



Cramp, L. J. E., Król, D., Rutter, M., Heyd, V. M., & Pospieszny, L. (2019). Analiza pozostałości organicznych z ceramiki kultury rzucewskiej z Rzucewa. *Pomorania Antiqua*, XXVIII, 245-259.

License (if available):
Unspecified

[Link to publication record in Explore Bristol Research](#)
PDF-document

University of Bristol - Explore Bristol Research

General rights

This document is made available in accordance with publisher policies. Please cite only the published version using the reference above. Full terms of use are available: <http://www.bristol.ac.uk/red/research-policy/pure/user-guides/ebr-terms/>

MUZEUM ARCHEOLOGICZNE W GDAŃSKU

POMORANIA ANTIQUA

T. XXVIII

Gdańsk 2019

Redaktor
prof. nadzw. dr hab. Tadeusz Grabarczyk

Komitet Redakcyjny
Ewa Trawicka, prof. dr Romuald Schild, prof. dr Błażej Śliwiński,
prof. dr hab. Witold Świątosławski, prof. dr hab. Maciej Kaczmarek

Sekretarz Redakcji
Beata Ceynowa

Skład komputerowy
Joanna Ossowska

Korekta
Elżbieta Pękała

Projekt graficzny okładki
Elżbieta Erzepki, Bogdan J. Kowalewski
wg projektu Wojciecha Jakubowskiego

Adres Redakcji
Muzeum Archeologiczne w Gdańsku
ul. Mariacka 25/26, 80-833 Gdańsk
www.archeologia.pl, e-mail: sekretariat@archeologia.pl
tel. 58 322 21 00, fax 58 322 21 11



INSTYTUCJA KULTURY
SAMORZĄDU
WOJEWÓDZTWA
POMORSKIEGO

© Copyright Muzeum Archeologiczne w Gdańsku
2019 Gdańsk, Poland
Nakład 200 egz.

PL ISSN 0556-0691

SPIS TREŚCI

R O Z P R A W Y

- MARIAN KWAPIŃSKI
Pomorskie urny kanopskie. Esej estetyczny 7
- IZABELLA DOLATA-DASZKIEWICZ, LIDIA KAMYSZEK,
PAWEŁ WIKTOROWICZ, LESZEK ŻYGADŁO
Osadnictwo z okresu wczesnego średniowiecza w Sianowie,
stan. 1, pow. koszaliński 23
- LESZEK GARDEŁA, KAMIL KAJKOWSKI, ZDZISŁAWA RATAJCZYK
Ostogi zoomorficzne z Ciepłego. Zachodniosłowiański model kosmosu? 65
- WITOLD ŚWIĘTOSŁAWSKI
Miecze średniowieczne z Pomorza Wschodniego 153

M A T E R I A Ł Y

- KRZYSZTOF KURZYK, ALEKSANDER KWAPIŃSKI, AGNIESZKA RUTA
Osada kultury późnej ceramiki wstęgowej ze stanowiska 22 w Rakowcu,
gm. Kwidzyn, woj. pomorskie 183
- PAWEŁ SZCZEPANIK
Nowe znalezisko miniaturowego konika z okolic Tymawy, gm. Gniew 197
- JANUSZ GĘSTWICKI
Wraki Zatoki Gdańskiej. Historia odkrycia wraku statku tzw. „Johan”
(„Szkłany”), UM-644-2012, EPSA – F53.30 213
- SEBASTIAN NOWAK
Z fajką w zaświaty? – Fajki z krypty południowej kościoła
pw. Narodzenia NMP w Piasecznie (woj. pomorskie) 233

A N A L I Z Y S P E C J A L I S T Y C Z N E

- LUCY J.E. CRAMP, DANUTA KRÓL, MATILDA RUTTER, VOLKER HEYD,
ŁUKASZ POSPIESZNY
Analiza pozostałości organicznych w ceramice kultury rzucewskiej
z Rzucewa 245

Z Ż A Ł O B N E J K A R T Y

- Zdzisława Ratajczyk (1954-2018) 261

CONTENTS

D I S S E R T A T I O N S

MARIAN KWAPIŃSKI Pomeranian Canopic Jars. Eassay in Aesthetics	7
IZABELLA DOLATA-DASZKIEWICZ, LIDIA KAMYSZEK, PAWEŁ WIKTOROWICZ, LESZEK ŻYGADŁO The Settlement from the Early Middle Ages in Sianów, Site 1, Koszalin District	23
LESZEK GARDEŁA, KAMIL KAJKOWSKI, ZDZISŁAWA RATAJCZYK The Zoomorphic Spurs from Cieple. A West Slavic Cosmos Model?	65
WITOLD ŚWIĘTOSŁAWSKI Medieval swords from Eastern Pomerania	153

M A T E R I A L S

KRZYSZTOF KURZYK, ALEKSANDER KWAPIŃSKI, AGNIESZKA RUTA The Late Band Pottery culture settlement from site 22 in Rakowiec, Kwidzyn commune, Pomeranian voivodship	183
PAWEŁ SZCZEPANIK New find of a horse figurine from the area of Tymawa, Gniew commune ...	197
JANUSZ GĘSTWICKI Shipwrecks on the Gulf of Gdańsk. The history of the discovery of shipwreck called “Johan” (“Glass”), UM-644-2012, EPSA-F53.30	213
SEBASTIAN NOWAK With a pipe into the afterlife? – Pipes from the southern crypt of the church of Nativity of Blessed Virgin Mary in Piaseczno (Pomeranian Voivodeship)	233

S P E C I A L I S T A N A L Y Z E S

LUCY J.E. CRAMP, DANUTA KRÓL, MATILDA RUTTER, VOLKER HEYD, ŁUKASZ POSPIESZNY Organic residue analysis of Rzucewo culture pottery from Rzucewo	245
---	-----

O B I T U A R I E S

Zdzisława Ratajczyk (1954-2018)	261
---------------------------------------	-----

