

Stanowisko mamuta – *Mammuthus primigenius* (Blumenbach, 1799) w górnym plejstocenie w Kopalni Węgla Brunatnego Bełchatów

Błażej Błażejowski¹, Gwidon Jakubowski², Piotr Gieszczycki³,
Rafał Kowalski², Aleksandra Hołda-Michalska¹



B. Błażejowski



G. Jakubowski



P. Gieszczycki



R. Kowalski



A. Hołda-Michalska

Mammuthus primigenius (Blumenbach, 1799) from Upper Pleistocene deposits of the Bełchatów Coal Mine. Prz. Geol. 62: 755–760.

Abstract. The fossil remains of juvenile woolly mammoth (*Mammuthus primigenius*) from Pleistocene deposits of the Bełchatów coal mine are described. Precise measurements of the excavated bones allowed for approximate reconstruction of the specimen, which turned out to be in the estimated age of 10 years. Serial samples for isotope analysis of carbon and oxygen were taken from a tooth, and the isotope record has revealed a probable change of diet due to switching from milk-based to plant-based food.

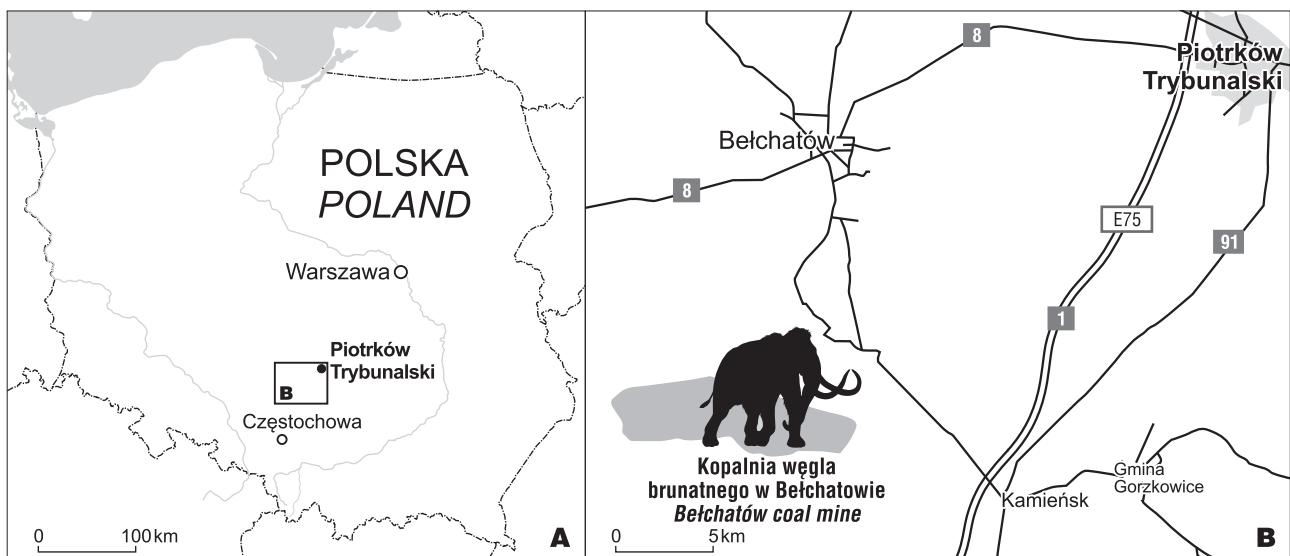
Keywords: woolly mammoth, stable isotope composition of teeth, Bełchatów

Złoże węgla brunatnego Bełchatów, występujące w skomplikowanej strukturze tektonicznej zwanej rowem Kleszczowa, dzieli się na część wschodnią (pole Bełchatów) i zachodnią (pole Szczerców), które rozdziela wysad solny w rejonie Dębiny.

Podczas prac rekonesansowych w 2012 r. w górnoplejstoceniowych utworach nadkładowych kopalni węgla brunatnego w Bełchatowie (ryc. 1) na głębokości około 15 m znaleziono kilka kości młodocianego osobnika mamuta

włochatego – *Mammuthus primigenius* (Blumenbach, 1799). Wydobyto kompletną żuchwę z dwoma zębami trzonowymi, lewą panewkę miedniczną z fragmentem kości biodrowej i fragmentami kości łonowej i kulszowej, trzon kości udowej oraz żebro (ryc. 2). To czwarte udokumentowane znalezisko szczątków mamuta na terenie bełchatowskiej odkrywki.

Celem publikacji jest udokumentowanie nowego znaleziska szczątków młodocianego osobnika, zebranie i uzupełnienie danych o występowaniu kości mamutów w osadach

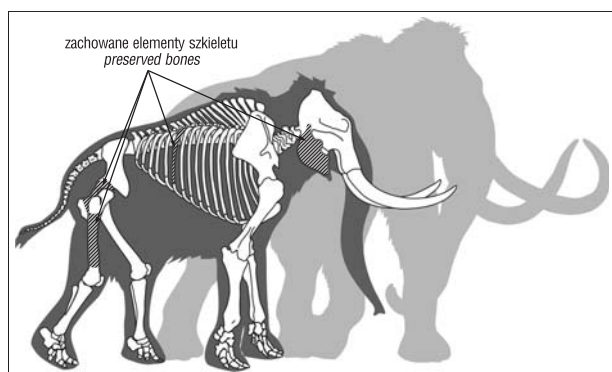


Ryc. 1. Lokalizacja badanego stanowiska
Fig. 1. Location of investigated site

¹ Instytut Paleobiologii, Polska Akademia Nauk, Twarda 51/55, 00-818 Warszawa; bblazej@twarda.pan.pl.

