

# MITYBA LIETUVOJE 4500–1200 CAL BC MAISTO LIEKANŲ KERAMIKOJE BENDRŲJŲ MĖGINIŲ IZOTOPINIŲ TYRIMŲ DUOMENIMIS

GYTIS PILIČIAUSKAS<sup>1</sup>, RAMINTA SKIPITYTĖ<sup>2</sup>, CARL HERON<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Lietuvos istorijos institutas, Archeologijos skyrius, Kražių g. 5, LT-01108 Vilnius, el. paštas: gytis.piliciauskas@gmail.com

<sup>2</sup> Fizinių ir technologijos mokslų centras, Saulėtekio al. 5, LT-10257 Vilnius, Lietuvos istorijos institutas, Archeologijos skyrius, Kražių g. 5, LT-01108 Vilnius, el. paštas: raminta.skipityte@ftmc.lt

<sup>3</sup> The British Museum, Department of Scientific Research, Great Russell Street, London WC1B 3DG, UK, el. paštas: cheron@britishmuseum.org

*Straipsnyje pristatome maisto liekanų keramikoje cheminių ir stabilųjų anglies ( $\delta^{13}\text{C}$ ) bei azoto ( $\delta^{15}\text{N}$ ) izotopų tyrimų, vykdytų 2014–2017 m., rezultatus. Lietuvoje tai dar menkai išnaudotas informacijos apie priešistorinių žmonių mitybą šaltinis ir dar visai nauja tyrimų kryptis, pradėta vystyti kartu su Jungtinės Karalystės mokslininkais Lietuvos mokslo tarybai parėmus du projektus, todėl greta pirmųjų išvalgų, hipotezių, išvadų siekiame atskleisti naujų metodų potencialą priešistorinių visuomenių tyrimuose. Gauti rezultatai stebėtinai gerai dera su archeologiniais, zooarcheologiniais, kaulo kolageno stabilųjų izotopų duomenimis, daro priešistorinės ekonomikos ir mitybos paveikslą gerokai išsamesnį ir labiau pagrįstą. Šie tyrimai patvirtina ryškų pokytį nuo vandeninio maisto prie sausuminio – nuo žvejybos prie gyvulių auginimo daugelyje Lietuvos vietų vykus maždaug 2500 cal BC, kartu su Virvelinės keramikos kultūros žmonių pasirodymu. Svarbu tai, kad pajūrio gyvenvietėse net ir Virvelinės keramikos periodu vandeninio maisto resursų svarba ir toliau išliko didelė.*

**Reikšminiai žodžiai:** keramika, maisto liekanos, cheminiai ir izotopiniai tyrimai, mityba.

*The article presents the results of chemical and stable isotope (carbon ( $\delta^{13}\text{C}$ ) and nitrogen ( $\delta^{15}\text{N}$ )) analyses conducted between 2014–2017 on visible deposits of food residue found on pottery. Information about the diet of prehistoric populations has so far been applied sporadically in Lithuania and represents a new research opportunity, the development of which was begun in collaboration with UK scientists after the Research Council of Lithuania supported two projects. As a consequence, alongside the initial insights, hypotheses, and conclusions, an effort was made to reveal the potential of new methods in the investigation of prehistoric societies. The results obtained are a surprisingly good fit with the archaeological, zooarchaeological, and bone collagen stable isotope data and help to build a more comprehensive picture of the prehistoric economy and diet. This investigation confirms a distinct transition from aquatic to terrestrial food, i.e. from fishing to husbandry at many locations in Lithuania circa 2500 cal BC, together with the appearance of the peoples of the Corded Ware culture. It is important to note that the exploitation of aquatic food resources still remained high in coastal settlements even in the period of the Corded Ware culture.*

**Keywords:** pottery, food residue, chemical and isotope analyses, diet.

## ĮVADAS

Visą XX a. archeologiniuose kasinėjimuose ir muziejuose nuo keramikos šukių buvo gramdomi degėšiai. Kartais plonesni nei 0,5 mm ir blizgantys, kartais 2–3 mm storio juodi ar tamsiai rudi, jie slė-

pė ornamentus, trukdė užrašyti radinių kodus, pamatyti indo paviršiaus apdirbimą, tiesiog gadino estetinį vaizdą. Tuomet nedaug kas susimąstė, kad kažkada šie degėšiai pradės pasakoti apie maistą, virtą ar fermentuotą priešistorinių žmonių moliuose induose. Nedaug kas manė, kad polimerais

ar kitokiais chemikalais neužterštų šukių viduje, keramikos porose taip pat galėjo išlikti riebalų liekanų, kažkada leisiančių sužinoti, kas buvo puodo viduje. Viskas pradėjo keistis XXI a. 2-ajame dešimtmetyje, kuomet pradėti organikos liekanų Lietuvos priešistorinėje keramikoje biocheminiai ir izotopiniai tyrimai. Jie vyko Lietuvos mokslo tarybai parėmus du mokslinius projektus: „Lietuvos pajūrio neolitizacija“ (2013–2015 m., Nr. VP1–3.1–ŠMM–07–K–03–021) ir „Pirmųjų žemdirbių mityba Lietuvoje 3200–2400 m. pr. Kr. Maisto liekanų senovinėje keramikoje biocheminiai tyrimai“ (2016–2018 m., Nr. APP-6/2016). Šis straipsnis skirtas šių dviejų projektų rezultatams nušviesti. Dalis jų jau buvo skelbti mokslinėje spaudoje (Heron *ir kt.* 2015; Piličiauskas 2016), bet dalis straipsnio rašymo metu buvo nauja ir čia pristatoma pirmą kartą.

Nepaisant mūsų atliktų ir čia aptariamų darbų, Lietuvoje organikos liekanų keramikoje izotopiniai ir ypač lipidų biocheminiai tyrimai vis dar yra menkai išnaudotas informacijos apie priešistorinių žmonių mitybą šaltinis. Nors pasaulyje tai yra pripažinti metodai, bet Lietuvoje tai dar visai naujos tyrimų kryptys, tad greta pirmųjų išvalgų, hipotezių, išvadų sieksime atskleisti naujų metodų potencialą priešistorinių visuomenių tyrimuose, nors tai nebus referuojanti ir viską apimanti studija. Pagrindinis tikslas visgi yra pažvelgti į Lietuvos akmens ir bronzos amžiaus indų funkcijų, mitybos raidą visiškai naujo archeologinės informacijos šaltinio pagrindu, įvertinti, kaip gauti rezultatai dera su labiau tradicinių archeologinių ir zooarcheologinių tyrimų, kaulų kolageno stabilijų izotopų analizės duomenimis. Siekėme suprasti degėsių kilmę indų viduje ir išorėje, keramikos funkcijų skirtumus pajūryje ir žemyne, įvairiuose kultūriniuose kontekstuose, norėjome atskirti tinkamus datuoti sausuminio maisto degėsius nuo vandeninio maisto liekanų, kurių datavimas yra itin komplikotas dėl radiokarbono vandens rezervuarų efektų (Keaveney, Reimer 2012; Piličiauskas, Heron 2015).

## TRUMPA MAISTO LIEKANŲ KERAMIKOJE TYRIMŲ LIETUVOJE IR PASAULYJE APŽVALGA

Maisto liekanų keramikoje tyrimo būdų yra ne vienas. Pagrindinis klausimas yra, koks maistas buvo induose. Patikimiausi ir tiksliausi atsakymai gaunami sujungus keletą metodų. Čia mes neliesime mikroskopinių tyrimų, kuriais galima aptikti ir identifikuoti augalų mikrofosilijas bei gyvūnų liekanas. Aptarsime bendrųjų mėginių stabilijų anglies ir azoto izotopų analizę bei lipidų biomolekulinius tyrimus, kurie dažnai yra derinami tarpusavyje.

Bendrųjų mėginių elementine analize gali būti tiriami degėšiai, priekę prie keramikos sienelių. Elementinio analizatoriaus – stabilijų izotopų masių spektrometro sistema (angl. EA-IRMS) išmatuojami  $\delta^{15}\text{N}$ ,  $\delta^{13}\text{C}$  ir C:N atominis santykis. Pagal anglies ir azoto izotopų santykius galima identifikuoti jūrinio, gėlavandens, sausuminio,  $\text{C}_4$  augalinio maisto komponentus, nustatyti tirtą organizmo vietą mitybos grandinėje. Paprastai užtenka vos 0,5–1 mg degėsių, kurie prieš tyrimą nėra fiziškai ar chemiškai apdorojami, todėl analizė yra greita ir nebrangi – galima tirti šimtus ar net tūkstančius šukių. Šis metodas plačiai naudojamas Rytų Azijos ankstyvajai keramikai tirti (Yoshida *ir kt.* 2013; Kunikita *ir kt.* 2013). Europoje ir Šiaurės Amerikoje jis dažniausiai netaikomas atskirai, derinamas su lipidų biomarkerių (GC-MS) ir specifinio junginio izotopų (GC-C-IRMS) tyrimais (pvz., Craig *ir kt.* 2007; 2011; 2013; Taché, Craig 2015), nes be jų vaizdas apie maistą, virtą induose, gaunamas tik labai grubus, žemos rezoliucijos – padeda nustatyti labai plačias maisto produktų grupes (pvz., vandeninio, sausuminio maisto,  $\text{C}_4$  augalų).

Lietuvoje suanglėjusių maisto liekanų keramikoje bendrųjų mėginių izotopų analizė pirmą kartą atlikta 2014 m. Akmens amžiaus keramikoje aptikti degėšiai tirti Bradfordo universitete Jungtinėje Karalystėje vieno šio straipsnio autorių (C. Heron). Mėginiai buvo iš pajūrio, nuo subneolito ir neolito keramikos šukių, iš Šventosios ir Nidos senovės gyvenviečių. Tirti degėšiai iš 53-jų indų. Tuomet pa-

stebėta, kad Šventojėje rastos Rutulinių amforų kultūros (toliau – RAK) maisto degėsių  $\delta^{15}\text{N}$  vertės yra žemesnės už Šventosios subneolito keramikos. Tai leido manyti, kad subneolito induose virtas tik vandeninis maistas, o RAK induose jau būta ir sausuminio maisto. Ypač žemos pailgų dubenėlių iš Nidos ir Šventosios  $\delta^{13}\text{C}$  vertės (-33,5 – -29,5‰) privertė suabejoti, ar juose deginti ruonių taukai (žr. Rimantienė 2005, p.53), ir kelti hipotezę, kad tai buvę gėlavandenių žuvų taukai (Heron *ir kt.* 2015).

2016 m. pasirodė vieno iš šio straipsnio bendra autorių studija, skirta Lietuvos pajūrio neolitizacijai (Piličiauskas 2016). Čia degėsių azoto ir anglies izotopų diagrama jau papildyta žemyninių subneolito, neolito ir ankstyvojo bronzos amžiaus gyvenviečių vertėmis. Tai Daktariškės 5 gyvenvietės RAK ir Virvelinės keramikos kultūros (toliau – VKK), Šarnelės povirvelinė keramika. Iš viso pateikiami 74-ių indų degėsių matavimų rezultatai (Piličiauskas 2016, pav. 17). Pastebimas ryškus perėjimas nuo vandeningo prie sausuminio maisto neolito pradžioje. Vėliau, bronzos amžiaus pradžioje keraminiuose induose virtas panašus sausuminis maistas, kaip ir neolite, nors tirtų šio laikotarpio indų dar labai mažai.

Lipidų cheminiai tyrimai dažniausiai apima keletą technikų, iš kurių dažniausiai naudojamos – dujų chromatografija (GC), dujų chromatografija – masių spektrometrija (GC-MS) bei specifinio junginio izotopų analizė (GC-C-IRMS). Lipidai yra netirpstantys biologinės kilmės junginiai (riebalai, vaškai, steroliai, dervos ir kt.), palyginti atsparūs cheminei ir mikrobiologinei degradacijai. Lipidų molekulės išlieka tiek maisto degėsiuose keramikos išorėje, tiek keramikos molio masės porose. GC-MS aptinka tam tikriems lipidams būdingų molekulių – biomarkerių ir leidžia nustatyti inde laikyto ar apdoroto maisto grupes (pvz., vandeninius produktus). Specifinio junginio izotopinė analizė siaurina paieškų lauką – gali būti identifikuojami atrajojančių arba neatrajojančių gyvulių riebalai, pieno produktai, gėlavandenis arba jūrinis maistas. Tai daroma lyginant individualių junginių iš priešistorinės keramikos ir šiuolaikinių augalų bei gyvūnų atitinkamų junginių struktūras (Evershed 1993; Evershed *ir kt.* 2001;

2008; Regert 2011). Nors lipidų analizės pagrindai sukurti dar XX a., keramikos tyrimai išibėgėjo tik šio amžiaus pradžioje. Šių metodų pagrindinis privalumas, palyginti su EA-IRMS, yra aukšta rezoliucija identifikuojant maisto komponentus, bet jie žymiai ilgiau trunka ir yra gerokai brangesni, todėl paprastai tiriamos kelios dešimtys šukių (pvz., Cramp *ir kt.* 2014a; Heron *ir kt.* 2015; Oras *ir kt.* 2017), o didesnės apimties tyrimai yra itin reti – šimtų ar net tūkstančio indų tyrimų rezultatus pristatančios studijos dažniausiai sujungia daugelio metų ir autorių darbo rezultatus (pvz., Copley *ir kt.* 2005; Cramp *ir kt.* 2014b). Lipidai keramikoje tiriami Stokholmo universitete, Paryžiuje, Olandijoje, keletas tyrimų centrų įsikūrę Jungtinės Karalystės universitetuose (pvz., Bristolyje, Jorke). 2017 m. buvo baigiama komplektuoti įranga ir Tartu universiteto laboratorijoje Estijoje (dr. E. Oras). Lietuvoje mokslo tyrimų centruose yra GC-MS ir GC-C-IRMS analizėms reikalinga įranga, bet ji naudojama kitiems moksliniams tikslams, organikos liekanos keramikoje netiriamos.

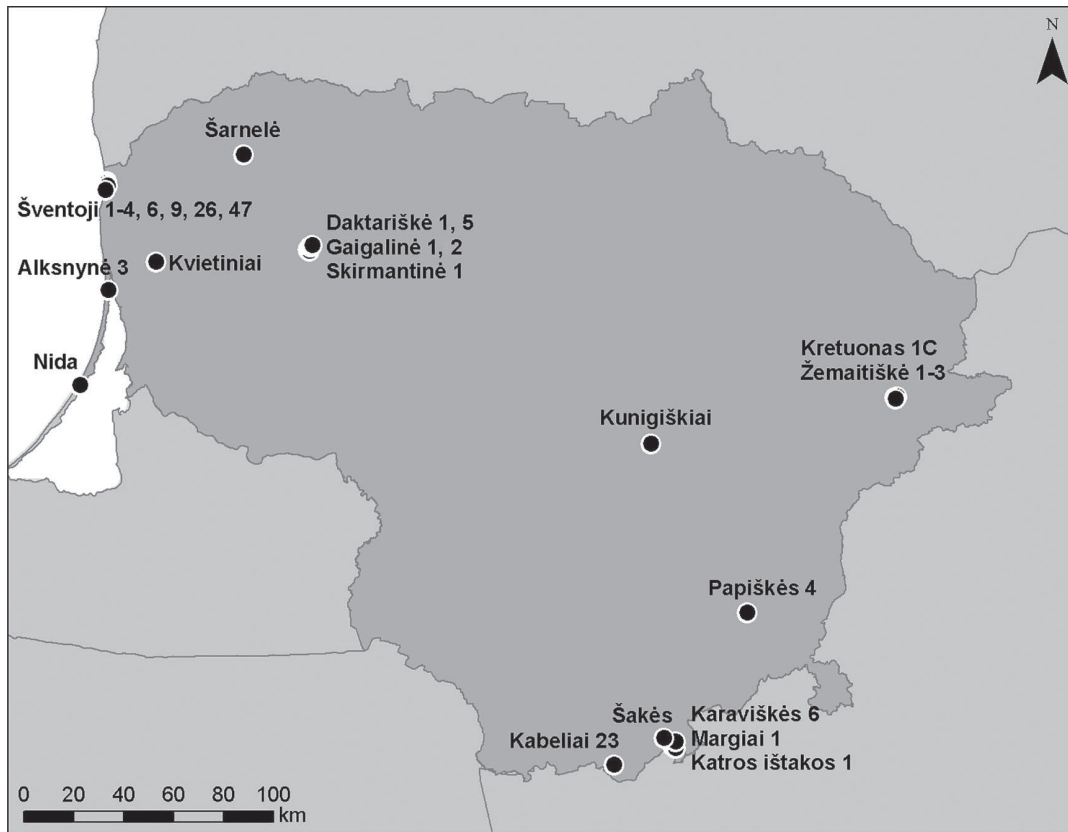
Lietuvos akmens ir bronzos amžiaus keramikos lipidų cheminiai tyrimai pradėti kartu su Jungtinės Karalystės mokslininkais, dirbančiais Bradforde (prof. dr. C. Heron) ir Jorko (prof. dr. O. Craig) universitetų laboratorijose. 2014 m. GC-MS ir GC-C-IRMS metodais tirti 26 Pamarių kultūros (toliau – PK) keramikos indai iš Nidos, 2 vėlyvojo subneolito ir 2 RAK keramikos indai iš Šventosios 3, 4 ir 26 radimviečių (Heron *ir kt.* 2015). Nei Nidos, nei Šventosios induose nerasta jūrinio maisto liekanų. Išskyrus dvi taures iš Nidos, juose virtos gėlavandenis žuvis iš Kuršių marių ir buvusios Šventosios lagūnos, o štai parketiniu raštu puoštose taurėse iš Nidos aptikta pieno produktų riebalų. Jos be degėsių, nenaudotos virti, greičiausiai iš jų buvo geriamas pienas. Taurės iš sluoksnio, datuojamo apie 2500 cal BC. Vienoje amforoje iš Šventosios 4 radimvietės rasta vandeninio maisto liekanų, taip pat pušų sākų, kuriais galėjo būti impregnuojamos sienelės (Heron *ir kt.* 2015). Kitoje tos pačios radimvietės amforoje nebuvo vandeninio maisto biomarkerių, bet rasta degradavusio bičių vaško. Vašku galėjo būti impregnuojamos indo sienos arba jame laikomas medus, galbūt midus.

## DEGĖSIŲ KERAMIKOJE BENDRŲJŲ MĖGINIŲ STABILIJŲ IZOTOPŲ TYRIMAS (EA-IRMS). METODAI IR MĖGINIAI

Bendrųjų mėginių stabilijų izotopų analizei imti 2–10 mg maisto degėsių mėginiai, kurie skalpeliu buvo nukrapštomai nuo indų šukių. Stengtasi mėginius imti nuo tipologiškai klasifikuojamų šukių (pvz., indų pakraščių) arba nuo tokių, kurių radimo kontekstas buvo tiksliai užfiksuotas ir datuotas. Vengta šukių, apdorotų bet kokiomis konservuojamosiomis medžiagomis, nors tai vertinta tik vizualiai. Šukės tyrimui atrinktos iš 28-ių subneolito – ankstyvojo bronzos amžiaus (4500–1200 cal BC) radimviečių: 10-ies – pajūrio, 18-os –

58 indai), hibridiniam (2800–1700 cal BC?; 19 indų), povirveliniam (2400–1200 cal BC; 36 indai) (1 lent., 2 pav.).

Naujausi tipologiniai tyrimai stratifikuotoje Šventosios 4 ir Daktariškės 5 radimvietėse, taip pat trumpalaikėje Šventosios 43 gyvenvietėje rodo, kad Vakarų Lietuvos subneolito keramika yra nevienalytė, gali būti skirstoma į mažiausiai keturis tipus – seniausią narviškąją, šukinę, artimą šukinei ir vėlyvojo subneolito porėtąją (Piličiauskas 2016; neskelbti duomenys), bet degėsiai izotopinei analizei daugiausia gramdyti nuo šukių, rastų ankstesnių kasinėjimų metu, o tikslesnis keramikos tipas dažnai likdavo neaiškus, todėl šiame darbe atsisakyta Lietuvos subneolito keramiką skirstyti smulkiau.



1 pav. Tyrinėtos radimvietės. G. Piličiausko brėž.

žemyninių (1 pav.). Jos priklausė šešioms keramikos tipams: subneolito (4500–2800 cal BC; 53 indai), PK (3200–2400 cal BC; 56 indai), RAK (3200–2500 cal BC; 53 indai), VKK (2800–2400 cal BC;

Atskirai bus aptariami tik Nemuno ir Dubičių tipų keramikos indai iš Pietryčių Lietuvos, kurių tirta labai mažai, atitinkamai vos 3 ir 1, bet rezultatai pasirodė išskirtiniai kitos subneolito keramikos

1 lentelė. EA-IRMS tirtų šukių pasiskirstymas pagal gyvenvietes ir keramikos tipus.

Nr.	Radimvietė	Savivaldybė	Tirtų indų skaičius pagal keramikos tipus						Iš viso
			Subneolito	RAK	PK	VKK	Hibridinė	Povirvelinė	
1	Alksnynė 3	Neringos				6			6
2	Daktariškė 1	Telšių		1					1
3	Daktariškė 5	Telšių	23	8		28	12	26	97
4	Gaigalinė 1	Telšių				1			1
5	Gaigalinė 2	Telšių				2			2
6	Kabeliai 23	Varėnos	1						1
7	Karaviškės 6	Varėnos				1			1
8	Katros ištakos 1	Varėnos				2			2
9	Kretuonas 1C	Švenčionių	1						1
10	Kunigiškiai	Jonavos				1			1
11	Kvietiniai 1	Klaipėdos				2		4	6
12	Margiai 1	Varėnos	2			4			6
13	Nida	Neringos	3		56				59
14	Papiškės 4	Vilniaus	1						1
15	Skirmantinė 1	Telšių				1			1
16	Šakės	Varėnos	1						1
17	Šarnelė	Plungės	1			2	1	3	7
18	Šventoji 1	Palangos		23		8	1		32
19	Šventoji 2	Palangos		5					5
20	Šventoji 3	Palangos	6						6
21	Šventoji 4	Palangos	8	13					21
22	Šventoji 6	Palangos	2	3					5
23	Šventoji 9	Palangos						1	1
24	Šventoji 26	Palangos	1						1
25	Šventoji 47	Palangos						2	2
26	Žemaitiškė 1	Švenčionių					4		4
27	Žemaitiškė 2	Švenčionių	2						2
28	Žemaitiškė 3	Švenčionių	1				1		2
<b>Iš viso:</b>			<b>53</b>	<b>53</b>	<b>56</b>	<b>58</b>	<b>19</b>	<b>36</b>	<b>275</b>

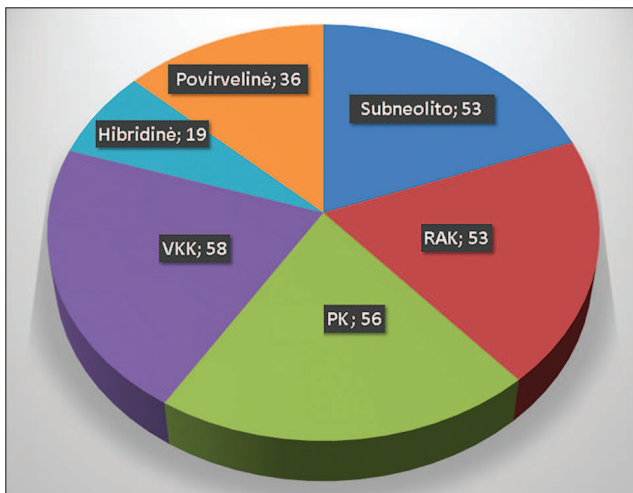
kontekste. Visos 4 tirtos šukės rastos smėlinėse gyvenvietėse, kuriose akmens amžiaus maisto degėsi ai išlieka labai retai.

Hibridinės keramikos tipu sujungėme indus, kuriuose pastebima tiek subneolito, tiek neolito kultūrų bruožų. Tai smailiadugnė arba plokščiadugnė keramika su kriauklių priemaišomis molio masėje,

puošta horizontaliais virvelių įspaudais. Šiam tipui datuoti labai maža duomenų.

Povirvelinės keramikos tipu šiame darbe vadiname mineralinėmis priemaišomis liesintą neolito antrosios pusės ir bronzos amžiaus pirmosios pusės keramiką, pradėtą gaminti iš karto po VKK keramikos (2400–1200 cal BC). Tarp Tšcinco kultū-





2 pav. Tirtų indų pasiskirstymas pagal keramikos tipus.  
G. Piličiausko brėž.

ros (1700–1200 cal BC) keramikos nepavyko rasti šukių su suanglėjusiomis maisto liekanomis. Vienintelės povirvelinės keramikos šukės, kurios galbūt galėtų būti datuojamos jau II t-mečio cal BC 3-uoju ketvirčiu, yra iš nestratifikuoto įvairialaikės Kvietinių gyvenvietės sluoksnio. Tai – neornamentuoti indų sienelių fragmentai, tad tikslų jų amžių galima nustatyti tik datuojant degėsius keramikoje AMS  $^{14}\text{C}$ .

Tad surinkta gana reprezentatyvi maždaug 3000 m. laikotarpiu datuojamos keramikos maisto degėsių kolekcija. Iš 6-ių keramikos tipų 4-iais atvejais (RAK, VKK, hibridinės, povirvelinės keramikos) iš-tirti visų indų su degėsiams mėginiai – netirtų ir tinkamų tirti indų daugiau nebeliko.

EA-IRMS analizė daryta 2014 ir 2017 m. Bradforde universitete Jungtinėje Karalystėje (121 mėginys), taip pat Fizinių ir technologijos mokslų centre Vilniuje (165 mėginiai). Vieno mėginio analizei imta 0,5–1 mg degėsių. Bradforde universitete naudotas „ANCA-SL“ elementinis analizatorius, susietas su „PDZ Europa 20/20“ masių spektrometru. Vilniuje naudotas „Flash EA1112“ elementinis analizatorius, susietas su „Thermo V Advantage“ masių spektrometru.

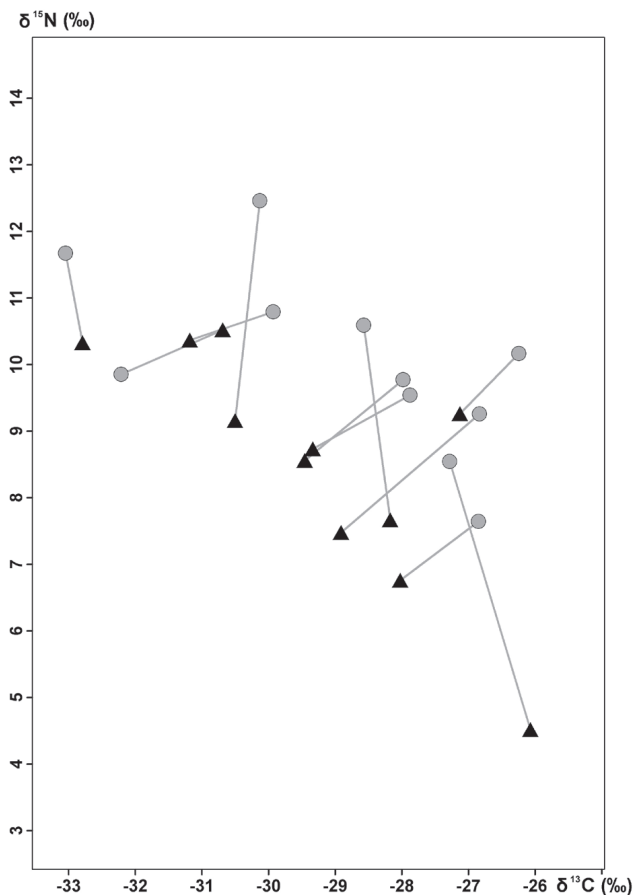
Prieš tyrimą abiejose laboratorijose degėsiams nebuvo apdorojami nei fiziškai, nei chemiškai. Bradforde degėsių mėginys buvo dalinamas į dvi dalis ir atliekami du matavimai, apskaičiuojami gautų verčių vidurkiai. Vilniuje to paties mėginio pakartotinis tyrimas vykdytas ir verčių vidurkiai skaičiuoti tik atskirais atvejais (15 iš 165-ių).  $\delta^{13}\text{C}$  ir  $\delta^{15}\text{N}$  vertės nustatytos lyginant su V-PDB ir AIR tarptautiniais standartais. Pakartotiniai matavimai Bradforde universiteto laboratorijoje parodė matavimo tikslumą esant didesnei už 0,5‰ kiekvienam elementui. Panašaus galima tikėtis ir Vilniaus laboratorijoje.

Gauti 292-jų degėsių mėginių nuo 275-ių indų matavimų rezultatai. 208 mėginiai paimti nuo vidinio paviršiaus, 84 – nuo išorinio, bet dažniausiai netoli indo briaunos, kaklelyje. Matavimų rezultatai, pagrindinė informacija apie šukes ir radimvietes pateikiama priede.

Norint įvertinti  $\delta^{13}\text{C}$  ir  $\delta^{15}\text{N}$  verčių skirtumus tarp degėsių, rastų ant skirtingiems keramikos tipams priklausančių šukių, taikytas dviejų nepriklausomų imčių Stjudento t-testas. Skirtumai laikomi statistiškai reikšmingi, kai  $p \leq 0,05$ . Statistinė analizė atlikta R-commander programiniu paketu.

## DEGĖSIŲ KERAMINIŲ INDŲ IŠORĖJE IR VIDUJE KILMĖ

11 atvejų tyrėme degėsius, nugramdytus nuo to paties indo išorinio ir vidinio paviršiaus. Degusio medžio suodžių  $\delta^{13}\text{C}$  vertė turėtų būti tarp -26,0 ir -28,0‰, o  $\delta^{15}\text{N}$  vertės turėtų būti labai žemos (apie 2,0–4,0‰), bet degėsių nuo išorinio indų paviršiaus  $\delta^{15}\text{N}$  vertės yra žymiai aukštesnės (7,5–12,5‰). Be to, jos 10-ia atvejų iš 11-os net yra aukštesnės už tų pačių indų degėsių vidinėje pusėje  $\delta^{15}\text{N}$  vertes (3 pav.). Tai akivaizdžiai liudija, kad išorėje buvę degėsiams irgi yra maisto liekanos. La-



3 pav.  $\delta^{15}\text{N}$  ir  $\delta^{13}\text{C}$  vertės, išmatuotos tų pačių indų vidaus (tri-kampiai) ir išorės (apskritimai) degėsių bendrųjų mėginių. G. Piličiausko brėž.

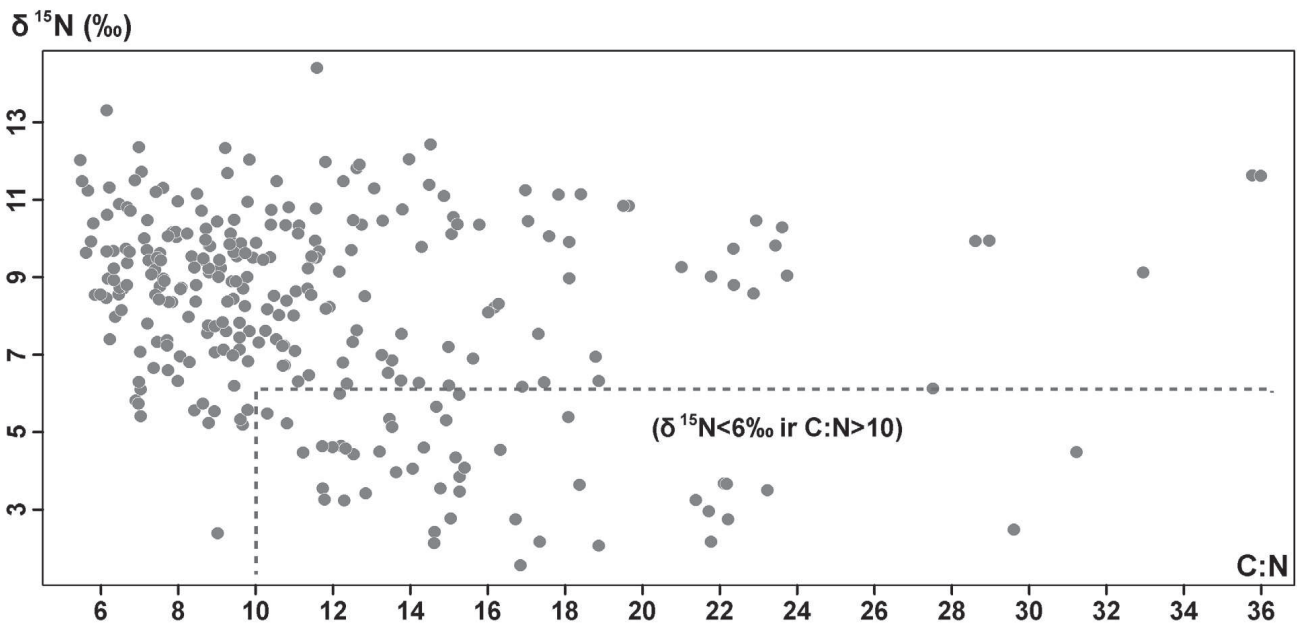
biausiai tikėtina, kad aukštesnes  $\delta^{15}\text{N}$  vertes indų išorėje lėmė išbėgusio iš indo maisto tiesioginis kontaktas su ugnimi ir degimas didesnėje temperatūroje. Eksperimentais įrodyta, kad ilgiau kaitinant grūdus jų  $\delta^{15}\text{N}$  vertės pakyla maždaug 1‰ (Fraser *ir kt.* 2013).

Tik labai retais, išimtiniais atvejais degėsiams keramikoje nėra maisto produktų liekanos. Lipidų tyrimas rumbuotos VKK puodynės degėsiuose atskleidė, kad juose yra betulino (beržo tošies dervos) (Robson *ir kt.*). Šios puodynės sienelės buvo neįprastai storos, greičiausiai ji skirta specialiai dervai gaminti.

## VANDENINIO IR SAUSUMINIO MAISTO KOMPONENTŲ IDENTIFIKAVIMAS

Pagrindinis bendrųjų mėginių stabilųjų izotopų analizės uždavinys buvo atpažinti vandeninio ir sausuminio maisto degėsius. Kaulų kolageno ir zooarcheologiniai duomenys rodo, kad pagrindinis maisto šaltinis subneolite buvo gėlavandenės žuvis, neolite ir bronzos amžiaus pradžioje – sausumos gyvūnai, greičiausiai naminiai. Jeigu pavyktų atskirti sausuminio maisto degėsius nuo vandeninio, būtų galima nustatyti, kada įvyko perėjimas nuo žvejybos prie gyvulininkystės. Be to, atpažinus sausuminio maisto degėsius, juos būtų galima datuoti AMS  $^{14}\text{C}$ , taip išvengiant radiokarbono vandens rezervuarų efektų paklaidų. Tai būtų ypač svarbu keramikos periodizacijai, kuri Pietryčių Baltijos regione yra labai grubi ir mažai pagrįsta su keramika neabejotinai viena laikų mėginių aboliutinėmis datomis.

Aukštesnės už 6‰  $\delta^{15}\text{N}$  vertės ir žemesnės už 10 C:N vertės būdingos maisto degėsiams gyvenvietėse, kurios siejamos su žvejyba ir jūros žinduolių medžiokle (Kunikita *ir kt.* 2007; 2013; Craig *ir kt.* 2011; Taché, Craig 2015; Lucquin *ir kt.* 2016). Tai leidžia daryti prielaidą, kad maisto degėsiams, rodantys ribines  $\delta^{15}\text{N}$  ir C:N vertes, yra mišraus maisto, didesnės už 6‰  $\delta^{15}\text{N}$  ir mažesnės nei 10 C:N vertes turintys degėsiams yra daugiausia vandeninio maisto, o žemesnių nei 6‰  $\delta^{15}\text{N}$  verčių ir didesnio nei 10 C:N santykio degėsiams daugiausia yra sausuminio maisto – augalinio arba žolėdžių gyvūnų liekanų (4 pav.). Tokioje interpretacijoje yra daug neapibrėžtumo. Artimas įvardintoms ribinėms  $\delta^{15}\text{N}$  ir C:N vertes turintys degėsiams gali būti tiek vandeninio, tiek sausuminio, tiek mišraus maisto, priklausomai nuo konkrečių produktų ir vietos ekologinių sąlygų. Vis dėlto jeigu svarbu yra ne kuo tiksliau įvardinti keramikoje gaminto maisto



4 pav. Maisto degėsių keramikoje bendrųjų mėginių  $\delta^{15}\text{N}$  ir C:N vertės. Punktyrine linija pažymėta tikėtina riba tarp sausuminio ir vandeninio maisto degėsių. G. Piličiausko brėž.

produktus (palikime tai lipidų biomolekulinei analizei), bet užtenka aptikti stambias maisto grupes ir pastebėti tik labai ryškius induose gaminto maisto pokyčius ilgalaikėje perspektyvoje, būtent didžiulės imties maisto degėsių tyrimas EA-IRMS yra tinkamas metodas.

#### KERAMINIUOSE INDUOSE GAMINTO MAISTO RAIDA SUBNEOLITE – ANKSTYVAJAME BRONZOS AMŽIUJE

Be jau minėtų 6-ių keramikos tipų, gautus rezultatus suskirstėme į smulkesnes grupes pagal radimviečių artumą jūrai į žemyninius ir jūrinius. Darėme prielaidą, kad įvairiais laikotarpiais ekonomika ir vartoto maisto šaltiniai arba jų proporcijos prie jūros ir toliau nuo jos galėjo reikšmingai skirtis. Apškaitavome keramikos grupėms būdingus  $\delta^{13}\text{C}$  ir  $\delta^{15}\text{N}$  vidurkius ir standartinius nuokrypius (2 lent.), taip pat individualius rezultatus pavaizdavome grafikuose, sudarytuose skirtingo tipo indų rezultatams (5–10 pav.).

Seniausia keramikos grupė – subneolito ( $n = 53$ ;  $\delta^{15}\text{N} = 9,6 \pm 2,1\text{‰}$ ;  $\delta^{13}\text{C} = -7,9 \pm 1,5\text{‰}$ ). Jeigu laikytume  $\delta^{15}\text{N}$  vertę 6‰ ribine, beveik visi subneolito keramikos degėsiai patenka į tikėtiną vandeninio maisto arealą, galbūt dalis greta vandeninio turi ir sausuminio maisto liekanų (5 pav.), bet mišraus maisto galima tikėtis tik žemyninių subneolito gyvenviečių induose ( $n = 33$ ;  $\delta^{15}\text{N} = 8,8 \pm 2,2\text{‰}$ ;  $\delta^{13}\text{C} = -28,2 \pm 1,3\text{‰}$ ), o pajūryje induose gamintas maistas tik iš vandeninių produktų –  $\delta^{15}\text{N}$  vertės labai aukštos ir homogeniškos ( $n = 20$ ;  $\delta^{15}\text{N} = 11,0 \pm 0,8\text{‰}$ ;  $\delta^{13}\text{C} = -27,3 \pm 1,7\text{‰}$ ). Taip pat galime manyti, kad aukščiausių  $\delta^{15}\text{N}$  ( $>10\text{‰}$ ) ir  $\delta^{13}\text{C}$  ( $> -27,2\text{‰}$ ) verčių degėsiai turi jūrinio maisto liekanų. Tai Šventosios 3, 4, 26 radimviečių vėlyvojo subneolito keramika. Joje gėlavandenės žuvys galėjo būti maišomos su ruonių mėsa ar taukais. Vandeninio maisto ir ypač gėlavandenių žuvų svarbą Lietuvos pajūrio subneolito žmonių gyvenime patvirtina tiek zooarcheologinė medžiaga, tiek pavienių žmonių kaulų kolageno stabilizujamųjų izotopų duomenys, tiek lipidų cheminiai tyrimai (Heron *ir kt.* 2015; Piličiauskas 2016; Piličiauskas *ir kt.* 2017c).



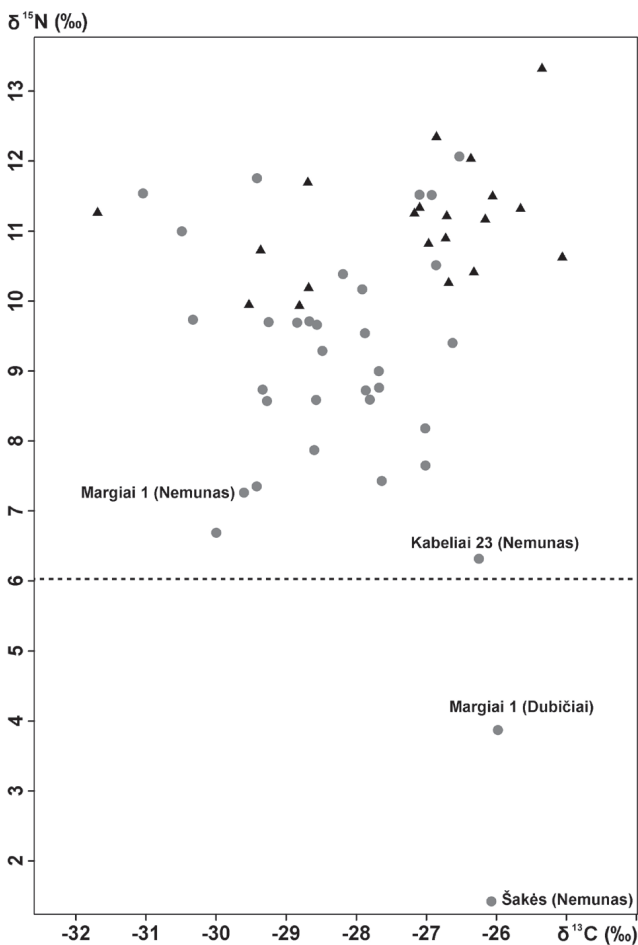
2 lentelė. Apskaičiuoti degėsių keramikoje bendrųjų mėginių  $\delta^{13}\text{C}$  ir  $\delta^{15}\text{N}$  vidurkiai ir standartiniai nuokrypiai.

Keramikos grupė	n	vidurkis $\delta^{13}\text{C}$ , ‰	SD $\delta^{13}\text{C}$	vidurkis $\delta^{15}\text{N}$ , ‰	SD $\delta^{15}\text{N}$
Subneolito žemyne	33	-28,2	1,3	8,8	2,2
Subneolito pajūryje	20	-27,3	1,7	11,0	0,8
Subneolito (visa)	53	-27,9	1,5	9,6	2,1
Hibridinė žemyne	18	-27,2	1,1	8,8	1,5
Hibridinė pajūryje	1	-25,3		9,4	
Hibridinė (visa)	19	-27,1	1,1	8,8	1,4
PK pajūryje	56	-30,0	1,7	9,5	1,3
RAK žemyne	9	-27,6	1,7	7,8	2,7
RAK pajūryje	44	-26,9	1,3	8,5	2,1
RAK (visa)	53	-27,0	1,3	8,4	2,2
VKK žemyne	44	-26,8	0,9	5,0	1,9
VKK pajūryje	14	-26,5	1,1	7,2	2,3
VKK (visa)	58	-26,7	0,9	5,6	2,2
Povirvelinė žemyne	33	-26,5	0,8	6,5	2,3
Povirvelinė pajūryje	3	-26,2	0,3	5,1	1,6
Povirvelinė (visa)	36	-26,5	0,7	6,4	2,2

Vos dviejų subneolito indų degėsiai neabejotinai yra sausuminio maisto (5 pav.). Įdomu, kad tai – ne narviška, šukinė ar porėtoji keramika, bet Dubičių tipo indas iš Margių 1 ( $\delta^{15}\text{N} = 3,7\text{‰}$ ;  $\delta^{13}\text{C} = -26,0\text{‰}$ ) ir Nemuno kultūros (toliau – NK) keramika iš Šakių ( $\delta^{15}\text{N} = 1,3\text{‰}$ ;  $\delta^{13}\text{C} = -26,1\text{‰}$ ) gyvenviečių. Labai joms artima yra kita NK keramikos šukė iš Kabelių 23 gyvenvietės ( $\delta^{15}\text{N} = 6,2\text{‰}$ ;  $\delta^{13}\text{C} = -26,2\text{‰}$ ). Nors jos  $\delta^{15}\text{N}$  ir viršija mūsų pasirinktą ribinę sausuminio maisto vertę (6‰), bet buvo tirti išorės degėsiai, kurių, kaip jau rašėme,  $\delta^{15}\text{N}$ , tikėtina, yra aukštesnis apie 1‰ dėl ilgesnio buvimo karštyje (Fraser *ir kt.* 2013). Pagaliau trečioji NK keramikos šukė iš Margių 1 gyvenvietės irgi rodo gana žemą  $\delta^{15}\text{N}$  vertę ( $\delta^{15}\text{N} = 7,1\text{‰}$ ;  $\delta^{13}\text{C} = -29,6\text{‰}$ ) bendrame subneolito kontekste (5 pav.). Akivaizdu, kad visos tirtos subneolito keramikos iš Pietryčių Lietuvos šukės yra labai žemų  $\delta^{15}\text{N}$  verčių. NK ir Dubičių tipo gyvenvietės irgi buvusios prie ežerų, bet žymiai mažesnių negu kitur. Galbūt NK žmonės daugiau medžiojo, negu kitose Lietuvos vietose prie didesnių vandens

telkinių gyvenę medžiotojai-rinkėjai, kurių didelę baltyminio raciono dalį sudarė gėlavandenės žuvis (Piličiauskas *ir kt.* 2017a). Deja, Pietryčių Lietuvoje tyrinėtos tik sausos, smėlinio tipo subneolito gyvenvietės, nėra zooarcheologinės medžiagos, žmonių kaulų, tad šios hipotezės jokiais kitais duomenimis kol kas negalima nei paremti, nei paneigti.

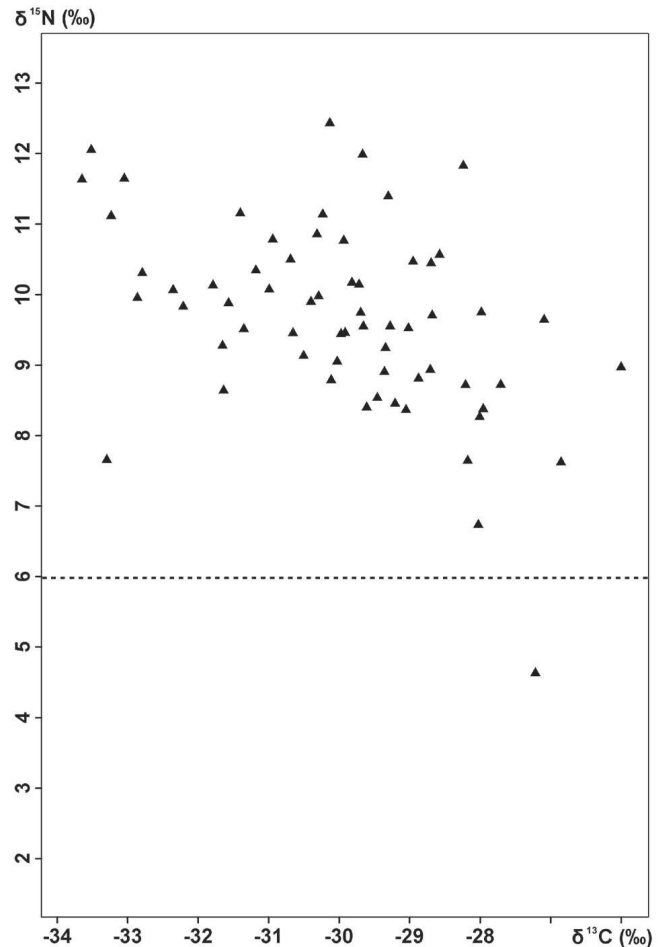
Neolite turime tris keramikos tipus: RAK, PK ir VKK. PK keramika aptinkama tik pajūryje, RAK ir VKK randama ir pajūryje, ir žemyne. PK pasirodė apie 3200 cal BC pačiame pietvakariniame Lietuvos kampe – Nidoje. Ji galėjo būti gaminama iki 2400 cal BC (Piličiauskas, Heron 2015). Ankstyviausiame etape ji buvo labai panaši į RAK keramiką. RAK gyvenvietės Lietuvoje galėjo atsirasti tuo pat metu, nors Šventojoje tyrinėtos yra datuojamos gerokai vėlesniu laikotarpiu – apie 2700 cal BC (Piličiauskas 2016). Pagaliau VKK datuojama 2800–2400 cal BC (Piličiauskas 2018) ir atrodytų, kad iš dalies persidengia su RAK ir PK. Tikėtina, kad dauguma VKK gyvenviečių turėtų būti datuoja-



5 pav. Subneolito keramikos maisto degėsių  $\delta^{15}\text{N}$  ir  $\delta^{13}\text{C}$  vertės žemyno (apskritimai) ir pajūrio (trikampiai) radimvietėse. Atskirai pažymėtos NK ir Dubičių tipo keramikos radimvietės. Punktyrine linija pažymėta tikėtina riba tarp sausuminio ir vandeninio maisto degėsių. *G. Piličiausko brėž.*

mos apie 2600–2400 cal BC, nors greičiausiai būta ir ankstesnių.

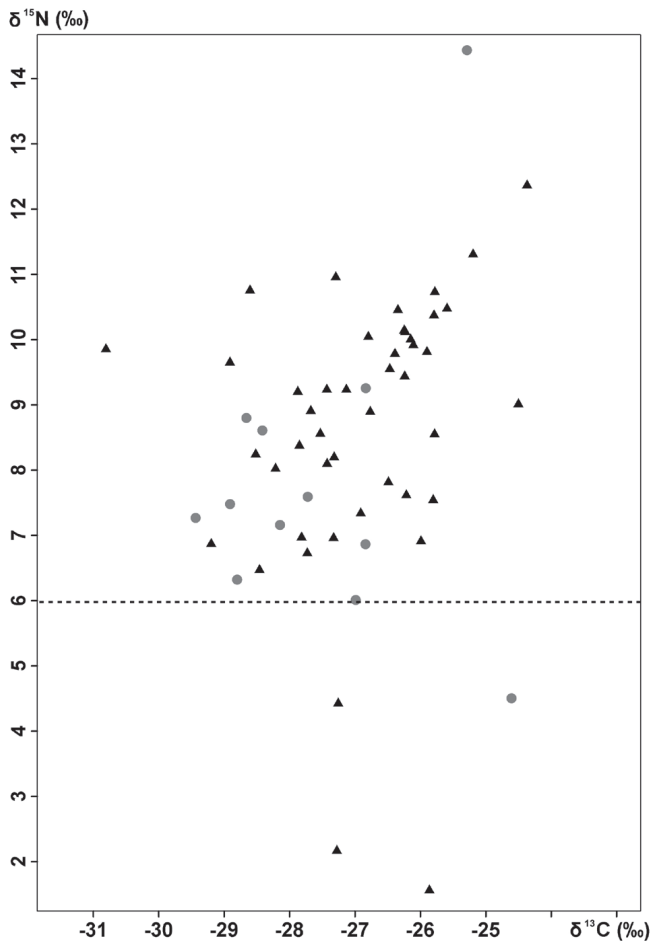
Pirmiausia aptarsime PK keramikos iš Nidos gyvenvietės degėsių izotopinius duomenis. Statistiškai patikimai subneolito ir PK keramikos indų degėsių  $\delta^{15}\text{N}$  vertės nesiskiria (t-test,  $t = -0,10$ ,  $df = 87$ ,  $p = 0,92$ ). Kaip ir subneolito keramikos atveju, aukštos PK keramikos  $\delta^{15}\text{N}$  vertės ( $n = 56$ ;  $\delta^{15}\text{N} = 9,5 \pm 1,3\text{‰}$ ;  $\delta^{13}\text{C} = -30,0 \pm 1,7\text{‰}$ ) liudija PK keramikoje buvus vandeninį maistą (6 pav.). GC-MS ir GC-C-IRMS publikuoti rezultatai tai visiškai patvirtina ir patikslina, kad žuvis buvusios ne iš jūros, bet gėlavandenės (Heron *ir kt.* 2015). Pagaliau naujausių kasinėjimų metu 2016 m. Nidoje buvo surinkta daug



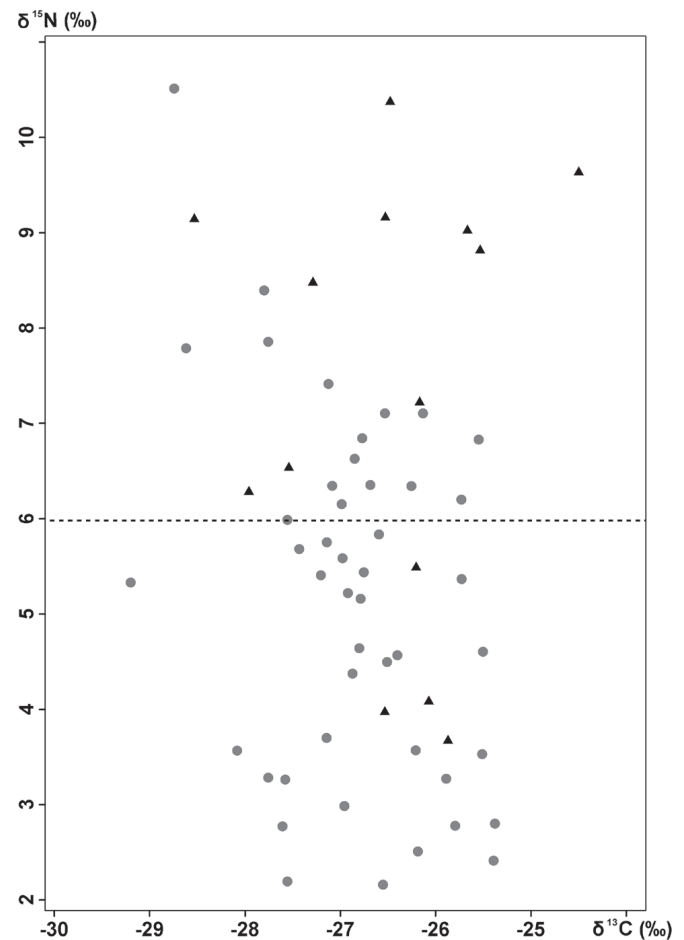
6 pav. Neolito PK keramikos maisto degėsių  $\delta^{15}\text{N}$  ir  $\delta^{13}\text{C}$  vertės Nidos gyvenvietėje. Punktyrine linija pažymėta tikėtina riba tarp sausuminio ir vandeninio maisto degėsių. *G. Piličiausko brėž.*

zooarcheologinės medžiagos, o tarp gyvūnų kaulų vyravo Kuršių marių ir migruojančių žuvų: karpinių, ešerių, lydekų, starkių, ungurių, lašišų. Labai smulkių jūros žuvelių (šprotų, silkių, tobių) kaulai galėjo pakliūti į židinius kartu su ruonių skrandžio turiniu (G. Piličiauskienės ir U. Schmölcke žodinė informacija).

