

# Utjecaj zamrzavanja i mariniranja na nutritivna i mikrobiološka svojstva zelenih šparoga

---

**Obradović, Valentina; Krznarić Došen, Ines; Perković, Irena; Ergović Ravančić, Maja; Škrabal, Svjetlana; Marčetić, Helena**

*Source / Izvornik:* **Ružička days : International conference 19th Ružička Days “Today Science - Tomorrow Industry” : Proceedings, 2023, 155 - 162**

**Conference paper / Rad u zborniku**

*Publication status / Verzija rada:* **Published version / Objavljena verzija rada (izdavačev PDF)**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:277:006335>

*Rights / Prava:* [In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-10-18**



*Repository / Repozitorij:*

[FTRR Repository - Repository of Faculty Tourism and Rural Development Pozega](#)





international conference

# 19. Ružička days

TODAY SCIENCE – TOMORROW INDUSTRY  
September 21–23, 2022 | Vukovar, Croatia



# PROCEEDINGS

ISSN 2671-0668 (Online)

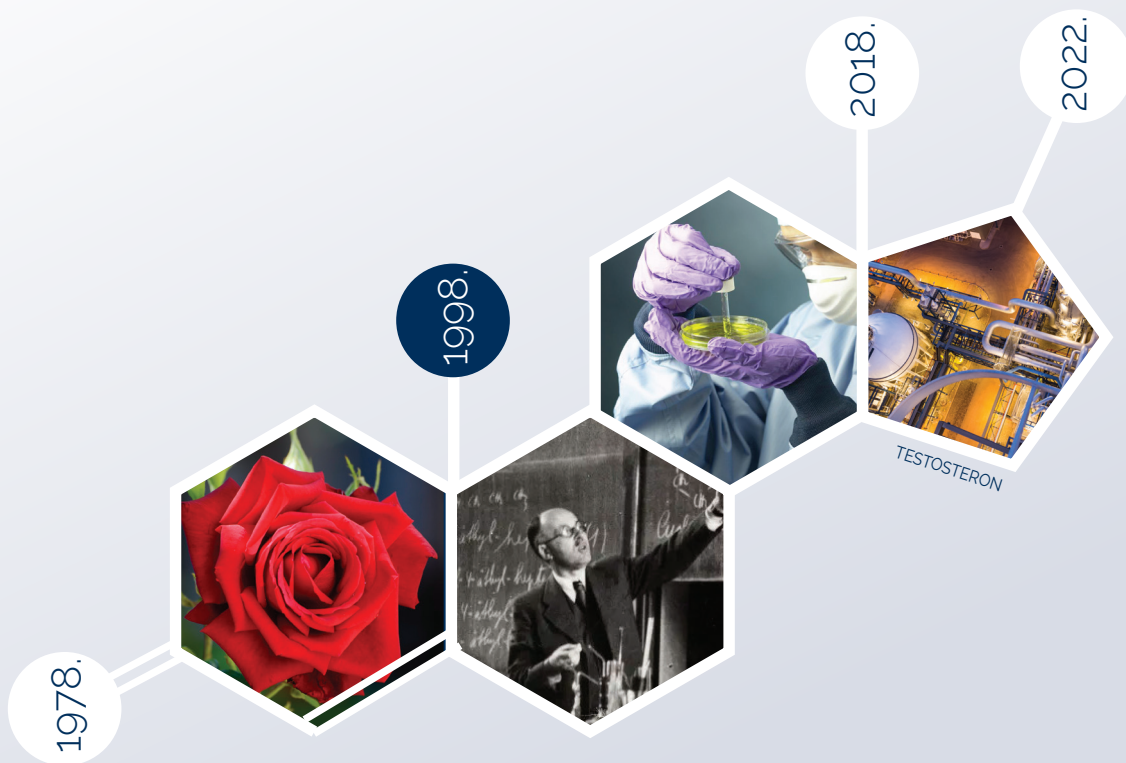
[www.ruzickadays.eu](http://www.ruzickadays.eu)



međunarodni znanstveno-stručni skup

# 19. Ružičkini dani

DANAS ZNANOST – SUTRA INDUSTRIJA  
21. – 23. rujna 2022. | Vukovar, Hrvatska

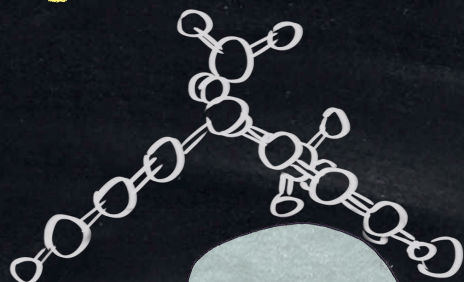


## ZBORNİK RADOVA

ISSN 2671-0668 (Online)

# 8. SUSRET MLADIH KEMIČARA

21. rujna 2022., VUKOVAR, HRVATSKA



$$Re = \frac{vdp}{\eta}$$

ZNAŠ ŠTO  
BI SE DOGODILO DA  
SE SILVER SURFER  
I IRON MAN  
UJEDINE?

ZNAM....  
POSTALI BI  
LEGURA!



**PROCEEDINGS |  
ZBORNIK RADOVA**

*19<sup>th</sup> Ružička Days*  
**TODAY SCIENCE – TOMORROW INDUSTRY**  
19. Ružičkini dani  
DANAS ZNANOST – SUTRA INDUSTRIJA

**Published by |  
Izdavači**

*Faculty of Food Technology Osijek, University of  
Josip Juraj Strossmayer in Osijek*  
*Croatian Society of Chemical Engineers (CSCE)*  
Prehrambeno-tehnološki fakultet Osijek  
Sveučilišta Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku  
Hrvatsko društvo kemijskih inženjera i tehnologa (HDKI)

**Chief Editors |  
Glavni urednici**

Jurislav Babić, Dajana Kučić Grgić, Vesna Očelić Bulatović

**Technical Editor |  
Tehnička urednica**

Ivana Lauš

**Text prepared by |  
Tekst pripremili**

*AUTHORS, who are fully responsible for the papers and  
figures*  
AUTORI, koji su odgovorni za tekst rada i slike

**Cover sheet and layout design |  
Dizajn naslovnice i prijeloma**

Zdenko Blažeković

**Scientific and Organizing  
Committee and Proceedings  
Reviewers |  
Znanstveno-organizacijski  
odbor i recenzenti Zbornika  
radova**

Jurislav Babić (*chairman/predsjednik*),  
Tomislav Bolanča (*vice-chairman/dopredsjednik*),  
Vesna Očelić Bulatović (*vice-chairman/dopredsjednica*),  
Ivana Lauš (*secretary/tajnica*),  
Dajana Kučić Grgić (*secretary/tajnica*),  
Đurđica Ačkar, Daniela Čačić Kenjerić, Ljubica Glavaš Obrovac,  
Ivan Hubalek, Stela Jokić, Olgica Martinis, Ivanka Miličić,  
Maja Molnar, Ana Mornar-Turk, Drago Šubarić, Artur Gryszkin  
(Poland), Anita Ivanković (Bosnia and Herzegovina), Yusuf  
Konca (Turkey), Marta Lores (Spain), Biljana Pajin (Serbia),  
Miroslav Slouf (Czech Republic), Mojca Škerget (Slovenia)

ISSN 2671-0668 (Online)

Osijek *and/i* Zagreb, 2023.

