

## Mogućnosti primene kombinovanih tehnika na primeru keramičkih lonaca sa lokalieta Jerinin grad u Brangoviću

---

*U radu se razmatra kombinovana primena različitih metoda analize fragmenata keramike u cilju potpunijeg uvida u tipološko-funkcionalne odlike keramičkih posuda. Za potrebe istraživanja izdvojeno je ukupno 10 fragmenata lonaca iz V-VI veka pronađenih u okviru stambenih objekata 1 i 5 na lokalitetu Jerinin grad u Brangoviću kod Valjeva. Pored opšte i tipološke analize, metodološki okvir obuhvatao je XRF i FTIR analize u cilju dobijanja informacija o sastavu sirovine i temperaturi pečenja, kao i GC-MS analizu, radi uvida u očuvane organske ostatke u materijalu. Rezultati pokazuju da su svi uzorci, nezavisno od svoje tipološke forme, izrađeni od sirovine istog sastava i pečeni na istoj temperaturi. Na osnovu organskih ostataka beležimo posude korišćene za skladištenje biljne i životinjske hrane, posude za pripremu različitih jela na tihoj vatri i posude korišćene za preradu i čuvanje mlečnih proizvoda. Može se zaključiti da bi ovakav metodološki pristup, ukoliko bi bio upotrebljen na većem broju fragmenata, znatno doprineo boljem poznavanju tehnike proizvodnje i upotrebe keramičkih posuda.*

---

### Uvod

Širok spektar danas dostupnih hemijskih analiza keramičkog materijala omogućava brojne informacije o funkcionalnim karakteristikama posuda koje značajno upotpunjuju korpus znanja o klasifikaciji i karakterizaciji keramičkih posuda, tehnologiji izrade i njihovoj funkciji. Kako se

radi o zasebnim metodama analize, njihovim kombinovanjem i povezivanjem sa osnovnim tipološkim analizama, mogli bi dobiti potpuniju sliku o načinima izrade i funkcijama samih posuda.

Ovaj rad bavi se mogućnostima kombinovanja tipološke analize keramičkih posuda sa više različitih hemijskih analiza keramičkog materijala. Na taj način, tehnologija izrade i funkcija keramičkih posuda sagledavane su na osnovu uporednih rezultata XRF, FTIR i GC-MS analiza. XRF analiza pruža podatke o opštem hemijskom sastavu uzoraka, dok se pomoću FTIR analize dolazi do informacija o mineraloškom sastavu materijala i temperaturi pečenja posude. S druge strane, GC-MS analizom dolazimo do podataka o sačuvanim lipidima u uzorcima. S obzirom da su ove analize u određenoj meri destruktivne, javlja se pitanje koliko je korisno oštetiti uzorke iz zbirke imajući u vidu informacije koje nam pružaju. Samim tim, cilj ovog istraživanja bio je da se razmotri upotreba ovakvog metodološkog pristupa i ustanovi da li koleracija dobijenih podataka omogućava dovoljno novih saznanja o tehnologiji izrade i funkciji posuda, da može nadomestiti destruktivnost koja predstavlja sastavni deo ovog metoda.

Osnovu istraživanja činili su fragmenti keramičkih lonaca pronađenih u okviru objekata 1 i 5 na lokalitetu Jerinin grad u selu Brangović. Radi se o stambenim objektima s kraja V i početka VI veka (ZZSK 2014).

---

*Maša Bogojević (2000), Zemun, Vrtlarska 17, učenica 3. razreda IX gimnazije „Mihailo Petrović Alas” u Beogradu*

*Anastasija Brančić (2000), Aleksinac, Tihomira Đorđevića bb, učenica 3. razreda Aleksinačke gimnazije*

## Materijal i metode

Metodološki pristup korišćen u ovom radu obuhvatao je nekoliko različitih faza. Prva faza obuhvatala je analitičku obradu keramičkih artefakata u cilju utvrđivanja njihovih tehnoloških, formalnih, metričkih i ornamentalnih karakteristika. Na osnovu dobijenih informacija izdvojeno je ukupno deset reprezentativnih fragmenata iz četiri različite tipološke grupe lonaca nad kojima su vršene dalje hemijske analize. Među uzorcima bili su delovi oboda i trbuha posuda, zbog toga što na ovim delovima možemo naći veće koncentracije lipida pogodnih za ekstrakciju (Mileto *et al.* 2017: 69). Posebnu grupu lonaca činilo je nekoliko fragmenata koji su na svojim površinama imali glazirani premaz.