Vos vieno indo Nidoje degėsių neabejotinai buvo sausuminės kilmės ( $\delta^{15}\text{N} = 4,5\text{‰}$ ;  $\delta^{13}\text{C} = -27,2\text{‰}$ ). Nidos gyventojai jau augino naminius gyvulius, taip pat ir pienui (Heron *ir kt.* 2015), bet pienas ar jo produktai keraminiuose induose, matyt, nebuvo kaitinami, nes tokiu atveju degėsių pateiktų daugiau sausuminio maisto įrodymų. PK keramikos



7 pav. Neolito RAK keramikos maisto degėsių  $\delta^{15}\text{N}$  ir  $\delta^{13}\text{C}$  vertės žemyno (apskritimai) ir pajūrio (trikampiai) radimvietėse. Punktyrine linija pažymėta tikėtina riba tarp sausuminio ir vandeninio maisto degėsių. G. Piličiausko brėž.



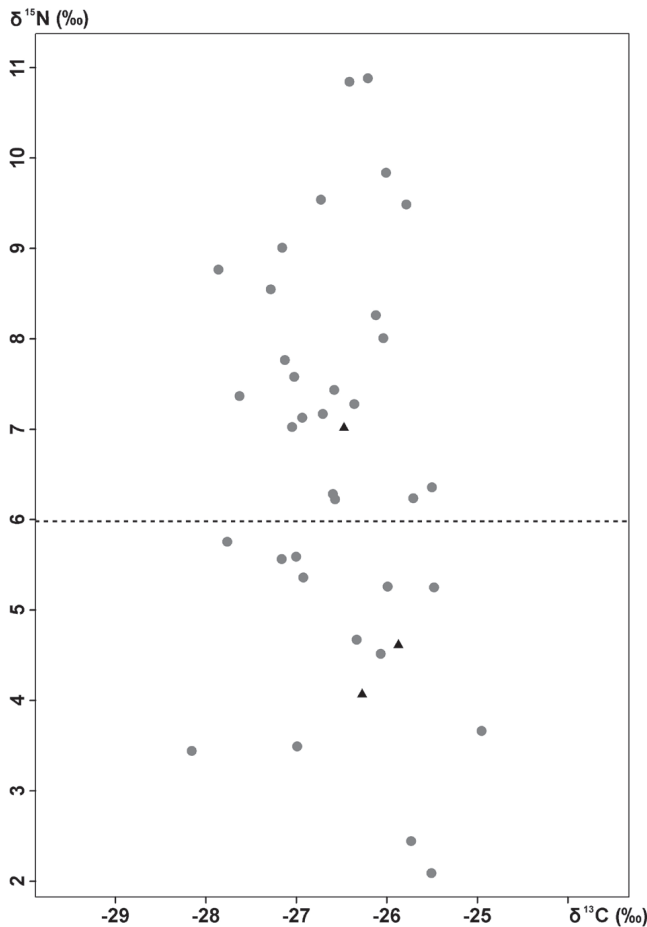
8 pav. Neolito VKK keramikos maisto degėsių  $\delta^{15}\text{N}$  ir  $\delta^{13}\text{C}$  vertės žemyno (apskritimai) ir pajūrio (trikampiai) radimvietėse. Punktyrine linija pažymėta tikėtina riba tarp sausuminio ir vandeninio maisto degėsių. G. Piličiausko brėž.

iš Nidos žemesnės  $\delta^{13}\text{C}$  vertės ( $-30,0 \pm 1,7\text{‰}$ ), palyginti su subneolito Šventosios radimvietėmis ( $n = 17$ ;  $\delta^{13}\text{C} = -27 \pm 1,6\text{‰}$ ), gali būti interpretuojamos kaip ženklas, kad ruonių produktų Nidos induose buvo mažiau negu Šventosios. Kita vertus, tai galėjo lemti ir ekologinės vietos sąlygos, pvz., žemesnės Kuršių marių žuvų  $\delta^{13}\text{C}$  vertės negu Šventosios paleolagūnos. Deja, to negalime patvirtinti, nes nėra duomenų apie Kuršių marių žuvų izotopinius signalus neolite.

RAK keramikos ( $n = 53$ ;  $\delta^{15}\text{N} = 8,4 \pm 2,2\text{‰}$ ;  $\delta^{13}\text{C} = -27,0 \pm 1,3\text{‰}$ )  $\delta^{15}\text{N}$  vertės yra žemesnės už subneolito indų ( $9,6 \pm 2,1\text{‰}$ ) ir skirtumas yra statistiškai patikimai reikšmingas ( $t$ -test,  $t = -3,05$ ,  $df = 109$ ,  $p <$

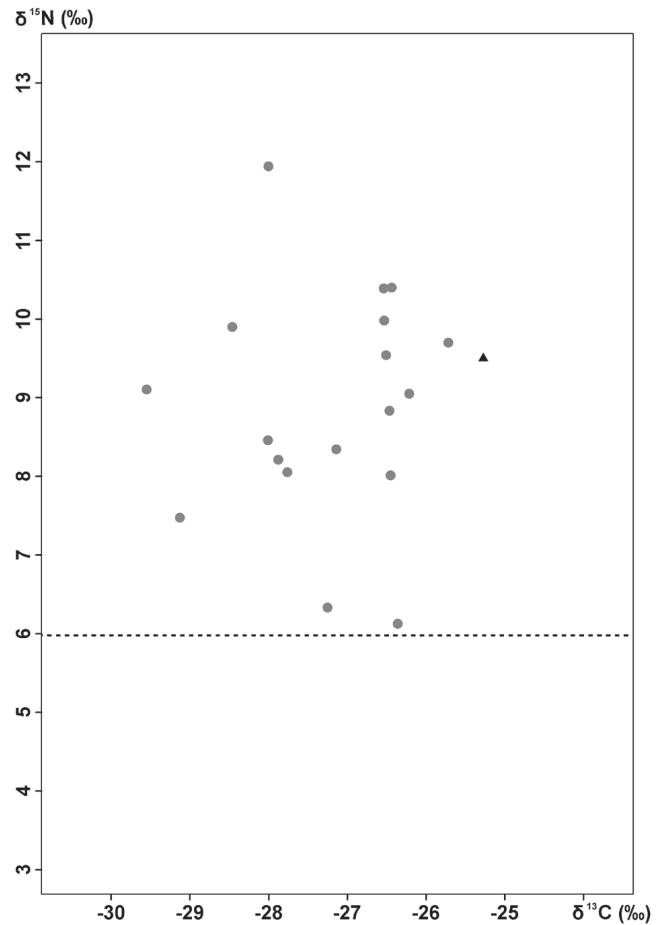
$0,05$ ), bet maisto degėsiuose vandeninis komponentas vis tiek vyrauja, jeigu ribinę vertę laikysime  $6\text{‰}$  (7 pav.). Tik pavieniuose induose (4-iuose iš 53-jų) virti grynai sausuminiai produktai. Greičiausiai RAK žmonės Lietuvoje augino naminius gyvulius, kaip ir RAK gyvenvietėse Lenkijoje (Szymt 1996), bet ir intensyviai žvejojo. Deja, iki šiol neturime neabejotinai su RAK keramika susijusių gyvūnų ar žmonių kaulų ir negalime to patvirtinti zooarcheologiniais bei kaulo kolageno stabilijų izotopų tyrimais.

VKK keramikos pajūrio gyvenvietėse ( $n = 14$ ;  $\delta^{15}\text{N} = 7,2 \pm 2,3\text{‰}$ ;  $\delta^{13}\text{C} = -26,5 \pm 1,1\text{‰}$ )  $\delta^{15}\text{N}$  vertės statistiškai reikšmingai skiriasi nuo žemyninių VKK gyvenviečių keramikos ( $n = 44$ ;  $\delta^{15}\text{N} = 5 \pm 1,9\text{‰}$ ;



9 pav. Povirvelinės keramikos maisto degėsių  $\delta^{15}\text{N}$  ir  $\delta^{13}\text{C}$  vertės žemyno (apskritimai) ir pajūrio (trikampiai) radimvietėse. Punktyrine linija pažymėta tikėtina riba tarp sausuminio ir vandeninio maisto degėsių. *G. Piličiausko brėž.*

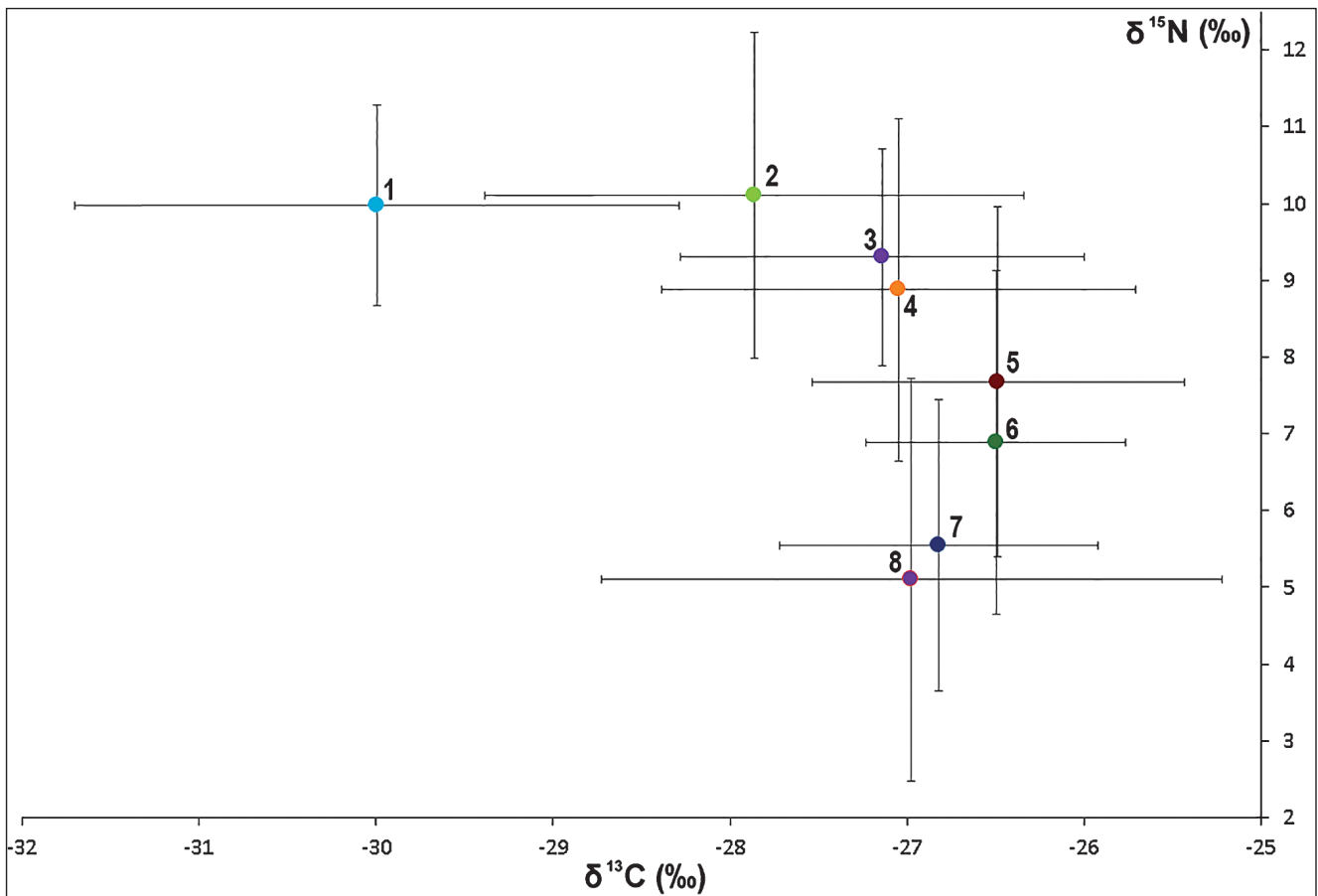
$\delta^{13}\text{C} = -26,8 \pm 0,9\text{‰}$   $\delta^{15}\text{N}$  verčių (t-test,  $t = 3,22$ ,  $df = 19$ ,  $p < 0,05$ ). Vadinasi, pirmosiose vyravo vandeninis maistas, antrosiose – sausuminis (8 pav.). Didžiuliai  $\delta^{15}\text{N}$  skirtumai tarp žemyninių VKK gyvenviečių maisto degėsių keramikoje ( $5 \pm 1,9\text{‰}$ ) ir subneolito indų ( $n = 33$ ;  $8,8 \pm 2,2\text{‰}$ ) rodo ryškų perėjimą žemyne nuo vandeninio maisto prie sausuminio neolito pradžioje. Pajūryje tai irgi jaučiama, nors vandeninio maisto resursų neatsisakyta ir jie greičiausiai vyravo daugumoje indų (8 pav.). VKK kapų kolageno stabilųjų izotopų duomenys čia labai svarbūs. Jie patvirtina drastišką perėjimą prie sausuminio maisto žemyne, nors tam tikrais gyvenimo periodais būdavo vartojama labai daug vandeninio maisto. Tai liudija skirtingos dantų dentino ir kaulų



10 pav. Hibridinės keramikos maisto degėsių  $\delta^{15}\text{N}$  ir  $\delta^{13}\text{C}$  vertės žemyno (apskritimai) ir pajūrio (trikampiai) radimvietėse. Punktyrine linija pažymėta tikėtina riba tarp sausuminio ir vandeninio maisto degėsių. *G. Piličiausko brėž.*

kolageno vertės, išmatuotos tam pačiam individui Biržuose (Piličiauskas *ir kt.* 2017a). Lietuvos pajūryje VKK kapai netirti, bet Švedijos pajūryje VKK grupės irgi vartojo daug vandeninio maisto, nors ne gėlavandeni iš lagūnų ar lagūninių ežerų, kaip Lietuvoje, bet iš Baltijos jūros (Fornander 2013).

Dietos pasikeitimus neolito pradžioje lėmė naujas ekonomikos tipas, kurį į Pietryčių Baltijos regioną atnešė nauji gyventojai – gyvulininkystė (Piličiauskas 2016). Būtent naminių gyvulių produktai lėmė žemas  $\delta^{15}\text{N}$  vertes maisto degėsiuose keramikoje, nes neabejotinų žemdirbystės (siaurąja prasme) įrodymų iš VKK gyvenviečių dar neturime (Piličiauskas *ir kt.* 2017b). Pieno produktų riebalai buvo identifikuoti 2-ose parketiniu raštu puoštose taurėse Nidoje (He-



11 pav. Maisto degėsių Lietuvos akmens ir ankstyvojo bronzos amžių keramikoje  $\delta^{15}\text{N}$  ir  $\delta^{13}\text{C}$  vidurkiai bei standartiniai nuokrypiai. 1 – PK, 2 – subneolito, 3 – hibridinė, 4 – RAK, 5 – VKK pajūryje, 6 – povirvelinė, 7 – VKK žemyne, 8 – Dubičių tipo ir NK keramika. G. Piličiausko brėž.

ron *ir kt.* 2015). Tokių taurių aptinkama ne tik vėliausioje PK fazėje apie 2500 cal BC, bet ir vienalaikėse VKK gyvenvietėse, tad greičiausiai ir VKK žmonės augino gyvulius pienui ir jo produktams. Maždaug tokiu pat metu datuojami keli VKK keramikos indai Suomijoje, kuriuose taip pat buvo aptikta pieno produktų liekanų (Cramp *ir kt.* 2014a).

Imant bendrai žemyno ir pajūrio gyvenvietes, maisto degėsių nuo povirvelinės keramikos indų izotopiniai signalai ( $n = 36$ ;  $\delta^{15}\text{N} = 6,4 \pm 2,2\text{‰}$ ;  $\delta^{13}\text{C} = -26,5 \pm 0,7\text{‰}$ ) yra labai artimi VKK ( $n = 58$ ;  $\delta^{15}\text{N} = 5,6 \pm 2,2\text{‰}$ ;  $\delta^{13}\text{C} = -26,7 \pm 0,9\text{‰}$ ) (9 pav.).  $\delta^{15}\text{N}$  verčių skirtumas nėra statistiškai patikimai reikšmingas (t-test,  $t = -1,91$ ,  $df = 80$ ,  $p = 0,06$ ), bet lygindami rezultatus tik iš žemyno povirvelinės keramikos ( $n = 33$ ;  $\delta^{15}\text{N} = 6,5 \pm 2,3\text{‰}$ ;  $\delta^{13}\text{C} = -26,5 \pm 0,8\text{‰}$ ) ir žemyno VKK ( $n = 44$ ;  $\delta^{15}\text{N} = 5 \pm 1,9\text{‰}$ ;  $\delta^{13}\text{C} = -26,8 \pm 0,9\text{‰}$ ),

gauname statistiškai patikimai reikšmingą skirtumą (t-test,  $t = -3,16$ ,  $df = 68$ ,  $p < 0,05$ ), kuris verčia manyti, kad neolito pabaigos ir bronzos amžiaus pirmosios pusės maisto degėsiuose žemyno gyvenvietėse yra daugiau vandeninio maisto negu VKK degėsiuose žemyno gyvenvietėse. Analogiškam pajūrio gyvenviečių palyginimui trūksta medžiagos – iš pajūrio tirtas tik vienas povirvelinės keramikos indas. Galima manyti, kad žemdirbystė ankstyvajame bronzos amžiuje vis dar nebuvo svarbi – auginti naminiai gyvuliai ir žvejota. Žemės ūkio intensyvavimo fazė, matyt, buvo vėliau, bronzos amžiaus viduryje. Seniausi miežiai ir soros Lietuvoje datuojami atitinkamai 1300 ir 700 cal BC (Piličiauskas *ir kt.* 2017b).