² Muzeum Ziemi, Polska Akademia Nauk, Aleja Na Skarpie 20/26, 27, 00-488 Warszawa.

³ Stowarzyszenie Klimatologów Polskich, Krakowskie Przedmieście 30, 00-927 Warszawa.



Ryc. 2. Rekonstrukcja szkieletu mamuta włochatego (*Mammuthus primigenius*), w tle sylwetka dorosłego osobnika

Fig. 2. Woolly mammoth (*Mammuthus primigenius*) skeleton reconstruction, silhouette of an adult mammoth in the background

plejstocenijskich kopalni węgla brunatnego w Bełchatowie, a także przedstawienie wniosków na temat diety tych zwierząt opartych na badaniach izotopowych zębów.

HISTORIA ODKRYĆ

W osadach plejstocenijskich kopalni węgla brunatnego w Bełchatowie dotychczas kilkakrotnie odnotowano znaleziska kostnych pozostałości słoniowatych. Najstarsze znalezisko pochodzi z 1981 r. Wydobyto prawy, górny ząb trzonowy oraz prawy cios z fragmentem kości międzyszczkowej należące do mamuta stepowego – *Mammuthus trogontherii* (Pohlig, 1888). Kości znalezione w osadach interstadiału piliicy (265 000–183 000 lat temu), prawdopodobnie są jeszcze starsze, ponieważ znaleziono je w osadach rzecznych na złożu wtórnym (Czyżewska & Wiszniewska, 1982; Wojtal, 2003). Następne odkrycie pochodzi z przełomu lat 1983/1984. Wydobyto lewy cios długości 3,2 m z fragmentem kości międzyszczkowej z osadów środkowego/górnego vistulianu (25 000–21 970). Kości te, jak również wydobyte w roku 1991 górne zęby M³ i M² oraz nieoznaczalny fragment zęba trzonowego, dwa ciosy, łopatkę, kości udowe oraz zebro, były znalezione w piaszczystych osadach formacji Chojny (środkowy plejstocen) i są związane z interglacją mazowieckim lub Zbójna (Pawłowska i in., 2014).

Kolejne znalezisko odnotowano w 2003 r., kiedy to w odkrywce Szczerców wydobyto niekompletną czaszkę i fragmenty ciosów mamuta. Czaszka była zachowana kompletnie, niestety podczas robót górniczych koparka zniszczyła jej część mózgową. Okaz znajdował się w piaskach rzecznych interstadiału piliicy. Według ostatnich wyników badań wiek jej określa się na ok. 150 000 lat, co wskazywałoby, że jest to najstarsze znalezisko mamuta *Mammuthus primigenius* (Blumenbach, 1799) w Polsce (Wojtal, 2003).

Stanowisko plejstocenijskiego nadkładu kopalni węgla brunatnego w Bełchatowie jest bardzo interesujące ze względu na występowanie w nim szczątków kostnych mamutów z szerokiego interwału czasu, poczynając od kości znalezionych w osadach środkowego plejstocenu (420 000–300 000 lat temu), a kończąc na znalezisku z osadów vistulianu (25 000–21 970).

CHARAKTERYSTYKA BUDOWY GEOLOGICZNEJ

Rów Kleszczowa jest najgłębszym neotektonicznym zapadliskiem na obszarze Niżu Polskiego (Brodzikowski i in., 1987; Krzyszkowski, 1993; Ber & Krzyszkowski,

2004). Jest on zlokalizowany w obrębie synklinorium szczecińsko-łódzko-miechowskiego, w jego południowej części, w strefie granicznej pomiędzy niecką łódzką i niecką miechowską (Hałuszczak, 2007). W rejonie tym znajduje się struktura tektoniczna zwana rygłem Kodrąbia (Krzyszkowski, 1993). W jej północnym obrzeżeniu znajduje się rów Kleszczowa, który zajmuje obszar położony pomiędzy Pajęcznem (w części zachodniej) a Przedborzem (w części wschodniej). Centralną część rowu Kleszczowa (od zachodu) zamyka wysad solny Dębina, rozdzielający pole złożowe Bełchatów i pole złożowe Szczerców.

Wypełnianie rowu Kleszczowa (połączone z jego wolną subsydencją) trwało od paleogenu do środkowego miocenu, w tym czasie tworzyły się osady kompleksów węglowych oraz ilasto-węglowych (Ciuk, 1980). W osadach paleogenu-neogenu rowu Kleszczowa wyróżniamy cztery kompleksy (kompleks podwęglowy, kompleks węglowy, kompleks ilasto-węglowy i kompleks ilasto-piaszczysty), na których leżą utwory czwartorzędowe.

