

Gniazdowe akumulacje szczątków fauny w środkowojurajskich iłach rudonośnych Wyżyny Krakowsko-Częstochowskiej — wnioski paleobiologiczne

Michał Zatoń*, Mariusz A. Salamon*, Leszek Marynowski*, Rafał Zatoń**



M. Zatoń



M.A. Salamon



L. Marynowski



R. Zatoń

Nest-like accumulations of faunal remains in the Middle Jurassic ore-bearing clays of the Kraków-Częstochowa Upland and their palaeobiological implications. *Prz. Geol.*, 55: 424–429.

S u m m a r y . Distinct faunal accumulations in the uppermost Bajocian/lowermost Bathonian, lowermost and Middle Bathonian of the Polish Jura (south-central Poland) have been detected. The fossils are densely packed in the centre of the accumulations and more or less dispersed in their margins. The accumulations vary in size, but all are rich in various groups of organisms, of which the molluscs (mainly bivalves) and echinoderms predominate. The echinoderms are all disarticulated, and shelly fauna occur as angular fragments with sharp edges, of random sizes and without any signs of abrasion. The different sizes of the fossil remains, from tiny echinoderm ossicles or juvenile shelly fauna to medium-sized shell fragments or belemnite rostra, exclude any transportation and thus sorting. Worth of noting is the occurrence of similar faunal groups in each accumulation. The general shape and composition of the accumulations, as well as their taphonomical features, especially the angularity of shell fragments, point to durophagous (shell-crushing) predation rather than physical processes. The various organisms may indicate that the potential predator (most probably fish) fed on various invertebrates. The indigestible particles were later regurgitated forming the accumulations discussed. The presence of various epibionts on the fossil fragments indicate, that they rested upon the sea-floor for some time-span after they had been regurgitated. Then the scavengers, as well as current action or water movements, have been responsible for dispersion of some of the fossils, as is well-visible at the margins of the investigated accumulations.

Key words: Middle Jurassic, Poland, predation, shell fragments, shelly fossils

Środkowojurajskie, nieskonsolidowane osady ilaste górnego bajosu i batonu, należące do formacji częstochowskich iłów rudonośnych (patrz np. Dayczak-Calikowska i in., 1997; Kopik, 1998), są obecnie bardzo dobrze odsłonięte w wielu wyrobiskach cegielnianych, rozciągających się od Ogrodzieńca na południu po okolice Wielunia na północy obszaru Jury Krakowsko-Wieluńskiej (patrz Matyja & Wierzbowski, 2000, 2003; Zatoń & Marynowski, 2004; Zatoń i in., 2006a). Charakterystyczną cechą tych osadów są konkrecje węglanowe, występujące pojedynczo lub tworzące mniej lub bardziej ciągłe poziomy, jak również masywne warstwy sydereytowe (patrz Majewski, 2000).

Iły rudonośne znane są również z dobrze zachowanych mikro- i makroskamieniałości, występujących zarówno w iłach, jak i konkrecjach węglanowych (patrz np. Poulsen, 1998; Matyja & Wierzbowski, 2000, 2003; Gedl i in., 2003; Zatoń & Marynowski, 2004, 2006; Kaim, 2004; Zatoń i in., 2006a, b). W iłach makroszczątki tworzą w pewnych miejscach charakterystyczne, sferyczne skupienia, w których występują skamieniałości różnych grup organizmów, głównie bentosowych. Co interesujące, w akumulacjach tych znaczna większość szczątków jest pokruszona, co wyraźnie odróżnia je od innych, pojedynczo występujących w osadzie i zwykle dobrze zachowanych skamieniałości. W wyrobiskach cegielnianych akumulacje szczątków organicznych są najlepiej widoczne na zwietrzałych powierzchniach iłu, szczególnie w partiach spągowych lub na powierzchniach poziomów eksploatacyjnych.

Celem niniejszego artykułu jest przedstawienie wstępnych wyników badań akumulacji skamieniałości w częstochowskich iłach rudonośnych oraz wyjaśnienie ich genezy.

