної зони, від схилів дельт палеорічок до глибин, де ще спостерігається вплив хвиль, на нашу думку, не виключений симбіоз неміан з ціанопрокаріотами (синьозеленими «водоростями»).



Рис. 2. *Nemiana simplex* Palij. Зразок 2525-7 з колекції Геологічного відділу ННПМ НАН України. Ямпільська верстви могилівської світи, бернашівський кар'єр біля греблі Дністровської ГЕС. Угрупування представників різного розміру (віку від «юних» до «дорослих»). Відбитки верхніх частин організмів. Негативний гіпорельєф. Поділки масштабу — 10 мм.

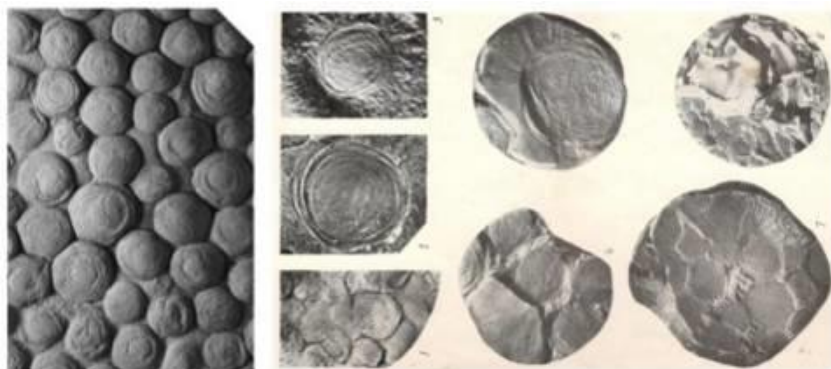


Рис. 3. Порівняння типових відбитків видів. Позитивний гіпорельєф. Помітна різниця морфології зразків (*Beltanelliformis* (*Beltanelloides*) (за: Соколов 1972).

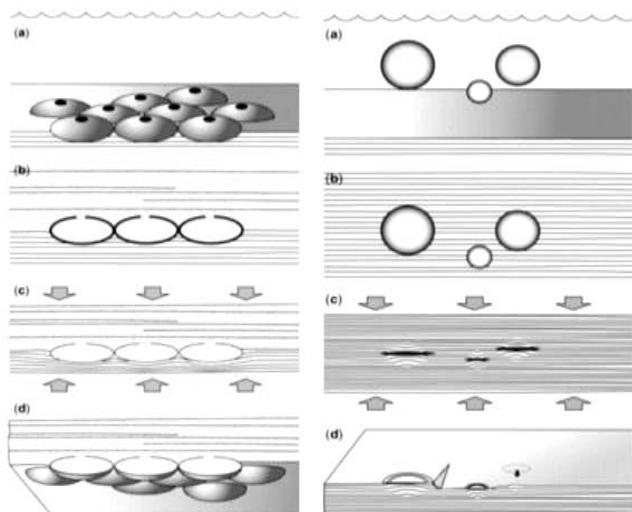


Рис. 4. Реконструкція утворення відбитків: ліворуч — стадії утворення відбитків у *Nemiana*, праворуч — у *Beltanelliformis* (за: Леонов 2007).

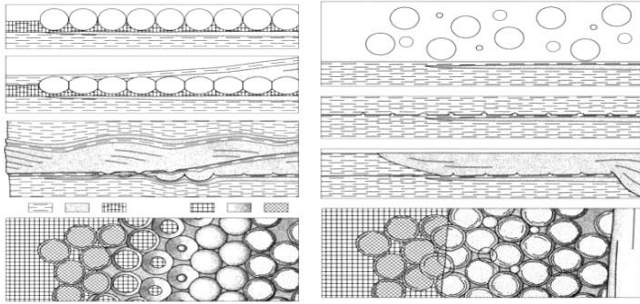


Рис. 5. Реконструкція утворення відбитків *Nemiana* на піщаному дні (ліворуч) та *Beltanelliformis* на глинистому ґрунті (праворуч) (за: Ivantsov *et al.* 2014).

На жаль, зразки *Nemiana simplex* Palij, наскільки нам відомо, ще не було досліджено палеобіохімічними методами. Вважається, що піщані породи не є сприятливими для збереження залишків органічної речовини у скам'янілостях такого давнього віку (понад 540 млн. років). Умови збереження решток органічних молекул у палеонтологічних зразках детальніше розглядають деякі дослідники (Bobrovskiy *et al.* 2018).

Загалом можливість збереження решток біомолекул едіакарських організмів залишається проблематичною, особливо для псамітових фацій (пісковики, алевроліти). Повідомлення про визначення амінокислот у карбонатних та фосфатних породах заслуговують довіри, хоча порові води здатні вимивати окремі компоненти. Катагенез може викликати перетворення та певні зміни складу органічних сполук (Журавлев 2017). Так, відзначено зміни кольору конодонтів у відкладах палеозою Дніпровсько-Донецької западини за рахунок вуглефікації. Нами зафіксовано зміни складу скелетів силурійських коралів завдяки діагенезу, які проявляються у перекристалізації, доломітизації, заміщенні кремнеземом, піритом тощо (Гриценко & Леонович 2012).

Міжнародна команда дослідників здійснила палеобіохімічне дослідження органічної речовини, що збереглася, з відбитків *Beltanelliformis* та отримала свідчення на користь її ціанобактеріальної природи, завдяки чому було висловлене припущення, що відбитки були утворені колоніями, подібними до сучасних колоній *Nostoc* (Bobrovskiy *et al.* 2018). Проте, на нашу думку, ці дані не можна автоматично переносити на *Nemiana* та інші подібні утворення, оскільки для останніх палеобіохімічні дані наразі відсутні, а синонімізація *Nemiana* з *Beltanelliformis* є принаймні проблематичною.

Вендські роди *Beltanelloides* та *Nemiana* М. В. Леонов порівняв за тафономічними особливостями і зробив висновки стосовно їх таксономії та способу життя відповідних гіпотетичних організмів (Leonov 2007). На його думку, це різні роди, хоча в них існують окремі спільні або принаймні подібні ознаки.

З точки зору А. І. Мартишина, серед неміан були два різновиди (можливо, види) з різною життєвою стратегією: великі планктонні покоління та дрібніші, які належали до прикріпленого бентосу (Решетник *et al.* 2021).

Викопні форми *Beltanelliformis* (*Beltanelloides*) у вендських відкладах України практично невідомі. Лише А. Іщенко описала з середньої частини бернашівських верств яришівської світи могілів-подільської серії Поділля під назвою *Beltanelloides podolicus* циклічні відбитки — сплюснені лінзи з ознаками органічної (?) плівки (А. Іщенко, у кн.: Гниловская *et al.* 1988), а А. Менасова — *Beltanelloides amorphus* з лозозівських верств могілівської світи без плівок на поверхні (Менасова 2003).

Зауважимо, що знахідки А. Іщенко походять з аргілітів, які залягають між пачками бернашівських пісковиків. Захоронення у глинистих породах, зокрема в аргілітах, сприяє консервації органічної речовини. Тут на дуже пласких відбитках збереглася згодом така речовина у вигляді бурого плівки.

Дископодібна форма досить поширена у представників царства *Animalia*, зустрічається вона й в деяких інших організмів та їх колоній (деякі водорості тощо), а її наявність може свідчити про подібні екологічні умови, що визначають характер та форму росту. Так, дископодібними серед едікарських (вендських) організмів були *Cyclomedusa*, *Aspidella*, *Nemiana*, *Paliella* та багато інших (Леонов 2007). Подібні форми Ю. О. Гурєєв пропонував об'єднати у таксон високого порядку *Radialia* (Гурєєв 1985).

Спроба синонімізації родів *Beltanelliformis* (*Beltanelloides*) та *Nemiana* викликає також серйозні заперечення з точки зору наукової методології. Практично всі відомі викопні макрорештки так званої вендо-едікарської біоти досі класифікуються винятково за морфологією відбитків і ця класифікація, таким чином, є цілком штучною. Отже, на сучасному рівні знань синонімізація *Nemiana* і *Beltanelliformis*, як і будь-яких інших едікарських викопних форм різної морфології, є передчасною. Інші методологічні та номенклатурні аспекти цієї проблематичної синонімізації будуть викладені в окремій публікації. Зазначимо також, що якщо приймати точку зору про ціанобактеріальну природу *Beltanelliformis* та синонімізацію назви *Nemiana* з цією родовою назвою, то з номенклатурної точки зору обидві назви мають підпорядковуватися Міжнародному кодексу номенклатури водоростей, грибів та рослин, за яким цілком можливе визнання формальних таксонів для викопних решток різних частин організмів та навіть різних форм збереження (див. Bateman & Hilton 2009; Cleal & Thomas 2010; Thomas & Cleal 2020).

Наші плани на майбутнє передбачають подальше ретельне вивчення морфології *Nemiana* та геохімічні дослідження їхнього складу й породи, яка містить відбитки (ядра) цих істот. Зокрема, підозри викликає зміна кольору пісковиків від сірого до бурого за рахунок окислення піриту, дрібні кристали якого помітні в «свіжій» (не окисленій) породі неозброєним оком.

Висновки

Таким чином, пропозиція таксономічного об'єднання родів *Beltanelliformis* (*Beltanelloides*) та *Nemiana* (Ivantsov *et al.* 2014) під пріоритетною першою назвою не є достатньо обґрунтованою. Нашу думку, ця пропозиція не є доведеною через викладені нижче обставини.

1. Незважаючи на спільну рису — дископодібну форму, зазначені роди мають помітні морфологічні відміни: для видів роду *Nemiana* характерна майже завжди більш-менш значна опуклість решток (тобто, вони мають певну товщину, висоту), а представники *Beltanelliformis* (*Beltanelloides*) виключно плоскі з концентричними зморшками на периферії дисків.

2. У *Nemiana* жодного разу не відзначено будь-яких покривних утворень (органічні «кутикули», мінеральні оболонки) на відміну від *Beltanelliformis* (*Beltanelloides*), на яких зберігаються рештки органічних оболонок.

3. Відбитки *Nemiana* несуть переконливі ознаки таких, що належать представникам бентосу, тоді як структури *Beltanelliformis* (*Beltanelloides*) найвірогідніше були утворені планктонними організмами або їх колоніями.

4. Оскільки класифікація викопних макрорешток вендо-едакарської біоти засновується винятково на морфології відбитків і на сучасному рівні наших знань є цілком штучною, синонімізація таксонів *Nemiana* і *Beltanelliformis*, як і будь-яких інших едакарських форм різної морфології, наразі видається щонайменше передчасною.

Подяки

Висловлюємо глибоку вдячність колегам, які брали участь у спільних експедиційних роботах та обговоренні проблеми: Д. В. Гражданкіну, А. Ю. Іванцову, А. Ш. Менасовій, А. І. Мартишину та М. М. Решетник. Особлива подяка рецензентам та укладачам збірника за запрошення взяти участь у цьому виданні. Дякуємо Ігорю Загороднюку за редакційні зауваження та цінні поради.

Література

- Гниловская, М. Б., А. А. Ищенко, Ч. М. Колесников, Л. В. Коренчук, А. П. Удальцов. 1988. *Вендотениды Восточно-Европейской платформы*. Наука, Ленинград, 1–142.
- Гриценко, В. П., М. М. Решетник, 2019. Особливості відбитків фауни венду в ямпільських пісковиках с. Бернашівка Вінницької області. *Розвиток промисловості та сусільства*. Матеріали міжнародної конференції, 22–24 травня 2019, Кривий Ріг, 30–35.
- Гриценко В. П., А. Е. Леонович, 2012. Особливості мінералізації силурійських викопних коралів. *Такий різний світ мінералогії*: Збірник матеріалів наукової конференції, присвяченої 100-річчю з дня народження академіка Євгена Костянтиновича Лазаренка. Київ, 36–41.
- Гуреев, Ю. А., 1985. *Vendiatia* — примитивные докембрийские Radialia. *Проблематики позднего докембрия и палеозоя*. Наука, Новосибирск, 117–125. (Серия: Труды Ин-та геологии и геофизики Сиб. отд. АН СССР; Том 632).
- Журавлев, А. В. 2017. Оценка степени термального катагенеза палеозойских отложений севера Пайхойского параавтохтона по индексам окраски конодонтов. *Литосфера*, 1: 44–52.
- Иванцов, А. Ю., В. П. Гриценко, В. М. Палий, В. А. Великанов, Л. І. Константиненко [et al.]. 2015. *Макрофоссилии верхнего венда Восточной Европы. Среднее Приднестровье и Вольнь*. ПИН РАН, Москва, 1–144.
- Красовский, А. В. 1916. Из геологических наблюдений в Подольской губернии (предварительное сообщение). *Записки Императорского общества любителей естествов., антроп. и этн. Геол. отд.*, 3: 22–27.
- Менасова, А. Ш. 2003. Нові представники вендської біоти з місцезнаходжень Поділля. *Теоретичні і практичні аспекти сучасної біостратиграфії фанерозою України*. Збірник наукових праць ІГН, Київ, 136–142.

