

Klimat zaklęty w szkieletach



HUBERT WIERZBOWSKI

Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy, Warszawa

hubert.wierzbowski@pgi.gov.pl

Dr hab. Hubert Wierzbowski jest pracownikiem Programu Zmian Klimatu i Środowiska PIG-PIB. Zajmuje się paleoklimatologią jury i kredy, geochemią izotopów trwałych w skalach osadowych i sedimentologią.

Przypominały współczesne kalmary i mątwy. Żyły już około 200 milionów lat temu. Dziś możemy nie tylko prześledzić historię ich życia. Belemnity są też źródłem informacji o klimacie w dawnych epokach geologicznych

Rostra belemnitów są to wydłużone, wrzecionowate lub przypominające kształtem pociski elementy szkieletów kopalnych głowonogów z rzędu *Belemnitida*, które są określane zbiorczą nazwą belemnity. Belemnity żyły w morzach jurajskich i kredowych, od około 66 do około 200 milionów lat temu. W Polsce jurajskie rostra belemnitów można znaleźć m.in. w ilach, gezach i wapieniach Wyżyny Krakowsko-Częstochowskiej i obrzeżeniach Gór Świętokrzyskich, natomiast kredowe w marglach, wapieniach i opokach okolic Annapola czy w kredzie piaszczącej Mielnika. Niekiedy występują one również w redeponowanym materiale skandynawskim, głównie piaskach i żwirach, które zostały przeniesione przez lodowce w czwartorzędzie i pochodziły z rozkruszania starszych skał.

Życie w głębinach

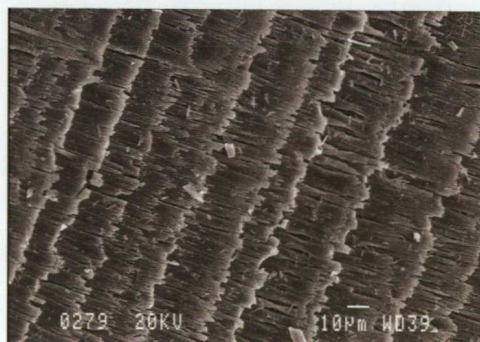
Kopalne belemnity przypominały kształtem współczesne kalmary i mątwy. Były to aktywnie pływające głowonogi, które posiadały dziesięć ramion służących do łapania zdobyczy i zaopatrzonych w przyssawki bądź haczyki, jamę płaszczową oraz lejek służący do wyrzutu wody, a więc pełniący funkcję narządu ruchu, płetwy, parę skrzeli, worek atramentowy i dobrze rozwinięte oczy. Belemnity miały również szkielet wewnętrzny zbudowany z aragonitowych (odmiana polimorficzna węgla wapnia) proostrakum i fragmokonu oraz kalcytowego (odmiana polimorficzna węgla wapnia) rostrum. Ciężkie rostra stanowiły przeciwwagę dla wypełnionego powietrzem fragmokonu, zapewniając belemnitom

stateczność i pływalność w pozycji zbliżonej do horyzontalnej. W przeciwieństwie do rostrów fragmokony i proostraka belemnitów rzadko się zachowują w zapisie kopalnym. Przyjmuje się, że, w przeciwieństwie do wielu współczesnych kalmarów żyjących w toni wodnej, belemnity były w większości przypadków organizmami nektobentonicznymi, funkcjonującymi przy dnie i unikającymi wód bardzo płytkich. Podobny styl życia cechuje współczesne mątwy.

Pierścienie czasu

Rostra belemnitów od dawna przykuwają uwagę nie tylko zbieraczy skamieniałości i hobbystów interesujących się geologią, ale także paleontologów, geochemików i paleoklimatologów. Zbudowane są z wydłużonych kryształów kalcytu, które przyrastały koncentrycznie od środka rostrum. Z uwagi na stopniowe przyrastanie rostrów w ich budowie wewnętrznej po przecięciu można zaobserwować pierścienie podobne do stojów drzew. W pierścieniach rostrów, które się dobrze zachowują w stanie kopalnym, zapisana jest cała historia życia tych zwierząt.