Analizowane kości mamuta zostały znalezione w osadach formacji (serii) Chojny (Goździk, 1980), które reprezentują środowisko sedymentacji rzecznej (Zieliński, 2007). Osady te odsłaniają się pomiędzy dwoma pokładami glin zlodowaceń środkowopolskich, a ich pozycja chronostratigraficzna została określona na interstadiał piliicy (Baraniecka, 1982, 1985; Hałuszczak, 1982; Janczyk-Kopikowa, 1985; Krzyszkowski, 1990). Badania palinologiczne wykazały, że osady te reprezentują chłodne, interstadialne odcinki plejstocenu (Janczyk-Kopikowa, 1983, 1985; Krzyszkowski & Nita, 1993), natomiast badania sedymentologiczne pozwoliły określić środowisko depozycji osadów formacji Chojny na charakterystyczne dla rzek meandrujących, a w końcowej fazie sedymentacji dla rzek roztopowych (Baraniecka & Hałuszczak, 1983; Janczyk-Kopikowa, 1985; Brodzikowski i in., 1987).

MATERIAŁ BADAWCZY

Z opisywanego znaleziska na największą uwagę zasługuje zachowana prawie w całości żuchwa (*mandibula s. dentale*). Podstawowe wymiary lewej strony żuchwy (ryc. 3 – patrz str. 776):

- największa długość żuchwy od rostrum do końca gałęzi 480 mm,
- długość od przedniego skraj alveoli zęba trzonowego do końca gałęzi 466 mm,
- wysokość gałęzi za tylną krawędzią zębodołu 254 mm,
- największa grubość gałęzi za tylną krawędzią zębodołu 132 mm.

Oba dolne zęby trzonowe M₄ (lub M₁ wg Kubiaka, 1965) (ryc. 3C–E – patrz str. 776) są bardzo dobrze zachowane i tkwią w zębodołach (ryc. 3C–E – patrz str. 776), co uniemożliwia dokonanie wszystkich pomiarów. Niestety brak kolejnych zębów trzonowych, które wypadły z zębodołów. Na podstawie wielkości zachowanych zębów i ilości płytek, zgodnie z wynikami badań Guenthera (1954, 1955) i Kubiaka (1965) można przypuszczać, że osobnik ten w chwili śmierci miał około 10 lat.

Wymiary zębów [mm]	lewy	prawy
– długość	106,4	104,6
– szerokość	66,2	67,0
– liczba płytek	11	12
– używane płytki	11	12

– długość powierzchni żującej	89,1	89,5
– grubość szkliwa	1,4	1,4

– długość trzonu	741 mm,
– szerokość minimalna trzonu	105 mm,
– grubość minimalna trzonu	61 mm.

Zachowane żebro pochodzi z piersiowego odcinka kręgosłupa między 10 a 14 kręgiem (ryc. 4A, B). Dokładne określenie jego położenia byłoby możliwe przy wydobywaniu większej ilości żeber tego osobnika. Podstawowe wymiary żebra:

– długość największa wzdłuż krzywizny	900 mm,
– długość największa w linii prostej	830 mm,
– szerokość poniżej guzka	42 mm,
– szerokość w połowie długości	44 mm.

Z kości udowej (*os femoris s. femur*) zachował się tylko trzon bez końców proksymalnego i dystalnego (ryc. 4C), o następujących wymiarach:

Z kości miednicznej (*ossa extremitatis pelvinae*) zachowała się lewa panewka miedniczna (*acetabulum*) z fragmentami obu gałęzi panewkowych kości łonowej (*os pubis*) i kulszowej (*ischium*) wraz z przypanewkowym fragmentem kości biodrowej (*ilium*) szerokości 158 mm, nad samą panewką (ryc. 4D, E).

Wymiary panewki miednicznej:

– długość	154 mm,
– szerokość	143 mm.

Znalezione i opisane kości mamuta włochatego są własnością Kopalni Węgla Brunatnego Bełchatów i tam zostaną zdeponowane, jako kolekcja muzealna.



Ryc. 4. A, B – żebro, C – kość udowa (*os femoris s. femur*), D – lewa panewka miedniczna (*acetabulum*) z fragmentami obu gałęzi panewkowych kości łonowej (*os pubis*) i kulszowej (*ischium*) wraz z przypanewkowym fragmentem kości biodrowej (*ilium*), E – fragment kości miednicznej (*ossa extremitatis pelvinae*). Fot. D. Nast

Fig. 4. A, B – rib, C – femur, D – pelvis, E – pelvis, dorsal view. Photo by D. Nast

DYSKUSJA

Warunki paleośrodowiskowe

Z analiz zawartości przewodu pokarmowego mamutów wydobytych z wiecznej zmarzliny na Syberii wynika, że w ich diecie dominowały rośliny zielne, przede wszystkim trawy, tylko niewielki dodatek stanowiły liście oraz pędy krzewów i drzew (Ukrainseva, 1993; Guthrie, 2001). Zwierzęta te zasiedlały charakterystyczny dla plejstocenu ekosystem stepo-tundry (Nehring, 1890; Hibbert, 1982), zwany też „mamucim stepem” (Guthrie, 1982, 1990). Rozwijał się on w warunkach suchego i zimnego klimatu, rozciągając się na ogromnym obszarze od zachodnich krańców Europy, przez Polskę i następnie Azję do Ameryki Północnej (Guthrie, 2001; Zimov i in., 2012). Dominującym składnikiem „mamuciego stepu” były rośliny zielne, takie jak trawy, turzyce i różnorodne byliny dwuliścienne, tworzące mozaikę zbiorowisk (Guthrie, 2001). Według Velichko i Zelikson (2005) dieta mamutów była zróżnicowana w zależności od pory roku. W czasie lata preferowały one suche obszary o stabilnym podłożu okalające doliny rzeczne, zimą, gdy grunt zamarał, schodziły w doliny rzeczne.