LUCY J.E. CRAMP, DANUTA KRÓL, MATILDA RUTTER,
VOLKER HEYD, ŁUKASZ POSPIESZNY

ANALIZA POZOSTAŁOŚCI ORGANICZNYCH W CERAMICE KULTURY RZUCEWSKIEJ Z RZUCEWA

Słowa kluczowe: Zatoka Pucka, neolit, użytkowanie ceramiki, lipidy

1. WPROWADZENIE

W trakcie używania naczynia ceramicznego o nieglazurowanej powierzchni, biomolekuły pochodzące z zawartości naczynia – takie jak lipidy, białka i DNA – gromadzą się w znajdujących się w jego ściankach porach. Lipidy są szczególnie słabo rozpuszczalne w wodzie i dobrze chronione w porach ceramicznych przed rozpadem i rozkładem przez drobnoustroje, dzięki czemu mogą przetrwać wiele tysięcy lat. Te biomarkery mogą być ekstrahowane z próbek ścianek naczyń za pomocą chromatografii gazowej/spektrometrii mas (GC/MS), a biomolekularny „odcisk palca” poszczególnych substancji pozwala na ustalenie źródeł ich pochodzenia. Spektra i schematy fragmentacji biomarkerów można wykorzystać do identyfikacji obecności w naczyniach takich produktów, jak tusze zwierzęce i produkty uboczne, oleje roślinne i woski, woski owadzie (np. pszczeli), żywice i smoły (ostatnie podsumowanie stanu badań – patrz Roffet-Salque i 7 in. 2017). Podczas gdy procesy degradacji substancji organicznej mogą prowadzić do rozpadu biomarkerów diagnostycznych dla różnych klas tłuszczów zwierzęcych, sygnatury stabilnych izotopów węgla ($\delta^{13}\text{C}$) zachowanych kwasów tłuszczowych mogą być stosowane do odróżnienia produktów pochodzących od przeżuwaczy i zwierząt innych niż przeżuwacze, produktów mlecznych i tusz oraz pożywienia pochodzenia słodkowodnego i morskiego (Dudd, Evershed 1998; Copley i in. 2003; Cramp, Evershed 2014). Bezpośrednia rekonstrukcja zawartości naczyń przyczyniła się do znalezienia odpowiedzi na szereg pytań stawianych przez archeologię – od identyfikacji wyspecjalizowanych funkcji różnych form naczyń (np. Cramp i 2 in. 2011), aż po rozpoznanie przestrzen-

nych i diachronicznych różnic w zwyczajach żywieniowych społeczeństw pradziejowych (np. Cramp i 7 in. 2014b). W większej skali podejście to pozwoliło na prześledzenie wprowadzenia i rozprzestrzenienia dóbr w skali ponadregionalnej, takich jak upowszechnienie się mleczarstwa w Europie czy śledzenie występowania produktów pszczelich związanych z rolnictwem neolitycznym (np. Evershed i 21 in. 2008a, Roffet-Salque i 64 in. 2015).

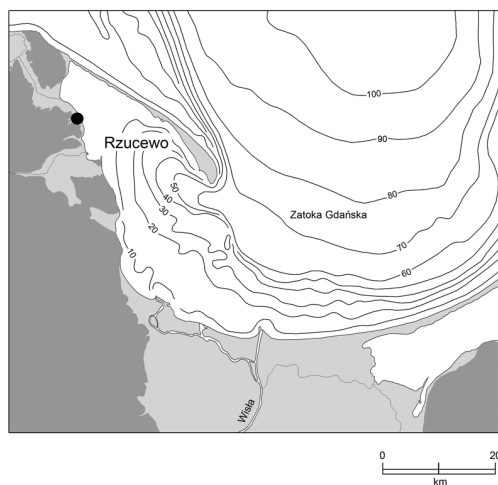
Wstępne badania lipidów z fragmentów ceramiki z eponimicznego stanowiska w Rzucewie wykazały, że mogą one dostarczyć ważnych informacji dotyczących głównych produktów przetwarzanych w naczyniach z tej osady, a w szczególności ich zastosowania przy przetwarzaniu produktów zwierzęcych pochodzenia wodnego w porównaniu z produktami mlecznymi i pochodzącymi od zwierząt lądowych. Pozwoliło to na porównanie pozyskanych danych z wynikami analiz wykonanych dla ceramiki kultury rzucewskiej z Litwy (Heron i in. 2015) oraz związanych z nią późnoneolitycznych kultur ceramiki sznurowej i amfor kulistych w strefie bałtyckiej (Cramp i 9 in. 2014a; Heron i in. 2015; Roffet-Salque i 2 in. 2017; Robson i in. 2019).

2. MATERIAŁY

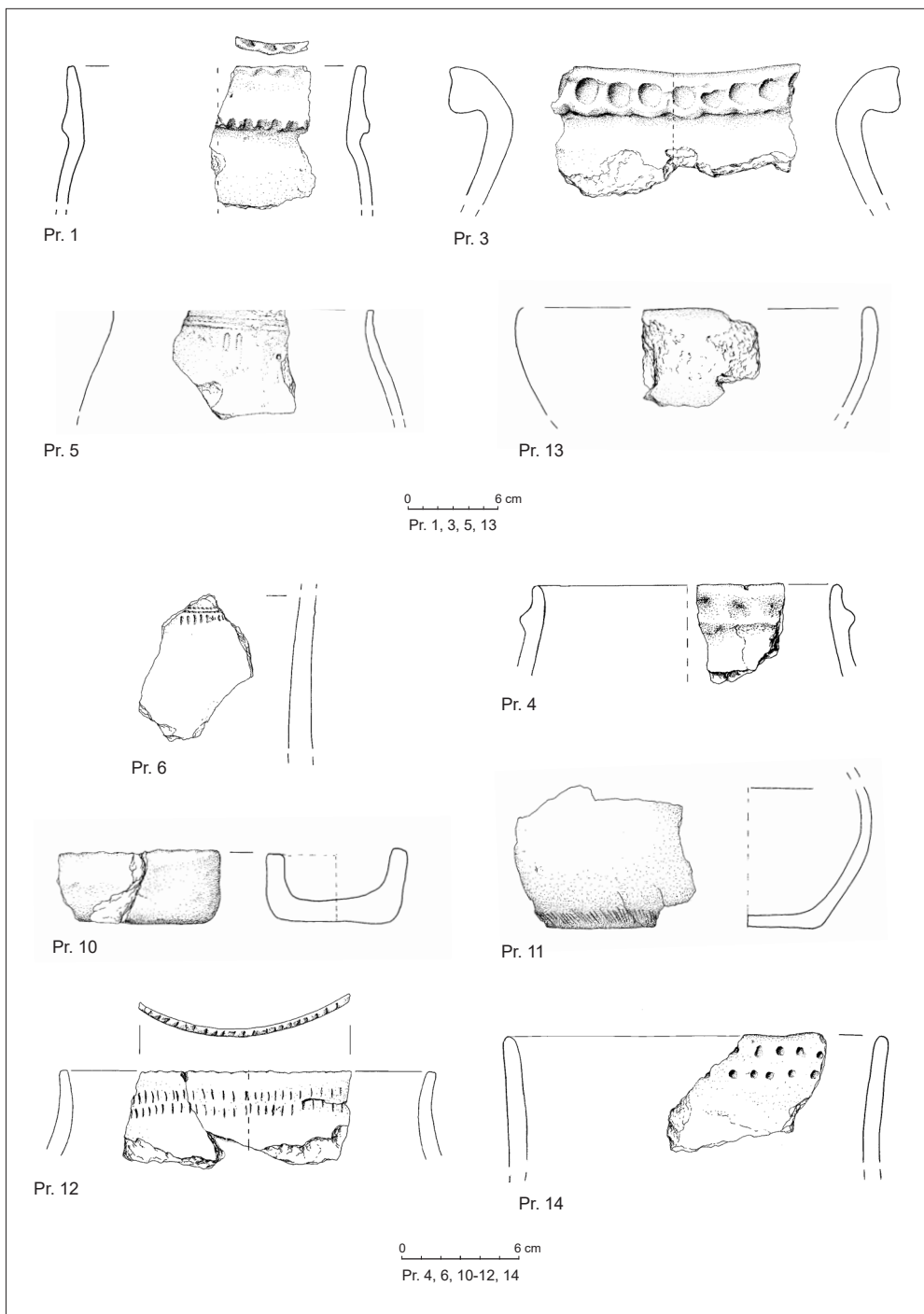
Stanowisko 1 w Rzucewie położone jest bezpośrednio nad Zatoką Pucką, zajmując obszar tzw. Cypla Rzucewskiego. Badania wykopaliskowe przeprowadzono w latach 1927–1929 i 1984–2011 (Król 2018). Późnoneolityczna osada kultury rzucewskiej założona została na naturalnym zboczu wysoczyzny morenowej. Około 5000 lat temu brzeg morski znajdował się kilkaset metrów na wschód od osady, bezpośrednio przy-