Hibridinės keramikos tipas ( $n = 19$ ;  $\delta^{15}\text{N} = 8,8 \pm 1,4\text{‰}$ ;  $\delta^{13}\text{C} = -27,1 \pm 1,1\text{‰}$ ) išskirtas įvardyti



indams su kriauklėmis liesinta molio mase, greičiausiai smailiadugniams, bet su VKK būdingu horizontalių virvučių ornamentu. Atrodo, tokia keramika gaminta pačioje neolito pradžioje, galbūt ir ankstyvajame bronzos amžiuje. Hibridinės keramikos maisto degėsių  $\delta^{15}\text{N}$  vertės ( $8,8 \pm 1,4\%$ ) yra žemesnės už subneolito keramikos ( $9,6 \pm 2,1\%$ ), bet skirtumas nėra statistiškai patikimai reikšmingas (t-test,  $t = -1,86$ ,  $df = 47$ ,  $p = 0,07$ ). Vadinasi, hibridinės keramikos induose, kaip ir subneolitiniuose, vyrauja vandeninis maistas (10 pav.). Be to, dabar galime tvirtiau pasakyti, kad šią keramiką gamino subneolito medžiotojų ir žvejų palikuonys, kopijuodami neolito indų ornamentus ir formas, bet naudota ji buvo įprastai – žuvų patiekalams ruošti.

Visų keramikos tipų  $\delta^{15}\text{N}$  ir  $\delta^{13}\text{C}$  vidurkių vertės pavaizdavę viename grafike aiškiai matome, kad didžiojoje Lietuvos dalyje, išskyrus pietrytinę (Dubičių tipo ir NK arealus), keramikos funkcijos pokyčiai link sausuminio maisto naudojimo prasidėjo kartu su RAK, įsibėgėjo su VKK, bet visai nepalietė PK (11 pav.).

## IŠVADOS IR TYRIMŲ PERSPEKTYVOS

1. Degėsių keramikoje bendrųjų mėginių izotopiniai tyrimai patvirtina, kad subneolite didžiojoje Lietuvos dalyje keraminiuose induose buvo verdamai, kepami arba fermentuojami vandeninio maisto produktai. Atrodo, kad sausuminis maistas labiau gamintas Pietryčių Lietuvoje, Dubičių tipo ir NK gyvenvietėse. Čia greičiausiai svarbesnė už žvejybą buvo medžioklė, bet tirtų indų buvo tik 3, tad tokia išvada dar labai menkai pagrįsta.

2. Atliktas tyrimas rodo ryškius mitybos pokyčius, vykusius neolito pradžioje, tačiau atskleidžia ir jų nevienodą mastą žemyne bei pajūryje. Neolito PK ir RAK induose vis dar vyrauja vandeninis maistas, o VKK induose, ypač žemyne, – jau sausuminio maisto produktai. Šie rezultatai patvirtina PK, RAK ir VKK gyvenvietėse pajūryje buvus mišraus tipo

ekonomiką su svarbia žvejyba ir ruonių medžiokle, o žemyninėse VKK gyvenvietėse pirmoje vietoje greičiausiai buvę naminiai gyvuliai.

3. Bronzos amžiaus pradžioje induose nepadaugėja sausuminio maisto, o žemyninėse gyvenvietėse netgi šiek tiek sumažėja. Greičiausiai gyvulininkystė intensyvėjo ir žemdirbystė prasidėjo vėliau, bronzos amžiaus viduryje, kurio indai nebuvo tirti.

4. Degėsių nuo akmens ir bronzos amžių keramikos bendrųjų mėginių EA-IRMS rezultatų interpretacijos gerai dera su kaulų kolageno stabilųjų izotopų, zooarcheologinių, lipidų keramikoje cheminių tyrimų duomenimis, todėl darome prielaidą, kad metodas yra tinkamas ir gali būti vertinamas kaip naujas ir nepriklausomas informacijos apie priešistorinių visuomenių mitybą ir keraminių indų funkcijas šaltinis, svarbus suprantant neolitizacijos procesą tiek Pietryčių Baltijos regione, tiek kitur.

5. Kadangi subneolito keramikoje visuotinai matomas ir dažniausiai vyrauja vandeninio maisto komponentas, šios keramikos maisto degėsių, netyrus jų kilmės, AMS  $^{14}\text{C}$  datuoti nereikėtų, nes labai tikėtinas ir sunkiai išmatuojamas radiokarbono vandens rezervuarų efektas pasendins datas ir ves prie klaidingų interpretacijų.

6. Pietryčių Baltijos regione vis dar menkai pažįstamoms neolito ir bronzos amžių keramikos sekoms tobulinti labai perspektyvus metodas būtų prie keramikos prikepusių maisto degėsių AMS  $^{14}\text{C}$  datavimas, nors tam greta bendrųjų mėginių izotopinių itin praverstų biomolekuliniai lipidų tyrimai, kurių rezultatais remiantis būtų galima patikimiau atskirti tinkamus datuoti sausuminio maisto degėsius nuo netinkamų datuoti vandeninio arba mišraus – sausuminio ir vandeninio maisto degėsių.

### Padėka

Tyrimą finansavo Lietuvos mokslo taryba (projekto Nr. APP-6/2016). Dėkojame Lietuvos nacionaliam muziejui už galimybę tirti keramiką ir maisto degėsius.

PRIEDAS. KERAMIKOS MAISTO DEGĖSIŲ BENDRŲJŲ MĖGINIŲ EA-IRMS REZULTATAI. PILKAI PAŽYMĖTI TO PATIES INDO DEGĖSIŲ MĖGINIAI.

Nr.	Radinvietė	Tyrimų metai	Šukės kodas	Indo tipas	Fragmentas	Mėginio vieta	%N	%C	$\delta^{15}\text{N}$ , ‰	$\delta^{13}\text{C}$ , ‰	C:N	Keramikos tipas
1	Alksnynė 3	2016	A11	puodas	sienele	vidus	4,6	35,5	8,9	-25,7	9,0	VKK
2	Alksnynė 3	2016	A12	puodas	sienele	išorė	1,8	33,8	8,7	-25,5	22,4	VKK
3	Alksnynė 3	2016	A13	puodas	sienele	vidus	2,0	20,4	9,1	-26,5	12,2	VKK
4	Alksnynė 3	2016	A14	puodas	sienele	vidus	4,3	22,5	8,4	-27,3	6,1	VKK
5	Alksnynė 3	2016	A15	puodas	sienele	išorė	1,3	37,1	9,0	-28,5	32,9	VKK
6	Alksnynė 3	2016	A16	puodas	sienele	vidus	2,4	30,9	7,1	-26,2	15,0	VKK
7	Daktariškė 1	1980	Dk1-9k	puodas	pakraštėlis	išorė	1,8	34,9	8,5	-28,4	22,9	RAK
8	Daktariškė 5	2016	Dk623	puodas	sienele	vidus	6,4	51,6	6,1	-26,6	9,4	Povirvelinė
9	Daktariškė 5	2016	Dk438	puodas	sienele	vidus	3,6	39,1	3,3	-28,2	12,8	Povirvelinė
10	Daktariškė 5	2016	Dk417	puodas	priedugnįs	išorė	2,8	33,1	6,2	-25,5	13,8	Povirvelinė
11	Daktariškė 5	2016	Dk59	puodas	sienele	vidus	5,6	43,0	7,6	-27,1	8,9	Povirvelinė
12	Daktariškė 5	2016	Dk268	puodas	sienele	vidus	3,7	47,5	6,1	-25,7	15,0	Povirvelinė
13	Daktariškė 5	2016	Dk128	puodas	sienele	vidus	2,1	28,0	3,4	-27,0	15,3	Povirvelinė
14	Daktariškė 5	2016	Dk433	puodas	sienele	vidus	6,7	36,7	7,9	-26,0	6,4	Povirvelinė
15	Daktariškė 5	2016	Dk207	puodas	sienele	vidus	5,5	41,9	5,4	-27,2	8,9	Povirvelinė
16	Daktariškė 5	2016	Dk376	puodas	sienele	vidus	5,6	45,9	5,2	-26,9	9,6	Povirvelinė
17	Daktariškė 5	2016	Dk494	puodas	pakraštėlis	išorė	5,5	57,0	4,6	-26,3	12,2	Povirvelinė
18	Daktariškė 5	2016	Dk492	puodas	sienele	vidus	4,2	29,4	8,6	-27,9	8,1	Povirvelinė
19	Daktariškė 5	2016	Dk492	puodas	sienele	išorė	2,9	48,4	10,8	-26,2	19,6	Povirvelinė
20	Daktariškė 5	2016	Dk240	puodas	pakraštėlis	vidus	6,2	41,0	6,5	-26,8	7,7	VKK
21	Daktariškė 5	2016	Dk342	puodas	sienele	vidus	4,1	51,9	2,3	-25,7	14,6	Povirvelinė
22	Daktariškė 5	2016	Dk525	puodas	sienele	vidus	5,9	39,0	7,3	-27,1	7,7	VKK
23	Daktariškė 5	2016	Dk382	puodas	priedugnįs	vidus	4,1	28,9	6,7	-26,8	8,3	VKK
24	Daktariškė 5	2016	Dk90	puodas	dugnelis	vidus	4,5	37,0	7,7	-27,8	9,6	VKK
25	Daktariškė 5	2016	Dk541	puodas	viršutinė dalis	vidus	7,4	45,5	10,4	-28,7	7,2	VKK
26	Daktariškė 5	2016	Dk524	puodas	viršutinė dalis	vidus	6,3	47,1	9,4	-25,8	8,7	Povirvelinė
27	Daktariškė 5	2016	Dk323	puodas	sienele	vidus	4,1	43,4	4,5	-25,5	12,3	VKK
28	Daktariškė 5	2016	Dk16-497D1	puodas	sienele	išorė	5,6	53,3	10,1	-27,9	11,1	Subneolito

Nr.	Radimvietė	Tyrimų metai	Šukės kodas	Indo tipas	Fragmentas	Mėginio vieta	%N	%C	$\delta^{15}\text{N}$ , ‰	$\delta^{13}\text{C}$ , ‰	C:N	Keramikos tipas
29	Daktariškė 5	2016	Dk16-259D	puodelis	pakraštėlis	vidus	6,2	53,5	7,2	-29,4	10,1	Subneolito
30	Daktariškė 5	2016	Dk16-485C	puodas	sienele	vidus	7,2	39,9	8,5	-28,6	6,5	Subneolito
31	Daktariškė 5	2016	Dk16-230C	puodas	sienele	vidus	8,2	42,2	8,5	-27,8	6,0	Subneolito
32	Daktariškė 5	2016	Dk16-526D1	puodas	pakraštėlis	vidus	7,1	41,1	9,6	-28,8	6,7	Subneolito
33	Daktariškė 5	2016	Dk16-79B7	puodas	sienele	vidus	9,7	51,0	9,6	-29,3	6,1	Subneolito
34	Daktariškė 5	2016	Dk16-231B7	puodas	pakraštėlis	vidus	3,3	18,5	8,1	-27,0	6,5	Subneolito
35	Daktariškė 5	2016	Dk16-363B7	puodas	pakraštėlis	išorė	4,3	45,9	10,4	-26,9	12,5	Subneolito
36	Daktariškė 5	2016	Dk16-392Ba	puodas	pakraštėlis	išorė	7,3	40,4	8,6	-27,7	6,5	Subneolito
37	Daktariškė 5	2016	Dk16-343Ba	puodas	pakraštėlis	vidus	6,1	47,5	7,8	-28,6	9,1	Subneolito
38	Daktariškė 5	2016	Dk16-329B	puodas	kaklelis	vidus	5,0	45,7	7,9	-27,8	10,6	Hibridinė
39	Daktariškė 5	2016	Dk16-279Bv	puodas	pakraštėlis	išorė	6,4	45,9	9,2	-28,5	8,4	Subneolito
40	Daktariškė 5	2016	Dk16-484B4	puodas	pakraštėlis	išorė	5,9	53,5	11,4	-26,9	10,5	Subneolito
41	Daktariškė 5	1987	Dk87 V 4a1	puodas	pakraštėlis	išorė	3,6	50,2	8,1	-26,1	16,2	Povirvelinė
42	Daktariškė 5	1987	Dk87 III 1b	puodas	pakraštėlis	vidus	6,0	44,2	5,6	-27,8	8,6	Povirvelinė
43	Daktariškė 5	1987	Dk87 II 9b1	puodas	pakraštėlis	vidus	5,8	54,6	7,0	-26,9	11,0	Povirvelinė
44	Daktariškė 5	1987	Dk87 II 9b2	puodas	dugnelis	vidus	3,0	43,5	6,1	-25,7	16,9	VKK
45	Daktariškė 5	1987	Dk87 I 7a	puodas	pakraštėlis	išorė	6,7	50,8	9,7	-26,0	8,8	Povirvelinė
46	Daktariškė 5	1987	Dk87 I 6b2	puodas	pakraštėlis	išorė	4,4	40,6	7,2	-26,4	10,7	Povirvelinė
47	Daktariškė 5	1989	Dk89 X 4b	puodas	pakraštėlis	vidus	5,0	45,4	7,3	-26,6	10,5	Povirvelinė
48	Daktariškė 5	1987	Dk87 V 6a1	amfora	sienele	vidus	2,1	56,8	4,4	-24,6	31,2	RAK
49	Daktariškė 5	1987	Dk87 III 2b	puodas	kaklelis	vidus	5,3	31,6	6,0	-26,4	7,0	Hibridinė
50	Daktariškė 5	1987	Dk87 III 2a	puodas	kaklelis	vidus	3,6	48,8	10,3	-26,5	15,8	Hibridinė
51	Daktariškė 5	1987	Dk87 I 4a	puodas	kaklelis	išorė	2,2	40,7	8,9	-26,2	21,8	Hibridinė
52	Daktariškė 5	1988	Dk88 VIII 6a1	puodas	kaklelis	išorė	5,2	51,6	9,9	-26,5	11,5	Hibridinė
53	Daktariškė 5	1987	Dk87 V 6a2	puodas	pakraštėlis	vidus	3,7	47,9	2,7	-25,4	15,0	VKK
54	Daktariškė 5	1987	Dk87 III 3a1	amfora	sienele	vidus	4,0	52,2	4,3	-26,9	15,2	VKK
55	Daktariškė 5	1987	Dk87 IV 5a1	dubuo	sienele	vidus	5,1	39,1	7,0	-26,5	8,9	VKK
56	Daktariškė 5	1987	Dk87 II 7a1	puodas	dugnelis	vidus	2,0	46,6	6,0	-27,0	27,5	VKK
57	Daktariškė 5	1987	Dk87 II 6a	puodas	sienele	vidus	4,7	48,7	4,5	-26,8	12,0	VKK
58	Daktariškė 5	1987	Dk87 III 1a	taurė	pakraštėlis	išorė	4,9	35,0	5,5	-27,0	8,4	VKK

PRIEDO TĖSINYS

Nr.	Radinvietė	Tyrimų metai	Šukės kodas	Indo tipas	Fragmentas	Mėginio vieta	%N	%C	δ <sup>15</sup> N, ‰	δ <sup>13</sup> C, ‰	C:N	Keramikos tipas
59	Daktariškė 5	1987	Dk87 I 3a	puodas	dugnelis	vidus	7,1	42,7	7,0	-26,1	7,0	VKK
60	Daktariškė 5	1988	Dk88 VII 5b	puodas	pakraštėlis	vidus	4,3	49,6	5,3	-25,7	13,5	VKK
61	Daktariškė 5	1988	Dk88 VII 5a	puodas	pakraštėlis	išorė	4,6	46,2	3,5	-28,1	11,7	VKK
62	Daktariškė 5	1988	Dk88 VIII 5b	puodas	pakraštėlis	vidus	6,1	47,1	2,3	-25,4	9,0	VKK
63	Daktariškė 5	1990	Dk90 XI 6b	puodas	sienelė	vidus	4,2	52,5	2,0	-26,6	14,6	VKK
64	Daktariškė 5	1990	Dk90 XI 4b	puodas	sienelė	vidus	7,6	50,8	8,3	-27,8	7,8	VKK
65	Daktariškė 5	1987	Dk87 III 4b	puodas	pakraštėlis	išorė	5,1	50,4	9,6	-25,7	11,6	Hibridinė
66	Daktariškė 5	1987	Dk87 V 6a3	puodas	pakraštėlis	vidus	6,1	49,6	9,8	-28,5	9,4	Hibridinė
67	Daktariškė 5	1987	Dk87 I 5a	puodas	pakraštėlis	išorė	–	36,1	3,6	–	–	Povirvelinė
68	Daktariškė 5	1987	Dk87 I/II	puodas	sienelė	vidus	2,2	34,6	3,5	-25,0	18,4	Povirvelinė
69	Daktariškė 5	1987	Dk87 I 5b	puodas	sienelė	išorė	3,8	53,5	8,2	-27,1	16,3	Hibridinė
70	Daktariškė 5	1987	Dk87 I kontr. 1	puodas	pakraštėlis	vidus	6,5	39,0	6,2	-28,8	7,0	RAK
71	Daktariškė 5	1987	Dk IV 5a2	puodas	pakraštėlis	vidus	4,7	47,2	3,2	-27,8	11,8	VKK
72	Daktariškė 5	1987	Dk IV 5a2	puodas	pakraštėlis	vidus	4,6	48,6	3,1	-27,6	12,3	VKK
73	Daktariškė 5	1987	Dk II 7a2	puodas	pakraštėlis	išorė	7,0	44,4	9,4	-26,7	7,5	Povirvelinė
74	Daktariškė 5	1987	Dk III	puodas	pakraštėlis	vidus	4,8	44,8	5,1	-25,5	10,8	Povirvelinė
75	Daktariškė 5	1987	Dk EM2245;950	puodas	pakraštėlis	vidus	5,6	46,2	7,1	-26,7	9,6	Povirvelinė
76	Daktariškė 5	1987	Dk EM2245;950	puodas	pakraštėlis	vidus	6,3	51,1	6,9	-27,0	9,4	Povirvelinė
77	Daktariškė 5	1987	Dk IV 4b	puodas	pakraštėlis	vidus	4,7	45,2	4,4	-26,5	11,2	VKK
78	Daktariškė 5	1987	Dk III 6b	puodas	pakraštėlis	išorė	9,4	53,6	10,7	-26,4	6,7	Povirvelinė
79	Daktariškė 5	1987	Dk 87ST	puodas	kaklelis	išorė	6,8	51,3	9,1	-26,8	8,8	RAK
80	Daktariškė 5	1987	Dk 87FD	puodas	kaklelis	vidus	6,6	54,0	7,4	-28,9	9,6	RAK
81	Daktariškė 5	1987	Dk87	puodas	kaklelis	vidus	5,7	45,0	7,0	-28,1	9,2	RAK
82	Daktariškė 5	1987	Dk V 4a2	puodas	pakraštėlis	vidus	3,9	54,9	4,5	-26,4	16,3	VKK
83	Daktariškė 5	1987	Dk EM2245;2228	puodas	kaklelis	vidus	1,0	13,4	5,2	-29,2	14,9	VKK
84	Daktariškė 5	1987	Dk V 4b	puodas	pakraštėlis	vidus	5,6	46,6	5,1	-26,9	9,7	VKK
85	Daktariškė 5	1987	Dk II 8b	puodas	pakraštėlis	išorė	6,0	50,2	11,9	-26,5	9,8	Subneolito
86	Daktariškė 5	1987	Dk I 6a	puodas	pakraštėlis	išorė	4,8	50,4	11,4	-27,1	12,3	Subneolito
87	Daktariškė 5	1987	Dk II 9a1	puodas	pakraštėlis	išorė	5,3	52,1	9,4	-27,9	11,6	Subneolito
88	Daktariškė 5	1987	Dk II 9a2	puodas	pakraštėlis	vidus	6,8	46,8	8,6	-29,3	8,0	Subneolito

Nr.	Radimvietė	Tyrimų metai	Šukės kodas	Indo tipas	Fragmentas	Mėginio vieta	%N	%C	$\delta^{15}\text{N}$ , ‰	$\delta^{13}\text{C}$ , ‰	C:N	Keramikos tipas
89	Daktariškė 5	1987	Dk V 3a	puodas	pakraštėlis	išorė	4,8	47,1	9,4	-26,5	11,4	Hibridinė
90	Daktariškė 5	1987	Dk III 3a	puodas	pakraštėlis	vidus	7,0	49,6	7,9	-26,4	8,3	Hibridinė
91	Daktariškė 5	1988	Dk IX 3b	puodas	pakraštėlis	vidus	4,1	43,5	6,2	-26,6	12,4	Povirvelinė
92	Daktariškė 5	1988	Dk VIII	puodas	pakraštėlis	vidus	7,1	46,9	7,2	-29,4	7,7	RAK
93	Daktariškė 5	1987	Dk VI 5b	puodas	sienelė	išorė	4,2	54,3	10,3	-26,4	15,2	Hibridinė
94	Daktariškė 5	1987	Dk EM2245:574	puodas	kaklelis	vidus	4,3	40,5	6,2	-27,3	11,1	Hibridinė
95	Daktariškė 5	1987	Dk VI 1b	puodas	dugnelis	vidus	3,6	24,7	6,2	-27,1	8,0	VKK
96	Daktariškė 5	1988	Dk VIII 6a2	amfora	kaklelis	vidus	6,4	48,3	7,5	-27,7	8,7	RAK
97	Daktariškė 5	1990	Dk X 8b1	puodas	pakraštėlis	vidus	5,1	52,9	5,9	-27,0	12,2	RAK
98	Daktariškė 5	1990	X 8b1	puodas	pakraštėlis	vidus	6,4	53,6	6,8	-26,8	9,8	RAK
99	Daktariškė 5	1990	Dk X 8b2	puodas	dugnelis	vidus	4,2	49,2	6,2	-26,7	13,8	VKK
100	Daktariškė 5	1987	Dk87 I kontr. 2	puodas	pakraštėlis	vidus	8,8	52,4	5,6	-27,1	7,0	VKK
101	Daktariškė 5	1990	Dk90 EM2245:2235	puodas	sienelė	išorė	4,5	44,5	14,3	-25,3	11,6	RAK
102	Daktariškė 5	1990	Dk90 X 6b2	puodas	pakraštėlis	vidus	8,2	52,7	8,7	-28,7	7,5	RAK
103	Daktariškė 5	1987	II 8a	puodas	pakraštėlis	vidus	6,8	43,7	9,5	-28,6	7,5	Subneolito
104	Daktariškė 5	1987	II 6b	puodas	pakraštėlis	išorė	8,2	47,0	9,3	-26,6	6,7	Subneolito
105	Daktariškė 5	1987	X 6b1	puodas	pakraštėlis	vidus	8,8	47,8	9,6	-28,7	6,3	Subneolito
106	Daktariškė 5	1990	-	puodas	dugnelis	vidus	3,7	47,3	3,5	-26,2	14,8	VKK
107	Daktariškė 5	1990	X 8a	puodas	sienelė	vidus	4,6	22,8	8,5	-29,3	5,8	Subneolito
108	Daktariškė 5	1990	X 8a	puodas	sienelė	vidus	7,0	45,3	8,9	-27,7	7,6	Subneolito
109	Daktariškė 5	1990	XI 5a	puodas	sienelė	vidus	5,8	32,9	8,6	-27,9	6,6	Subneolito
110	Daktariškė 5	1990	XI 4a	puodas	sienelė	vidus	8,6	45,9	7,3	-27,6	6,2	Subneolito
111	Daktariškė 5	1987	I? 6a	puodas	sienelė	vidus	7,7	48,8	6,6	-30,0	7,4	Subneolito
112	Gaigalinė 1	1983	Ga-12y	puodas	sienelė	vidus	2,3	43,5	2,1	-27,6	21,8	VKK
113	Gaigalinė 2	1983	Ga2-III 9n(1)	puodas	sienelė	vidus	1,5	26,7	3,2	-25,9	21,4	VKK
114	Gaigalinė 2	1983	Ga2-III 9n(2)	puodas	sienelė	vidus	1,2	23,8	3,4	-25,5	23,2	VKK
115	Kabeliai 23	1999	Kb23-K55a	puodas	pakraštėlis	išorė	2,0	29,6	6,2	-26,2	17,5	Subneolito
116	Karaviškės 6	2005	Kr05-2777	puodas	sienelė	vidus	1,5	38,0	2,4	-26,2	29,6	VKK
117	Katros ištakos 1	1998	Kt-480	puodas	sienelė	vidus	1,8	23,0	5,9	-27,6	15,3	VKK
118	Katros ištakos 1	1998	Kt-260	puodas	pakraštėlis	vidus	1,4	26,2	3,6	-27,1	22,1	VKK



PRIEDO TĖSINYS

Nr.	Radimvietė	Tyrimų metai	Šukės kodas	Indo tipas	Fragmentas	Mėginio vieta	%N	%C	$\delta^{15}\text{N}$ , ‰	$\delta^{13}\text{C}$ , ‰	C:N	Keramikos tipas
119	Kretuonas IC	1987	-	puodas	pakraštėlis	vidus	3,6	24,9	10,9	-30,5	8,0	Subneolito?
120	Kunigiškiai	1997	Kng-Š1	puodas	sienele	vidus	1,9	36,2	2,7	-27,6	22,2	VKK
121	Kvietiniai	2015	Kv1035	puodas	sienele	vidus	5,2	43,3	5,5	-27,0	9,8	Povirvelinė
122	Kvietiniai	2015	Kv2303	taurė	sienele	vidus	3,5	44,1	5,6	-27,4	14,7	VKK
123	Kvietiniai	2015	Kv732	puodas	sienele	vidus	5,2	39,2	5,1	-26,0	8,8	Povirvelinė
124	Kvietiniai	2015	Kv152	puodas	sienele	vidus	2,2	36,0	6,2	-26,3	18,9	VKK
125	Kvietiniai	2015	Kv1588	puodas	sienele	vidus	3,5	37,3	7,2	-27,6	12,5	Povirvelinė
126	Kvietiniai	2015	Kv228	puodas	sienele	vidus	3,0	44,7	7,5	-27,0	17,3	Povirvelinė
127	Margiai 1	1980	Mrg1-EM2258:958	puodas	sienele	vidus	2,4	37,2	5,3	-27,2	18,1	VKK
128	Margiai 1	1980	Mrg1-1980slA	puodas	sienele	vidus	3,0	34,6	5,0	-26,8	13,5	VKK
129	Margiai 1	1981	Mrg1-7a	puodas	sienele	vidus	2,0	28,4	2,7	-25,8	16,7	VKK
130	Margiai 1	1981	Mrg1-B/16p	puodas	sienele	vidus	2,2	41,6	2,9	-27,0	21,7	VKK
131	Margiai 1	1981	Mrg1-B11P	puodas	sienele	vidus	2,5	33,3	3,8	-26,0	15,3	Subneolito
132	Margiai 1	1981	Mrg1-Š1	puodas	sienele	vidus	4,6	42,3	7,1	-29,6	10,7	Subneolito
133	Nida	2016	Nd7336/7359	puodas	pakraštėlis	išorė	2,1	35,3	10,8	-30,3	19,5	PK
134	Nida	2016	Nd8045	puodas	sienele	vidus	4,6	36,8	8,4	-29,2	9,4	PK
135	Nida	2016	Nd7880	puodas	pakraštėlis	išorė	1,5	29,9	9,0	-30,0	23,7	PK
136	Nida	2016	Nd7926	puodas	kaklelis	vidus	-	6,9	8,7	-30,1	-	PK
137	Nida	2016	Nd8387	puodas	pakraštėlis	išorė	3,7	39,6	11,7	-28,2	12,6	PK
138	Nida	2016	Nd8254	puodas	kaklelis	išorė	2,3	45,7	10,4	-28,9	22,9	PK
139	Nida	2016	Nd7741	puodas	sienele	išorė	-	39,8	7,6	-33,3	-	PK
140	Nida	2016	Nd3556 (=8556)	puodas	kaklelis	išorė	3,8	38,2	11,9	-29,7	11,8	PK
141	Nida	2016	Nd8522	puodas	sienele	vidus	4,3	46,5	9,6	-28,7	12,5	PK
142	Nida	2016	Nd8823	dubuo	pakraštėlis	vidus	2,3	35,2	10,0	-32,4	17,6	PK
143	Nida	2016	Nd10093	taurė?	sienele	išorė	6,9	36,4	8,9	-26,0	6,2	PK
144	Nida	2016	Nd8840	puodas	pakraštėlis	vidus	3,1	48,3	11,1	-31,4	18,4	PK
145	Nida	2016	Nd9055	puodas	sienele	išorė	6,2	46,6	9,9	-30,3	8,7	PK
146	Nida	2016	Nd9366	puodas	pakraštėlis	išorė	5,3	38,9	10,6	-29,4	8,6	Subneolito
147	Nida	2016	Nd9170	puodas	dugnelis	išorė	5,4	44,6	9,8	-31,6	9,6	PK
148	Nida	2016	Nd9283	puodas	pakraštėlis	išorė	5,1	41,2	10,1	-29,7	9,3	PK
149	Nida	2016	Nd9304	puodas	pakraštėlis	vidus	5,3	40,7	10,4	-28,7	9,0	PK

PRIEDO TĖSINYS

Nr.	Radimvietė	Tyrimų metai	Šukės kodas	Indo tipas	Fragmentas	Mėginio vieta	%N	%C	$\delta^{15}\text{N}$ , ‰	$\delta^{13}\text{C}$ , ‰	C:N	Keramikos tipas
150	Nida	2016	Nd9402	puodas	sienelė	išorė	5,6	36,9	10,0	-31,0	7,7	PK
151	Nida	2016	Nd9504	puodas	sienelė	išorė	7,2	41,3	8,7	-28,9	6,7	PK
152	Nida	2016	Nd9301	puodas	dugnelis	išorė	5,3	44,2	8,6	-28,2	9,7	PK
153	Nida	2016	Nd9740	puodas	kaklelis	vidus	4,5	37,1	8,2	-28,0	9,7	PK
154	Nida	2016	Nd9734	puodas	sienelė	vidus	3,2	32,2	4,5	-27,2	11,7	PK
155	Nida	2016	Nd9682	puodas	sienelė	vidus	4,4	37,4	9,4	-31,4	9,9	PK
156	Nida	2016	Nd9578	puodas	sienelė	vidus	5,4	46,8	9,4	-30,7	10,2	PK
157	Nida	2016	Nd9917	puodas	sienelė	vidus	4,5	41,9	8,3	-29,6	10,8	PK
158	Nida	2016	Nd9570	puodas	sienelė	vidus	5,2	40,7	9,4	-29,9	9,1	PK
159	Nida	2016	Nd9916	puodas	sienelė	vidus	8,0	43,4	8,8	-28,7	6,3	PK
160	Nida	2016	Nd9973	puodas	sienelė	vidus	6,5	37,2	9,7	-29,7	6,6	PK
161	Nida	2016	Nd9943	puodas	sienelė	vidus	6,9	43,0	9,4	-30,0	7,2	PK
162	Nida	2016	Nd9783	puodas	sienelė	vidus	4,4	29,2	10,1	-29,8	7,8	PK
163	Nida	2016	Nd9816	puodas	kaklelis	vidus	5,6	40,5	8,3	-28,0	8,4	PK
164	Nida	2016	Nd9976	puodas	sienelė	vidus	5,0	44,4	9,4	-29,0	10,4	PK
165	Nida	2016	Nd10006	puodas	sienelė	išorė	2,3	40,8	9,2	-31,7	21,0	PK
166	Nida	2016	Nd9953	puodas	sienelė	vidus	3,9	26,6	10,1	-28,7	7,9	Subneolito
167	Nida	2016	Nd9942	puodas	pakraštėlis	vidus	3,5	34,5	10,7	-30,9	11,6	PK
168	Nida	2016	Nd10044	puodas	sienelė	vidus	5,5	39,6	9,5	-29,7	8,3	PK
169	Nida	2011	188	puodas	pakraštėlis	vidus	4,2	36,1	9,8	-30,4	10,0	PK
170	Nida	2013	6921	puodas	dugnelis	vidus	5,5	36,6	8,3	-29,0	7,8	PK
171	Nida	1976	EM2243:3778	puodas	pakraštėlis	vidus	4,3	34,6	8,8	-29,4	9,4	PK
172	Nida	1974	EM2243:2321	puodas	kaklelis	vidus	5,6	43,6	9,2	-29,3	9,1	PK
173	Nida	1976	EM2243:3760	puodas	pakraštėlis	vidus	5,0	47,5	8,5	-31,6	11,0	PK
174	Nida	1977	EM2243:4331	puodas	pakraštėlis	išorė	6,5	30,8	9,6	-27,1	5,6	PK
175	Nida	2013	6930	puodas	pakraštėlis	išorė	1,1	33,3	11,5	-33,6	36,0	PK
176	Nida	2013	5472	puodas	pakraštėlis	išorė	1,9	29,3	11,0	-30,2	17,8	PK
177	Nida	2012	2030	puodas	pakraštėlis	vidus	6,1	49,9	9,5	-29,3	9,5	PK
178	Nida	2011	17	puodas	pakraštėlis	išorė	3,0	37,2	11,3	-29,3	14,5	PK
179	Nida	1975	-	puodas	sienelė	vidus	6,1	30,2	9,8	-28,8	5,7	Subneolito

PRIEDO TĖSINYS

Nr.	Radimvietė	Tyrimų metai	Šukės kodas	Indo tipas	Fragmentas	Mėginio vieta	%N	%C	$\delta^{15}\text{N}$ , ‰	$\delta^{13}\text{C}$ , ‰	C:N	Keramikos tipas
180	Nida	2013	5483	puodas	pakraštėlis	išorė	2,7	33,3	12,3	-30,1	14,5	PK
181	Nida	2013	5483	puodas	pakraštėlis	vidus	5,7	43,0	9,0	-30,5	8,8	PK
182	Nida	2013	6948	puodas	pakraštėlis	vidus	2,8	25,1	8,4	-29,5	10,5	PK
183	Nida	2013	6948	puodas	pakraštėlis	išorė	1,5	28,0	9,7	-28,0	22,4	PK
184	Nida	2013	5474+5+6	puodas	pakraštėlis	vidus	1,9	20,3	7,6	-28,2	12,6	PK
185	Nida	2013	5474+5+6	puodas	pakraštėlis	išorė	2,8	36,2	10,5	-28,6	15,1	PK
186	Nida	2013	6165	puodas	pakraštėlis	vidus	3,7	35,4	10,3	-31,2	11,1	PK
187	Nida	2013	6165	puodas	pakraštėlis	išorė	3,4	39,8	10,7	-29,9	13,8	PK
188	Nida	2012	1985	puodas	pakraštėlis	vidus	5,5	44,7	10,4	-30,7	9,4	PK
189	Nida	2012	1985	puodas	pakraštėlis	išorė	2,1	42,7	9,7	-32,2	23,4	PK
190	Nida	2012	629	puodas	pakraštėlis	vidus	4,0	36,7	6,6	-28,0	10,7	PK
191	Nida	2012	629	puodas	pakraštėlis	išorė	1,9	16,0	7,5	-26,8	9,8	PK
192	Nida	2012	1231	puodas	pakraštėlis	vidus	1,2	11,9	8,6	-27,7	11,3	PK
193	Nida	2012	2020	pailgas dubuo	pakraštėlis	vidus	2,8	56,5	10,2	-32,8	23,6	PK
194	Nida	2012	2020	pailgas dubuo	pakraštėlis	išorė	1,0	31,9	11,6	-33,0	35,8	PK
195	Nida	1974	EM 2243:2949, 2/10a	pailgas dubuo	sienele	vidus	2,2	27,6	11,0	-33,2	14,9	PK
196	Nida	1978	EM 2243:6121, 3/6a	pailgas dubuo	dugnelis	vidus	3,9	46,2	12,0	-33,5	14,0	PK
197	Nida	1978	2/28R	taurė	pakraštėlis	vidus	0,6	15,9	9,9	-32,9	29,0	PK
198	Nida	1977	-	taurė	pakraštėlis	vidus	1,3	16,9	10,0	-31,8	15,1	PK
199	Papiškės 4	-	Pap4-Š3	puodas	sienele	vidus	4,9	43,2	7,5	-27,0	10,2	Subneolito?
200	Skirmantinė 1	1984	Sk1-9k	taurė	sienele	vidus	3,9	41,4	6,7	-25,5	12,2	VKK
201	Šakės	-	Šk-22r	puodas	sienele	vidus	-	41,2	1,3	-26,1	-	Subneolito
202	Šarnelė	1982	-	puodas	sienele	vidus	7,2	44,2	9,6	-30,3	7,2	Subneolito
203	Šarnelė	1982	Šr82	puodas	dugnelis	vidus	5,5	33,2	5,3	-26,8	7,0	VKK
204	Šarnelė	1982	-	puodas	sienele	vidus	6,2	36,7	5,7	-26,6	6,9	VKK
205	Šarnelė	1973	9b	puodas	sienele	vidus	3,4	54,6	2,0	-25,5	18,9	Povirvelinė
206	Šarnelė	1973	EM2237:36	puodas	sienele	vidus	4,6	34,3	7,7	-28,6	8,8	VKK

