

# Food industry by-products : book of abstracts

---

**Velić, Natalija; Stjepanović, Marija; Gorenšek, Janez; Velić, Darko; Pavlović, Hrvoje; Petravić Tominac, Vlatka; Jašić, Midhat; Galali, Yaseen; Šubarić, Drago; Jozinović, Antun; ...**

**Edited book / Urednička knjiga**

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

*Publication year / Godina izdavanja:* **2020**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:109:415913>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-02-05**

REPOZITORIJ

**PTFS**

PREHRAMBENO-TEHNOLOŠKI FAKULTET OSIJEK

**dabar**  
DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJ

*Repository / Repozitorij:*

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





**KOPAČKI  
RIT**  
Park prirode  
Nature Park



International Conference /  
Međunarodni znanstveno-stručni skup

# FOOD INDUSTRY BY-PRODUCTS

Book of Abstracts / Knjiga sažetaka



**FIB CONFERENCE, 2020**

Kopački rit  
26. 6. 2020.





**KOPAČKI  
RIT** Park prirode  
Nature Park



**BOOK OF ABSTRACTS** *International Conference FOOD INDUSTRY  
BY-PRODUCTS*

**KNJIGA SAŽETAKA** Međunarodni znanstveno-stručni skup FOOD  
INDUSTRY BY-PRODUCTS

**Published by/Izdavač** *Josip Juraj Strossmayer University of Osijek  
Faculty of Food Technology Osijek  
Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku  
Prehrambeno-tehnološki fakultet Osijek*

**Editor/Urednik** Đurđica Ačkar

**Organizers/ Organizatori** Prehrambeno-tehnološki fakultet Sveučilišta Josipa  
Jurja Strossmayera u Osijeku; Sveučilište u Požezi;  
Udruženje za nutricionizam i dijetetiku „Hranom do  
zdravlja“ (BiH); Javna ustanova “Park prirode  
Kopački rit”; European Hygienic Engineering &  
Design Group – EHEDG (Njemačka)

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

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

Osijek, 2020.

ISBN 978 - 953 - 7005 - 71 - 9





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

*The Conference and the publication of the Book of Abstracts 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**





**KOPAČKI  
RIT**  
Park prirode  
Nature Park



**HRZZ**  
Hrvatska zaklada  
za znanost

## PROGRAM SKUPA

9:30 – 10:00	Dolazak i prijava sudionika
10:00 – 10:30	Otvorenje Skupa
10:30 – 11:00	<i>Pauza za kavu</i>
11:00 – 12:00	Natalija Velić, Marija Stjepanović, Janez Gorenšek, Darko Velić, Hrvoje Pavlović, Vlatka Petravić Tominac: <i>Što nas nusproizvodi prehrambene industrije mogu naučiti o kružnom gospodarstvu?</i> Midhat Jašić, Yaseen Galali, Drago Šubarić, Antun Jozinović, Emilija Spaseska Aleksovska: <i>Biološki aktivne komponente u nusproizvodima prehrambene industrije</i> Marija Banožić, Krunoslav Aladić, Ines Banjari, Silvija Šafranko, Nika Pavlović, Jelena Vladić, Senka Vidović, Stela Jokić: <i>Primjena inovativnih tehnika ekstrakcije bioaktivnih komponenti iz nusproizvoda biljnoga podrijetla</i> Ante Lončarić, Antun Jozinović, Jurislav Babić, Drago Šubarić, Martina Skendrović Babojelić, Tihomir Kovač, Marta Lores: <i>Mogućnost korištenja metode disperzije matrice na čvrstoj fazi za ekstrakciju polifenola iz nusproizvoda prerade tradicionalnih sorti jabuka</i> Tihomir Moslavac, Martina Šaravanja, Tomislav Bogdanović, Antun Jozinović: <i>Razvoj novih proizvoda od koštica grožđa</i> Biljana Pajin, Jovana Petrović, Ivana Lončarević, Antun Jozinović, Drago Šubarić, Aleksandar Fišteš, Đurđica Ačkar: <i>Nutritivna vrijednost čajnog peciva obogaćenog ekstrudiranim nusproizvodima prehrambene industrije</i>
12:00 – 12:15	<i>Pauza za kavu</i>
12:15 – 13:15	Đurđica Ačkar, Veronika Barišić, Ivana Flanjak, Kristina Doko, Antun Jozinović: <i>Primjena kakaove ljuske u konditorskim proizvodima – izazovi i rješenja</i> Helga Medić: <i>Gospodarenje nusproizvodima i otpadom od peradi</i> Ivica Strelec, Marta Ostojčić, Sandra Budžaki: <i>Potencijal ljuske jaja za proizvodnju visokovrijednih proizvoda</i> Mario Panjičko, Romana Marinšek Logar, Maša Vodovnik, Petra Muri, Gregor D. Zupančić: <i>Mogućnosti proizvodnje biovodika iz otpadne hrane</i> Sandra Budžaki, Marta Ostojčić, Ivica Strelec: <i>Proizvodni ostaci poljoprivredno-prehrambene industrije kao baza za održivu proizvodnju biodizela</i>
13:15 – 13:30	<i>Pauza</i>
13:30 – 14:10	Predstavljanje knjiga: <i>Neke mogućnosti iskorištenja nusproizvoda prehrambene industrije – knjiga 2</i> <i>Higijena i sanitacija u prehrambenoj industriji</i>
14:30 – 16:00	<i>Zajednički ručak</i>
16:00	<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 – 11:00	<i>Coffee break</i>
11:00 – 12:00	Natalija Velić, Marija Stjepanović, Janez Gorenšek, Darko Velić, Hrvoje Pavlović, Vlatka Petravić Tominac: <i>What can by-products of the food industry teach us about the circular economy?</i> Midhat Jašić, Yaseen Galali, Drago Šubarić, Antun Jozinović, Emilija Spaseska Aleksovska: <i>Biologically active components in by-products of the food industry</i> Marija Banožić, Krunoslav Aladić, Ines Banjari, Silvija Šafranko, Nika Pavlović, Jelena Vladić, Senka Vidović, Stela Jokić: <i>Application of innovative techniques of the extraction of bioactive compounds from by-products of plant origin</i> Ante Lončarić, Antun Jozinović, Jurislav Babić, Drago Šubarić, Martina Skendrović Babojelić, Tihomir Kovač, Marta Lores: <i>The possibility of using matrix solid-phase dispersion method for the recovery of polyphenols from the by-product of traditional apple processing</i> Tihomir Moslavac, Martina Šaravanja, Tomislav Bogdanović, Antun Jozinović: <i>Development of new products from grape seeds</i> Biljana Pajin, Jovana Petrović, Ivana Lončarević, Antun Jozinović, Drago Šubarić, Aleksandar Fišteš, Đurđica Ačkar: <i>Nutritional value of cookies enriched with extruded food industry by-products</i>
12:00 – 12:15	<i>Coffee break</i>
12:15 – 13:15	Đurđica Ačkar, Veronika Barišić, Ivana Flanjak, Kristina Doko, Antun Jozinović: <i>Application of cocoa shell in confectionery products – challenges and solutions</i> Helga Medić: <i>Poultry waste management</i> Ivica Strelec, Marta Ostojčić, Sandra Budžaki: <i>Eggshells - a potential source for the production of valuable products</i> Mario Panjičko, Romana Marinšek Logar, Maša Vodovnik, Petra Muri, Gregor D. Zupančić: <i>The possibilities of producing biohydrogen from waste food</i> Sandra Budžaki, Marta Ostojčić, Ivica Strelec: <i>The agro-food industry waste as a basis for sustainable biodiesel production</i>
13:15 – 13:30	<i>Break</i>
13:30 – 14:10	Book presentation: <i>Potential of valorization of food industry by-products – Book 2</i> <i>Hygiene and Sanitation in Food Industry</i>
14:30 – 16:00	<i>Lunch</i>
16:00	<i>Boat ride in Nature Park Kopački rit</i>



