



S. Jokić\*

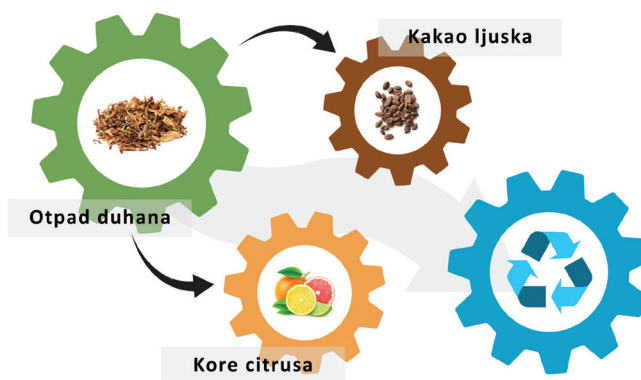
Zavod za procesno inženjerstvo  
Prehrambeno-tehnološki fakultet Osijek  
Sveučilište J. J. Strossmayera u Osijeku

## Od industrijskog otpada do vrijednih bioaktivnih komponenti

### Uvod

Primjena inovativnih tehnika ekstrakcije bioaktivnih komponenti iz nusproizvoda biljnoga podrijetla" (eng. "Application of innovative techniques of the extraction of bioactive components from by-products of plant origin") istraživački je projekt koji je Hrvatska zaklada za znanost odobrila za financiranje kroz program "Uspostavni istraživački projekti" u trajanju od 1. siječnja 2018. do 31. prosinca 2022. godine, a poznat je pod akronimom "ByProExtract".

Na projektu sudjeluju znanstvenici s četiriju institucija (Prehrambeno-tehnološki fakultet Osijek, Hrvatski Veterinarski institut – Veterinarski zavod Vinkovci, Tehnološki fakultet Novi Sad i Medicinski fakultet Osijek), a voditeljica projekta je prof. dr. sc. Stela Jokić.



Slika 1 – Shematski prikaz polaznih sirovina rabljenih za projekt "ByProExtract"



### Kako i zašto?

Danas se sve više aktualizira problem nastanka i zbrinjavanja velikih količina otpada. Cilj svake proizvodnje je dobivanje kvalitetnog proizvoda, uz što bolje iskorištenje sirovine. Tijekom prerade sirovine nastaje određena količina nusproizvoda, koji se često neadekvatno zbrinjava, odlaže, a rijetko reciklira. Otpad nije samo ekološki problem već predstavlja i gospodarski gubitak, s obzirom na to da takve sirovine često sadržavaju znatne količine visokovrijednih komponenti.

Za polaznu sirovinu u ovom projektu odabrane su tri vrste otpada koji nastaju tijekom procesiranja biljnih sirovina (slika 1). Kakao ljuska kao otpad iz proizvodnje čokolade i srodnih proizvoda, otpad iz proizvodnje duhana te kore citrusa nusproizvodi su koji nastaju u velikim količinama i još su uvijek nedovoljno istraženi i iskorišteni unatoč sadržaju znatnih korisnih tvari. Primjenom šest inovativnih zelenih ekstrakcijskih tehnika (superkrične fluidne ekstrakcije, ekstrakcije vodom u supkričnom stanju, ekstrakcije potpomognute mikrovalovima, ekstrakcije potpomognute ultrazvukom, ekstrakcije potpomognute hladnom plazmom i ekstrakcije eutektnim otapalima) iz tih sirovina nastoje se dobiti visokovrijedne bioaktivne komponente koje svoju primjenu mogu naći u drugim proizvodima farmaceutske, kozmetičke i prehrambene industrije.

### Nova oprema za nove tehnologije

U sklopu ovog projekta, ali i u suradnji s drugim projektima na kojima sudjeluje voditeljica projekta, financirano je opremanje novog laboratorija za inovativne metode ekstrakcije. Jedan dio uređaja je kupljen u sklopu projekta, a drugi dio uređaja su istraživači na projektu sami projektirali (uređaj za superkričnu CO<sub>2</sub> ekstrakciju (slika 2a) i uređaj za ekstrakciju s vodom u supkričnom stanju (slika 2b)).