PRIEDO TĖSINYS

Nr.	Radinvietė	Tyrimų metai	Šukės kodas	Indo tipas	Fragmentas	Mėginio vieta	%N	%C	$\delta^{15}\text{N}$ , ‰	$\delta^{13}\text{C}$ , ‰	C:N	Keramikos tipas
207	Šarnelė	1973	Šr73 EM2273:29(2)	puodas	pakraštėlis	išorė	4,8	52,8	8,4	-27,3	12,8	Povirvelinė
208	Šarnelė	1973	Šr73 EM2273:29	puodas	sienelė	vidus	3,5	37,7	4,4	-26,1	13,2	Povirvelinė
209	Šarnelė	1982	Šr82 II EM2237:70	puodas	pakraštėlis	išorė	4,5	39,6	8,1	-27,9	10,3	Hibridinė
210	Šarnelė	1979	EM2237:34	puodas	pakraštėlis	išorė	2,6	40,6	8,9	-27,2	18,1	Povirvelinė
211	Šventoji 1	2006	95 šūrfas	puodas	sienelė	vidus	6,2	42,0	10,0	-26,8	7,9	RAK
212	Šventoji 1	1967–1969	Šv1-A35g	puodas	sienelė	vidus	3,5	52,5	2,1	-27,3	17,3	RAK
213	Šventoji 1	1967–1969	Šv1-A26a	dubuo	dugnelis	vidus	6,8	46,6	6,9	-27,8	8,0	RAK
214	Šventoji 1	1967–1969	Šv1-A9d	puodas	pakraštėlis	išorė	3,7	50,3	8,0	-27,4	16,0	RAK
215	Šventoji 1	1967–1969	Šv1-B8c+A7c	puodas	pakraštėlis	vidus	7,7	49,0	8,5	-27,5	7,4	RAK
216	Šventoji 1	1967–1969	Šv1-A9b	puodas	pakraštėlis	vidus	2,8	44,7	6,9	-27,3	18,8	RAK
217	Šventoji 1	1967–1969	Šv1-A12c	puodas	pakraštėlis	išorė	3,0	40,4	6,8	-26,0	15,6	RAK
218	Šventoji 1	1967–1969	Šv1-A6c	puodas	pakraštėlis	vidus	4,4	53,7	6,2	-28,0	14,2	VKK
219	Šventoji 1	1967–1969	Šv1-A1b	puodas	pakraštėlis	išorė	5,7	55,5	8,5	-25,8	11,4	RAK
220	Šventoji 1	1967–1969	Šv1-A33g(2)	puodas	pakraštėlis	vidus	4,3	50,0	6,8	-29,2	13,5	RAK
221	Šventoji 1	1967–1969	Šv1-A9c	puodas	pakraštėlis	vidus	5,1	46,7	6,6	-27,7	10,7	RAK
222	Šventoji 1	1967–1969	Šv1-A2a-c	puodas	sienelė	išorė	5,8	47,2	9,6	-28,9	9,4	RAK
223	Šventoji 1	1967–1969	Šv1-A9c(2)	puodas	pakraštėlis	vidus	5,1	56,9	11,2	-25,2	13,1	RAK
224	Šventoji 1	1967–1969	Šv1-A7c	puodas	kaklelis	vidus	4,3	56,3	4,0	-26,1	15,4	VKK
225	Šventoji 1	1967–1969	Šv1-A12a	puodas	pakraštėlis	vidus	2,7	50,7	3,6	-25,9	22,2	VKK
226	Šventoji 1	1967–1969	Šv1-A13-14/a-c	puodas	pakraštėlis	vidus	5,9	60,1	8,2	-28,5	11,9	RAK
227	Šventoji 1	1967–1969	Šv1-A2a-c(2)	puodas	pakraštėlis	vidus	4,4	51,8	7,5	-25,8	13,8	RAK
228	Šventoji 1	1967–1969	Šv1-A4c	puodas	pakraštėlis	vidus	5,5	44,6	8,8	-26,8	9,5	RAK
229	Šventoji 1	1967–1969	Šv1-A7c(2)	puodas	pakraštėlis	išorė	5,0	56,3	10,4	-25,6	13,3	RAK
230	Šventoji 1	1967–1969	Šv1-A9b(2)	puodas	pakraštėlis	išorė	5,0	50,5	8,1	-27,3	11,8	RAK
231	Šventoji 1	1967–1969	Šv1-A9c(3)	puodas	pakraštėlis	vidus	5,4	43,4	9,8	-30,8	9,3	RAK
232	Šventoji 1	1967–1969	Šv1-A1a	puodas	pakraštėlis	vidus	8,4	50,2	12,3	-24,4	7,0	RAK
233	Šventoji 1	1967–1969	Šv1-A12a(2)	taurė	kaklelis	vidus	4,7	55,0	3,9	-26,5	13,6	VKK
234	Šventoji 1	1967–1969	Šv1-A14a	puodas	pakraštėlis	vidus	6,3	61,7	9,1	-27,4	11,3	RAK
235	Šventoji 1	1967–1969	Šv1-A7g	puodas	dugnelis	vidus	5,6	46,5	9,5	-24,5	9,7	VKK
236	Šventoji 1	1967–1969	Šv1-A33ė	puodas	pakraštėlis	vidus	5,4	53,0	9,5	-26,5	11,4	RAK

PRIEDO TĖSINYS

Nr.	Radimvietė	Tyrimų metai	Šukės kodas	Indo tipas	Fragmentas	Mėginio vieta	%N	%C	$\delta^{15}\text{N}$ , ‰	$\delta^{13}\text{C}$ , ‰	C:N	Keramikos tipas
237	Šventoji 1	1967–1969	Šv1-A35i	puodas	kaklelis	vidus	4,5	52,3	6,4	-27,5	13,4	VKK
238	Šventoji 1	1967–1969	Šv1-A13-14/a-c(2)	puodas	kaklelis	vidus	6,0	53,0	10,3	-26,5	10,4	VKK
239	Šventoji 1	1967–1969	Šv1-A9c(4)	puodas	pakraštėlis	išorė	5,9	55,7	7,9	-28,2	11,0	RAK
240	Šventoji 1	1967–1969	Šv1-EM2070:114	puodas	pakraštėlis	vidus	7,9	58,6	9,4	-25,3	8,6	Hibridinė
241	Šventoji 1	1967–1969	Šv1-B14b	puodas	dugnelis	vidus	5,3	46,8	5,4	-26,2	10,3	VKK
242	Šventoji 1	2006	Šv1-2006-97š	dubuo	pakraštėlis	vidus	8,2	50,1	9,9	-26,1	7,1	RAK
243	Šventoji 2	1966	EM2135:141	puodas	pakraštėlis	išorė	3,2	49,1	9,8	-26,1	18,1	RAK
244	Šventoji 2	1967	Šv2-A3a	puodas	pakraštėlis	išorė	6,1	40,2	8,8	-27,7	7,6	RAK
245	Šventoji 2	1967	Šv2-EM2135:39	puodas	pakraštėlis	vidus	3,6	44,4	9,7	-26,4	14,3	RAK
246	Šventoji 2	1967	Šv2-2yA(2)	puodas	pakraštėlis	išorė	7,8	45,5	10,6	-25,8	6,8	RAK
247	Šventoji 2	1967	Šv2-2yA(1)	puodas	pakraštėlis	išorė	6,8	47,6	10,0	-26,2	8,2	RAK
248	Šventoji 3	2005	179	puodas	pakraštėlis	vidus	4,8	37,7	11,6	-28,7	9,3	Subneolito
249	Šventoji 3	2005	114	puodas	pakraštėlis	išorė	7,0	50,7	11,1	-26,2	8,5	Subneolito
250	Šventoji 3	2005	18 (08.16)	puodas	pakraštėlis	išorė	7,4	48,2	11,2	-25,7	7,6	Subneolito
251	Šventoji 3	2005	35 (08.17)	puodas	pakraštėlis	vidus	9,0	47,3	10,5	-25,1	6,2	Subneolito
252	Šventoji 3	2005	246 (09.13)	puodas	pakraštėlis	vidus	8,8	46,9	11,2	-27,1	6,2	Subneolito
253	Šventoji 3	2005	ASAS 85	puodas	pakraštėlis	išorė	7,5	47,5	11,1	-26,7	7,4	Subneolito
254	Šventoji 4	2006	34	puodas	sienelė	išorė	6,1	45,6	10,2	-26,7	8,7	Subneolito
255	Šventoji 4	2003	1436(09.14)	puodas	sienelė	vidus	8,4	40,8	11,2	-27,2	5,7	Subneolito
256	Šventoji 4	2002	333	puodas	sienelė	vidus	8,4	41,8	10,3	-26,3	5,8	Subneolito
257	Šventoji 4	2002	530	puodas	sienelė	vidus	8,6	40,4	11,9	-26,4	5,5	Subneolito
258	Šventoji 4	2002	44/1	puodas	sienelė	vidus	5,7	30,0	13,2	-25,3	6,1	Subneolito
259	Šventoji 4	2003	1677	puodas	sienelė	vidus	7,2	40,1	10,8	-26,7	6,5	Subneolito
260	Šventoji 4	2003	1234	puodas	sienelė	vidus	7,3	46,6	7,2	-26,9	7,4	RAK
261	Šventoji 4	2003	1398	puodas	sienelė	vidus	5,3	44,0	8,9	-24,5	9,8	RAK
262	Šventoji 4	2006	2	puodas	sienelė	vidus	6,5	40,0	7,7	-26,5	7,2	RAK
263	Šventoji 4	2006	111	puodas	–	vidus	7,8	37,0	11,4	-26,1	5,5	Subneolito
264	Šventoji 4	2003	1413(09.14)	puodas	sienelė	išorė	5,4	42,4	7,5	-26,2	9,2	RAK
265	Šventoji 4	2006	Prk2/115	paūgas dubuo	sienelė	vidus	3,8	52,9	11,2	-31,7	17,0	Subneolito
266	Šventoji 4	2014	982	amfora	sienelė	vidus	2,4	34,8	1,5	-25,9	16,9	RAK



## PRIEDO TĖSINYS

Nr.	Radimvietė	Tyrimų metai	Šukės kodas	Indo tipas	Fragmentas	Mėginio vieta	%N	%C	$\delta^{15}\text{N}$ , ‰	$\delta^{13}\text{C}$ , ‰	C:N	Keramikos tipas
267	Šventoji 4	1994	Šv4-XVIII-31v+ž-FD	puodas	pakraštėlis	vidus	9,3	50,4	9,1	-27,1	6,3	RAK
268	Šventoji 4	1994	Šv4-XVIII-31v+ž-ST	puodas	pakraštėlis	išorė	5,8	40,6	10,0	-26,2	8,2	RAK
269	Šventoji 4	2006	Šv4-2006-S329/3	puodas	pakraštėlis	vidus	5,0	31,9	9,1	-27,9	7,4	RAK
270	Šventoji 4	2006	Šv4-2006-S325/1	amfora	pakraštėlis	vidus	6,7	50,5	9,7	-25,9	8,8	RAK
271	Šventoji 4	2006	Šv4-2006-EM2136:825	dubuo	pakraštėlis	vidus	1,2	17,1	10,4	-26,3	17,0	RAK
272	Šventoji 4	2014	Šv4-2014-1058	amfora	pakraštėlis	išorė	3,7	40,8	10,3	-25,8	12,7	RAK
273	Šventoji 4	2014	Šv4-2014-1059	amfora	pakraštėlis	vidus	3,7	39,8	4,3	-27,3	12,5	RAK
274	Šventoji 4	2014	Šv4-2014-1010	puodas	pakraštėlis	vidus	8,6	55,4	9,3	-26,2	7,5	RAK
275	Šventoji 4	2014	Šv4-2014-1029	puodas	pakraštėlis	vidus	6,8	53,9	8,3	-27,8	9,3	RAK
276	Šventoji 6	1983	EM2138:1410	puodas	pakraštėlis	išorė	6,0	47,0	12,3	-26,9	9,2	Subneolito
277	Šventoji 6	1983–1988	31g	pailgas dubuo	sienele	vidus	5,0	119,5	9,9	-29,5	28,6	Subneolito
278	Šventoji 6	-	Šv6-16i	puodas	pakraštėlis	išorė	6,0	50,1	10,9	-27,3	9,8	RAK
279	Šventoji 6	-	Šv6-42j	puodas	pakraštėlis	vidus	5,9	52,2	10,7	-28,6	10,4	RAK
280	Šventoji 6	-	Šv6-51j	dubuo	dugnėlis	vidus	4,6	44,7	6,4	-28,5	11,4	RAK
281	Šventoji 9	1971	EM2140:6	puodas	pakraštėlis	vidus	5,4	65,1	4,0	-26,3	14,1	Povirvelinė
282	Šventoji 26	2005	2005, šurfas	puodas	pakraštėlis	išorė	4,1	38,2	10,7	-27,0	10,9	Subneolito
283	Šventoji 47	2013	285	puodas	sienele	vidus	3,5	42,9	4,5	-25,9	14,3	Povirvelinė
284	Šventoji 47	2013	Šv47-2013-262	puodas	pakraštėlis	išorė	4,3	48,8	6,9	-26,5	13,2	Povirvelinė
285	Žemaitiškė 1	1978	Zm1-J5	puodas	pakraštėlis	vidus	5,0	31,9	8,3	-28,0	7,5	Hibridinė
286	Žemaitiškė 1	1978–1979	Zm1-O3	puodas	pakraštėlis	vidus	-	55,4	7,4	-29,1	-	Hibridinė
287	Žemaitiškė 1	1978	Zm1-P7	puodas	pakraštėlis	vidus	4,9	35,3	8,7	-26,5	8,5	Hibridinė
288	Žemaitiškė 1	1978	Zm1-K4	puodas	pakraštėlis	vidus	6,1	38,0	9,0	-29,6	7,3	Hibridinė
289	Žemaitiškė 2	1980	Zm2-N32	puodas	sienele	vidus	7,5	45,4	11,6	-29,4	7,0	Subneolito
290	Žemaitiškė 2	1980	J31	puodas	pakraštėlis	vidus	4,4	40,3	10,3	-28,2	10,8	Subneolito
291	Žemaitiškė 3	1984	Zm3-84L37	puodas	pakraštėlis	išorė	4,7	51,1	11,8	-28,0	12,7	Hibridinė
292	Žemaitiškė 3	1984	K21	puodelis	pakraštėlis	vidus	6,0	35,5	11,4	-31,0	6,9	Subneolito

## LITERATŪROS SĄRAŠAS

Copley, M.S., Berstan, R., Mukherjee, A.J., Dudd, S.N., Straker, V., Payne, S., Evershed, R.P., 2005. Dairying in Antiquity III. Evidence from absorbed lipid residues dating to the British Neolithic. *JAS*, 32 (4), 523–546.

Craig, O.E., Forster, M., Andersen, S.H., Koch, E., Crombé, P., Milner, N.J., Stern, B., Bailey, G.N., Heron, C.P., 2007. Molecular and isotopic demonstration of the processing of aquatic products in northern European prehistoric pottery. *Archaeometry*, 49 (1), 135–152.

Craig, O.E., Saul, H., Lucquin, A., Nishida, Y., Taché, K., Clarke, L., Thompson, A., Altoft, D.T., Uchiyama, J., Ajimoto, M., Gibbs, K., Isaksson, S., Heron, C.P., Jordan, P., 2013. Earliest evidence for the use of pottery. *Nature*, 496, 351–354.

Craig, O.E., Steele, V.J., Fischer, A., Hartz, S., Andersen, S.H., Donahue, P., Glykou, A., Saul, H., Jones, D.M., Koch, E., Heron, C., 2011. Ancient lipids reveal continuity in culinary practices across the transition to farming in Northern Europe. *PNAS*, 108 (44), 17910–17915.

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). Prieiga per: <http://rspb.royalsocietypublishing.org/content/281/1791/20140819> [Žiūrėta 2017 m. gegužės 1 d.].

Cramp, L.J.E., Jones, J., Sheridan, A., Smyth, J., Whelton, H., Mulville, J., Sharples, N., Evershed, R., 2014b. Immediate replacement of fishing with dairying by the earliest farmers of the northeast Atlantic archipelagos. *Proceedings of the Royal Society B*, 281 (1780). Prieiga per: <http://rspb.royalsocietypublishing.org/content/281/1780/20132372> [Žiūrėta 2017 m. gegužės 1 d.].

Evershed, R.P., 1993. Biomolecular archaeology and lipids. *World Archaeology*, 25 (1), 74–93.

Evershed, R.P., Copley, M.S., Dickson, L., Hansel, F.A., 2008. Experimental evidence for the processing of marine animal products and other commodities containing polyunsaturated fatty acids in pottery vessels. *Archaeometry*, 50 (1), 101–113.

