



Projekt je sufinancirala  
Europska unija  
iz Europskog fonda  
za regionalni razvoj

Ulaganje u  
budućnost



REPUBLIKA HRVATSKA  
Ministarstvo znanosti  
obrazovanja i sporta




Primjena inovativnih tehnologija u izolaciji bioaktivnih spojeva iz organskog otpada u proizvodnji vina  
RC.2.2.08/0058



# NOVE TEHNOLOGIJE U EKSTRAKCIJI BIOAKTIVNIH TVARI IZ OTPADA PREHRAMBENE INDUSTRIJE



dr. sc. Sven Karlović  
Prehrambeno – biotehnološki fakultet  
 [skarlovi@pbf.hr](mailto:skarlovi@pbf.hr)



Projekt je sufinancirala  
Europska unija  
iz Europskog fonda  
za regionalni razvoj

Ulaganje u  
budućnost



REPUBLIKA HRVATSKA  
Ministarstvo znanosti  
obrazovanja i sporta



Primjena inovativnih tehnologija u izolaciji bioaktivnih spojeva iz organskog otpada u proizvodnji vina  
RC.2.2.08/0058



- Do 30 % mase grožđa u proizvodnji vina završava kao nusproizvod
- Povećanje kvalitete nusproizvoda smanjuje utjecaj na okoliš, uz ekonomske koristi
- Prilikom proizvodnje vina dolazi samo do djelomične ekstrakcije polifenola, te kominu karakterizira njihov relativno veliki udio



Projekt je sufinancirala  
Europska unija  
iz Europskog fonda  
za regionalni razvoj

Ulaganje u  
budućnost

KONKURENTNA  
HRVATSKA



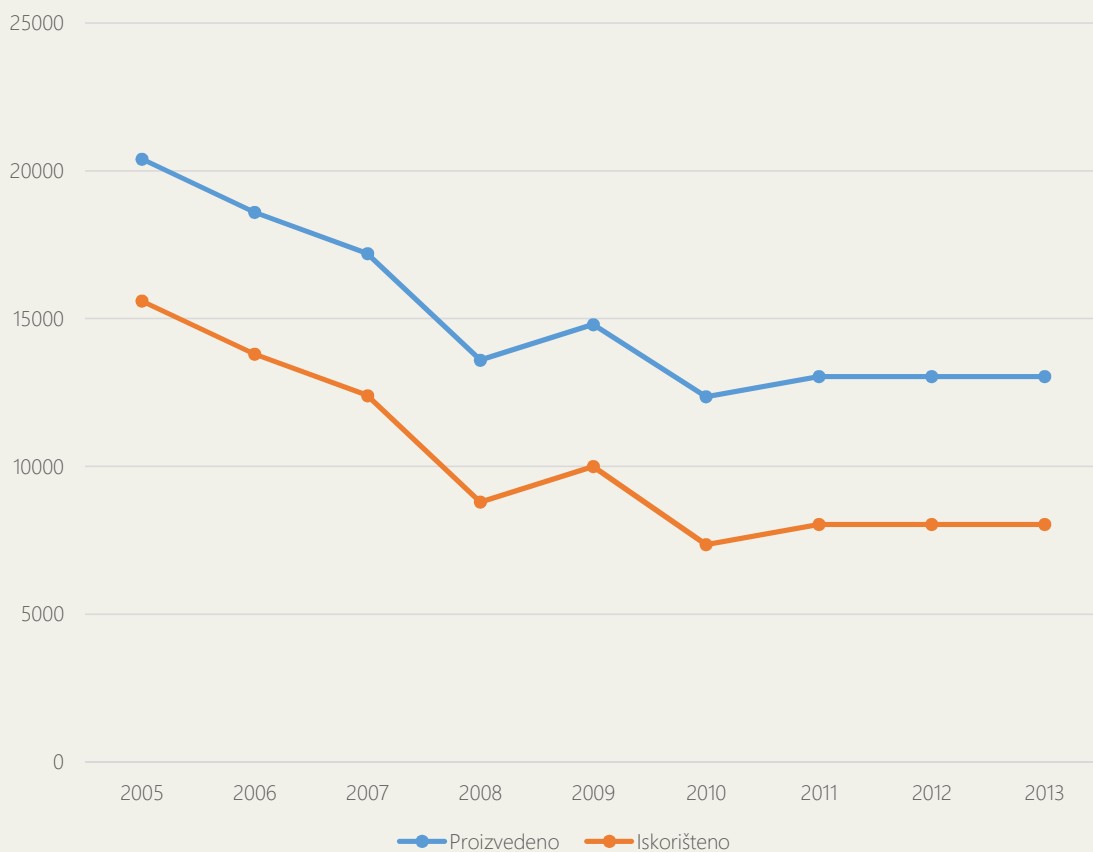
REPUBLIKA HRVATSKA  
Ministarstvo znanosti  
obrazovanja i sporta



Primjena inovativnih tehnologija u izolaciji bioaktivnih spojeva iz organskog otpada u proizvodnji vina  
RC.2.2.08/0058



## Otpad u proizvodnji vina





Projekt je sufinancirala  
Europska unija  
iz Europskog fonda  
za regionalni razvoj

Ulaganje u  
budućnost



KONKURENTNA  
HRVATSKA



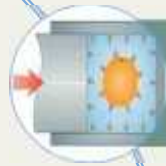
REPUBLIKA HRVATSKA  
Ministarstvo znanosti  
obrazovanja i sporta



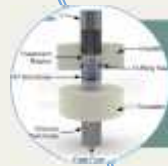
Primjena inovativnih tehnologija u izolaciji bioaktivnih spojeva iz organskog otpada u proizvodnji vina  
RC.2.2.08/0058



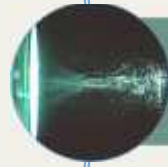
Nove tehnologije  
u ekstrakciji  
bioaktivnih tvari



Visoki hidrostatski tlak / visoki tlak



Pulsna električna polja



Visokonaponska električna pražnjenja



Superkritični CO<sub>2</sub>



Ultrazvuk visokog intenziteta



Projekt je sufinancirala  
Europska unija  
iz Europskog fonda  
za regionalni razvoj

Ulaganje u  
budućnost



KONKURENTNA  
HRVATSKA



REPUBLIKA HRVATSKA  
Ministarstvo znanosti  
obrazovanja i sporta



Primjena inovativnih tehnologija u izolaciji bioaktivnih spojeva iz organskog otpada u proizvodnji vina  
RC.2.2.08/0058



- Ciljevi novih tehnologija:
  - Smanjenje količine otapala
  - Ubrzavanje difuzije/skraćivanje vremena obrade
  - Sniženje temperature ekstrakcije
  - Ekstrakcija bez prisustva kisika i svjetla
  - Prinos
  - Kvaliteta



Projekt je sufinancirala  
Europska unija  
iz Europskog fonda  
za regionalni razvoj

Ulaganje u  
budućnost



KONKURENTNA  
HRVATSKA



REPUBLIKA HRVATSKA  
Ministarstvo znanosti  
obrazovanja i sporta



Primjena inovativnih tehnologija u izolaciji bioaktivnih spojeva iz organskog otpada u proizvodnji vina  
RC.2.2.08/0058



## Ekstrakcija supekritičnim fluidom

Povećanjem tlaka i temperature fluid (najčešće  $\text{CO}_2$ ) prelazi u superkrično stanje (između tekućeg i plinovitog)  
Tlakovi do 70 MPa  
Temperature do 60 °C

Značajno se povećava koeficijent difuzije, tj. ubrzava se proces ekstrakcije

Fluid služi kao nosač, te se istovremeno odvijaju ekstrakcija i separacija.