**KOPAČKI  
RIT**  
Park prirode  
Nature Park



## SADRŽAJ/CONTENTS

ŠTO NAS NUSPROIZVODI PREHRAMBENE INDUSTRIJE MOGU NAUČITI O KRUŽNOM GOSPODARSTVU? .....	1
WHAT CAN BY-PRODUCTS OF THE FOOD INDUSTRY TEACH US ABOUT THE CIRCULAR ECONOMY? .....	2
Natalija Velić, Marija Stjepanović, Janez Gorenšek, Darko Velić, Hrvoje Pavlović, Vlatka Petravić Tominac	
BIOLOŠKI AKTIVNE KOMPONENTE U NUSPROIZVODIMA PREHRAMBENE INDUSTRIJE .....	3
BIOLOGICALLY ACTIVE COMPONENTS IN BY-PRODUCTS OF THE FOOD INDUSTRY .....	4
Midhat Jašić, Yaseen Galali, Drago Šubarić, Antun Jozinović, Emilija Spaseska Aleksovska	
PRIMJENA INOVATIVNIH TEHNIKA EKSTRAKCIJE BIOAKTIVNIH KOMPONENTI IZ NUSPROIZVODA BILJNOGA PODRIJETLA .....	5
APPLICATION OF INNOVATIVE TECHNIQUES OF THE EXTRACTION OF BIOACTIVE COMPOUNDS FROM BY-PRODUCTS OF PLANT ORIGIN.....	6
Marija Banožić, Krunoslav Aladić, Ines Banjari, Silvija Šafranko, Nika Pavlović, Jelena Vladić, Senka Vidović, Stela Jokić	
MOGUĆNOST KORIŠTENJA METODE DISPERZIJE MATRICE NA ČVRSTOJ FAZI ZA EKSTRAKCIJU POLIFENOLA IZ NUSPROIZVODA PRERADE TRADICIONALNIH SORTI JABUKA.....	7
THE POSSIBILITY OF USING MATRIX SOLID-PHASE DISPERSION METHOD FOR THE RECOVERY OF POLYPHENOLS FROM THE BY-PRODUCT OF TRADITIONAL APPLE PROCESSING .....	8
Ante Lončarić, Antun Jozinović, Jurislav Babić, Drago Šubarić, Martina Skendrović Babojelić, Tihomir Kovač, Marta Lores	
RAZVOJ NOVIH PROIZVODA OD KOŠTICA GROŽĐA .....	9
DEVELOPMENT OF NEW PRODUCTS FROM GRAPE SEEDS .....	10
Tihomir Moslavac, Martina Šaravanja, Tomislav Bogdanović, Antun Jozinović	



**KOPAČKI  
RIT**  
Park prirode  
Nature Park



NUTRITIVNA VRIJEDNOST ČAJNOG PECIVA OBOGAĆENOG EKSTRUDIRANIM NUSPROIZVODIMA PREHRAMBENE INDUSTRIJE .....	11
NUTRITIONAL VALUE OF COOKIES ENRICHED WITH EXTRUDED FOOD INDUSTRY BY-PRODUCTS .....	12
Biljana Pajin, Jovana Petrović, Ivana Lončarević, Antun Jozinović, Drago Šubarić, Aleksandar Fišteš, Đurđica Ačkar	
PRIMJENA KAKAOVE LJUSKE U KONDITORSKIM PROIZVODIMA – IZAZOVI I RJEŠENJA.....	13
APPLICATION OF COCOA SHELL IN CONFECTIONERY PRODUCTS – CHALLENGES AND SOLUTIONS .....	14
Đurđica Ačkar, Veronika Barišić, Ivana Flanjak, Kristina Doko, Antun Jozinović	
GOSPODARENJE NUSPROIZVODIMA I OTPADOM OD PERADI .....	15
POULTRY WASTE MANAGEMENT .....	16
Helga Medić	
POTENCIJAL LJUSKE JAJA ZA PROIZVODNJU VISOKOVRIJEDNIH PROIZVODA.....	17
EGGSHELLS - A POTENTIAL SOURCE FOR THE PRODUCTION OF VALUABLE PRODUCTS.....	18
Ivica Strelec, Marta Ostojčić, Sandra Budžaki	
MOGUĆNOSTI PROIZVODNJE BIOVODIKA IZ OTPADNE HRANE.....	19
THE POSSIBILITIES OF PRODUCING BIOHYDROGEN FROM WASTE FOOD .....	20
Mario Panjičko, Romana Marinšek Logar, Maša Vodovnik, Petra Muri, Gregor D. Zupančić	
PROIZVODNI OSTACI POLJOPRIVREDNO-PREHRAMBENE INDUSTRIJE KAO BAZA ZA ODRŽIVU PROIZVODNJU BIODIZELA .....	21
THE AGRO-FOOD INDUSTRY WASTE AS A BASIS FOR SUSTAINABLE BIODIESEL PRODUCTION.....	22
Sandra Budžaki, Marta Ostojčić, Ivica Strelec	
SPONZORI / SPONZORS .....	23

## **ŠTO NAS NUSPROIZVODI PREHRAMBENE INDUSTRIJE MOGU NAUČITI O KRUŽNOM GOSPODARSTVU?**

**Natalija Velić<sup>\*</sup>, Marija Stjepanović<sup>1</sup>, Janez Gorenšek<sup>2</sup>, Darko Velić<sup>1</sup>,  
Hrvoje Pavlović<sup>1</sup>, Vlatka Petravić Tominac<sup>3</sup>**

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

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

<sup>3</sup>*Sveučilište u Zagrebu, Prehrambeno-biotehnološki fakultet, Pierottijeva 6,  
10000 Zagreb, Hrvatska*

*\*natalija.velic@ptfos.hr*

Promicanje korištenja nusproizvoda i otpadnih materijala kao resursa jedna je od temeljnih postavki modela kružnog gospodarstva, koji je implementiran u razvojne strategije mnogih zemalja. Velike količine lignoceluloznih nusproizvoda i otpada nastaju svakodnevno u prehrambenoj industriji. Pritom se dio dalje iskorištava, a veći dio zbrinjava odlaganjem na odlagališta ili spaljivanjem te, kao takav, predstavlja opasnost po okoliš. U kontekstu modela kružnog gospodarstva lignocelulozni nusproizvodi i otpadni materijali predstavljaju vrijedan resurs, koji može imati mnoge namjene – od uzgoja gljiva (proizvodnja hrane) do korištenja kao adsorbensa za uklanjanje onečišćujućih tvari iz otpadnih voda. U oba navedena slučaja upotrebom ovih široko dostupnih i jeftinih materijala ostvaruje se dvojak učinak: proizvodnja hrane bogate proteinima, odnosno uklanjanje onečišćujućih tvari iz otpadnih voda te smanjenje količine otpada koju treba zbrinuti na odlagalištima. Tržište jestivih i ljekovitih gljiva pokazuje stalan porast, ne samo zbog njihovih nutritivnih svojstava, već i stoga što predstavljaju izvor vrijednih biološki aktivnih spojeva. Za uzgoj gljiva uglavnom nisu potrebne velike poljoprivredne površine, a oprema koja se pritom koristi često je vrlo jednostavna. Nakon uzgoja gljiva zaostaje iskorišten micelijem prorastao supstrat koji također posjeduje potencijal za daljnju primjenu kao kompost, krmivo, dodatak u proizvodnji građevinskog materijala, supstrat za proizvodnju biogoriva, ali i kao adsorbens. Istraživanja koja uključuju primjenu iskorištenog supstrata nakon uzgoja gljiva, ali i nativnih lignoceluloznih materijala dobivenih izravno iz proizvodnog procesa kao adsorbensa su mnogobrojna. Lignocelulozni otpadni materijali prehrambene industrije, poput rižine ljuske, bagase šećerne trske, pivskog tropa, izluženih repinih rezanaca, jabučnog tropa, kore voća i povrća, ljuske orašastih plodova i slično, uspješno su primijenjeni za uklanjanje niza onečišćujućih tvari iz vodenih otopina: bojila, teških metala, fenolnih spojeva, pesticida, policikličkih aromatskih ugljikovodika, hranjivih tvari, ulja. Daljnja istraživanja ovih jeftinih adsorbensa usmjerena su na istraživanje učinkovitosti uklanjanja onečišćujućih tvari iz kompleksnog matriksa otpadnih voda te primjenjivosti u industrijskom mjerilu, s ciljem njihove komercijalizacije i upotrebe umjesto skupih konvencionalnih adsorbensa.