legały do niej tereny podmokłe i torfowe (Gałka i in. 2018). W czasie prac wykopaliskowych odkryto m.in.: ślady chat słupowych, paleniska, miejsca oprawiania ryb. Materiały ceramiczne wystąpiły w obiektach, w warstwie kulturowej i na poziomie calca.

W sumie przeanalizowano 15 fragmentów ceramiki (ryc. 2) pochodzących z badań przeprowadzonych w 2004 roku, znalezionych w wypełniku jednej z chat słupowych ($n = 8$), na różnych poziomach warstwy kulturowej ($n = 6$) oraz na poziomie calca ($n = 1$). Zbiór ten reprezentował naczynia zasobowe ($n = 5$), wazy ($n = 6$), misy ($n = 3$) i naczynia rynienkowate ($n = 1$) (tabela 1).



Ryc. 1. Lokalizacja stanowiska 1 w Rzucewie
Fig. 1. Location of site 1 in Rzucewo



Ryc. 2. Badane fragmenty ceramiki kultury rzucewskiej z Rzucewa stan. 1
 Fig. 2. Analysed fragments of Rzucewo culture pottery from Rzucewo site 1

Tabela 1. Podsumowanie wyników analiz biomarkerów i izotopów stabilnych ze zbadanych naczyń ceramicznych z Rzucewa. Skrót: FFAs – wolne kwasy tłuszczowe, OH – n-alkanole, A – n-alkany, APAAs – kwasy ω-(o-alkilofenyl) alkanowe, DHFAs – dihydroksylowe kwasy tłuszczowe, IFAs – izoprenoidowe kwasy tłuszczowe, TMTD – kwas 4,8,12-trimetylotridekanowy, pris. – kwas pristanowy, phy. – kwas fitanowy, chol. – cholesterol.

Table 1. Summary of biomarker and stable isotope findings from the pottery vessels investigated from Rzucewo. Abbreviations: FFAs – free fatty acids, OH – n-alkanols, A – n-alkanes, APAAs – ω-(o-alkylphenyl) alkanolic acids, DHFAs – dihydroxy fatty acids, IFAs – isoprenoid fatty acids, TMTD – 4,8,12-trimethyltridecanoic acid, pris – pristanic acid, phy – phytanic acid, chol – cholesterol.

Nr próby	Typ nacznia	Kontekst	Koncentracja lipidów (μg g ⁻¹)	Skład lipidów	δ ¹³ C _{16:0} ‰	δ ¹³ C _{18:0} ‰	Δ ¹³ C ‰	Charakterystyka
RZ-1 002366	naczynie zasobowe	chata	1061	FFAs: C14:0–C20:0 APAAs: C18, tr. C20 DHFAs: C18–C22 IFAs: pris., phy.	-28.4	-28.7	-0.3	Przewaga produktów morskich
RZ-2	naczynie zasobowe	chata						
RZ-3 002364	naczynie zasobowe	warstwa kulturowa	847	FFAs: C14:0–C20:0 APAAs: C18–C22 DHFAs: C18–C22 IFAs: TMTD, pris., phy.	-25.2	-26.9	-1.7	Przewaga produktów morskich
RZ-4 002365	waza	warstwa kulturowa	4330	FFAs: C14:0–C20:0 APAAs: C18–C22 DHFAs: C18–C22	-27.8	-28.3	-0.5	Przewaga produktów morskich
RZ-5 002358	waza	warstwa kulturowa	228	FFAs: C14–C18 APAAs: - DHFAs: C18–C22 IFA: ? phy. chol.				Możliwy udział pożywienia morskiego
RZ-6 002361	waza	warstwa kulturowa	669	FFAs: C14–C28 OH: C24–C28 A–C29 APAAs: C18–C22 DHFAs: C18–C22 IFAs: pris., phy. chol., cholesterol	-26.9	-27.1	-0.2	Przewaga produktów morskich
RZ-7	czarka półkolista	calec						
RZ-8B 002355	waza	warstwa kulturowa	518	FFAs: C16–C20 APAAs: - DHFAs: C18–C22 IFAs–pris., phy. (tr)				Możliwy udział tłuszczu pochodzenia morskiego
RZ-9 002362	naczynie zasobowe	chata	2102	FFAs: C14–C20 APAAs: C18 DHFAs: C18–C22 IFAs: TMTD, pris., phy.	-30	-30.5	-0.5	Przewaga produktów morskich
RZ-10 002363	naczynie rynienkowane	chata	4804	FFAs: C14–C20 APAAs: C18–C20 DHFAs: C18–C20 IFAs: pris., phy.	-28.1	-28.5	-0.4	Przewaga produktów morskich
RZ-11 002360	czarka	chata	81	FFAs: C14–C20 APAAs: C18–C20 DHFAs: C18–C22 IFAs: phy.	-27.7	-28.3	-0.6	Przewaga produktów morskich
RZ-12A 002353 002356	waza	chata	913	FFAs: C16–C20 APAAs: - DHFAs: C18 IFAs: -				Tłuszcz zwierzęcy
RZ-12B 002359	naczynie zasobowe	chata	503	FFAs: C14–C20 APAAs: C18–C20 DHFAs: C18 IFAs: Phy.	-29.8	-30.1	-0.3	Prawdopodobne produkty morskie
RZ-13 002354	misa	chata, warstwa spalenizny	312	FFAs: C14–C28 OH: C24–C28 APAAs: - DHFAs: C18–C22 IFAs: phy.	-28.2	-28.9	-0.7	Prawdopodobne produkty morskie; zdegradowane woski
RZ-14 002357	waza	warstwa kulturowa		FFAs: C14–C20 APAAs: C18–C20, tr. C22 DHFAs: C18–C22 IFAs: phy., pris. chol., i produkty pokrewne	-26.1	-25.1	1	Przeważające produkty morskie