Dolaskom u standardne uvjete, fluid ishlapi, pri čemu ostaje čisti ekstrakt  
Visoka cijena ekstrakcije ili potreba za rekuperacijom fluida



Projekt je sufinancirala  
Europska unija  
iz Europskog fonda  
za regionalni razvoj

Ulaganje u  
budućnost



KONKURENTNA  
HRVATSKA



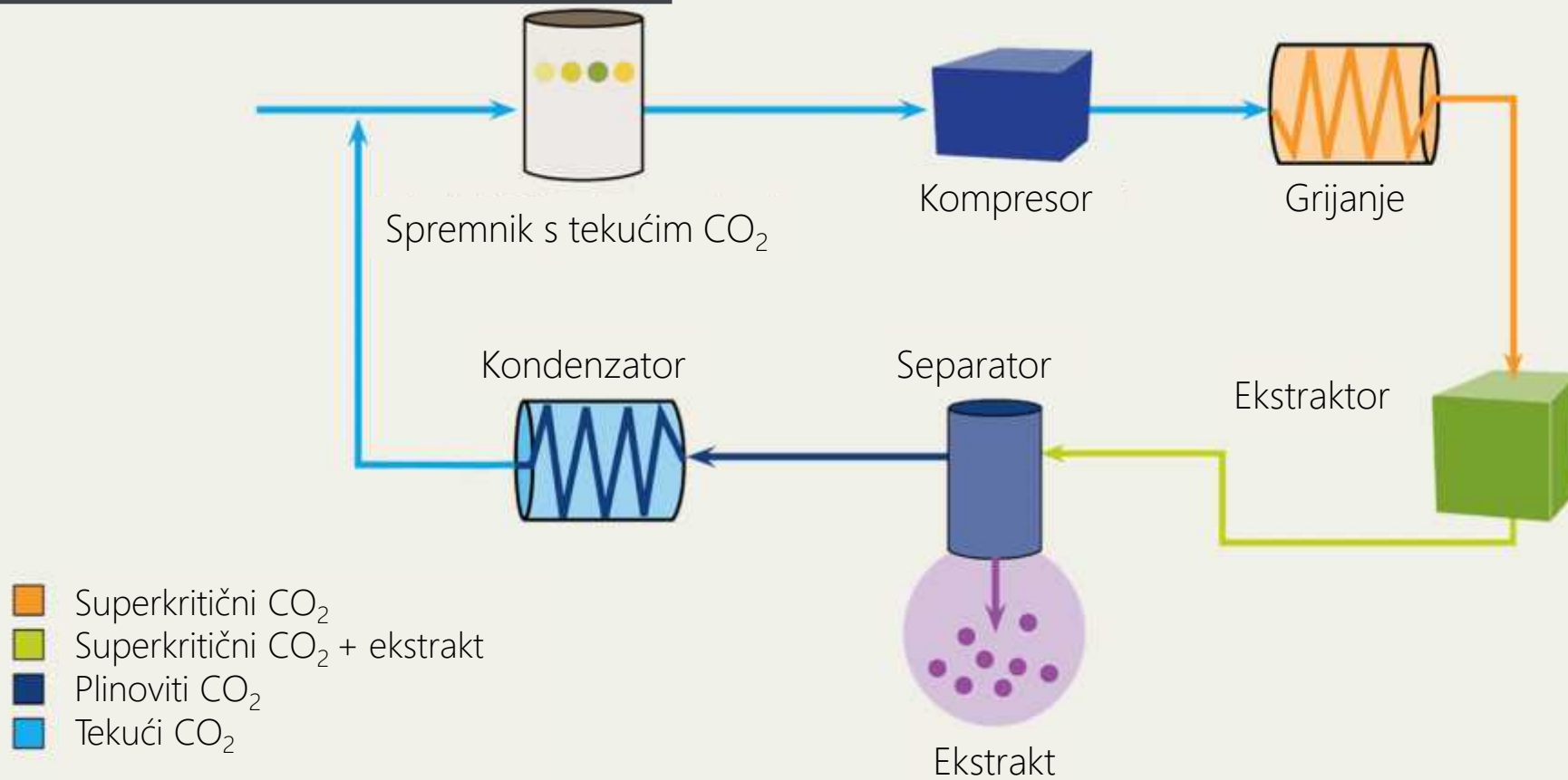
REPUBLIKA HRVATSKA  
Ministarstvo znanosti  
obrazovanja i sporta



Primjena inovativnih tehnologija u izolaciji bioaktivnih spojeva iz organskog otpada u proizvodnji vina  
RC.2.2.08/0058