*Ključne riječi:* kružno gospodarstvo, nusproizvodi, lignocelulozni otpad, jestive i ljekovite gljive, uklanjanje kontaminanata

## **WHAT CAN BY-PRODUCTS OF THE FOOD INDUSTRY TEACH US ABOUT THE CIRCULAR ECONOMY?**

**Natalija Velić<sup>1\*</sup>, Marija Stjepanović<sup>1</sup>, Janez Gorenšek<sup>2</sup>, Darko Velić<sup>1</sup>, Hrvoje Pavlović<sup>1</sup>, Vlatka Petravić Tominac<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>*IAMB – Institute for Applied Mycology and Biotechnology, Vegova 26, 3000 Celje, Slovenia*

<sup>3</sup>*University of Zagreb, Faculty of Food Technology and Biotechnology, Pierottijeva 6, 10000 Zagreb, Croatia*

*\*natalija.velic@ptfos.hr*

Promoting the use of by-products and waste materials as a resource is one of the fundamental principles of the circular economy model, which has been implemented in the development strategies of many countries. Large amounts of lignocellulosic by-products and waste materials are generated daily in the food industry, with a smaller portion being further exploited, and larger being landfilled or incinerated and possibly posing a danger to the environment. In the context of the circular economy model, lignocellulosic by-products and waste materials represent a valuable resource, which can be used for many purposes - from mushroom growing (food production) to use as an adsorbent for the pollutants removal from wastewater. In both cases, the use of these widely available and inexpensive materials has a dual effect: the production of protein-rich foods or the removal of pollutants from wastewater, and the reduction of the amount of waste to be disposed of in landfills. The market of edible and medicinal mushrooms shows a steady increase due to their nutritional and medicinal properties since they are a source of proteins and valuable biologically active compounds. Mushrooms cultivation generally does not require large agricultural areas, and the equipment used for cultivation is often very simple. The spent mycelium-grown substrate, remaining after mushrooms cultivation, also has the potential for further use as compost, feed, an additive in the production of building materials, substrate for the production of biofuels, but also as an adsorbent. There are numerous studies involving the use of spent mushrooms substrates, but also native lignocellulosic by-products and waste materials obtained directly from the production process as adsorbents. Food industry lignocellulosic waste materials such as rice husk, brewers' spent grains, sugar beet pulp, apple pomace, fruit and vegetable peels, nutshells, have been successfully used to remove a number of pollutants from aqueous solutions: dyes, phenols, heavy metals, pesticides, polycyclic aromatic hydrocarbons, nutrients, oils. Further research on these low-cost adsorbents is focused on investigating the efficiency of pollutant removal from the complex wastewater matrix and their applicability on an industrial scale, with the aim of their commercialization and use instead of expensive conventional adsorbents.

*Keywords:* circular economy, by-products, lignocellulosic waste, edible and medicinal mushrooms, contaminants removal

## **BIOLOŠKI AKTIVNE KOMPONENTE U NUSPROIZVODIMA PREHRAMBENE INDUSTRIJE**

**Midhat Jašić<sup>1\*</sup>, Yaseen Galali<sup>2</sup>, Drago Šubarić<sup>3</sup>, Antun Jozinović<sup>3</sup>,  
Emilija Spaseska Aleksovska<sup>1</sup>**

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

<sup>2</sup>*Food Technology Dept, College of Agriculture, Salahaddin University,  
Kirkuk Road, Erbil, Irak*

<sup>3</sup>*Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Prehrambeno-tehnološki fakultet  
Osijek, Franje Kuhača 18, 31000 Osijek, Hrvatska  
\*jasic\_midhat@yahoo.com*

S aspekta utjecaja na zdravlje, u hrani se mogu nalaziti nutrijenti, biološki aktivne komponente (BAK) i po zdravlje štetni sastojci. Tijekom proizvodnje i prerade hrane često nastaju velike količine otpada i nusproizvoda. U otpadu i nusproizvodima identificirane su brojne, po zdravlje korisne, BAK.

Cilj rada je dati pregled najčešćih BAK prisutnih u širokom rasponu prehrambenih proizvoda.

Opisuju se najvažnije BAK, kao i spojevi iz nusproizvoda, nastalih procesiranjem različitih vrsta hrane kao što su: mlijeko, jaja, meso, žitarice, voće i povrće, začinsko bilje, kava i čaj, med i šećer te aditivi. Predstavljeni su nutritivni i zdravstveni atributi, kao i zdravstveni benefiti BAK u nusproizvodima.

Nusproizvodi prehrambene industrije mogu postati važna sirovina za razvoj dijetetskih proizvoda, dodataka prehrani i funkcionalne hrane.

*Ključne riječi:* biološki aktivne komponente, hrana, nusproizvod

## **BIOLOGICALLY ACTIVE COMPONENTS IN BY-PRODUCTS OF THE FOOD INDUSTRY**

**Midhat Jašić<sup>1\*</sup>, Yaseen Galali<sup>2</sup>, Drago Šubarić<sup>3</sup>, Antun Jozinović<sup>3</sup>,  
Emilija Spaseska Aleksovska<sup>1</sup>**

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

*<sup>2</sup>Food Technology Dept, College of Agriculture, Salahaddin University-Erbil,  
Kirkul Road, Erbil, Iraq*

*<sup>3</sup>Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Food Technology Osijek,  
Franje Kuhača 18, 31000 Osijek, Croatia  
\*jasic\_midhat@yahoo.com*

From the aspect of the impact to health, food contains nutrients, biologically active components (BAC-s) and harmful compounds. Large amounts of waste and by-products are often generated during food production and processing. Numerous, health-beneficial BAC-s have been identified in waste and by-products.

The aim of this study was to provide an overview of the most common BAC-s present in a wide range of food products.

The most important BAC-s are described, as well as compounds from by-products, formed by processing various types of food, such as: milk, eggs, meat, cereals, fruits and vegetables, herbs, coffee and tea, honey and sugar, and additives. Nutritional and health attributes are presented, as well as health benefits of BAC-s in by-products.

By-products of the food industry can become an important raw material for the development of dietary products, food supplements and functional foods.

*Keywords:* biologically active components, food, by-product

## **PRIMJENA INOVATIVNIH TEHNIKA EKSTRAKCIJE BIOAKTIVNIH KOMPONENTI IZ NUSPROIZVODA BILJNOGA PODRIJETLA**

**Marija Banožić<sup>1\*</sup>, Krunoslav Aladić<sup>1</sup>, Ines Banjari<sup>1</sup>, Silvija Šafranko<sup>1</sup>,  
Nika Pavlović<sup>2</sup>, Senka Vidović<sup>3</sup>, Jelena Vladić<sup>3</sup>, Stela Jokić<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 Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Medicinski fakultet,  
Josipa Huttlera 4, 31000 Osijek, Hrvatska*

<sup>3</sup>*Univerzitet u Novom Sadu, Tehnološki fakultet, Bulevar Cara Lazara 1,  
21000 Novi Sad, Srbija*

*\*mbanozic@ptfos.hr*

Cilj svake proizvodnje (industrije) je dobivanje kvalitetnog proizvoda, uz što bolje iskorištenje sirovine. Unatoč tome, preradom biljnih sirovina nastaju značajne količine nusproizvoda. Suradnjom akademske zajednice s industrijom moguće je valorizirati takve nusproizvode kao proizvode s novom vrijednošću. Na tragu toga, na Prehrambeno-tehnološkom fakultetu Osijek provodi se projekt pod nazivom „Primjena inovativnih tehnika ekstrakcije bioaktivnih komponenti iz nusproizvoda biljnoga podrijetla”.

Cilj ovog projekta je proizvodnja ekstrakata iz nusproizvoda nastalih preradom citrusa, kakaovca i duhana, primjenom šest inovativnih zelenih ekstrakcijskih tehnika: superkritične fluidne ekstrakcije, ekstrakcije vodom u supkritičnom stanju, ekstrakcije potpomognute mikrovalovima, ekstrakcije potpomognute ultrazvukom, ekstrakcije potpomognute visokonaponskim električnim pražnjenjem i ekstrakcije eutekničnim otapalima. U određivanju ciljanih bioaktivnih komponenti iz odabranih nusproizvoda primjenjuju se visokosofisticirane kromatografske tehnike. Zbog velike raznolikosti bioaktivnih spojeva iz odabranih nusproizvoda, za svaku primijenjenu tehniku ekstrakcije definiraju se optimalni procesni parametri. Ekstrakti s najvećim biološkim potencijalom se postupkom sušenja raspršivanjem prevode u praškasti oblik s potencijalnom komercijalnom primjenom u drugim proizvodima.

Konačni cilj ovog projekta je održivo upravljanje velikim količinama organskog otpada koji predstavlja ogroman ekološki i financijski teret u svim segmentima procesne industrije. Naglasak projekta je na potencijalnoj komercijalnoj valorizaciji rezultata istraživanja i transferu dobivenih rezultata u industriju, kao i na jačanju veze akademske zajednice s industrijom s ciljem ekonomskog razvoja i boljitka cijelog društva.