3. METODY

Ceramikę badano przy użyciu dobrze znanych metod, opisanych przez Marisol Correa-Ascencio i Richarda P. Eversheda (2014). W skrócie procedura polega na tym, że po narysowaniu i sfotografowaniu fragmentów ceramiki, niewielki wycinek powierzchni każdej z nich oczyszczono mechanicznie za pomocą wiertła w celu usunięcia wszelkich obcych zanieczyszczeń, następnie odcięto przy użyciu przemytego rozpuszczalnikiem dłuta i młotka, po czym zmielono go na drobny proszek w przemytym rozpuszczalnikiem moździerz. Ok. 2 g sproszkowanej próby zważono do próbówki (próbówka I) i dodano 20 μg *n*-tetratriakontanu, jako wzorca. Lipidy wyekstrahowano i przekształcono w estry metylowe kwasu tłuszczowego, stosując do tego 5 ml kwasu siarkowego (2% o/o H_2SO_4) w temperaturze 70°C przez 1 godzinę. Po wystudzeniu próbówki jej zawartość została odwirowana, a uzyskany roztwór został wleany do nowej, czystej próbówki (próbówka II), do której dodano 2 ml podwójnie destylowanej wody, z której całkowicie usunięto cząsteczki organiczne przy pomocy chlorku metylenu (DCM). Aby odzyskać lipidy niecałkowicie rozpuszczone w roztworze metanolu, do próbówki I, zawierającej oryginalny fragment ceramiki, dodano 2 ml heksanu, następnie zawartość wymieszano i uzyskany roztwór dodano do próbówki II. Mieszaninę metanolu i heksanu pozostawiono do rozdzielenia, a następnie przeniesiono heksan do końcowej fiolki. Etap ten powtarzano dwukrotnie, przed dodaniem podwójnej ilości 2 ml heksanu do fazy wodnej w próbówce II. Ekstrakty zostały połączone przed ich przedmuchaniem azotem w temperaturze 40°C. Roztwory ekstraktów lipidowych derywatywowano stosując bis-(trimetylosililo)trifluoroacetamid BSTFA, zawierający 1% TMCS (BSTFA, 70°C, 1 godz.) w celu derywatywacji dowolnych hydroksylowanych związków do eterów TMS. Nadmiar BSTFA usuwano w atmosferze azotu, zaś ekstrakt rozpuszczono w heksanie. Ekstrakty oznaczano ilościowo z zastosowaniem chromatografii gazowej (GC) i scharakteryzowano za pomocą chromatografii gazowej/spektrometrii mas (GC/MS) oraz chromatografii gazowej-izotopowej spektrometrii mas (GC/C/IRMS). Warunki prowadzenia pomiarów podano w aneksie technicznym.

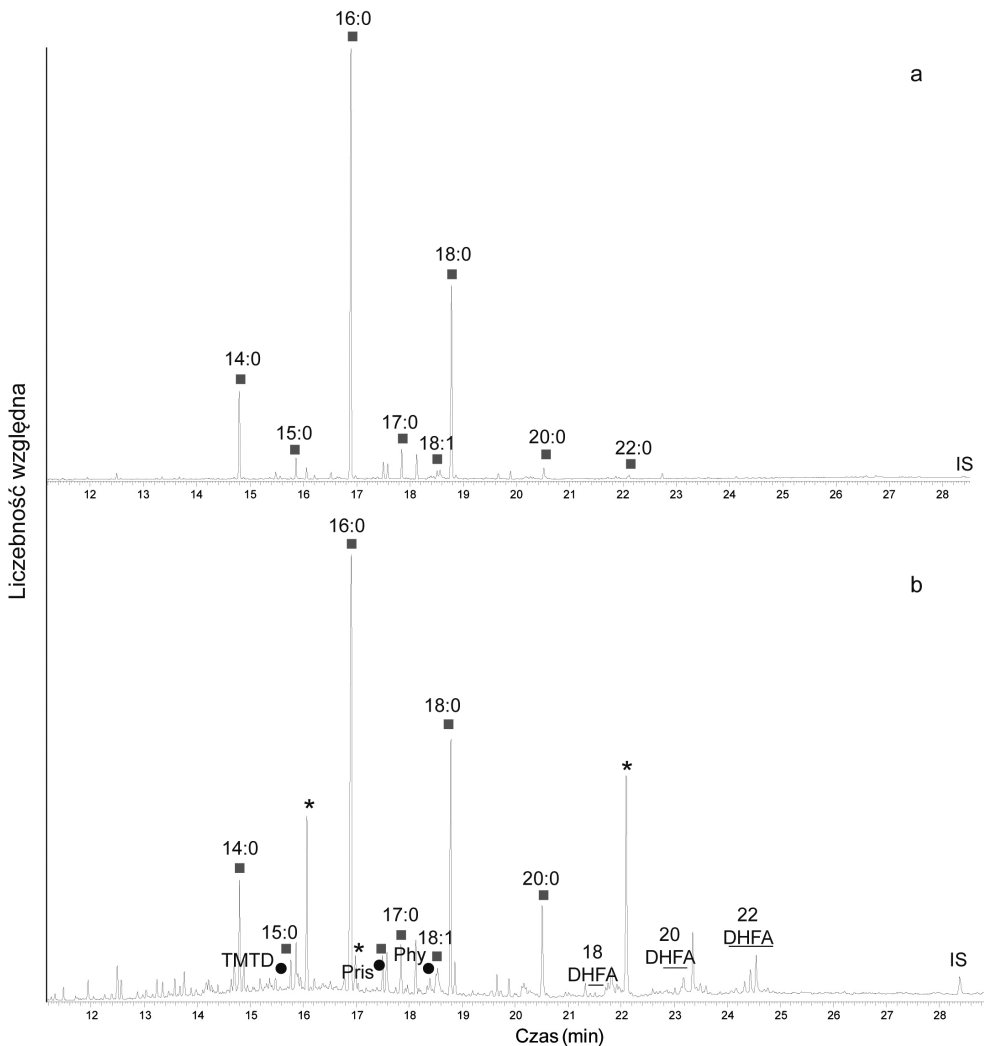
4. WYNIKI

Wyniki analiz wskazują, że większość pozostałości można opisać jako tłuszcze pochodzenia zwierzęcego, przy czym kwasy tłuszczowe $\text{C}_{16:0}$ i $\text{C}_{18:0}$ występowały w dużych ilościach wraz z innymi, przeważnie nasyconymi kwasami tłuszczowymi w zakresie $\text{C}_{12:0}$ – $\text{C}_{20:0}$ (ryc. 3). Oprócz kwasów tłuszczowych oznaczono także sterolowy cholesterol pochodzenia zwierzęcego i produkty jego degradacji (np. cholestanol). Wodne biowskaźniki odzyskano z większości badanych fragmentów ceramiki, były to izoprenoidy (terpeny) kwasów tłuszczowych (kwas 4,2,12-trimetylotridekanowy, TMTD), kwas pristanowy i kwas fitanowy oraz produkty degradacji długołańcuchowych niena-

