

# Food industry by-products : book of abstracts : 2nd International Conference

---

Rezić, Tonči; Andlar, Martina; Drdić, Maria; Ludwig, Roland; Ranilović, Jasmina; Cvetković, Tanja; Jokić, Stela; Banožić, Marija; Šafranko, Silvija; Aladić, Krunoslav; ...

## Edited book / Urednička knjiga

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

Publication year / Godina izdavanja: **2021**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:109:117344>

Rights / Prava: [Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International](#)/[Imenovanje-Nekomercijalno-Dijeli pod istim uvjetima 4.0 međunarodna](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2025-01-31**

REPOZITORIJ

PTF OS

PREHRAMBENO-TEHNOLOŠKI FAKULTET OSIJEK



Repository / Repozitorij:

[Repository of the Faculty of Food Technology Osijek](#)





**KOPAČKI  
RIT**  
Park prirode  
Nature Park



2nd International Conference /  
2. međunarodni znanstveno-stručni skup

# FOOD INDUSTRY BY-PRODUCTS

Book of Abstracts / Knjiga sažetaka



**II. FIB CONFERENCE, 2021**

Kopački rit  
28. 6. 2021.





**KOPAČKI  
RIT**  
Park prirode  
Nature Park



**BOOK OF ABSTRACTS** *2<sup>nd</sup> International Conference FOOD INDUSTRY  
BY-PRODUCTS*

**KNJIGA SAŽETAKA** 2. međunarodni znanstveno-stručni skup FOOD  
INDUSTRY BY-PRODUCTS

**Published by/Izdavač** *Faculty of Food Technology Osijek  
Prehrambeno-tehnološki fakultet Osijek*

**Editor/Urednik** Borislav Miličević

**Technical Editor/Tehnički urednik** Antun Jozinović

**Organizers/Organizatori** Prehrambeno-tehnološki fakultet Osijek; Javna  
ustanova “Park prirode Kopački rit”; European  
Hygienic Engineering & Design Group – EHEDG  
(Njemačka), Hrvatska zaklada za znanost

**Scientific and Organising Committee/  
Znanstveno-organizacijski odbor** Drago Šubarić (chairman/predsjednik)  
Stela Jokić, Borislav Miličević (vice-  
chairmans/zamjenici predsjednika)  
Đurđica Ačkar, Krunoslav Aladić, Damir Aličić,  
Jurislav Babić, Tomislav Bogdanović, Vlado  
Guberac, Artur Gryszkin, Midhat Jašić, Antun  
Jozinović (tajnik), Ivana Lončarević, Ante Lončarić,  
Tihomir Moslavac, Biljana Pajin, Mario Panjičko,  
Jasmina Ranilović, Ivica Strelec, Natalija Velić

**Under Auspices/Pokrovitelj skupa:** *County Ruler of Osijek-Baranja County Ivan Anušić  
Župan Osječko-baranjske županije Ivan Anušić*

Osijek, 2021.

ISBN 978-953-7005-78-8





**KOPAČKI  
RIT**  
Park prirode  
Nature Park



**Održavanje Skupa sufinancirala je Hrvatska zaklada za znanost projektom „Primjena inovativnih tehnika ekstrakcije bioaktivnih komponenti iz nusproizvoda biljnoga podrijetla“ (UIP-2017-05-9909).**

*The Conference were supported by Croatian Science Foundation under the project “Application of innovative techniques of the extraction of bioactive components from by-products of plant origin” (UIP-2017-05-9909).*



**ByProExtract**





## PROGRAM SKUPA

9:30 – 10:00	Dolazak i prijava sudionika
10:00 – 10:30	Otvorenje Skupa
10:30 – 11:45	Tonči Rezić, Martina Andlar, Maria Drdić, Roland Ludwig: <i>Održivost biorafinerijskih procesa - proučavanje proizvodnje nanoceluloze različitim matematičkim modelima</i> Jasmina Ranilović, Tanja Cvetković: <i>Razvoj inovativnih proizvoda od nusproizvoda tijekom prerade povrća</i> Stela Jokić, Marija Banožić, Silvija Šafranko, Krunoslav Aladić: <i>Visokotlačne ekstrakcijske tehnike - izazov i prilika za nusproizvode biljnoga podrijetla</i> Silvija Šafranko, Stela Jokić: <i>Kora citrusa kao izvor ugljika u tehnologiji ugljikovih kvantnih točaka – ispitivanje biološke aktivnosti i potencijalne primjene u biomedicini</i> Ankica Sarajlić, Helena Ereš, Ivana Majić: <i>Kako nam kukci pomažu gospodariti biootpadom?</i> Sandra Budžaki, Ivica Strelec, Marta Ostojčić, Natalija Velić, Marija Stjepanović, Blanka Bilić Rajs, Zita Šereš, Nikola Maravić, Jovana Stanojev, Volker Hessel: <i>Imobilizacija lipaza na funkcionalizirane nosače na bazi odabranih otpada iz poljoprivredno-prehrambene industrije</i>
11:45 – 12:00	<i>Pauza za kavu</i>
12:00 – 13:00	Darko Velić, Natalija Velić, Hrvoje Pavlović, Janez Gorenšek, Saša Despotović, Mario Panjičko, Gregor Drago Zupančič: <i>Pivski trop – više od hrane za životinje?</i> Veronika Barišić, Ivana Flanjak, Kristina Doko, Antun Jozinović, Jurislav Babić, Drago Šubarić, Borislav Miličević, Đurđica Ačkar: <i>Kakaova ljuska – prevrijedna za bacanje</i> Ante Lončarić, Goran Fruk, Antun Jozinović, Mario Kovač, Tihomir Kovač: <i>Potencijalna biološka aktivnost nusproizvoda hrvatskih tradicionalnih sorti jabuka</i> Midhat Jašić, Drago Šubarić, Borislav Miličević: <i>Značajniji nusproizvodi prehrambene industrije kao potencijal u podršci liječenju COVID-19</i>
13:00 – 13:10	<i>Pauza</i>
13:10 – 13:40	Predstavljanje knjige: <i>Neke mogućnosti iskorištenja nusproizvoda prehrambene industrije – knjiga 3</i>
13:40 – 15:00	<i>Zajednički ručak</i>
15:00	<i>Vožnja brodom u Parku prirode Kopački rit</i>





**KOPAČKI  
RIT**  
Park prirode  
Nature Park



## PROGRAMME

9:30 – 10:00	Registration
10:00 – 10:30	Opening of the Conference
10:30 – 11:45	<p>Tonči Rezić, Martina Andlar, Maria Drdić, Roland Ludwig: <i>Sustainable design of biorefinery processes - study of nanocellulose production by different mathematical model</i></p> <p>Jasmina Ranilović, Tanja Cvetković: <i>Development of innovative products from by-products of vegetable processing</i></p> <p>Stela Jokić, Marija Banožić, Silvija Šafranko, Krunoslav Aladić: <i>High pressure extraction techniques - challenge and opportunity for by-products of plant origin</i></p> <p>Silvija Šafranko, Stela Jokić: <i>Citrus peel as a carbon source in carbon quantum dots technology – investigating the potential biological activity and applications in biomedicine</i></p> <p>Ankica Sarajlić, Helena Ereš, Ivana Majić: <i>How insects help us manage biowaste?</i></p> <p>Sandra Budžaki, Ivica Strelec, Marta Ostožčić, Natalija Velić, Marija Stjepanović, Blanka Bilić Rajs, Zita Šereš, Nikola Maravić, Jovana Stanojev, Volker Hessel: <i>Immobilization of lipases on functionalised carriers produced from selected agro-food industrial waste</i></p>
11:45 – 12:00	Coffee break
12:00 – 13:00	<p>Darko Velić, Natalija Velić, Hrvoje Pavlović, Janez Gorenšek, Saša Despotović, Mario Panjičko, Gregor Drago Zupančič: <i>Is there more to brewers' spent grains than animal feed?</i></p> <p>Veronika Barišić, Ivana Flanjak, Kristina Doko, Antun Jozinović, Jurislav Babić, Drago Šubarić, Borislav Miličević, Đurđica Ačkar: <i>Cocoa shell – too valuable to waste</i></p> <p>Ante Lončarić, Goran Fruk, Antun Jozinović, Mario Kovač, Tihomir Kovač: <i>Potential biological activity of Croatian traditional apple cultivar by-products</i></p> <p>Midhat Jašić, Drago Šubarić, Borislav Miličević: <i>Representative by-products of the food industry as a potential in COVID-19 treatment support</i></p>
13:00 – 13:10	Break
13:10 – 13:40	Book presentation: <i>Potential of valorization of food industry by-products – Book 3</i>
13:40 – 15:00	Lunch
15:00	Boat ride in Nature Park Kopački rit