*Ključne riječi:* nusproizvodi, zelene tehnike ekstrakcije, bioaktivni spojevi

*Ovaj rad je sufinancirala Hrvatska zaklada za znanost projektom  
UIP-2017-05-9909.*



## **APPLICATION OF INNOVATIVE TECHNIQUES OF THE EXTRACTION OF BIOACTIVE COMPOUNDS FROM BY-PRODUCTS OF PLANT ORIGIN**

**Marija Banožić<sup>1\*</sup>, Krunoslav Aladić<sup>1</sup>, Ines Banjari<sup>1</sup>, Silvija Šafranko<sup>1</sup>,  
Nika Pavlović<sup>2</sup>, Jelena Vladić<sup>3</sup>, Senka Vidović<sup>3</sup>, Stela Jokić<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>*Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Medicine,  
Josipa Huttlera 4, 31000 Osijek, Croatia*

<sup>3</sup>*University of Novi Sad, Faculty of Technology, Bulevar Cara Lazara 1,  
21000 Novi Sad, Serbia*

*\*mbanozic@ptfos.hr*

All industries aim to obtain a quality product and to utilise raw materials as efficiently as possible in the production process. Despite this, during the processing of raw materials, a significant amount of by-products is produced. The collaboration between scientific community and the industry is perceived as a vehicle to enhance valorization of by-products as new added-value products. Therefore, scientific project entitled “Application of innovative techniques of the extraction of bioactive compounds from by-products of plant origin” is established on Faculty of Food Technology Osijek. The aim of this project is to obtain extracts rich in bioactive compounds using six innovative green extraction techniques: supercritical fluid extraction (SFE), subcritical water extraction (SWE), microwave-assisted extraction (MAE), ultrasound-assisted extraction (UAE), high voltage electrical discharge extraction (HVED), and extraction using deep eutectic solvents (DES) from cocoa shells, tobacco waste, and citrus peels. Determination and isolation of bioactive compounds from selected by-products is performed using highly sophisticated chromatographic techniques. Due to great diversity of bioactive compounds among investigated materials, optimal extraction conditions are defined for each applied technique. Extracts with the highest biological potential are spray dried in order to produce plant powders with potential commercial application.

The results of the research will contribute to solving the problem of large quantities of organic waste, which represents an enormous ecological and financial burden for all aspects of the process industry. Special emphasis in the project will be put on the possible commercial valorization of the research results and on the transfer of those results to the application level, as well as on strengthening the relationship between the academic community and the industry, developing the economy, and creating a positive social impact.

*Keywords:* by-products, green extraction techniques, bioactive compounds

*This work has been supported by Croatian Science Foundation under the project  
UIP-2017-05-9909.*

## MOGUĆNOST KORIŠTENJA METODE DISPERZIJE MATRICE NA ČVRSTOJ FAZI ZA EKSTRAKCIJU POLIFENOLA IZ NUSPROIZVODA PRERADE TRADICIONALNIH SORTI JABUKA

**Ante Lončarić<sup>1\*</sup>, Antun Jozinović<sup>1</sup>, Jurislav Babić<sup>1</sup>, Drago Šubarić<sup>1</sup>,  
Martina Skendrović Babojelić<sup>2</sup>, Tihomir Kovač<sup>1</sup>, Marta Lores<sup>3</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 Santiago de Compostela, Kemijski fakultet, Campus Vida,  
15782 Santiago de Compostela, Španjolska*

*\*ante.loncaric@ptfos.hr*

Disperzija matrice na čvrstoj fazi (engl. *Matrix solid phase dispersion - MSPD*) je rutinski analitički postupak s više primjena od kojih je ekstrakcija pokazala vrlo obećavajuće rezultate. MSPD ekstrakcija se temelji na miješanju uzorka matrice s čvrstim nosačem, nakon čega se dobivena smjesa koristi za punjenje kolone iz koje se analiti eluiraju s pogodnim otapalom. Glavna prednost MSPD-a u odnosu na klasične ekstrakcijske postupke je istodobna ekstrakcija i izolacija ciljanih komponenti uzorka. Prethodna istraživanja optimiranja MSPD postupka za ekstrakciju polifenola provedene su na nusproizvodima proizvodnje crnih i bijelih vina. Međutim, ovo je prvi put da se MSPD koristi za ekstrakciju polifenola iz nusproizvoda nastalih preradom tradicionalnih jabuka. MSPD postupak ekstrakcije ukupnih polifenola iz nusproizvoda nastalih preradom dvanaest tradicionalnih sorti jabuka optimiran je metodom odzivne površine. Proces je optimiran s obzirom na izlaznu varijablu odnosno ukupni sadržaj polifenola. Dobiveni optimalni ekstrakcijski uvjeti su 0,2 g uzorka, 0,8 g sredstava za disperziju, otapalo 57 % otopine metanola u vodi i konačni volumen ekstrakta 5 ml. Najzastupljeniji polifenoli u ekstraktu su bili klorogenska kiselina, procijanidin B2 i epikatehin. Jabuke koje bi se mogle istaknuti kao važan izvor ovih spojeva su 'Bobovac' i 'Božićnica'.

Pored velikog iskorištenja, MSPD postupak se pokazao kao jeftin, brz, zahtijeva malu količinu otapala, a potrebna oprema je vrlo lako dostupna. Prema tome, MSPD postupak mogao bi biti odličan izbor za ekstrakciju polifenola iz nusproizvoda prerade tradicionalnih jabuka.

*Ključne riječi:* MSPD ekstrakcija, polifenoli, tradicionalne jabuke, nusproizvodi

## **THE POSSIBILITY OF USING MATRIX SOLID-PHASE DISPERSION METHOD FOR THE RECOVERY OF POLYPHENOLS FROM THE BY-PRODUCT OF TRADITIONAL APPLE PROCESSING**

**Ante Lončarić<sup>1\*</sup>, Antun Jozinović<sup>1</sup>, Jurislav Babić<sup>1</sup>, Drago Šubarić<sup>1</sup>,  
Martina Skendrović Babojelić<sup>2</sup>, Tihomir Kovač<sup>1</sup>, Marta Lores<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 Zagreb, Faculty of Agriculture, Svetošimunska 25, 10000 Zagreb,  
Croatia*

<sup>3</sup>*University of Santiago de Compostela, Faculty of Chemistry, Campus Vida,  
15782 Santiago de Compostela, Spain*  
*\*ante.loncaric@ptfos.hr*

Matrix solid phase dispersion (MSPD) has become generic analytical process for the several applications of which extraction showed very promising results. MSPD extraction is based on blending the sample matrix with solid support, after which the obtained mixture is used as a pre-column packing, from which analytes are eluted with a suitable solvent. The main advantage of MSPD over the classical extraction procedures is performing extraction and clean up at the same time. Previous studies on the optimization of a MSPD process for the extraction of polyphenols was conducted on red and white winemaking by-products where process was scaled-up and patented. However, this is the first time that MSPD is employed to extract polyphenols from traditional apples by-product. The laboratory scale MSPD was optimized by response surface methodology for the extraction of polyphenols from the by-product of twelve traditional apple varieties. Dependent variable evaluated was total polyphenol content. The optimized laboratory scale MSPD process includes the use of 0.2 g of sample, 0.8 g of dispersant, a 57 % solution of methanol in water as the solvent and 5 mL of extract volume. The most abundant polyphenols in the extract were chlorogenic acid, procyanidin B2 and epicatechin. Apples that could be highlighted as an important source of these compounds are 'Bobovac' and 'Božićnica'. Besides high utilization, MSPD is cheap, fast, requires a small amount of solvent and the necessary equipment can be found almost everywhere. Accordingly, MSPD could be chosen over classical methods for the recovery of polyphenols from apple by-product.

*Keywords:* MSPD extraction, polyphenols, traditional apples, by-products

## **RAZVOJ NOVIH PROIZVODA OD KOŠTICA GROŽĐA**

**Tihomir Moslavac<sup>1\*</sup>, Martina Šaravanja<sup>2</sup>, Tomislav Bogdanović<sup>3</sup>,  
Antun Jozinović<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>*Poljoprivredna zadruga TRS, Ivana Gundulića 18, 32234 Ilok, Hrvatska*

<sup>3</sup>*Javna ustanova „Park prirode Kopački rit”, Mali Sakadaš 1,*

*31327 Kopačevo, Bilje, Hrvatska*

*\*tihomir.moslavac@ptfos.hr*

Danas postoji sve veći interes za iskorištavanje nusproizvoda nastalih iz poljoprivrede i proizvodnje hrane kao sirovina za dobivanje visokovrijednih proizvoda koji se mogu koristiti u razne svrhe u farmaceutskoj, kozmetičkoj i prehrambenoj industriji. Tijekom proizvodnje vina ili soka od grožđa zaostaju velike količine otpadnih nusproizvoda (koštica, pulpa od grožđa, koža), koji se koriste samo kao hrana za životinje zbog njihovog visokog sadržaja vlakana. Ti nusproizvodi su dobar i jeftin izvor visokokvalitetnih polifenolnih spojeva koji se mogu koristiti u različitim terapijskim postupcima sa svrhom neutralizacije slobodnih radikala u biološkim sustavima. Fenolni spojevi osobito su važni zbog svog povoljnog utjecaja na zdravlje ljudi i njihove primjene u poboljšanju okusa, boje i stabilnosti hrane. Postupkom hladnog prešanja iz koštica grožđa proizvodi se jestivo ulje visoke nutritivne vrijednosti. U ovom radu istraživana je utjecaj dodatka antioksidanasa (prirodni, sintetski) na oksidacijsku stabilnost hladno prešanog ulja koštica grožđa sorte 'Cabernet sauvignon' crni. Od prirodnih antioksidanasa korišteni su ekstrakt zelenog čaja, ekstrakt ružmarina, ekstrakt nara, ekstrakt maslinovog lista, a od sintetskih BHA, PG i TBHQ. Određivanje oksidacijske stabilnosti ulja te utjecaj dodatka antioksidanasa provedeno je testom ubrzane oksidacije ulja Schaal oven testom. Rezultat oksidacije ulja izražen je peroksidnim brojem. Primjenom standardnih metoda u ulju su određeni osnovni parametri kvalitete (peroksidni broj, slobodne masne kiseline). Rezultati ispitivanja pokazuju da ekstrakt zelenog čaja i ekstrakt ružmarina (tip OxyLess CS) efikasnije štite ulje koštica grožđa od oksidacijskog kvarenja, a od sintetskih antioksidanasa TBHQ.

*Ključne riječi:* ulje koštica grožđa, oksidacijska stabilnost, Schaal oven test, antioksidansi

*Ovaj rad je sufinancirala Europska unija iz Europskog fonda za regionalni razvoj projektom KK.01.2.1.01.0061.*

## **DEVELOPMENT OF NEW PRODUCTS FROM GRAPE SEEDS**

**Tihomir Moslavac<sup>1\*</sup>, Martina Šaravanja<sup>2</sup>, Tomislav Bogdanović<sup>3</sup>,  
Antun Jozinović<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>*TRS Agricultural Cooperative, Ivana Gundulića 18, 32234 Ilok, Croatia*

<sup>3</sup>*Public Institution "Nature Park Kopački Rit", Mali Sakadaš I,*

*31327 Kopačevo, Bilje, Croatia*

*\*tihomir.moslavac@ptfos.hr*

Nowadays, there is a growing interest in the exploitation of the by-products generated from agriculture and food production. These by-products can be used as raw materials for obtaining high-value products, which can be used for various purposes in the pharmaceutical, cosmetics and food industries. During winemaking or juice making from grape, high quantities of waste by-products (seeds, grape pulp, skin) remain, which are used only as a feed for animals due to their high fibre content. These by-products are still a good and a cheap source of high-quality polyphenolic compounds which can be used in different therapeutic procedures with the purpose of free radical neutralisation in biological systems. Phenolic compounds are particularly important due to their beneficial effects on human health, and due to their application in the improvement of flavour, colour and stability of food. The process of cold pressing of grape seeds produces edible oil of high nutritional value. The paper investigated the effect of antioxidant supplementation (natural, synthetic) on the oxidative stability of cold pressed grape seed oil produced from the red grape variety 'Cabernet Sauvignon'. The testing was carried out using the natural antioxidants; green tea extract, rosemary extract, pomegranate extract and olive leaf extract, as well as the synthetic antioxidants BHA, PG and TBHQ. The oxidative stability of the oil and the effect of antioxidant supplementation were determined by the accelerated oil oxidation test, the Schaal Oven test. The result of the oil oxidation was expressed by the peroxide value. The basic quality parameters (peroxide value, free fatty acids) were determined by applying the standard methods to oil. The results of testing indicated that green tea extract and rosemary extract (type OxyLess CS) protect the grape seed oil from oxidative spoilage more effectively than synthetic antioxidants such as TBHQ.

*Keywords:* grape seed oil, oxidative stability, Schaal Oven test, antioxidants

*This work has been supported by European Union from the European Regional Development Fund under the project KK.01.2.1.01.0061.*

## **NUTRITIVNA VRIJEDNOST ČAJNOG PECIVA OBOGAĆENOG EKSTRUDIRANIM NUSPROIZVODIMA PREHRAMBENE INDUSTRIJE**

**Biljana Pajin<sup>1</sup>, Jovana Petrović<sup>1\*</sup>, Ivana Lončarević<sup>1</sup>, Antun Jozinović<sup>2</sup>,  
Drago Šubarić<sup>2</sup>, Aleksandar Fišteš<sup>1</sup>, Đurđica Ačkar<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Tehnološki fakultet Novi Sad, Univerzitet u Novom Sadu, Bulevar cara Lazara 1,  
21000 Novi Sad, Srbija*

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

*\*jovana@tf.uns.ac.rs*

Količina izgubljene hrane i nusproizvoda koji nastaju u lancu opskrbe prehrambenim proizvodima kreće se i do 46 % kod nekih proizvoda. Uslijed brzog porasta svjetske populacije i iscrpljivanja izvora hrane, takvi gubici hrane tijekom prerade su nedopustivi. U našoj zemlji, ali i u cijelom svijetu, tijekom prerade pšenice, jabuke i proizvodnje piva, zaostaje značajna količina nusproizvoda koji obiluju vrijednim komponentama poput proteina, prehrambenih vlakana, mineralnih tvari. Velika zastupljenost kekisa i srodnih proizvoda u strukturi dnevnog obroka omogućava da se promjenom njihovog sirovinskog sastava pojedine nutritivno vrijedne komponente uspješno uvedu u prehranu ljudi. Zadatak ovog rada bio je ispitati utjecaj zamjene dijela pšeničnog brašna ekstrudiranim brašnom obogaćenim dodatkom pšenične klice, pivskog tropa i tropa jabuke na karakteristike čajnog peciva (nutritivne, senzorske, mikrobiološke). Ekstrudati kukuruzne krupice sa dodatkom pšenične klice, pivskog tropa i tropa jabuke u udjelima 15, 30 i 45 %, samljeveni u cilju dobivanja tri frakcije različitih veličina čestica (< 250 μm, 250 - 1000 μm i 1000 - 2000 μm) su korišteni u proizvodnji čajnog peciva kao zamjena pšeničnog brašna u količinama od 5, 10 i 15 %. Dodatak ekstrudata pšenične klice i pivskog tropa značajno je utjecao na povećanje sadržaja proteina u uzorcima čajnog peciva, a sva tri dodatka su uzrokovala povećanje sadržaja mineralnih tvari i vlakana. Kod uzoraka čajnog peciva s dodatkom ekstrudata obogaćenih nusproizvodima sadržaj hidroksimetilfurfurala (HMF) se povećavao s povećanjem udjela ekstrudata u čajnom pecivu i s povećanjem udjela nusproizvoda u ekstrudatu. Svi uzorci čajnog peciva imali su sadržaj HMF-a manji od 25 mg/kg. Najbolje ocjene za okus dobili su uzorci s dodatkom tropa jabuke, dok je veličina čestica ekstrudata imala značajan utjecaj na boju i teksturu čajnog peciva. Dodatak ekstrudata obogaćenih nusproizvodima u čajno pecivo nije utjecao na mikrobiološku stabilnost uzoraka i svi su bili sigurni za konzumiranje.

*Ključne riječi:* čajno pecivo, nusproizvodi, ekstrudiranje

*Ovaj rad financiran je od strane Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja  
Republike Srbije (Program broj: 451-03-68/2020-14/ 200134).*

## **NUTRITIONAL VALUE OF COOKIES ENRICHED WITH EXTRUDED FOOD INDUSTRY BY-PRODUCTS**

**Biljana Pajin<sup>1</sup>, Jovana Petrović<sup>1\*</sup>, Ivana Lončarević<sup>1</sup>, Antun Jozinović<sup>2</sup>,  
Drago Šubarić<sup>2</sup>, Aleksandar Fištes<sup>1</sup>, Đurđica Ačkar<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Faculty of Technology, University of Novi Sad, Bulevar Cara Lazara 1,  
21000 Novi Sad, Serbia*

<sup>2</sup>*Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Food Technology Osijek,  
Franje Kuhača 18, Osijek, Croatia  
\*jovana@tf.uns.ac.rs*

The fast-growing population and the depletion of food sources do not allow throwing away such a large amount of food. The amount of food lost and by-products that occur along the supply chain of processed products is around 46% for some products. In our country, but also in the whole world, during the processing of wheat, apples and beer production, a significant amount of by-products remains, which are rich in protein, dietary fiber and minerals. The large presence of cookies in the structure of the daily meal enables the change of their raw materials with nutritionally valuable components, so they can be successfully introduced into the human diet. The task of this work was to examine the influence of replacing a part of wheat flour with extruded flour enriched with the addition of wheat germ, beer pomace and apple pomace on the characteristics of cookies (nutritional, sensory, microbiological). Extrudates of corn grits with the addition of wheat germ, beer pomace and apple pomace in proportions of 15, 30 and 45%, milled to obtain three fractions with different particle sizes (<250 µm, 250 - 1000 µm and 1000 - 2000 µm) were used as a substitute for wheat flour in quantities of 5, 10 and 15%. The addition of wheat germ and beer pomace extrudates significantly increased the protein content in cookie samples, and all three by-products caused an increase in the content of minerals and fiber. In all samples with the addition of extrudates enriched with by-products, the content of hydroxymethylfurfural (HMF) increased with the increase of the amount of extrudates in cookies and with the increase of the amount of the by-product in the extrudate. All cookie samples had an HMF content of less than 25 mg/kg. Samples with the addition of apple pomace received the best taste ratings, while the particle size of the extrudates had a significant effect on the colour and texture of cookies. The addition of extrudates enriched with by-products did not affect the microbiological stability of the final product and all samples were safe for consumption.

*Keywords:* cookies, food industry by-product, extrusion

*This research was financed by the Ministry of Education, Science and Technological Development, Republic of Serbia (Program number: 451-03-68/2020-14/ 200134).*

## **PRIMJENA KAKAOVE LJUSKE U KONDITORSKIM PROIZVODIMA – IZAZOVI I RJEŠENJA**

**Durđica Ačkar<sup>1\*</sup>, Veronika Barišić<sup>1</sup>, Ivana Flanjak<sup>1</sup>, Kristina Doko<sup>2</sup>,  
Antun Jožinović<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*

*\*dackar@ptfos.hr*

Kakaova ljuska nusproizvod je koji nastaje u proizvodnji kakaovih proizvoda (pogača, prah, maslac), često početnoj fazi proizvodnje čokolade. Budući da čini i do 20 % ukupne mase zrna, a klasična proizvodnja čokolade podnosi samo do 5 % njenog udjela, evidentno je da zaostaju njene velike količine koje se moraju zbrinuti. Pokušaji korištenja za malčiranje nisu pokazali zadovoljavajuće rezultate, kao ni upotreba za stočnu hranu, a korištenje za adsorbiranje različitih čestica iz otpadne vode samo je djelomično uspješno. Osim toga, Europska strategija diktira da se nusproizvodi prehrambene industrije najprije pokušaju iskoristiti za prehranu, a potom za ishranu životinja i hranidbu biljaka te za ostale namjene.

Vođeni ovim, tim projekta *Primjena kakaove ljuske u proizvodnji čokolade i srodnih proizvoda* istražio je mogućnosti primjene visokonaponskog električnog pražnjenja u obradi kakaove ljuske i njenu primjenu u proizvodnji tamne i mliječne čokolade, a trenutno se bavi istraživanjem proizvodnje krem namaza s dodatkom kakaove ljuske. U istraživanju se ispituje utjecaj na udio i sastav polifenola, masnih kiselina, HMF i akrilamid te mikrobiološku ispravnost proizvoda.

*Ključne riječi:* kakaova ljuska, čokolada, krem namaz, nutritivna vrijednost, sigurnost

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



## **APPLICATION OF COCOA SHELL IN CONFECTIONERY PRODUCTS – CHALLENGES AND SOLUTIONS**

**Durđica Ačkar<sup>1\*</sup>, Veronika Barišić<sup>1</sup>, Ivana Flanjak<sup>1</sup>, Kristina Doko<sup>2</sup>,  
Antun Jozinović<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*

*\*dackar@ptfos.hr*

Cocoa shell is a by-product of production of cocoa products (cocoa liquor, cocoa powder and cocoa butter), which is often the 1<sup>st</sup> step in chocolate production. Since it makes up to 20% of the bean and chocolate can tolerate only up to 5%, it is evident that large quantities of it have to be managed. Attempts of its usage for mulching and feed did not give satisfying results and use as an adsorbent in waste water treatment was partially successful. Besides, European strategy directs that food industry products are primarily used for food production, and then for feed, plant nutrition and other uses.

Led by these, members of project team *Use of cocoa husk in production of chocolate and chocolate-like products* explored application of high-voltage electrical treatment in cocoa shell processing and shell application in production of milk and dark chocolate, and currently explores production of cream spread with addition of cocoa shell. The research involves both influence on proportion and composition of polyphenols and fatty acids, and HMF, acrylamide and microbiological safety of products.

*Keywords:* cocoa shell, chocolate, cream spread, nutritive value, safety

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

## **GOSPODARENJE NUSPROIZVODIMA I OTPADOM OD PERADI**

**Helga Medić**

*Sveučilište u Zagrebu, Prehrambeno-biotehnološki fakultet, Pierottijeva 6,  
10000 Zagreb, Hrvatska  
hmedic@pbf.hr*

Prema svjetskim projekcijama, konzumacija mesa peradi i jaja imat će najveću stopu rasta među animalnim proizvodima. U skladu s time, očekuje se i povećanje proizvodnje peradi, koju karakterizira odlična konverzija hrane i visoki proizvodni rezultati u odnosu na uzgoj ostalih vrsta životinja za dobivanje mesa. Posljedično, povećana proizvodnja peradskih proizvoda dovest će do veće proizvodnje nusproizvoda i otpada. Osnovne metode rukovanja tim materijalima, u skladu s klasifikacijom nusproizvoda, su zakopavanje na deponije nakon odgovarajućeg tretmana, njihova prerada u nove proizvode i izravna primjena stajskog gnoja kao organskog gnojiva. Postoje razna uspostavljena i nova tehnološka rješenja, koja predstavljaju manje ili više djelotvorne načine za postupanje s nusproizvodima i otpadom animalnog podrijetla. Ovaj rad navodi trenutne i nove tehnologije obrade animalnih nusproizvoda i ocjenjuje njihovu primjenu na nusproizvode i otpad pri proizvodnji mesa peradi i jaja. Identificirane su četiri dobro razvijene tehnologije potencijalno pogodne za peradske nusproizvode i otpad: anaerobna digestija, anaerobna kodigestija, piroliza i uplinjavanje. Komparativne studije životnog ciklusa preporučuju se za sveobuhvatno vrednovanje potencijalne održivosti i utjecaja tih tehnologija u usporedbi s konvencionalnim alternativama kao i usporedbu troškova za procjenu njihove izvodljivosti u komercijalnoj primjeni s ciljem doprinosa smanjenju onečišćenja okoliša i postizanju održivosti proizvodnje.

*Ključne riječi:* nusproizvodi animalnog podrijetla, perad, tehnologije obrade nusproizvoda, anaerobna digestija

## **POULTRY WASTE MANAGEMENT**

**Helga Medić**

*University of Zagreb, Faculty of Food Technology and Biotechnology,  
Pierottijeva 6, 10000 Zagreb, Croatia  
hmedic@pbf.hr*

According to world projections, the consumption of poultry meat and eggs will have the highest growth rate among animal products. Accordingly, an increase in poultry production is also expected, and poultry has excellent feed conversion rate and high production results compared to other species of animals raised for meat production. Consequently, increased production of poultry products will lead to higher production of by-products and waste. The basic methods of handling these materials, in accordance with the classification of by-products, are landfill after appropriate treatment, their processing into new products and application of manure as organic fertilizer. There are various established and new technological solutions, which are more or less effective ways to deal with by-products and waste of animal origin. This paper lists current and new technologies for processing animal by-products and evaluates their potential application to by-products and waste in poultry meat and egg production. Four well-developed technologies potentially suitable for poultry by-products and waste have been identified: anaerobic digestion, anaerobic codigestion, pyrolysis and gasification. Comparative life cycle studies are recommended for a comprehensive evaluation of the potential viability and impact of these technologies compared to conventional alternatives as well as a costs comparison to assess their feasibility in commercial application with the aim of supporting pollution reduction and achieving sustainability.

*Keywords:* animal by-products, poultry, by-product processing technology, anaerobic digestion

## **POTENCIJAL LJUSKE JAJA ZA PROIZVODNJU VISOKOVRIJEDNIH PROIZVODA**

**Ivica Strelec\*, Marta Ostojčić, Sandra Budžaki**

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

*\*ivica.strelec@ptfos.hr*

Jedan od pet glavnih izazova održivog gospodarenja otpadom poljoprivredno-prehrambene industrije je primjena strategije kružnog gospodarenja po modelu „zero-waste“ uz razvoj inovativnih tehnika transformacije otpada u svrhu proizvodnje visokovrijednih proizvoda poput kemikalija, dodataka prehrani, farmaceutika, nutraceutika i/ili funkcionalnih materijala. Među brojnim otpadom ističe se i ljuska jaja koja bi mogla poslužiti kao sirovina za proizvodnju najmanje tri različite klase visokovrijednih proizvoda: antimikrobnih proteina, kalcijevih soli, te nosača za imobilizaciju enzima. Može li se ljuska jaja kao otpad iskoristiti za istovremenu proizvodnju istih, pitanje je na koje se ovim istraživanjem htio dobiti odgovor. U tu svrhu, ljuska jaja je podvrgnuta dvostupanjskoj obradi. U prvom stupnju obrade, ispiranjem ljuske jaja vodom, u otopini su dobiveni visokovrijedni proteini bjelanjka, a među njima i antimikrobni enzim lizozim, pri čemu je na 10 g vlažne mase ljuske jaja dobiveno  $142 \pm 2,81$  mg proteina, dok je lizozim pokazao prosječnu aktivnost od  $300 \pm 10$  U/mL, odnosno ekvivalent od 30680 U po 10 g ljuske jaja. U drugom stupnju obrade ljuske jaja vodenim otopinama octene, kloridne ili *o*-fosforne kiseline provedeno je potpuno otapanje kalcijeva karbonata ljuske jaja te su istovremeno dobivene otopine odgovarajućih kalcijevih soli (kalcijev klorid, kalcijev acetat, kalcijev hidrogenfosfat) i membrane jaja kao potencijalni nosači za imobilizaciju enzima. Prosječni prinos membrana jaja iznosio je  $0,25 \pm 0,1$  g na 10 g vlažne mase ljuske jaja, a primjenom postupaka uparavanja i taloženja etanolom, kalcijeve soli su izdvojene iz otopina u obliku kristala i/ili praha uz visoki stupanj prinosa (< 90 %). Mogu li se dobivene kalcijeve soli uporabiti kao aditivi u prehrambenoj industriji i/ili kao dodatci prehrani pokazat će daljnje analize.

*Ključne riječi:* ljuska jaja, kalcijeve soli, membrana jaja, proteini, lizozim

## **EGGSHELLS - A POTENTIAL SOURCE FOR THE PRODUCTION OF VALUABLE PRODUCTS**

**Ivica Strelec\*, Marta Ostojčić, Sandra Budžaki**

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

*\*ivica.strelec@ptfos.hr*

One of five major challenges of sustainable waste management in the agro-food industry using "zero-waste" model of the circular economy is the development of innovative waste transformation techniques for the production of chemicals, additives, supplements, pharmaceuticals, nutraceuticals and/or functional materials. Among the numerous waste generated in the agro-food industry, eggshell seems quite promising since it could be used for the production of at least three different classes of value added products: antimicrobial proteins, calcium salts and enzyme immobilization carriers. In this respect, we have examined possibility of the use of eggshells for the production of abovementioned products, by the use of two-step treatment. In the first step, eggshells were washed with water and the resulting water solution contained egg white proteins ( $142 \pm 2.81$  mg of proteins per 10 grams of eggshell wet weight) and among them antimicrobial enzyme lysozyme of  $300 \pm 10$  U/mL activity (equivalent to 30680 U per 10 g of eggshell wet weight). In the second step, eggshell membranes as potential enzyme immobilization carriers were separated from the calcified part of eggshells by complete dissolution of eggshell calcium carbonate using three different diluted acids: hydrochloric acid, acetic acid and *o*-phosphoric acid. Combination of evaporation and ethanol precipitation has been used to obtain calcium salts (calcium chloride, calcium acetate and calcium hydrogen phosphate) in the form of powder or crystals, with the yield greater than 90 %. Eggshell membrane yield was found to be  $0.25 \pm 0.1$  g of dry weight per 10 grams of eggshell wet weight. Further analysis of obtained calcium salts will reveal their applicability as food additives and/or supplements.

*Keywords:* eggshells, calcium salts, eggshell membrane, egg white proteins, lysozyme

## MOGUĆNOSTI PROIZVODNJE BIOVODIKA IZ OTPADNE HRANE

**Mario Panjičko<sup>1\*</sup>, Romana Marinšek Logar<sup>2</sup>, Maša Vodovnik<sup>2</sup>, Petra Muri<sup>3</sup>,  
Gregor D. Zupančič<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>*CROTEH d.o.o., Avenija Dubrovnik 15, 10000 Zagreb, Hrvatska*

<sup>2</sup>*Sveučilište u Ljubljani, Biotehnički fakultet, Zavod za zootehniku, Groblje 3,  
1230 Domžale, Slovenija*

<sup>3</sup>*Poljoprivredni institut Slovenije, Hacquetova 17, 1000 Ljubljana, Slovenija*

\**mario.panjicko@croteh.eu*

Kod proizvodnje energije iz obnovljivih izvora, u posljednje se vrijeme poseban naglasak posvećuje proizvodnji biovodika iz različitih vrsta biomase procesom tamne fermentacije. Tamna fermentacija je proces s niskom ugljičnom bilancom, kojem niska učinkovitost pretvorbe supstrata u vodik i nezadovoljavajuća stabilnost procesa u kontinuiranom režimu rada zasad još uvijek ograničavaju učinkovit prijenos procesa na komercijalnu razinu.

Iz tog su razloga trenutačna istraživanja usmjerena na proučavanje postupaka za povećanje učinkovitosti procesa anaerobne mikrobne razgradnje organskih tvari te istovremeno i optimiranje proizvodnje biovodika kao konačnog produkta. Istraživanja su usmjerena na testiranje različitih otpadnih organskih sirovina kao supstrata za proizvodnju biovodika, među kojima izraziti potencijal pokazuju otpadna hrana, poluproizvodi iz prehrambene industrije te organski otpad iz kućanstva.

Na proizvodnju vodika utječu brojni okolišni i procesni čimbenici, kao i izvor te predpriprema djelujućih anaerobnih mikroorganizama. Danas se najviši prinosi vodika ostvaruju kada se mikrobna zajednica koja potječe iz metanogenog bioreaktora izlaže termičkoj obradi pri temperaturi 80 °C tijekom nekoliko sati. Tijekom termičke obrade, uništavaju se metanogene arheje, a vodik-producirajuće bakterije (prije svega vrste iz roda *Clostridium* i *Baciillus*) pri tome sporuliraju i dalje prelaze u vegetativni oblik pri procesnoj temperaturi od 37 °C, koja je optimalna za proizvodnju vodika. Proizvodnju vodika također pospješuje i imobilizacija bakterija na različite nosače kao što su aktivni ugljen i ekspanzirana glina. Trenutna su istraživanja usmjerena prije svega na dizajniranje proizvodnje biovodika pri niskim pH vrijednostima (4±2), odnosno u području gdje je proizvodnja tehnološki i ekonomski najpovoljnija. Visoke prinose i stabilnu proizvodnju vodika istraživači su postigli ne samo na modelnom supstratu – glukozi, već i primjenom kuhinjskog otpada kao supstrata (168 NL H<sub>2</sub>/kg organske tvari).

Godišnje u EU kao otpad završi gotovo 88 milijuna tona hrane tako da poljoprivredno-prehrambena proizvodnja značajno utječe na emisije CO<sub>2</sub>. Stoga se kao jedna od mogućnosti smanjenja tih emisija nameće konverzija otpadne hrane u biovodik, jedan od najčišćih energenata.