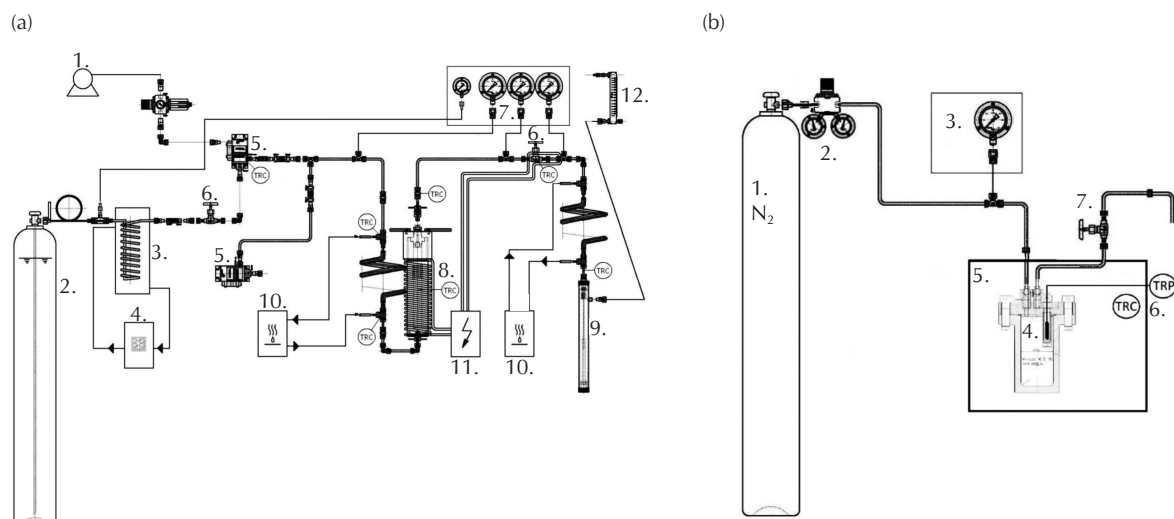
Također, laboratorij je opremljen novim uređajima za proizvodnju suhih ekstrakata (Spray Dryer i liofilizator). Osim opreme vezane za inovativne metode ekstrakcije, laboratorij posjeduje visokosofisticiranu analitičku opremu (HPLC s preparativnom kromatografijom, GC/MS) za kemijsku karakterizaciju i izolaciju ciljanih bioaktivnih komponenti u dobivenim ekstraktima (slika 3). Upravo opremanje laboratorija iz različitih vrsta izvora, kako znanstvenih projekata tako i suradnje s gospodarstvom, jedan je od osnovnih preduvjeta za kvalitetan rad i znanstvenu izvrsnost.

### Znanstveni rad

Do sada je u sklopu projekta istraženo nekoliko inovativnih metoda ekstrakcije na navedenim sirovinama. Metode su optimirane u svrhu dobivanja što kvalitetnijih ekstrakata uz što manji energetski i materijalni input. Također se aktivno radi na istraživanju biološke aktivnosti dobivenih ekstrakata. Kao rezultat dosadašnjih istraživanja, u proteklih godinu dana objavljeno je 10-ak radova, publiciranih u svjetski priznatim časopisima. Istraživači na ovom projektu sudjelovali su na preko 11 domaćih i međunarodnih skupova s 15 radova u vidu postera ili usmenih prezentacija.

Osim suradnika na projektu, u istraživanjima sudjeluju diplomanti s Prehrambeno-tehnološkog fakulteta, ali i inozemnih institucija. Važno je napomenuti da su u sklopu projekta zaposlena dva

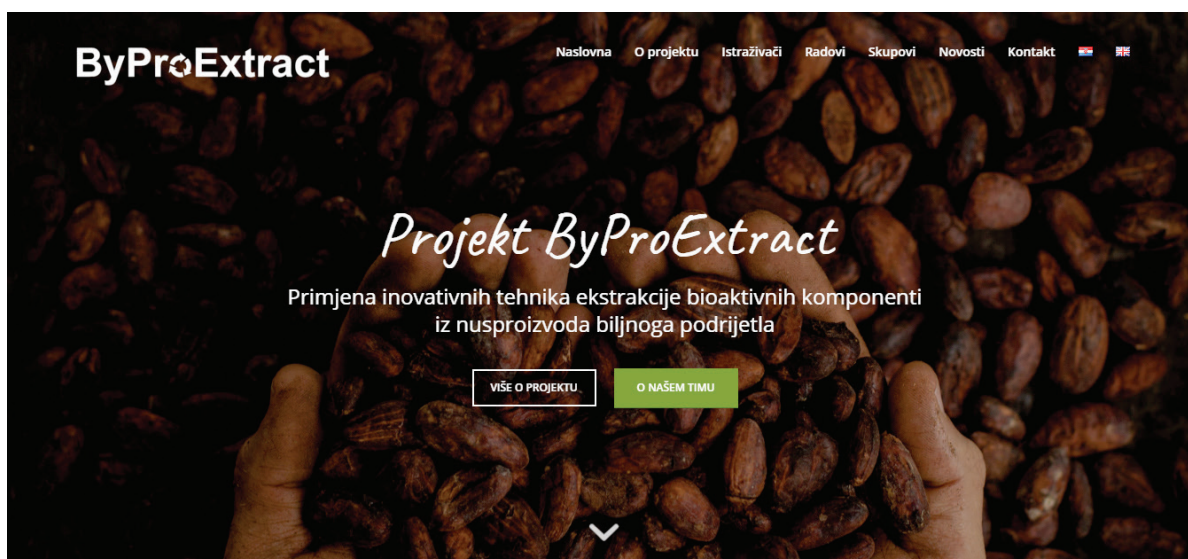
\* Prof. dr. sc. Stela Jokić  
e-pošta: stela.jokic@ptfos.hr



