

Ewa GOSLAR, Tomasz GOSLAR

Mieczysław F. PAZDUR

Instytut Fizyki Politechniki Śląskiej
w GliwicachDATOWANIE METODĄ ^{14}C KOŚCI I MUSZLI - PROBLEMY METODYKI
I INTERPRETACJI WYNIKÓW

Streszczenie. Datowanie metodą radiowęglą kopalnych kości i muszli mięczaków przedstawia istotne trudności - w pewnym stopniu zbliżone do siebie - dotyczące zarówno problemów metodyki pomiarów, jak też i zagadnień interpretacyjnych. Kolagen zawarty w kościach jest jedyną frakcją przydatną do datowania. W laboratorium gliwickim kolagen wydzielany jest z kości metodą Longina (1970). Metoda ta, należąca do najprostszycch, jest jednak znacznie bardziej pracochłonna w porównaniu z metodami wstępnej chemicznej obróbki próbek drewna i węgla drzewnych. Minimalna masa kości niezbędna do datowania wynosi ok. 100 g. W artykule przedstawiono w charakterze ilustracji wyniki datowania kości ludzkich z wczesnośredniowiecznego cmentarzyska w Czersku i porównano je z wynikami datowania próbek drewna i danymi archeologicznymi.

Datowanie muszli mięczaków wykonuje się na nieorganicznej frakcji $-\text{CaCO}_3$. Autorzy uważają muszle mięczaków słodkowodnych za nieprzydatne do datowania metodą ^{14}C z powodu nieokreślonej wartości ich wieku pozornego. Zaleca się wykonywanie oznaczeń wieku na części "zewnątrznej" i wewnętrznej, po uprzednim usunięciu powierzchniowej warstwy muszli metodą trawienia w roztworze kwasu solnego. Niezbędna do datowania minimalna masa muszli o dobrym stanie zachowania wynosi ok. 30 g. W pracy przedstawiono przykład oznaczeń wieku serii próbek muszli mięczaków morskich ze Spitsbergenu.

1. WSTĘP

Na możliwość datowania metodą ^{14}C kości i muszli zwrócono uwagę już w początkowym okresie rozwoju chronometrii radiowęglowej. Uzyskiwane wyniki okazywały się jednak często niezgodne zarówno z przewidywaniami opartymi na danych stratygraficznych czy kulturowych, jak i z wynikami datowań innych, równoważnych chronologicznie próbek. Kontrowersyjność dat radiowęglowych uzyskiwanych dla obu rodzajów próbek wywołana jest przede wszystkim dużą możliwością zanieczyszczenia próbek węglem obcego pochodzenia, a dokładniej trudnościami napotykanymi podczas eliminacji zanieczyszczeń. Wiąże się to z faktem, że zarówno kości, jak i muszle zawierają węgiel głównie w postaci substancji nieorganicznej.

Z drugiej strony wiek kości czy muszli, występujących w stanowiskach archeologicznych, jest z reguły dokładnie związany z datą pobytu grupy ludzkiej w przeciwieństwie np. do węgla drzewnych, czy fragmentów drewnianych zabudowań, dla których można zawsze liczyć się z postarzeniem wieku wywołanym odstępem czasu między uformowaniem odpowiednich słoń rocznych przyrostów pnia a interesującym zdarzeniem.

Ten pozytywny aspekt jest niekiedy przeceniany, zwłaszcza gdy zapomina się o ograniczeniach związanych ze strukturą kości i muszli i sposobami ich laboratoryjnej obróbki.

Celem niniejszego artykułu jest przedstawienie współczesnych poglądów na dokładność datowań kości i muszli, omówienie metodyki datowania stosowanej w gliwickim Laboratorium ^{14}C oraz sformułowanie ogólnych wymagań, jakie winny być spełnione dla uzyskania poprawnych dat radiowęglowych.

2. DATOWANIE KOŚCI

Znaczenie datowania kości dla ustalenia wieku stanowisk archeologicznych wiąże się głównie z dużą częstością występowania w takich stanowiskach, ich niewielką wartością muzealną, a także ze wspomnianym już ścisłym związkiem między datą śmierci osobnika a datą badanego obiektu.

Z doświadczeń wielu laboratoriów wynika, że głównym źródłem błędów przy datowaniu kości jest zanieczyszczenie próbki kwasami humusowymi oraz węglanami obcego pochodzenia osadzonymi w porach kości. Konieczny jest więc wybór odpowiedniej frakcji odpornej na zanieczyszczenie oraz bezbłędne przeprowadzenie procesu wydzielania tej frakcji ze skomplikowanego układu, jakim jest kość. Skład chemiczny współczesnych, odtłuszczonych i wysuszonych kości przedstawia tabela 1. W wyniku wieloletnich badań stwierdzono, że najbardziej odpowiednim do datowania składnikiem jest kolagen, podstawowe białko tkanki łącznej. Nie podlega on wymianie chemicznej ani izotopowej. Poprawne przeprowadzenie ekstrakcji kolagenu ma zatem podstawowe znaczenie dla dokładności datowania. Istotnym ograniczeniem jest niska zawartość kolagenu w kościach.

2.1. Metodyka wydzielania kolagenu

Nietrwałość kolagenu, wrażliwego na działanie podwyższonych temperatur oraz stężonych roztworów kwasów i zasad, jest głównym źródłem trudności przy wydzielaniu kolagenu z kości kopalnych. W przypadku stosowania preparatyki nie niszczącej kolagenu istnieje ryzyko niecałkowitej eliminacji zanieczyszczeń i odwrotnie, spełnienie wymagania pełnego usunięcia zanieczyszczeń powoduje częściowe straty kolagenu.

W literaturze opisano kilka metod ekstrakcji kolagenu, z których szersze zastosowanie znalazły metody: EDTA, (Olsson et al, 1974, 1978), HCl (Olsson et al, 1974, 1978), Haynesa, (Haynes, 1967), Longina (Longin, 1970) i Kruegera (Berger et al, 1964).

Tabela 1

Skład chemiczny współczesnych kości i skład pierwiastkowy kolagenu

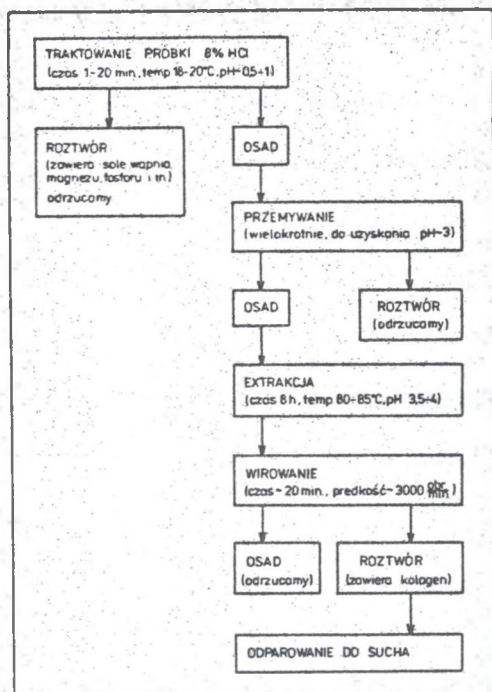
<u>Materia mineralna</u>	ok. 80%
Fosforan wapnia	60%
Węglan wapnia	7%
Fosforan magnezu	1%
Sole alkaliczne	1%
Woda	8%
Inne	3%
<u>Materia organiczna</u>	ok. 20%
Kolagen	18%
Złożone proteiny	1%
Inne	1%
<u>Kolagen</u>	
Węgiel	50%
Tlen	25%
Azot	17,5%
Wodór	6,5%
Siarka	0,5%
Inne	0,5%

W Laboratorium ^{14}C w Gliwicach przebadano cztery pierwsze z wymienionych metod, stwierdzając, że najdogodniejszą pod względem wydajności, prostoty, dostępności odczynników i czasu trwania preparatyki jest metoda Longina.