*Ključne riječi:* otpadna hrana, biovodik, anaerobna mikrobna razgradnja

## THE POSSIBILITIES OF PRODUCING BIOHYDROGEN FROM WASTE FOOD

**Mario Panjičko<sup>1\*</sup>, Romana Marinšek Logar<sup>2</sup>, Maša Vodovnik<sup>2</sup>, Petra Muri<sup>3</sup>, Gregor D. Zupančič<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>*CROTEH Ltd., Avenija Dubrovnik 15, 10020 Zagreb, Croatia*

<sup>2</sup>*University of Ljubljana, Biotechnical faculty, Department of Animal Science, Groblje 3, 1230 Domžale, Slovenia*

<sup>3</sup>*Agricultural Institute of Slovenia, Hacquetova 17, 1000 Ljubljana, Slovenia*  
*\*mario.panjicko@croteh.eu*

In the production of energy from renewable sources, recently a special emphasis has been placed on the production of biohydrogen from various types of biomass by the process of dark fermentation. Dark fermentation is a process with a low carbon balance, for which the low efficiency of conversion of substrate to hydrogen and unsatisfactory stability of the process in continuous operation still limit the efficient transfer of the process to the commercial level.

For this reason, current research is focused on studying procedures to increase the efficiency of anaerobic microbial decomposition of organic matter and at the same time optimize the production of biohydrogen as a final product. The research is focused on testing various raw organic waste materials as substrates to produce biohydrogen, among which waste food, by-products from the food industry and household organic waste show significant potential.

Hydrogen production is influenced by many environmental and process factors, as well as the source and preparation of active anaerobic microorganisms. Nowadays, the highest hydrogen yields are achieved when a microbial community derived from a methanogenic bioreactor is exposed to thermal treatment at a temperature of 80°C for several hours. During the thermal treatment, methanogenic archaea are destroyed, and hydrogen-producing bacteria (primarily species of the strain *Clostridium* and *Bacillus*) sporulate and further transit to a vegetative form at a process temperature of 37°C, which is optimal for hydrogen production. Hydrogen production is also enhanced by the immobilization of bacteria on various carriers such as activated carbon and expanded clay.

Current research is focused primarily on designing the production of biohydrogen at low pH values (4±2) where the production is technically and economically most favourable. High-yield and stable production of hydrogen was not only achieved on a model substrate - glucose but also while using substrates such as kitchen waste (168 NL H<sub>2</sub> per kg of organic matter).

In the EU every year, almost 88 million tonnes of food end up as a waste, therefore food production significantly affects carbon dioxide emissions. One of the possibilities to reduce these emissions is the conversion of food waste into biohydrogen, one of the cleanest energy sources.

*Keywords:* food waste, biohydrogen, anaerobic microbial degradation

## **PROIZVODNI OSTACI POLJOPRIVREDNO-PREHRAMBENE INDUSTRIJE KAO BAZA ZA ODRŽIVU PROIZVODNJU BIODIZELA**

**Sandra Budžaki\*, Marta Ostočić, Ivica Strelec**

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

*\*sandra.budzaki@ptfos.hr*

Zbog svoje biorazgradivosti i netoksičnosti biodizel se smatra *zelenim* gorivom. Međutim, s obzirom na trenutačnu tehnologiju na razini industrijske proizvodnje koja se temelji na homogenoj kemijskoj katalizi, biodizel nije tako *zelen* kako se čini. S jedne strane, korištenjem biodizela, smanjuje se emisija štetnih plinova u atmosferu, prvenstveno CO<sub>2</sub>, dok se s druge strane troše velike količine energije za proizvodnju takvog biogoriva. Nadalje, generiraju se velike količine otpadne vode koju je potrebno dalje zbrinuti što uvelike poskupljuje proizvodnju biodizela i njegovu konačnu cijenu te smanjuje konkurentnost na tržištu. Trenutačna proizvodnja biodizela može se učiniti održivom pa time i zelenijom i ekološki prihvatljivijom ne samo uvođenjem biokatalizatora u postojeću ili novu tehnologiju proizvodnje, već i uvođenjem alternativnih sirovina, poput proizvodnih ostataka poljoprivredno-prehrambene industrije u pojedine faze tehnološkog procesa proizvodnje. Već su zabilježeni značajni rezultati korištenjem nejestivih i otpadnih ulja i masti te uljnih frakcija kao jeftinijih sirovina čime je skinuta etička sumnja s biodizela koja se temelji na pretvorbi hrane (jestivih ulja) u (bio)gorivo. Najveći nedostaci proizvodnje biodizela enzimskom katalizom (homogenim ili heterogenim biokatalizatorima) su visoka cijena komercijalno dostupnih lipaza i nosača za imobilizaciju te razlog što još uvijek nije prenesena u industrijsko mjerilo.

Proizvodnja biodizela iz proizvodnih ostataka poljoprivredno-prehrambene industrije koji je kompleksnog sastava, široko dostupan i jeftin te uvelike opterećuje okoliš, trenutačno predstavlja veliki izazov. Iskorištavanjem energije zaostale u biološkom materijalu koji je već prošao ciklus prerade i klasificiran kao otpad/nusproizvod, potencijalno se snižava cijena gotovih proizvoda dobivenih na zdrav i siguran način putem biokatalitičkih procesa. Biokatalitički procesi najčešće ostavljaju jedva primjetan ekološki otisak u odnosu na kemijski katalizirane procese, a ekološki su prihvatljiviji te više u skladu s načelima održivog razvoja. Povrh navedenog stvara se dodana vrijednost proizvodnim ostacima poljoprivredno-prehrambene industrije što je jedan od temelja kružnog gospodarenja. Lipaze imobilizirane na otpad poljoprivredno-prehrambene industrije predstavljaju tehnološko i ekonomsko poboljšanje biokatalitičke proizvodnje koje jasno upućuje na mogućnost ostvarivanja održive proizvodnje na temelju kružnog gospodarenja i približavanja „zero-waste“ modelu.

*Ključne riječi:* proizvodni ostaci poljoprivredno-prehrambene industrije, otpadna ulja i masti, lipaze, heterogeni biokatalizatori, biodizel



## **THE AGRO-FOOD INDUSTRY WASTE AS A BASIS FOR SUSTAINABLE BIODIESEL PRODUCTION**

**Sandra Budžaki\*, Marta Ostojčić, Ivica Strelec**

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

*\*sandra.budzaki@ptfos.hr*

Due to its biodegradability and non-toxicity, biodiesel is considered as a *green* fuel. However, given current technology level of industrial production which is based on homogeneous chemical catalysis, biodiesel is not as *green* as it seems. Namely, although the use of biodiesel reduces the emission of harmful gases into the atmosphere, primarily CO<sub>2</sub>, large amounts of energy are consumed for the production of such biofuels. Furthermore, large amounts of wastewater are generated that need to be further disposed of, which greatly increases the cost of biodiesel production affecting its final price and consequently reduces market competitiveness. Current biodiesel production can be made sustainable and thus greener and more environmentally friendly not only by introducing biocatalysts into existing or new production technology, but also by introducing alternative raw materials, such as production residues of the agro-food industry in certain phases of the production process. Significant results have already been found for use of inedible and waste oils and fats and oil fractions as cheaper raw materials, thus removing the ethical doubt from biodiesel based on the conversion of food (edible oils) into (bio) fuel. The biggest disadvantages of biodiesel production by enzymatic catalysis (homogeneous or heterogeneous biocatalysts) are the high cost of commercially available lipases and immobilization carriers and this is the reason why it has not been transferred to industrial scale yet.

The production of biodiesel from the production residues of the agro-food industry, which are complex in their composition, widely available, inexpensive, and greatly burden the environment, is currently a major challenge. Utilizing the energy remaining in the biological material that has already passed the processing cycle and been classified as waste/by-products, potentially lowers the price of final products obtained in a healthy and safe way through biocatalytic processes. Biocatalytic processes usually leave a barely noticeable ecological footprint compared to chemically catalyzed processes, they are more environmentally friendly and more in line with the principles of sustainable development. In addition, the added value is created for the production residues of the agro-food industry, which is one of the foundations of circular management. Lipases immobilized on the waste of the agro-food industry represent a technological and economic improvement of biocatalytic production, which clearly indicates the possibility of achieving sustainable production based on circular management and approaching the "zero-waste" model.

*Keywords:* agro-food industry waste, waste oils and fats, lipase, heterogeneous biocatalysts, biodiesel

**SPONZORI / SPONZORS**

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



**AlphaChrom d.o.o.**



**Labena d.o.o.**



**Belje plus d. o. o.**



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









FIB CONFERENCE, 2020  
ISBN 978-953-7005-71-9



9 789537 005719