**Slika 2** – Procesna shema uređaja: (a) za ekstrakciju superkritičnim CO<sub>2</sub> (1. Kompresor; 2. CO<sub>2</sub> spremnik; 3. Izmjenjivač topline od nehrđajućeg čelika; 4. Rashladna kupelj; 5. Zrakom pogonjena hidraulična pumpa Haskel MS-71; 6. Ventili (B-HV); 7. Manometri; 8. Ekstraktor; 9. Separator; 10. Vodena kupelj; 11. Centralizirani sistem grijača od staklenih vlakana; 12. Mjerač protok) te (b) za ekstrakciju s vodom u supkritičnom stanju (1. boca N<sub>2</sub>; 2. Regulator N<sub>2</sub> 20/5 Mpa; 3. Manometar 0-20 Mpa; 4. Ekstraktor 20 MPa, 200 °C; 5. Termostat ili pećnica 20 – 300 °C; 6. TRC – Temperature regulator controller; TRP – Temperature regulated probe; regulator temperature i temperaturna sonda; 7. Visokotlačni igličasti ventil).



**Slika 3** – Opremanje laboratorija novim uređajima na Prehrambeno-tehnoškome fakultetu Osijek



Slika 4 – Naslovnica službene mrežne stranice projekta “ByProExtract” (<http://www.ptfos.unios.hr/ByProExtract/>)

doktoranda te će oni u sklopu tog projekta izraditi svoje doktorske disertacije. Sve navedeno doprinosi kvaliteti rada, proširuje istraživačke mogućnosti i doprinosi znanstvenoj prepoznatljivosti kako Prehrambeno-tehnološkog fakulteta Osijek tako i hrvatske znanosti.

### Suradnja s industrijom

Današnji proizvođači susreću se s velikim poteškoćama vezanim za otpad koji nastaje tijekom procesiranja sirovine. S jedne strane je to nemogućnost nalaska efikasnog rješenja za velike količine otpada, a s druge strane zakonski okviri, koji ih prisiljavaju na smanjenje proizvedenog otpada. Uzimajući u obzir svjetske ekološke trendove, koji se ukratko mogu sažeti kao “Smanji, Ponovno upotrijebi, Recikliraj” (eng. *Reduce, Reuse, Recycle*), može se očekivati da će ti zakoni postati još rigorozniji. Obveza znanstvene zajednice je pridonijeti rješenju tog problema, razviti nove tehnologije i predlagati rješenja. S obzirom na to da je projekt fokusiran na istraživanja i tehnologije koje bi bile primjenjive u praksi, istraživači na projektu usko surađuje s industrijama iz biljno-prerađivačkog i prehrambenog sektora (Kandit, Fabrika duhana Sarajevo, i dr.), ali i primarnim proizvođačima, kao što su poljoprivredni proizvođači citrusa iz područja doline Neretve. Dobra suradnja s industrijom ne omogućava samo laku dostupnost sirovina za znanstvena istraživanja, nego pridonosi u održavanju fokusa na bitna i primjenjiva rješenja te se ogleda i u novim projektima, koje naši suradnici prijavljuju i provode s industrijom.

### Popularizacija znanosti kao obveza društvenog razvoja

Sveobuhvatnost projekta “ByProExtract” vidljiva je i u različitim projektima popularizacije znanosti koje istraživači na projektu vode ili na njima sudjeluju. Dosadašnja praksa i postojeća literatura sugeriraju kako su STEM (eng. *science, technology, engineering and mathematics*) obrazovanju potrebne strukturalne i metodološke prilagodbe kojima bi se odgovorilo na zahtjev za budućim mladim znanstvenicima. Približavanje znanosti široj društvenoj skupini obogaćuje ne samo ciljanu skupinu nego i znanstvenu zajednicu. Suradnici na projektu “ByProExtract” to su prepoznali te dali svoj doprinos i u tom segmentu. *Festival znanosti, Europska noć istraživača, Noć Znanosti, Ljetna tvornica znanosti, Dan mladih istraživača*, radionice za osnovne i srednje škole kao i studente, samo su dio aktivnosti na kojima naši istraživači sudjeluju ili su sudjelovali.

Na svojoj mrežnoj stranici istraživači na ByProExtract projektu aktivno objavljuju sve aktivnosti vezane za projekt te tako nastoje približiti dobivene rezultate široj javnosti.

Zahvala:

