

Nowe dane na temat mioceńskich ślimaków słodkowodnych i lądowych ze złoża węgla brunatnego *Bełchatów* (pole *Szczerców*, niecka łódzka)

Mariusz A. Salamon¹, Michał Bugajski², Przemysław Degórski²



M.A. Salamon



M. Bugajski



P. Degórski

New data on Miocene freshwater and terrestrial gastropods from the *Bełchatów* Lignite Mine (*Szczerców* field, Łódź Depression, central Poland). *Prz. Geol.*, 73: 733–737; doi: 10.7306/2025.77

Abstract. About 50 species of freshwater and terrestrial gastropods are known from Miocene deposits of central Poland. Current research at the *Bełchatów* Lignite Mine confirmed the presence of 31 taxa. Two of these have not previously been recorded from this area. Additionally, one has not been noted from Poland. The gastropod assemblage indicates that it inhabited wetlands and marshes in subtropical climates, as well as estuarine-like backwaters and extensive freshwater systems. Recorded oval and round holes on the gastropod shells are probably caused by

bioerosion, produced by cyanobacteria and/or drilid beetle larvae.

Keywords: *gastropods, predation, palaeoecology, Miocene, Bełchatów, Poland*

W kilkunastu lokalizacjach południowej i centralnej Polski stwierdzono dotychczas ponad 100 gatunków mioceńskich ślimaków słodkowodnych i lądowych zaliczanych do 54 rodzajów i 21 rodzin (Stworzewicz, 1989, 1993a; obecne obserwacje). Największa liczba gatunków (ok. 60) była wymieniana przez Stworzewicz (1993b) z osadów mioceńskich nieistniejącego już stanowiska w Opolu (szczegóły w Andreae, 1902a, b, 1904). Liczna malakofauna ślimaków lądowych była także wspomniana ze Zwierzyńca w północnej części zapadliska przedkarpacciego (Stworzewicz i in., 2013; 22 gatunki). Ta sama autorka (Stworzewicz, 1993a) dokumentowała te bezkręgowce także z Podhala (Koniówka i Czarna Dunajec), obszaru krakowskiego (Bielany, Ruczaj, Szczylce i Witkowiec), Kotliny Sandomierskiej (Sobów) i Rowu Kleszczowa (*Bełchatów* i nieodległe Chabielice). W tym ostatnim regionie Stworzewicz (1989, 1993a, b, 1995, 1999), Stworzewicz i Szynekiewicz (1989) oraz Stworzewicz i Sołtys (1996) stwierdzili ok. 50 gatunków ślimaków słodkowodnych i lądowych.

W niniejszym artykule dokonano przeglądu wiedzy na temat lądowych i słodkowodnych ślimaków notowanych z mioceńskich osadów kredy jeziornej obszaru złoża *Bełchatów* oraz uzupełniono listę tych ślimaków o taksony nienotowane wcześniej z tego terenu, które bytowały w wilgotnych i ciepłych, subtropikalnych środowiskach podmokłych, bagnistych i słodkowodnych.

BUDOWA GEOLOGICZNA

Złoże węgla brunatnego *Bełchatów* znajduje się w rowie Kleszczowa, czyli najgłębszym obniżeniu na Nizinie Południowej (np. Gotowała, Hałaszczyk, 2002; Hałaszczyk, 2007; ryc. 1) reprezentującym południową część segmentu mogileńsko-łódzkiego w rejonie tzw. fałdów radomszczańskich (Żelaźniewicz i in., 2011). Długość rowu jest szacowana na 80 km, szerokość wynosi 3 km, a głębokość przekracza 550 m p.p.m. (np. Widera i in., 2024). Podłoże reprezentują

przede wszystkim węglanowe osady mezozoiku jury górnej (głównie oksford i kimeryd; Krajewski i in., 2014, 2019; Wierzbowski, 2017; Olchowy i in., 2019) oraz rzadziej osady kredy górnej (alb–mastrycht; Świerczewska-Gładysz, Jurkowska, 2024). Na nich zalega sekwencja osadów mioceńskich, które w dolnej części są wykształcone jako piaski z wkładkami glin i mułów (kompleks podwęglowy). Powyżej występują lignity przeławicane piaskami, glinami, mułami, gytiami i kredą jeziorną. W lignitach tych występują też popioły wulkaniczne (kompleks węglowy). Przechodzą one w gliny, muły i piaski z pojedynczymi wkładkami gytii i kredy jeziornej (kompleks ilasto-węglowy i ilasto-piaskowy; Hycnar i in., 2015). Kowalski i Rzebik-Kowalska (2002) dodali, że sedymentacja tych osadów zachodziła w środowisku lądowym przy silnym udziale cieków słodkowodnych.

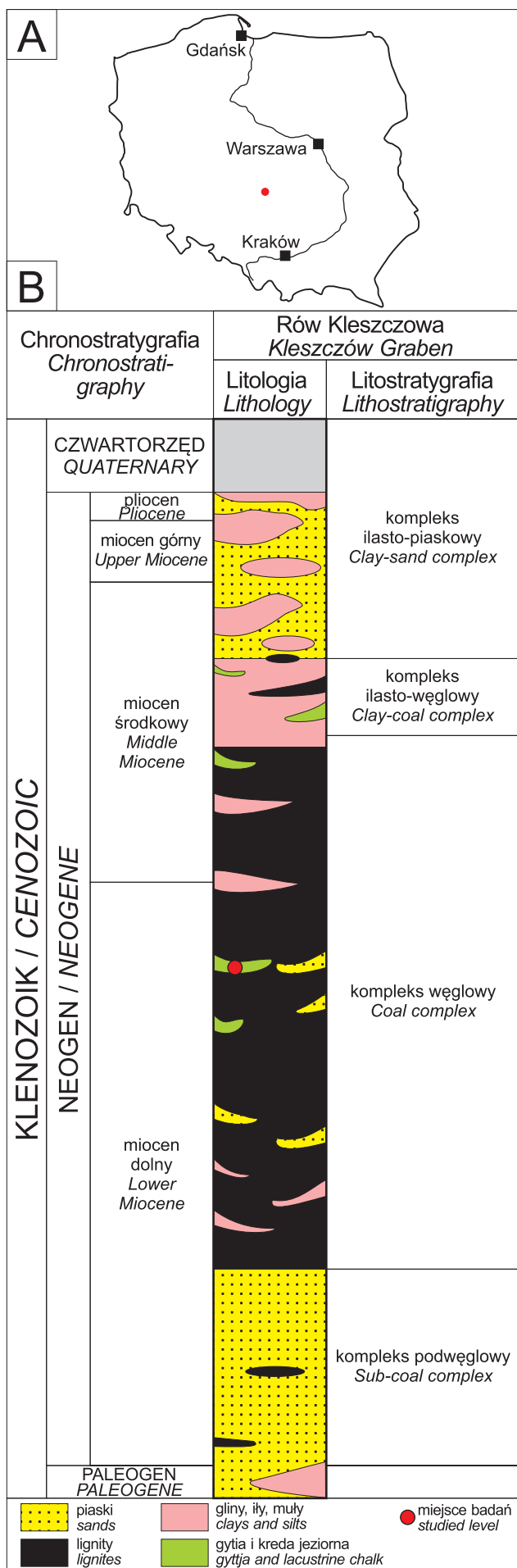
W złożu *Szczerców* jest znacząco więcej kredy jeziornej niż w analogicznym, wyeksploatowanym już złożu *Bełchatów* (Hycnar i in., 2015). Na tym ostatnim polu obecność tej kopaliny ogranicza się do stosunkowo niewielkich, izolowanych płatów, w których występuje ona w formie niewielkich i litologicznie monottonnych serii wapiennych. Na polu *Szczerców* kreda jeziorna jest reprezentowana przez niemal czarne osady zawierające znaczne ilości ksytytu, detrytusu węglowego oraz szare, zailone gytie i jasne osady kredy jeziornej; w których prowadzono poszukiwania skamieniałości (patrz ryc. 1).

MATERIAŁY I METODY

Prace terenowe przeprowadzono w latach 2024–2025. W tym czasie pobrano z pola *Szczerców* około 150 kg zwietrzałych osadów gytii i kredy jeziornej, które przewieziono do Laboratorium Paleontologicznego Instytutu Nauk o Ziemi Uniwersytetu Śląskiego w Katowicach. Próbkę przemywano wodą na dwóch sitach jednocześnie (górne sito o średnicy oczek 2 mm i dolne o średnicy oczek 0,35 mm).

¹ Uniwersytet Śląski w Katowicach, Wydział Nauk Przyrodniczych, Instytut Nauk o Ziemi, ul. Będzińska 60, 41–200 Sosnowiec; paleo.crinoids@poczta.fm; ORCID ID: 0000-0001-9399-2798

² Klub Miłośników Paleontologii *Inkluzja*; M. Bugajski – bugajscy@o2.pl; P. Degórski – wpdeg@poczta.onet.pl



←

Ryc. 1. A – Lokalizacja Belchatowa na mapie Polski; **B** – Uproszczony profil litostratygraficzny osadów neogenu Belchatowa (uproszczone za Widera i in., 2024)

Fig. 1. A – Location of Belchatów on the map of Poland; **B** – Simplified lithostratigraphic section of the Neogene deposits of Belchatów (simplified after Widera et al., 2024)

Więszą frakcję przeglądano pobieżnie pod lupą, a następnie poddawano ponownemu przemywaniu. Frakcję najdrobniejszą wysuszone, po czym szczegółowo przeglądano pod mikroskopem w powiększeniu $\times 10$. Zebrane ślimaki przemywano ciepłą wodą. Kolekcja jest przechowywana w Instytucie Nauk o Ziemi Uniwersytetu Śląskiego w Katowicach i ma akronim 8–3680.

WYNIKI

W próbkach osadów gytii i kredy jeziornej najczęstsze były muszle mięczaków, a wśród nich ślimaków, których zebrano ponad 4000. W zbiorze tym dominowały muszle rodzaju *Gyraulus* (Planorbidae), mniej liczne były muszle przedstawiciele innych rodzin lądowych i słodkowodnych ślimaków miocennych (tab. 1; ryc. 2 i 3 na str. 759–760). *Archaeozonites costatus* stwierdzono po raz pierwszy w osadach rowu Kleszczowa (ryc. 3F), a *Opeas minutum* (ryc. 3D) udokumentowano po raz pierwszy w Polsce.

Archaeozonites costatus jest reprezentowany przez jeden diagnostyczny okaz. Ma on muszlę helikoidalną z dużym dółkiem osiowym, urzeźbioną licznymi, wyraźnymi i równomiernie rozłożonymi żebrami, których układ odpowiada liniom przyrostowym. Protokoncha jest duża i lekko spłaszczona.

Opeas minutum ma muszlę wieżyczkową, której szczyt jest zaokrąglony, skrzyta są lekko wypukłe z wyraźnie zaznaczonym, ale niezbyt głębokim szwem. Powierzchnia muszli jest gładka z lekko zaznaczonymi liniami przyrostowymi. Otwór muszli jest lekko trapezoidalny.

Klasyfikacja i terminologia ślimaków zostały przygotowane na podstawie <https://moluscabase.org>.

Wśród 83 muszli małży przeważały te z rodzaju *Pisidium*. W zailonych gytjach z fragmentami ksylicy i detrytusowego powszechnie były elementy kregowców. Stwierdzono tu szczątki ryb (zęby gardłowe, domniemana szczeka i otolity, które będą tematem odrębnego opracowania); gadów (zęby i osteodermi rodzaju *Tomistoma*, i wiele innych nieoznaczonych jeszcze kości); oraz ssaków reprezentowanych przez 70 szczątków kostnych (kręgi i zęby) rodzajów *Chiroptera*, *Plesiosorex* i innych Insectivora. Udało się ponadto stwierdzić kilka gyrogonitów ramienic oraz małżoraczki.

DYSKUSJA

Pionierami badań miocennych ślimaków lądowych południowej i centralnej Polski pozostają Stworzewicz (1989, 1993a, b, 1995, 1999), Stworzewicz i Szynekiewicz (1989), Stworzewicz i Sołtys (1996) oraz Kadolsky i Piechocki (2000). Autorzy ci szczegółowo scharakteryzowali niemal 50 gatunków lądowych mięczaków z osadów rowu Kleszczowa. Poza dwoma taksonami ślimaków pozostałe były już znane tym autorom. Pierwszym, którego nie stwierdzono uprzednio w obszarze belchatowskim, jest *Archaeozonites costatus* (ryc. 3F). Takson ten jest znany z miocenu Europy Środkowej (burdygał–sarmat; Kóky,

Tab. 1. Liczebność i przynależność taksonomiczna ślimaków mioceńskich ze złoża Szczerców (wraz z określeniem środowiska życia za Welter-Schultes, 2012)**Table 1.** Numbers and taxonomic affiliation of Miocene gastropods from the Szczerców ledge (and the description of the life habitat of gastropods after Welter-Schultes, 2012)

Rodzina Family	Rodzaj/gatunek Genus/species	Liczba osobników Number of individuals	Środowisko życia Life habitat
Achatinidae	<i>Opeas minutum</i> (Klein)	32	łądowe / terrestrial
Aciculidae	<i>Platyla callosiuscula</i> (Andreae)	34	łądowe / terrestrial
	<i>Acicula isselii</i> (Flach)	5	łądowe / terrestrial
Agriolimacidae	Agriolimacidae gen. et. sp. indet.	62	łądowe / terrestrial
Archaeozonitidae	<i>Archaeozonites costatus</i> Sandberger	1	łądowe / terrestrial
Azecidae	<i>Azeca</i> sp.	3	łądowe / terrestrial
Bithyniidae	<i>Bithynia</i> sp.	78	śłodkowodne / freshwater
Clausiliidae	<i>Clausilia baudoni</i> Michaud	21	łądowe / terrestrial
Craspedopomatidae	<i>Craspedopoma</i> sp.?	27	łądowe / terrestrial
Ellobiidae	<i>Carychium</i> sp.	3	łądowe / terrestrial
	<i>Carychiella minutissima</i> (Braun)	35	łądowe / terrestrial
	<i>Carychiopsisina surai</i> (Stworzewicz)	5	łądowe / terrestrial
Emmericiidae	<i>Stadtiellopsis rubeschi</i> (Reuss)	ca. 1000	śłodkowodne / freshwater
	<i>Stadtiellopsis schlickumi</i> Kadolsky and Piechocki	ca. 1000	śłodkowodne / freshwater
Helicidae	<i>Megalotachea macrocheila</i> (Reuss)	3	łądowe / terrestrial
	<i>Klikia giengensis</i> (Klein)	3	łądowe / terrestrial
Lymnaeidae	<i>Galba dupuyiana</i> (Noulet)	53	śłodkowodne / freshwater
Melanopsidae	<i>Melanopsis kleinii</i> Kurr	ca. 700	śłodkowodne / freshwater
Neritidae	<i>Theodoxus crenulatus</i> (Klein)	118	śłodkowodne / freshwater
Planorbidae	<i>Gyraulus</i> sp.	ca. 1000	śłodkowodne / freshwater
	<i>Gyraulus applanatus</i> (Thomä)	64	śłodkowodne / freshwater
	<i>Ferrissia deperdita</i> (Desmarest)	32	śłodkowodne / freshwater
Pomatiidae	<i>Pomatias</i> sp.	2	łądowe / terrestrial
	<i>Pomatias rivularis</i> (Eichwald)	1	łądowe / terrestrial
Pristilomatidae	<i>Vitrea procrystallina</i> (Andreae)	17	łądowe / terrestrial
Punctidae	<i>Punctum</i> sp.	2	łądowe / terrestrial
Pupillidae	Pupillidae gen. et. sp. indet.	100	łądowe / terrestrial
Succineidae	<i>Oxyloma minimum</i> (Klein)	19	łądowe / terrestrial
Strobilopsidae	<i>Eostrobilops boettgeri</i> (Andreae)	9	łądowe / terrestrial
Vertiginidae	<i>Vertigo callosa</i> Reuss;	6	łądowe / terrestrial
	<i>Negulopsis lineolata</i> (Braun)	1	łądowe / terrestrial

2006; Stworzewicz i in., 2013; Harzhauser i in., 2014a), a najliczniej występuje w warstwach Silvana południowo-zachodnich Niemiec (Sandberger, 1876). Z obszaru bełchatowskiego odnotowano dotychczas obecność *Archaeozonites haidingeri*, którego Woźny (1968) opisywał z otworu wiertniczego 88/12 z głębokości 99,5–107,6 m. *Archaeozonites costatus* był wymieniany z Polski z miocenu Zwierzynka k. Chmielnika przez Stworzewicz i in. (2013; Miozonites *costatus* w teście pracy).

Opeas minutum to gatunek, który nie był dotychczas wzmiankowany z Polski (ryc. 3D). Takson ten jest znany z osadów wczesnego i środkowego miocenu Węgier i Austrii, południowych Niemiec i Szwajcarii, a najbardziej rozpowszechniony jest w utworach molasowych północnego przedpola Alp (Schlickum, 1976; Kórkay, 2006; Harzhauser i in., 2014b). Salvador i in. (2015) zwracali uwagę, że wśród reprezentantów tego gatunku są obecne formy mniejsze i większe, co może być związane ze zmiennością wewnątrzgatunkową – jest to widoczne także w materiale szczercowskim.

Wśród reprezentantów rodzin Cyclophoridae, Pomatiidae, Aciculidae, Ellobiidae (podrodzina Carychiinae) i nadrodziny Pupilloidea, wymienianych przez Stworzewicz (1989, 1993a, b, 1995, 1999; i literatura tam cytowana) z osadów mioceńskich Bełchatowa, oprócz taksonów znanych z obszarów o klimacie umiarkowanym, np. Carychiinae i Pupilloidea, są też i takie, które wskazują na klimat znacznie cieplejszy (subtropikalny). Zamieszkiwały one podmokłe tereny i bagniska oraz rozlewiska przypominające estuaria i rozległe systemy śłodkowodne (Emberton, 1995; Egorov, 2009; Nantarat i in., 2014; Harl i in., 2017). Podobnie dzisiejsi reprezentanci rodzaju *Zonites*, blisko spokrewnieni z *Archaeozonites costatus*, który po raz pierwszy został stwierdzony w obszarze bełchatowskim, zamieszkują wybrzeże Morza Śródziemnego od południowej Francji, przez Włochy, Grecję, Cyklady, aż po Turcję (Welter-Schultes, 2012). Nie inaczej jest z gatunkami rodzaju *Opeas*, które występują w tropikalnym i subtropikalnym klimacie na całym świecie, dominując w Afryce i Ameryce Południowej (Schileyko, 1999; Simone, 2006). Rodzaj *Opeas* był

uważany za wymarły w Europie, ale gatunek *Opeas pumilum* przybył tutaj wraz z sadzonkami roślin. W Polsce został odnotowany m.in. w palmiarniach we Wrocławiu (Boettger, 1932) i Poznaniu (Urbański, 1938). Osobniki tego gatunku są aktywne głównie nocą i preferują środowiska o bardzo wysokiej wilgotności. Wielce prawdopodobne jest zatem, że kopalny *Opeas minutum*, żył w ciepłym i wilgotnym klimacie wczesnego lub środkowego miocenu Europy Środkowej.

