



Science Fund  
of the Republic of Serbia

**ISKORIŠĆENJE OTPADA  
IZ INDUSTRIJE PRERADE VOĆA I POVRĆA  
U OBOGAĆIVANJU HRANE I ZEMLJIŠTA - CIRKULARNI PRISTUP  
2023-2026**

**FROM WASTE TO FOOD AND SOIL ENRICHMENT –  
MINIMIZING WASTE BY APPLYING CIRCULAR ECONOMY  
IN FRUITS/VEGETABLES PROCESSING INDUSTRY  
2023-2026**

Projekat se sprovodi uz podršku  
Fonda za nauku Republike Srbije  
Akronim projekta WASTEBRIDGE, Br. 7493



**NIO nosilac:**  
**NIO učesnice:**

Institute of General and Physical Chemistry **IGPC**  
Institute for Technology of Nuclear and Other Mineral Raw Materials **ITNMS**  
University of Belgrade, Faculty of Chemistry **UBFC**  
University of Belgrade, Faculty for Agriculture **AGRIF**  
Institute of Public Health of Serbia „Dr Milan Jovanović Batut“ **IPHS**



Science Fund  
of the Republic of Serbia



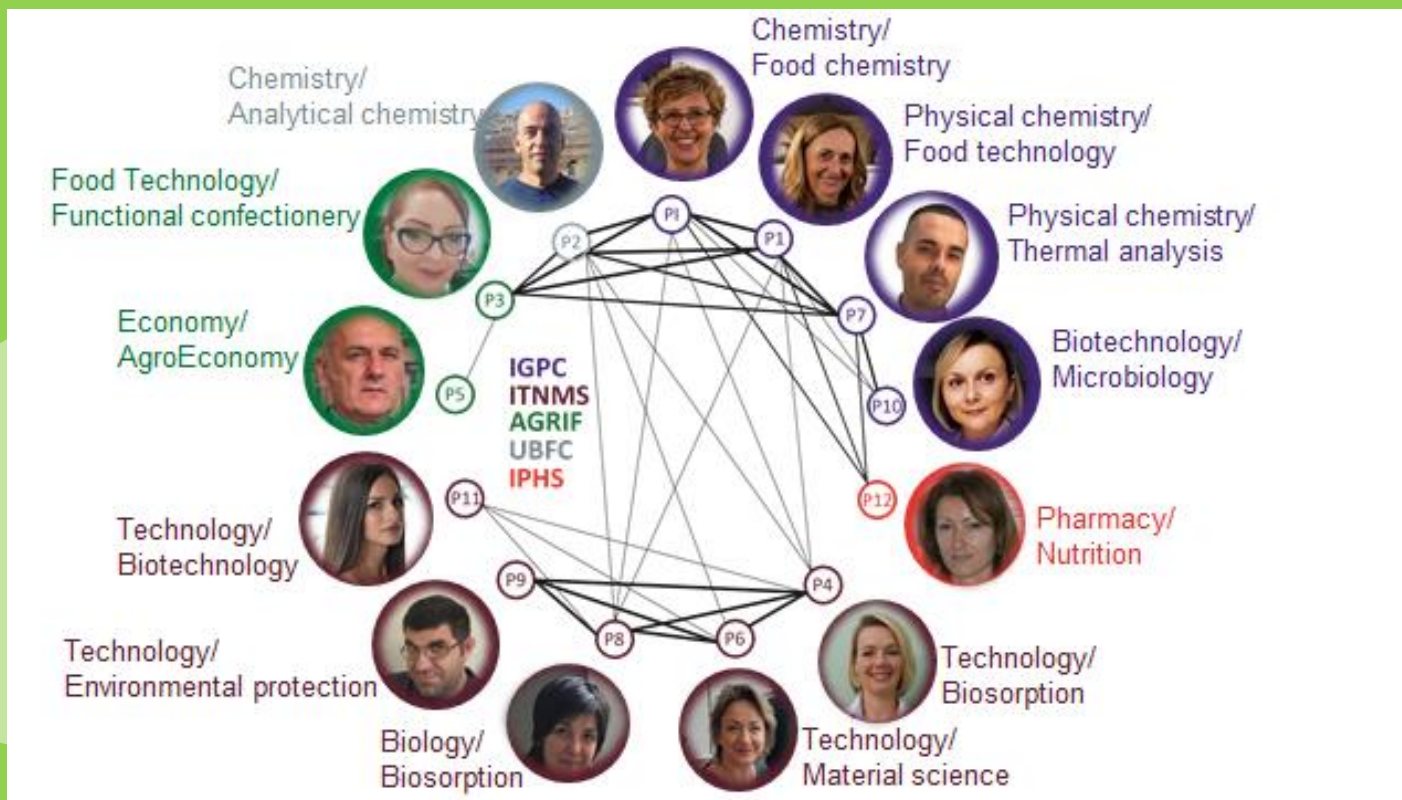
Program: PRIZMA Science Fund of the Republic of Serbia