Druge faza istraživanja obuhvatala je rad na reprezentativnim uzorcima uz pomoć stacionarnog XRF uređaja Thermo Scientific QUANT<sup>®</sup>X. Za potrebe ovog istraživanja iskorišćen je kvalitativni metod koji je obuhvatao zračenje materijala na različitim energetskim nivoima u ukupnom trajanju od 180 sekundi. Uslovi zračenja obuhvatali su sledeće parametre: 4 kV, filter: No; 20 kV, filter: Pd Medium, 50 kV i filter: Cu Thick. Spektri su analizirani pomoću softvera Wintrace. Dobijeni podaci poslužili su kao osnova za dalje hemijske analize.

Treća faza bila je usmerena na analize vršene na FTIR ThermoScientific Nicolet iS10 with ATR uređaju, koristeći infracrveni spektar 16 puta u rasponu od 4000 do 400  $\text{cm}^{-1}$ . Važno je napomenuti da se radi o destruktivnom modelu rada koji je zahtevao posebnu pripremu materijala koji je iskorišćen i u četvrtoj fazi istraživanja. Priprema uzorka podrazumevala je najpre skidanje kontaminiranog sloja sa površine fragmenata i prikupljanje 2  $\mu\text{g}$  materijala koji je potom praškasto ustinjen. Dobijeni spektri analizirani su pomoću softvera OMNIC.

Poslednja, četvrta faza, obuhvatala je ekstrakciju i analizu lipida u uzorcima, za šta je korišćen protokol Hercules laboratorije Univerziteta u Evori, naveden u narednom pasusu. Celokupan proces podrazumevao je pripremu uzoraka za gasnu hromatografiju i masenu spektrometriju vršenu na uređaju GC-MS Agilent 7890A GC sa jonskom zamkom 240 MS.

Priprema uzoraka obuhvatala je odvajanje po 2 g materijala od svakog fragmenta i njegovo

praškasto usitnjavanje. Potom je materijal rastvaran sa po 10 mL rastvora hloroform-metanola, u odnosu 2:1, i tretiran ultrazvukom u ultrasoničnoj kadi u trajanju od 15 minuta. Nakon toga smeša je centrifugirana sa po 2500 obrtaja u minuti, takođe u trajanju od 15 minuta. Po taloženju prvobitnog rastvora izdvojena tečnost je dekontaminirana i celokupan postupak je ponovljen. Smeše su potom osušene pod mlazom argona. Na ovaj način izvršena je primarna ekstrakcija. Naredni korak obuhvatao je totalnu lipidnu ekstrakciju koja je urađena na sledeći način. Osušeni ekstrat je rastvoren sa po 250  $\mu\text{L}$  rastvora hloroforma i metanola u odnosu 2:1. Iz dobijene smeše izdvojeno je 50  $\mu\text{L}$  rastvora koji je osušen pod mlazom argona, a potom razložen sa 50  $\mu\text{L}$  n-heskan. Nakon izvršenih ekstrakcija u dobijene smeše dodato je po 50  $\mu\text{L}$  N,O-Bis(trimetilsilil) trifluoracetamida i 1% trimetilhlorosiloksan (BSTFA) rastvora koji su potom zagrevani u mikrotalasnoj pećnici na 700 W, u trajanju od 30 sekundi. Dobijeni ekstrat je osušen pod mlazom argona u vodenoj kadi na 40°C, a potom rastvoren sa po 50  $\mu\text{L}$  n-heksana čime je priprema završena.

Dalji proces obuhvatao je analizu pripremljenih ekstrata uz pomoć GC-MS uređaja (gasna hromatografija sa masenom spektrometrijom). Uslovi rada na gasnom hromatografu podrazumevali su injekcionu zapreminu 1  $\mu\text{L}$  splitless mode, kolone VF 5ms, dok je temperatura inleta iznosila 250°C. Početna temperatura kolone bila je 40°C, da bi dalje zagrevanje iznosilo dodatnih 7°C po minutu, sve dok temperatura nije dostigla 310°C, gde je uzorak dodatno zagrevan još 10 minuta. Uslovi rada na masenom spektrometru obuhvatali su opseg m/z (odnos masa-naelektrisanje) od 10 do 1000, pri čemu je jonizacija bila isključena prvih 7.2 minuta, a nakon tog vremena uključena do 48.5 minuta. Dobijeni rezultati dalje su analizirani uz pomoć softvera AMDIS.

## Rezultati i diskusija

### Formalno tipološke odlike materijala

Na osnovu izvedene analitičke analize keramičkih fragmenata u okviru objekata 1 i 5 rezultati pokazuju da među loncima razlikujemo četiri različite tipološke grupe.