Sukcesje interstadiu pilicy, jak i późnego vistulianu, występujące w profilu bełchatowskiej odkrywki, potwierdzają obecność dogodnych dla mamutów otwartych zbiorowisk zielnych (Krzyszkowski, 1995), zbieżnych z koncepcją stepo-tundry.

Przyczyny frakcjonacji izotopowej
zębów tkanek kopalnych

Analiza zapisu izotopowego tkanek kopalnych jest złożonym zagadnieniem. Do zinterpretowania danych potrzeba wiedzy na temat m.in. fizjologii, behawioru i charakterystyki środowiska.

Do tej pory zaledwie jedno opracowanie poświęcono zmianom związanym z wiekiem osobniczym kopalnych przedstawicieli słońcowatych na podstawie badań izotopowych (Sukumar & Ramesh, 1992). Także jedna praca przedstawiała analizy izotopowe sekwencyjnie opróbowanego ciosu młodocianego osobnika dla określenia czasu trwania okresu niemowlęctwa i dorastania (Rountrey i in., 2007). W celu zrozumienia fizjologii i behawioru kopalnych trąbowców przyjmuje się analogię do dzisiejszych słoń (Elephas, Loxodonta). Żywią się one pokarmem wyłącznie mlecznym do około trzech miesięcy po urodzeniu, następnie włączają do diety pokarm roślinny. Odstawianie mleka jest procesem stopniowym i jakkolwiek młode mogą obywać się bez mleka od drugiego roku życia, to zwykle korzystają z niego do czasu przyjscia na świat kolejnych młodych, to jest przez 3–6 lat (Haynes, 1991).

Skład izotopowy tkanek młodocianego osobnika jest odzwierciedleniem składu izotopowego diety (tj. mleka oraz pozostałych składników dodatkowych, takich jak pokarm roślinny oraz woda), przy uwzględnieniu specyficznego frakcjonowania izotopów w konkretnych tkankach. Ze względu na wysoką zawartość tłuszczu, mleko zawiera zwykle mniej ^{13}C niż średnia w przyjmowanym pokarmie. Pomijając wszystko inne, należy się spodziewać, że tkanki młodego powstałe przed urodzeniem będą mieć wartości $\delta^{13}\text{C}$ równe tym w organizmie matki, podczas gdy tkanki uformowane w okresie karmienia będą mieć niższe $\delta^{13}\text{C}$ o 1–2 ‰ niż u matki, właśnie ze względu na zubożenie mleka w ^{13}C .

Niektóre opracowania wskazują, że $\delta^{13}\text{C}$ zapisane w zębach rozwijających się w okresie karmienia będzie niższe niż w powstałych po odstawieniu mleka (Wright & Schwarcz, 1998), ale inne prace nie potwierdzają takiego związku (Williams i in., 2005). Z dotychczasowych badań wynika, że otrzymane spektrum wartości $\delta^{13}\text{C}$ z tkanek młodych i dorosłych osobników nie pozwala na bezsporne udowodnienie tezy o zależności zawartości ^{13}C od wieku osobniczego, a obserwowane trendy mogą być wynikiem czynników fizjologicznych.

W okresie karmienia większość tlenu w pokarmie młodego osobnika jest zawarta w mleku, a dokładniej w wodzie będącej składnikiem mleka. Woda ta pochodzi ze źródeł powierzchniowych oraz z pokarmu roślinnego. Ta ostatnia jest wzbogacona w ^{18}O z powodu ewapotranspiracji roślin, a zatem pokarm mleczny też będzie charakteryzował się wyższym $\delta^{18}\text{O}$ (zob. Camin i in., 2008). Prawdopodobnie pewien udział będą miały czynniki fizjologiczne powodujące dalsze wzbogacenie mleka w cięższy izotop. Tkanki powstałe przed urodzeniem powinny mieć wartości $\delta^{18}\text{O}$ na poziomie organizmu matki, tj. osobnika dorosłego. Tkanki powstałe w okresie karmienia powinny mieć wyższe $\delta^{18}\text{O}$, ze względu na wzbogacenie mleka w ten izotop. Obecność liści w diecie zawierających względnie duże ilości wody przesunie równowagę izotopową dalej w kierunku wyższych $\delta^{18}\text{O}$, picie wody źródlanej natomiast zmniejszy $\delta^{18}\text{O}$ w kierunku wartości obserwowanych u dorosłych.