Jak dowiodły badania, oprócz widocznych makroskopowo grubszych pierścieni w rostrach występują mikropierścienie przyrostowe. U badanych rostrów belemnitów ze środkowej jury mają one średnicę od 3 do 90 μm (średnia około 16 μm) i najprawdopodobniej odpowiadają przyrostom dobowym. Wskazuje na to podobna dobową cykliczność formowania się pierścieni przyrostowych w szkieletach współczesnych głowonogów, która jest związana ze zmianami oświetlenia. Analiza mikropierścieni przyrostowych umożliwiła prześledzenie tempa i cykliczności wzrostu oraz długości życia belemnitów. Jak wykazały badania



Mikropierścienie przyrostowe powstałe w cyklach dobowych, uwidocznione po trawieniu, na przekroju rostrum belemnita *Hibolithes jurensis*, który pochodzi z ilów jury środkowej Wyżyny Krakowsko-Częstochowskiej

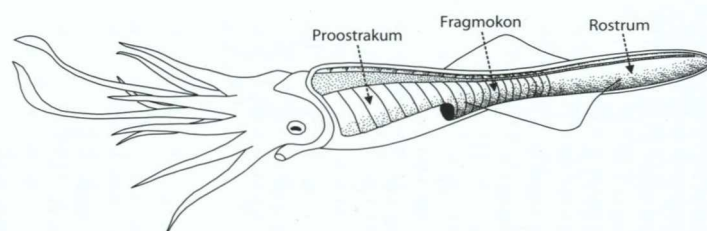


Rostra belemnitów pochodzące z ilów jury środkowej Wyżyny Krakowsko-Częstochowskiej (rodzaje *Hibolithes* – 2 okazy z lewej, i *Pachybelemnopsis* – okaz z prawej, rodzina *Mesohibolitidae*)

środkowojurajskich belemnitów z Wyżyny Krakowsko-Częstochowskiej, ich tempo wzrostu było duże po wykluciu się z jaja, we wczesnym okresie juvenilnym oraz w stadium dorosłym, przed osiągnięciem dojrzałości płciowej. Wyraźny spadek tempa wzrostu belemnitów jest zapewne charakterystyczny dla okresu tarła, po którym belemnity ginęły. Zaobserwowana cykliczność (2-8 dób) w grubości mikropierścieni można wiązać z okresami większej i mniejszej aktywności w zdobywaniu pokarmu lub cyklicznością formowania się przegród w wypełnionym powietrzem fragmokonie, która wpływała na metabolizm belemnitów. Analiza liczby pierścieni wskazuje, iż badane belemnity żyły nie dłużej niż półtora roku, przy czym średni czas życia wynosił około jednego roku. Krótka długość życia belemnitów nie jest zaskoczeniem, gdyż podobną długością życia charakteryzuje się większość współczesnych głowonogów, np. kalmary, mątwy i pospolite ośmiornice, które szybko rosną po wykluciu się z jaja, a giną po około roku, po osiągnięciu dojrzałości płciowej i odbyciu tarła.

Co kryją rostra

Oprócz cykli przyrostowych w rostrach belemnitów zapisane są informacje o temperaturach i chemizmie dawnej wody morskiej. Wiąże się to z faktem, iż frakcjo-



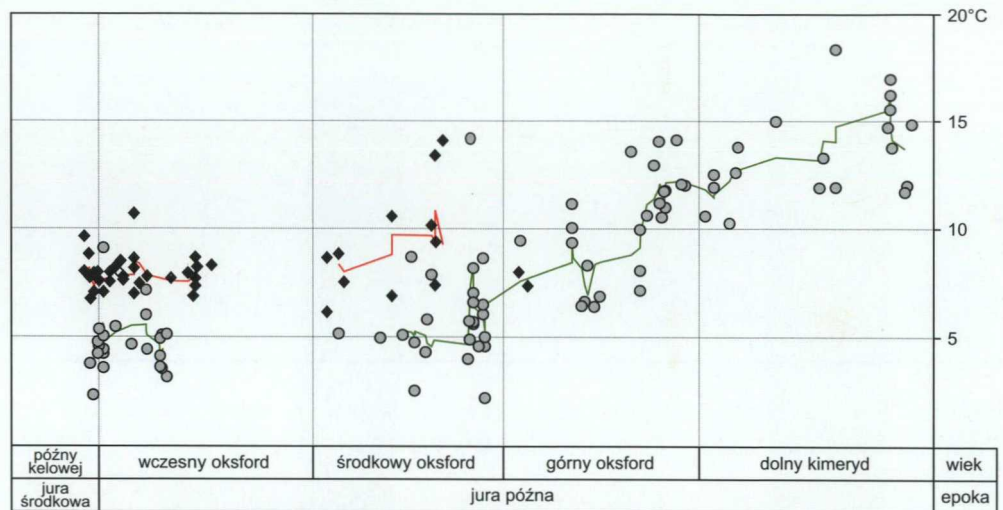
Rekonstrukcja wyglądu i budowy wewnętrznej dolnokredowego belemnita *Conobelus pseudoheres* sp. nov. (wg Lukenedera, 2005)

nowanie niektórych pierwiastków oraz izotopów trwałych w kalcycie budującym rostra w stosunku do tych samych składników w otaczającej wodzie morskiej jest w przybliżeniu stałe i niezależne od temperatury (np. izotopów trwałych węgla i strontu), podczas gdy zawartość innych składników zmienia się wraz z temperaturami otaczającej wody (np. stosunki magnez/wapń i stront/wapń, skład izotopowy tlenu).

W pierwszym przypadku analizy geochemiczne rostrów mogą dostarczyć informacji o składzie dawnej wody morskiej, np. stosunkach izotopowych rozpuszczonego węgla nieorganicznego, na który składają się jony HCO_3^- , CO_2^{2-} i cząsteczkowy CO_2 . Wynika to z faktu, iż rozpuszczony węgiel nieorganiczny jest źródłem grup węglanowych w węglanie wapnia wytrąconym bezpośrednio z wody morskiej lub przez organizmy żyjące w morzu. Skład izotopowy rozpuszczonego węgla nieorganicznego wody morskiej pozostaje z kolei w zależności od dopływu i odpływu węgla do i z oceanów, wskazując na produktywność wody oraz zaburzenia globalnego obiegu węgla w przyrodzie. Istotne w tym przypadku

są tzw. wydarzenia węglowe, tj. okresu wzrostu bądź spadku zawartości ciężkiego izotopu ^{13}C , które dobrze notują się w zapisie izotopowym rostrów belemnitów. W oparciu o skład izotopowy węgla rostrów belemnitów środkowo- i górnoujurskich z Platformy Rosyjskiej udało się przykładowo stwierdzić i ustalić ramy czasowe globalnego wydarzenia wzrostu zawartości ciężkiego izotopu ^{13}C w morzach na przełomie jury środkowej i późnej. Wzrost ten wiąże się zapewne z ograniczeniem w tym okresie dopływu do oceanów materii organicznej, dostarczanej przez rzeki i wzbogaconej w lekki izotop ^{12}C , na skutek zalania części lądów przez wody w trakcie podniesienia się globalnego poziomu mórz, które wtedy wystąpiło. Świadczy to o zaburzeniu obiegu węgla w skali globalnej.

Składniki izotopowe lub chemiczne morskiego kalcytu, które zmieniają się wraz z temperaturą wody, z której minerał ten się wykrystalizował, są niezwykle ważnym źródłem informacji o klimacie i jego zmianach w dawnych epokach geologicznych. Rostra belemnitów są powszechnie wykorzystywane w badaniach klimatu jury i kredy, ponieważ zwierzęta te były szeroko rozprzestrzenione w morzach i oceanach, a rostra zachowują się w dobrym stanie w osadach kopalnych. Na podstawie składu izotopowego tlenu rostrów belemnitów można m.in. obliczać temperatury dawnej wody morskiej, aczkolwiek na ostateczny wynik mogły mieć również wpływ zmiany zasolenia. Analizy składu izotopowego tlenu rostrów belemnitów umożliwiły przykładowo potwierdzenie teorii o fluktuacjach klimatu jury. Dowiodły one istnienia okresu bardzo ciepłego w najmłodszej wczesnej jurze (w wieku toardzkim, od około 182 milionów lat temu), po którym nastąpiło ochłodzenie klimatu obejmujące większość jury środkowej (wiek aaleński do batońskiego, tj. od około 174 do około 166 milionów lat temu), po którym nastąpiło kolejne ocieplenie, które zachodziło stopniowo na przełomie środkowej i późnej jury (w trakcie wieku kelowejskiego i oksfordzkiego, tj. na przestrzeni od około 166 do około 157 milionów lat temu). Zapis tego ostatniego ocieplenia można zaobserwować na podstawie badań składu izotopowego rostrów belemnitów z pogranicza jury środkowej i górnej platformy rosyjskiej.



Zmiany temperatury wód dennych morza środkoworosyjskiego na przełomie jury środkowej i późnej obliczone na podstawie składu izotopowego tlenu rostrów belemnitów. Szare kółka – dane pochodzące z rostrów belemnitów z rodziny *Cylindroteuthidae*, czarne romby – dane pochodzące z rostrów belemnitów z rodziny *Mesohibolidae*. Wyższe wymienione dane wskazują na silny wzrost temperatury wód dennych dawnego morza rozciągającego się na tym obszarze w trakcie wieku oksfordzkiego. Aczkolwiek wzrost ten może być lekko zawyżony na skutek postępującego wysłodzenia zbiornika i zależny od przyczyn lokalnych, takich jak spływanie basenu, koreluje on z zapisem izotopowym innych obszarów i innymi wskaźnikami paleoklimatycznymi, co dowodzi, że spowodowany jest, przynajmniej w części, globalnym ociepleniem klimatu

Ciepło – zimno

Fluktuacje klimatu jury nie były tak silne jak w trzecio- i czwartorzędzie. Oprócz zmian izotopowych notowanych m.in. w rostrach belemnitów objawiają się one zmianami rozprzestrzenienia faun organizmów morskich i zmianami flory lądowej bądź zmianami typu osadów. Przykładowo w trakcie chłodniejszego okresu jury środkowej osadzały się w środkowej Polsce ility, a w cieplejszym okresie jury późnej wapienie. Chłodniejszy okres jury środkowej nie był na tyle chłodny, aby powstały globalne zlodowacenia, notuje się jednakże w tym czasie istnienie okresowej pokrywy lodowej bądź dryfującego lodu w pobliżu dawnego bieguna północnego na Syberii. W morzach borealnych tego okresu występowała ponadto uboga i endemiczna fauna głowonogów, w tym belemnitów, świadcząca o trudnych warunkach bytowych. ■

Chcesz wiedzieć więcej?

- Lukeneder A. (2005). First nearly complete skeleton of the Cretaceous duvaliid belemnite *Conobelus*. *Acta Geologica Polonica* 55, 147-162.
- Wierzbowski H. (2013). Life span and growth rate of Middle Jurassic mesohibolitid belemnites deduced from rostrum microincrements. *Volumina Jurassica* 11, 1-18.
- Wierzbowski H., Rogov M.A., Matyja B.A., Kiselev D., Ippolitov A. (2013). Middle-Upper Jurassic (Upper Callovian-Lower Kimmeridgian) stable isotope and elemental records of the Russian Platform: Indices of oceanographic and climatic changes. *Global and Planetary Change* 107, 196-212.