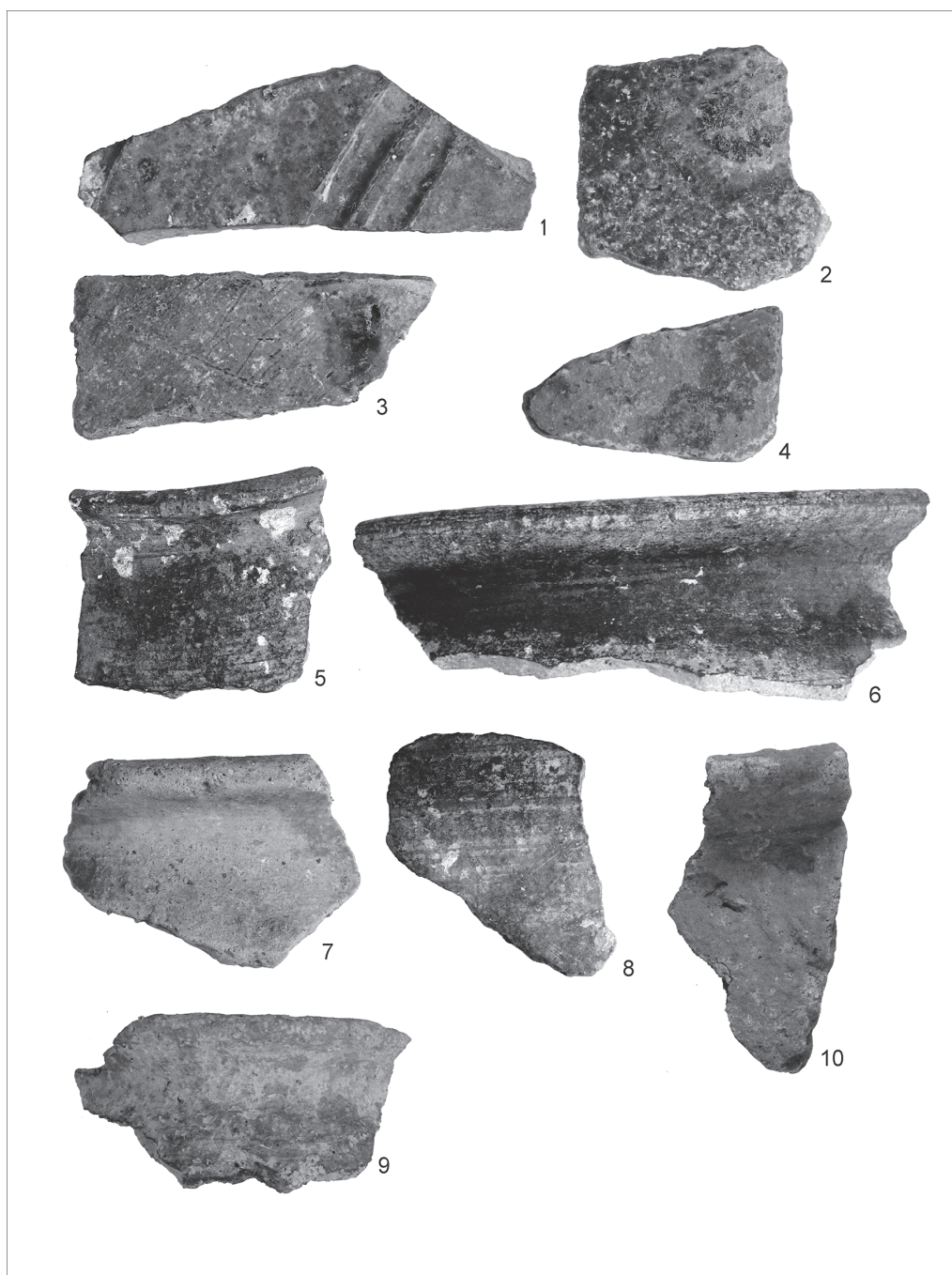


Tabla I. 1–4 – Fragmenti lonca prve grupe, 5–8 – Fragmenti lonca druge grupe, 9 – Fragment lonca treće grupe, 10 – Fragment lonca četvrte grupe.

Panel I. 1–4 – Pot fragments of first group, 5–8 – Pot fragments of the second group, 9 – Pot fragments of the third group, 10 – Pot fragments of the fourth group.

Najzastupljeniju grupu čine lonci sa uskim otvorom, širokim loptastim telom, izrađeni na vitlu od delimično prečišćene gline sa dodatkom kvarcnog peska i ujednačeno, redukciono pečene. Većina fragmenata sa unutrašnje strane je premazano glazurom. Među izabranim uzorcima iz ove grupe našlo se četiri fragmenta koji su na sebi imali maslinasto zeleni glazirani premaz sa obe strane (T I, 1-4).

Drugu grupu čine lonci loptastog trbuha sa obodom razgranutim ka spolja i žljebom za prihvatanje poklopca, rađene na vitlu od delimično prečišćene gline sa primesama kvarcnog peska i pečene ujednačenim redukcionim ili oksidacionim načinom. Iz ove grupe izdvojena su četiri reprezentativna fragmenta (T I, 5-8).