## SADRŽAJ / CONTENTS

- Tonči Rezić, Antonija Trontel, Mladen Pavlečić, Mario Novak, Zoran Herceg, Mirela Ivančić Šantek, Vlatka Petravić Tominac, Ana Vrsalović Presečki, Marina Cvjetko Bubalo, Iva Rezić, Martina Andlar: Održivost biorafinerijskih procesa - proučavanje proizvodnje nanoceluloze različitim matematičkim modelima / *Sustainable design of biorefinery processes - study of nanocellulose production by different mathematical model* 1
- Jasmina Ranilović, Tanja Cvetković: Razvoj inovativnih proizvoda od nusproizvoda tijekom prerade povrća / *Development of innovative products from by-products of vegetable processing* 3
- Stela Jokić, Marija Banožić, Silvija Šafranko, Krunoslav Aladić: Visokotlačne ekstrakcijske tehnike - izazov i prilika za nusproizvode biljnoga podrijetla / *High pressure extraction techniques - challenge and opportunity for by-products of plant origin* 5
- Silvija Šafranko, Stela Jokić: Kora citrusa kao izvor ugljika u tehnologiji ugljikovih kvantnih točaka – ispitivanje biološke aktivnosti i potencijalne primjene u biomedicini / *Citrus peel as a carbon source in carbon quantum dots technology – investigating the potential biological activity and applications in biomedicine* 7
- Ankica Sarajlić, Helena Ereš, Ivana Majić: Kako nam kukci pomažu gospodariti biootpadom? / *How insects help us manage biowaste?* 9
- Sandra Budžaki, Ivica Strelec, Marta Ostojčić, Natalija Velić, Marija Stjepanović, Blanka Bilić Rajs, Zita Šereš, Nikola Maravić, Jovana Stanojev, Volker Hessel: Imobilizacija lipaza na funkcionalizirane nosače na bazi odabranih otpada iz poljoprivredno-prehrambene industrije / *Immobilization of lipases on functionalised carriers produced from selected agro-food industrial waste* 11
- Darko Velić, Natalija Velić, Hrvoje Pavlović, Janez Gorenšek, Saša Despotović, Mario Panjičko, Gregor Drago Zupančič: Pivski trop – više od hrane za životinje? / *Is there more to brewers' spent grains than animal feed?* 13
- Veronika Barišić, Ivana Flanjak, Kristina Doko, Antun Jozinović, Jurislav Babić, Drago Šubarić, Borislav Miličević, Đurđica Ačkar: Kakaova ljuska – prevrijedna za bacanje / *Cocoa shell – too valuable to waste* 15



**KOPAČKI  
RIT**  
Park prirode  
Nature Park



Ante Lončarić, Goran Fruk, Antun Jozinović, Mario Kovač, Tihomir Kovač: Potencijalna biološka aktivnost nusproizvoda hrvatskih tradicionalnih sorti jabuka / <i>Potential biological activity of Croatian traditional apple cultivar by-products</i>	17
Midhat Jašić, Drago Šubarić, Borislav Miličević: Značajniji nusproizvodi prehrambene industrije kao potencijal u podršci liječenju COVID-19 / <i>Representative by-products of the food industry as a potential in COVID-19 treatment support</i>	19
SPONZORI / <i>SPONSORS</i>	21

## **ODRŽIVOST BIORAFINERIJSKIH PROCESA - PROUČAVANJE PROIZVODNJE NANOCELULOZE RAZLIČITIM MATEMATIČKIM MODELIMA**

**Tonči Rezić<sup>1\*</sup>, Martina Andlar<sup>1</sup>, Maria Drdić<sup>1</sup>, Roland Ludwig<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Prehrambeno-biotehnološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Pierottijeva 6, Zagreb,  
Hrvatska*

<sup>2</sup>*Institut za prehrambenu tehnologiju, Sveučilište prirodnih resursa i znanosti o  
životu, Muthgasse 18, 1190 Wien, Austrija*

*\*trezic@pbf.hr*

Lignocelulozne sirovine imaju veliki potencijal u proizvodnji različitih bioproizvoda veće dodane vrijednosti. Sastav lignoceluloznih sirovina ovisi o podrijetlu, a one su građene od makromolekula: celuloze, hemiceluloze i lignina. Kako bi se ostvarili ciljevi održive proizvodnje iz složenih lignoceluloznih sirovina, primjenjuju se različiti procesi i različita procesna oprema. Biorafinerije objedinjavaju različite proizvodne procese i koriste lignoceluloznu sirovinu s ciljem ostvarivanja održive proizvodnje. Ipak, da bi se ostvarila takva proizvodnja potrebno je prevladati različite tehničke, ekonomske i strateške zapreke. Matematički modeli mogu biti iskorišteni za prevladavanje ovih zapreka i predskazivanje održivosti proizvodnje u biorafinerijama uključujući: dizajn biorafinerijskih procesa, ekonomske čimbenike, opskrbu sirovinama i ekološki otisak. Korištenjem modela može se ostvariti optimizacija biorafinerijskih procesa, te se može vrednovati tehnološka, ekonomska i ekološka održivost. Tijekom predavanja bit će predstavljeni različiti matematički modeli i njihova primjena u modeliranju biorafinerijskih procesa od fizikalno utemeljenih modela uključujući: kinetičke modele, modele prijenosa tvari i difuzije, pa sve do statističkih modela. Kao primjer matematičkog modeliranja bit će prikazano i korištenje modela „analize životnog ciklusa proizvoda” u proizvodnji nanoceluloze za različite proizvodne procese, te će biti raspravljani rezultati ovih modela s ciljem ostvarivanja ekološki održivije proizvodnje nanoceluloze iz lignoceluloznih sirovina.

*Ključne riječi:* lignocelulozne sirovine, održiva proizvodnja, biorafinerije, matematičko modeliranje, nanoceluloza

## **SUSTAINABLE DESIGN OF BIOREFINERY PROCESSES - STUDY OF NANOCELLULOSE PRODUCTION BY DIFFERENT MATHEMATICAL MODEL**

**Tonči Rezić<sup>1\*</sup>, Martina Andlar<sup>1</sup>, Maria Drdić<sup>1</sup>, Roland Ludwig<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Faculty of Food Technology and Biotechnology, University of Zagreb, Pierottijeva  
6, Zagreb, Croatia*

<sup>2</sup>*Institute of Food Technology, University of Natural Resources and Life Sciences,  
Muthgasse 18, 1190 Wien, Austria*

*\*trezic@pbf.hr*

Lignocellulosic biomass has great potential for the production of different bioproducts with the additional value. Composition of the lignocellulosic biomass depends on the biomass source and it is mainly consisting of macromolecules: cellulose, hemicellulose and lignin. Because of the lignocellulosic complex structure, different process designs and equipment have been utilised for the sustainable production. A biorefinery is a facility that integrates lignocellulosic biomass conversion processes with the aim to attain sustainable production. Nevertheless, numerous technical, strategic and commercial challenges have to be overcome to reinforce sustainable production. Mathematical models can be used to simulate all aspects of production systems in biorefinery including: the process design, production economics, supply logistics and environmental impacts. Those models can provide powerful tools to optimize biorefinery processes and evaluate their technical feasibility as well as economics and environmental impacts. In the presentation, examples of different mathematical models will be discussed, from the physical base model including kinetic, transport and diffusion equations to the statistical base model and data analyses. As the example of modelling application in better understanding of the environmental sustainability, life cycle assessment of the nanocellulose production will be performed to assess the various routes of the nanocellulose production process from lignocellulosic biomass.