# PROJEKTI TIM



Science Fund  
of the Republic of Serbia





# POLAZNE OSNOVE



Science Fund  
of the Republic of Serbia

## Neracionalno korišćenje resursa

- U industriji prerade voća i povrća (FVPI) 25-30% sirovine postane otpad
- Minimalno procesirani trop sadrži visoko-vredne bioaktivne materije
- U Srbiji se i organski trop kompostira i odlaže na deponije

**Potreba za povećanjem održivosti**

## Nedostatak dijetnih vlakana (DV) u modernoj ishrani

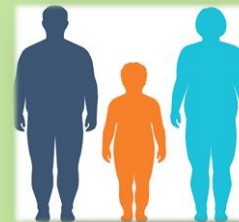
- Nedostatak DV izazva brojne bolesti, npr gojaznosti i dijabetes

**Potreba za poboljšanjem kvaliteta ishrane na globalnom nivou**

## Nedostatak nutrienata u zemljištu

- Nedostatak fosfora neophodnog za rast useva
- Prekomerna upotreba iscrpljuje zalihe fosfora
- Ispiranje fosfatnih đubriva u reke, jezera i mora izaziva cvetanje algi

**Potreba za održivom upotrebom fosfornih đubriva**



- Gorjanović et al (2020). Evaluation of Apple Pomace Flour Obtained Industrially by Dehydration as a Source of Biomolecules with Antioxidant, Antidiabetic, and Antiobesity Effects. *Antioxidants*, 9, 413.
- Zlatanović et al (2019). Thermal Behaviour and Degradation Kinetics of Apple Pomace Flours. *Thermochimica Acta*. 673,17 25
- Zlatanović et al 2019. Method for producing gluten-free flour made of apple pomace. WO2020/027683, published 06.02.2020





# CILJ PROJEKTA

**RAZVOJ INOVATIVNOG KONCEPTA ZA POTPUNO ISKORIŠĆENJE OTPADA KOJI NASTAJE U INDUSTRIJI PRERADE VOĆA I POVRĆA (FVPI)**

A case study  
"FRUVITA"