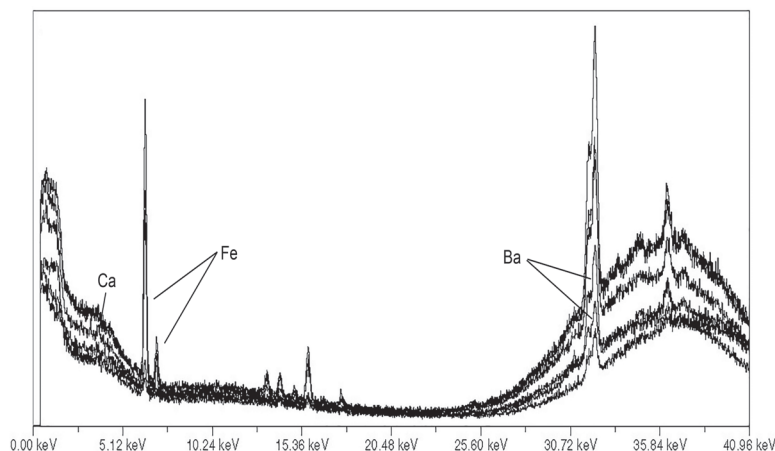
Lonci širokog i razgrnutog oboda ka spolja, loptastog trbuha i ispupčenim dnom čine treću grupu. Posude su rađene na vitlu od delimično prečišćene gline sa vrlo uočljivim primesama

kvarca i sa vrlo kvalitetnim, ujednačenim redukcionim načinom pečenja. Među izabranim uzorcima iz ove grupe našao se samo jedan fragment (T I, 9).

Poslednju grupu čine lonci širokog i razgrnutog oboda ka spolja, loptastog trbuha, ravnog dna, izrađeni od delimično prečišćene gline sa dodatkom kvarcnog peska i šljunka. Posude su neujednačeno oksidaciono pečene bez posebne obrade već porozne površine. Iz ove grupe izdvojen je samo jedan fragment (T I, 10).

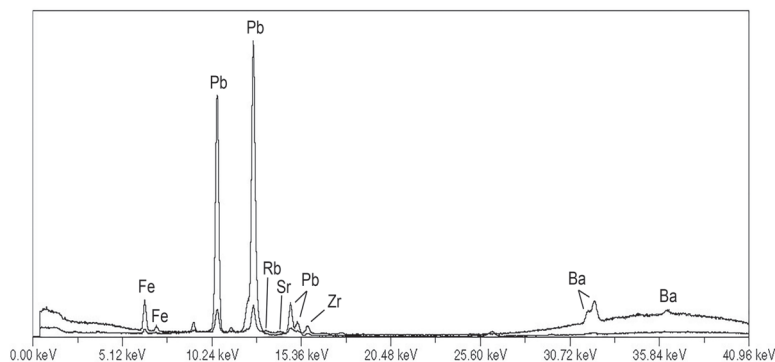
## Tehnologija izrade

Kvalitativni podaci dobijeni na osnovu XRF analize, pokazali su prisustvo hemijskih elemenata koji čine glavne nosioce sastava gline poput aluminijuma, silicijuma i gvožđa. Pored toga, uočeno je prisustvo fosfora koji je verovatno posledica sagorevanja organskih materija koje je grnčar ubacio u glinu prilikom izrade



Slika 1. XRF uporedni spektri teških metala II, III i IV tipološke grupe

Figure 1. XRF comparative spectra of heavy metals of the II, III and IV typological group



Slika 2. XRF uporedni spektri fragmenata I grupe koji sa unutrašnje strane nemaju glazuru

Figure 2. XRF comparative spectra of fragments from the I group that are not glazed on the inner side

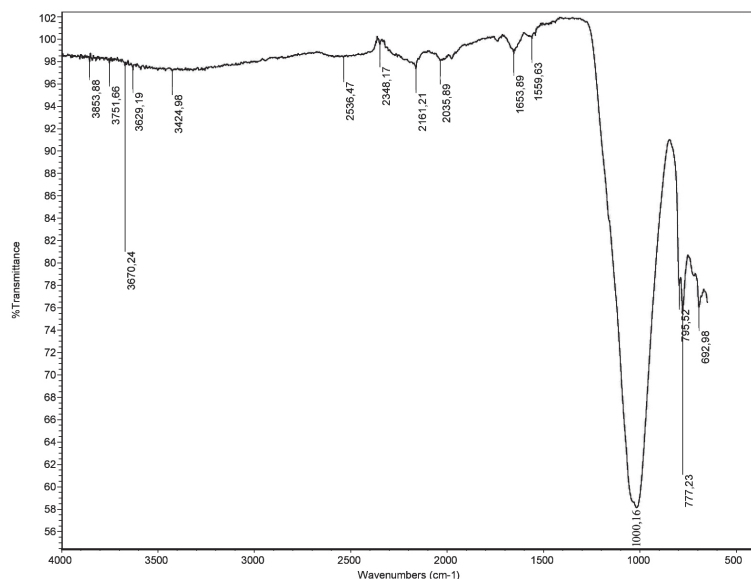
posuda (Rodrigues 2016: 224). S druge strane, analizirajući dobijene spektre mogu se uočiti izvesne razlike među grupama fragmenata, naročito u delu spektra koji pokriva teške metale. Naime, dobijeni spektri fragmenata druge, treće i četvrte grupe beleže identična kretanja (slika 1), dok dva fragmenta prve grupe, koji su imali nanos glazure samo sa spoljašnje strane, ne samo da su se međusobno razlikovali, već su se razlikovali i od svih preostalih fragmenata (slika 2). Na osnovu dobijenih rezultata zaključeno je da postoji mogućnost da su fragmenti druge, treće i četvrte grupe izrađeni od gline iz istog ležišta, a dva fragmenta prve grupe potiču iz dva druga, međusobno različita ležišta.