*Keywords:* lignocellulosic biomass, sustainable production, biorefineries, mathematical modeling, nanocellulose

## **RAZVOJ INOVATIVNIH PROIZVODA OD NUSPROIZVODA TIJEKOM PRERADE POVRĆA**

**Jasmina Ranilović\*, Tanja Cvetković**

*Podravka d.d. Istraživanje i razvoj, Ante Starčevića 32, 48000 Koprivnica, Hrvatska*  
*\*jasmina.ranilovic@podravka.hr*

Na temelju Poziva Jačanje gospodarstva primjenom istraživanja i inovacija KK.01.2.1.02. u sklopu Operativnog programa "Konkurentnost i kohezija 2014.-2020.", Podravkinom projektu "Razvoj inovativnih proizvoda od nusproizvoda tijekom prerade povrća" KK.01.2.1.02.0069, dodijeljena su bespovratna sredstva u iznosu od 60,43 %. Ideja za projekt nastala je nakon preliminarnih istraživanja vezanih uz nusproizvode tijekom prerade paprike i rajčice u pogonima Podavke d.d. u Hrvatskoj. Rezultati su ukazivali na nutritivni, gastronomski i komercijalni potencijal nusproizvoda i njihovu primjenu u razvoju inovativnih prehrambenih proizvoda i/ili funkcionalnih sastojaka, ali i na vjerojatnu promjenu postojećeg tehnološkog procesa prerade povrća. S druge strane, rezultati su ukazali i na potencijal obrade otpadnih tokova prerade povrća za dobivanje novih proizvoda, te proizvodnju i korištenje obnovljivih izvora energije. Kroz aktivnosti u dvogodišnjem periodu (2020.-2022.), ciljevi ovog istraživačko-razvojnog projekta sufinanciranog iz Europskog fonda za regionalni razvoj su: razviti nove i inovativne prehrambene proizvode, povećati efikasnost procesa prerade povrća i analizirati potencijal otpadnih tokova radi otvaranja perspektive za integralni pristup gospodarenju otpadom i stvaranja novih prihoda kroz organski rast kompanije.

*Ključne riječi:* nusproizvodi, povrće, novi proizvodi, EU fondovi

## **DEVELOPMENT OF INNOVATIVE PRODUCTS FROM BY-PRODUCTS OF VEGETABLE PROCESSING**

**Jasmina Ranilović\*, Tanja Cvetković**

*Podravka Ltd. Research & Development, Ante Starčevića 32, 48000 Koprivnica, Croatia*

*\*jasmina.ranilovic@podravka.hr*

Based on the Call for Strengthening the Economy by Applying Research and Innovation KK.01.2.1.02. within the Operational Program "Competitiveness and Cohesion 2014-2020", Podravka's project "Development of innovative by-products during vegetable processing" KK.01.2.1.02.0069, received grants in the amount of 60.43%. The idea for the project arose after preliminary research related to by-products during the processing of peppers and tomatoes in the plants of Podravka d.d. in Croatia. The results indicated the nutritional, gastronomic and commercial potential of by-products and their application in the development of innovative food products and / or functional ingredients, but also the likely change in the existing technological process of vegetable processing. On the other hand, the results also indicated the potential of processing waste streams of vegetable processing to obtain new products and the production and use of renewable energy sources. Through activities in a two-year period (2020-2022), the goals of this research and development project co-financed by the European Regional Development Fund are: to develop new and innovative food products, increase the efficiency of vegetable processing and analyze the potential of waste streams, to open perspectives for an integrated approach waste management and generating new revenue through the company's organic growth.

*Keywords:* by-products, vegetables, new products, EU funds

## VISOKOTLAČNE EKSTRAKCIJSKE TEHNIKE - IZAZOV I PRILIKA ZA NUSPROIZVODE BILJNOGA PODRIJETLA

**Stela Jokić\*, Marija Banožić, Silvija Šafranko, Krunoslav Aladić**

*Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Prehrambeno-tehnološki fakultet  
Osijek, Franje Kuhača 18, 31000 Osijek, Hrvatska*

*\*stela.jokic@ptfos.hr*

Iskorištenje nusproizvoda postalo je jedno od najbrže rastućih područja istraživanja, jer predstavlja jeftinu i nutritivno visoko vrijednu sirovinu. Istovremeno se uporabom u drugim industrijskim procesima postiže učinkovitije gospodarenje otpadom i u potpunosti je u skladu s UN-ovim Ciljevima održivog razvoja. Također, značajno se povećava ekonomičnost određenog proizvodnog procesa jer se osim smanjenja količine otpada ostvaruje dodana vrijednost kroz izolaciju bioaktivnih komponenti iz određenog nusproizvoda koji se zatim može koristiti u drugim industrijama (kozmetičkoj, farmaceutskoj, prehrambenoj i dr.). Ekonomski gledano, u Republici Hrvatskoj velike količine nusproizvoda još uvijek se ne iskorištavaju na najbolji mogući način, štoviše, ne postoji konkurencija na domaćem tržištu vezana za visoko profitabilne krajnje proizvode koji se mogu dobiti iz tih polaznih sirovina, a koji su u svijetu vrlo traženi prehrambeni, kozmetički i farmaceutski proizvodi. Shodno navedenom, svrha ovog istraživanja bila je ispitati utjecaj visokotlačnih zelenih ekstrakcijskih tehnika (ekstrakcija s CO<sub>2</sub> u superkričnom stanju, SC-CO<sub>2</sub>; i ekstrakcija vodom u supkričnom stanju, SWE) u izolaciji bioaktivnih spojeva iz odabranih nusproizvoda biljnoga podrijetla: kakaova ljuska, otpad iz proizvodnje duhana i kore citrusa. Otpad citrusa, poglavito kora, bogata je eteričnim uljima, ali i fenolnim spojevima kao što su hesperidin, neohesperidin, narirutin, naringin i tangeritin. Kakaova ljuska bogat je izvor metilksantina (teobromin, teofilin, kofein), katehina, epikatehina i kofeinske kiseline. Duhanski otpad bogat je nikotinom, ali i solanesolom i fenolnim spojevima, poglavito rutinom i klorogenskim kiselinama. Oni su samo jedni od potencijalno vrijednih nusproizvoda koji se mogu uspješno upotrijebiti u proizvodnji ekstrakata bogatih bioaktivnim spojevima.

U ovom radu prikazat će se jedna od mogućnosti iskorištenja nusproizvoda u proizvodnji ciljanih aktivnih spojeva primjenom dviju visokotlačnih tehnika ekstrakcije: SC-CO<sub>2</sub> ekstrakcija se najprije koristi za izolaciju nepolarnih komponenti, a potom se iz pogače koja zaostaje nakon SC-CO<sub>2</sub> ekstrakcije, dobivaju ekstrakti bogati fenolnim komponentama primjenom SWE. Naglasak samog istraživanja je na potencijalnoj komercijalnoj valorizaciji rezultata istraživanja i transferu dobivenih rezultata u industriju.

*Ključne riječi:* nusproizvodi, visokotlačne tehnike ekstrakcije, bioaktivni spojevi, optimizacija procesa

*Ovaj rad je sufinancirala Hrvatska zaklada za znanost projektom "Primjena inovativnih tehnika ekstrakcije bioaktivnih komponenti iz nusproizvoda biljnoga podrijetla" (UIP-2017-05-9909).*



## HIGH PRESSURE EXTRACTION TECHNIQUES - CHALLENGE AND OPPORTUNITY FOR BY-PRODUCTS OF PLANT ORIGIN

**Stela Jokić\*, Marija Banožić, Silvija Šafranko, Krunoslav Aladić**

*Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Food Technology Osijek,  
Franje Kuhača 18, 31000 Osijek, Croatia*

*\*stela.jokic@ptfos.hr*

By-product utilization became one of the fastest growing areas of research, because it represents a cheap and nutritiously highly valuable raw material. Its usage in subsequent industrial processes enables more efficient waste management, and it is fully in line with the UN's Sustainable Development Goals. Also, the economic efficiency of a particular production process is increased, because along with the reduction of waste, added value is achieved by isolating bioactive components from a particular by-product which can then be used further in other industries (cosmetic, pharmacy, food industry, etc.). From the economic standpoint, large amounts of by-products are still not being used in the best possible way in the Republic of Croatia. Furthermore, there is no competition on the domestic market in the area of highly profitable final products that could be created from those initial raw materials, and they are some of the most highly sought after food, cosmetics, and pharmaceutical products in the world. Accordingly to that, the purpose of this research was to examine the impact of two innovative green high pressure extraction techniques (Supercritical CO<sub>2</sub> Extraction, SC-CO<sub>2</sub>, and Subcritical Water Extraction, SWE) in the isolation of bioactive components from the selected by-products of plant origin: cocoa shell, tobacco industry waste and citrus peel. Citrus waste, especially the peel, is rich in essential oils but also in phenolic compounds such as hesperidin, neohesperidin, narirutin, naringin and tangeritin. The cocoa shell is a rich source of methylxanthines (theobromine, theophylline, caffeine), catechin, epicatechin and caffeic acid. Tobacco waste is rich in nicotine, as well as solanesol and phenolic compounds, especially rutin and chlorogenic acids. They are only some of the potentially valuable by-products that can be successfully used in the production of extracts rich in bioactive components.

This paper will present one of the possibilities of using mentioned by-products for obtaining targeted active compounds. Firstly, SC-CO<sub>2</sub> extraction can be applied to obtain nonpolar compounds and from reused by-products (after SC-CO<sub>2</sub> extraction), SWE can be sequentially performed to obtain the extracts rich in phenolic compounds. Special emphasis will be put on the possible commercial valorisation of the research results and on the transfer of those results to the industrial level.

*Keywords:* by-products, high pressure extraction techniques, bioactive compounds, process optimization

*This work has been supported by Croatian Science Foundation under the project "Application of innovative techniques of the extraction of bioactive compounds from by-products of plant origin" (UIP-2017-05-9909).*

## KORA CITRUSA KAO IZVOR UGLJIKA U TEHNOLOGIJI UGLJIKOVIH KVANTNIH TOČAKA – ISPITIVANJE BIOLOŠKE AKTIVNOSTI I POTENCIJALNE PRIMJENE U BIOMEDICINI

Silvija Šafranko, Stela Jokić\*

*Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Prehrambeno-tehnološki fakultet  
Osijek, Franje Kuhača 18, 31000 Osijek, Hrvatska  
\*stela.jokic@ptfos.hr*

Koncept cjelovite valorizacije otpada u korisne produkte izrazito privlači pozornost znanstvenika, ujedinjuje i potiče znanstvenu zajednicu u potrazi učinkovitog načina zbrinjavanja otpada i pretvaranja jeftine sirovine u inovativne materijale širokog spektra primjene u industriji i s potencijalnom biološkom aktivnosti. Po definiciji, ugljikove kvantne točke (eng. *carbon quantum dots*; CQDs) pripadaju skupini inovativnih i fluorescentnih ugljikovih nanomaterijala koji se odlikuju visokom kemijskom stabilnošću i fotostabilnošću, visokim kvantnim iskorištenjem, pokazuju izrazitu otpornost na utjecaj visoke ionske jakosti, odlične su biokompatibilnosti i topljivosti u vodi te iskazuju izrazita fluorescencijska svojstva. Upravo zbog ovih navedenih karakteristika, ugljikove kvantne točke važne su za ekspertizu nanotehnologije i općenito nanoznanosti, posebice za područja vezana za biomedicinu, biologiju, farmaciju, elektroniku, optiku, fotoelektrokemiju te katalizu. Zbog lako dostupne, održive i jeftine sirovine, ali i relativno jednostavne modifikacije površine čestica, uporaba biomase u sintezi ugljikovih kvantnih točaka pokazala se kao obećavajuće rješenje ka razvoju izrazito učinkovitih i biokompatibilnih fluorescentnih nanočestica.

Cilj ovog istraživačkog rada je predstaviti nove pristupe u iskorištenju i valorizaciji biomase za dobivanje učinkovitih materijala s potencijalnom primjenom u detekciji metalnih iona i (bio)molekula (senzori), kao i u biomedicini u smislu staničnog oslikavanja (eng. *cellular imaging*). Istaknut će se i neki od važnih principa u modifikaciji površine čestica koja ima važnu ulogu u kontroli veličine čestica, ukupnom kemijskom sastavu, farmakološkoj i biološkoj aktivnosti, stoga i u samoj primjenjivosti dobivenih materijala. U konačnici, spomenut će se i neki od najvećih izazova s kojima se susreće prilikom sinteze i karakterizacije čestica, dok će se naglasiti i budući potencijalni doprinosi znanosti u radu s nanočesticama ugljikovih kvantnih točaka.

*Ključne riječi:* ugljikove kvantne točke, iskorištenje biomase, senzori, biomedicinska primjena

*Ovaj rad je sufinancirala Hrvatska zaklada za znanost projektom "Primjena inovativnih tehnika ekstrakcije bioaktivnih komponenti iz nusproizvoda biljnoga podrijetla" (UIP-2017-05-9909).*

## **CITRUS PEEL AS A CARBON SOURCE IN CARBON QUANTUM DOTS TECHNOLOGY – INVESTIGATING THE POTENTIAL BIOLOGICAL ACTIVITY AND APPLICATIONS IN BIOMEDICINE**

**Silvija Šafranko, Stela Jokić\***

*Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Food Technology Osijek,  
Franje Kuhača 18, 31000 Osijek, Croatia  
\*stela.jokic@ptfos.hr*

The concept of waste valorization and the possibility of conversion of such waste into highly valuable products have compelled scientists to explore novel approaches for the transformation of environmental burden into innovative materials applicable to a wide spectrum of industries and in the biological fields. More recently, carbon quantum dots (CQDs) have emerged as novel and fluorescent carbon nanomaterials possessing high chemical stability and photostability, high quantum yield, resistance to high ionic strength, outstanding fluorescence properties, water solubility and biocompatibility. Due to these characteristics, CQDs have received tremendous attention in the fields of nanotechnology and nanoscience expertise, especially in those related to biomedicine, biology, pharmacy, electronics, optics, photoelectrochemistry, and catalysis. Due to the low-cost, sustainable and green biomass resources, versatile possibilities in surface modifications of CQDs for properties enhancement, the use of biomass and waste in CQDs fabrication may come as a promising solution for the development of highly efficient and non-toxic fluorescent nanoparticles.

Therefore, a different approach of waste managing, utilization and valorization will be presented, as well as the fabrication of high-value products with application in sensing of different metal ions and (bio)molecules, as well as for biomedical purposes, primarily in cellular imaging. Some principles in material modification and characterization will be introduced, emphasizing their importance in controlling the particle size, chemical composition and pharmacological and biological activity. Finally, some of the challenges and future outlooks in CQDs research will be briefly outlined.

*Keywords:* carbon quantum dots, biomass utilization, sensors, biomedical application

*This work has been supported by Croatian Science Foundation under the project “Application of innovative techniques of the extraction of bioactive compounds from by-products of plant origin” (UIP-2017-05-9909).*

## KAKO NAM KUKCI POMAŽU GOSPODARITI BIOOTPADOM?

**Ankica Sarajlić\*, Helena Ereš, Ivana Majić**

*Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet agrobiotehničkih znanosti  
Osijek, Zavod za fitomedicinu, Katedra za entomologiju i nematologiju, Vladimira  
Preloga 1, 31000 Osijek, Hrvatska  
\*sankica@fazos.hr*

Gospodarenje organskim otpadom (biootpad) predstavlja značajan ekološki problem s kojim se suočavaju mnoge države. S obzirom na trendove ubrzane urbanizacije i rasta urbanog stanovništva u budućnosti će se povećati značaj gospodarenja biootpadom. Zbog sve većeg pritiska javnosti i zabrinutosti za okoliš, stručnjaci neprestano razvijaju nove, održive metode gospodarenja biootpadom uvažavajući koncept kružne ekonomije. Jedna od tih metoda bazira se na uvođenju ličinki crne vojničke muhe, *Hermetia illucens* L. (Diptera: *Stratiomyidae*) u proces razgradnje biootpada te dobivanje novih sirovina u različitim granama industrije. Osim značaja u razgradnji biootpada, ličinke ovih kukaca imaju dodatne vrijednosti jer su izvor proteina i masti u prehrambenoj industriji, služe za razvoj biomaterijala poput biodizela, stvaranje supstrata za biljnu proizvodnju, stvaranje novih proizvoda u kozmetičkoj industriji i stoga mogu osigurati prihode za financijski isplative sustave gospodarenja organskim otpadom. Danas se velik značaj pridaje učinkovitijim sustavima proizvodnje hrane bogate proteinima jer trenutni izvori imaju čitav niz negativnih posljedica kako za ljude i životinje tako i za okoliš. U svijetu se koristi više vrsta kukaca za preradu biootpada, međutim, ličinkama crne vojničke muhe daje se prednost jer im je preferencija za hranu raznolika. Zbog toga su izvor visoko vrijednih sirovina kako za poljoprivredu tako i za razne druge grane industrije. Prednost im je i ta što su ličinke sposobne inaktivirati neke štetne bakterije. Upotrebom ličinki crne vojničke muhe kod razgradnje biootpada, izravna emisija ugljičnog dioksida je niža u odnosu na kompostiranje, dok je potencijal globalnog zagrijavanja dvostruko manji. Razgradnja biootpada na ovaj način može smanjiti potencijal globalnog zagrijavanja i do 30% pa samim time pruža i veću ekološku sigurnost. Za uspješno gospodarenje ličinkama crne vojničke muhe, primarno je stvaranje optimalne hranjive podloge kako bi se osigurala profitabilna proizvodnja. Budući da je velik broj istraživanja obećavajući, ali su ta istraživanja nedostatna, a ponekad su podatci i kontradiktorni potrebno je provesti dodatna istraživanja kako bi se sa sigurnošću mogle potvrditi sve beneficije koje ovi kukci pružaju kako za čovjeka tako i za okoliš.

*Ključne riječi:* biootpad, ličinke crne vojničke muhe, proizvodnja hrane, kružna ekonomija, globalno zagrijavanje

## HOW INSECTS HELP US MANAGE BIOWASTE?

**Ankica Sarajlić\*, Helena Ereš, Ivana Majić**

*Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Agrobiotechnical Sciences  
Osijek, Department of Phytomedicine, Section of Entomology and Nematology,  
Vladimira Preloga 1, 31000 Osijek, Croatia  
\*sankica@fazos.hr*

Organic waste management (biowaste) is a significant environmental problem for many countries. The importance of biowaste management will increase in the future due to environmental issues caused by accelerated urbanization and urban population growth. Researchers are constantly developing new, sustainable methods of biowaste management respecting the concept of a circular economy. One of these methods is based on the introduction of black soldier fly larvae, *Hermetia illucens* L. (Diptera: *Stratiomyidae*) into the process of biowaste decomposition and obtaining raw materials for different industrial sectors. There are several types of insects used for biowaste processing in the world, however, the larvae of the black soldier fly are mostly used because their preference for food is diverse. Black soldier fly larvae create added value from the biowaste as a source of protein and fat in the food industry used in the development of biomaterials such as biodiesel, new products in the cosmetic industry, and the production of plant substrates. Their advantage is also the inhibition of some pathogenic bacteria. Direct carbon dioxide emissions are lower in biowaste with black soldier fly larvae whereas the global warming potential could be reduced twice and by this provide environmental safety. For the successful management of black soldier fly larvae, an optimal nutrient medium should be created to ensure profitable production. The relevant research studies are insufficient, and sometimes the data are contradictory, additional research is needed to define the economic value of all the benefits that these insects provide both for humans and the environment.

*Keywords:* biowaste, black soldier fly larvae, food production, circular economy, global warming

## IMOBILIZACIJA LIPAZA NA FUNKCIONALIZIRANE NOSAČE NA BAZI ODABRANIH OTPADA IZ POLJOPRIVREDNO-PREHRAMBENE INDUSTRIJE

**Sandra Budžaki<sup>1\*</sup>, Ivica Strelec<sup>1</sup>, Marta Ostojčić<sup>1</sup>, Natalija Velić<sup>1</sup>,  
Marija Stjepanović<sup>1</sup>, Blanka Bilić Rajs<sup>1</sup>, Zita Šereš<sup>2</sup>, Nikola Maravić<sup>2</sup>,  
Jovana Stanojev<sup>3</sup>, Volker Hessel<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>*Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Prehrambeno-tehnološki fakultet  
Osijek, Franje Kuhača 18, 31000 Osijek, Hrvatska*

<sup>2</sup>*Sveučilište u Novom Sadu, Tehnološki fakultet Novi Sad, Bulevar cara Lazara 1,  
21102, Novi Sad, Srbija*

<sup>3</sup>*Sveučilište u Novom Sadu, BioSense Institut, Dr Zorana Djindjica 1, 21102 Novi  
Sad, Srbija*

<sup>4</sup>*School of Chemical Engineering, The University of Adelaide, Adelaide 5005,  
Australia*