Za studiju slučaja izabran je domaći proizvođač sokova

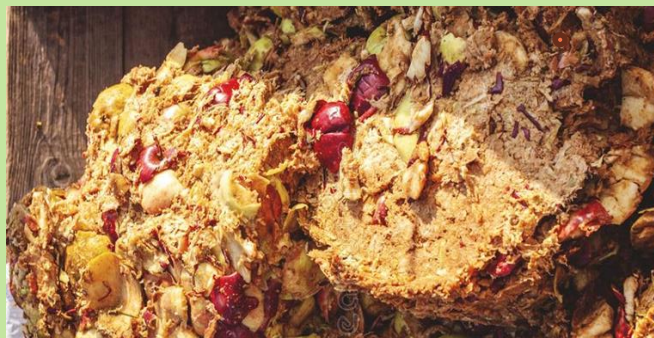


MINIMALNO PROCESIRANI TROP VOĆA I POVRĆA  
BOGAT DIJETNIM VLAKNIMA I POLIFENOLIMA

OBOGAĆIVANJE HRANE

KOŠTICE I OTPAD BOGAT LIGNO-CELULOZNIM  
MATERIJAMA

OBOGAĆIVANJE ZEMLJIŠTA

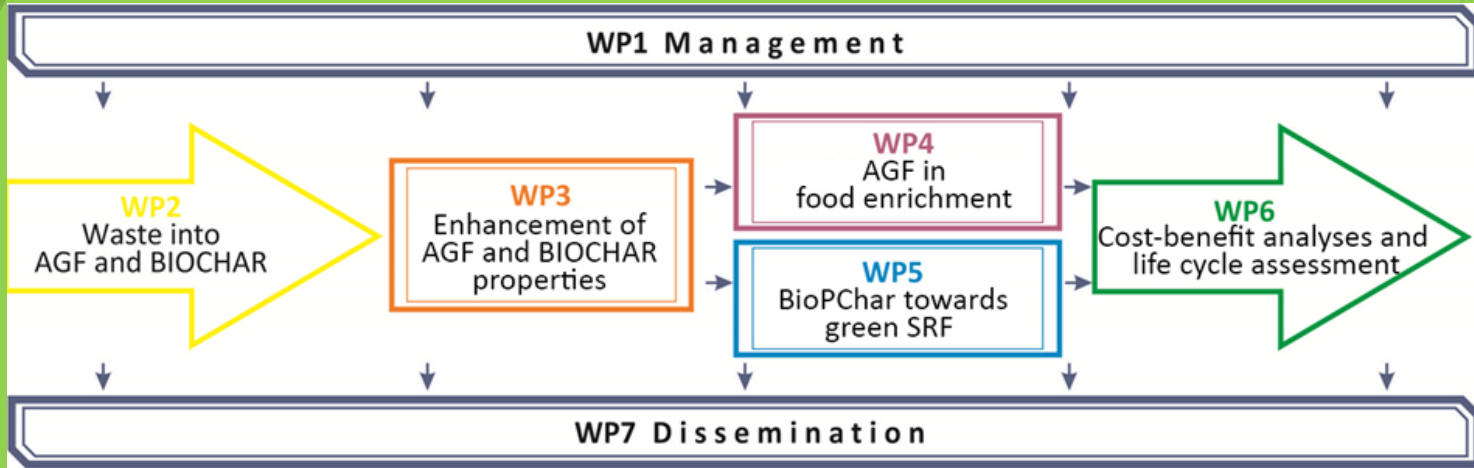




# METODOLOGIJA



Science Fund  
of the Republic of Serbia



**WP2:** Transformacija otpada u anti-grain brašna (AGF) i biočad procesom dehidratacije ili spore pirolize

**WP3:** Karakterizacija AGF i biočadi i unapredjenje osobina fluid-bed granulacijom ili hemijskom modifikacijom

**WP4:** Primena AGF i granulata u razvoju dijetetskih i funkcionalnih proizvoda sa visokim sadržajem vlakana

**WP5:** Razvoj sporo otpušajućeg fosfatnog đubriva na bazi hemijski modifikovane biočadi

**WP 6:** Procena ekonomske i ekološke opravdanosti uvođenja koncepta u mala, srednja i velika preduzeća



# WasteBridge koncept

An innovative concept for total waste utilization



Science Fund  
of the Republic of Serbia

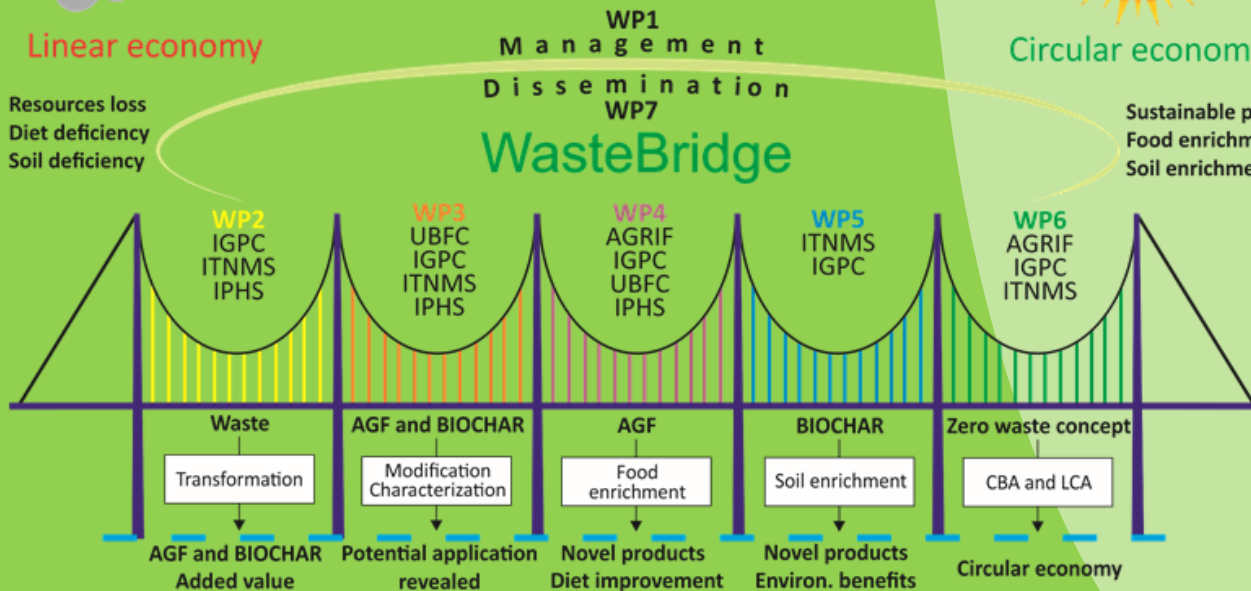


Linear economy

Resources loss  
Diet deficiency  
Soil deficiency

Circular economy

Sustainable production  
Food enrichment  
Soil enrichment



**ECONOMIC, ENVIRONMENTAL AND SOCIAL IMPACT**

Multidisciplinarni pristup → tehnologija, fizička hemija, hemija hrane,  
nauka o materijalima → ekonomija, životna sredina →  
**INOVATIVNI KONCEPT ZA POTPUNO KORIŠĆENJE OTPADA IZ FVPI**



# TRANSFORMACIJA VLAŽNOG TROPA U STABILNA I TRAJNA ANTI-GRAIN BRAŠNA



Science Fund  
of the Republic of Serbia

- Dobijanje stabilnog i trajnog brašna od tropa voća i povrća na industrijskom nivou
- Primena tehnološkog postupka zaštićenog patentom
- Vlažan trop → optimizacija dehidracije → mlevenje do željene granulacije → anti-grain brašna (AGF)
- Potvrda zdravstvene bezbednosti brašna



Količine otpada nastale u Fruviti u 2023. godini:

- Jabuka 776 t tropa
- Breskva 230 t tropa, 70 t koštice
- Kajsija 16 t tropa, 20 t koštice
- Višnja 13 t tropa, 11 t koštice







# INOVATIVNI PROIZVODI NA BAZI AGF „TURN WASTE INTO GOOD TASTE“



Science Fund  
of the Republic of Serbia

- Unapređenje fizičko-hemijskih svojstava brašna granulacijom u fluidizovanom sloju
- Razvoj dijetetskih preparata za prevenciju gojaznosti i dijabetesa na bazi granulata
- Formulisanje konditorskih proizvoda na bazi AGF bogatih DV, niskog glikemijskog indeksa i optimalnog odnosa ugljenih hidrata i vlakana (10:1)
- Optimizacija odnosa sastojaka i uslova za dobijanje proizvoda
- Identifikacija zdravstvenih izjava (claims)
- Potvrda delotvornost AGF kao komponente hrane sa zdravstvenim efektima
- Prijava patenta i naučne publikacije



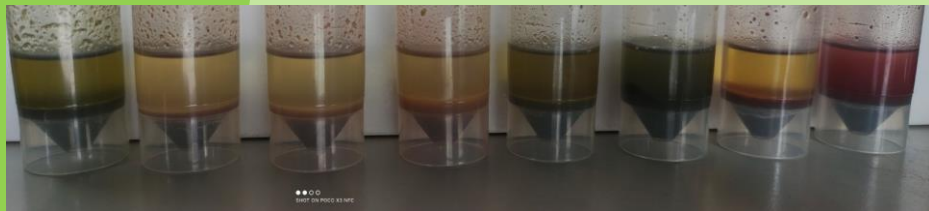


# ISPITIVANJE FIZIČKO HEMIJSKIH I NUTRITIVNIH SVOJSTAVA



Science Fund  
of the Republic of Serbia

- Termalna, fizičko-hemijska i tehno-funkcionalna svojstva brašna, granulata i dobijenih proizvoda
- Analiza sadržaja rastvornih i nerastvornih vlakana
- *In vitro* digestija u gastričnim i intestinalnim fluidima (INFOGEST procedura)
- Određivanje sadržaja polifenola i flavonoida
- Određivanje antioksidativne, anti-dijabetogene i anti-inflamatorne aktivnosti i prebiotskog efekta
- Identifikacija i kvantifikacija polifenolnih jedinjenja i praćenje njihovog sadržaja tokom ubrzanog starenja
- Određivanje obojenih jedinjenja i ukupne boje nakon proizvodnje i tokom ubrzanog starenja
- Određivanje *in vitro* glikemijskog indeksa





## Transformacija ligno-celuloznog otpada u BIOČAĐ

- **Biočad** – čvrst, porozan, netoksičan materijal aromatične strukture, sa visokim sadržajem C (sličan AC, ali znatno jeftiniji), bogat funkcionalnim grupama koje je moguće modifikovati u zavisnosti od namene
- **Otpad** dobijen od proizvođača → **sušenje** → (modifikacija) → **spora piroliza** → mlevenje → **biočad**
- Ispitivanje fizičko-hemijskih svojstava (EOA, pH, EC, sadržaj metala/nutrijenata, PAH, SEM-EDS, FTIR...)
- Potvrda primenljivosti biočadi u poljoprivredi - *European Biochar Certificate (EBC)*, *International Biochar Initiative (IBI)*





# OD BIOČADI DO SPORO OTPUŠTAJUĆEG FOSFORNOG ĐUBRIVA „BIO-P-CHAR TOWARDS GREEN SRF“



Dried waste biomass  
(plum stones)

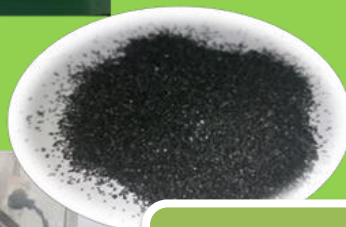
Modification  
( $MgCl_2$ , 24 h,  
Evap. 80 °C)



Pyrolysis,  
Nabertherm 1300  
(10 °C/min,  
1.5 h, 500 °C)



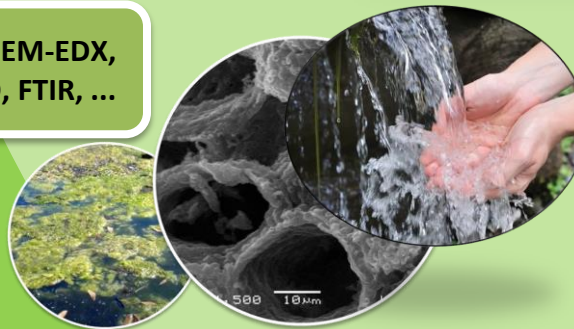
Grinding/Sieving



Samples characterisation: EOA, SEM-EDX,  
Chem. analysis,  $pH_{SUS}$ ,  $pH_{PZC}$ , XRD, FTIR, ...



$PO_4$  sorption onto  
PS-M-B in a batch mode



Science Fund  
of the Republic of Serbia



# COST-BENEFIT ANALYSES AND LIFE CYCLE ASSESSMENT

➤ **Procena obima, vrste i kvaliteta otpada koji nastaje u domaćoj FVPI**

Prikupljanje i analiza podataka o količinama i načinu tretmana FVPI otpada u RS

➤ **Analiza troškova i koristi**

Tehno-ekonomska studija – troškovi opreme za proizvodnju AGF i biochar, troškovi proizvodnje, identifikacija potencijalnih korisnika i niše za razvijene proizvode, procena veličine tržišta, analiza postojeće konkurencije i rizika

➤ **Analiza protoka materijala i životnog ciklusa otpada, AGF-a i biočađi – uticaj na životnu sredinu**

Analiza uticaja uvođenja razvijenog koncepta na bazi izabranih kriterijuma: global warming potential, GHG emisija, water footprint, carbon print i land use i poređenje sa postojećim stanjem





## Linearna ekonomija

- OTPAD
- Bez dodate vrednosti
- Gubitak resursa/Zagađenje
- Negativan zdravstveni efekat

## Kružna ekonomija

- BEZ OTPADA
- Dodata vrednost
- Zaštita životne sredine
- Pozitivan zdravstveni efekat

# DOPRINOS

### Naučni doprinos

Novelty! Cooperation between academia and industry! Innovation

### Javno zdravlje

Nutrition improved. NCD and obesity prevention! Wellbeing of all ages

### Ekonomski doprinos

Resources loss avoided! Economic prosperity of agricultural country improved. New products! New businesses! New jobs!

### Životna sredina

Sustainability increased! Waste management improved!

### Društveni doprinos

More responsible society created! Improved understanding of science role and link with industry, society, nature and wellbeing!



- Plan diseminacije i komunikacije
- Logo projekta, veb sajt projekta, društvene mreže
- Info dan





# WasteBridge project

Unlocking the potential of fruit and vegetable processing waste for a circular and sustainable future!

WasteBridge project aims to bridge the existing gaps toward 'zero waste' production in the fruit and vegetable processing industry (FVPI), established by the transformation of all waste from the selected plant into anti-grain flour (AGF) and biochar for food and soil enrichment respectively, at a small-scale industrial level. Through innovative utilization of waste, the project intends to demonstrate the economic, environmental, and social benefits of transitioning to a circular economy, showcasing the potential of fiber-dense AGF and biochar for sustainable food production and soil enhancement.

MORE ABOUT PROJECT







# HVALA NA PAŽNJI



Science Fund  
of the Republic of Serbia



an Open Access Journal by MDPI

IMPACT  
FACTOR  
5.2

Indexed in:  
PubMed

CITESCORE  
7.4

## Converting Food Waste into Value - Added Products

### Guest Editors

Dr. Stanislava Gorjanović, Dr. Snežana Zlatanović

### Deadline

31 July 2024

# Special Issue

[mdpi.com/si/196336](https://mdpi.com/si/196336)

Invitation to submit



an Open Access Journal by MDPI

IMPACT  
FACTOR  
3.5

CITESCORE  
4.7

## Thermochemical Conversion of Agricultural and Food Processing Waste

### Guest Editors

Dr. Zorica Lopičić, Prof. Dr. Mirjana Kijevcanin, Dr. Tatjana Šoštarčić

### Deadline

15 September 2024

# Special Issue

Invitation to submit

[mdpi.com/si/165213](https://mdpi.com/si/165213)



an Open Access Journal by MDPI

IMPACT  
FACTOR  
3.2

CITESCORE  
6.2

## Advances in Wastewater Treatment 2024

### Guest Editors

Dr. Marin Ugrina, Dr. Jelena Milojković

### Deadline

30 September 2024

# Special Issue

Invitation to submit

[mdpi.com/si/163786](https://mdpi.com/si/163786)