syconych kwasów tłuszczowych, diagnostycznych dla kwasów uwodnionych, w tym C_{18} – C_{22} wycylnalne diole i kwasy C_{18} – C_{22} ω -(*o*-alkilofenylo) alkanowe (ryc. 3b; Copley i in. 2004; Hansel, Evershed 2009; Hansel i in. 2011; Evershed i in. 2008b; Cramp, Evershed 2014). Wyniki pomiarów izotopów węgla dla większości pozostałości również wskazały na przeważające pochodzenie produktów od zwierząt innych niż przeżuwacze, z wartościami pomiędzy sygnaturami charakterystycznymi dla zwierząt wód słodkich i morskich. Odzwierciedlają one prawdopodobnie obecność produktów, które mogły pochodzić od zwierząt wód słonawych, albo być może obecność zarówno produktów pochodzących od zwierząt morskich, jak i fauny słodkowodnej (ryc. 4). W wyekstrahowanej materii organicznej nie stwierdzono lipidów charakterystycznych dla produktów mlecznych; otrzymano jedynie ogólne wskazówki co do obecności produktów pochodzących od przeżuwaczy. W pozostałościach z misy (RZ-13) i wazy (RZ-6) rozpoznano także kwasy tłuszczowe o długich łańcuchach (C_{22} – C_{28}) oraz długołańcuchowe *n*-alkanole i *n*-alkany (C_{29}). Związki te są obecne w woskach roślinnych i owadziach, chociaż bezpośrednio nie zidentyfikowano lipidów o strukturze charakterystycznej dla wosku pszczelego.

W sumie dla 13 z 15 zbadanych fragmentów ceramiki otrzymano znaczące ilości lipidów, podczas gdy dwa fragmenty nie zawierały żadnych pozostałości organicznych tego rodzaju. Analizy potwierdziły, że badane naczynia były wykorzystywane głównie do przetwarzania żywności pochodzącej od zwierząt wodnych (por. np. Stora 2003). Zakres wartości $\delta^{13}C$, zgodny ze składem izotopowym pozostałości organicznych w ceramice kultury rzucewskiej z Nidy i Šventoji na Litwie (Heron i in. 2015), sugeruje obecność produktów pochodzących od zwierząt wodnych, z wód słonawych i/lub zarówno morskich, jak i słodkich (ryc. 4a). Szczątki kostne z Rzucewa wskazują na wykorzystywanie także innych zwierząt, w tym gatunków udomowionych (Lasota-Moskalewska 1997; Makowiecki i in. 2018). Nie znajduje to jednak wyraźnego odzwierciedlenia w pozostałościach zidentyfikowanych w ceramice. Może to sugerować, że badane naczynia wykorzystywane były do specjalnych celów, co wydaje się być jak dotąd spójne tylko w przypadku trzech typów naczyń, z których pobrano próbki do badań pilotażowych. Niemniej jednak stwierdzono pojedyncze ślady innych produktów, prawdopodobnie roślinnych, przetwarzanych w misach i wazach wraz z mięsem zwierząt morskich.

Sposób wykorzystania naczyń ceramicznych, które poddano tutaj badaniom, wykazuje duże podobieństwo do praktyk znanych z kultury rzucewskiej z Nidy na Litwie (Heron i in. 2015), gdzie również stwierdzono częste występowanie biomarkerów charakterystycznych dla zwierząt wodnych. Jednak w przeciwieństwie do materiałów z Nidy, w ceramice z Rzucewa nie zidentyfikowano żadnych śladów tłuszczów mlecznych. Może to wynikać z faktu, że badaniom nie poddano naczyń w typie pucharów. Rezultaty wcześniejszych analiz sugerowały wykorzystywanie pucharów „sznu-

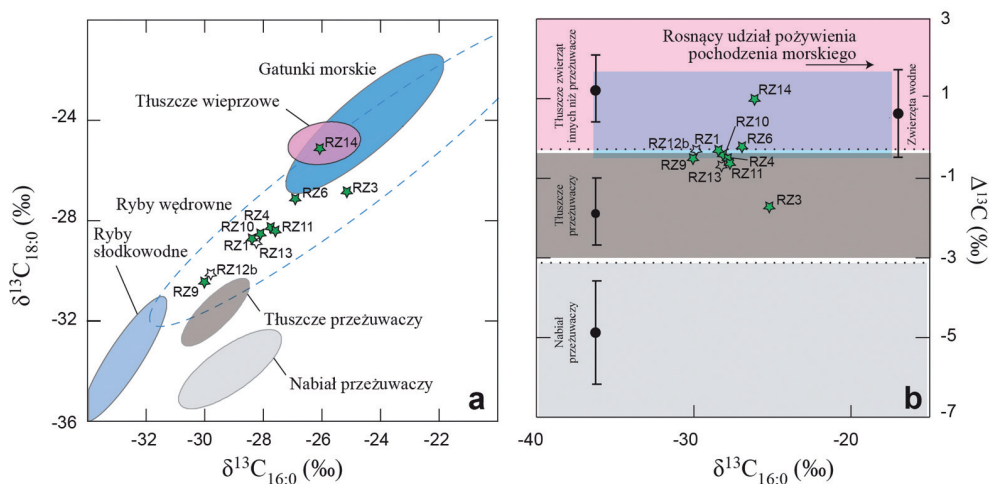


Ryc. 3. Chromatogramy pozostałości organicznych z dwóch prób: a (RZ-11) i b (RZ-3).

Czarne kwadraty oznaczają kwasy tłuszczowe z liczbą atomów węgla i stopniem nienasylenia podanymi powyżej. Izoprenoidowe kwasy tłuszczowe są oznaczone czarnymi kółkami. Kwasy dihydroksylowe są oznaczone skrótem X DHFA, gdzie X oznacza długość łańcuchów węglowych. IS jest standardem wewnętrznym, n-tetratriakontanem (oprac. aut.)

Fig. 3. Chromatograms from two residues: a (RZ-11) and b (RZ-3). Black squares denote fatty acids with carbon number and degree of unsaturation given above. Isoprenoid fatty acids are marked with black circles. Dihydroxy acids are shown with the abbreviation X DHFA, with X denoting the carbon chain length. IS is the internal standard, n-tetratriakontane.

(edited by authors)



Ryc. 4. Wykresy zmienności wartości $\delta^{13}\text{C}_{16:0}$ (a) względem $\delta^{13}\text{C}_{18:0}$ i (b) względem $\Delta^{13}\text{C}$ ($\delta^{13}\text{C}_{18:0} - \delta^{13}\text{C}_{16:0}$), zmniejszające efekt lokalnej zmienności wartości $\delta^{13}\text{C}$ i ukazujące zakresy odpowiadające metabolizmowi wybranych grup zwierząt. Zielone gwiazdki oznaczają próby, w których obecne były biomarkery charakterystyczne dla organizmów wodnych, gwiazdki białe – próby, w których obecność produktów pochodzenia wodnego jest prawdopodobna, ale bez możliwości dokładnego zakwalifikowania na podstawie spektrów biomarkerów. Zakresy dla różnych typów tłuszczów pochodzą z wcześniejszych publikacji Copleya i in. (2003) oraz Cramp i in. (2014b) (oprac. aut.)

Fig. 4. Plots showing (a) $\delta^{13}\text{C}_{16:0}$ plotted against $\delta^{13}\text{C}_{18:0}$ and (b) $\delta^{13}\text{C}_{16:0}$ plotted against $\Delta^{13}\text{C}$ ($\delta^{13}\text{C}_{18:0} - \delta^{13}\text{C}_{16:0}$), which reduces the effects of local variability on the $\delta^{13}\text{C}$ values, emphasizing the metabolism of the classes of animals. Datapoints shown as green stars denote residues where aquatic biomarkers are present whilst white stars indicate where aquatic product processing was likely, but cannot be more definitely assigned based upon the biomarker distributions. Ranges from reference fats are derived from previously published values values in Copley et al., 2003 and Cramp et al., 2014b. (edited by authors)

rowych” do przechowywania produktów mlecznych (Cramp i 9 in. 2014a; Heron i in. 2015). Z drugiej jednak strony, wyniki te nie są zgodne z danymi opublikowanymi dla śródlądowych i nadmorskich osad kultury ceramiki sznurowej i amfor kulistych (Cramp i 9 in. 2014a; Heron i in. 2015; Roffet-Salque i 2 in. 2017; Robson i in. 2019), które wskazują na większe przetwarzanie żywności pochodzącej z ekosystemów lądowych, a w szczególności tłuszczów przeżuwaczy, przy znaczącym udziale tłuszczów mlecznych (Cramp i 9 in. 2014a; Roffet-Salque i 2 in. 2017).

5. UWAGI KOŃCOWE

Analiza 15 fragmentów ceramiki z Rzucewa ujawniła obecność dobrze zachowanych pozostałości organicznych, w przeważającej mierze tłuszczów, głównie pochodzenia zwierzęcego. Większość pozostałości odzwierciedla znaczący udział produktów pochodzących od zwierząt wodnych, z wartościami $\delta^{13}\text{C}$ pośrednimi pomiędzy charakterystycznymi dla ekosystemów słodkowodnych i morskich. Najprawdopodobniej odzwierciedla to udział produktów z akwenu słonawego (brakicznego) lub produktów pochodzenia słodkowodnego i morskiego. Aby lepiej zrozumieć gospodarkę i użytkowanie ceramiki w Rzucewie, konieczne jest zbadanie większej liczby prób, z wyższą liczbą reprezentującą każdy z typów naczyń, w szczególności pucharów. Umożliwiłoby to zbadanie związku poszczególnych dóbr z pewnymi formami naczyń lub kontekstami, jak sugeruje to związek produktów mlecznych z pucharami (Cramp i 9 in. 2014a), a także powszechność tłuszczów mlecznych w ceramice z grobów kultury amfor kulistych (Roffet-Salque i 2 in. 2017). Ważne będzie również przeprowadzenie szerszych porównań wykorzystania pożywienia w różnych osiedlach kultury rzucewskiej i w związanych z nią kulturach ceramiki sznurowej i amfor kulistych. Może to następnie umożliwić precyzyjniejszą ocenę roli naczyń i sposobów pozyskiwania żywności, umożliwiając tym samym ocenę znaczenia niektórych – archeologicznie bardziej „ukrytych” – grup żywności, takich jak produkty wtórne (mleczne) i rośliny liściaste.

6. ANEKS TECHNICZNY

Derywatyzowane estry metylowe kwasów tłuszczowych (FAME) badano „screeningowo” i oznaczano ilościowo za pomocą chromatografii gazowej w odniesieniu do znanej ilości wzorca wewnętrznego. Wykorzystano chromatograf gazowy (GC) Agilent 7890A z detektorem płomieniowo jonizacyjnym (FID), wyposażonym w kolumnę kapilarną z fazą stacjonarną 5% fenylu, 95% dimetylopolisiloksanu (Phenomenex, ZB-5, 60 m x 0,32 mm średnicy wewnętrznej, grubość 0,1 μm), stosując hel jako gaz nośny. Program temperaturowy pieca chromatografu: izoterma w 50°C przez 2 min., grzanie do 300°C co 10°C min^{-1} , izoterma w 300°C przez 15 min. Dane analizowano przy użyciu oprogramowania Agilent Chemstation. Przy braku identyfikacji związków hydroksylowanych (jako pochodne TMS), dalszą analizę wykonano bez derywatyzacji.

Analizy z wykorzystaniem techniki chromatografii gazowej sprzężonej ze spektrometrią mas (GC/MS) wykonano przy użyciu chromatografu gazowego Thermo Scientific Trace 1300 sprzężonego z pojedynczym kwadropolowym spektrometrem masowym ISQ, pracującym w trybie jonizacji elektronowej (EI) przy 70 eV. Próbkę wprowadzono za pomocą dozownika PTV w trybie *splitless* (bez dzielenia strumienia)

na kolumnę kapilarną ze stopionej krzemionki o wymiarach 50 x 13,32 mm, pokrytej fazą stacjonarną 100% dimetylopolisiloksanu (Restek, Rtx-1, grubość folii 0,17 μm). Program temperaturowy GC: rozpoczynano w temperaturze 50°C przez 1 minutę, następnie zwiększano do 300°C co 10°C min^{-1} i utrzymywano izotermę 300°C przez 8 min. Jako gaz nośny zastosowano hel, o stałym przepływie 2 ml min^{-1} . Dane opracowano przy użyciu oprogramowania Xcalibur (wersja 3.0) oraz biblioteki widm NIST.