*\*sandra.budzaki@ptfos.hr*

Lipaze, triacilglicerol-acilhidrolaze, su zbog svoje svestranosti djelovanja našle primjenu u prehrambenoj industriji, industriji kože i tekstila, ulja i masti, papira te u kozmetičkoj i farmaceutskoj industriji. Iako je primjena lipaza u odnosu na kemijske katalizatore poželjnija, zbog visoke specifičnosti obzirom na supstrat i tip reakcije, ekološku prihvatljivost i energetska nezahtjevnost, visoka cijena lipaza kao i vrlo česta nemogućnost ponovne uporabe slobodnih lipaza predstavlja ključnu prepreku za širu primjenu u industrijskoj proizvodnji. Navedeno se može nadici primjenom imobiliziranih lipaza, koje se po završenom proizvodnom procesu mogu lako izdvojiti iz reakcijske smjese te ponovo uporabiti u sljedećem proizvodnom procesu ili u kontinuiranim procesima proizvodnje. Za imobilizaciju enzima danas se koriste različite tehnike koje se mogu svrstati u tri osnovne skupine: i) imobilizaciju adsorpcijom, ii) imobilizaciju direktnim ili indirektnim kovalentnim vezanjem, te iii) imobilizaciju zarobljavanjem enzima. Budući da većina komercijalno dostupnih nosača ima relativno visoku cijenu, postoji potreba za pronalaskom jeftinijih. Među brojnim otpadom poljoprivredno-prehrambene industrije kao potencijalni kandidati za proizvodnju nosača izdvajaju se ljuska jaja, talog kave i ljuska crvenog luka koji još nisu pronašli odgovarajuće mjesto u održivoj proizvodnji, nego se uglavnom odlažu na polja i odlagališta te na takav način dodatno opterećuju okoliš. Primjenom inovativnih tehnika transformacije otpada mogli bi se proizvesti nosači na bazi celuloze i/ili hemiceluloze (talog kave i ljuska crvenog luka) ili nosači na bazi kolagenske mreže (membrana ljuske jaja). Za očekivati je da će se u sljedećih nekoliko desetljeća morati pronaći nove i/ili poboljšati postojeće tehnologije koje će slijediti trend održive proizvodnje s obzirom na porast interesa za proizvodima koji su dobiveni na zdrav i održiv način.

*Ključne riječi:* lipaze, imobilizacija, otpad poljoprivredno-prehrambene industrije

## IMMOBILIZATION OF LIPASES ON FUNCTIONALISED CARRIERS PRODUCED FROM SELECTED AGRO-FOOD INDUSTRIAL WASTE

**Sandra Budžaki<sup>1\*</sup>, Ivica Strelec<sup>1</sup>, Marta Ostojčić<sup>1</sup>, Natalija Velić<sup>1</sup>,  
Marija Stjepanović<sup>1</sup>, Blanka Bilić Rajs<sup>1</sup>, Zita Šereš<sup>2</sup>, Nikola Maravić<sup>2</sup>,  
Jovana Stanojev<sup>2</sup>, Volker Hessel<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>*Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Food Technology Osijek,  
Franje Kuhača 18, 31000 Osijek, Croatia*

<sup>2</sup>*University of Novi Sad, Faculty of Technology Novi Sad, Bulevar cara Lazara 1,  
21102, Novi Sad, Serbia*

<sup>3</sup>*University of Novi Sad, BioSense Institute, Dr Zorana Djindjica 1, 21102 Novi Sad,  
Serbia*

<sup>4</sup>*School of Chemical Engineering, The University of Adelaide, Adelaide 5005,  
Australia*

*\*sandra.budzaki@ptfos.hr*

Due to their versatility, lipases, triacylglycerol acyl hydrolases, have found application in the food industry, leather and textile industries, oils and fats, paper, and in the cosmetics and pharmaceutical industries. The use of lipases in relation to chemical catalysts in industrial production is desirable due to high substrate and reaction specificity, the ecological acceptability and less energy demand, whereas the high price of lipases, as well as the very low possibilities of reusability of the free enzyme are the major drawback to a wider use in industrial production. The abovementioned can be overcome by the use of the immobilized lipases, which can be easily separated from the reaction mixture upon completion of the production process and reused in the continuous production processes. Today, various techniques are used for immobilization of enzymes, which can be classified into three basic groups: i) immobilization by adsorption, ii) immobilization by direct or indirect covalent binding, and iii) immobilization by entrapment. Since most commercially available carriers have a relatively high price, there is a need for finding cheaper ones. Among the many wastes generated by the agro-food industry, a potential as a raw material for the production of the immobilization carriers could also have widely available eggshells, spent coffee grounds and brown onion skins, which have not yet found a suitable place in a sustainable production, but are mainly landfilled and thus represent an additional burden to the environment. The application of innovative waste transformation techniques could result in cellulose and/or hemicellulose carriers (spent coffee grounds and brown onion skin) or collagen based carriers (eggshell membrane). It can be expected that in the next few decades new and/or improved existing technologies will be needed to follow the trend of sustainable production and enable better utilization of the agro-food industry waste.

*Keywords:* lipase, immobilization, agro-food industry waste

## PIVSKI TROP – VIŠE OD HRANE ZA ŽIVOTINJE?

**Darko Velić<sup>1\*</sup>, Natalija Velić<sup>1</sup>, Hrvoje Pavlović<sup>1</sup>, Janez Gorenšek<sup>2</sup>,  
Saša Despotović<sup>3</sup>, Mario Panjičko<sup>4</sup>, Gregor Drago Zupančič<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>*Prehrambeno-tehnološki fakultet Osijek, Kuhačeva 18, 31 000 Osijek, Hrvatska*

<sup>2</sup>*IAMB Zavod-Inštitut za aplikativno mikologiju in biotehnologiju, Vegova ulica 26,  
SI-3000 Celje, Slovenija*

<sup>3</sup>*Poljoprivredni fakultet, Univerzitet u Beogradu, Nemanjina 6, 11080 Beograd,  
Srbija*

<sup>4</sup>*Centar za razvoj održivih tehnologija – CROTEH d.o.o., Avenija Dubrovnik 15,  
10020 Zagreb, Hrvatska*

*\*dvelic@ptfos.hr*

Nove industrijske paradigme usmjerene su ka osiguranju održivosti proizvodnih procesa, odnosno nalažu zamjenu postojećih proizvodnih procesa onima kojima se ostvaruje smanjenje nastanka otpada te transformacija proizvodnih ostataka u ekonomski ili energetske učinkovite proizvode. Održivost u prehrambenoj industriji se ogleda u inovativnim proizvodnim procesima kojima se osigurava niska razina emisija, što ima povoljan učinak na okoliš i pridonosi ublažavanju klimatskih promjena te održivom korištenju obnovljivih resursa. Pivski trop čini 85 % od ukupne količine proizvodnih ostataka nastalih tijekom proizvodnje piva i nastaje tijekom cijele godine. Karakterizira ga veliki udio vode (> 70 %) te kompleksan kemijski sastav (celuloza, hemiceluloza, lignin, proteini, mineralne tvari, vitamini, fenolni spojevi, itd.). Potencijal pivskog tropa kao obnovljive sirovine nije dovoljno iskorišten, jer se samo manji dio koristi uglavnom kao stočna hrana. Ipak, intenzivno se istražuju i druge mogućnosti korištenja pivskog tropa, poput korištenja kao dodatka proizvodima za ljudsku prehranu, biotehnološke sirovine za proizvodnju mliječne kiseline, enzima, mikrobne biomase, nekih farmaceutika, biogoriva, bioloških gnojiva, prebiotika, probiotika i fenolnih spojeva, kao biosorbensa za uklanjanje onečišćujućih tvari iz vode, za proizvodnju građevinskog materijala i drugo.

