



Sačuvano u keramici: rekonstrukcija prapovijesne prehrane u Hrvatskoj kroz analizu organskih ostataka

Preserved in pottery: reconstructing prehistoric
diet in Croatia through organic residue analysis



Zagreb, 2025.

MONOGRAPHIAE INSTITUTI ARCHAEOLOGICI
MONOGRAFIJE INSTITUTA ZA ARHEOLOGIJU
Knjiga XX

Autorica / Author
Mateja Hulina

Nakladnik / Publisher
Institut za arheologiju / Institute of Archaeology
Jurjevska ulica 15, Zagreb

Glavni urednik / Editor-in-chief
Marko Dizdar

Uredničko vijeće / Editorial board
Jacqueline Balen, Katarina Botić, Stašo Forenbaher, Hrvoje Kalafatić, Maxime Rageot

Izvršna urednica / Managing editor
Daria Ložnjak Dizdar

Recenzenti / Reviewers
Cynthia Spiteri (Torino, Tübingen), Tihomila Težak-Gregl (Zagreb)

Prijevod na engleski jezik / English translation
Mateja Hulina

Lektura engleskog jezika / English proofreading
Marko Maras

Lektura / Language editor
Tihomila Težak-Gregl

Korektura / Proofreading
Mateja Hulina, Daria Ložnjak Dizdar

Oblikovanje / Design
Umjetnička organizacija OAZA

Računalni slog / Layout
Hrvoje Jambrek

Tisak / Printed by
Sveučilišna tiskara d.o.o., Zagreb

Naklada / Circulation
200

Slika naslovnice / Cover photo
Stilizirana keramička posuda s kromatogramom (generirano pomoću ChatGPT-a, OpenAI, 2025) /
Stylized ceramic vessel with chromatogram (created by ChatGPT, OpenAI, 2025)

Ovaj rad licenciran je pod Creative Commons Attribution By 4.0 međunarodnom licencom /
this work is licenced under a Creative Commons attribution By 4.0 international licence
<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