- Решетник, М., В. Гриценко, А. Мартишин. 2021. Ознаки бактеріальної природи вендських організмів *Nemiana simplex*. *Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Геологія*, **1** (92): 6–10.
- Палій, В. М., С. Л. Мосякін, В. П. Гриценко. 2021. Про едіакарські скам'янілості *Nemiana* та *Beltanelliformis* (*Beltanelloides*). *Зоологія в сучасному світі. Виклики XXI століття*: Наукова конференція. Інститут зоології НАН України, Київ, 92.
- Соколов, Б. С. 1972. Вендский этап в истории Земли. *Международный геологический конгресс. XXIV сессия. Доклады сов. геол. Палеонтология*. Москва, 114–124.
- Bateman, R. M., J. Hilton. 2009. Palaeobotanical systematics for the phylogenetic age: Applying organ-species, form-species and phylogenetic species concepts in a framework of reconstructed fossil and extant whole-plants. *Taxon*, **58**: 1254–1280.
- Bobrovskiy, I., J.-M. Hope, A. Krasnova, A. Ivantsov, J.-J. Brocks. 2018. Molecular fossils from organically preserved Ediacara biota reveal cyanobacterial origin for *Beltanelliformis*. *Nature Ecology & Evolution*, **2**: 437–440. <https://doi.org/10.1038/s41559-017-0438-6>.
- Cleal, C. J., B. A. Thomas. 2010. Botanical nomenclature and plant fossils. *Taxon*, **59**: 261–268.
- Ivantsov, A. Yu., V. P. Grytsenko, L. I. Konstantinenko, M. A. Zakrevskaya. 2014. Revision of the problematic Vendian macrofossils *Beltanelliformis* (= *Beltanelloides*, *Nemiana*). *Paleontological Journal*, **48** (13): 1–26.
- Leonov, M. V. 2007. Comparative taphonomy of Vendian genera *Beltanelloides* and *Nemiana*: taxonomy and lifestyle. In: P. Vickers, R. P. Komarow (Eds). *The Rise and Fall of the Ediacaran Biota*. Published by The Geological Society, London, 259–267.
- McCall, G.J.H. 2006. The Vendian (Ediacaran) in the geological record: Enigmas in geology's prelude to the Cambrian explosion. *Earth-Science Reviews*, **77**: 1–229.
- Paliy, V. M., S. L. Mosyakin, V. P. Grytsenko. 2021. On Ediacaran fossils *Nemiana* and *Beltanelliformis* (*Beltanelloides*). *Zoology in the Modern World: Challenges of the 21 Century*. Scientific conference. Institute of Zoology, NAS of Ukraine, Kyiv, 92.
- Thomas, B. A., C. J. Cleal. 2020. The nomenclature of fossil-taxa representing different preservational states: *Lepidodendron* as a case-study. *Taxon*, **69**: 1052–1061.

Резюме

ПАЛІЙ, В., В. ГРИЦЕНКО, С. МОСЯКІН. *Nemiana Paliy* та *Beltanelliformis Menner* (*Beltanelloides* (Sokolov)) — синоніми чи різні роди? — Протягом декількох останніх десятиліть активно дискутується питання щодо природи едіакарських (вендських) циклічних відбитків, зокрема, дуже поширених на Поділлі (південно-західна Україна) *Nemiana simplex* Paliy, 1976 та менш розповсюджених *Beltanelliformis brunsaе* Menner, 1974 (*Beltanelloides sorichevae* (Sokolov), 1965). Є також нові знахідки подібних форм у різних регіонах світу. Дископодібні обриси іноді розглядаються як ознаки, достатні для синонімізації декількох раніше визнаних родів та видів. Додатковими рисами для розрізнення циклічних родів та видів є такі ознаки, як форма та скульптура поверхні, тафономічні особливості та геологічний вік. Новітні палео-біохімічні дослідження цих давніх залишок відкрили нову стадію дискусій щодо ймовірної природи тих організмів, які сформували ці викопні утворення. Інколи ці залишки вкриті тонкими темними, які можуть свідчити про ціанобактеріальну природу деяких структур, зокрема, *Beltanelliformis brunsaе*. Проте ці плівки можуть бути знайдені лише в умовах глинистих або карбонатних відкладів. Відбитки *Nemiana simplex* пов'язані з псамітовими породами (переважно тонкозернистими пісковиками та алевролітами). Типовими рисами *Nemiana Paliy* є кластерні угруповання. На противагу цьому, *Beltanelliformis brunsaе* формує тафономічні угруповання з щільно розташованих дисків, майже однакових за формою і розмірами. З урахуванням цих та деяких інших обставин, синонімізація назв *Nemiana* та *Beltanelliformis*, як і будь-яких інших едіакарських викопних форм різної морфології, є передчасною.