## ***Under the Auspices of* | Pokrovitelj:**

*Croatian Academy of Science and Arts,  
Department of Mathematical, Physical and Chemical Science |  
Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti,  
Razred za matematičke, fizičke i kemijske znanosti*



## ***Supported by* | Uz potporu:**

*Education and Teacher Training Agency |  
Agencija za odgoj i obrazovanje*



Agencija za odgoj i obrazovanje  
Education and Teacher Training Agency

*Croatian Academy of Engineering |  
Akademija tehničkih znanosti Hrvatske*



*Faculty of Chemical Engineering & Technology Zagreb,  
University of Zagreb |  
Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije Zagreb  
Sveučilišta u Zagrebu*



FKITMCMXIX

*City of Vukovar |  
Grad Vukovar*



*Public Institution in Culture Hrvatski dom Vukovar |  
Hrvatski dom Vukovar*



*Ministry of Economy and Sustainable Development |  
Ministarstvo gospodarstva i održivog razvoja*



REPUBLIKA HRVATSKA  
MINISTARSTVO  
GOSPODARSTVA  
I ODRŽIVOG  
RAZVOJA

*Ministry of Agriculture |  
Ministarstvo poljoprivrede*



MINISTARSTVO  
POLJOPRIVREDE

*Ministry of Science and Education |  
Ministarstvo znanosti i obrazovanja*



MINISTARSTVO  
ZNANOSTI I  
OBRAZOVANJA  
Hrvatske Republike

*Josip Juraj Strossmayer University of Osijek |  
Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku*



*University of Zagreb |  
Sveučilište u Zagrebu*



*Polytechnic Lavoslav Ružička in Vukovar |  
Veleučilište Lavoslav Ružička u Vukovaru*



*Polytechnic in Požega |  
Veleučilište u Požegi*



*Vukovar-Syrmia County |  
Vukovarsko-srijemska županija*



***Acknowledgement to manuscript reviewers | Zahvala recenzentima radova:***

The Editors of the *Proceedings* of the 19<sup>th</sup> *Ružička days* extend their deepest gratitude to the following manuscript reviewers who maintained the professional standards of our *Proceedings* of the 19<sup>th</sup> *Ružička days*:

Đurđica Ačkar, Niko Bačić, Tajana Begović, Mejra Bektašević, Valentina Bušić, Lara Čižmek, Mirjana Čurlin, Ivica Đilović, Lidija Furač, Alenka Gabersčik, Andrea Gross-Bošković, Jasmina Ibrahimpašić, Violeta Ivanova, Miće Jakić, Božica Japundžić Palenkić, Marina Jovanović, Antun Jozinović, Marko Jukić, Ana Jurinjak Tušek, Igor Karlovits, Nemanja Kašiković, Josip Kranjčić, Dajana Kučić Grgić, Mia Kurek, Ante Lončarić, Mario Lovrić, Jasmina Lukinac Čačić, Ivana Martinović, Kristina Mastanjević, Dora Matijašec, Martina Miloloža, Maja Molnar, Dubravka Negovetić Vranić, Ivona Nuić, Marinela Nutrizio, Vesna Ocelić Bulatović, Đurđevka Pecikozić, Sanja Perinović Jozić, Željka Petrović, Anita Pichler, Nada Pitinac, Ivana Plazonić, Jelena Popović Đorđević, Zuzana Redžović, Tomislav Rolich, Sanda Rončević, Mirta Rubčić, Željka Soldin, Raza Sunulahpašić, Goran Šarić, Nikola Španić, Anita Štrkalj, Ana Tutić, Natalija Velić, Ivana Vitasović Kosić

*All pieces of information provided in this PROCEEDINGS are the sole responsibility of the authors of the manuscripts. Publishers are not responsible for any use that might be made of the data appearing in this document. Also, publishers shall not be liable for any errors, language mistakes and the like, that are found in the works of authors. The Proceedings has not been proofread by a professional proofreader.*

**Sadržaj radova u ovom ZBORNIKU RADOVA isključiva je odgovornost autora. Izdavač nije odgovoran za upotrebu podataka objavljenih u radovima, pogreške i sl.**



Dear colleagues,

## Preface

we are extremely honoured to present to you the Proceedings of the international conference *19<sup>th</sup> Ružička Days*, which was successfully held on September 21–23, 2022, in Vukovar, Croatia, in the hometown town of our famous Croatian scientist and first Nobel laureate, professor Leopold (Lavoslav) Ružička.

The main goals of the Conference were to promote excellence, originality and innovation of interdisciplinary scientific research as well as the practical application of the obtained results through collaboration with industry, emphasizing thus the recognizable slogan of the *Ružička Days* conference: "*Today Science – Tomorrow Industry*". In addition, the Conference gave the opportunity for meetings, exchanging the ideas, opinions, experiences and cooperation among participants from different working surroundings.

It is also important to point out that since 2008, within the international conference *Ružička Days*, *Meeting of Young Chemists* has also been held, where high school students, with the help of their mentors, present papers in the field of chemistry, with the aim to direct students and young people to the technical and natural sciences, especially chemistry.

In its seventh issue (2011, 2013, 2015, 2017, 2019, 2021) the Proceedings publishes scientific and professional full papers of high quality in the following sections: *Chemical analysis and synthesis* (10), *Chemical and biochemical engineering* (3), *Food technology and biotechnology* (4), *Chemistry in agriculture and forestry* (1), *Environmental protection* (9) and *8<sup>th</sup> Meeting of Young Chemists* (3). Full-length papers were subjected to an international review procedure done by eminent experts from the corresponding fields, to whom we express our gratitude, but they were not subjected to linguistic proofreading.