Analizy GC-C-IRMS przeprowadzono na chromatografie gazowym Agilent 7890A, połączonym ze spektrometrem mas Isoprime 100 MS za pośrednictwem interfejsu spalania Isoprime GC5. Chromatograf gazowy był wyposażony w kolumnę kapilarną ze stopionej krzemionki z niepolarną fazą stacjonarną 100% dimetylopolisiloksanu (Agilent J & W, HP-1, 50 m x 0,32 mm i.d., grubość folii 0,17 μm). Próbkę wprowadzono za pomocą dozownika typu *split/splitless* w trybie *splitless* w temperaturze 300°C. Program temperaturowy pieca chromatografu: izoterma 40°C przez 2 minuty), grzanie do 300°C co 10°C min^{-1} , a następnie izoterma 300°C przez 10 minut. Reaktor do spalania składał się z kwarcowej rurki wypełnionej granulakami tlenku miedzi, utrzymywanej w temperaturze 850°C. Puszki Faradaya wykorzystano do wykrywania jonów m/z 44 ($^{12}\text{C}^{16}\text{O}_2$), 45 ($^{13}\text{C}^{16}\text{O}_2$ i $^{12}\text{C}^{17}\text{O}^{16}\text{O}$) i 46 ($^{12}\text{C}^{18}\text{O}^{16}\text{O}$). Wyniki kalibrowano względem referencyjnego CO_2 , który wstrzykiwano bezpośrednio do źródła dwukrotnie na początku cyklu. Wszystkie próbki analizowano dwukrotnie, a wątpliwe wyniki odrzucano i powtarzano pomiar. Wzorce zewnętrzne analizowano co 4 cykle pomiarowe. Wartości $\delta^{13}\text{C}$ wymagały korekty w celu uwzględnienia dodatkowego atomu węgla dodanego podczas metylacji przy użyciu równania bilansu masy (Rieley 1994).

7. PODZIĘKOWANIA

Swoiste dla związków analizy izotopowe przeprowadzone zostały w Life Science Mass Spectrometry Facility (Bristol) – jesteśmy wdzięczni Alison Kuhl i Ianowi Bulłowi za pomoc techniczną. Dziękujemy również Helen Grant z NERC Life Sciences Mass Spectrometry Facility (Lancaster) za charakterystykę izotopową wzorców referencyjnych i odczynników derywatyzujących. Osobne podziękowania, za pomoc w tłumaczeniu tekstu na język polski oraz liczne uwagi krytyczne, kierujemy do Michała Ogonowskiego, dr Patrycji Siudek, dr hab. Iwony Sobkowiak-Tabaki i prof. dr. hab. Zdzisława Bełki. Pani prof. dr hab. Agnieszce Czekań-Zastawny bardzo dziękujemy za recenzję naszej pracy.

Adresy autorów:

dr Lucy J. E. Cramp
Department of Anthropology and Archaeology
University of Bristol
43 Woodland Road
BS8 1UU Bristol
Wielka Brytania
lucy.cramp@bristol.ac.uk

prof. dr Volker Heyd
Department of Cultures
P.O. Box 59
Unioninkatu 38
00014 University of Helsinki
Finlandia
volker.heyd@helsinki.fi

mgr Danuta Król
Muzeum Archeologiczne w Gdańsku
ul. Mariacka 25/26
80-833 Gdańsk
d.krol@archeologia.pl

dr Łukasz Pospieszny
Department of Anthropology and Archaeology
University of Bristol
43 Woodland Road
BS8 1UU Bristol
Wielka Brytania
lukasz.pospieszny@bristol.ac.uk
Ośrodek Studiów Pradziejowych
i Średniowiecznych
Instytut Archeologii i Etnologii Polskiej
Akademii Nauk
ul. Rubież 46
61-612 Poznań

mgr Matilda Rutter
Department of Anthropology and Archaeology
University of Bristol
43 Woodland Road
BS8 1UU Bristol
Wielka Brytania
Research Laboratory for Archaeology and
the History of Art
University of Oxford
1 South Parks Road
OX1 3QY Oxford
Wielka Brytania
matilda.rutter@arch.ox.ac.uk

BIBLIOGRAFIA

- Copley M.S., Berstan R., Dudd S.N., Docherty G., Mukherjee A.J., Straker V., Payne S., Evershed R.P.
2003 *Direct chemical evidence for widespread dairying in Prehistoric Britain*, „Proceedings of the National Academy of Sciences USA” 100, p. 1524–1529.
- Copley M.S., Hansel F., Sadr K., Evershed R.P.
2004 *Organic residue evidence for the processing of marine animal products in pottery vessels from the pre-colonial archaeological site of Kasteelberg D east, South Africa*, „South African Journal of Science” 100, p. 279–283.
- Correa-Ascencio M., Evershed R.P.
2014 *High throughput screening of organic residues in archaeological potsherds using direct acidified methanol extraction*, „Analytical Methods” 6, p. 1330–1340.
- Cramp L.J.E., Eckardt H., Evershed R.P.
2011 *What was a mortarium used for? Organic residues and cultural change in Iron Age and Roman Britain*, „Antiquity” 85, p. 1339–1352.
- Cramp L.J.E., Evershed R.P., Lavento M., Halinen P., Mannermaa K., Oinonen M., Kettunen J., Perola M., Onkamo P., Heyd V.
2014a *Neolithic dairy farming at the extreme of agriculture in northern Europe*, „Proceedings of the Royal Society B” 281 (1791) 20140819.
- Cramp L.J.E., Jones J., Sheridan A., Smyth J., Whelton H., Mulville J., Sharples N., Evershed R.P.
2014b *Immediate replacement of fishing with dairying by the earliest farmers of the northeast Atlantic archipelagos*, „Proceedings of the Royal Society B” 281 (1780) 20132372.
- Cramp L.J.E., Evershed R.P.
2014 *Reconstructing Aquatic Resource Exploitation in Human Prehistory using Lipid Biomarkers and Stable Isotopes*, [in:] *Treatise on Geochemistry: Archaeology and Anthropology*, eds. H.D. Holland, K.K. Turekian, Oxford–Amsterdam, p. 319–339.
- Dudd S.N., Evershed R.P.
1998 *Direct evidence of milk as an element of archaeological economies*, „Science” 282 (5393), p. 1478–1481.
- Evershed R.P.
2008 *Organic residue analysis in archaeology: The archaeological biomarker revolution*, „Archaeometry” 50, p. 895–924.
- Evershed R.P., Payne S., Sherratt A.G., Copley M.S., Coolidge J., Urem-Kotsu D., Kotsakis K., Ozdoğan M., Ozdoğan A.E., Nieuwenhuys O., Akkermans P.M., Bailey D., Andeescu R.R., Campbell S., Farid S., Hodder I., Yalman N., Ozbaşaran M., Bıçakçı E., Garfinkel Y., Levy T., Burton M.M.
2008a *Earliest date for milk use in the Near East and southeastern Europe linked to cattle herding*, „Nature” 455 (7212), p. 528–531.

Evershed R. P., Copley M., Dickson L., Hansel F.

- 2008b *Experimental evidence for the processing of marine animal products and other commodities containing polyunsaturated fatty acids in pottery vessels*, „Archaeometry” 50, p. 101–113.

Gałka M., Knorr K.H., Miotk-Szpigianowicz G., Moskalewicz D., Uścińowicz Sz., Witak M., Woźniak P.P.