MATEJA HULINA

**SAČUVANO U KERAMICI:
rekonstrukcija prapovijesne
prehrane u Hrvatskoj kroz
analizu organskih ostataka**

**PRESERVED IN POTTERY:
reconstructing prehistoric diet
in Croatia through organic
residue analysis**

PREDGOVOR**FOREWORD**

11

1.UVOD**1. INTRODUCTION**

13

**2. ANALIZA ORGANSKIH
OSTATAKA****2. ORGANIC RESIDUE
ANALYSIS**

17

**2.1. ORGANSKI OSTATCI NA
KERAMICI****2.1. ORGANIC RESIDUES ON POTTERY**

17

2.2. POVIJEST ISTRAŽIVANJA**2.2. HISTORY OF RESEARCH**

18

2.2.1. U SVIJETU**2.2.1. IN THE WORLD**

18

2.2.2. U HRVATSKOJ**2.2.2. IN CROATIA**

20

2.3. LIPIDI**2.3. LIPIDS**

22

2.4. METODE ANALIZE LIPIDA**2.4. METHODS OF LIPID ANALYSIS**

26

2.4.1. UZORKOVANJE**2.4.1. SAMPLING**

27

2.4.2. EKSTRAKCIJA LIPIDA**2.4.2. LIPID EXTRACTION**

28

Ekstrakcija otapalom

Solvent extraction

28

Saponifikacija

Saponification

29

Ekstrakcija kiselinom

Acid extraction

29

Ostale metode

Other methods

30

Derivatizacija

Derivatization

30/31

Metilacija

Methylation

31

Sililacija

Silylation

31

2.5. ANALIZE**2.5. ANALYSES**

32

2.5.1. PLINSKA KROMATOGRAFIJA (GC)**2.5.1. GAS CHROMATOGRAPHY (GC)**

33

2.5.2. MASENA SPEKTROMETRIJA (GC-MS)	2.5.2. MASS SPECTROMETRY (GC-MS)	33/34
2.5.3. ANALIZA STABILNIH IZOTOPA ¹³C IZ PALMITINSKE I STEARINSKE KISELINE (GC-C-IRMS)	2.5.3. COMPOUND SPECIFIC ¹³C ISOTOPE ANALYSIS (GC-C-IRMS)	35
2.6. REZULTATI I NJIHOVO TUMAČENJE	2.6. RESULTS AND INTERPRETATION	36
Pogrešna interpretacija i kontaminacija	Misinterpretation and contamination	41
3. PROSTORNI I VREMENSKI OKVIR	3. SPATIAL AND TEMPORAL FRAMEWORK	45
3.1. NEOLITIK U ISTOČNOJ HRVATSKOJ	3.1. NEOLITHIC IN EASTERN CROATIA	45
Rani neolitik – starčevačka kultura	Early Neolithic – Starčevo culture	45
Srednji i kasni neolitik – sopotska kultura	Middle and Late Neolithic – Sopot culture	46
Kasni neolitik – vinčanska kultura	Late Neolithic – Vinča culture	48
3.2. BRONČANO DOBA U ISTOČNOJ HRVATSKOJ	3.2. BRONZE AGE IN EASTERN CROATIA	49
Rano brončano doba – vinkovačka kultura	Early Bronze Age – Vinkovci culture	49
Kasno brončano doba – kultura polja sa žarama, grupa Barice – Gređani	Late Bronze Age – Urnfield culture, Barice -Gređani group	51
3.3. NALAZIŠTA	3.3. SITES	52
3.3.1. NEOLITIK	3.3.1. NEOLITHIC	52
Slavonski brod – Galovo	Slavonski Brod – Galovo	53
Vinkovci	Vinkovci	54
Sopot	Sopot	55
Bapska – Gradac	Bapska – Gradac	56
Slavča	Slavča	57

3.3.2. BRONČANO DOBA	3.3.2. BRONZE AGE	58/59
Viškovci – Gradina	Viškovci – Gradina	59
Donji Miholjac – Mlaka/Trafostanica	Donji Miholjac – Mlaka/Trafostanica	59
Mačkovac – Crišnjevi	Mačkovac – Crišnjevi	60
 4. PREHRANA U PRAPOVIJESTI NA PODRUČJU ISTOČNE HRVATSKE	 4. DIET IN PREHISTORY IN EASTERN CROATIA	 63
4.1. ŽIVOTINJSKI OSTATCI	4.1. ANIMAL REMAINS	63
4.1.1. DOMESTIKACIJA ŽIVOTINJA	4.1.1. ANIMAL DOMESTICATION	64
Ovce i koze	Sheep and goats	64
Goveda	Cattle	65
Svinje	Pigs	65
4.1.2. STOČARSTVO I MODELI ISKORIŠTAVANJA STADA	4.1.2. LIVESTOCK FARMING AND HERD EXPLOITATION MODELS	65
4.1.3. ŽIVOTINJSKI OSTATCI S NALAZIŠTA U ISTOČNOJ HRVATSKOJ	4.1.3. ANIMAL REMAINS FROM SITES IN EASTERN CROATIA	66/67
4.1.3.1. Neolitik	4.1.3.1. Neolithic	67
Domaće životinje	Domestic animals	67
Lov i divlje životinje	Hunting and wild animals	69
Ribolov i sakupljanje školjaka i puževa	Fishing and gathering of shells and snails	69/70
4.1.3.2. Brončano doba	4.1.3.2. Bronze Age	70
Domaće životinje	Domestic animals	70
Lov i divlje životinje	Hunting and wild animals	71/72
4.2. BILJNI OSTATCI	4.2. PLANT REMAINS	72
4.2.1. DOMESTIKACIJA BILJAKA	4.2.1. DOMESTICATION OF PLANTS	72/73