*Ključne riječi:* pivski trop, proizvodni ostaci, kemijski sastav, primjena



## IS THERE MORE TO BREWERS' SPENT GRAINS THAN ANIMAL FEED?

**Darko Velić<sup>1\*</sup>, Natalija Velić<sup>1</sup>, Hrvoje Pavlović<sup>1</sup>, Janez Gorenšek<sup>2</sup>,  
Saša Despotović<sup>3</sup>, Mario Panjičko<sup>4</sup>, Gregor Drago Zupančič<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>*Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Food Technology Osijek,  
Franje Kuhača 18, 31000 Osijek, Croatia*

<sup>2</sup>*IAMB-Institute for Applied Mycology and Biotechnology, Vegova 26, Celje,  
Slovenia*

<sup>3</sup>*University of Belgrade, Faculty of Agriculture, Nemanjina 6, 11080 Belgrade,  
Serbia*

<sup>4</sup>*The Sustainable Technologies Development Centre – CROTEH Ltd, Av. Dubrovnik  
15, 10020 Zagreb, Croatia*

*\*dvelic@ptfos.hr*

New industrial paradigms aiming at greater sustainability of production processes require the replacement of existing production processes with those that reduce waste and convert production residues into economically or energetically efficient products. In the food industry, sustainability is reflected in innovative production processes that ensure low emissions, a satisfactory impact on the environment, a contribution to climate change mitigation and the sustainable use of renewable resources. Brewer's spent grain accounts for 85% of the total production residue in breweries and is produced throughout the year. It is characterized by a high water content (70%) and a complex chemical composition (cellulose, hemicellulose and lignin, proteins, minerals, vitamins, phenolic compounds, etc.). The potential of brewer's spent grains as a renewable raw material is not sufficiently exploited, as only a small part is mostly used as animal feed. However, other uses of brewer's spent grains are being intensively researched, such as use as a supplement to human nutrition, biotechnological raw materials for the production of lactic acid, enzymes, microbial biomass, some pharmaceuticals, biofuels, biological fertilizers, prebiotics, probiotics and phenolic compounds, use as a biosorbent for the removal of pollutants from water, for the production of building materials and others.

*Keywords:* brewer's spent grain, production residue, chemical composition, application

## KAKAOVA LJUSKA – PREVRIJEDNA ZA BACANJE

**Veronika Barišić<sup>1</sup>, Ivana Flanjak<sup>1\*</sup>, Kristina Doko<sup>2</sup>, Antun Jozinović<sup>1</sup>,  
Jurislaw Babić<sup>1</sup>, Drago Šubarić<sup>1</sup>, Borislav Miličević<sup>1</sup>, Đurđica Ačkar<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>*Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Prehrambeno-tehnološki fakultet  
Osijek, Franje Kuhača 18, 31000 Osijek, Hrvatska*

<sup>2</sup>*Federalni agromediteranski zavod, Biskupa Čule 10, 88000 Mostar, Bosna i  
Hercegovina*

*\*iflanjak@ptfos.hr*

Kakaova ljuska je jedan od glavnih nusproizvoda koji se generira tijekom prerade kakaovih zrna. Budući da je tijekom cijelog procesa prerade u direktnom kontaktu s kakaovim zrnima, kakaova ljuska može sadržavati vrijedne komponente koje migriraju iz zrna u ljusku. Zbog sve veće količine ovog nusproizvoda, koja predstavlja problem za okoliš, mnogi znanstvenici istražuju mogućnost njezinog korištenja. Osim toga, kakaova ljuska je sve zanimljivija za direktnu primjenu u proizvodnji prehrambenih proizvoda zbog svog sastava. Do sada su znanstvenici kakaovu ljusku pokušali inkorporirati u proizvode kao što su kruh, keksi, snack proizvodi i sl. Zaključeno je da su takvi proizvodi postali nutritivno bogatiji zbog dodatka kakaove ljuske jer se dodatkom povećao udio prehrambenih vlakana, ali i bioaktivnih komponenti. Zbog bioaktivnih komponenti kakaova ljuska korištena je i kao sirovina za ekstrakciju. Također, postoji mogućnost korištenja ljuske kao adsorbensa za kemijske nečistoće i za proizvodnju bioetanol.

U našem istraživanju kakaova ljuska se pokušala iskoristiti u proizvodnji lješnjak kakao krem-proizvoda. Koristila se kao zamjena za šećer kako bi se smanjio njezin utjecaj na teksturalna i reološka svojstva. Samim time bi se poboljšala i nutritivna svojstva krem-proizvoda. Primjenom kakaove ljuske u konditorskim proizvodima mogla bi se postići održiva proizvodnja, ali i riješiti problem prevelike konzumacije šećera.

*Ključne riječi:* kakaova ljuska, nusproizvodi, konditorska industrija, krem-proizvodi

*Ovaj rad je sufinancirala Hrvatska zaklada za znanost projektom  
UIP-2017-05-8709.*

## COCOA SHELL – TOO VALUABLE TO WASTE

**Veronika Barišić<sup>1</sup>, Ivana Flanjak<sup>1\*</sup>, Kristina Doko<sup>2</sup>, Antun Jozinović<sup>1</sup>,  
Jurislav Babić<sup>1</sup>, Drago Šubarić<sup>1</sup>, Borislav Miličević<sup>1</sup>, Đurđica Ačkar<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>*Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Food Technology Osijek,  
Franje Kuhača 18, 31000 Osijek, Croatia*

<sup>2</sup>*Federal Agro Mediterranean Institute, Biskupa Čule 10, 88000 Mostar, Bosnia and  
Herzegovina*

*\*iflanjak@ptfos.hr*

The cocoa shell is one of the main by-products generated during the processing of cocoa beans. Because it is in direct contact with the cocoa beans throughout the processing, the cocoa shell can contain valuable components that migrate from the beans to the shell. Due to the growing amount of this by-product, which is a problem for the environment, many scientists are exploring the possibility of its utilisation. Its composition makes it increasingly interesting for direct application in the production of food products. So far, scientists have tried to incorporate cocoa shells into products such as bread, biscuits, snack products, etc. Such products have become nutritionally richer due to the addition of cocoa shells because the addition itself increased the proportion of dietary fibre and bioactive components. These valuable components were also extracted from the cocoa shell. There are also possibilities of using the shell as an adsorbent for chemical pollutants and the production of bioethanol. In our research, the cocoa shell was utilized in the production of hazelnut cocoa spreads. It was used as a substitute for sugar to reduce its impact on textural and rheological properties. This would also improve the nutritional properties of the sweet spread. The application of cocoa shell in confectionery products could result in sustainable production, but also solve the problem of excessive sugar consumption.

*Keywords:* cocoa shell, by-products, confectionery industry, sweet spreads

*The research was supported in part by Croatian Science Foundation under the project UIP 2017-05-8709.*

## POTENCIJALNA BIOLOŠKA AKTIVNOST NUSPROIZVODA HRVATSKIH TRADICIONALNIH SORTI JABUKA

Ante Lončarić<sup>1\*</sup>, Goran Fruk<sup>2</sup>, Antun Jozinović<sup>1</sup>, Mario Kovač<sup>3</sup>,  
Tihomir Kovač<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Prehrambeno-tehnološki fakultet  
Osijek, Franje Kuhača 18, 31000 Osijek, Hrvatska

<sup>2</sup>Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet, Svetošimunska cesta 25, 10000, Zagreb,  
Hrvatska

<sup>3</sup>Sveučilište u Mostaru, Agronomski i prehrambeno-tehnološki fakultet,  
Biskupa Čule bb, 88000 Mostar, Bosna i Hercegovina

\*ante.loncaric@ptfos.hr

Primjena kemijskih pesticida i fungicida je u mnogim zemljama i proizvodnim sustavima sve više ograničena zbog štetnosti po ljudsko zdravlje i okoliš. Alternativa pri kontroli fitopatogena je upotreba prirodnih biološki aktivnih tvari. Nusproizvod prerade jabuka, trop jabuka, koji nastaje nakon prešanja, tijekom procesa proizvodnje soka, izvrstan je izvor polifenolnih spojeva. Upravo su polifenolni spojevi iz jabuka prepoznati kao biološki aktivni spojevi s potencijalnim antimikrobnim i antifungalnim djelovanjem. Polifenolni ekstrakti se mogu pripremiti različitim postupcima. Međutim, oni su često dugotrajni, skupi te podrazumijevaju primjenu otapala koja posjeduju toksična svojstva.

U ovom radu je metodom disperzije matrice na čvrstoj fazi - MSPD (engl. *Matrix Solid Phase Dispersion*) pripremljen polifenolni ekstrakt od tradicionalnih hrvatskih sorti jabuka. Postupak se zasniva na primjeni etil-laktata kao ekstrakcijskog otapala. Primijenjena metoda ekstrakcije je jeftina, brza te zahtijeva malu količinu otapala, etil-laktata, svrstanog u skupinu GRAS otapala (engl. *Generally Recognized As Safe*). U pripremljenim ekstraktima određeni su ukupni polifenoli, antioksidacijska aktivnost te polifenolni profil primjenom HPLC metode (engl. *High Performance Liquid Chromatography*). Rezultati su pokazali kako su u analiziranim ekstraktima najzastupljeniji polifenoli katehin, epikatehin, floridzin te kvercetin i njegovi derivati.

*Ključne riječi:* biološka aktivnost, nusproizvodi, MSPD, polifenoli, HPLC

*Ovaj rad je sufinancirala Hrvatska zaklada za znanost projektom  
UIP-2020-02-8461.*

## POTENTIAL BIOLOGICAL ACTIVITY OF CROATIAN TRADITIONAL APPLE CULTIVAR BY-PRODUCTS

**Ante Lončarić<sup>1\*</sup>, Goran Fruk<sup>2</sup>, Antun Jozinović<sup>1</sup>, Mario Kovač<sup>3</sup>,  
Tihomir Kovač<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>*Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Food Technology Osijek,  
Franje Kuhača 18, 31000 Osijek, Croatia*

<sup>2</sup>*University of Zagreb, Faculty of Agriculture, Svetošimunska cesta 25, 10000,  
Zagreb, Croatia*

<sup>3</sup>*University of Mostar, Faculty of Agriculture and Food Technology,  
Biskupa Čule bb, 88000 Mostar, Bosnia and Herzegovina*

*\*ante.loncaric@ptfos.hr*

The use of chemical pesticides and fungicides is now severely restricted in many countries and production systems because of their adverse health and environmental effects. An alternative to chemical agents in the control of phytopathogens is the use of natural products with biological activity. A by-product of apple processing, such as the apple pomace obtained after pressing in the production of apple juice, is an excellent source of polyphenolic compounds. The polyphenolic compounds from apples in particular are recognized as compounds with potential biological activity, such as antimicrobial and antifungal activity. Although polyphenolic extracts can be obtained by a variety of methods, these methods are often expensive, time consuming and use toxic solvents.

In this work, polyphenolic extract from Croatian traditional apple cultivars was obtained by the matrix solid phase dispersion (MSPD) method using ethyl lactate as an extraction solvent. The MSPD extraction method has been shown to be inexpensive, fast and requires a small amount of solvent. As for solvents, ethyl lactate is one of the GRAS (generally recognized as safe) solvents. In the extracts obtained, total polyphenols, antioxidant activity and polyphenolic profile were determined by high performance liquid chromatography (HPLC). The most represented polyphenols in the extracts analyzed were catechin, epicatechin, phloridzin and quercetin and its derivatives.

*Keywords:* biological activity, by-products, MSPD, polyphenols, HPLC

*The research was supported in part by Croatian Science Foundation under the project UIP-2020-02-8461.*

## ZNAČAJNIJI NUSPROIZVODI PREHRAMBENE INDUSTRIJE KAO POTENCIJAL U PODRŠCI LIJEČENJU COVID-19

**Midhat Jašić<sup>1\*</sup>, Drago Šubarić<sup>2</sup>, Borislav Miličević<sup>2,3</sup>**

<sup>1</sup>*Univerzitet u Tuzli, Tehnološki fakultet, Univerzitetska 8, 75000 Tuzla, Bosna i Hercegovina*

<sup>2</sup>*Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Prehrambeno-tehnološki fakultet Osijek, Franje Kuhača 18, 31000 Osijek, Hrvatska*

<sup>3</sup>*Veleučilište u Požegi, Vukovarska 17, 34000, Požega, Hrvatska*  
*\*jasic\_midhat@yahoo.com*

Za COVID-19 ne postoje klasični lijekovi izuzev imunizacije. Ipak, brojni čimbenici utječu na tijek bolesti, gdje prehrana i način života imaju posebnu ulogu. U ovom radu dan je prikaz novog pogleda na nusproizvode prehrambene industrije, prilagođen aktualnoj situaciji pandemije COVID-19. Cilj je prikazati značajnije nusproizvode prehrambene industrije kao potencijal u podršci liječenju COVID-19. Opisana su osnovna svojstva imunostimulansa iz hrane kao što su: kolostrum, sirutka, probiotici, prebiotici, vitamin D, imunoalbumini, imunoglobulini; zatim sastojci iz voća i povrća kao što su karotenoidi, polifenoli, flavonoidi, betaglucani, te brojne druge komponente hrane poput alfalipoične kiseline, vitamina (A,C i E), minerala (Zn, Se), omega-3 masnih kiselina iz ribe, teofilina iz čaja i dr.

Fokus ovoga rada je ukazivanje na činjenicu da se svi ovi sastojci često mogu naći u različitim nusproizvodima prehrambene industrije, jeftinoj sirovini, iz koje se primjenom suvremenih tehnika i tehnologija mogu vrlo uspješno izolirati i koristiti bilo u obliku dodataka prehrani ili kao dodaci u proizvodnji različitih proizvoda.

*Ključne riječi:* nusproizvodi, prehrambena industrija, aktivni sastojci, COVID-19

## **REPRESENTATIVE BY-PRODUCTS OF THE FOOD INDUSTRY AS A POTENTIAL IN COVID-19 TREATMENT SUPPORT**

**Midhat Jašić<sup>1\*</sup>, Drago Šubarić<sup>2</sup>, Borislav Miličević<sup>2,3</sup>**

<sup>1</sup>*University of Tuzla, Faculty of Technology, Univerzitetska 8, 75000 Tuzla, Bosnia & Herzegovina*

<sup>2</sup>*Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Food Technology Osijek, Franje Kuhača 18, 31000 Osijek, Croatia*

<sup>3</sup>*Polytechnic of Požega, Vukovarska 17, 34000, Požega, Croatia*  
*\*jasic\_midhat@yahoo.com*

There are no classical medicines for COVID-19 other than immunization. However, a number of factors influence the course of the disease, where diet and lifestyle play a special role. This paper presents a new look at the by-products of the food industry, adapted to the current situation of the COVID-19 pandemic. The aim is to show the significant by-products of the food industry as a potential in the support of COVID-19 treatment. The basic properties of immunostimulants from food are described, such as: colostrum, whey, probiotics, prebiotics, vitamin D, immunoalbumins, immunoglobulins; then ingredients from fruits and vegetables such as carotenoids, polyphenols, flavonoids, betaglucans, and many other food components such as alpha-lipoic acid, vitamins (A, C and E), minerals (Zn, Se), omega-3 fatty acids from fish, theophylline from tea, etc.

The focus of this paper is to point out the fact that all these ingredients can often be found in various by-products of the food industry, cheap raw materials, from which they can be very successfully isolated by modern techniques and technologies and used either as food supplements or as additives in various products.

*Keywords:* by-products, food industry, active compounds, COVID-19

SPONZORI / SPONZORS

**Hrvatska zaklada za znanost**  
*Croatian Science Foundation*



**AlphaChrom d.o.o.**



**Kefo d.o.o.**



**Ru-Ve d.o.o.**



**Labena d.o.o.**



**Hrvatska gospodarska komora**  
*Croatian Chamber of Economy*



**Veleučilište u Požegi**  
*Polytechnic in Požega*



**Pivovara Osijek d.o.o.**







II. FIB CONFERENCE, 2021

ISBN 978-953-7005-78-8



9 789537 005788