Otwory w muszlach mioceńskich ślimaków ze Szczercowa

W badanych muszlach są widoczne zarówno okrągłe, jak i owalne otwory (ryc. 2H1, H2, J, K), a średnice jednych i drugich zawierają się w przedziale od 0,05 do niemal 2 mm. Obserwuje się też regularne uszkodzenia muszli (patrz ryc. 2J), choć te są z pewnością pochodzenia abiotycznego (więcej na ten temat w Salamon i in., 2014, 2018, 2020). Autorzy ci argumentowali, że fragmenty muszli o ostrych brzegach mogą stanowić dobry wskaźnik drapieżnictwa durofagowego. Jednak rozróżnienie uszkodzeń wywołanych drapieżnictwem od uszkodzeń powstałych na drodze abiotycznej może być niezwykle trudne. Podkreślali to także Gorzelak i in. (2013) oraz Brom (2014), którzy przypominali, że otwory wykonane przez drapieżniki w muszlach mięczaków są uważane za najbardziej jednoznaczne w zapisie kopalnym dowody interakcji drapieżnik–ofiara. Dodawali, że rozpoznanie śladów pochodzenia drapieżniczego wśród śladów utworzonych przez czynniki abiotyczne wciąż oczekuje na rygorystyczną ocenę. Zaprezentowane przez tych autorów dane eksperymentalne dowiodły, że abrazyja może pozostawiać otwory bardzo podobne do śladów wykonanych przez drapieżniki wierzące.

Wiercenia muszli współczesnych ślimaków słodkowodnych czy lądowych są niezwykle rzadkie (np. Örstan, 1999), ale w nieodległej przeszłości były one bardziej powszechne (Schilthuizen i in., 1994; Covich, 2010; Rasser, Covich, 2014). Rasser i Covich (2014) uważali, że ślimaki słodkowodne padają ofiarą kręgowców, głównie ryb, oraz raków i krabów. Autorzy ci opisywali muszle dwóch mioceńskich gatunków ślimaków z niemieckiego basenu Steinheim, które miały liczne wgłębienia, zadrapania i otwory, a ich średnice zawierały się w przedziale 0,3–1,8 mm. Dodawali, że ślady te zostały wykonane przez ryby, najprawdopodobniej liny, które próbowały rozbić muszle. W konsekwencji reprezentowały one nieudane próby miażdżenia muszli, pozostawiające jedynie blizny po końcach zębów.

Nieco wcześniej Örstan (1999) opisywał dwa typy otworów zaobserwowane u współczesnych ślimaków zamieszkujących zachodnie wybrzeże Turcji. Pierwszym typem były otwory owalne o średnicach od 0,2 do 1,1 mm; drugi typ był reprezentowany przez dziury okrągłe, których średnice wahały się w zakresie 0,1–0,4 mm. Badacz konkludował, że otwory owalne w muszlach martwych ślimaków wykonały larwy chrząszczy Drilidae, a typ drugi – nieznanemu autorowi organizm. Trudno jednoznacznie wskazać twórcę tych śladów, ponieważ, z jednej strony na badanym obecnie stanowisku udokumentowano szczątki ryb (zęby gardłowe, prawdopodobną szczękę i liczne otolity), które zdaniem Rassera i Covicha (2014) oraz Rassera i in. (2016) mogły wytwarzać otwory w skorupach ślimaków, a z drugiej strony Salamon in. (2020) przytaczali wiele argumentów, które zdają się temu przeczyć. Ci ostatni twierdzili, że atak ryby doprowadza do całkowitego uszkodzenia i rozczłonkowania muszli na wiele kanciał-

stych elementów, które grupują się na dnie morskim w postaci mniej lub bardziej owalnych wypłuwek. Mało prawdopodobne jest też, aby za akt ten odpowiadały wioślarki, jedyna grupa skrzelonogów stwierdzonych w obszarze belchatowskim (Dumont i in., 2020), głównie ze względu na ich rozmiary i rozpoznaną dietę. Te małe skorupiaki, udokumentowane w obszarze badań, osiągały maksymalnie 0,5 mm długości, a większość z nich to organizmy glonożerne i detrytusożerne, odfiltrujące pokarm z wody. Znane są także gatunki drapieżne, choć te odżywiają się znacznie mniejszymi od siebie organizmami planktonowymi (Jura, 1997). Wydaje się zatem, że producenta otworów w muszlach ślimaków należy szukać wśród larw drilidów lub innych organizmów.

Wu i in. (2022) udokumentowali bioerozję muszli ślimaków *Bellamyia*, powodowaną przez cyjanobakterie. Bioerozderzy mieli implantować w warstwę CaCO₂ muszli obumarłego ślimaka, powodując powstanie w niej okrągłych otworów o średnicach nieprzekraczających 0,1 mm. Muszle pokrywały także pęknięcia i nierówności, co zmniejszało ich gęstość i czyniło kruchymi. Wyniki tego badania wykazały także, że zdrowa powierzchnia muszli była stosunkowo gładka i czysta. Pęknięcia i otwory stanowiły swoistą bramę dla mikrobów, które mogły wnikać do wnętrza muszli. Podobną obserwację poczynił jeden z autorów niniejszego artykułu (P.D.), badający ślimaki *Theodoxus fluviatilis* i *Tylomelania toradjarum*, odpowiednio w środowiskach jeziornych i akwarium. Okazuje się, że w muszlach obumarłych ślimaków tych słodkowodnych form w środowiskach pozbawionych drapieżników pojawiły się wżery i otwory o zróżnicowanych średnicach – od 0,1 do nawet 3,0 mm (ryc. 3J). Sądzi się, że za ich powstanie są odpowiedzialne cyjanobakterie. To najprawdopodobniej również te organizmy przyczyniły się do powstania, przynajmniej części, otworów w muszlach ślimaków szczercowskich.

KONKLUZJE

Z osadów miocenu rowu Kleszczowa opisano dotychczas niemal 50 gatunków ślimaków słodkowodnych i lądowych. Obecnie potwierdzono obecność 31 taksonów, które udokumentowano w szczercowskich utworach kredy jeziornej. Dwa z nich zostały po raz pierwszy odnotowane w tym obszarze (*Archaeozonites costatus* i *Opeas minutum*). Mięczaki te żyły w klimacie subtropikalnym na terenach podmokłych, bagniskach i rozlewiskach przypominających estuaria. Niektóre ich muszle miały otwory, które najprawdopodobniej były spowodowane bioerozją prowadzoną przez sinice lub też zostały wykonane przez larwy chrząszczy drilidów.