4.2.2. BILJNI OSTATCI NA NALAZIŠTIMA U ISTOČNOJ HRVATSKOJ	4.2.2. PLANT REMAINS FROM SITES IN EASTERN CROATIA	73
Neolitik	Neolithic	73
Brončano doba	Bronze Age	74/75
4.3. MLIJEKO I MLIJEČNI PROIZVODI	4.3. MILK AND DAIRY PRODUCTS	77
4.4. OSTALO	4.4. OTHER	80
 5. ANALIZA LIPIDA NA KERAMICI S HRVATSKIH NALAZIŠTA	 5. LIPID ANALYSIS ON POTTERY FROM CROATIAN SITES	 81
5.1. METODOLOGIJA	5.1. METHODOLOGY	81
5.1.1. IZBOR I PRIPREMA UZORAKA	5.1.1. SAMPLE SELECTION AND PREPARATION	81
Laboratorijska priprema	Laboratory preparation	82
Standardi	Standards	82
5.1.2. EKSTRAKCIJA LIPIDA	5.1.2. LIPID EXTRACTION	82
Direktna ekstrakcija kiselinom	Direct acid extraction	82
Derivatizacija	Derivatization	83
Ekstrakcija otapalom	Solvent extraction	84
5.1.3. ANALIZA	5.1.3. ANALYSIS	84
GC-FID i GC-MS	GC-FID and GC-MS	84
GC-C-IRMS	GC-C-IRMS	85
5.1.4. OBRADA PODATAKA	5.1.4. DATA PROCESSING	87

5.1.5. UZORCI MODERNIH ŽIVOTINJSKIH MASTI	5.1.5. MODERN ANIMAL FAT SAMPLES	88
Uzorkovanje	Sampling	88
Ekstrakcija	Extraction	88
Ekstrakcija otapalom	Solvent extraction	88
Saponifikacija	Saponification	89
Metilacija	Methylation	89
Analiza GC-MS i GC-C-IRMS	GC-MS and GC-C-IRMS analysis	89/90
Obrada podataka	Data processing	90
5.2. REZULTATI	5.2. RESULTS	90
5.2.1. MODERNE ŽIVOTINJSKE MASTI	5.2.1. MODERN ANIMAL FATS	90
5.2.2. NEOLITIK	5.2.2. NEOLITHIC	90
Slavonski Brod – Galovo	Slavonski Brod – Galovo	90
Vinkovci	Vinkovci	96
Sopot	Sopot	99
Slavča	Slavča	107
Bapska – Gradac	Bapska – Gradac	113
5.2.3. BRONČANO DOBA	5.2.3. BRONZE AGE	128
Viškovci – Gradina	Viškovci – Gradina	128
Donji Miholjac – Mlaka/Trafostanica	Donji Miholjac – Mlaka/Trafostanica	135
Mačkovac – Crišnjevi	Mačkovac – Crišnjevi	140

6. ORGANSKI OSTATCI NA KERAMICI U KONTEKSTU PREHRANE PRAPOVIJESNIH LJUDI NA PODRUČJU ISTOČNE HRVATSKE	6. ORGANIC RESIDUES ON POTTERY AND THE DIET OF PREHISTORIC POPULATIONS IN EASTERN CROATIA	149
6.1. OČUVANOST LIPIDA	6.1. LIPID PRESERVATION	150
6.2. DIJELOVI I TIPOVI POSUDA	6.2. PARTS AND TYPES OF VESSELS	154
Neolitik – lipidi u posudama određenog oblika	The Neolithic – lipids in vessels of determined type	157
Brončano doba – lipidi u posudama određenog oblika	The Bronze Age – lipids in vessels of determined type	158
6.3. SAČUVANE TVARI UKRATKO	6.3. PRESERVED SUBSTANCES SUMMARY	160
6.4. PREHRANA	6.4. DIET	161
6.4.1. ŽIVOTINJSKE MASTI	6.4.1. ANIMAL FATS	161
6.4.1.1. Adipozne masti i mlijeko preživača	6.4.1.1. Ruminant adipose and dairy fats	162
Neolitik	Neolithic	162
Brončano doba	Bronze Age	164
6.4.1.2. Adipozne masti nepreživača	6.4.1.2. Non-ruminant adipose fats	164
Neolitik	Neolithic	164
Brončano doba	Bronze Age	165
6.4.1.3. Divlje životinje	6.4.1.3. Wild animals	165
6.4.1.4. Riba	6.4.1.4. Fish	166
6.4.2. HRANA BILJNOG PODRIJETLA	6.4.2. FOOD OF PLANT ORIGIN	166
6.4.3. MED, VOSAK	6.4.3. HONEY, WAX	168

7. NA MJESTU ZAKLJUČKA	7. IN THE PLACE OF A CONCLUSION	171
8. POPIS PRILOGA	8. LIST OF FIGURES AND TABLES	177
BIBLIOGRAFIJA	BIBLIOGRAPHY	183

Predgovor

Gostujuće predavanje o analizama organskih ostataka na keramici dr. Duške Urem-Kotsou tijekom studija arheologije zainteresiralo me za sadržaj keramičkih posuda. U to vrijeme sam već bila usmjerena u proučavanje tipologije keramike, no sve me više zanimalo čemu su te posude zapravo služile – što se u njima pripremalo, kuhalo ili čuvalo.

Na početku doktorskog studija stupila sam u kontakt s dr. sc. Cynthianne Spiteri koja je tada radila na Institutu Max Planck u Leipzigu te mi je ponudila mogućnost posjeta njezinu laboratoriju. Time je započela suradnja koja se nastavila i nakon njezina prelaska na Sveučilište u Tübingenu, a rezultirala je višegodišnjim istraživanjem, nizom laboratorijskih analiza, doktorskom disertacijom, sudjelovanjem u različitim projektima i ovom knjigom.

U trenutku kada sam započela s istraživanjima, analize organskih ostataka na keramici u Hrvatskoj gotovo da nisu bile zastupljene u objavljenim radovima. Danas su one postale sastavni dio brojnih arheoloških istraživanja. Ova knjiga potaknuta je mojim istraživanjem tijekom pisanja doktorskog rada i potrebom da se predstavi njihova znanstvena i metodološka osnova te rezultati analize uzoraka s nalazišta na prostoru Hrvatske – s posebnim naglaskom na prehranbene prakse u neolitiku i bronzanom dobu. Knjiga je strukturirana tako da prvo poglavlje donosi uvod, drugo poglavlje kratak pregled povijesti istraživanja organskih ostataka na arheološkom materijalu, osnovne kemijske postavke i metodologiju istraživanja, treće poglavlje pregled arheoloških kultura i nalazišta spomenutih u radu, a četvrto poglavlje sažima dosadašnja saznanja o prehrani u neolitiku i bronzanom dobu istočne Hrvatske. U petom poglavlju prikazane su analize organskih ostataka na neolitičkoj i bronzanodobnoj keramici iz istočne Hrvatske, dok šesto poglavlje donosi raspravu rezultata. Na kraju slijede zaključna razmatranja.

Ostvarenje ovoga rada ne bi bilo moguće bez pomoći i podrške brojnih suradnika i kolega, kojima dugujem iskrenu zahvalnost.

Najprije želim zahvaliti prof. dr. sc. Staši Forenbaheru koji mi je dao kontakt od Cynthianne Spiteri. Zatim zahvaljujem svima koji su mi ustupili materijal za analizu: M. Krznarić-Škrivanko (Gradski muzej Vinkovci), dr. sc. M. Mihaljević (Zavičajni muzej Nova Gradiška), dr. sc. M. Buriću (Odsjek za

Foreword

A guest lecture by Dr. Duška Urem-Kotsou on organic residue analysis first sparked my interest in the contents of ceramic vessels. Although I was already focused on pottery typology, I became increasingly curious about what these vessels once held, what was prepared, cooked, or stored in them.

At the beginning of my PhD studies, I contacted Dr. Cynthianne Spiteri, who at the time was working at Max Planck Institute in Leipzig, she then invited me to visit her laboratory. This marked the start of a collaboration that continued after her move to the University of Tübingen and developed into several years of research, numerous laboratory analyses, participation in various projects, a doctoral dissertation, and ultimately this book.

When I began my research, organic residue analysis on Croatian pottery was scarcely represented in published work. Today, it has become an integral part of archaeological research. This book was inspired by my research during my PhD study and the need to present the scientific and methodological foundations of organic residue analysis, as well as the results obtained from Croatian sites – particularly regarding dietary practices in the Neolithic and Bronze Age.

The book is organized as follows: Chapter 1 introduces the topic; Chapter 2 offers a brief history of organic residue research, basic chemical background, and methodological approaches; Chapter 3 presents the archaeological cultures and sites discussed; Chapter 4 summarizes current knowledge of diet in Neolithic and Bronze Age eastern Croatia; Chapter 5 details the residue analyses conducted on pottery from this region; Chapter 6 discusses the results, followed by concluding remarks in Chapter 7.

This work would not have been possible without the support of many colleagues and collaborators, to whom I extend my sincere gratitude.

I am especially thankful to Prof. Dr. Sc. Stašo Forenbaher for connecting me with Cynthianne Spiteri, and to all who generously provided samples for analysis: M. Krznarić-Škrivanko (Vinkovci City Museum); Dr. Sc. M. Mihaljević (Nova Gradiška Municipal Museum); Dr. Sc. M. Burić (Department of Archaeology, University of

arheologiju Filozofskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu), dr. sc. J. Balen (Arheološki muzej u Zagrebu), dr. sc. K. Minichreiter, Muzeju brodskog Posavlja, dr. sc. K. Botić i dr. sc. H. Kalafatiću (Institut za arheologiju u Zagrebu), kojemu zahvaljujem i na podršci tijekom istraživanja.

Posebnu zahvalnost dugujem dr. sc. Cynthianne Spiteri, koja me uvela u područje analiza organskih ostataka, i članovima tima iz laboratorija u Tübingenu – dr. sc. Maximeu Rageotu, koji je često sa mnom radio u laboratoriju i strpljivo me podučavao kad je Cynthianne bila spriječena, tehničarima Sari Cafisso i Matthiasu Belseru na pomoći tijekom laboratorijskog rada, kao i tadašnjim studentima – članovima istraživačkog tima – na provedbi dodatnih analiza kad je to bilo potrebno.

Zahvaljujem i prof. dr. sc. Tihomili Težak-Gregl na podršci tijekom istraživanja te dr. sc. Dariji Ložnjak Dizdar na poticajima i pomoći tijekom nastajanja ove knjige.

Na kraju, od srca zahvaljujem svojoj obitelji na razumijevanju, podršci i strpljenju tijekom svih mojih istraživanja i pisanja.

Zagreb); Dr. Sc. J. Balen (Archaeological Museum in Zagreb); Dr. Sc. K. Minichreiter; Museum of Brodsko Posavlje; Dr. Sc. K. Botić and Dr. Sc. H. Kalafatić (Institute of Archaeology, Zagreb), and the latter I also thank for his support during my research.

My deepest thanks go to Dr. Sc. Cynthianne Spiteri, who introduced me to organic residue analysis, and to the Tübingen laboratory team – Dr. Sc. Maxime Rageot for his patient guidance, technicians Sara Cafisso and Matthias Belser for their invaluable assistance in the laboratory, and the student researchers who helped with additional analyses.

I am also grateful to Prof. Dr. Sc. Tihomila Težak-Gregl for her support during my research, and to Dr. Sc. Daria Ložnjak Dizdar for her encouragement and support throughout the writing and preparation of this book.

Finally, I extend heartfelt thanks to my family for their unwavering support, understanding and patience throughout this research and writing process.