Evershed, R.P., Dudd, S.N., Lockhart, M.J., Jim, S., 2001. Lipids in archaeology. In: Brothwell, D.R., Pollard, A.M., eds. *Handbook of Archaeological Science*. Chichester: John Wiley & Sons Ltd, 331–350.

Fornander, E., 2013. Dietary diversity and moderate mobility-isotope evidence from Scanian Battle Axe Culture burials. *Journal of Nordic Archaeological Science*, 18, 13–29.

Fraser, R., Bogaard, A., Charles, M., Styring, A., Wallace, M., Jones, G., Ditchfield, P., Heaton, T., 2013. Assessing natural variation and the effects of charring, burial and pre-treatment on the stable carbon and nitrogen isotope values of archaeobotanical cereal and pulse remains. *JAS*, 40 (12), 4754–4766.

Heron, C., Steele, V.J., Gledhill, A., Craig, O.E., Luquin, A., Thompson, A., Piličiauskas G., 2015. Cooking fish and drinking milk? Patterns in pottery use in the southeastern Baltic, 3300–2400 cal BC. *JAS*, 63, 33–43.

Yoshida, K., Kunikita, D., Miyazaki, Y., Nishida, Y., Miyao, T., Matsuzaki, H., 2013. Dating and stable isotope analysis of charred residues on the Incipient Jomon Pottery (Japan). *Radiocarbon*, 55 (2–3), 1322–1333.

Keaveney, E.M., Reimer, P.J., 2012. Understanding the variability in freshwater radiocarbon reservoir offsets: a cautionary tale. *JAS*, 39 (5), 1306–1316.

Kunikita, D., Yoshida, K., Miyazaki, Y., Saito, K., Endo, A., Matsuzaki, H., Ito, S., Kobayashi, T., Fujimoto, T., Kuznetsov, A.M., Krupyanko, A., Tabarev, A.M., 2007. Analysis of radiocarbon dates of an archaeological site in the Russian Far East: the marine reservoir effect as seen on charred remains on pottery. *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research*, B, 259 (1), 467–473.

Kunikita, D., Shevkomud, I., Yoshida, K., Onuki, S., Yamahara, Y., Matsuzaki, H., 2013. Dating

charred remains on pottery and analyzing food habits in the early Neolithic period in northeast Asia. *Radiocarbon*, 55 (2–3), 1334–1340.

Lucquin, A., Gibbs, K., Uchiyama, J., Saul, H., Ajimoto, M., Eley, Y., Radini, A., Heron, C.P., Shoda, S., Nishida, Y., Lundy, J., Jordan, P., Isaksson, S., Craig, O.E., 2016. Ancient lipids document continuity in the use of early hunter-gatherer pottery through 9,000 years of Japanese prehistory. *PNAS*, 113 (5), 3991–3996.

Oras, E., Lucquin, A., Lōugas, L., Tōrv, M., Kriiska, A., Craig, O.E., 2017. The adoption of pottery by north-east European hunter-gatherers: Evidence from lipid residue analysis. *JAS*, 78, 112–119.

Piličiauskas, G., 2016. Lietuvos pajūris subneolite ir neolite. Žemės ūkio pradžia. *Lietuvos archeologija*, 42, 25–103.

Piličiauskas, G., 2018. *Virvelinės keramikos kultūra Lietuvoje 2800–2400 cal BC*. Vilnius: Lietuvos istorijos institutas.

Piličiauskas, G., Heron, C., 2015. Aquatic radiocarbon reservoir offsets in the Southeastern Baltic. *Radiocarbon*, 57 (4), 539–556.

Piličiauskas, G., Jankauskas, R., Piličiauskienė, G., Craig, O.E., Charlton, D., Dupras, T., 2017a. The transition from foraging to farming (7000–500 cal BC) in the SE Baltic: A re-evaluation of chronological and palaeodietary evidence from human remains. *JAS: Reports*, 14, 530–542.

Piličiauskas, G., Kisielienė, D., Piličiauskienė, G., 2017b. Deconstructing the concept of Subneolithic farming in the southeastern Baltic. *Vegetation History and Archaeobotany*, 26 (2), 183–193.

Piličiauskas, G., Piličiauskienė, G., Jankauskas, R., Dupras, T., 2017c. Reconstructing Subneo-

lithic and Neolithic diets of the inhabitants of the SE Baltic coast (3100–2500 cal BC) using stable isotope analysis. *Archaeological and Anthropological Sciences*, 9 (7), 1421–1437.

Regert, M., 2011. Analytical strategies for discriminating archeological fatty substances from animal origin. *Mass Spectrometry Reviews*, 30 (2), 177–220.

Rimantienė, R., 2005. *Akmens amžiaus žvejai prie Pajūrio lagūnos*. Vilnius: Lietuvos nacionalinis muziejus.

Robson, H.K., Skipitytė, R., Piličiauskienė, G., Lucquin, A., Heron, C., Craig, O.E., Piličiauskas, G. Diet, cuisine and consumption practices of the first farmers in the south-eastern Baltic (rengiama spaudai).

Szmyt, M., 1996. *Spoleczności kultury amfor kulistych na Kujawach*. Poznań: Wyd. Uniwersytet im. Adama Mickiewicza.

Taché, K., Craig, O.E., 2015. Cooperative harvesting of aquatic resources triggered the beginning of pottery production in north-eastern North America. *Antiquity*, 89 (343), 177–190.

## SANTRUMPOS

JAS – Journal of Archaeological Science

NK – Nemuno kultūra (NC – Neman culture)

PNAS – Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America

RAK – Rutulinių amforų kultūra (GAC – Globular Amphora culture)

PK – Pamarių kultūra (RC – Rzucewo culture)

VKK – Virvelinės keramikos kultūra (CWC – Corded Ware culture)

## DIET IN LITHUANIA FROM 4500–1200 CAL BC BASED ON DATA FROM BULK ISOTOPIC ANALYSES OF FOOD RESIDUE ON POTTERY

Gytis Piličiauskas, Raminta Skipitytė, Carl Heron

### Summary

The biochemical and isotope analysis of Lithuanian Stone and Bronze Age pottery began in 2014 together with scientists from the Universities of Bradford and York in the UK. In 2014, vessels from the Rzućwo culture (hereinafter RC) in Nida and Globular Amphora culture (hereinafter GAC) in Šventoji, were investigated using EA-IRMS, GC-MS, and GC-C-IRMS. Fat from freshwater lagoonal fish was discovered in the majority of the pottery, residue from dairy products in two RC beakers, and traces of beeswax in one GAC amphora. At that time the ratio of the stable N and C isotopes (EA-IRMS) was determined in bulk samples of charred food residues from tens of sherds (Heron *et al.* 2015). In 2017, the EA-IRMS analysis was expanded by almost 300 samples, the results of which are presented in this article.

Sherds with encrusted charred food were selected for EA-IRMS analysis from 28 Subneolithic–Early Bronze Age (4500–1200 cal BC) sites: 10 coastal and 18 inland (Fig. 1). The pottery belongs to six types: Subneolithic (4500–2800 cal BC; 53 vessels), RC (3200–2400 cal BC; 56 vessels), GAC (3200–2500 cal BC; 53 vessels), Corded Ware culture (hereinafter CWC; 2800–2400 cal BC; 58 vessels), hybrid (2800–1700 cal BC; 19 vessels), and post-Corded Ware (2400–1200 cal BC; 36 vessels) (Table 1, Fig. 2). Those vessels in which both Subneolithic and Neolithic cultural features were observed were assigned to the hybrid category. These consisted of pottery with a pointed or flat base, shell temper, and decoration that included horizontal cord impressions. That pottery, which contains mineral temper, dates to the second half of the Neolithic – Early Bronze Age, and appeared immediately after the CWC (2400–

1200 cal BC), has been called post-Corded Ware in this article. No charred food residue could be found on the Trzciniec culture (1700–1200 cal BC) pottery.

The EA-IRMS measurements were made at the University of Bradford (121 samples) and in 2017 at the Center for Physical Sciences and Technology in Vilnius (165 samples). Measurement results were obtained from 292 charred food remains on 275 vessels. 208 samples were taken from interior surfaces, 84 from exterior (Appendix). In ten of the eleven instances where samples were taken from both the interior and exterior of the same vessel, the exterior  $\delta^{15}\text{N}$  values were higher than the interior ones for the same vessel (Fig. 3). This attests that the exterior samples were also food residue rather than soot from burnt wood.

$\delta^{15}\text{N}$  values above 6‰ and a C:N value below 10 had previously been recorded in charred food remains on pottery in these settlements, which are connected with fishing and marine mammal hunting (Lucquin *et al.* 2016). These values were selected as the boundary distinguishing between aquatic and terrestrial foodstuffs (Fig. 4).

The oldest pottery group is from the Subneolithic ( $n = 53$ ;  $\delta^{15}\text{N} = 9.6 \pm 2.1$ ‰;  $\delta^{13}\text{C} = -27.9 \pm 1.5$ ‰). Almost all of the charred food remains on Subneolithic pottery fall into the likely range of aquatic food but some of the pottery may have both aquatic and terrestrial food residues (Fig. 5). The importance of aquatic food, especially freshwater fish, in the life of the Lithuanian coastal Subneolithic population has been confirmed by zooarchaeological evidence, the stable isotope data from the collagen of individual human bones, and lipid chemical analyses (Heron *et al.* 2015; Piličiauskas 2016; Piličiauskas *et al.*

2017c). Only a few examples of charred crusts that are definitely from terrestrial products have survived on Subneolithic vessels, i.e. Dubičiai type and Ne-man culture (hereinafter NC) vessels from Southeast Lithuania (Fig. 5), where there are no large, shallow lakes with abundant fish. The significance of fishing could have been smaller there in the Stone Age than in the other regions.

The  $\delta^{15}\text{N}$  values for the Neolithic RC and Subneolithic charred food remains do not have a statistically significant difference (t-test,  $t = -0.10$ ,  $df = 87$ ,  $p\text{-value} = 0.92$ ). The high  $\delta^{15}\text{N}$  values attest to the presence of aquatic food on the RC pottery (Fig. 6). The published GC-MS and GC-C-IRMS results completely confirm this and further show that the fish were freshwater rather than saltwater (Heron *et al.* 2015). This has been confirmed by the abundant zooarchaeological material collected at the RC settlement at Nida during the latest excavation in 2016.

The  $\delta^{15}\text{N}$  values from the GAC pottery ( $n = 53$ ;  $\delta^{15}\text{N} = 8.4 \pm 2.2\text{‰}$ ;  $\delta^{13}\text{C} = -27.0 \pm 1.3\text{‰}$ ) are lower than those for the Subneolithic vessels ( $9.6 \pm 2.1\text{‰}$ ) and the difference is statistically significant (t-test,  $t = -3.05$ ,  $df = 109$ ,  $p\text{-value} < 0.05$ ), but nevertheless an aquatic foodstuff component predominated among the charred food remains and purely terrestrial foodstuffs were cooked only in a few vessels.

The  $\delta^{15}\text{N}$  values from the CWC pottery in the coastal settlements ( $n = 14$ ;  $\delta^{15}\text{N} = 7.2 \pm 2.3\text{‰}$ ;  $\delta^{13}\text{C} = -26.5 \pm 1.1\text{‰}$ ) have a statistically significant difference (t-test,  $t = 3.22$ ,  $df = 19$ ,  $p\text{-value} < 0.05$ ) from those for the pottery from the inland CWC settlements ( $n = 44$ ;  $\delta^{15}\text{N} = 5 \pm 1.9\text{‰}$ ;  $\delta^{13}\text{C} = -26.8 \pm 0.9\text{‰}$ ). In other words, aquatic food predominated at the former, terrestrial at the latter (Fig. 8). Significant  $\delta^{15}\text{N}$  differences exist between the charred food remains on the pottery from the inland CWC settlements ( $5 \pm 1.9\text{‰}$ ) and that on the Subneolithic vessels ( $n = 33$ ;  $8.8 \pm 2.2\text{‰}$ ), which shows a distinct transition inland from aquatic to terrestrial food in the Early Neolithic. This has been confirmed by the stable isotope data for bone collagen in CWC burials (Piličiauskas *et al.* 2017a).

The isotopic signals of the charred food remains from the post-Corded Ware pottery ( $n = 36$ ;  $\delta^{15}\text{N} = 6.4 \pm 2.2\text{‰}$ ;  $\delta^{13}\text{C} = -26.5 \pm 0.7\text{‰}$ ) are very close to those from the CWC pottery ( $n = 58$ ;  $\delta^{15}\text{N} = 5.6 \pm 2.2\text{‰}$ ;  $\delta^{13}\text{C} = -26.7 \pm 0.9\text{‰}$ ) (Fig. 9). The slightly higher  $\delta^{15}\text{N}$  values of the post-Corded Ware pottery perhaps indicate a return to fishing. Agriculture was not yet important in the Early Bronze Age, unlike raising domestic animals and fishing. The phase of intense agricultural development evidently began later in the mid-Bronze Age.

The  $\delta^{15}\text{N}$  values of the charred food remains on the hybrid pottery ( $8.8 \pm 1.4\text{‰}$ ) are very close to those for the Subneolithic ( $9.6 \pm 2.1\text{‰}$ ); in the hybrid pottery, like in that from the Subneolithic, aquatic food predominated (Fig. 10). The descendants of the Subneolithic hunters and fishermen produced this pottery, which copied the decoration and form of the Neolithic vessels, but not their function.

Overall, the investigation (Fig. 11) shows distinct dietary changes, which occurred in the beginning of the Neolithic, but also reveals their uneven scale inland and on the coast.

The interpretation of the EA-IRMS results for the bulk samples from the charred food remains on Stone and Bronze Age pottery fits nicely with the bone collagen stable isotope data, the zooarchaeological data, and the data from the biochemical analysis of the lipids on the pottery. The assumption was therefore drawn that the method is suitable and can be judged to be a new, important, and independent source of information about the diet of prehistoric societies and the functions of pottery vessels, information that is important in understanding the Neolithisation process in both the Southeast Baltic region and elsewhere.

Because an aquatic food component is universally seen on Subneolithic pottery and frequently predominates there, the charred food remains on this pottery should not be AMS  $^{14}\text{C}$  dated without investigating its origin as the radiocarbon freshwater reservoir effect, which is very likely to occur and difficult to measure, causes erroneous dates and will



lead to incorrect interpretations. A very promising method for improving the sequence of Neolithic and Bronze Age pottery, which is still poorly understood in the Southeast Baltic region, would be AMS  $^{14}\text{C}$  dating of charred food remains on pottery, although for this, biomolecular lipid analysis, on the basis of the result of which it would be possible to more accurately distinguish charred terrestrial food that is suitable for dating from unsuitable aquatic or mixed terrestrial-aquatic food, would be especially useful alongside an isotopic analysis of bulk samples.

## APPENDIX

The EA-IRMS results for the bulk samples from charred food remains on pottery. Charred food samples from the same vessel are marked in grey.

### LIST OF TABLES

Table 1. The distribution of EA-IRMS analysed sherds by settlement and pottery type.

Table 2. The calculated  $\delta^{13}\text{C}$  and  $\delta^{15}\text{N}$  averages and standard deviations.

### LIST OF FIGURES

Fig. 1. The investigated sites. *Created by G. Piličiauskas.*

Fig. 2. The distribution of the investigated vessels by pottery type. *Created by G. Piličiauskas.*

Fig. 3. The  $\delta^{15}\text{N}$  and  $\delta^{13}\text{C}$  values for bulk samples of charred food remains from the interior (triangular) and exterior (round) of the same vessels. *Created by G. Piličiauskas.*

Fig. 4. The  $\delta^{15}\text{N}$  and C:N values for bulk samples of charred food remains on pottery. The dotted line marks the likely boundary between terrestrial and aquatic food remains. *Created by G. Piličiauskas.*

Fig. 5. The  $\delta^{15}\text{N}$  and  $\delta^{13}\text{C}$  values for charred food remains on Subneolithic pottery at inland (round) and coastal (triangular) sites. The sites of NC and Dubičiai type pottery are marked separately. The dotted line marks the likely boundary between terrestrial and aquatic food remains. *Created by G. Piličiauskas.*

Fig. 6. The  $\delta^{15}\text{N}$  and  $\delta^{13}\text{C}$  values for charred food remains on Neolithic RC pottery at the Nida settlement. The dotted line marks the likely boundary between terrestrial and aquatic food remains. *Created by G. Piličiauskas.*

Fig. 7. The  $\delta^{15}\text{N}$  and  $\delta^{13}\text{C}$  values for charred food remains on Neolithic GAC pottery at inland (round) and coastal (triangular) sites. The dotted line marks the likely boundary between terrestrial and aquatic food remains. *Created by G. Piličiauskas.*

Fig. 8. The  $\delta^{15}\text{N}$  and  $\delta^{13}\text{C}$  values for charred food remains on Neolithic CWC pottery at inland (round) and coastal (triangular) sites. The dotted line marks the likely boundary between terrestrial and aquatic food remains. *Created by G. Piličiauskas.*

Fig. 9. The  $\delta^{15}\text{N}$  and  $\delta^{13}\text{C}$  values for charred food remains on post-Corded Ware pottery at inland (round) and coastal (triangular) sites. The dotted line marks the likely boundary between terrestrial and aquatic food remains. *Created by G. Piličiauskas.*

Fig. 10. The  $\delta^{15}\text{N}$  and  $\delta^{13}\text{C}$  values for charred food remains on hybrid pottery at inland (round) and coastal (triangular) sites. The dotted line marks the likely boundary between terrestrial and aquatic food remains. *Created by G. Piličiauskas.*

Fig. 11. The  $\delta^{15}\text{N}$  and  $\delta^{13}\text{C}$  averages and standard deviations for charred food remains on Lithuanian Stone and Early Bronze Age pottery. 1 – RC, 2 – Subneolithic, 3 – hybrid, 4 – GAC, 5 – CWC coastal, 6 – post-Corded Ware, 7 – CWC inland, 8 – Dubičiai type and NC pottery. *Created by G. Piličiauskas.*

*Translated by J. A. Bakanauskas*