

## Znaczenie gnilnych mikrośladów zachowanych na sklerotomach szkarłupni z batonu Gnaszyna

Andrzej Boczarowski

Wydział Nauk o Ziemi, Uniwersytet Śląski, Sosnowiec; e-mail: boczar@us.edu.pl

Na wielu drobnych sklerytach należących do szkarłupni z ilów rudonośnych batonu Gnaszyna zaobserwowano liczne, charakterystyczne mikroślady. Wyróżniono kilka ich typów (fig. 1). Przeważnie mikroślady te mają szerokość od 1,5 do 2,0  $\mu\text{m}$ , różną długość, nie przekraczającą jednak 200  $\mu\text{m}$ . Ślady meandryczne zwarte tworzą gęste skupiska, głównie w zagłębieniach sklerytów, zaś luźne ograniczają się do apikalnych części sklerytów, obydwa typy mają bardzo lokalne występowanie. Typ nieregularny śladów nie wykazuje zwykle organizacji i przeważnie pokrywają one bardziej jedną stronę skamieniałości. Liniowe głębokie ślady mogą tworzyć siateczkowate, niezbyt gęste ale duże skupiska, pokrywające chaotycznie powierzchnię skamieniałości. Głębokość śladów meandrycznych nie przekracza 1,5  $\mu\text{m}$ , natomiast nieregularne i liniowe odmiany są głębokie, często z porami penetrującymi mikro-skamieniałości w głąb. Ten ostatni typ czasem doprowadza do rozległych uszkodzeń powierzchni sklerytów.

W wyniku porównania szczątków szkarłupni kopalnych z bajosu i batonu Wyżyny Krakowsko-Częstochowskiej (cegielnie częstochowskie i Ogrodzieniec) oraz pochodzących ze współczesnych osadów wybrzeża śródziemnomorskiego (Chorwacja, Włochy, Majorka, Kreta i Grecja kontynentalna); Atlantyku (Norwegia, Dania, Wielka Brytania, Francja); Morza Czerwonego (Egipt, Jordania), Oceanu Indyjskiego (Kenia, Indie, Tajlandia), Oceanu Spokojnego (Kalifornia) i innych, stwierdzono identyczne lub podobne mikroślady.

szkarłupnie	sposób bytowania bentosu	typ mikrośladów				
		meandryczne zwarte	meandryczne luźne	nieregularne	liniowe głębokie	
Crinoidea	sesylna, epifauna	—	—	—	—	
Echinoidea <i>regularia</i>	epifauna	—	—	—	rzadko	
Asteroidea	epifauna	—	—	rzadko	—	
Opiuroidea	epifauna i semiinfauna	rzadko	rzadko	często, tylko na elementach dystalnych	—	
Holothuroidea:	wagilne	<i>Eocaudina</i> sp. A	—	rzadko	—	—
		<i>Eocaudina</i> sp. B	—	—	—	—
		<i>Calclamna</i>	rzadko	rzadko	—	—
		<i>Priscopodatus</i>	rzadko	rzadko	—	—
		<i>Hemisphaeranthos</i>	rzadko	rzadko	—	—
		<i>Theelia</i>	często	często	—	—
		<i>Achistrum</i>	często	często	—	—

Fig. 1. Zależność mikrośladów i ich rozprzestrzenienia na powierzchni sklerytów kopalnych szkarłupni od sposobu ich bytowania za życia.

Porównanie ze współczesnymi mikrośladami oraz ich rozmiary wskazują, że powstały one w wyniku procesów gnilnych, za które odpowiedzialne są bakterie. Nie można określić jakie gatunki bakterii spowodowały widoczne zmiany. Często procesy rozkładu szkarłupni w ilach rudonośnych przebiegały w środowisku beztlenowym. W takim razie w procesach rozkładu szczątków organicznych zaangażowane były anaerobowe bakterie gnilne lub względnie beztlenowce. Te ostatnie są także zdolne do życia w środowisku pozbawionym tlenu cząsteczkowego. Szczególnie często aktywne są bakterie anaerobowego katabolizmu substratów organicznych, zwłaszcza białek. W trakcie gnilnego rozkładu białek obok amoniaku powstaje zawsze pewna ilość siarkowodoru uwalnianego z przemiany aminokwasów siarkowych tj. cystyny, cysteiny i metioniny. Siarkowódor ten intensywnie nadtrawiał powierzchnię kalcytu w miejscach gdzie odbywał się metabolizm, a więc w miejscach gdzie spoczywały bakterie. W ten sposób został bardzo precyzyjnie oddany ich kształt oraz ułożenie. Struktury najlepiej zachowane są na elementach zbudowanych z kalcytu szklistego. U szkarłupni kalcyt taki buduje przeważnie najdelikatniejsze całe elementy szkieletowe tj. skleryty strzykw, haki i kolce ramieniowe węzowideł, *paraxillae* rozgwiazd, rozety z nówek ambulakralnych i pedicelarie jeżowców (cegielnia w Gnaszynie – Boczarowski 2004, Boczarowski w: Gedl i in. 2003, 2004). Rzadziej szklistą postać ma delikatna ornamentacja powierzchni dużych sklerotomów tj. granule na zewnętrznych powierzchniach dużych sklerytów węzowideł, jeżowców lub liliowców. Kalcyt szklisty może się zachować tylko po stosunkowo szybkim pogrzebaniu w osadzie, najlepiej ilastym, który dodatkowo izoluje mikroskamieniałości przed zmianami geochemicznymi. W wielu przypadkach współczesnych, dobrze przewietrzonych osadów, kalcyt nie jest szklisty i przybiera postać mleczną. Do drobnych elementów przylegały bardzo małe fragmenty ciała, dlatego mikroślady po rozpuszczaniu powierzchniowym kalcytu – w miejscach gdzie tkanki były zjadane – tworzą jedną płytką generację, są gęsto upakowane lecz mają lokalny zasięg. W takich miejscach ze względu na ubóstwo pożywienia porcje wytwarzanego metabolicznie przez bakterie siarkowodoru były małe i ograniczone czasowo do końca konsumpcji materii organicznej. Duże elementy z cegielni częstochowskich (szczególnie w bajosie, np. cegielnia „Sowa”) często noszą ślady poważnych zniszczeń powierzchni. Zdjęcia skaningowe ujawniają płataninę generacji mikrośladów bakteryjnych z mnóstwem głębokich wżerów penetrujących szkielet. Takie elementy były stowarzyszone ze względnie dużymi porcjami materii organicznej, która była długo i intensywnie zjadana. Z tego powodu wżery na powierzchni kalcytu są głębokie. W wyniku porównań ze współczesnym materiałem dentystycznym stwierdzono, że procesy te nie są jedynie ograniczone do środowiska wodnego, ale do każdego, w którym powstają warunki sprzyjające gniciu. Ślady pozostawione przez bakterie gnilne są bardzo podobne. Typowym problemem stomatologicznym jest powstawanie zgorzeli, za którą odpowiedzialne są te same grupy bakterii, co za rozkład martwej materii organicznej.

W wyniku rozkładu ciał martwych organizmów do środowiska uwalniane są pewne ilości siarki i żelaza. Powstające siarczany umożliwiają tzw. oddychanie siarczanowe, które może istnieć jedynie przy udziale obligatoryjnych bakterii anaerobowych. Oddychanie to zachodzi w dwóch szlakach asymilacyjnej i dysymilacyjnej redukcji siarczanu i prowadzi do powstania siarczków i siarkowodoru (informacja ustna – A. Machnicka z Instytutu Ochrony i Inżynierii Środowiska, Bielsko Białe). Tworzenie siarkowodoru zwłaszcza w procesie asymilacyjnej redukcji jest rezultatem beztlenowej działalności bakterii proteolitycznych, obecnie reprezentowanych przez rodzaje *Clostridium* Prazmowski, 1880 (Collins i in. 1994) oraz *Veillonella* Prévot 1933 emend. Mays, Holdeman, Moore, Rogosa & Johnson, 1982 (Mays i in. 1982). Powstające jony  $S^{2-}$  stosunkowo łatwo mogły reagować z obecnymi jonami  $Fe^{2+}$  dając siarczki. We wszystkich próbkach pochodzących z jurajskich ilów rudonośnych piryt jest dominującym składnikiem reziduum (Witkowska i in. 2004).

Odlewy mikrośladów znalezionych na szczątkach szkarłupni w ilach rudonośnych Gnaszyna przypominają zarysem kultury bakterii anaerobowych. Mikroślady nieregularne i liniowe (fig. 1) podobne są w szczególności do Gram ujemnych pałeczek *Fusobacterium* Knorr, 1922. *Fusobacterium* i *Bacteroides* Castellani & Chalmers 1919 emend. Shah & Collins, 1989 należą do tak zwanych bezwzględnych beztlenowców (Citron 2002; Shah i Collins 1989). Bezwzględni beztlenowcy zostali rozpoznani tylko wśród pierwotniaków i bakterii. Najbardziej znanym jest rodzaj *Clostridium* reprezentowany przez przetrwalnikujące laseczki, które występują między innymi w glebie, osadach dennych jezior oraz

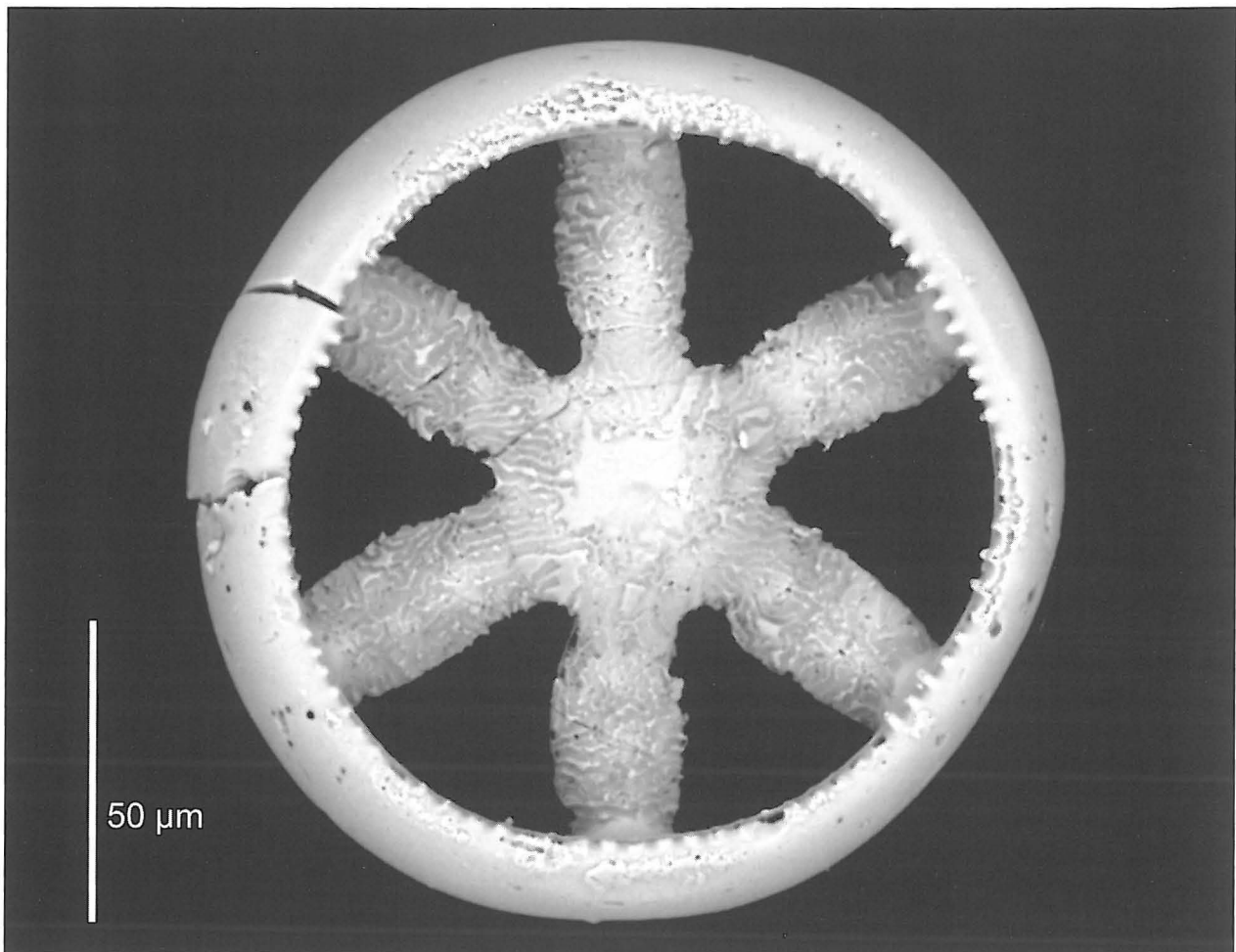


Fig. 2. *Theelia heptalampira* (Bartenstein, 1936) emend. Frizzell & Exline, 1955, baton, próba 13, cegielnia Gnaszyn, GIUS 8-2471 Gna. P13-H-528. Na szprychach tego szkieletu widoczne są ślady meandryczne zwarte, pozostawione przez bakterie podczas procesu gnicia.