W przeciwieństwie do większości ssaków, zęby słońcowatych nie są wymieniane „od dołu” przez nacisk kolejnych, lecz wyrastają sukcesywnie do przodu z tylnej części szczęki, wypychając resztki startych zębów poprzednich. Stosując kryteria nazewnictwa przyjęte dla ssaków, pierwsze trzy to zęby mleczne (*deciduous premolars*), a kolejne trzy to stałe (*molars*) (Shoshani, 1996). Zauważyć należy jednak, że wszystkie zęby w rzeczywistości nie są stałe, zatem istnieje w literaturze tendencja do unifikacji ich nomenklatury (Laws, 1966; Metcalfe, 2011). Analogie dotyczące czasu tworzenia, starzenia się i wypadania zębów, formowania tkanek zębowych oraz zmian składu izotopowego pomiędzy dzisiejszymi a kopalnymi przedstawicielami słońcowatych nie zostały w pełni potwierdzone. U kopalnych wyrzynały się one prawdopodobnie wcześniej (w młodszym wieku) niż u dzisiejszych (Metcalfe, 2011).

Wyniki analiz stosunków izotopowych
zęba trzonowego

Wielkość i umiejscowienie badanych zębów dowodzi, że są to pierwsze zęby stałe, co określa nam wiek badanego osobnika na około 10 lat (ryc. 5). W zapisie izotopowym w zębach powinna zachować się informacja o zmianie pokarmu z zawierającego mleko na całkowicie roślinny, charakterystyczny dla tego wieku osobniczego. Wyniki badań izotopowych próbek pobranych sekwencyjnie ze szkliwa oraz zębiny w kierunku jamy mięksiszowej (wzdłuż kierunku przyrostu zęba) wykazują niewielkie zróżnicowanie izotopów węgla, natomiast wyraźnie jest widoczna większa zawartość cięższego izotopu ^{18}O w początkowym stadium (ryc. 6). Odpowiada to z dużym prawdopodobieństwem okresowi przyjmowania pokarmu mlecznego w połączeniu z roślinnym. Spadek $\delta^{18}\text{O}$ obserwowany w badanym okazy może świadczyć o przejściu na pokarm w całości roślinny.



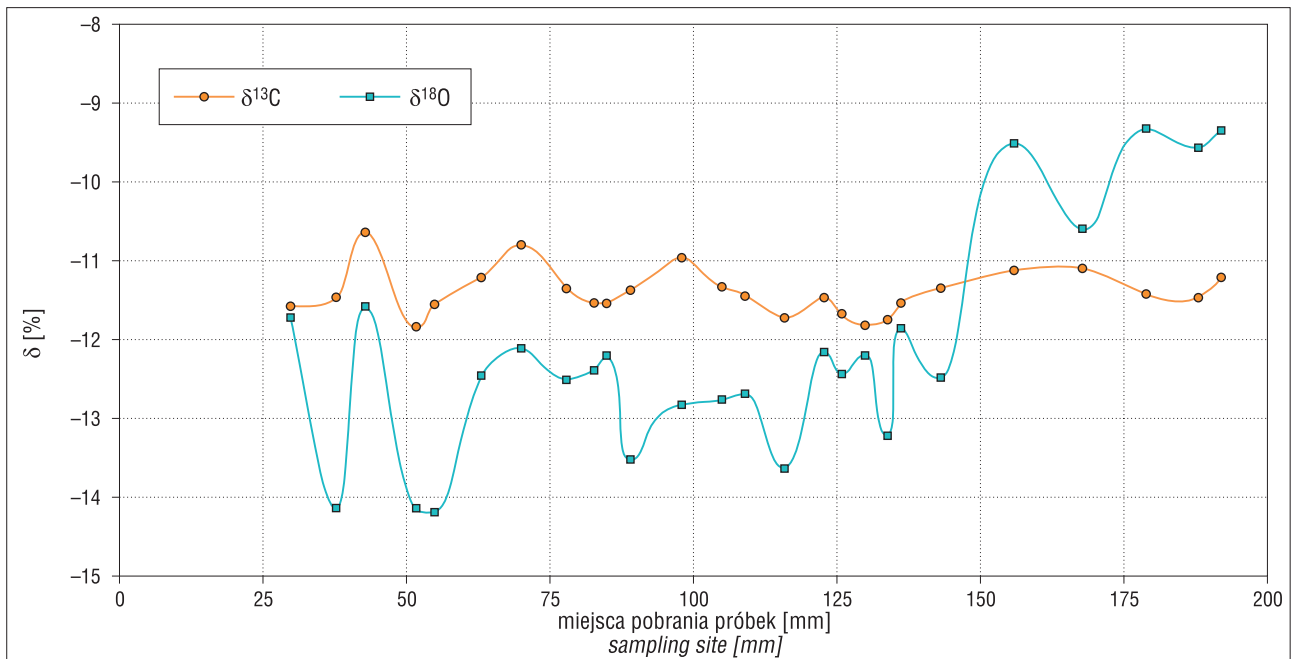
Ryc. 5. Rekonstrukcja mamuta włochatego (*Mammuthus primigenius*) (rys. A. Hołda-Michalska)

Fig. 5. Reconstruction of the woolly mammoth (*Mammuthus primigenius*) (drawing by A. Hołda-Michalska)

Wyniki badań potwierdzają, że dziesięcioletni mamut odżywiał się wyłącznie pokarmem roślinnym, a w okresie formowania się zębów trzonowych M_4 przyjmował jeszcze częściowo pokarm mleczny. Jest to zgodne z tym, co wiemy o dzisiejszych słońiach i wskazuje, że jest możliwe rozpatrywanie fizjologii kopalnych i dzisiejszych słońiowatych na zasadzie analogii.

WNIOSKI

Przedstawione znalezisko jest czwartym z kolei udokumentowanym odkryciem szczątków kostnych mamuta włochatego (*Mammuthus primigenius*) z kopalni odkrywkowej węgla brunatnego w Bełchatowie. Jest to zarazem pierwsze znalezisko młodocianego osobnika z obszaru Polski.



Ryc. 6. Zapis stosunków izotopowych węgla i tlenu w zębie trzonowym

Fig. 6. Stable carbon and oxygen isotope analysis of molar teeth

Przeprowadzone badania szczątków kostnych pozwoliły określić wiek badanego osobnika na około 10 lat. Badania izotopów stabilnych węgla i tlenu z doskonale zachowanych zębów trzonowych dostarczyły informacji na temat preferencji żywieniowych. Zmiana sygnatury izotopowej wskazuje na całkowite przejście na pokarm roślinny w okresie formowania się zębów trzonowych, to jest w wieku około 6 lat, podobnie jak u dzisiejszych słoń.

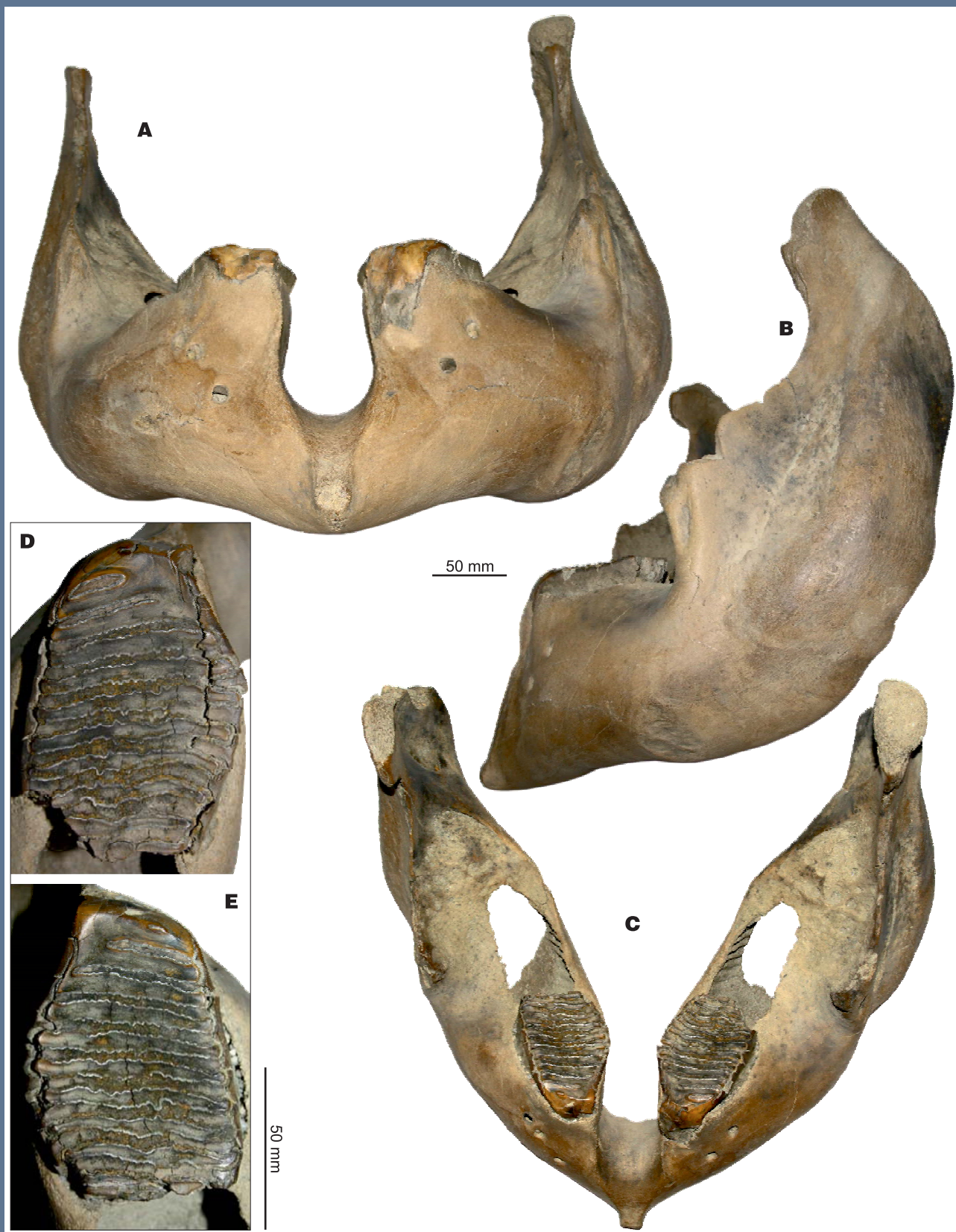
Autorzy dziękują dyrektorowi Kopalni Węgla Brunatnego Bełchatów Kazimierzowi Koziolowi oraz zawiadowcy ruchu kopalni Marianowi Piruckiemu. Wyrazy wdzięczności składamy kierownikowi Wydziału Organizacji i Administracji Włodzimierzowi Kuli oraz pracownikom sekcji zdejmowania nadkładu – Tomaszowi Furtkowi i Markowi Piruckiemu. Pani Profesor Magdalena Borsuk-Białynickiej z Instytutu Paleobiologii PAN oraz Andrzejowi Gąsiewiczowi z Państwowego Instytutu Geologicznego – Państwowego Instytutu Badawczego w Warszawie dziękujemy za recenzowanie manuskryptu i cenne uwagi, które znacząco wpłynęły na podniesienie walorów naukowych prezentowanej pracy. Dariuszowi Nast z PAN Muzeum Ziemi dziękujemy za wykonanie fotografii prezentowanych kości.

LITERATURA

- BARANIECKA M.D. 1982 – Dotychczasowe i bieżące badania czwartorzędowego rejonu Bełchatowa. [W:] Baraniecka M.D., Brodzikowski K. & Kasza L. (red.), Czwartorzęd rejonu Bełchatowa. I Sympozjum. Wyd. Geol., Warszawa: 1–13.
- BARANIECKA M.D. 1985 – Zbiorczy przekrój geologiczny stanowisk osadów organogenicznych z odkrywki kopalni Bełchatów. Spraw. Bad. Nauk. Kom. Bad. Czwart. PAN, 6: 123–144.
- BARANIECKA M.D. & HAŁUSZCZAK A. 1983 – Profil osadów organicznych ze stanowiska Buczyzna IV w kopalni węgla brunatnego Bełchatów. Sprawozdanie z badań naukowych, Komitet Badań Czwartorzędowych PAN, 5: 134–136.
- BER A. & KRZYSZKOWSKI D. 2004 – Glaciotectonics of the selected regions of Poland. Biul. Państw. Inst. Geol., 408: 73–125.
- BRODZIKOWSKI B., GOTOWAŁA R., HAŁUSZCZAK A., KRZYSZKOWSKI D. & VAN LOON A.J. 1987 – Soft-sediment deformations from glaciodeltaic, glaciolacustrine and fluvial lacustrine sediments in the Kleszczów Graben (central Poland). Geol. Soc. Spec. Publ., 29: 255–267.
- CAMIN F., PERINI M., COLOMBARI G., BONTEMPO L. & VERSINI G. 2008 – Influence of dietary composition on the carbon, nitrogen, oxygen and hydrogen stable isotope ratios of milk. Rapid Communications in Mass Spectrometry, 22 (11): 1690–1696.
- CIUK E. 1980 – Tektonika rowu Kleszczowa i jej wpływ na warunki powstania złoża węgla brunatnego. Przewodnik LII Zjazdu Pol. Tow. Geol., Bełchatów, 11–14.
- CZYŻEWSKA T. & WISZNIEWSKA T. 1982 – Mamut. Na podstawie materiałów z I Sympozjum: Czwartorzęd rejonu Bełchatowa; 1982, http://www.geologia.org.pl/geologia_mamut.html.
- GOŹDZIK J. 1980 – Zastosowanie morfologii i graniforometrii do badań osadów w kopalni węgla brunatnego Bełchatów. Studia regionalne, 4: 101–114.
- GUENTHER E.W. 1954 – Die diluvialen Elefantenzähne aus dem Nord-Ostsee-Kanal. Meyniana 2: 34–69.
- GUENTHER E.W. 1955 – Missbildung an den Backenzähnen diluvialer Elefanten. Meyniana, 4: 12–36.
- GUTHRIE R.D. 1982 – Mammals of the Mammoth Steppe as Paleo-environmental indicators. [W:] Hopkins D.M., Matthews Jr. J.H. Schweger C. & Young S.B. (red.), Palaeoecol. Beringia. Acad. Press. New York.
- GUTHRIE R.D. 1990 – Frozen Fauna of the Mammoth Steppe: The Story of Blue Babe. University of Chicago Press, Chicago.
- GUTHRIE R.D. 2001 – Origin and causes of the mammoth steppe: a story of cloud cover, woolly mammal tooth pits, buckles and inside-out Beringia. Quatern. Sci. Rev., 20: 549–574.
- HAYNES G., 1991 – Mammoths, mastodonts, and elephants: biology, behavior, and the fossil record. Cambridge University Press, Cambridge New York, s. 413.
- HAŁUSZCZAK A. 1982 – Zarys budowy geologicznej czwartorzędowej w rejonach Piaski oraz Buczyzna–Chojny. Materiały sympozjum nt. Czwartorzęd rejonu Bełchatowa: 14–35.
- HAŁUSZCZAK A. 2007 – Dike-filled extensional structures in Cenozoic deposits of the Kleszczów Graben (Central Poland). Sediment. Geol., 93, 81–92.
- HIBBERT D. 1982 – History of the steppe-tundra concept: 153–156. [W:] Hopkins D.M., Matthews Jr. J.H. Schweger C. & Young S.B. (red.), Palaeoecol. Beringia. Acad. Press. New York.
- HOPPE K.A. 2004 – Late Pleistocene mammoth herd structure, migration patterns, and Clovis hunting strategies inferred from isotopic analyses of multiple death assemblages. Paleobiology, 30 (1): 129–145.
- JANCZYK-KOPIKOWA Z. 1983 – Analiza pyłkowa profilów Chojny II i Buczyzna nad brukim. Sprawozdanie z badań naukowych, Komitet Badań Czwartorzędowych PAN, 6: 142–144.
- JANCZYK-KOPIKOWA Z. 1985 – Analiza pyłków 8 próbek z profilu Chojny III kopalni Bełchatów. Sprawozdanie z badań naukowych, Komitet Badań Czwartorzędowych PAN, 6: 172–173.
- KRZYSZKOWSKI D. 1990 – Chojny Formation in the Kleszczów Graben (Central Poland) – an example of the fluvial activity during Pliocene Interglacial. Bulletin Polish Acad. Sci., Earth Sci., 38: 77–99.