Autorzy pragną podziękować Recenzentom za cenne wskazówki, które pozwoliły uniknąć błędów i niejasności. Podziękowania dla dyrekcji KWB *Belchatów* oraz dla Pana Zbigniewa Stobieckiego i Pani Katarzyny Kowalskiej z Działu Geologicznego KWB *Belchatów* za okazane wsparcie i możliwość wzięcia udziału w pracach na terenie kopalni.

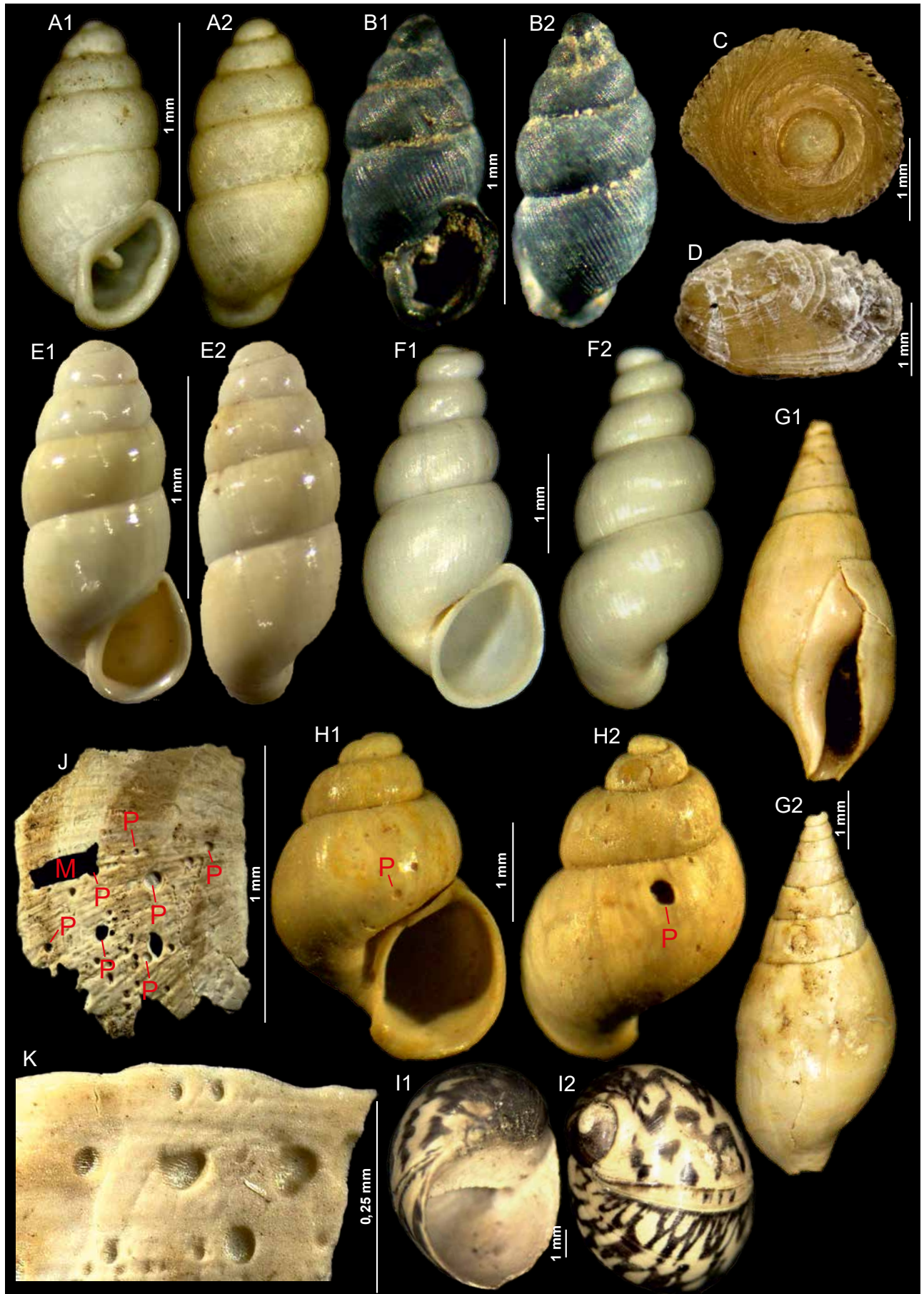
LITERATURA

- ANDREAE A. 1902a – Untermiocäne Landschneckenmergel bei Oppeln in Schlesien. Mitteilungen Roemer Museum, 16: 18.
ANDREAE A. 1902b – Zweiter Beitrag zur Binnenconchylienfauna des Miocäns von Oppeln in Schlesien. Mitteilungen Roemer Museum, 18: 131.
ANDREAE A. 1904 – Dritter Beitrag zur Kenntnis des Miocäns von Oppeln in Schlesien. Mitteilungen Roemer Museum, 20: 122.

- BOETTGER C.R. 1932 – Die Besiedlung neu angelegter Warmhäuser durch Tiere. Ein Beitrag zur Frage der Bildung von Gewächshausfaunen. Zeitschrift für Morphologie und Ökologie der Tiere, 24: 394–407.
- BROM K. 2014 – Abrasion-induced holes in the bivalve shells from the Baltic Sea: Implications for palaeontological studies. Geoscience Notes, 2: 2.1.
- COVICH A.P. 2010 – Winning the biodiversity arms race among freshwater gastropods: competition and coexistence through shell variability and predator avoidance. Hydrobiologia, 653: 191–215.
- DUMONT H.J., POCIECHA A., ZAWISZA E., SZEROCZYŃSKA K., WOROBIEC E., WOROBIEC G. 2020 – Miocene cladocera from Poland. Scientific Reports, 10, 12107.
- EGOROV R.V. 2009 – Treasure of Russian shells. Supplement 3. A review of the genera of the recent terrestrial pectinibranch molluscs (synopsis mainly based on published data). Part II, Littoriniformes. Hainesiidae, Aciculidae, Cyclophoridae, Craspedopomatidae. Nauka, Moscow: 58.
- EMBERTON K.C. 1995 – Cryptic, genetically extremely divergent, polytypic, convergent, and polymorphic taxa in Madagascan Tropicophora (Gastropoda: Pomatiopsidae). Biological Journal of the Linnean Society, 55: 183–208.
- GORZELAK P., SALAMON M.A., TRZĘSIOK D., NIEDŹWIEDZKI R. 2013 – Drill Holes and Predation Traces versus Abrasion-Induced Artifacts Revealed by Tumbling Experiments. PLoS ONE, 8, e58528.
- GOTOWAŁA R., HAŁUSZCZAK A. 2002 – The Late Alpine structural development of the Kleszczów Graben (Central Poland) as a result of a reactivation of the pre-existing, regional dislocation. European Geoscience Union, Stephan Mueller Special Publication Series, 1: 137–150.
- HAŁUSZCZAK A. 2007 – Dike-filled extensional structures in Cenozoic deposits of the Kleszczów Graben (Central Poland). Sedimentary Geology, 193: 81–92.
- HARL J., HARING E., ASAMI T., SITTENTHALER M., SATTMANN H., PÁLL-GERGELY B. 2017 – Molecular systematics of the land snail family Orculidae reveal parafly and deep splits within the clade Orthurethra (Gastropoda: Pulmonata). Zoological Journal of the Linnean Society, 181: 778–794.
- HARZHAUSER M., NEUBAUER T.A., HARL J., GEORGOPOULOU E. 2014a – The Early Miocene (Burdigalian) mollusc fauna of the North Bohemian Lake (Most Basin). Bulletin of Geosciences, 89: 819–908.
- HARZHAUSER M., NEUBAUER T.A., GROSS M., BINDER H. 2014b – The early Middle Miocene mollusc fauna of Lake Rein (Eastern Alps, Austria). Palaeontographica Abteilung A, 302: 1–71. <https://moluscabase.org>
- HYCNAR E., RATAJCZAK T., JOŃCZYK W. 2015 – Węglanowe kopaliny tworzące a możliwości ich wykorzystania w charakterze sorbentów SO₂ (na przykładzie złoża węgla brunatnego Bełchatów). Zeszyty Naukowe Instytutu Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią Polskiej Akademii Nauk, 90: 19–31.
- JURA C. 1997 – Bezkręgowce. PWN, Warszawa.
- KADOLSKY D., PIECHOCKI A. 2000 – Freshwater Rissioidea from the Miocene of Bełchatów, Poland (Gastropoda Prosobranchia: Hydrobiidae, Pomatiopsidae). Archiv für Molluskenkunde, 128: 217–236.
- KÓKAY J. 2006 – Nonmarine mollusc fauna from the Lower and Middle Miocene, Bakony Mts., W Hungary. Geologica Hungarica, Series Palaeontologica, 56: 1–196.
- KOWALSKI K., RZEBIK-KOWALSKA B. 2002 – Paleocology of the Miocene fossil mammal fauna from Bełchatów (Poland). Acta Theriologica, 47: 115–126.
- KRAJEWSKI M., OLCHOWY P., FELISIAK I. 2014 – Lower Kimmeridgian layer with bored and encrusted hiatus concretions (Upper Jurassic, Central Poland): implications for stratigraphy and basin evolution. Annales Societatis Geologorum Poloniae, 84: 113–129.
- KRAJEWSKI M., OLCHOWY P., SALAMON M.A. 2019 – Late Jurassic (Kimmeridgian) sea lilies (Crinoidea) from central Poland (Łódź Depression). Annales de Paléontologie, 105: 63–73.
- NANTARAT N., SUTCHARIT C., TONGKERD P., ABLETT J., NAGGS F., PANHA S. 2014 – An annotated catalogue of type specimens of the land snail genus *Cyclophorus* Monfort, 1810 (Caenogastropoda, Cyclophoridae) in the Natural History Museum, London. ZooKeys, 411: 1–56.
- OLCHOWY P., KRAJEWSKI M., FELISIAK I. 2019 – Late Jurassic facies succession of the Kleszczów Graben area (southern border of the Łódź Depression, peri-Tethyan shelf, central Poland). Geological Quarterly, 63: 657–681.
- ÖRSTAN A. 1999 – Drill holes in land snail shells from western Turkey. Schriften zur Malakozoologie, 13: 31–36.
- RASSER M.W., COVICH A.P. 2014 – Predation on freshwater snails in Miocene Lake Steinheim: a trigger for intralacustrine evolution? Lethaia, 47: 524–532.
- RASSER M.W., VALLON L.H., SALVADOR R.B. 2016 – Perforations of freshwater snail shells from the Miocene of Germany: *Nihilichnus covichi* n. isp. Ichnos, 23: 222–227.
- SALAMON M.A., GORZELAK P., NIEDŹWIEDZKI R., TRZĘSIOK D., BAUMILLER T.K. 2014 – Trends in shell fragmentation as evidence of mid-Paleozoic changes in marine predation. Paleobiology, 40: 14–23.
- SALAMON M.A., LEŚKO K., GORZELAK P. 2018 – Experimental tumbling of *Dreissena polymorpha*: implications for recognizing durophagous predation in the fossil record. Facies, 64, 10.
- SALAMON M.A., BRACHANIEC T., GORZELAK P. 2020 – Durophagous fish predation traces versus tumbling-induced shell damage – a paleobiological perspective. Palaios, 35: 37–47.
- SALVADOR R.B., RASSER M.W., HÖLTKE O. 2015 – Fossil gastropods from Miocene Lake Randeck Maar and its hinterland (SW Germany). Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie – Abhandlungen, 277: 251–273.
- SANDBERGER C.L. 1876 – Die Land- und Süßwasser Conchylien der Vorwelt. Kreidel's Verlag, Wiesbaden.
- SCHILEYKO A.A. 1999 – Treatise on Recent Terrestrial Pulmonate Molluscs. Part 4 Draparnaudiidae, Caryodidae, Macrocyclidae, Acaviidae, Clavatoridae, Dorcasiidae, Sculptariidae, Corillidae, Plectopylidae, Megalobulimidae, Strophocheilidae, Cerionidae, Achatinidae, Subulinidae, Glessulidae, Micractaeonidae, Ferrussaciidae. Ruthenica, Supplement, 2: 435–564.
- SCHILTHUIZEN M., KEMPERMAN T.C., GITTEBERGER E. 1994 – Parasites and predators in Albinaria (Gastropoda Pulmonata: Clausiliidae). Bios, 2: 177–186.
- SCHLICKUM W.R. 1976 – Die in der pleistozänen Gemeinde kiesgrube von Zwiefaltendorf a. D. Donau abgelagerte Molluskenfauna der Silvanischichten. Archiv für Molluskenkunde, 107: 1–31.
- SIMONE L., FERRO RIVERA M.E. 2006 – Land and freshwater molluscs of Brazil. EGD Fapesp, Sao Paolo.
- STWORZEWICZ E. 1989 – Ślimaki – Gastropoda. [W:] Kowalski K. (red.), Historia i ewolucja lądowej fauny Polski. Folia Quaternaria, 59–60: 43–67.
- STWORZEWICZ E. 1993a – Miocene fauna of land snails in the region of Cracow. Acta zoologica Cracoviensia, 35: 657–663.
- STWORZEWICZ E. 1993b – Palaeobiogeographical characteristics of Miocene land snail fauna of Poland. Scripta Geologica, Special Issue, 2: 397–406.
- STWORZEWICZ E. 1995 – Miocene land snails from Bełchatów (Central Poland), I: Cyclophoridae and Pomatiopsidae (Gastropoda Prosobranchia). Paläontologische Zeitschrift, 69: 19–30.
- STWORZEWICZ E. 1999 – Miocene land snails from Bełchatów (Central Poland), IV: Pupilloidea (Gastropoda Pulmonata). Systematic, biostratigraphic and palaeoecological studies. Folia Malacologica, 7: 133–170.
- STWORZEWICZ E., SOŁTYS Z. 1996 – Miocene land snails from Bełchatów (Central Poland), II: Aciculidae (Gastropoda: Prosobranchia). Paläontologische Zeitschrift, 70: 67–77.
- STWORZEWICZ E., SZYŃKIEWICZ A. 1989 – Miocenne ślimaki lądowe we wschodniej części odkrywki KWB Bełchatów. Kwartalnik geologiczny, 32: 655–662.
- STWORZEWICZ E., PRISYAZHNYUK V.A., GÓRKA M. 2013 – Systematic and palaeoecological study of Miocene terrestrial gastropods from Zwierzyniec (Southern Poland). Annales Societatis Geologorum Poloniae, 83: 179–200.
- ŚWIERCZEWSKA-GLADYSZ E., JURKOWSKA A. 2024 – Late Cretaceous (Campanian) rhizomorine sponges (lithis tid Demospongiae) from the Miechów and Mogilno-Łódź Synclinoria (southern and central Poland). Annales Societatis Geologorum Poloniae, 94: 345–398.
- URBAŃSKI J. 1938 – Materiały do fauny mięczaków województwa poznańskiego, II. Fragmenta Faunistica Musei Zoologici Polonici, 3: 439–467.
- WELTER-SCHULTES F.W. 2012 – European non-marine molluscs, a guide for species identification. Planet Poster Editions, Göttingen.
- WIDERA M., KLĘSK J., URBAŃSKI P. 2024 – The geology of the deepest Cenozoic lignite-rich grabens in Poland with particular reference to their lithostratigraphy: a comparative study. Geology, Geophysics & Environment, 50: 131–143.
- WIERZBOWSKI A. 2017 – The Lower Kimmeridgian of the Wieluń Upland and adjoining regions: lithostratigraphy, ammonite stratigraphy (upper Planula/Platynota to Divisum zones), palaeogeography and climate-controlled cycles. Volumina Jurassica, 1: 41–120.
- WOŹNY E. 1968 – Słodkowodna fauna utworów mioceńskich z Bełchatowa i jej znaczenie stratygraficzne. Kwartalnik Geologiczny, 12: 167–182.
- WU G., HUANG A., WEN Y., WANG H., LUO F., WU M. 2022 – Eucalyptus Cyanobacteria and Protobacteria together contribute to trigger bioerosion in aquatic environments. Frontiers in Microbiology, 13: doi.org/10.3389/fmicb.2022.938359
- ŻELAZNIEWICZ A., ALEKSANDROWSKI P., BUŁA Z., KARKOWSKI P.H., KONON A., OSZCZYPKON., ŚLĄCZKA A., ŻABA J., ŻYTKO K. 2011 – Regionalizacja tektoniczna polski. Komitet Nauk Geologicznych PAN, Wrocław.

Praca wpłynęła do redakcji 4.09.2025 r.
Akceptowano do druku 17.09.2025 r.

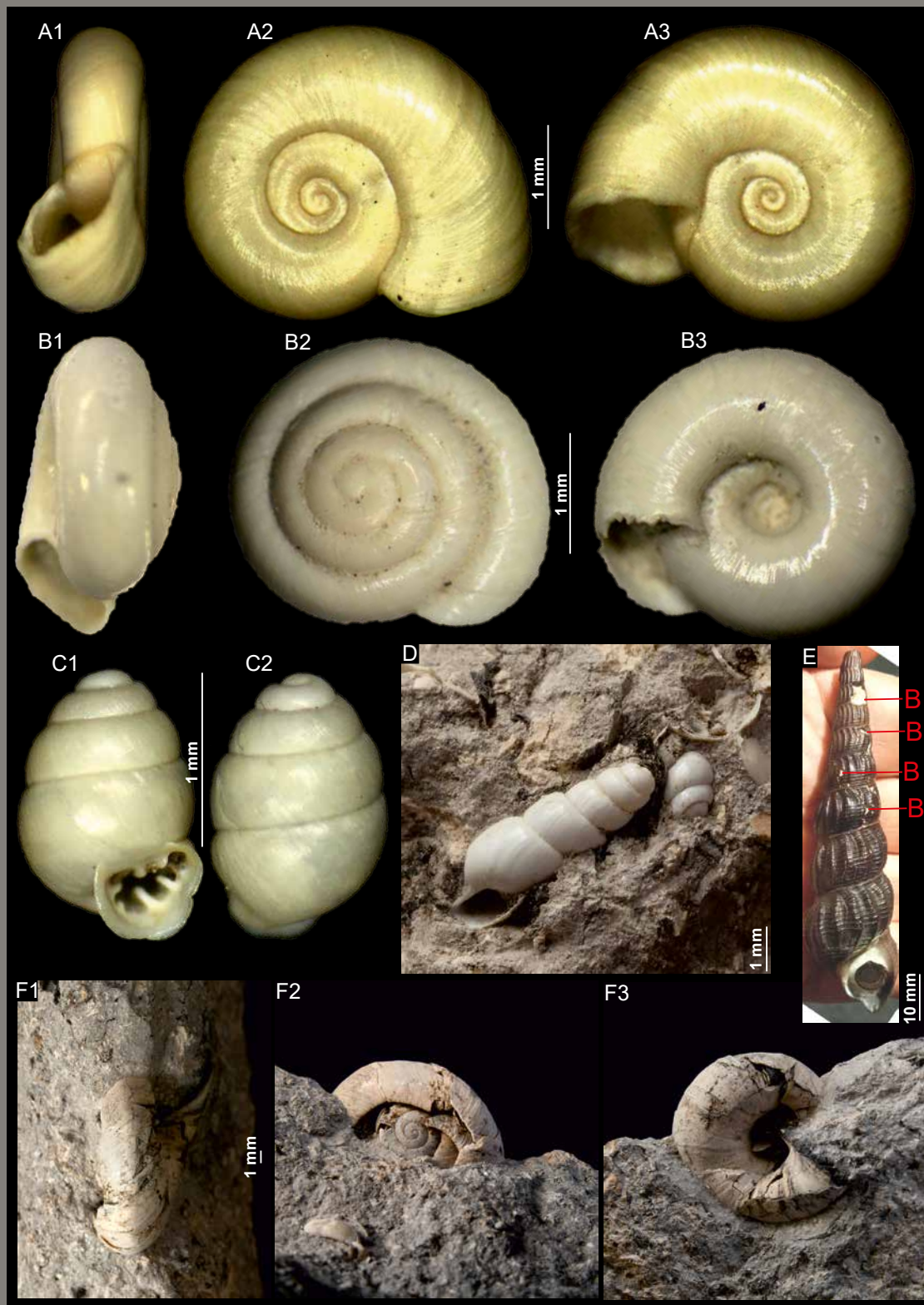
Nowe dane na temat miocennskich ślimaków słodkowodnych i lądowych ze złoża węgla brunatnego *Belchatów* – pole *Szczerców*, niecka łódzka (patrz str. 733)
New data on Miocene freshwater and terrestrial gastropods from the *Belchatów* Lignite Mine – *Szczerców* field, Łódź Depression, central Poland (see p. 733)