Sasvim drugačiju sliku pružile su analize mineraloškog sastava. Naime, ovi rezultati pokazuju da su svi analizirani fragmenti, iz sve četiri grupe, gotovo identičnog sastava (slika 3). Njihovu glavnu komponentu čini ilitna glina sa muskovitom, a u dobijenim spektrima beležimo i pikove feldspata ortoklasa, albita, oligoklasa i mikrokлина koji pripadaju grupi minerala za koje je tipično da budu u okviru sastava gline (Vuković 2017: 25).

ilitna glina spada u jednu od tri vrste gline nastalih od sedimentnih stena. Ona je veoma zastupljena u prirodi, i zahvaljujući sitnim dimenzijama svojih čestica i malom skupljanju prilikom sušenja, idealna je za izradu posuda na koje će se kasnije naneti glazura (Garrison 2016:

185). Zbog svoje kompaktne hemijske strukture nije sklona pucanju prilikom isparavanja vode, a za vreme obrade je vrlo elastična, što je čini veoma pogodnom za upotrebu (*ibid.*: 185). Usled sličnog hemijskog sastava sa pojedinim mineralima, naročito muskovitom, javlja se problem u njenom determinisanju. Dodatna komplikacija može se javiti usled toga što je muskovit mineral koji se često nalazi u sastavu gline, ali može biti dodavan i kao primesa kako bi se povećala njena elastičnost. Zahvaljujući FTIR analizi (infracrvena spektroskopija sa Furijevom transformacijom), omogućeno je razlučivanje između ilita i muskovita pomoću karakterističnih pikova uočenih na svim uzorcima. Međutim, potrebne su određene petrološke analize kako bi se odredilo da li je muskovit primesa ili ne. Budući da su sve posude neporozne i vrlo kvalitetno obrađene, može se pretpostaviti da je jedan od potencijalnih razloga za visok kvalitet posuda elastična sirovina koja je bila vrlo pogodna za oblikovanje.

Prilikom određivanja mineraloškog sastava uočeni su i pikovi koji pokazuju prisustvo kvarca, koji se može videti i makroskopskim posmatranjem fragmenata. Poznato je da se kvarc dodaje u glinenu smešu u cilju povećanja toplotnog kapaciteta posuda. Samim tim, možemo pretpostaviti da je u ovim slučajevima dodavan naknadno kao primesa, i na osnovu njegovog prisustva možemo govoriti o fragmentima koji su pripadali kuhinjskom posuđu.



Slika 3. Infracrveni spektar mineralnog sastava

Figure 3. Infrared spectre of mineral composition



Rezultati o temperaturnom opsegu na kojem su posude pečene dobijeni su na osnovu mineralološkog sastava i makroskopskih karakteristika koje se tiču načina pečenja posude. Osnovna analiza je pokazala da su fragmenti pečeni ujednačeno i vrlo kvalitetno. Temperaturni opseg utvrđen je pomoću mineralološkog sastava gline i njenih mineralnih faza, i on za sve grupe iznosi 675-850°C. Naime, u analiziranim spektrima uočeni su pikovi koji direktno ukazuju na prisustvo ilitne gline koja je korišćena prilikom izrade ovih posuda, što dalje ukazuje na to da temperatura na kojoj su pečeni lonci nije prelazila 850°C. Naime, razni autori navode kako se potpuni raspad ilitne strukture dešava na temperaturi između 800-850°C (Matau 2013; Kramar *et al.* 2012). Kao potvrdu ove tvrdnje, FTIR analiza je ukazala na prisustvo mineralnih faza koji se raspadaju na temperaturama iznad 850°C, kao što su muskovit, ortoklas, mikroklin i feldspati (Matau 2013; Kramar *et al.* 2012). Prisustvo vodene pare jedan je od jasnih ukazatelja da temperatura pečenja mora biti viša od 675°C (McConville i Lee 2005: 2267). Analizirani spektri jasno ukazuju na vodenu paru, s obzirom na odsustvo karakterističnih pikova na višim talasnim brojevima. Samim tim, donja granica temperature pečenja ne može biti niža od 675°C, budući da tada ne bi bilo uočeno prisustvo vodene pare.