- KRZYSZKOWSKI D. 1993 – Pleistocene glaciolacustrine sedimentation in a tectonically active zone, Kleszczów Graben, Central Poland. Sedimentology, 40: 623–644.
- KRZYSZKOWSKI D. 1995 – An outline of the Pleistocene stratigraphy of the Kleszczów Graben, Bełchatów outcrop, Central Poland. Quatern. Sci. Rev., 14: 61–83.
- KRZYSZKOWSKI D. & NITA M. 1993 – Nowe stanowiska interstadialu pilicy (formacja Chojny) w odkrywce Bełchatów. Prz. Geol., 41, 788–797.
- KUBIAK H. 1965 – The Fossil Elephants of South Poland. Folia Quaternaria, 19: 1–43.
- LAWS R.M. 1966. Age criteria for the African elephant, *Loxodonta a. africana*. East African Wildlife J., 4: 1–37.
- METCALFE J.Z. 2011 – Late Pleistocene climate and proboscidean paleoecology in North America: insights from stable isotope compositions of skeletal remains, PhD Thesis, The University of Western Ontario, Canada.
- NEHRING A. 1890 – Über Tundren und Steppen der Jetzt- und Vorzeit, mit besonderer Berücksichtigung ihrer Fauna. Berlin.
- PAWŁOWSKA K., GREENFIELD H. & CZUBLA P. 2014 – ‘Steppe’ mammoth (*Mammuthus trogontheri*) remains in their geological and cultural context from Bełchatów (Poland): A consideration of human exploitation in the Middle Pleistocene. Quatern. Internat., 176: 448–468.
- ROUNTREY A.N., FISHER D.C., VARTANYAN S. & FOX D.L. 2007 – Carbon and nitrogen isotope analyses of a juvenile woolly mammoth tusk: Evidence of weaning. Quatern. Internat., 169: 166–173.
- SHOSHANI J. 1996 – Skeletal and other basic anatomical features of elephants. [W:] Shoshani J. & Tassy P. (red.), The Proboscidea: Evolution and palaeoecology of elephants and their relatives. Oxford University Press, Oxford, 9–20.
- SUKUMAR R. & RAMESH R. 1992 – Stable carbon isotope ratios in Asian Elephant collagen: Implications for dietary studies. Oecologia, 91: 536–539.
- UKRAINTSEVA V.V. 1993 – Vegetation Cover and Environment of the ‘Mammoth Epoch’ in Siberia. 309 pp. The Mammoth Site of Hot Springs Publishers, Hot Springs.
- VELICHKO A.A. & ZELIKSON E.M. 2005 – Landscape, climate and mammoth food resources in the East European Plain during the Late Paleolithic epoch. Quatern. Internat., 126–128: 137–151.
- WILLIAMS J.S., WHITE C.D. & LONGSTAFFE F.J. 2005 – Trophic level and macronutrient shift effects associated with the weaning process in the Postclassic Maya. American J. Physical Anthropology, 128 (4): 781–790.
- WOJTAL P. 2003 – Znaleźisko prehistoryczne. Materiał ten powstał na podstawie opracowania dr Piotra Wojtala, pracownika Instytutu Systematyki Ewolucji Zwierząt Polskiej Akademii Nauk w Krakowie. Materiały PGE. Kopalnia Węgla Brunatnego Bełchatów, <http://www.kwbbelchatow.pgeigek.pl/index.php/o-oddziale/znalezisko-prehistoryczne>.
- WRIGHT L.E. & SCHWARCZ H.P. 1996 – Infrared and isotopic evidence for diagenesis of bone apatite at Dos Pilas, Guatemala: paleodietary implications. J. Archaeol. Sci., 23: 933–944.
- ZIELINSKI T. 2007 – The Pleistocene climate-controlled fluvial sedimentary record in the Bełchatów mine (central Poland). Sediment. Geol., 193: 203–209.
- ZIMOV S.A., ZIMOV N.S., TIKHONOV A.N. & CHAPIN III F.S. 2012 – Mammoth steppe: a high-productivity phenomenon. Quatern. Sci. Rev., 57: 26–45.

Praca wpłynęła do redakcji 31.03.2014 r.
Akceptowano do druku 28.07.2014 r.

Stanowisko mamuta – *Mammuthus primigenius* (Blumenbach, 1799)
 w górnym plejstocenie w Kopalni Węgla Brunatnego Bełchatów (patrz str. 755)
Mammuthus primigenius (Blumenbach, 1799) from Upper Pleistocene deposits
 of Bełchatów Coal Mine (see p. 755)



Ryc. 3. A–C – żuchwa (*mandibula s. dentale*), D – ząb trzonowy lewy, E – ząb trzonowy prawy. Fot. D. Nast
 Fig. 3. A–C – jaw, D – left molar tooth, E – right molar tooth. Photo by D. Nast