On behalf of the Scientific and Organizing Committee of the *19<sup>th</sup> Ružička Days* we cordially thank all the authors, reviewers, participants, lecturers, organizers, especially the international organizers EuCheMS and EHEDG, auspices and sponsors, and all the others who, in any way, supported the Conference and contributed to the preparation of the Proceedings, especially to our highly skilled and committed associates, who have put a lot of effort in the preparation of these Proceedings.

At the very end, special thanks to our young, future scientists and their mentors who are faithful participants of the *Meeting of Young Chemists* of the *Ružička Days* conference.

Enjoy the extremely interesting scientific and professional papers contained in these Proceedings, until the next 20<sup>th</sup> jubilee of *Ružička Days* in 2024!

We are looking forward to meeting you again in Vukovar!

Yours sincerely,

*Chief Editors*  
Jurislav Babić  
Vesna Ocelić Bulatović  
Dajana Kučić Grgić



**Sekcija: Kemijska analiza i sinteza**  
**Topic: Chemical analysis and synthesis**

**Uršula Apalović, Anita Štrkalj, Zoran Glavaš**

Migracija nikla iz nakita od čelika

Migration of nickel from steel jewelry ..... 1

**Azra Đulović, Luana Grmuša, Ivica Blažević**

Utjecaj selenija na profil glukozinolata u klicama rikule

Influence of selenium on glucosinolate profile in rocket sprouts ..... 9

**Magdalena Jajčinović, Ljerka Slokar Benić, Anita Štrkalj, Andreja Carek**

Utjecaj korozivnog medija na eluciju metalnih iona titanske legure

Influence of corrosive media on elution of titanium alloy metal ions ..... 20

**Martina Marić, Anita Štrkalj, Zoran Glavaš**

Analiza posuđa od nehrđajućeg čelika

Analysis of stainless steel dishes ..... 27

**Ines Martić, Nikola Rimac, Željka Ujević Andrijić**

Razvoj softverskih senzora za procjenu mjerenja sadržaja benzena u lakom reformatu primjenom metoda strojnog učenja

Development of soft sensors using machine learning methods ..... 36

**Vibor Roje, Ivor Košutić**

Ekstrakcija metala i metaloida iz uzoraka tla vodenim otopinama amonijevih soli

Extraction of metals and metalloids from soil samples by

aqueous solutions of ammonium salts ..... 55

**Vesna Sokol, Boris-Marko Kukovec, Ante Radoš**

Određivanje granice stvaranja trostrukih iona u otopinama kalijevog bromida u 90 %-tnom butan-2-olu

Determination of the triple ions formation limit in solutions of KBr in 90 % butan-2-ol ..... 65

**Renato Tomaš, Ivan Pehar, Zdzislaw Kinart, Milan Vraneš,**

**Snežana Papović, Teona Teodora Borović**

Volumetrijska svojstva otopina 1-metilimidazolijevog acetata u vodi,

*N,N*-dimetilformamidu, *N,N*-dimetilacetamidu i dimetil sulfoksidu

Volumetric properties of solutions of 1-methylimidazolium acetate ionic liquid in water,

*N,N*-dimethylformamide, *N,N*-dimethylacetamide, and dimethyl sulfoxide ..... 76

**Željka Ujević Andrijić, Srećko Herceg, Nenad Bolf**  
Procjena ključnih procesnih veličina na temelju podataka iz industrijskih procesa  
Data-driven estimation of critical quality attributes on industrial processes ..... 98

**Hana Zajkić, Milenko Korica, Tomislav Balić**  
Ekstrakcija metalnih kationa s poroznim oksa-aza makrocikličkim spojevima  
Extraction of metal cations with porous oxa-aza macrocyclic compounds ..... 112

**Sekcija: Kemijsko i biokemijsko inženjerstvo**  
*Topic: Chemical and biochemical engineering*

**Anita Bašić, Ana Herceg, Sandra Svilović, Nenad Kuzmanić**  
Utjecaj brzine vrtnje SBT miješala na sorpciju bakra na zeolite  
Impact of SBT impeller speed on copper sorption on zeolite ..... 122

**Andrea Špoljarić, Ante Jukić, Elvira Vidović**  
Utjecaj željezovih nanočestica na TiO<sub>2</sub> ili SiO<sub>2</sub> nosaču  
na primjenska svojstva PLA kompozita  
Influence of TiO<sub>2</sub> and SiO<sub>2</sub> as carriers for iron nanoparticles  
on application properties of PLA composites ..... 134

**Marija Vuković Domanovac, Ivana Stojmilović, Martina Trtinjak,  
Tomislav Domanovac, Monika Šabić Runjavac**  
Kinetika bioremedijacije simulirane procjedne vode iz biootpada  
Kinetics of bioremediation of simulated leachate from biowaste ..... 146

**Sekcija: Prehrambena tehnologija i biotehnologija**  
*Topic: Food technology and biotechnology*

**Valentina Obradović, Ines Krznarić Došen, Irena Perković,  
Maja Ergović Ravančić, Svjetlana Škrabal, Helena Marčetić**  
Utjecaj zamrzavanja i mariniranja na nutritivna i mikrobiološka svojstva zelenih šparoga  
The influence of freezing and marinating on the nutritional  
and microbiological properties of green asparagus ..... 155

**Mladenka Šarolić, Željana Pavlović, Zvonimir Marijanović,  
Ani Radonić, Žana Delić**  
Hlapljivi spojevi rakije travarice  
Volatile compounds of brandy travarica ..... 164

**Svjetlana Škrabal, Maja Ergović Ravančić, Valentina Obradović,  
 Helena Marčetić, Tanja Abramović**  
 Senzorska, fizikalno - kemijska i mikrobiološka kvaliteta svježih sireva na tržištu  
 Organoleptic, physical - chemical and microbiological quality  
 of fresh cheese on the market ..... 172

**Ajla Avdić, Amela Kusur, Martina Tanović, Amel Selimović,  
 Dijana Miličević, Gordan Avdić**  
 Voćni žele i snack proizvodi od naranče  
 Orange fruit jelly and snack products ..... 180

**Sekcija: Kemija u poljoprivredi i šumarstvu**  
**Topic: Chemistry in agriculture and forestry**

**Slaven Jurić, Ana Jakoplić, Kristina Vlahoviček Kahlina,  
 Marija Sigurnjak Bureš, Mirna Fuka, Luna Maslov Bandić**  
 Utjecaj jestivih omotača na kvalitetu svježih borovnica  
 The effect of edible coatings on the quality of fresh blueberries ..... 188

**Sekcija: Zaštita okoliša**  
**Topic: Environmental protection**

**Irena Bates, Ivana Plazonić, Valentina Radić Seleš,  
 Maja Rudolf, Katja Petric Maretić**  
 Iskoristivost slame za sekundarnu ambalažu otisnutu ofsetnom  
 i bakrotiskarskom tehnikom tiska  
 Usability of straw for secondary packaging printed by offset  
 and gravure printing techniques ..... 199

**Dijana Grgas, Marija Biškup, Mirjana Galant, Tea Štefanac, Korana Ambrozić, Tibela  
 Landeka Dragičević**  
 Obrada otpadne vode aerobnim granulama mulja pri različitim omjerima C/N  
 Wastewater treatment by aerobic granules at different C/N ratios ..... 210

**Karlo Grgurević, Martina Miloloža, Vesna Ocelić Bulatović, Dajana Kučić Grgić**  
 Ispitivanje ekotoksičnosti diklofenaka i pantoprazole  
 Ecotoxicity testing of diclofenac and pantoprazole ..... 220

**Ivana Plazonić, Valentina Radić Seleš, Maja Rudolf,**

**Katja Petric Maretić, Irena Bates**

Utjecaj pšenične pulpe u tiskovnoj podlozi na kemijsku stabilnost bakrotiskarskih otisaka

Influence of wheat pulp in printing substrate on the chemical stability of gravure prints ... 233

**Ivan Damjanović, Hrvoje Sučić, Danijela Bezik, Mirna Habuda-Stanić,**

**Dario Kolarić, Zdenka Šušić, Leontina Toth, Barbara Petrovický Šveiger,**

**Marika Kralj, Ines Ružkan, Mirna Tokić, Mirta Eberhard, Tanja Marković,**

**Hrvoje Babić, Nataša Turić, Snježana Benkotić**

Prikaz ocjene kemijskog stanja površinskih voda Kopačkog rita na temelju

analize odabranih teških metala kroz jednogodišnje vremensko razdoblje

Evaluation of chemical status of Kopački rit surface water bodies through

analysis of selected heavy metals through one-year period ..... 242

**Lucija Kefurt, Vesna Očelić Bulatović, Dajana Kučić Grgić, Anita Štrkalj**

Morfologija biorazgradnje polimernih mješavina

Morphology of biodegradation of polymer blends..... 258

**Karlo Josić, Martina Miloloža, Vesna Očelić Bulatović, Dajana Kučić Grgić**

Automatsko brojanje bakterijskih kolonija

Automated counting of bacterial colonies..... 274

**Sara Šušak, Vesna Očelić Bulatović, Dajana Kučić Grgić, Mirela Leskovac**

Mehanička i toplinska svojstva biokompozita na bazi pluta i PLA

Mechanical and thermal properties of biocomposites based on cork and PLA..... 283

**Siniša Ozimec, Denis Deže, Dragan Prlić**

Floristička obilježja Kopačkog rita i delte Dunava

Floristic characteristics of Kopački rit and Danube Delta..... 298

## **8. Susret mladih kemičara**

### ***8<sup>th</sup> Meeting of Young Chemists***

**Antonio Mamić, Kale Marković, Dorotea Štefanac, Nika Vitas,**

**Jasminka Žiža, Ivana Ćosić, Bojan Matijević**

Utjecaj različitih temperatura čuvanja na svojstva piva kontaminiranog

*s Lactobacillus brevis*

Influence of different storage temperatures on the properties of beer contaminated

with *Lactobacillus brevis* ..... 310

SADRŽAJ | CONTENTS

---

**Petra Novak Mlinarić, Tamara Tkalec-Car**

Praćenje kvalitete vode prirodnog izvora Belski dol

Monitoring the water quality of natural source Belski dol ..... 321

**Vanja Perković, Ana Penava, Marko Tomas**

Ispitivanje fizikalno-kemijskih parametara maske za lice od zelene gline

Testing of physico-chemical parameters of green clay face mask ..... 327

**Kazalo autora**

*Author index* ..... 338

## Utjecaj zamrzavanja i mariniranja na nutritivna i mikrobiološka svojstva zelenih šparoga

Valentina Obradović<sup>1\*</sup>, Ines Krznarić Došen<sup>1</sup>, Irena Perković<sup>2</sup>,  
 Maja Ergović Ravančić<sup>1</sup>, Svjetlana Škrabal<sup>1</sup>, Helena Marčetić<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet turizma i ruralnog razvoja,  
 Vukovarska 17, 34000 Požega, Hrvatska

<sup>2</sup>Veterinarski zavod Vinkovci, I. i J. Kozarca 24, 32100 Vinkovci, Hrvatska

\*Dopisni autor: vobradovic@vup.hr

originalni znanstveni rad

### Sažetak

Zelena šparoga se najčešće prodaje kao svježa uz primjenu konzerviranja hlađenjem. Ipak, relativno kratka sezona berbe, koja tek u trećoj godini uzgoja traje do dva mjeseca, nameće potrebu i za drugim metodama konzerviranja. U ovom radu su zelene šparoge sorte *Asparagus argenteuil* konzervirane pasterizacijom u slano kiselom naljevu (10 uzoraka) i zamrzavanjem (10 uzoraka). Nakon šest mjeseci skladištenja ispitani su sljedeći mikrobiološki parametri: *Enterobacteriaceae*, koagulaza pozitivni stafilokoki/*Staphylococcus aureus*, sulfitoreducirajuće klostridije, *Salmonella*, *Listeria monocytogenes*, aerobne mezofilne bakterije, kvasci i plijesni. Određeni su i sljedeći kemijski parametri: udio vode, masti, ugljikohidrata, bjelančevina, pepela, šećera i soli. Šparoge koje nisu bile blanširane prije zamrzavanja nisu zadovoljile mikrobiološke kriterije za zelenu šparogu, upućujući na nužnost pravilne pripreme prije zamrzavanja, dok su svi pasterizirani uzorci imali zadovoljavajuće mikrobiološke parametre. Oba postupka konzerviranja su uzrokovali minimalne promjene kemijskog sastava u odnosu na svježiju zelenu šparogu, uz nešto manje vrijednosti bjelančevina kod mariniranih šparoga zbog denaturacije uslijed termičke obrade.

**Ključne riječi:** zelena šparoga, zamrzavanje, pasterizacija, nutritivna vrijednost, mikrobiološka analiza

### Uvod

Šparoga pripada u rod *Asparagus* koji obuhvaća oko 200 vrsta (Lešić et al., 2002). Uzgaja se u kontinentalnim područjima i u priobalju (Kantoci, 2009). U Hrvatskoj se ozbiljnije počela uzgajati najprije u dolinama Neretve i Raše, no bez značajnijeg komercijalnog uspjeha (Lešić et al., 2002). Posljednjih godina, dolazi do porasta interesa za hranom kojoj se pripisuju pozitivni učinci na ljudsko zdravlje, pri čemu je povrće među vodećim namirnicama koje je potrebno uključiti u svakodnevnu prehranu (Gębczyński, 2007). Zelena šparoga je nutritivno vrijedno povrće bogato antioksidansima kao što su flavonoidi od kojih je najpoznatiji rutin, te kamferol i kvercetin, zatim askorbinska kislina, tokoferoli i drugi (Sun et al., 2007a; Palfi et al., 2017). Šparoge također sadrže i esencijalna ulja, asparagin, arginin, tirozin, resin i tanine (Negi et al., 2010). U skladu s navedenim, trend porasta konzumacije povrća

odrazio se i na porast proizvodnje povrtnih kultura. Prema podacima Ministarstva poljoprivrede Republike Hrvatske (2021), uzgoj “ostalog lisnatog povrća” u koje se ubrajaju šparoga, blitva, špinat, celer, radić, artičoka i drugi, porastao je sa 143 ha (2.201 t) u 2013. godini na 540 ha (11.709 t) u 2020. godini.

Branje zelene šparoge u prvoj godini traje svega dva tjedna, a u drugoj godini mjesec dana. Početak „prave“ berbe je treća godina nakon sadnje, koja traje od mjesec i pol do dva. Kroz taj period šparoga se bere svaki dan. Berba sorte *Asparagus argenteuil*, korištene u ovom radu, kreće krajem ožujka i početkom travnja. U slučaju nepovoljnih uvjeta prelazi u stanje mirovanja i odbacuje dijelove koji su iznad zemlje. Idealna temperatura zemlje za rast šparoge je od 12 °C do 25 °C, a berba može krenuti kada je šparoga izrasla minimalno deset centimetara iznad tla (Biggs et al., 2005). Dodatno, problem uzgajivačima ovog povrća je činjenica da propada vrlo brzo nakon berbe i teško ju je skladištiti (Sun et al., 2007b). Šparoga se najčešće ne pere, već se klasira po širini i dužini, te slaže u snopiće. Korisnim se pokazalo stavljanje snopića u bazene s 1-2 cm vode na nekoliko sati prije otpreme na tržište, kako bi izboji nadoknadili vodu koju su izgubili nakon berbe ili tzv. vlažno skladištenje na način da se snopići slažu okomito na nekoliko slojeva vlažnog papirnato ručnika. Ipak, dio plodova koje proizvode uzgajivači povrća, ne može se plasirati u svježem stanju jer nije tolika potražnja, te je potrebno primijeniti određene metode konzerviranja. U tu svrhu se najčešće koriste konzerviranje pasterizacijom i zamrzavanjem (Palfi et al., 2014).

Istraživanje u ovom radu provedeno je u suradnji s obiteljskim poljoprivrednim gospodarstvom s područja istočne Slavonije. Navedeno gospodarstvo je višak šparoga koje nisu mogli plasirati na tržište konzervirao pasterizacijom u slano kiselom naljevu, te metodom zamrzavanja. U svrhu kontrole procesa i kakvoće navedenih proizvoda, provedena je mikrobiološka i nutritivna kontrola konzerviranih šparoga. Budući da je na području istočne Slavonije uzgoj šparoga postao sve popularniji, a lokalni proizvođači tek traže najbolje opcije za plasiranje ovog visokovrjednog povrća, kakvoća i zdravstvena ispravnost konzerviranih proizvoda prvi je korak u ostvarivanju dodane vrijednosti kroz nove proizvode i produženo vrijeme plasiranja.

## Materijali i metode

### *Priprema uzoraka*

U svrhu konzerviranja pasterizacijom, šparoge su narezane na određenu duljinu, oprane i potom složene u sterilizirane staklenke. Staklenke su se nakon toga punile pripremljenom otopinom (voda, alkoholni ocat, šećer i sol) i pasterizirale 20 minuta na 85 °C. Po završetku pasterizacije i hlađenja, staklenke su složene na tamno i hladno mjesto gdje je temperatura do 15 °C.

U svrhu konzerviranja zamrzavanjem, šparoge su izuzete iz hladnjače (0 - 2 °C) u koju su smještene odmah po berbi. Zmrzavanje je provedeno u komornom zamrzivaču, bez ikakve prethodne obrade plodova.

### Mikrobiološka analiza

Preporučeni i obvezni mikroorganizmi prema Vodiču za mikrobiološke kriterije za hranu (2011) i Pravilniku o mikrobiološkim kriterijima za hranu (2008) su određeni prema metodama prikazanim u tablici 1.

**Tablica 1.** Metode mikrobiološke analize  
**Table 1.** Methods for microbiological analysis

Mikroorganizam	Metoda
Aerobne mezofilne bakterije	HRN EN ISO 4833-1:2013
<i>Salmonella</i> spp.	HRN EN ISO 6579-1:2017
<i>Enterobacteriaceae</i>	HRN ISO 21528-2:2017
Sulfitoreducirajuće klostridije	HRN ISO 15213:2004
Koagulaza pozitivni stafilokoki/ <i>Staphylococcus aureus</i>	HRN EN ISO 6888-1:2004
Kvasci i plijesni	HRN ISO 21527-1:2012 HRN ISO 21527-2:2012
<i>Listeria monocytogenes</i>	HRN EN ISO 11290-2:2017

Provedena je mikrobiološka analiza 10 jedinica zamrznutih i 10 jedinica mariniranih šparoga (po 5 jedinica iz dvije različite šarže) nakon 6 mjeseci skladištenja. Broj jedinica za analizu određen s obzirom na kriterij uzorkovanja pasteriziranih i zamrznutih proizvoda od povrća (Tablice 4 i 5) prema kojem 5 elementarnih jedinica sačinjava uzorak. Različite šarže su iz različitih dana berbe i daljnje obrade.

### Nutritivna vrijednost uzoraka

Metode korištene za analizu kemijskih sastojaka uzoraka šparoga prikazane su u tablici 2. Analize su provedene nakon 6 mjeseci skladištenja.

**Tablica 2.** Metode određivanja kemijskih parametara  
**Table 2.** Methods for chemical parameters determination

PARAMETAR	METODA
Određivanje vode	HRN ISO 6496:2001
Određivanje pepela	HRN ISO 5984:2004
Određivanje masti	HRN ISO 1443:1999 i HRN ISO 6492:2001
Određivanje količine dušika i izračunavanje količine bjelančevina	ISO 1871:2009, HRN ISO 937:1999, HRN ISO 5983-2:2010
Određivanje šećera	Metoda po Luff-Schoorlu (NN 39/09)
Određivanje soli	Metoda po Mohru (Ivandić, 2019)



## Rezultati i rasprava

Rezultati mikrobiološke analize marinirane šparoge prikazani su u tablici 3, a kriteriji prema kojima se uzorak može smatrati prihvatljivima u tablici 4. Jedinice 1-1 do 1-5 čine uzorak 1 (5 elementarnih jedinica iz prve šarže), a jedinice 2-1 do 2-5 čine uzorak 2 (5 elementarnih jedinica iz druge šarže).

**Tablica 3.** Rezultati mikrobiološke analize marinirane šparoge  
**Table 3.** Results of microbiological analysis of marinated asparagus

Oznaka analizirane jedinice	E (cfu/g)	KPS (cfu/g)	SRK (cfu/g)	P (cfu/g)	LM (cfu/25g)
1-1	< 10	< 10	< 10	< 10	0
1-2	< 10	< 10	< 10	< 10	0
1-3	< 10	< 10	< 10	< 10	0
1-4	< 10	< 10	< 10	< 10	0
1-5	< 10	< 10	< 10	< 10	0
2-1	< 10	< 10	< 10	< 10	0
2-2	< 10	< 10	< 10	< 10	0
2-3	< 10	< 10	< 10	< 10	0
2-4	< 10	< 10	< 10	< 10	0
2-5	< 10	< 10	< 10	< 10	0

E - enterobakterije; KPS - koagulaza pozitivni stafilocoki; LM - *Listeria monocytogenes*; SRK - sulfitoreducirajuće klostridije; P – plijesni

**Tablica 4.** Plan uzorkovanja i kriteriji za pasterizirane proizvode od voća, povrća i gljiva  
 (Vodič za mikrobiološke kriterije za hranu, 2011)

**Table 4.** Sampling plan and criteria for pasteurized products from fruits, vegetables and mushrooms (Guidance for microbiological criteria for food, 2011)

Preporučeni parametar	Plan uzorkovanja		Kriteriji
	n	c	
Enterobakterije	5	2	m=10 cfu/g; M=10 <sup>2</sup> cfu/g
Koagulaza pozitivni stafilocoki	5	1	m=10 cfu/g; M=10 <sup>2</sup> cfu/g
Sulfitoreducirajuće klostridije	5	2	m=10 cfu/g; M=10 <sup>2</sup> cfu/g
Kvasci i plijesni	5	2	m=10 cfu/g; M=10 <sup>2</sup> cfu/g
<i>Listeria monocytogenes</i>	5	0	M=0 cfu/25g

n - broj elementarnih jedinica uzorka koji čine uzorak, c - broj jedinica uzorka, gdje se broj bakterija može nalaziti između "m" i "M", m - granična vrijednost ispod koje se svi rezultati smatraju zadovoljavajućim, M - granična dopuštena vrijednost iznad koje se rezultati smatraju nezadovoljavajućim

S obzirom na kriterije uzorkovanja i granične parametre prikazane u tablici 4, rezultati mikrobiološke analize svih pasteriziranih uzoraka prikazanih u tablici 3 smatraju se zadovoljavajućima. Dakle, priprema uzoraka, ambalaže, kao i sam proces pasterizacije uspješno su provedeni na obiteljskom poljoprivrednom gospodarstvu.

Rezultati mikrobiološke analize zamrznute šparoge prikazani su u tablici 5, a kriteriji prema kojima se uzorak može smatrati prihvatljivima u tablici 6.

**Tablica 5.** Rezultati mikrobiološke analize zamrznute šparoge  
**Table 5.** Results of microbiological analysis of frozen asparagus

Oznaka analizirane jedinice	AMB (cfu/g)	E (cfu/g)	S (cfu/25 g)	SRK (cfu/g)
1-1	$8,50 \times 10^4$	$1,30 \times 10^3$	n.n.	< 10
1-2	$1,23 \times 10^4$	$3,50 \times 10^3$	n.n.	< 10
1-3	$2,90 \times 10^5$	$7,25 \times 10^2$	n.n.	< 10
1-4	$8,68 \times 10^3$	$1,85 \times 10^3$	n.n.	$8,0 \times 10^1$
1-5	$1,05 \times 10^4$	$1,50 \times 10^3$	n.n.	< 10
2-1	$2,18 \times 10^4$	$3,90 \times 10^3$	n.n.	< 10
2-2	$2,35 \times 10^4$	$2,60 \times 10^3$	n.n.	$4,0 \times 10^1$
2-3	$3,30 \times 10^4$	$1,40 \times 10^3$	n.n.	< 10
2-4	$1,80 \times 10^4$	$2,50 \times 10^3$	n.n.	< 10
2-5	$1,55 \times 10^5$	$3,90 \times 10^3$	n.n.	< 10

n.n.- nije nađeno; AMB- aerobne mezofilne bakterije; E- enterobakterije; S- *Salmonella* spp.; SRK- sulfitoreducirajuće klostridije

**Tablica 6.** Plan uzorkovanja i kriteriji za zamrznuto voće, povrće i gljive (Vodič za mikrobiološke kriterije za hranu, 2011)

**Table 6.** Sampling plan and criteria for frozen fruits, vegetables and mushrooms (Guidance for microbiological criteria for food, 2011)

Preporučeni parametar	Plan uzorkovanja		Kriteriji
	n	c	
Aerobne mezofilne bakterije	5	2	$m=10^4$ cfu/g; $M=10^5$ cfu/g
<i>Salmonella</i> spp.	5	0	$M=0$ cfu/25g
<i>Enterobacteriaceae</i>	5	2	$m=10^2$ cfu/g; $M=10^3$ cfu/g
Sulfitoreducirajuće klostridije	5	2	$m=10$ cfu/g; $M=10^2$ cfu/g

n - broj elementarnih jedinica uzorka koji čine uzorak, c - broj jedinica uzorka, gdje se broj bakterija može nalaziti između "m" i "M", m - granična vrijednost ispod koje se svi rezultati smatraju zadovoljavajućim, M - granična dopuštena vrijednost iznad koje se rezultati smatraju nezadovoljavajućim

Uzorci zamrznutih šparoga ne zadovoljavaju s obzirom na prisutnost aerobnih mezofilnih bakterija (Tablice 5 i 6), budući da je od 10 analiziranih jedinica, čak 2 iznad propisanih "M" graničnih vrijednosti (po jedna u svakom uzorku), a osim toga 7 ostalih uzoraka je između graničnih vrijednosti "m" i "M". Prema Vodiču za mikrobiološke kriterije za hranu (2011), ukoliko je samo 1 vrijednost (od propisanih 5 koji čine uzorak) iznad "M", uzorak se smatra nezadovoljavajućim. Također su svi uzorci zamrznutih šparoga nezadovoljavajući s obzirom na prisutnost enterobakterija, budući da je čak 9 analiziranih jedinica imalo vrijednosti iznad graničnog "M" (Tablice 5 i 6). *Salmonella* vrste nisu nađene niti u jednom uzorku, dok su rezultati za sulfitoreducirajuće klostridije u skladu s propisanim graničnim vrijednostima

(Tablice 5 i 6). Iz svega navedenog, vidljivo je da proces zamrzavanja uzoraka nije adekvatno proveden, odnosno izostanak pripreme uzoraka koja uključuje pranje i blanširanje je rezultirao neispravnim uzorcima u pogledu mikrobiološke ispravnosti.

**Tablica 7.** Nutritivna vrijednost zamrznutih i mariniranih uzoraka šparoga  
**Table 7.** Nutritional values of frozen and marinated asparagus

Vrijednosti za zamrznute šparoge izražene na 100 g namirnice		Vrijednosti za marinirane šparoge izražene na 100 g namirnice	
Energetska vrijednost	32,9 kcal/ 138 kJ	Energetska vrijednost	30,0 kcal/ 126 kJ
<i>m</i> (vode)/g	91,3	<i>m</i> (vode)/g	92,19
<i>m</i> (masti)/g	0,3	<i>m</i> (masti)/g	0,37
<i>m</i> (bjelančevina)/g	3,75	<i>m</i> (bjelančevina)/g	2,75
<i>m</i> (ugljikohidrata)/g od kojih šećeri:	3,8 1,49	<i>m</i> (ugljikohidrata)/g od kojih šećeri:	3,9 2,13
<i>m</i> (pepela)/g	0,85	<i>m</i> (pepela)/g	0,77
<i>m</i> (soli)/g	0,04	<i>m</i> (soli)/g	0,52

Šparoga je blago kisela hrana bogata proteinima i vlaknima, ali s malim udjelom kalorija i ugljikohidrata (Hartmann, 2007). Vrijednosti prikazane u tablici 7 u skladnosti su s vrijednostima prikazanim u literaturi (Hartmann, 2007; Palfi et al., 2014). Udio masti, bjelančevina, ugljikohidrata, pepela i soli prikazan u tablici 7, podrazumijeva udjele u 100 g šparoge koja sadržava i vodu u sebi. Hartmann (2007) također navodi kako šparoge sadrže mali udio natrijevog klorida, međutim u slučaju marinirane šparoge udio soli je znatno veći zbog mariniranja u slano kiselom naljevu (Tablica 7). Peng et al. (2017) navode kako termička pasterizacija uzrokuje promjene u teksturi, ali i brojnim nutrijentima porijeklom iz povrća, vitaminima, fenolnim spojevima, a u nekim slučajevima i ugljikohidratima. Pasterizacija u ovom slučaju nije utjecala na udio ugljikohidrata, no pasterizirane šparoge imaju nešto manji udio proteina od zamrznutih kao posljedica denaturacije uslijed povišene temperature.

## Zaključci

Primjena jednostavnih i dostupnih metoda konzerviranja povrća za obiteljska poljoprivredna gospodarstva poželjna je u svrhu očuvanja plodova koji se ne mogu plasirati na tržište u vrijeme sezone berbe plodova. Zamrzavanje i pasterizacija u slano kiselom naljevu su primjeri jednostavnih i lako primijenjivih metoda koje gospodarstva mogu implementirati bez posebnih ulaganja u opremu. Ipak, nedostatak vremena i radne snage ne smije rezultirati neadekvatnom pripremom povrća, uz izostanak pranja i blanširanja, budući da dovodi do mikrobiološki, odnosno zdravstveno neispravnih proizvoda koji se u krajnjem slučaju ne mogu plasirati na tržište.

## Literatura

- Biggs, M., McVicar, J., Flowerder, B. (2005): Enciklopedija voća, povrća i začinskog bilja. Sorte, uzgoj, ljekovitost, štetnici i bolesti, Rijeka, Hrvatska: Naklada Uliks, pp. 36-37.
- Gębczyński, P. (2007): Content of selected antioxidative compounds in green Asparagus depending on processing before freezing and on the period and conditions of storage, *Pol. J. Food Nutr. Sci.* 57 (2), 209-214.
- Hartmann, H.D. (2007): Šparoge, Požega, Hrvatska: Itd Gaudeamus d.o.o., pp 1-96.
- Hrvatski zavod za norme (1999) Meso i mesni proizvodi -- Određivanje ukupne količine masti, HRN ISO 1443:1999
- Hrvatski zavod za norme (1999): Meso i mesni proizvodi -- Određivanje količine dušika (Referentna metoda), HRN ISO 937:1999
- Hrvatski zavod za norme (2001) Hrana za životinje -- Određivanje udjela masti, HRN ISO 6492:2001
- Hrvatski zavod za norme (2001): Hrana za životinje -- Određivanje vode i udjela drugih hlapljivih tvari, HRN ISO 6496:2001
- Hrvatski zavod za norme (2004): Hrana za životinje -- Određivanje pepela, HRN ISO 5984:2004
- Hrvatski zavod za norme (2004): Mikrobiologija hrane i stočne hrane -- Horizontalna metoda za brojenje sulfitreducirajućih bakterija u anaerobnim uvjetima, HRN ISO 15213:2004
- Hrvatski zavod za norme (2004): Mikrobiologija hrane i stočne hrane -- Horizontalni postupak brojenja koagulaza-pozitivnih stafilokoka (*Staphylococcus aureus* i druge vrste) -- 1. dio: Postupak primjene Baird-Parkerove hranjive podloge na agaru, HRN EN ISO 6888-1:2004
- Hrvatski zavod za norme (2010): Hrana za životinje -- Određivanje količine dušika i izračunavanje količine sirovih proteina -- 2. dio: Razaranje u bloku i metoda destilacije parom, HRN ISO 5983-2:2010
- Hrvatski zavod za norme (2012): Mikrobiologija hrane i hrane za životinje -- Horizontalna metoda za brojenje kvasaca i plijesni -- 1. dio: Tehnika brojenja kolonija u proizvodima s aktivitetom vode većim od 0,95, HRN ISO 21527-1:2012
- Hrvatski zavod za norme (2012): Mikrobiologija hrane i hrane za životinje -- Horizontalna metoda za brojenje kvasaca i plijesni -- 2. dio: Tehnika brojenja kolonija u proizvodima s aktivitetom vode manjim ili jednakim 0,95, HRN ISO 21527-2:2012
- Hrvatski zavod za norme (2013): Mikrobiologija u lancu hrane -- Horizontalna metoda za određivanje broja mikroorganizama -- 1. dio: Određivanje broja kolonija pri 30 °C tehnikom zalijevanja podloge, HRN EN ISO 4833-1:2013
- Hrvatski zavod za norme (2017): Mikrobiologija u lancu hrane -- Horizontalna metoda za dokazivanje prisutnosti, određivanje broja i serotipizaciju *Salmonella* -- 1. dio: Dokazivanje prisutnosti *Salmonella* spp. HRN EN ISO 6579-1:2017
- Hrvatski zavod za norme (2017): Mikrobiologija u lancu hrane -- Horizontalna metoda za dokazivanje prisutnosti i određivanje broja *Listeria monocytogenes* i drugih *Listeria* spp. -- 2. dio: Metoda određivanja broja, HRN EN ISO 11290-2:2017
- Hrvatski zavod za norme: (2017): Mikrobiologija hrane i hrane za životinje -- Horizontalna metoda za dokazivanje prisutnosti i brojenje Enterobacteriaceae -- 2. dio: Metoda određivanja broja kolonija, HRN ISO 21528-2:2017
- International standard organization (2009): Food and feed products — General guidelines for the determination of nitrogen by the Kjeldahl method, ISO 1871:2009

- Ivandić, L. (2019): Usporedba konvencionalnih analitičkih metoda za određivanje udjela soli u hrani, Završni rad, Sveučilište u Spliti, Kemijsko tehnološki fakultet.
- Kantoc, D. (2009): Višegodišnje povrće, *Glasnik zaštite bilja* 4, 11-15.
- Lešić, R., Borošić, J., Buturac, I., Ćustić, M., Poljak, M., Romić, D. (2002): Povrćarstvo, Čakovec, Hrvatska: Zrinski, pp. 151-167.
- Ministarstvo poljoprivrede (2021): Godišnje izvješće o stanju u poljoprivredi u 2020., Zagreb, Hrvatska: Ministarstvo poljoprivrede, pp. 198.
- Ministarstvo poljoprivrede, ribarstva i ruralnog razvoja (2008): Pravilnik o mikrobiološkim kriterijima za hranu, Zagreb, Hrvatska: Narodne novine d.d., 74/08.
- Ministarstvo poljoprivrede, ribarstva i ruralnog razvoja (2009): Pravilnik o šećerima i metodama analiza šećera namijenjenih za konzumaciju, Zagreb, Hrvatska: Narodne novine d.d., 39/09.
- Ministarstvo poljoprivrede, ribarstva i ruralnog razvoja (2011): Vodič za mikrobiološke kriterije za hranu. 3. izmijenjeno izdanje, Zagreb, Hrvatska: Ministarstvo poljoprivrede, ribarstva i ruralnog razvoja, pp.51-52.
- Negi, J.S., Singh, P., Joshi, G.P., Rawat, M.S., Bisht, V.K. (2010): Chemical constituents of Asparagus, *Pharmacogn. Rev.* 4 (8), 215-220.
- Palfi, M., Jurković, Z., Ćosić, J., Tomić-Obrdalj, H., Jurković, V., Knežević, N., Vrandečić, K. (2017): Total polyphenol content and antioxidant activity of wild and cultivated asparagus in Croatia, *Poljoprivreda* 23 (1), 56-62.
- Palfi, M., Tomić-Obrdalj, H., Horvat, D. (2014): Healthy vegetables for healthy heart: asparagus, *Cardiol. Croat.* 9 (3-4), 142-149.
- Peng, J., Tang, J., Barrett, D.M., Sablani, S.S., Anderson, N., Powers, J.R. (2017): Thermal pasteurization of ready-to-eat foods and vegetables: Critical factors for process design and effects on quality, *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 57 (14), 2970-2995.
- Sun, T., Powers, J.R., Tang, J. (2007b): Evaluation of the antioxidant activity of asparagus, broccoli and their juices, *Food Chem.* 105, 101-106.
- Sun, T., Tang, J., Powers, J.R. (2007a): Antioxidant activity and quality of asparagus affected by microwave-circulated water combination and conventional sterilization, *Food Chem.* 100, 813-819.

## The influence of freezing and marinating on the nutritional and microbiological properties of green asparagus

Valentina Obradović<sup>1\*</sup>, Ines Krznarić Došen<sup>1</sup>, Irena Perković<sup>2</sup>,  
 Maja Ergović Ravančić<sup>1</sup>, Svjetlana Škrabal<sup>1</sup>, Helena Marčetić<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Tourism and Rural Development, Vukovarska 17, 34000 Požega, Croatia*

<sup>2</sup>*Veterinary Institute Vinkovci, I. i J. Kozarca 24, 32100 Vinkovci, Croatia*

\*Corresponding author: vobradovic@vup.hr

*original scientific paper*

### Summary

Green asparagus is most often sold fresh with the application of cold preservation. However, the relatively short harvest season, which only lasts up to two months in the third year of cultivation, imposes the need for other conservation methods. In this work, green asparagus of the variety *Asparagus argenteuil* were preserved by pasteurization in a salty-acidic infusion (10 samples) and by freezing (10 samples). After six months of storage, the following microbiological parameters were tested: Enterobacteriaceae, coagulase-positive staphylococci/*Staphylococcus aureus*, sulfite-reducing clostridia, *Salmonella*, *Listeria monocytogenes*, aerobic mesophilic bacteria, yeasts and molds. The following chemical parameters were also determined: the proportion of water, fat, carbohydrates, proteins, ash, sugar and salt. Asparagus samples that were not blanched before freezing did not meet the microbiological criteria for green asparagus, indicating the necessity of proper preparation before freezing, while all pasteurized samples had satisfactory microbiological parameters. Both conservation procedures caused minimal changes in the chemical composition compared to fresh green asparagus, with slightly lower protein values in marinated asparagus due to denaturation due to heat treatment.

*Keywords:* green asparagus, freezing, pasteurization, nutritional value, microbiological analysis