## Funkcija posuda

Na osnovu GC-MS analize, uočeno je da je u loncima pripremana hrana životinjskog i biljnog porekla. Naime, na osnovu odnosa palmitinske i stearinske kiseline, određeno je da li se u posudama pripremala hrana biljnog ili životinjskog porekla. Ukoliko je palmitinska kiselina bila zastupljenija u odnosu na stearinsku, ostaci su bili životinjskog porekla, a ako je zastupljenija stearinska kiselina, ostaci su bili biljnog porekla (Leclerc 2018: 718). Ukoliko je u posudama uočeno prisustvo biljnih i životinjskih sterola u sličnom odnosu, kao i masnih kiselina koje su karakteristične za životinjske masti i biljna ulja, u loncima je pripremana hrana oba tipa (Leclerc 2018; Drieu *et al.* 2018).

Kod prve grupe na pojedinim fragmentima lonaca rezultati su ukazali na prisustvo dehidroabietične i pimarične kiseline, na osnovu čega je ustanovljeno prisustvo smole bora, dok uočena montanična kiselina svedoči o ostacima pčelinjeg voska. Takođe, rezultati pokazuju da su

organski ostaci u ovoj grupi lonaca i biljnog i životinjskog porekla što se, pored palmitinske i stearinske kiseline, može ustanoviti i na osnovu prisustva lignocerinke i arahinske kiseline, koje ukazuju na prisustvo masnog tkiva, odnosno mesa. Osim toga, prisustvo margarinske i pentadekanoične kiseline, ukazuje na prisustvo mlečnih proizvoda preživala, a azelaična i lino-leinska kiselina svedoče o ostacima biljnih ulja.

Poznato da je pojava dehidroabietične i pimarične kiseline specifična upravo zbog toga što je smola u kombinaciji sa pčelinjim voskom često predstavljala vezivno sredstvo korišćeno da se poklopac pričvrsti za posudu, ili da kao premaz poboljša njenu funkcionalnost (Drieu *et al.* 2018: 219). Ovo nas upućuje na to da se ta smesa koristila kako bi se posude hermetički zatvorile, da bi hrana u njima duže stajala. Rezultati navode na pretpostavku da su ovi lonci korišćeni za skladištenje, a kako se glazura nanosila na keramičke posude da bi se smanjila njihova poroznost, i time omogućila držanje tečnosti, njeno prisustvo kod prvog tipa lonca još je jedan ukazatelj koji potvrđuje njihovu namenu. Mada prisustvo kvarca sugerise da su možda imali drugačiju namenu, odsustvo ketona ukazuje na to da u ovim posudama hrana nije obrađivana na visokoj temperaturi, što znači da su najverovatnije korišćene za skladištenje. Hrana skladištena u ovim posudama bila je raznovrsnog porekla, na šta ukazuju kiseline konstatovane GC-MS analizom. Na osnovu toga, može se zaključiti da se u loncima prve grupe skladištila hrana i biljnog i životinjskog porekla, i to u vidu mesa (masnog tkiva), mlečnih proizvoda preživala i biljnih ulja. Te posude su verovatno korišćene višenamenski i u kontinuitetu.

Kod druge grupe lonaca rezultati ukazuju da su ostaci u vidu kiselina takođe i biljnog i životinjskog porekla, osim u jednom loncu, gde su konstatovane kiseline isključivo životinjskog porekla. Kod ove grupe takođe nije zabeleženo prisustvo ketona, koji predstavljaju molekularne markere za visoku temperaturu pečenja. I dok se jedan uzorak odvaja po tome što su mu karakteristike slične prvoj grupi lonaca i upućuje na to da se takođe koristio za skladištenje, ostatali uzorci iz ove grupe govore da su posude korišćene za pripremu hrane. Odsustvo ketona ne znači nužno da hrana nije termički obrađivana. Ono može biti posledica nedostatka pojedinih soli koje utiču na njihovo formiranje, ili termičke

obrade hrane na tihoj vatri (Drieu *et al.* 2018: 219). U skladu sa navedenim podacima, verovatno su u pitanju posude za pripremu različitih jela, i to na tihoj vatri. U ovim posudama spremna je hrana i biljnog i životinjskog porekla, osim jedne posude, u kojoj je spremna hrana isključivo životinjskog porekla.

Kod lonaca treće grupe detektovana je hrana isključivo životinjskog porekla, odnosno prisustvo laurinske, margarinske i tridekanoinske kiseline ukazuje na prisustvo mlečnih proizvoda u njima. Ovi podaci ukazuju da su ove posude uglavnom korišćene za preradu mleka i čuvanje mlečnih proizvoda.

Na osnovu navedenih podataka, dobijene su informacije o funkciji različitih tipova lonaca sa ovog lokaliteta. Ustanovljeno je da su lonci prve grupe korišćeni za skladištenje, dok su lonci druge grupe imali kombinovanu funkciju gde je najdominantnija bila priprema različitih jela. Treća grupa služila je za pripremu mlečnih proizvoda, dok o četvrtoj grupi ništa nije ustanovljeno usled nedostatka ekstraktovanih lipida.

GC-MS analizom pojavile su se određene varijacije u tumačenju funkcije posuda u odnosu na tipološku analizu. Naime, zahvaljujući analizi lipidnih ostataka determinisana je skladištena funkcija prve grupe lonaca.

## Zaključak

Uzevši u obzir mali broj uzoraka koji je korišćen u našem istraživanju, na osnovu dobijenih rezultata može se zaključiti da bi bilo korisno i poželjno ovaj metodološki pristup upotrebiti na većoj seriji. Upotrebom korišćenih analiza dolazi se do velikog broja korisnih informacija koje dovode do znatno boljeg poznavanja tehnike proizvodnje i načina upotrebe keramičkih posuda. Praktikovanjem ovih metoda, odnosno njihovom kombinovanom upotrebom na većoj seriji, bilo bi moguće sa većom sigurnošću utvrditi tehnologiju izrade i funkciju posuda. Značaj upotrebe ovih analiza na većem broju uzoraka bio bi sledeći. XRF analiza je korisna jer pruža informacije o tome koji su hemijski elementi prisutni u keramici, na osnovu čega se mogu izneti određene pretpostavke o njenom sastavu i načinu izrade, što je značajno za utvrđivanje daljeg smera istraživanja keramičkih posuda. Zbog obilja informacija koje nam pruža FTIR analiza i relativno jednostavnoj mikrodestruk-

tivnoj pripremi uzoraka, vrlo je poželjno koristiti je na većoj seriji različitih vrsta posuda kako bi se ustanovila korelacija između različitih parametara koji utiču na izgled i kvalitet posude, poput sastava sirovine i temperature pečenja. Upotrebom GC-MS analize na proširenoj zbirci sa ovog lokaliteta, može se ustanoviti da li definisani tipovi lonaca iz ovog rada diktiraju funkciju posuda kao što je pretpostavljeno. Pored toga, uzevši u obzir podatke koje nam ova analiza pruža, na većem broju uzoraka lonaca u četvrtoj grupi bilo bi moguće utvrditi poreklo organskih ostataka u njima, i ustanoviti namenu ovih posuda, pa ona ne bi ostala neistražena. Na kraju, upotreba ove analize na većoj seriji omogućila bi određivanje strategije ishrane na nekom lokalitetu.

**Zahvalnost.** Ovom prilikom bismo se zahvalile MA Radivoju Arsiću, arheologu iz Zavoda za zaštitu spomenika kulture iz Valjeva, koji nam je ustupio materijal za izradu ovog rada i stručnu literaturu, i diplomiranom arheologu Neveni Pavlović na stručnim savetima. Takođe, zahvalile bismo se hemijskoj laboratoriji Istraživačke stanice Petnica na obezbeđenom prostoru za rad i uređajima neophodnim za izradu ovog istraživačkog projekta, kao i MSc Milošu Pešiću i MSc Milanu Markoviću na stručnim savetima i pomoći prilikom hemijskih analiza keramičkog materijala.

## Literatura

Arsić R. 2004. *Stari grad – Šabac, katalog izložbe*. Valjevo-Šabac: Zavod za zaštitu spomenika kulture Valjevo i Narodni muzej Šabac

Arsić R. 2013. Arheološko istraživanje utvrđenja Jerinin grad – Brangović kod Valjeva 2011. godine. U *Rezultati novih arheoloških istraživanja u severozapadnoj Srbiji i susednim teritorijama* (ur. D. Antonović *et al.*). Beograd-Valjevo: Srpsko arheološko društvo, Zavod za zaštitu spomenika kulture Valjevo, str. 225-236.

Bikić V., Damjanović Lj., Erić S., Holcajtner-Antunović I., Šarić K. 2014. Characterization of the early Byzantine pottery from Caricin Grad (South Serbia) in terms of composition and firing temperature. *Journal of Archaeological Science*, **46**: 156.

Vuković J. 2017. *Studije keramike – Teorija i metodologija u analizama grnčarije u arheologiji*. Beograd: Zavod za udžbenike

Garrison E. 2016. *Techniques in Archaeological Geology*. Springer

Drieu L., Lachenal T., Peche-Quilichini K., Regert M. 2018. Domestic activities and pottery use in the Iron Age Corsican settlement of Cuciurpula revealed by organic residue analysis. *Journal of Archaeological Science: Reports*, **19**: 213.

Mileto S., Kaiser E., Rassamakin Y., Evershed R. P., 2017. New insights into the subsistence economy of the Eneolithic Dereivka culture of the Ukrainian North-Pontic region through lipid residues analysis of pottery vessels. *Journal of Archaeological Science: Reports*, **13**: 67.

Kramar S., Lux J., Mladenović A., Pristacz H. 2012. Mineralogical and geochemical characteristics of Roman pottery from an archaeological site near Mošnje (Slovenia). *Applied Clay Science*, **57**: 39.

Leclerc M. 2018. The use of Lapita pottery: Results from the first analysis of lipid residues. *Journal of Archaeological Science: Reports*, **17**: 712.

Matau F. 2013. Physical study of the Cucuteni pottery technology. *Journal of Archaeological Science*, **40**: 914.

McConville J., Lee E. 2005. Microstructural Development on Firing Illite and Smectite Clays Compared with that in Kaolinite. *Journal of the American Ceramic Society*, **88**: 2267.

Milinković M. 2017. *Gradina na Jelici – Utvrđeni centar u Iliriku VI veka i višeslojno arheološko nalazište, katalog izložbe*. Beograd-Čačak: Srpska akademija nauke i umetnosti i Narodni muzej Čačak.

Rodrigues S. 2016. Phosphorus in archeological ceramics as evidence of the use of pots for cooking food. *Applied Clay Science*, **123**: 224.

Zlatunović R. 2005. Nastanak gline, tehnologija i mineralogija keramike. *Histria Archaeologica*, **36**: 6.

ZZSK 2014. Izveštaj sa arheološko-konzervatorskih radova na lokalitetu Jerinin grad u Brangoviću, opština Valjevo. Zavod za zaštitu spomenika kulture, Milovana Glišića 2, 14 000 Valjevo

---

Maša Bogojević and Anastasija Brančić

## Application Possibilities of Combined Analytical Methods Considered on Ceramic Pots from Jerinin Grad – Brangović (Valjevo, Serbia)

This paper deals with the possibilities of applying typological-functional analyzes on representative fragments of different types of pots from objects 1 and 5 from the site Jerinin grad – Brangović. The aim of this research was to determine the methodological frameworks and ways of their application on a large number of samples, for a more complete picture of the manufacturing technology of ceramic vessels and their use in the mentioned archaeological site.

The research was carried out in several different phases that included: typological analysis of a larger series of samples from which representative fragments were selected, determination of chemical and mineralogical composition, cooking temperature of the vessels and lipid extraction. Ten fragments were selected based on their techno-morphological, formal, metric and ornamental characteristics. The pot was chosen for the vessel type because of its mass presence at the site, and the rim and abdomen for easier definition of the type through formal characteristics and because of the higher concentration of lipids compared to the other parts of the vessels.

Based on the obtained results, it was determined that all fragments were made from the same raw material whose main component is illite, followed by muscovite, anorite and several feldspats. The presence of quartz was also determined. Quartz was probably added to increase the vessel's thermal capacity. All containers were wheel thrown, made of refined clay with quartz admixtures. They are mostly baked without oxygen which gives them black colour, evenly and with high quality, the exception being the fourth group for its bad making. It is assumed that all pots are roasted at a temperature of 675–850°C. If the glaze in the first group is baked together with the vessel's body, in order to stick, the baking temperature should have been 850–1000°C.



It was concluded that all the pots were made in the same way, with possible differences in the first group. As for the function of the vessels, the presence of dehydrobiotic and pimaric acid points to the remains of pine resin in the first group of pots, which indicates that it was used to seal the pots, which leads us to the conclusion that this group of pots was used for storage. This is further determined by the glaze that allowed the liquid to be held in the dish for longer. The food stored in them was of animal and plant origin.

Other groups of pots were used for preparing food. The absence of ketones indicates that the food was roasted on a low heat. The second group of pots was used to prepare various dishes of animal and plant origin, while the third group

of pots had a majority of acids indicating dairy products, which makes it possible to conclude that this species was used for their processing. For the fourth group, no sufficient acid was extracted to reach any conclusions.

The analyses carried out on the selected samples and their combination have revealed that different types of data correlate with one another and give concrete information on the selected type of ceramic vessels. Due to the interconnectedness of the results of various analyses on a small sample, we can conclude that this methodological framework could be used on a larger series to significantly contribute to a better understanding of the technique of production and use of ceramic vessels from this site. 