Wstępny etap preparatyki polega na dokładnym wielokrotnym myciu kości i rozdrabnianiu ich do granulacji 0,2 mm. Schemat procesu ekstrakcji kolagenu opisany przez Longina przedstawia rysunek 1. Jak stwierdza autor metody, szczególnie znaczenie mają tu: granulacja próbki, temperatura, odczyn pH i czas traktowania. Otrzymany wysuszony kolagen następnie spala się, a powstały CO_2 oczyszcza w standardowy sposób stosowany przy pomiarach wszystkich innych typów próbek.

2.2. Przykład datowań kości

W związku z podjęciem systematycznych badań zmierzających do opracowania odpowiedniej metody datowania kości wykonano między innymi serię 8 pomiarów wieku próbek z wczesnośredniowiecznego cmentarzyska w Czernsku [n. Wisłą. Datowano próbki kości z trzech grobów oraz dwie próbki drewna. Dla każdej próbki kości ekstrakcje kolagenu przeprowadzono dwiema metodami. Wyniki pomiarów w postaci konwencjonalnych dat radiowęglowych zestawiono w tabeli 2. Wartości wieku, z uwzględnieniem nieoznaczoności współczynnika frakcjonowania izotopowego oraz poprawek na zmiany koncentracji ^{14}C w przeszłości przedstawia rysunek 2.



Rys. 1. Schemat metody Longina (1971) wydziałania kolagenu z kości kopalnych

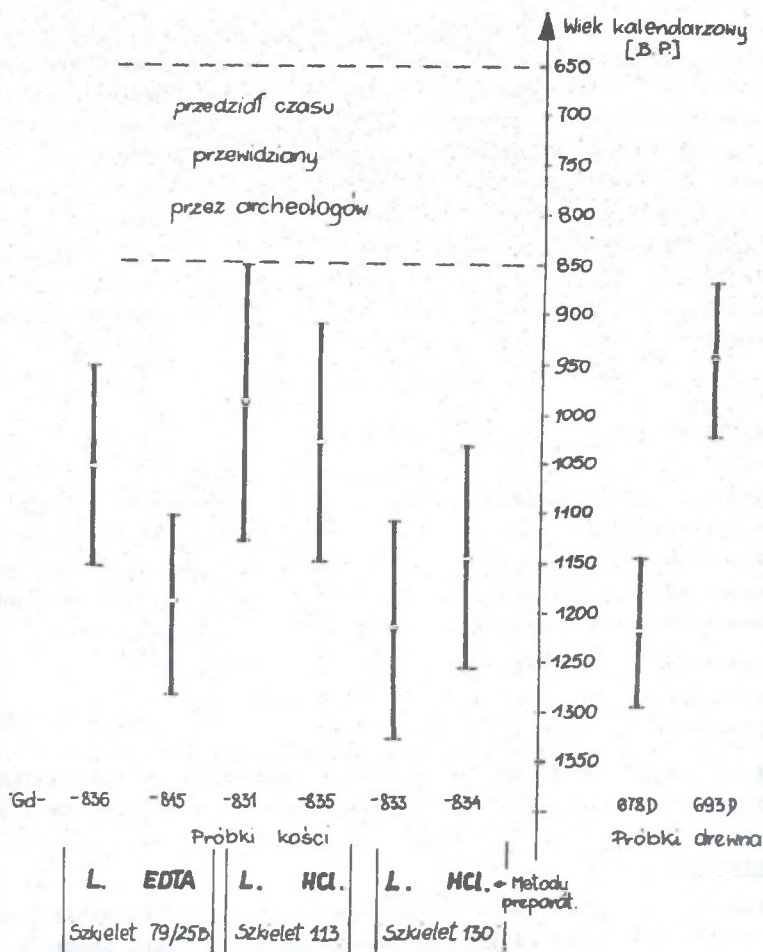
Tabela 2

Wyniki datowań próbek kości z wczesnośredniowiecznego cmentarzyska w Czersku

<u>Próbka</u>	<u>Numer laboratoryjny</u>	<u>Wiek konwencjonalny BP</u>
Szkielet 79/25B	Gd-836	1095 ± 70
Szkielet 79/25B	Gd-845	1215 ± 50
Szkielet 113	Gd-831	1040 ± 110
Szkielet 113	Gd-835	1080 ± 90
Szkielet 130	Gd-833	1240 ± 80
Szkielet 130	Gd-834	1160 ± 85

2.3. Wnioski

Preparatyka kości metodą Longina, mimo że najprostsza i najmniej pracochłonna, wymaga znacznego czasu i nakładu pracy. Czas trwania samego procesu ekstrakcji kolagenu z pudru kostnego wynosi 1-2 dni, do tego należy jeszcze doliczyć wstępne czyszczenie i mycie kości oraz rozdrabnianie. Otrzymane odpowiedniej ilości pudru kostnego stwarza duże trudności.



Rys. 2. Wyniki datowań kości ludzkich z wczesnośredniowiecznego cmentarzy-
ska w Czersku n. Wisłą

Kości kopalne są materiałem bardzo twardym, mającym jednak pewną elastyczność, co powoduje, że nie udało się dobrać młyna mechanicznego odpowiedniego do wstępnego ich rozdrabniania. Zbyt duże kawałki po prostu wyskakują z młyna, a nie kruszą się. Dlatego rozdrabnianie na kawałki 5-10 mm wykonuje się ręcznie, a granulację 0,2 mm uzyskuje się już w młynie wsypując próbkę małymi porcjami. Aby uzyskać odpowiednią do datowania ilość pudru kostnego, potrzeba 2 dni pracy. W rezultacie czas potrzebny na przygotowanie jednej próbki kości wynosi 3-4 dni. Dla porównania czas trwania preparatyki typowych próbek drewna wynosi 5-6 godzin, a ponadto jednocześnie może być preparowanych do 10 próbek. Do wykonania oznaczenia wieku w warunkach standardowych za pomocą małego licznika proporcjonalne-

go L3 potrzeba w przypadku kości o wieku rzędu 1000 lat ok. 200 g pudru kostnego. Ze względu na skomplikowany proces obróbki i związane z tym większe niż dla innych typów próbek prawdopodobieństwo zniszczenia próbki wskutek błędu lub awarii masa kości przeznaczonych do datowania winna przekraczać 400 g. W przypadku pomiarów za pomocą licznika L1, dającego lepszą dokładność wieku konwencjonalnego, wymagana ilość kości zwiększa się trzykrotnie. Proporcjonalnie wydłuża się też czas preparatyki.

Trzeba także podkreślić, że zawartość kolagenu w kościach zależy od ich wieku. Im kość jest starsza, tym większa z reguły jest wymagana waga próbki. Może się jednak czasami zdarzyć, że nawet ilość kolagenu uzyskanego z młodej kości okaże się bardzo mała.

3. DATOWANIE MUSZLI

Datowanie muszli, podobnie jak kości, stwarza szereg trudności metodycznych i interpretacyjnych, wynikających głównie z ich budowy (Berger et al, 1964). Zawartość substancji organicznej w muszlach jest tak mała, że do datowania używa się węgla wapnia, stanowiącego ok. 95% masy muszli.

Podstawowymi trudnościami w datowaniu muszli są:

- duża podatność na zanieczyszczenie,
- zniżenie początkowej koncentracji ^{14}C w muszlach,
- frakcjonowanie izotopowe.

Obszerną dyskusję problematyki związanej z radiowęglowym datowaniem muszli zawierają prace Mangeruda (1972) oraz Mangeruda i Gulliksen (1975).

3.1. Zanieczyszczenie

Eliminacja zanieczyszczenia muszli węglem obcego pochodzenia jest praktycznie niemożliwa, gdyż głównym niebezpieczeństwem jest obecność obcego węgla pod postacią tego samego związku, występującego w tej samej postaci krystalicznej. Jako kryteria pozwalające stwierdzić, że zanieczyszczenie raczej nie miało miejsca, stosowane są:

- dla muszli krystalizujących w strukturze aragonitu nieobecność na dyfraktogramie linii charakterystycznych dla kalcytu pozwalająca wykluczyć rekrytalizację,
- dobry stan powierzchni muszli,
- zgodność dat radiowęglowych uzyskanych dla zewnętrznej i wewnętrznej części muszli.

3.2. Wiek pozorny

Zniżenie koncentracji izotopu ^{14}C w muszli żyjącego mięczaka w porównaniu ze średnią koncentracją ^{14}C w żyjącej biosferze występuje dla wszystkich gatunków morskich i słodkowodnych. Konsekwencją tego jest występo-

wanie tzw. wieku pozornego, mającego charakter błędu systematycznego i powodującego postarzenie wieku muszli o kilkadziesiąt do kilku tysięcy lat. Wiek pozorny może być uwzględniony w postaci poprawki do zmierzonego konwencjonalnego wieku radiowęglowego w zasadzie tylko dla muszli mięczaków morskich. Przykładowe wartości wieku pozornego muszli morskich z rejonu północnego Atlantyku i Morza Arktycznego przedstawia tabela 3. W przypadku rzek czy jezior wartości wieku pozornego są inne dla każdego zbiornika, co uniemożliwia praktycznie dokładne datowanie muszli słodkowodnych.

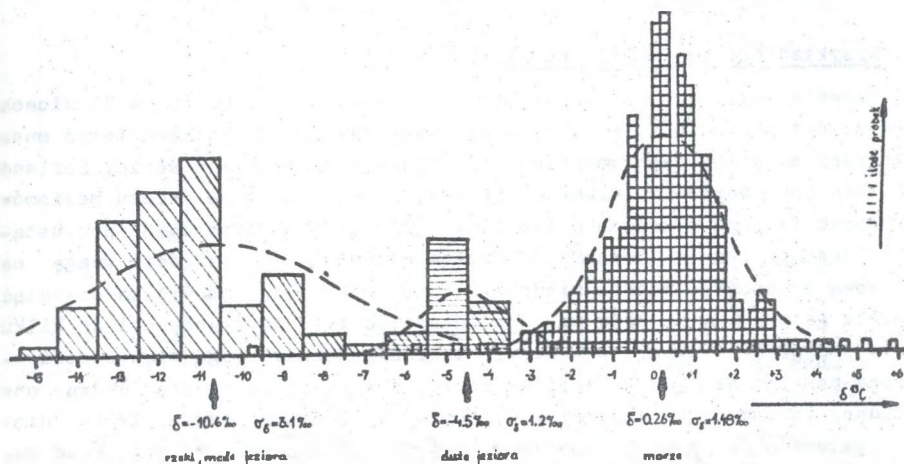
Tabela 3

Średnie wartości wieku pozornego muszli morskich w kilku rejonach pn. Atlantyku i M. Arktycznego

Rejon	Wiek pozorny
Dania, Szwecja	370 lat
pd. Norwegia	430 lat
pn. Norwegia	470 lat
Spitsbergen	510 lat
wsch. Grenlandia	560 lat
arktyczna Kanada	750 lat

3.3. Frakcjonowanie izotopowe

Skład izotopowy węgla w muszlach zależy od składu węgla w środowisku, w którym żył dany osobnik. Rysunek 3 przedstawia histogram obejmujący war-



Rys. 3. Histogram wartości współczynnika frakcjonowania izotopowego $\delta^{13}\text{C}$ muszli mięczaków morskich i lądowych

tości $\delta^{13}\text{C}$ zestawione na podstawie danych literaturowych. Ilustruje on fakt istnienia wyraźnych grup wartości $\delta^{13}\text{C}$ dla muszli mięczaków morskich, rzecznych i jeziornych. Liczba próbek muszli morskich, na podstawie których zbudowano histogram, wynosząca 382, oraz nieznaczny rozrzut wartości $\delta^{13}\text{C}$ pozwalają na korygowanie wieku radiowęglowego muszli, dla których $\delta^{13}\text{C}$ nie została zmierzona poprzez założenie, że wartość rzeczywista równa jest wartości średniej z przedstawionego zbioru danych:

$$\delta^{13}\text{C} = (+0,3 \pm 1,5)\text{‰}$$

co odpowiada poprawce do zmierzonego wieku wynoszącej 420 ± 25 lat. Uproszczenia takiego nie można przyjąć przy datowaniu innych rodzajów muszli - uwzględnianie frakcjonowania izotopowego wymaga wykonania pomiaru $\delta^{13}\text{C}$ dla każdej próbki.

3.4. Metodyka datowania muszli

Wstępna preparatyka muszli polega na usunięciu widocznych zanieczyszczeń oraz segregacji muszli według gatunków i stanu zachowania. Muszle ślimaków przed oczyszczaniem kruszy się. Do dalszej obróbki wybiera się dobrze zachowane całe muszle bądź ich duże fragmenty. Wyzwalanie CO_2 przeprowadza się przez traktowanie 8% HCl , przy czym uprzednio usuwa się ok. 20% masy muszli z wierzchniej warstwy traktując muszle HCl przed przyłączeniem próbki do aparatury próżniowej. Jeżeli masa próbki na to pozwala, rozkład muszli dzieli się na dwa etapy, a w rezultacie uzyskuje dwie porcje CO_2 z części "zewnątrznej" i "wewnętrznej" i wykonuje się również dwa oznaczenia wieku.

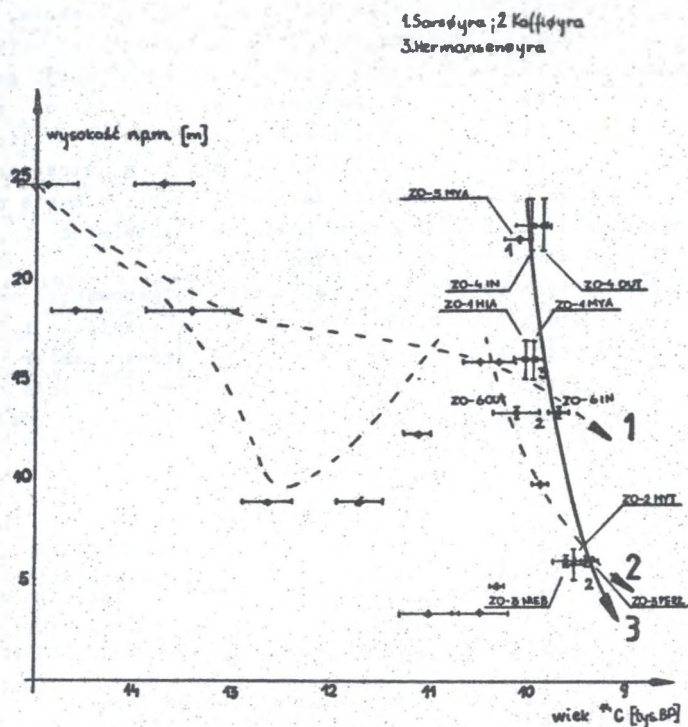
3.5. Przykład datowań muszli morskich

W okresie ostatnich kilku lat wykonano w Laboratorium ^{14}C w Gliwicach ponad 20 datowań muszli, z których na uwagę zasługują wyniki datowań muszli zebranych na terenach morskich Ziemi Oscara w rejonie cieśniny Forland-sundet na Spitsbergenie. Miały one pozwolić na określenie wieku poziomów terasowych i tempa wynoszenia izostatycznego skorupy ziemskiej po ustąpieniu lodowca fazy Billefjorden. Trzeba w tym miejscu zwrócić uwagę na dodatkową trudność, mającą miejsce w tego typu badaniach. Wynika ona stąd że wiele gatunków mięczaków np. Mya, Hiatella żyje na głębokości do kilku metrów pod powierzchnią wody. Muszle takich gatunków mogą więc zostać osadzone poniżej aktualnego poziomu morza, a w rezultacie nie dadzą one dokładnej informacji o wielkości wyniesienia izostatycznego. Tylko niektóre gatunki, np. Mytilus żyją w wąskiej strefie pływów i mogą dać dokładne wyniki w badaniu wynurzenia łądu. Wyniki datowań przedstawiono w tabeli 4 oraz na wykresie (rys. 4), na którym na osi poziomej zaznaczono wiek muszli z poprawką na frakcjonowanie izotopowe i wiek pozorny $T_{\text{poz}} = 510 \pm 20$ lat, a na osi pionowej wysokość n.p.m., z jakiej pobrano musz-

Tabela 4

Wyniki datowań próbek muszli z rejonu cieśniny Forlandsundet na Spitsbergenie

Próbka	Numer laboratoryjny	Wiek BP konwencjonalny	Wiek BP skorygowany
ZO-1 MYA	Gd-788	10070 \pm 110	9980 \pm 120
ZO-1 HIA	Gd-1254	10150 \pm 100	10060 \pm 110
ZO-2 MYT	Gd-1258	9630 \pm 100	9540 \pm 110
ZO-3 NIEB	Gd-1255	9720 \pm 120	9630 \pm 130
ZO-3 PERE	Gd-1257	9500 \pm 100	9410 \pm 110
ZO-4 OUT	Gd-1244	9990 \pm 80	9900 \pm 90
ZO-4 IN	Gd-1234	10090 \pm 140	10000 \pm 150
ZO-5 MYA	Gd-789	10220 \pm 150	10130 \pm 160
ZO-6 OUT	Gd-787	10260 \pm 220	10170 \pm 230
ZO-6 IN	Gd-1253	9810 \pm 100	9720 \pm 110



Rys. 4. Wyniki datowań muszli morskich z rejonu cieśniny Forlandsundet na Spitsbergenie

le. Dla wszystkich próbek wykonano analizy rentgenowskie; wyniki ich świadczą, że muszle uległy rekrytalizacji w co najwyżej niewielkim stopniu. Widoczna jest zgodność dat uzyskanych dla różnych gatunków pochodzących z tej samej próbki oraz dla części zewnętrznej i wewnętrznej muszli. W przypadku próbki ZO-6 można podejrzewać niewielkie zanieczyszczenie wierzchniej warstwy materiałem starszym, również ze względu na zły stan zachowania powierzchni muszli stwierdzony w czasie preparatyki wstępnej.

Linia przeprowadzona przez punkty doświadczalne przedstawia hipotezę zmian poziomu morza w tym rejonie Spitsbergenu.

Próbki ZO-1 i ZO-5 nieco odbiegają od tej linii, co wiąże się z faktem że jak wykazuje analiza profili, z których pobrano próbki, muszle zostały osadzone na większej głębokości pod powierzchnią wody. Muszle te należą do gatunków Mya i Hiatella.

3.6. Wnioski

W wyniku przeprowadzonych badań nad metodyką datowania muszli oraz analizy dostępnej literatury należy przyjąć, że dokładne datowanie wieku bezwzględnego osadów możliwe jest jedynie na podstawie muszli mięczaków morskich. Do datowania powinny być użyte muszle jednego gatunku o dobrze zachowanej powierzchni. Jeżeli tylko masa próbki na to pozwala, powinna być stosowana procedura polegająca na usunięciu wierzchniej warstwy muszli oraz datowaniu części pozostałej na podstawie dwóch porcji gazu z części "zewnętrznej" i "wewnętrznej". Ponieważ, jak stwierdzono, do wykonania jednego pomiaru aktywności w warunkach standardowych w liczniku L3 należy rozłożyć 10 g muszli, a w liczniku L-1 ok. 30 g, stosowanie powyższej procedury wymaga dostarczenia do datowania próbki o masie ok. 30 g (pomiar licznikiem L3) lub 100 g przy pomiarze licznikiem L1, dającym większą dokładność wieku konwencjonalnego.

Z analiz dodatkowych istotne jest wykonanie rentgenowskiej analizy dyfrakcyjnej w celu stwierdzenia lub wykluczenia rekrytalizacji. Wykonanie pomiarów współczynnika $\delta^{13}\text{C}$ nie jest konieczne, jednak pomiar wartości $\delta^{13}\text{C}$ prowadzi do uściślenia wieku, a wraz z pomiarem $\delta^{18}\text{C}$ może również dać dodatkowe informacje mające znaczenie dla interpretacji wyników.

LITERATURA

- [1] Berger R., Horney P.G., Libby W.F., 1964, Radiocarbon dating of bone and shell from their organic components; Science, 144, 999-1001.
- [2] Haynes C.V., 1967, Bone organic matter and radiocarbon dating; [w:] Radioactive Dating and Methods of Low-level Counting; IAEA, Vienna, 163-168.
- [3] Longin R., 1970, Extraction du collagene des os fossiles pour leur datation par la methode du Carbone 14; Ph.D Thesis, Lyon.
- [4] Mangerud J., 1972, Radiocarbon dating of marine shells including a discussion of apparent age of Recent shells from Norway; Boreas, 1, 143-172.

- [5] Mangerud J., Gulliksen S., 1975, Apparent radiocarbon ages of recent marine shells from Norway, Spitsbergen, and Arctic Canada; Quaternary Res., 5, 263-273.
- [6] Olsson I.U., El-Daoushy M.F.A.F., Abd-el-Mageed A.J., Klasson M., 1974, A comparison of different methods for pretreatment of bones; Geol. Fören. Stockh. Förh., 96, 171-181.
- [7] Olsson I.U., El Daoushy M.F.A.F., Oro F.H., 1978, The EDTA and HCl methods of pre-treating bones; Geol. Fören. Stockh. Förh., 100, 213-219.

РАДИОУГЛЕРОДНОЕ ДАТИРОВАНИЕ КОСТЕЙ И РАКОВИН -
ПРОБЛЕМЫ МЕТОДИКИ И ИНТЕРПРЕТАЦИИ

Р е з ю м е

Радиоуглеродное датирование ископаемых костей и раковин моллюсков представляет значительные затруднения - в некоторой степени похожи на себя - касающиеся в равной мере методических вопросов и интерпретации получаемых значений возраста. Единой фракцией костей удобной для определения возраста по радиоуглероду является коллаген, экстрагированный в глицеринной лаборатории по методу Лонжена (1970). Этот метод, хотя простой, является значительно трудоёмким в сравнении с методами предварительной химической обработки образцов древесины или древесного угля. Минимальный вес образца костей необходимых для датировки определено на 100 г. Представлено результаты датирования человеческих костей из средневекового кладбища в Черске и сравнено их с результатами датирования образцов древесины и предполагаемым определением возраста по археологическим данным.

Радиоуглеродное датирование раковин проводят по их неорганической фракции - CaCO_3 . Авторы считают раковины пресноводных моллюсков непригодными для радиоуглеродного датирования из-за неопределенного значения их кажущегося возраста. Рекомендуется проводить определение возраста по "внешней" и "внутренней" части раковин, после удаления поверхностного слоя. Минимальный вес образца хорошо сохранившихся раковин необходимых для датировки определено на 30 г. Приведены результаты определения возраста серии морских раковин из Спитсбергена.

RADIOCARBON DATING OF BONES AND SHELLS - SOME PROBLEMS OF DATING
METHODOLOGY AND INTERPRETATION OF DATES

S u m m a r y

Radiocarbon dating of bone and shell samples presents serious difficulties in both the pretreatment methodology and the interpretation of dates, which are to some extent similar for both kinds of samples. The only fraction of bone, suitable for radiocarbon dating is collagen, extracted in Gliwice Radiocarbon Laboratory following the method described by Longin (1970). This method, though simpler than other methods of collagen ex-

traction, is significantly much more laborious and time-consuming than the methods of pretreatment of wood or charcoal samples. Minimum mass of bone sample necessary for dating is estimated to 100 g. The results of a series of datings of human bones from the Early Middle Age cemetery at Czersk are presented and compared with both radiocarbon dates of wood and expected archaeological age.

Dating of shell samples is based on their inorganic component - CaCO_3 . The authors assume shells of fresh-water molluscs as not suitable for dating due to undetermined value of their apparent age and recommend dating of both inner and "outer" parts of the shell sample after preliminary removal of the surface layer. The minimum mass of well preserved shell sample needed for dating is estimated to 30 g. The results obtained for a series of marine shells from Spitsbergen are discussed.