→

Ryc. 2. Śliskowodne i lądowe ślimaki z miocenijskiego złoża *Szczerców*, centralna Polska. Fot. M.A. Salamon: **A** – *Carychiella minutissima*, **A1** – widok z przodu z widocznym ujściem, **A2** – widok boczny; **B** – *Carychium* sp., **B1** – widok z przodu z widocznym ujściem, **B2** – widok boczny; **C** – *Pomatias* sp., wieczko; **D** – Agriolimacidae gen. et sp. indet., wieczko; **E** – *Platyla callosiuscula*, **E1** – widok z przodu z widocznym ujściem, **E2** – widok boczny; **F** – *Stadtiellopsis rubeschi*, **F1** – widok z przodu z widocznym ujściem, **F2** – widok boczny; **G** – *Melanopsis kleinii*, **G1** – widok z przodu z widocznym ujściem, **G2** – widok boczny; **H** – *Stadtiellopsis schlickumi*, **H1** – widok z przodu z widocznym ujściem, **H2** – widok boczny; **I** – *Theodoxus crenulatus*, **I1** – widok z przodu z widocznym ujściem, **I2** – widok boczny; **J, K** – zbioerodowane i uszkodzone mechanicznie fragmenty muszli nieidentyfikowalnych ślimaków; **M** – przykład uszkodzenia mechanicznego; **P** – przykłady śladów bioerozji lub i drapieźnictwa

Fig. 2. Freshwater and terrestrial gastropods from the Miocene *Szczerców* deposits, central Poland. Photo by M.A. Salamon: **A** – *Carychiella minutissima*, **A1** – anterior view with visible opening, **A2** – lateral view; **B** – *Carychium* sp., **B1** – anterior view with visible opening, **B2** – lateral view; **C** – *Pomatias* sp., operculum; **D** – Agriolimacidae gen. et sp. indet., operculum; **E** – *Platyla callosiuscula*, **E1** – anterior view with visible opening, **E2** – lateral view; **F** – *Stadtiellopsis rubeschi*, **F1** – anterior view with visible opening, **F2** – lateral view; **G** – *Melanopsis kleinii*, **G1** – anterior view with visible opening, **G2** – lateral view; **H** – *Stadtiellopsis schlickumi*, **H1** – front view with visible opening, **H2** – side view; **I** – *Theodoxus crenulatus*, **I1** – front view with visible opening, **I2** – side view; **J, K** – eroded and mechanically damaged shell fragments of unidentifiable snails; **M** – example of mechanical damage; **P** – examples of traces of bioerosion and/or predation



Ryc. 3. Śladowodne i lądowe ślimaki z mioceńskiego złoża *Szczerców*, centralna Polska. Fot. M.A. Salamon: **A** – *Gyraulus* sp., **A1** – widok z przodu z widocznym ujściem, **A2** – widok boczny od strony pępka, **A3** – widok boczny od strony wierzchołka; **B** – *Punctum* sp., **B1** – widok z przodu z widocznym ujściem, **B2** – widok boczny od strony pępka, **B3** – widok boczny od strony wierzchołka; **C** – *Vertigo callosa*, **C1** – widok z przodu z widocznym ujściem, **C2** – widok boczny; **D** – *Opeas minutum*, na pierwszym planie widok z przodu z widocznym ujściem; **E** – *Tylomelania toradjarum*, widok z przodu z widocznym ujściem; **F** – *Archaeozonites costatus*, **F1** – grzbiet muszli, **F2** – widok boczny od strony pępka, **F3** – widok boczny od strony wierzchołka; **B** – przykłady bioerozji

Fig. 3. Freshwater and terrestrial gastropods from the Miocene *Szczerców* deposits, central Poland. Photo by M.A. Salamon: **A** – *Gyraulus* sp., **A1** – anterior view with visible opening, **A2** – lateral view from the umbilicus, **A3** – lateral view from the apex; **B** – *Punctum* sp., **B1** – anterior view with visible opening, **B2** – lateral view from the umbilicus, **B3** – lateral view from the apex; **C** – *Vertigo callosa*, **C1** – anterior view with visible opening, **C2** – lateral view; **D** – *Opeas minutum*, in the foreground, anterior view with visible opening; **E** – *Tylomelania toradjarum*, anterior view with visible opening; **F** – *Archaeozonites costatus*, **F1** – shell crest, **F2** – lateral view from the umbilicus, **F3** – lateral view from the apex; **B** – examples of bioerosion