- 2018 *Uwarunkowania środowiskowe położenia zespołu osadniczego z epoki kamienia w Rzucewie*, [w:] *Zespół osadniczy z epoki kamienia – Rzucewo, gmina Puck, stanowisko 1*, red. D. Król, Gdańsk, s. 14–29.

Hansel F.A., Evershed R.P.

- 2009 *Formation of dihydroxy acids from Z-monounsaturated alkenoic acids and their use as biomarkers for the processing of marine commodities in archaeological pottery vessels*, „Tetrahedron Letters” 50, p. 5562–5564.

Hansel F., Bull I., Evershed R.P.

- 2011 *Gas chromatographic mass spectrometric detection of dihydroxy fatty acids preserved in the ‘bound’ phase of organic residues of archaeological pottery vessels*, „Rapid Communications in Mass Spectrometry” 25, p. 1893–1898.

Heron C., Craig O.E., Luquin A., Steele V.J., Thompson A., Piličiauskas G.

- 2015 *Cooking fish and drinking milk? Patterns in pottery use in the southeastern Baltic, 3300–2400 cal BC*, „Journal of Archaeological Science” 63, p. 33–43.

Król D.

- 2018 *Historia badań archeologicznych na stanowisku 1 w Rzucewie*, [w:] *Zespół osadniczy z epoki kamienia – Rzucewo, gmina Puck, stanowisko 1*, red. D. Król, Gdańsk, s. 1–12.

Lasota-Moskalewska A.

- 1997 *Animal remains from the Neolithic settlement at Rzucewo*, [in:] *The built environment of coast areas during the Stone Age*, ed. D. Król, Gdańsk, p. 162–166.

Makowiecki D., Wiejacka M., Wiejacki J.

- 2018 *Gospodarka zwierzętami na podstawie źródeł archeozoologicznych*, [w:] *Zespół osadniczy z epoki kamienia – Rzucewo, gmina Puck, stanowisko 1*, red. D. Król, Gdańsk, s. 219–239.

Rieley G.

- 1994 *Derivatization of organic compounds prior to gas chromatographic-combustion-isotope ratio mass spectrometric analysis: identification of isotope fractionation processes*, „Analyst” 119, p. 915–919.

Robson H.K., Skipitytė R., Piličiauskienė G., Lucquin A., Heron C., Craig O. E., Piličiauskas G.

- 2019 *Diet, cuisine and consumption practices of the first farmers in the southeastern Baltic*, „Archaeological and Anthropological Sciences”, 11 (8), p. 4011–4024.

Roffet-Salque M., Regert M., Evershed R.P., Outram A.K., Cramp L.J.E., Decavallas O., Dunne J., Gerbault P., Mileto S., Mirabaud S., Pääkkönen M., Smyth J., Šoberl L., Whelton H.L., Alday-Ruiz A., Asplund H., Bartkowiak M., Bayer-Niemeier E., Belhouchet L., Bernardini F., Budja M., Cooney G., Cubas M., Danaher E.M., Diniz M., Domboróczy L., Fabbri C., González-Urquijo J.E., Guilaine J., Hachi S., Hartwell B.N., Hofmann D., Hohle I., Ibáñez J.J., Karul N., Kherbouche F., Kiely J., Kotsakis K., Lueth F., Mallory J.P., Manen C., Marciniak A., Maurice-Chabard B., McGonigle M.A., Mulazzani S., Özdoğan M., Perić O.S., Perić S.R., Petrasch J., Pétrequin A.-M., Pétrequin P., Poensgen U., Pollard C.J., Poplin F., Radi G., Stadler P., Stäuble H., Tasić N., Urem-Kotsou D., Vuković J.B., Walsh F., Whittle A., Wolfram S., Zapata-Peña L., Zoughlami J.

2015 *Widespread exploitation of the honeybee by early Neolithic farmers*, „Nature” 527, p. 226–230.

Roffet-Salque M., Banecki B., Evershed R. P.

2017 *Lipid residue analyses of Late Neolithic pottery vessels from the megalithic tomb in Kierzkowo*, [w:] *Megalityczny grobowiec kultury amfor kulistych z Kierzkowa na Palukach. Milczący świadek kultu przodków z epoki kamienia*, red. S. Nowaczyk, Ł. Pospieszny, I. Sobkowiak-Tabaka, Biskupin, s. 251–266.

Roffet-Salque M., Dunne J., Altoft D., Casanova E., Cramp L.J.E., Smyth J., Whelton H., Evershed R.P.

2017 *From the inside out: Upscaling organic residue analyses of archaeological ceramics*, „Journal of Archaeological Science: Reports” 16, p. 627–640.

Storå J.

2003 *Charakterystyka eksploatacji fok na neolitycznym stanowisku w Rzucewie*, [w:] *Aktualne problemy epoki kamienia na Pomorzu*, red. M. Fudziński, H. Paner, Gdańsk, s. 337–345.

LUCY J.E. CRAMP, DANUTA KRÓL, MATILDA RUTTER, VOLKER HEYD,
ŁUKASZ POSPIESZNY

ORGANIC RESIDUE ANALYSIS OF RZUCEWO CULTURE POTTERY FROM RZUCEWO.

Key words: Puck Bay, Neolithic, pottery use, lipids

SUMMARY

During the lifetime of an unglazed pot, biomolecules from the vessel contents accumulate into pores in the vessel wall. Lipids, especially, survive over millennia and when extracted from archaeological pottery therefore yield diagnostic information regarding its original contents. Here we report the analysis of preserved lipids extracted from 15 Rzucewo culture pottery sherds, including bowls, vases and storage vessels, from Rzucewo, Puck Bay, Poland. This was undertaken in order to gain further insights into the subsistence economy and use of material culture by this Late Neolithic culture, who are thought to practice a mixed economy that incorporated domesticates into a subsistence base focused primarily upon seal-hunting. Lipids recovered from 13 of 15 sherds analysed could be characterised as of predominantly aquatic origin, with more limited evidence for some likely plant waxes from two vessels. The range of stable carbon isotope signatures of the fatty acids reflect a marine through to freshwater origin, which may have derived from animals fished or hunted from brackish waters, as well perhaps as the sea and inland rivers. There was no evidence for processing dairy products, in contrast with the published Rzucewo pottery from Nida, Lithuania (Heron et al. 2015), which may arise from the lack of beakers included in this vessel assemblage. These findings may also be contrasted with previously published studies from related Corded Ware and Globular Amphorae cultures (Cramp et al. 2014a; Heron et al. 2015; Roffet-Salque et al. 2017a; Robson et al. 2019) which reflect greater processing of terrestrial products, particularly ruminants, and including a strong dairying component (Cramp et al. 2014a; Roffet-Salque et al. 2017b). This preliminary study indicates the potential and necessity to investigate greater numbers of Rzucewo culture pottery from different vessel forms and a greater number of sites to gain more nuanced insights into the cultural and economic practices taking place.

Lucy Cramp