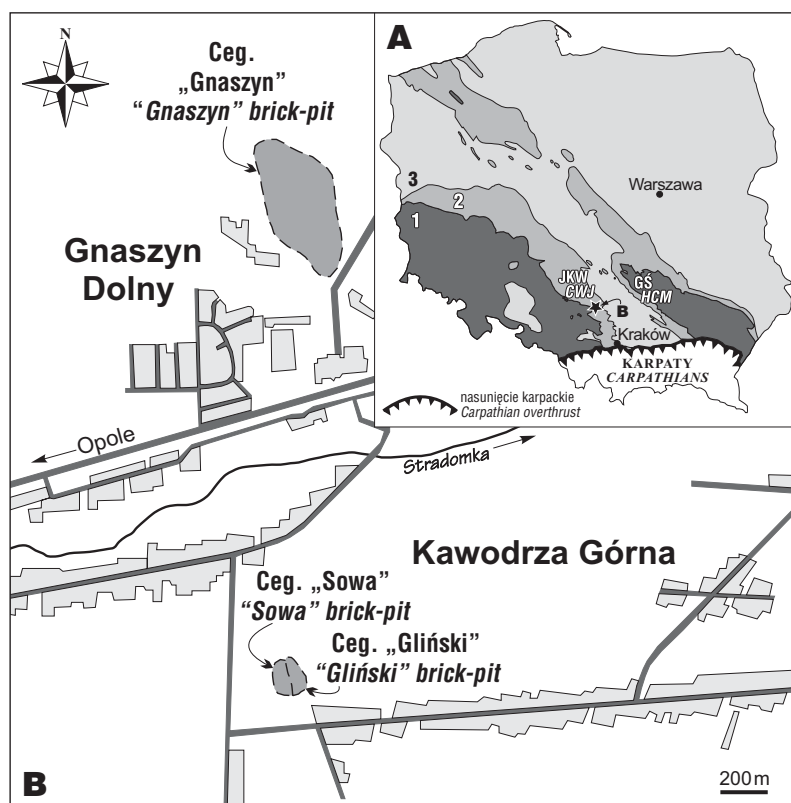
Lokalizacja i wiek badanych osadów

Opisywane akumulacje szczątków skamieniałości zostały odnotowane w rejonie Kawodrzy Górnej i Gnaszyna Dolnego koło Częstochowy (ryc. 1). W rejonie tym znajduje się wiele wyrobisk cegielnianych, w których odsłania się sekwencja ilasta od najwyższego bajosu po baton górny (Majewski, 1997; Matyja & Wierzbowski, 2000, 2003). Najliczniejsze i najlepiej widoczne akumulacje zostały odnotowane w czynnych, sąsiadujących ze sobą wyrobiskach cegielni *Sowa* i *Gliński*, położonych w Kawodrzy Górnej, oraz w wyrobisku cegielni *Gnaszyn* w Gnaszynie Dolnym (ryc. 1). Sekwencja ilasta odsłaniająca się w wyrobiskach *Sowa* i *Gliński* reprezentuje najwyższy bajos (poziom Parkinsoni, podpoziom Bomfordi) i dolny baton (poziom Zigzag, podpoziom Convergens–Macrescens) — patrz Matyja & Wierzbowski (2000, 2003, 2006); Zatoń & Marynowski (2004). Iły odsłaniające się w wyrobisku cegielni *Gnaszyn* reprezentują środkowy baton (poziom Subcontractus, Morrisi i Bremeri, czyli niższą część poziomu Hodsoni w podziale subborealnym; patrz Mangold & Rioult, 1997) oraz niższą część batonu górnego (poziom Retrocostatum — odpowiednik wyższej części poziomu Hodsoni; Matyja & Wierzbowski, 2006).

W wyrobiskach cegielni *Sowa* i *Gliński* wiele akumulacji skamieniałości zostało odnotowanych w zwietrzałych partiach iłu, reprezentujących pogranicze najwyższego bajosu (poziom Bomfordi) i najniższego batonu (podpoziom Convergens). Natomiast w wyrobisku cegielni *Gnaszyn* zaobserwowano je na niektórych poziomach eksploatacyjnych iłów środkowego batonu (poziom Morrisi).

*Wydział Nauk o Ziemi, Uniwersytet Śląski, ul. Bedzińska 60, 41-200 Sosnowiec; mzataon@wnoz.us.edu.pl; marynows@wnoz.us.edu.pl; paleo.crinoids@poczta.fm;

**ul. 1 Maja 50/3, 41-300 Dąbrowa Górnicza



Ryc. 1. A. Mapa geologiczna Polski bez utworów kenozoiku: 1 — utwory przedjurajskie, 2 — utwory jurajskie, 3 — utwory kredowe, JKW — Jura Krakowsko-Wieluńska, GŚ — Góry Świętokrzyskie, gwiazdką zaznaczono badany obszar; B. Obszar badań z zaznaczonymi wyrobiskami cegielni

Fig. 1. A. Map of Poland without the Cenozoic deposits: 1 — pre-Jurassic strata, 2 — Jurassic strata, 3 — Cretaceous strata, CWJ — Crakow-Wieluń Jura, HCM — Holy Cross Mountains, asterisk indicates study area. B. Study area with indication of clay-pits

Skład taksonomiczny akumulacji szczątków organicznych oraz cechy tafonomiczne znajdujących się w nich skamieniałości określono na podstawie pięciu prób: trzech z wyrobisk Sowa i Gliński [w tym dwóch z pogranicza bajosu i batonu (S2, S3) i jednej z najniższego batonu (G1)] oraz dwóch prób z wyrobiska Gnaszyn (Gn1, Gn2) — patrz tab. 1. Szczegółowe opracowanie tych prób zostało opublikowane przez Zatonía i in. (2007). Badane próby są przechowywane na Wydziale Nauk o Ziemi Uniwersytetu Śląskiego w Sosnowcu, pod katalogowym numerem GIUS 8.

Tab. 1. Zróżnicowanie taksonomiczne szczątków organicznych w badanych próbach oraz względna częstość ich występowania: + — występowanie pojedyncze, ++ — występowanie liczne, +++ — występowanie bardzo liczne; S2, S3 — próby z pogranicza najwyższego bajosu i najniższego batonu (cegielnia Sowa), G1 — próba z najniższego batonu (cegielnia Gliński), Gn1, Gn2 — próby ze środkowego batonu (cegielnia Gnaszyn)

Table 1. Diversity of fossils in the samples, and their relative frequency: + — single, ++ — common, +++ — abundant; S2, S3 — uppermost Bajocian/lowermost Bathonian samples (Sowa brick-pit), G1 — lowermost Bathonian sample (Gliński brick-pit), Gn1, Gn2 — Middle Bathonian samples (Gnaszyn brick-pit)

Taksony Taxa	Próby Samples				
	S2	S3	G1	Gn1	Gn2
mięczaki, <i>molluscs</i> :	+++	+++	+++	+++	++
— ślimaki, <i>gastropods</i>	+	+		+	++
— łódkonogi, <i>scaphopods</i>	++	+		+	
— małże, <i>bivalves</i>	+++	+++	+++	+++	++
— belemnity, <i>belemnites</i>	+		+	+	+
— amonity, <i>ammonites</i>			+	++	++
ramienionogi, <i>brachiopods</i>	+	+++	+	+	+
— rynchonellidy, <i>rynchonellids</i>	+	+++		+	
— terebratulidy, <i>terebratulids</i>		+	+	+	+
mszywioly, <i>bryozoans</i>		+		+	
szkarłupnie, <i>echinoderms</i>	+++	+++	+++	+++	++
— liliowce, <i>crinoids</i>	+++	+++	+++	+++	++
— jeżowce, <i>echinoids</i>	+			++	+
— rozgwiazdy, <i>asteroids</i>	+	+	++	++	+
— wężowidła, <i>ophiuroids</i>	+				+
szczątki drewna, <i>wood remains</i>				+	

Charakterystyka akumulacji szczątków organicznych

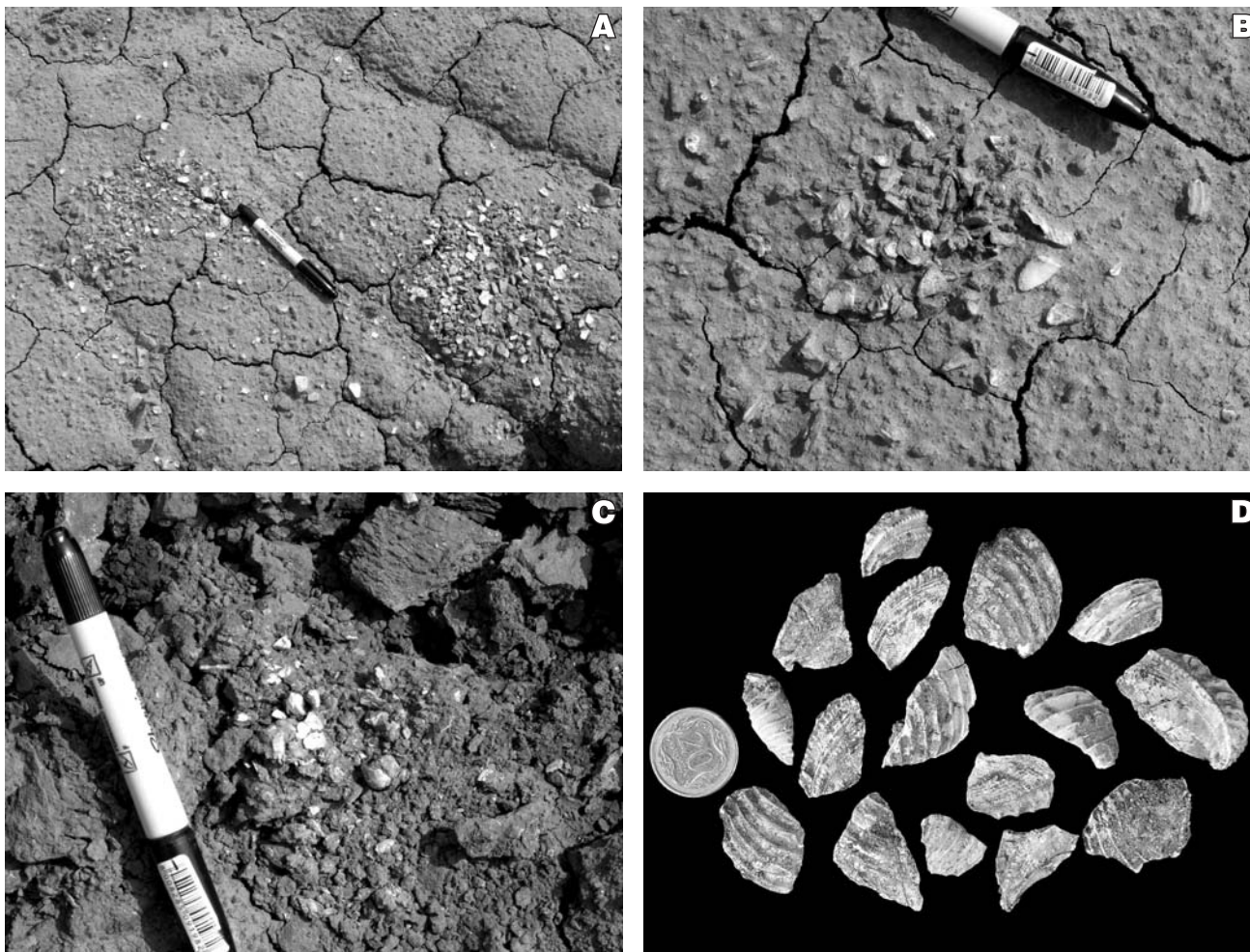
Badane akumulacje szczątków organicznych występują w postaci gniazdowych skupień różnej wielkości (zwykle o średnicy od kilku do kilkunastu cm), składających się z gęsto upakowanych skamieniałości. Nie zanotowano w nich ukierunkowania bioklastów. Akumulacje te występują na powierzchni iłu rzadko i pojedynczo lub też licznie i grupowo — miejscami dosyć blisko siebie, jednak nie kontaktują się ze sobą (ryc. 2A). Zazwyczaj w środkowej części akumulacji wszystkie szczątki są gęsto upakowane; na obrzeżach natomiast — rozproszone (ryc. 2B).