przewodzie pokarmowym zwierząt wyższych (Kotelko, Sedlaczek i Lachowicz 1979). Odlewy mikrośladów meandrycznych (fig. 2) przypominają kultury *Escherichia coli* (Migula, 1895) emend. Castellani & Chalmers, 1919, która jest względnym beztlenowcem, a więc lepiej się rozwija przy braku tlenu ale może żyć w jego obecności (Holt, Krieg i Sneath 1994). Bakteria ta jest bardzo popularna w przewodach pokarmowych zwierząt. Analizując frekwencje typów poszczególnych mikrośladów u różnych grup szkarłupni widać wyraźnie, że najintensywniej pokrywają one szczątki grup podejrzanych o życie wewnątrz osadu lub na granicy woda osad (fig. 1). Po śmierci, zwierzęta te po prostu pozostawały całkowicie lub prawie zagrzebane w osadzie i gniły w warunkach beztlenowych. Śladów penetracji osadów przez różne detrytusofagi w osadach środkowej jury okolic Częstochowy nie brakuje. Prawie nie ma mikrośladów bakteryjnych na szczątkach grup będących ewidentną epifauną (liliowce, rozgwiazdy, jeżowce regularne). Najciekawsze jest to, że ewentualne współczesne odpowiedniki gatunków jurajskich strzykw żyją dokładnie w takich samych środowiskach (np. rodzaj *Holothuria* Linnaeus, 1758, czy przedstawiciele rzędu Apodida).

Przypowierzchniowe warstwy osadu ilów rudonośnych musiały mieć wartość potencjału utleniająco-redukcyjnego Eh w granicach 0,2 V. Na tym poziomie bakterie beztlenowe mają optymalne warunki rozwoju. Natomiast tuż powyżej granicy woda-osad istniały doskonałe warunki tlenowe. Gdyby nie strzykwy ocean zamieniły się w gnijący ściek (Boczarowski 2001).

## Literatura:

- Boczarowski A. 2001. Isolated sclerites of Devonian non-pelamtozoan echinoderms. *Palaeontologia Polonica*, **59**: 1–219.
- Boczarowski A. 2004. Pedicellarie ze środkowojurajskich ilów rudonośnych i ich znaczenie w strategii życiowej jeżowców. *Tomy Jurajskie*, **2**: 141–150.
- Citron D. M. 2002. Update on the Taxonomy and Clinical Aspects of the Genus *Fusobacterium*. *Clinical Infectious Diseases*, **35**: 22–27.
- Collins M. D., Lawson P. A., Willems A., Cordoba J. J., Fernandez-Garayzabal J., Garcia P., Cai J., Hippe H. i Farrow J. A. 1994. The phylogeny of the genus *Clostridium*: proposal of five new genera and eleven new species combinations. *International Journal of Systematic Bacteriology*, **44**, 4: 812–826
- Gedl P., Kaim A., Boczarowski A., Kędzierski M., Smoleń J., Szczepanik P., Witkowska M. i Ziaja J. 2003. Rekonstrukcja paleośrodowiska sedimentacji środkowojurajskich ilów rudonośnych Gnaszyna (Częstochowa) – wyniki wstępne. *Tomy Jurajskie*, **1**: 19–27.
- Gedl P., Kaim A., Boczarowski A., Dudek T., Kędzierski M., Leonowicz P., Sawłowicz Z., Smoleń J., Szczepanik P., Witkowska M. i Ziaja J. 2004. Rekonstrukcja paleośrodowiska sedimentacji środkowojurajskich ilów rudonośnych Gnaszyna (Częstochowa). *Tomy Jurajskie*, **2**: 166.
- Holt B. J. G., Krieg N. R. i Sneath P. H. A. 1994. Bergey's manual of determinative Bacteriology, 9<sup>th</sup> ed. The Williams & Wilkins Co., Baltimore, 1–789.
- Kotelko K., Sedlaczek L. i Lachowicz T. M. 1979. Biologia Bakterii. Państwowe Wydawnictwo Naukowe, 1–538, Warszawa.
- Mays T. D., Holdeman L. V., Moore W. E. C., Rogosa M. i Johnson J. L. 1982. Taxonomy of the genus *Veillonella* Prévot. *International Journal of Systematic Bacteriology*, **32**: 28–36.
- Shah H. N. i Collins M. D. 1989. Title Proposal to restrict the genus *Bacteroides* (Castellani and Chalmers) to *Bacteroides fragilis* and closely related species. *International Journal of Systematic Bacteriology*, **39**: 85–87.
- Witkowska M., Szczepanik P. i Sawłowicz Z. 2004. Rekonstrukcja paleośrodowiska sedimentacji środkowojurajskich ilów rudonośnych Gnaszyna (Jura Krakowsko-Częstochowa) w świetle badań geochemicznych. *Tomy Jurajskie*, **2**: 166–167.