## Ekstrakcija supekritičnim fluidom







Projekt je sufinancirala  
Europska unija  
iz Europskog fonda  
za regionalni razvoj

Ulaganje u  
budućnost



KONKURENTNA  
HRVATSKA



REPUBLIKA HRVATSKA  
Ministarstvo znanosti  
obrazovanja i sporta



Primjena inovativnih tehnologija u izolaciji bioaktivnih spojeva iz organskog otpada u proizvodnji vina  
RC.2.2.08/0058



## Ekstrakcija supekritičnim fluidom

U usporedbi s klasičnom ekstrakcijom:

- Veći prinos ekstrakcije
- Sastav ekstrakta
- Antioksidacijska aktivnost
- Antimikrobna aktivnost
- Niže temperature ekstrakcije
- Nema kontaminacije otapalom
- Energetska efikasnost (istovremena ekstrakcija i separacija)





Projekt je sufinancirala  
Europska unija  
iz Europskog fonda  
za regionalni razvoj

Ulaganje u  
budućnost



REPUBLIKA HRVATSKA  
Ministarstvo znanosti  
obrazovanja i sporta



Primjena inovativnih tehnologija u izolaciji bioaktivnih spojeva iz organskog otpada u proizvodnji vina  
RC.2.2.08/0058



Parametar	Konvencionalna	SCO <sub>2</sub>
Temperatura	Visoka	Visoka (60-80 °C)
Brzina procesa	Spor	Spor (cca 2 h)
Volumen otapala	Veliki	Nije bitno
Kontaminacija otapalom	Da	Ne
Sastav ekstrakta	Ovisi o otapalu	Ulja, nepolarne molekule (moguće korištenje dodatnog otapala)
Prinos	Ovisi o materijalu i otapalu	Oko 25 % veći u usporedbi s konvencionalnom (ali određenih spojeva)
Utrošak energije	Zagrijavanje, održavanje temperature tijekom čitavog vremena ekstrakcije	Zagrijavanje, održavanje temperature, održavanje tlaka



Projekt je sufinancirala  
Europska unija  
iz Europskog fonda  
za regionalni razvoj

Ulaganje u  
budućnost



KONKURENTNA  
HRVATSKA



REPUBLIKA HRVATSKA  
Ministarstvo znanosti  
obrazovanja i sporta



Primjena inovativnih tehnologija u izolaciji bioaktivnih spojeva iz organskog otpada u proizvodnji vina  
RC.2.2.08/0058



## Ubrzana ekstrakcija pri visokom tlaku

Tlakovi do 20 MPa, temperature do 200 °C

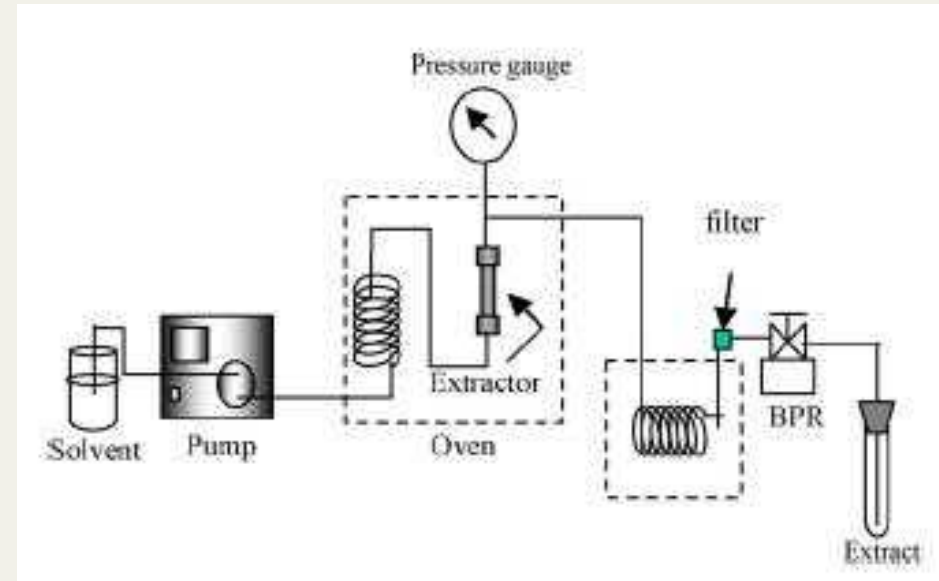
Kratko vrijeme ekstrakcije (15-20 min)

Mali volumen otapala

Razbijanje interakcija otapalo – matrica

Efikasnije od klasičnih metoda

Veća brzina difuzije ekstrakta u odnosu na UZV i klasičnu metodu





Projekt je sufinancirala  
Europska unija  
iz Europskog fonda  
za regionalni razvoj

Ulaganje u  
budućnost



KONKURENTNA  
HRVATSKA



REPUBLIKA HRVATSKA  
Ministarstvo znanosti  
obrazovanja i sporta



Primjena inovativnih tehnologija u izolaciji bioaktivnih spojeva iz organskog otpada u proizvodnji vina  
RC.2.2.08/0058

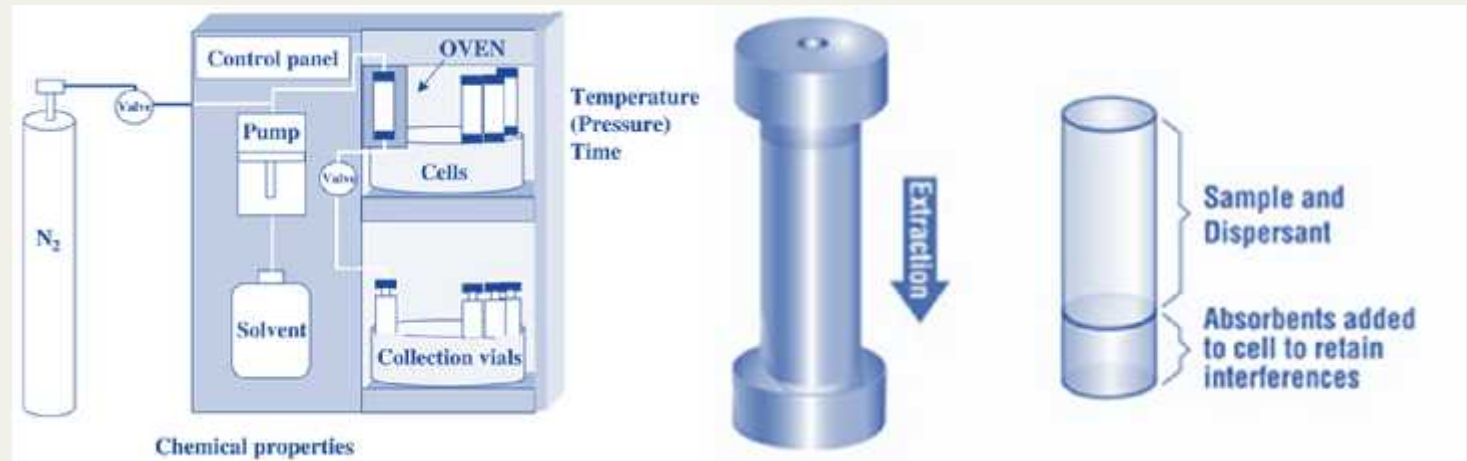


## Ubrzana ekstrakcija pri visokom tlaku

Otapalo se pod visokim tlakom pumpa u čeličnu posudu napunjenu materijalom predviđenim za ekstrakciju

Nakon određenom vremena ekstrakcije, ekstrakt se gura u kolekcijsku posudu tlačanjem drugog volumena otapala

Drugi volumen otapala se također izbacuje u kolekcijsku posudu korištenjem inertnog plina





Projekt je sufinancirala  
Europska unija  
iz Europskog fonda  
za regionalni razvoj

Ulaganje u  
budućnost



KONKURENTNA  
HRVATSKA



REPUBLIKA HRVATSKA  
Ministarstvo znanosti  
obrazovanja i sporta



Primjena inovativnih tehnologija u izolaciji bioaktivnih spojeva iz organskog otpada u proizvodnji vina  
RC.2.2.08/0058



## Visoki hidrostatski tlak

Materijal se miješa s otapalom i puni u  
elastičnu ambalažu

Tlak u cilindru povećava se nadopunjavanjem tlačne tekućine

Porastom tlaka raste i temperatura tekućine  
Za 1,5 °C svakih 100 MPa

Nakon završetka ekstrakcije, ambalažirani materijal se vadi, te  
se uklanja otapalo

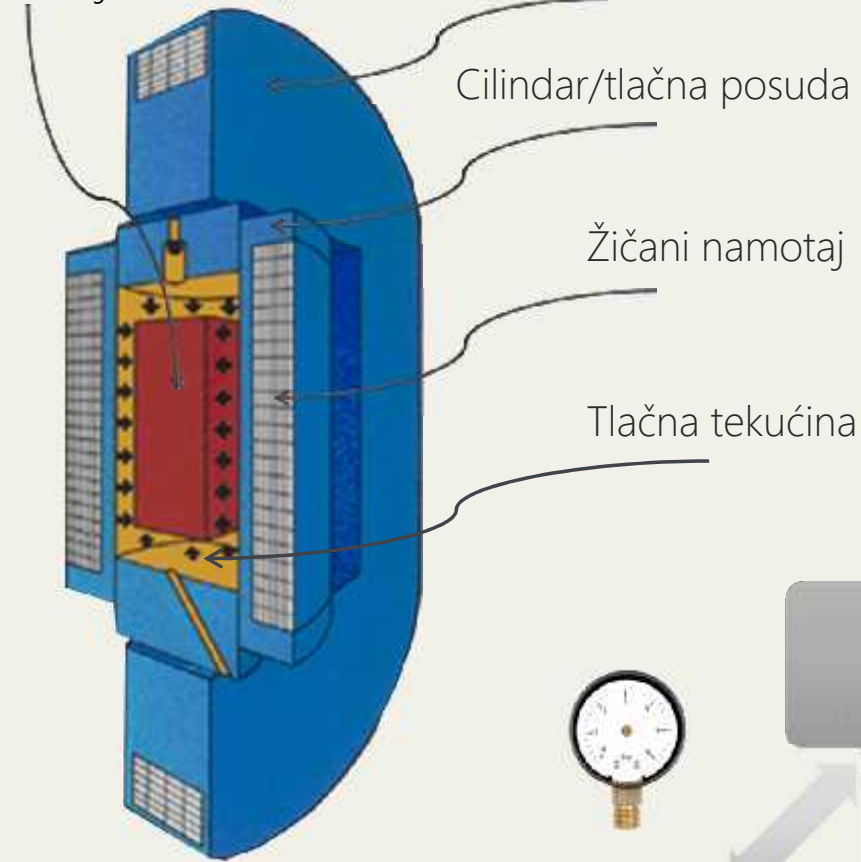
Materijal za obradu  
(u fleksibilnoj ambalaži)

Kotva/Okvir

Cilindar/tlačna posuda

Žičani namotaj

Tlačna tekućina





Projekt je sufinancirala  
Europska unija  
iz Europskog fonda  
za regionalni razvoj

Ulaganje u  
budućnost

KONKURENTNA  
HRVATSKA



REPUBLIKA HRVATSKA  
Ministarstvo znanosti  
obrazovanja i sporta



Primjena inovativnih tehnologija u izolaciji bioaktivnih spojeva iz organskog otpada u proizvodnji vina  
RC.2.2.08/0058



## Visoki hidrostatski tlak

- Smanjuje se volumen tretirane tekućine
  - Ubrzava se difuzija staničnog materijala u otapalo
  - Ubrzavaju se kemijske reakcije
  - Oštećuje se stanična stjenka



Obrada tekućih ili krutih materijala u fleksibilnoj ambalaži (do 15 % elastičnosti)



Tlak

- preko 1000 MPa
- obično 100-600 MPa u industriji



Temperatura

- -20 °C do preko 100 °C



Volumen

- od 0.1 mL do preko 700 L



Vrijeme obrade

- Tipično 5 – 10 min
- Vrijeme obrade ne ovisi o veličini / volumenu materijala





Projekt je sufinancirala  
Europska unija  
iz Europskog fonda  
za regionalni razvoj

Ulaganje u  
budućnost



KONKURENTNA  
HRVATSKA



REPUBLIKA HRVATSKA  
Ministarstvo znanosti  
obrazovanja i sporta



Primjena inovativnih tehnologija u izolaciji bioaktivnih spojeva iz organskog otpada u proizvodnji vina  
RC.2.2.08/0058



# Djelovanje HHP na stanični materijal





Projekt je sufinancirala  
Europska unija  
iz Europskog fonda  
za regionalni razvoj

Ulaganje u  
budućnost

KONKURENTNA  
HRVATSKA



REPUBLIKA HRVATSKA  
Ministarstvo znanosti  
obrazovanja i sporta



Primjena inovativnih tehnologija u izolaciji bioaktivnih spojeva iz organskog otpada u proizvodnji vina  
RC.2.2.08/0058



## Ekstrakcija

- Esencijalna ulja
- Pigmenti
- Resveratrol i drugi bioaktivni spojevi







Projekt je sufinancirala  
Europska unija  
iz Europskog fonda  
za regionalni razvoj

Ulaganje u  
budućnost



KONKURENTNA  
HRVATSKA



REPUBLIKA HRVATSKA  
Ministarstvo znanosti  
obrazovanja i sporta



Primjena inovativnih tehnologija u izolaciji bioaktivnih spojeva iz organskog otpada u proizvodnji vina  
RC.2.2.08/0058



Parametar	Konvencionalna	HPAE
Temperatura	Visoka	Povišena (25-40 °C) Moguće hlađenje
Brzina procesa	Spor	Brz (do 10 min)
Potreban volumen otapala	Veliki	Veliki (ali manji od konvencionalne)
Kontaminacija otapalom	Da	Da
Sastav ekstrakta	Ovisi o otapalu Najčešće srednje i visokopolarne molekule	Ovisi o otapalu
Prinos	Ovisi o materijalu i otapalu	Okolo 30 % veći u usporedbi s konvencionalnom
Utrošak energije	Zagrijavanje, održavanje temperature tijekom čitavog vremena ekstrakcije	Tlačenje, tj. pumpanje tekućine, samo do uspostave tlaka (cca 30 s)



Projekt je sufinancirala  
Europska unija  
iz Europskog fonda  
za regionalni razvoj

Ulaganje u  
budućnost



KONKURENTNA  
HRVATSKA



REPUBLIKA HRVATSKA  
Ministarstvo znanosti  
obrazovanja i sporta



Primjena inovativnih tehnologija u izolaciji bioaktivnih spojeva iz organskog otpada u proizvodnji vina  
RC.2.2.08/0058



## Visokonaponska električna pražnjenja

- Ubrzavanje tekuće ekstrakcije topivog materijala

Narinuta struja (10 kA) stvara visoki napon između dviju uronjenih elektroda (40 kV), pri čemu ubrzani visokoenergetski elektroni pobuđuju molekule vode.

Pri kontaktu strujnice (provodljivih plazma kanala) s negativnom elektrodom dolazi do električnog raspada

- Stvaranje visokotlačnih valova
- Stvaranje kavitacijskih mjehurića
- Stvaranje turbulencije
- Stvaranje UV svjetla visokog intenziteta





Projekt je sufinancirala  
Europska unija  
iz Europskog fonda  
za regionalni razvoj

Ulaganje u  
budućnost



KONKURENTNA  
HRVATSKA



FONDOVI

REPUBLIKA HRVATSKA  
Ministarstvo znanosti  
obrazovanja i sporta



Primjena inovativnih tehnologija u izolaciji bioaktivnih spojeva iz organskog otpada u proizvodnji vina  
RC.2.2.08/0058



## Visokonaponska električna pražnjenja

HVED reducira temperaturu i vrijeme difuzije

Smanjuje se potreba za etanolom u usporedbi s klasičnom ekstrakcijom

Veća efikasnost u usporedbi sa PEF, MV i UZV ekstrakcijom