Występujące w akumulacjach szczątki organiczne charakteryzują się dużym zróżnicowaniem taksonomicznym. Dominują wśród nich skamieniałości mięczaków, szczególnie małży, oraz szkarłupni (tab. 1). Znajdowane są dysartykulowane elementy szkieletowe szkarłupni, płytki marginalne rozgwiazd należących do rodzin *Astropectiniidae* i *Goniasteridae*, izolowane elementy łodyg (kolumnalia, plurikolumnalia) oraz ramion (brachialia) liliowców (głównie *Isocrinidae*), a także pojedyncze płytki pancerzy i

połamane kolce jeżowców regularnych. Sporadycznie występują pojedyncze kręgi ramion wężowideł.

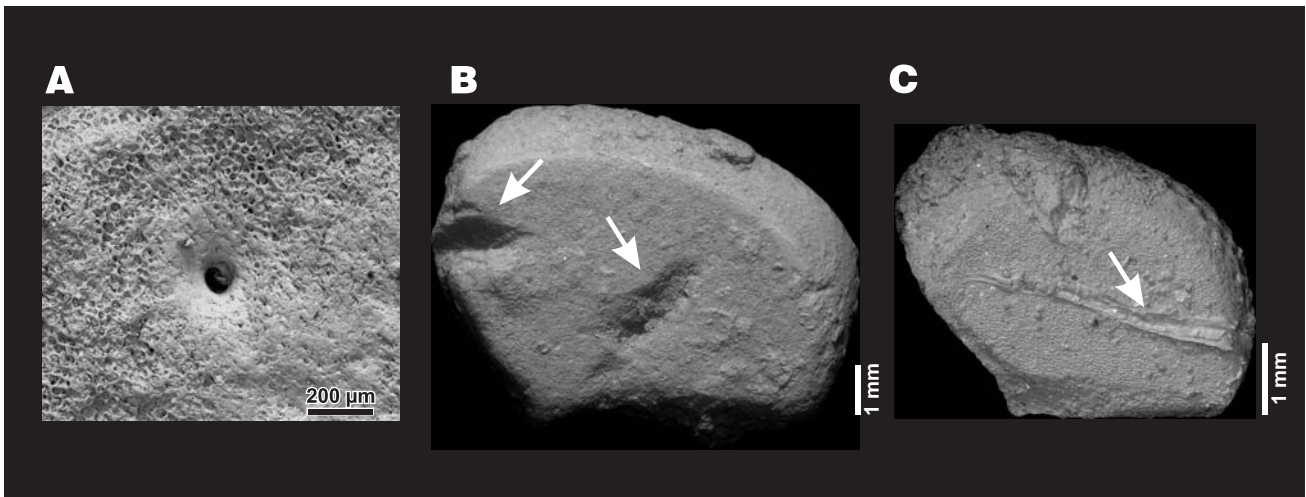
Na wielu elementach skorup szkarłupni, zwłaszcza rozgwiazd, widoczne są ślady wytrawienia oraz drobne drażnienia (ryc. 3A), wykonane prawdopodobnie przez endolityczne glony. Na niektórych fragmentach pancerzy rozgwiazd widoczne są również wyraźne ślady ugryzień (ryc. 3B). Liczne elementy szkieletowe są inkrustowane przez epibionty, głównie przez drobne otwornice *Bullopore* i serpule z morforodzaju *Dorsoserpula* (ryc. 3C).

W badanych akumulacjach występuje wiele fragmentów muszli małży o ostrokrawędzistych brzegach (ryc. 2D). Bioklasty te mają wymiary od 0,25 mm x 4,5 mm do 1,7 cm x 2,8 cm. Część muszli zachowała ornamentację, lecz występują również fragmenty skorup, których powierzchnie noszą ślady rozpuszczania (wytrawiania), bioerozji i inkrustacji. Są to przeważnie muszle gruboskorupowych małży z rodziny *Trigoniidae* (*Trigonia*, *Myophorella*), aczkolwiek zdarzają się również fragmenty należące do *Corbula*, *Plicatula*, *Liostrea* czy przedstawicieli *Nuculidae*. Jednak niewielkie okazy (o wymiarach 2 mm x 5 mm lub czasem nieco większe) są zachowane w całości lub tyl-



Ryc. 2. A–B. Akumulacje szczątków skamieniałości z pogranicza najwyższego bajosu i najniższego batonu (wzrostki cegielni *Sowa*); C. Akumulacja szczątków organicznych ze środkowego batonu (cegielnia *Gnaszyn*); D. Fragmenty skorup małży z rodziny *Trigoniidae* o ostrych, nieobtoczonych krawędziach i wytrawionych powierzchniach (ceg. *Gliński*, najniższy baton, próba G11)

Fig. 2. A–B. Accumulations from the uppermost Bajocian/lowermost Bathonian transitional deposits of the *Sowa* brick-pit; C. Accumulation from the Middle Bathonian of the *Gnaszyn* brick-pit; D. Shell fragments of bivalves *Trigoniidae*, bearing sharp, non-abraded margins and etched surfaces (*Gliński* brick-pit, lowermost Bathonian, sample G11)



Ryc. 3. Niektóre cechy tafonomiczne zaobserwowane na płytkach marginalnych rozgwiazd (Kawodrza Górna — cegielnia Sowa, próba S2): **A** — drążenia wykonane prawdopodobnie przez endolityczne glony; **B** — ślady ugryzień; **C** — inkrustacja płytek przez serpulidy
Fig. 3. Some taphonomic features observed on marginal plates of starfishes (Kawodrza Górna — Sowa brick-pit, sample S2): **A** — borings made probably by endolithic algae; **B** — bite-marks (arrows); **C** — serpulid-encrusted plates

ko nieznacznie uszkodzone. Dotyczy to głównie przedstawicieli *Corbula* i rodziny Nuculidae. Również większe muszle ramienionogów występują w postaci ostrokrawędzistych fragmentów, a szczątki niewielkich osobników (prawdopodobnie juvenilnych) są zachowane jako kompletne muszle. Muszle ślimaków, reprezentowanych przez takie rodzaje, jak *Cryptaulax*, *Turcica*, *Calliotropis* czy *Spinigera* (patrz Gedl i in., 2003; Kaim, 2004), są dobrze zachowane, lecz bez apertur. Ich wielkość (w próbie Gn1) wynosi od 3 do 12 mm. Nie mają one jednak tak znaczącego udziału w badanych próbach, jak małże (tab. 1). Rostra belemnitów, należące zarówno do osobników dorosłych, jak i młodocianych, występują w postaci fragmentów o wytrawionych powierzchniach, a niektóre z nich są inkrustowane przez otwornice. W kilku próbach oprócz licznych fragmentów małży obecne są również ostrokrawędziste fragmenty muszli nierozpoznawalnych bliżej amonitów. Akcesorycznie występują gałązkowe kolonie mszywiolów, a także niewielkie fragmenty drewna.

Geneza badanych akumulacji i implikacje paleobiologiczne

Podstawowym problemem dotyczącym omawianych akumulacji szczątków skamieniałości jest z pewnością natura ich powstania. Położenie szczątków organicznych w osadzie i ich kompozycja świadczą o tym, iż akumulacje te nie powstały za pośrednictwem fizycznych procesów sedymentacyjnych. Tworzą one bowiem charakterystyczne, owalne, gniazdowe skupienia, w których występują różnej wielkości bioklasty — od drobnych elementów szkieletowych szkarłupni po duże fragmenty skorup małży czy nawet kawałki drewna. Takie ułożenie szczątków, w dodatku nie wysortowanych i nie zabradowanych, świadczy o tym, iż w powstawaniu ich nagromadzeń nie brały udziału intensywne procesy hydrodynamiczne. Cechy tafonomiczne badanych akumulacji, jak i samo ich gniazdowe występowanie w osadzie, dowodzą natomiast tego, iż są one efektem działalności biologicznej, a dokładniej pozostałościami po atakach drapieżników (Zatoń i in., 2007; Zatoń & Salamon, w druku).

Pierwszą charakterystyczną cechą pobranych prób jest obecność w każdej z nich różnych grup organizmów (tab. 1). Chociaż przeważają elementy szkieletowe fauny bentosowej, to znajdują się wśród nich również szczątki organizmów należących do nektonu lub nektoentosu (amonity i belemnity). We wszystkich analizowanych próbach obecne są dysartykulowane elementy szkarłupni.

Drugą cechą jest stan zachowania skamieniałości. Gruboskorupowe małże z rodziny Trigoniidae mają bardzo charakterystyczny typ fragmentacji, objawiający się ostrymi, nieobtoczonymi krawędziami (patrz ryc. 2D). Na podstawie obserwacji współczesnych środowisk i zamieszkujących je organizmów (np. Cate & Evans, 1994; patrz też Zuschin i in., 2003) oraz badań eksperymentalnych (Oji i in., 2003) dowiedziono, iż taka fragmentacja muszli powstaje w wyniku żerowania drapieżnych durofagów, czyli organizmów zdolnych do kruszenia fauny zaopatrzonej w szkielet (patrz Aronson, 2001).

Trzecią ważną cechą akumulacji jest to, że oprócz pokruszonych i dysartykulowanych elementów szkieletowych obecne są w nich również prawie kompletne skorupki małych małży, ramienionogów czy ślimaków. Można to wyjaśnić na przykładzie wyników badań Cata & Evans (1994), którzy analizowali zawartość przewodów pokarmowych durofagowych ryb *Pogonias* ze współczesnych środowisk estuariowych Teksasu. Otóż przewody pokarmowe tych ryb zawierały zarówno pokruszone, ostrokrawędziste szczątki małży, jak i kompletne muszle niewielkich ślimaków i to z wciąż żywymi zwierzętami w ich wnętrzach.

Jurajskimi drapieżnikami, które mogły przyczynić się do powstania badanych przez nas akumulacji szczątków organizmów, były prawdopodobnie kostno- oraz chrzęstnoszkieletowe ryby, jak rekiny czy płaszczki (patrz Carter, 1967; Thies & Reif, 1985; Gray i in., 1997; Walker & Brett, 2002; Harper, 2006). Taka sama fragmentacja muszli mięczaków mogła powstać w wyniku działalności krabów. *Nota bene* w osadach najwyższego bajosu Kawodrzy Górnej znaleziono szczątki krabów (Zatoń & Krobicki, 2004). Jednak kraby te, należące do rodziny Prosopidae, były bardzo małe (długość ich pancerza wynosi do ok. 1 cm). Rodzina tych krabów dopiero rozpoczęła swoją ewolucję w środo-

wisku miękkiego dna (Müller i in., 2000; Zatoń & Krobicki, 2004; Krobicki i in., 2005). Co więcej, kleszcze tych zwierząt nie były przystosowane do kruszenia muszli.

W iłach rudonośnych odsłaniających się w wyrobiskach cegielni Sowa, Gliński i Gnaszyn akumulacje szczątków organicznych występują w różnych interwałach czasowych, dlatego najprawdopodobniej są śladem żerowania przedstawicieli różnych grup drapieżnych kręgowców. Różnorodność taksonomiczna szczątków w badanych akumulacjach świadczy o tym, iż domniemany drapieżca (lub drapieżcy) był generalistą, odżywiającym się różnymi bezkręgowcami. Dobrym przykładem współczesnego drapieżnika tego typu jest płaszczka (Gray i in., 1997). Prawdopodobnie drapieżnik ten pływał i żerował blisko powierzchni dna morskiego. Pobierana przez niego fauna muszlowa była kruszona i polykana. Niektóre drobne organizmy przechodziły przez przełyk nienaruszone lub tylko lekko uszkodzone. Kompletnie, niewielkie muszle mięczaków czy gałązkowe kolonie mszywiolów mogły też być połknięte incydentalnie (Cate & Evans, 1994; Gray i in., 1997). Niestrawne, twarde elementy szkieletowe były następnie wydalane przez drapieżnika.

Kilka lat temu podobne akumulacje szczątków zostały zinterpretowane jako ekskrementy pozostawione przez kręgowce (Merta & Drewniak, 1998 — str. 28). Natomiast według nas, opisane w tym artykule akumulacje organiczne są wypluwkami, czyli nie strawionymi resztkami wyrzucenymi przez otwór gębowy drapieżnika. Czynią tak na przykład rekiny, płaszczki (Hattin, 1996) i okoniokształtne ryby z rodziny prażmowatych (Sparidae). Różnica pomiędzy wypluwkami a koprolitami polega na tym, iż w koprolitach szczątki organiczne są zazwyczaj na tyle silnie przekształcone przez procesy trawienne, że wręcz nierozpoznawalne (por. Pollard, 1990; Hattin, 1996; Chin, 2002). W badanych przez nas akumulacjach szczątki fauny są dość dobrze zachowane i z łatwością rozpoznawalne. O tym, że są to wypluwki, może również świadczyć występowanie w nich fragmentów muszli amonitów. Sato & Tanabe (1998), badając szczątki pokarmowe kredowego plejzozaura, nie znaleźli w nich żadnych innych fragmentów muszli amonitów poza aptychami. Fakt ten tłumaczyli tym, iż niewielkie amonity mogły być polykane w całości, a ich aragonitowe muszle, w odróżnieniu od kalcytowych aptychów, były rozpuszczane przez soki trawienne. Dlatego też obecność fragmentów muszli amonitów w badanych przez nas akumulacjach wskazuje na krótki czas przebywania połkniętej fauny w przewodzie pokarmowym drapieżnika, tym samym potwierdza przypuszczenie, że badane akumulacje są wypluwkami kręgowców.

Pozostawione na izolowanych elementach rozgwiadź ślady zębów (ryc. 3B) przypominają ślady przedstawione w pracy Neumanna (2000, fig. 1A, C–D), który zinterpretował je jako pozostałości po ugryzieniach durofagowej ryby zbliżonej do współczesnych ryb rogatnicowatych (Balistidae). Jednakże przedstawione przez tego badacza rozgwiadź są kompletne, co dobitnie świadczy o tym, że były atakowane za życia. Natomiast w analizowanym przez nas materiale występują tylko pojedyncze elementy rozgwiadź. Widoczne na nich ślady ugryzień mogły powstać w trakcie ataku drapieżnika, jednak nie można całkowicie wykluczyć możliwości, iż zostały one wykonane już po śmierci organizmu.

Sądząc po śladach obecności epibiontów na wielu bioklastach, jak też śladach bioerozji, przynajmniej część

szczątków musiała przed pogrzebaniem dłużej przebywać na powierzchni osadu. W tym czasie działalność padlinożerców oraz sam ruch wody mogły się przyczynić do rozproszenia tych szczątków, co jest widoczne na obrzeżach badanych akumulacji.

Kolejną, interesującą kwestią jest sama proveniencja żywych bezkręgowców. Skoro bowiem antagonistą był drapieżca mobilny, to siedliska zjadanych przez niego organizmów mogły być w rzeczywistości znacznie oddalone od miejsca zdeponowania ich szczątków, a więc i same organizmy mogły pochodzić z odmiennych siedlisk. Cate & Evans (1994) zanotowali, iż badane przez nich ryby *Pogonias* wprowadzają szczątki zjadanych organizmów do obcych dla nich siedlisk, lecz proces ten nie zachodzi na dużą skalę. Trudno jest jednoznacznie określić, jak ten proces przebiegał w jurze w środowisku sedymentacji iłów rudonośnych. Nie mniej jednak, transport badanych szczątków w przewodzie pokarmowym drapieżnika był nieunikniony. Dlatego też należy zachować ostrożność podczas analiz paleoekologicznych dokonywanych na podstawie prób pobranych z akumulacji tego typu.

Podsumowanie

Przedstawione, gniazdowe akumulacje szczątków skamieniałości wielu grup organizmów reprezentują nie strawione szczątki pokarmowe, wydalane przez kręgowce w postaci wypluwek. Dostarczają one cennych informacji na temat preferencji pokarmowych środkowojurajskich, morskich drapieżników. Należy przy tym podkreślić, że do zachowania się tego typu akumulacji, poza procesami tafonomicznymi, przyczyniły się warunki środowiskowe (np. brak silnych prądów dennych), dzięki którym nie doszło do zniszczenia i dyspersji szczątków, co mogłoby uniemożliwić ich rozpoznanie.

Autorzy serdecznie dziękują dwóm anonimowym recenzentom za uwagi i komentarze odnośnie pierwszej wersji artykułu. Badania zostały przeprowadzone dzięki środkom przyznanych przez Fundację na rzecz Nauki Polskiej (stypendium dla Michała Zatonii i Mariusza A. Salamona).

Literatura

- ARONSON R.B. 2001 — Durophagy in marine organisms, [In]: Briggs D.E.G. & Crowther P.R. (Eds.), *Palaeobiology II*. Blackwell Science Publishing, Oxford.
- CARTER R.M. 1967 — On the biology and paleobiology of some predators of bivalved Mollusca. *Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol.*, 4: 29–65.
- CATE A.S. & EVANS I. 1994 — Taphonomic significance of the bio-mechanical fragmentation of live molluscan shell material by a bottom-feeding fish (*Pogonias cromis*) in Texas Coastal Bays. *Palaios*, 9: 254–274.
- CHIN K. 2002 — Analyses of coprolites produced by carnivorous vertebrates, [In]: Kowalewski M. & Kelley P.H. (Eds.), *The fossil record of predation*. The Paleontological Society Papers, 8: 43–49.
- DAYCZAK-CALIKOWSKA K., KOPIK J. & MARCINKIEWICZ T. 1997 — Middle Jurassic, [In:] Marek S. & Pajchłowa M. (Eds.), *The epicontinental Permian and Mesozoic in Poland*. Pr. Państw. Inst. Geol., 153: 236–282.
- GEDL P., KAIM A., BOCZAROWSKI A., KĘDZIERSKI M., SMOLEŃ J., SZCZEPANIK P., WITKOWSKA M. & ZIAJA J. 2003 — Rekonstrukcja paleośrodowiska sedymentacji środkowojurajskich iłów rudonośnych Gnaszyna (Częstochowa) — wyniki wstępne. *Tomy Jurajskie*, 1: 19–27.
- GRAY A.E., MULLIGAN T.J. & HANNAH R.W. 1997 — Food habits, occurrence, and population structure of the bat ray, *Myliobatis californica*, in Humboldt Bay, California. *Environmental Biology of Fishes*, 49: 227–238.

- HARPER E. 2006 — Dissecting post-Palaeozoic arms races. *Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol.*, 232: 322–343.
- HATTIN D.E. 1996 — Fossilized regurgitate from Smoky Hill Member of Niobrara Chalk (Upper Cretaceous) of Kansas, USA. *Cretaceous Research*, 17: 443–450.
- KAIM A. 2004 — The evolution of conch ontogeny in Mesozoic open marine gastropods. *Acta Palaeont. Polon.*, 62: 1–183.
- KOPIK J. 1998 — Lower to Middle Jurassic of the north-eastern margin of the Upper Silesian Coal Basin. *Pr. Państw. Inst. Geol.*, 378: 67–130.
- KROBICKI M., MÜLLER P. & ZATOŃ M. 2005 — Middle and Upper Jurassic brachyuran crabs — phylogenetic and palaeoenvironmental significance of their early evolutionary stage. *Geological Society of America*, 37 (7): 187.
- MAJEWSKI W. 1997 — Amonity z ilów rudonośnych okolic Częstochowy. *Arch. Wydz. Geol. UW.*
- MAJEWSKI W. 2000 — Middle Jurassic concretions from Częstochowa (Poland) as indicators of sedimentation rates. *Acta Geol. Polon.*, 50: 431–439.
- MANGOLD C. & RIOULT M. 1997 — Bathonien, [In:] Cariou E. & Hantzpergue P. (Eds.), *Biostratigraphie du Jurassiques ouest-européen et méditerranéen*. *Bull. Cent. Rech. Elf Explor. Prod., Mém.*, 17: 55–62.
- MATYJA B.A. & WIERZBOWSKI A. 2000 — Ammonites and stratigraphy of the uppermost Bajocian and Lower Bathonian between Częstochowa and Wieluń, Central Poland. *Acta Geol. Polon.*, 50: 191–209.
- MATYJA B.A. & WIERZBOWSKI A. 2003 — Biostratygrafia amonitowa formacji częstochowskich ilów rudonośnych (najwyższy bajos-górny berton) z odsłonięć w Częstochowie. *Tomy Jurajskie*, 1: 3–6.
- MATYJA B.A. & WIERZBOWSKI A. 2006 — Field Trip B1 — Biostratigraphical framework from Bajocian to Oxfordian, [In:] Wierzbowski A., Aubrecht R., Golonka J., Gutowski J., Krobicki M., Matyja B.A., Pieńkowski G. & Uchman A. (Eds.) — *Jurassic of Poland and adjacent Slovakian Carpathians*. *Field trip guidebook 7th International Congress on the Jurassic System*, 6–18 September 2006, Kraków, Poland.
- MERTA T. & DREWNIAK A. 1998 — Lithology and depositional environment of the Bathonian clays, [In:] Poulsen N.E., Bojesen-Koefoed J., Drenniak A., Głowniak E., Ineson J., Matyja B.A., Merta T. & Wierzbowski A. (Eds.) — *Mellem-Øvre Jura i Polen*. *EPP-1995 projekt: Det polske Mellem-Øvre Epikratoniske Bassin, Stratigrافي, Facies og Bassin Historie*. *Program Østeuropa*. *Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelse Rapport 1998*, 14: 25–41.
- MÜLLER P., KROBICKI M. & WEHNER G. 2000 — Jurassic and Cretaceous primitive crabs of the family Prosopidae (Decapoda: Brachyura) — their taxonomy, ecology and biogeography. *Ann. Soc. Geol. Pol.*, 70: 49–79.
- NEUMANN C. 2000 — Evidence of predation on Cretaceous sea stars from north-west Germany. *Lethaia*, 33: 65–70.
- OJI T., OGAYA C. & SATO T. 2003 — Increase of shell-crushing predation recorded in fossil shell fragmentation. *Paleobiology*, 29: 520–526.
- POLLARD J.E. 1990 — Evidence for diet, [In:] Briggs D.E.G. & Crowther P.R. (Eds.), *Palaeobiology: A synthesis*. Blackwell Publishing, Oxford.
- POULSEN N.S. 1998 — Upper Bajocian to Callovian (Jurassic) dinoflagellate cysts from central Poland. *Acta Geol. Polon.*, 48: 237–245.
- SATO T. & TANABE K. 1998 — Cretaceous plesiosaurs ate ammonites. *Nature*, 394: 629–630.
- THIES D. & REIF W.-E. 1985 — Phylogeny and evolutionary ecology of Mesozoic Neoselachii. *Neues Jahrb. Geol. Paläont. Abhandlungen*, 169: 333–361.
- WALKER S.E. & BRETT C.E. 2002 — Post-Paleozoic patterns in marine predation: was there a Mesozoic and Cenozoic marine predatory revolution? [In:] Kowalewski M., Kelley P.H. (Eds.), *The Fossil Record of Predation*. *Paleontological Society Papers*, 8: 119–193.
- ZATOŃ M. & KROBICKI M. 2004 — Prymitywne kraby z rodziny Prosopidae (Decapoda: Brachyura) z bajosu (jura środkowa) okolic Częstochowy, [In:] Muszer J. (Ed.), *Zapis paleontologiczny jako wskaźnik paleośrodowisk*. XIX Konferencja Paleobiologów i Biostratygrafów PTG, Wrocław: 66–68.
- ZATOŃ M. & MARYNOWSKI L. 2004 — Konzentrat-Lagerstätte — type carbonate concretions from the uppermost Bajocian (Middle Jurassic) of the Częstochowa area, South-Central Poland. *Geol. Quart.*, 48: 339–350.
- ZATOŃ M. & MARYNOWSKI L. 2006 — Ammonite fauna from uppermost Bajocian (Middle Jurassic) calcitic concretions from the Polish Jura — biogeographical and taphonomical implications. *Geobios*, 39: 426–442.
- ZATOŃ M., MARYNOWSKI L. & BZOWSKA G. 2006a — Konkrecje hiatusowe z ilów rudonośnych Wyżyny Krakowsko-Częstochowskiej. *Prz. Geol.*, 54: 131–138.
- ZATOŃ M., BARBACKA M., MARYNOWSKI L. & KRZYSTANEK J. 2006b — *Sagenopteris* (Caytoniales) with its possible preserved biomarkers from the Bathonian of the Polish Jura, south-central Poland. *Neues Jahrb. Geol. Paläont. Monatsh.*, 7: 385–402.
- ZATOŃ M. & SALAMON M.A. 2007 — Durophagous predation on Middle Jurassic molluscs, as evidenced from shell fragmentation. *Palaeontology* (w druku).
- ZATOŃ M., VILLIER L. & SALAMON M.A. 2007 — Signs of predation in the Middle Jurassic of south-central Poland: evidence from echinoderm taphonomy. *Lethaia*, doi:10.1111/j.1502-3931.2007.00017.x
- ZUSCHIN M., STACHOWITSCH M. & STANTON Jr. R.J. 2003 — Patterns and processes of shell fragmentation in modern and ancient marine environments. *Earth-Science Rev.*, 63: 33–82.

Praca wpłynęła do redakcji 28.08.2006 r.
Akceptowano do druku 23.01.2007 r.

Polecamy:

