

Oznaka poročila: ARRS\_ZV\_RPROG\_ZP\_2008/551

## ZAKLJUČNO POROČILO O REZULTATIH RAZISKOVALNEGA PROGRAMA V OBDOBJU 2004-2008

### A. PODATKI O RAZISKOVALNEM PROGRAMU

#### 1. Osnovni podatki o raziskovalnem programu

<b>Šifra programa</b>	P2-0046
<b>Naslov programa</b>	Separacijski procesi in produktna tehnika
<b>Vodja programa</b>	2619 Željko Knez
<b>Obseg raziskovalnih ur</b>	28.050
<b>Cenovni razred</b>	C
<b>Trajanje programa</b>	01.2004 - 12.2008
<b>Izvajalke programa (raziskovalne organizacije in/ali koncesionarji)</b>	334 Univerzitetni klinični center Maribor 432 Pinus, tovarna kemičnih izdelkov, d.d. 794 Univerza v Mariboru, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo 795 Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo

### B. REZULTATI IN DOSEŽKI RAZISKOVALNEGA PROGRAMA

#### 2. Poročilo o realizaciji programa raziskovalnega programa<sup>1</sup>

Raziskave so v obdobju 2004-2008 potekale na naslednjih področjih:

- **1. raziskave faznih ravnotežij v binarnih sistemih z visokotlačnimi mediji:**

----

Namen raziskav je bil v splošnem bolje razumeti fazna obnašanja neidealnih sistemov pri visokih tlakih ter pridobiti potrebne podatke za načrtovanje visokotlačnih procesov kot so separacije, mikronizacije in drugi. Sistemi, ki smo jih raziskovali so bili naslednji:

- - Vanilini-SCF: Raziskali smo topnosti in fazne prehode vanillinov (vanilina, o-vanilina, etilvanilina in etil-o-vanilina) v različnih fluidih: CO<sub>2</sub>, propanu, izobutanu, žveplovem heksafluoridu in nekaterih ekološko sprejemljivih fluoriranih ogljikovodikih (R23, R134a, R236fa). Vanilini se med seboj razlikujejo v molski masi ter vrsti in položaju funkcionalnih skupin, zato so rezultati pomembni za razumevanje odvisnosti molekulske strukture substance na inter- in intramolekularne sile v sistemu. Hkrati so raziskave ravnotežij v alternativnih fluidih, ki bi se lahko uporabljali namesto CO<sub>2</sub> zelo pomembne za načrtovanje nekaterih visokotlačnih postopkov, predvsem za mikronizacijski postopek PGSS (Particles from Gas Saturated Solutions).
- - Ojačevalci okusa-SCF: Eksperimentalno smo določili fazna ravnotežja maltola in etil maltola v zmesi s CO<sub>2</sub> in propanom in sicer tališča in ravnotežne topnosti

obeh substanc v fluidih v odvisnosti od tlaka. Študirali smo vpliv vrste funkcionalnih skupin na fazna ravnotežja v sistemih s SCF.

- - Pesticidi-CO<sub>2</sub>: Postopek superkritične ekstrakcije predstavlja eno izmed možnih rešitev okoljevarstvenih problemov kot so odstranitev toksičnih nehlapnih substanc in preostankov iz rastlinskih materialov. Določili smo fazna ravnotežja dveh pesticidov različnih kemijskih skupin, permetrina in dikofola, ki se pogosto uporabljata za zaščito rastlin.
- - Polimeri-CO<sub>2</sub>: Raziskali smo topnosti CO<sub>2</sub> v polietilenglikolih (PEG) različnih molskih mas. PEG so vodotopni polimeri, ki se, zaradi fiziološke sprejemljivosti, pogosto uporabljajo v farmacevtski in kozmetični industriji ter v medicini kot nosilci za kontrolirano sproščanje zdravil in kot gradniki v tkivnem inženirstvu. Postopki procesiranja polimerov s CO<sub>2</sub> predstavljajo odlično alternativo konvencionalnim tehnikam z organskimi topili. Za načrtovanje teh postopkov so podatki o faznih ravnotežjih ključnega pomena.
- - Antioksidativne komponente - SCF: študirali smo topnost antioksidativnih komponent rožmarina v CO<sub>2</sub> in propanu. Podatki so pomembni za načrtovanje separacije komponent.
- - Topila - CO<sub>2</sub>: Uspešno smo vpeljali novo metodo za določanje faznih ravnotežij v sistemih tekoče - tekoče ter določili fazna ravnotežja CO<sub>2</sub> z nekaterimi organskimi topili (etanol, tetrahidrofuran, o-, m- p- ksilen).

## • 2. Konvencionalni in visokotlačni separacijski postopki

- Raziskali smo optimalne pogoje za izolacijo in separacijo naslednjih naravnih substanc, ki imajo antioksidativne oz. farmakološke lastnosti in/ali so zanimivi za uporabo kot naravna barvila: separacijo naravnih antioksidantov iz rožmarina, flavonoidov in fenolnih spojin iz različnih rastlinskih materialov (čebula, listi oljke, šentjanževka, glog, origano, lovorjevi listi), fenolnih spojin in kafeina iz semen gvarane in iz listov zelenega čaja, aktivnih komponent ( $\alpha$ -bisabolol, matricin, kamazulen) iz kamilice, izolacijo gama-linolenske kisline iz boraga in nočnega svetlina, izolacijo partenolida iz belega vratiča (*Tanacetum parthenium*), separacijo karotenoidov in kapsaicinoidov iz pekoče paprike, separacijo antocianinov iz tropin rdečega grozdja in iz bezgovih jagod, izolacijo betaksantenov in betanina iz rdeče pese, izolacijo klorofila iz kopriv, separacijo heleniena in luteina iz tagetesa. Razvili smo analitske metode za določitev koncentracije, ter metode za določitev antioksidativne in mikrobiološke učinkovitosti dobljenih ekstraktov.

- Antioksidativno in antimikrobno učinkovitost komponent iz rožmarina smo testirali tudi na produktu (piščančjih hrenovkah), ki je na tržišču. Hrenovke z rožmarinskim ekstraktom (namesto komercialnih aditivov) so bile pripravljene po standardni recepturi v obstoječem industrijskem procesu. Rezultati analiz so pokazali, da so bili rožmarinski ekstrakti učinkovitejši od obstoječih komercialnih aditivov in so podaljšali rok trajanja produkta.

- Raziskave so potekale tudi na področju superkritične kromatografije kot metode za separacijo posameznih omenjenih naravnih komponent z namenom pridobiti produkte z visoko čistoto (npr.: separacija antioksidativnih komponent iz rožmarina, študij kinetike adsorpcije/desorpcije različnih oljetopnih komponent na različne nosilce).

## • 3. Procesiranje materialov

Na podlagi raziskav faznih ravnotežij vanilinov v različnih plinih smo izvedli eksperimente mikronizacije le-teh s PGSS postopkom. Preučevali smo vpliv medija ter procesnih parametrov na velikost, morfologijo in kristaliničnost dobljenih delcev. Raziskali smo uporabnost različnih visokotlačnih mikronizacijskih postopkov za formulacijo produkta v obliki, uporabni za proizvajalca in potrošnika. Raziskave so

potekale na antocianinskih ekstraktih iz grozdja in bezgovih jagod, ki so bili v neprimerni obliki (voskasti, aglomerirani). Z uporabo omenjenih tehnik smo jih uspešno nanесли na različne nosilce. Dobljeni praškasti produkti so bili stabilni in so imeli barvne lastnosti, podobne komercialnim produktom.

Na področju nanostrukturnih materialov smo se usmerili v raziskavo priprave SiO<sub>2</sub> aerogelov različnih stopenj hidrofobnosti. Klasično pripravljene aerogeli SiO<sub>2</sub> s sol gel sintezo in SC sušenjem v CO<sub>2</sub> imajo močan hidrofilni značaj. Z dodatkom kemijskih aditivov v sami sol-gel sintezi pa lahko modificiramo površino aerogela in s tem stopnjo njegove hidrofobnosti. Tako pripravljene hidrofobne aerogele smo uporabili v široko zasnovani raziskavi adsorpcije hlapnih organskih topil (VOC) iz vode in iz zraka. Hidrofobni aerogeli so znatno boljši adsorbenti kot aktivno oglje in izkazujejo zmožnost adsorpcije teh organskih topil, ki je kar za 50 krat višja od vseh do zdaj poznanih adsorbentov.

#### **4. Encimsko katalizirane reakcije v sub- in superkritičnih medijih**

Uporaba encimov kot biokatalizatorjev v superkritičnem ogljikovem dioksidu (SC CO<sub>2</sub>) je raziskovalno področje s širokim obsegom zanimanja. Encimski procesi ponavadi potekajo v šaržnih reaktorjih, pri čemer se uporabljajo topne oblike encimov.

Delovanje šaržnih reaktorjev je povezano z visokimi obratovalnimi stroški zaradi vsakokratnega zagona in zaustavitve procesa po končani šarži. Dodatni strošek predstavljajo topni encimi, ki jih je potrebno ločevati od reakcijske zmesi ali oz. za vsako šaržo dodajati novo količino potrebnega katalizatorja. Prav tako je potrebno izvesti naknadno separacijo produkta od nezreagiranih reaktantov in encima, kar predstavlja, iz tehnološkega vidika, novo operacijo v proizvodnji in s tem dodatne stroške. Rešitev predstavlja uporaba membranskega reaktorja, kjer sta reakcija in separacija združeni v eno enoto. Druga možnost je uporaba imobiliziranega encima. Imobilizirani encim lahko večkrat uporabimo in dosežemo kontinuirano proizvodnjo visoko kvalitetnih produktov. Za sintezo le-teh so največkrat potrebni specifični biokatalizatorji, katerih nabavna cena je zelo visoka. V takem primeru je smiselno encim nanesti na površino membrane s prilagojenimi metodami, ki ohranijo vso aktivnost encima.

Naš cilj je bil dimenzioniranje in zagon visokotlačnega encimskega kontinuiranega cevnega membranskega reaktorja, kar smo tudi dosegli.

Encimsko katalizirane sinteze sladkornih estrov maščobnih kislin smo izvedli v mešalnem šaržnem reaktorju pri atmosferskem tlaku. Reakcije smo katalizirali z imobilizirano lipazo iz *Candida antarcticae*. Razvili smo tudi alternativno metodo encimske sinteze, primerno za sintezo različnih sladkornih estrov maščobnih kislin s širokim spektrom uporabe. V primerjavi z organskimi topili, poteka le ta v SC CO<sub>2</sub>

brez prisotnosti molekularnih sit, s čimer znižamo stroške proizvodnje in produkt, ki je le monoester, ne vsebuje sledov topila. V okviru teh raziskav smo proučili vpliv tlaka in temperature na aktivnost encima ter vpliv dodatka ko-topila na hitrost reakcije. Pri optimalnih pogojih smo izvedli sintezo fruktoze palmitata, fruktoze laurata in saharoze laurata, ki jih lahko uporabljamo predvsem kot emulgatorje v prehrabeni in kozmetični industriji, kjer obstaja potreba po novih aktivnih komponentah, ki zavirajo ali upočasnjujejo rast mikroorganizmov. Sladkorni estri maščobnih kislin predstavljajo zanimivo alternativo zaradi prednosti pred standardnimi produkti z ozirom na sintezo, zdravje potrošnikov in varstvo okolja.

Testirali smo antimikrobno delovanje estrov saharoze in fruktoze, ki smo jih encimsko sintetizirali v organskih topilih pri atmosferskem tlaku in v SC CO<sub>2</sub> pri 10 MPa na testne mikroorganizme, Gram-negativno bakterijo *Escherichia coli*, Gram-pozitivno bakterijo *Bacillus cereus* in kvasovke *Saccharomyces cerevisiae*.

Antimikrobno delovanje encimsko sintetiziranih sladkornih estrov maščobnih kislin smo primerjali z antimikrobnim delovanjem komercialnih estrov saharoze in maščobnih kislin. Sladkorni estri maščobnih kislin so bili najbolj učinkoviti proti potencialno patogeni bakteriji *B. cereus*, ki sodi med enega izmed najpogostejših povzročiteljev zastrupitev s hrano. Doseženi rezultati potrjujejo, da imajo SEMK pomembno prihodnost kot konzervirna sredstva v živilih.

Uspešno smo sintetizirali tri ILs (1-butil-3-metilimidazol klorid [bmim][Cl], 1-butil-3-

metilimidazol heksafluorofosfat ([bmim][PF<sub>6</sub>]) in 1-butil-3-metilimidazol tetrafluoroborat [bmim][BF<sub>4</sub>]). Da bi lahko določili vpliv različnih ILs na aktivnost prostih in imobiliziranih encimov, smo v sintetiziranih ILs izvedli 4 modelne encimske reakcije in sicer: hidrolizo karboksimetil celuloze, katalizirano s prosto celulozo iz *Humicola insolens*, hidrolizo sončničnega olja, katalizirano s prosto lipazo iz *Aspergillus niger*, esterifikacijo oktanola in oleinske kisline, katalizirano z imobilizirano lipazo iz *Rhizomucor miehei* ter esterifikacijo citronelola in laurinske kisline, katalizirano z imobilizirano lipazo iz *Candida antarctica*. Iz dobljenih rezultatov lahko sklepamo, da so ILs ustrezen medij za encimsko katalizirane reakcije, saj se je aktivnost testiranih encimov v ILs ohranila. Le IL [bmim][Cl] je povzročila deaktivacijo encimov, kar se ujema z objavljenimi rezultati v številnih revijah.

Nadalje smo v sintetiziranih ILs podrobneje proučili še encimsko katalizirano transesterifikacijo (*R,S*)-1-feniletanola z vinil acetatom. Za omenjeni sistem smo proučili vpliv različnih reakcijskih parametrov na kinetiko encimske reakcije. Iz dobljenih rezultatov lahko sklepamo, da je bila imobilizirana lipaza iz *Candida antarctica* B stabilna v testiranih ILs, največjo aktivnost pa je imela v hidrofilni ionski tekočini [bmim][BF<sub>4</sub>]. Zato smo reakcijske parametre proučili v ionski tekočini [bmim][BF<sub>4</sub>] in dosegli najvišjo presnovo (100 %) po 5 urah reakcije.

### 5. Znižanje padca tlaka v hidravličnih sistemih in magnetna obdelava vode.

Na osnovi izvirno razširjene Prandtl-ove teorije mešanja je bil izdelan fizikalno-matematični model z ustrezno računalniško programsko opremo za ovrednotenje padca tlaka v cevovodih z dodanim surfaktantom za zniževanje upora trenja, namenjeno za ekonomsko optimizacijo realnih hidravličnih sistemov.

Na področju magnetne obdelave vode je bila postavljena in eksperimentalno potrjena hipoteza o magnetno pospešenem jedrenju aragonita v suspendirani obliki. Hipoteza je bila preverjena z gravimetrijo sedimentov in oblog v primerjalnih grelnih linijah in analizo vzorcev z rentgenskim praškovnim difraktometrom ter pojasnjena s spremembo hidratacije in delovanjem Lorentzove sile v električni dvojni plasti koloidnih delcev. V industrijske namene je bil izdelan in optimiran sistem permanentnih magnetov ter uspešno apliciran za preprečevanje in odstranjevanje vodnega kamna v cevni toplotni izmenjevalnikih.

### 3. Ocena stopnje realizacije zastavljenih raziskovalnih ciljev<sup>2</sup>

Zastavljeni cilji v okviru programske skupine "Separacijski procesi" so bili v letih 2004-2008 v celoti realizirani.

### 4. Utemeljitev morebitnih sprememb programa raziskovalnega programa<sup>3</sup>

Ni sprememb.

### 5. Najpomembnejši znanstveni rezultati programske skupine<sup>4</sup>

		Znanstveni rezultat	
1.	Naslov	SLO	Izolacija klorofilov iz koprive ( <i>Urtica dioica</i> L.)
		ANG	Isolation of chlorophylls from stinging nettle ( <i>Urtica dioica</i> L.)
	Opis	SLO	Namen je bil ugotoviti izvedljivost postopka ekstrakcije klorofilov iz pekoče koprive. Preliminarne raziskave so obsegale različne dele rastline, različne tehnike konzerviranja in različne temperature skladiščenja. Ekstrakte smo analizirali na vsebnost klorofilov A in B z uporabo HPLC. Raziskave so pokazale, da je pekoča kopriva bogat vir naravnih zelenih pigmentov ter, da je ekstrakcija z ultrazvokom najbolj učinkovit separacijski postopek.
			A feasibility study of extracting chlorophylls from stinging nettle ( <i>Urtica dioica</i> L.) by solvent extraction was performed. Preliminary studies included

		ANG	three different parts of plant material, different preservation techniques and different storage temperatures. Extracts were analysed on content of chlorophyll A and chlorophyll B by HPLC method. Research work showed that stinging nettle could be used as a good natural, low-cost green pigment source, and that ultra-sound assisted extraction is a promising alternative extraction technique resulting in highest efficiency of extraction.
	Objavljeno v		HOJNIK, Maša, ŠKERGET, Mojca, KNEZ, Željko. Isolation of chlorophylls from stinging nettle ( <i>Urtica dioica</i> L.). Sep. purif. technol., 2007, vol. 57, iss. 1, str. 37-46. JCR IF (2006): 2.497, SE (6/110), engineering, chemical, x: 0.921
	Tipologija		1.01 Izvirni znanstveni članek
	COBISS.SI-ID		11289878
2.	Naslov	SLO	Vpliv tlaka na encimsko katalizirano sintezo voskov v gostem CO <sub>2</sub>
		ANG	Exploiting the pressure effect on lipase-catalysed wax ester synthesis in dense carbon dioxide
	Opis	SLO	Estri voskov imajo pomembno vlogo v proizvodnji maziv ter v kozmetični in farmacevtski industriji. Raziskava je bila usmerjena na termodinamsko interpretacijo biosinteze estrov voskov v prisotnosti ogljikovega dioksida pri subkritičnih pogojih z namenom razviti proces biokatalize s poudarkom na vplivu tlaka na reakcijsko hitrost in prikazom prednosti uporabe ogljikovega dioksida, kot so stabilnost, ekonomičnost in varnost.
		ANG	Wax esters have high significance in lubricant, cosmetic and pharmaceutical industries. Research was focused on a thermodynamic interpretation of the lauryl oleate biosynthesis of wax esters in dense carbon dioxide at sub-critical conditions to develop a biocatalytic process gaining deeper insight into the pressure effect on the reaction rate and demonstrating that carbon dioxide displays the following attributes: stability, economy and safety.
	Objavljeno v		KNEZ, Željko, LAUDANI, Chiara Giulia, HABULIN, Maja, REVERCHON, Ernesto. Exploiting the pressure effect on lipase-catalysed wax ester synthesis in dense carbon dioxide. Biotechnol. bioeng., 15 Aug. 2007, vol. 97, no. 6, str. 1366-1375. JCR IF (2006): 2.999, SE (32/140), biotechnology & applied microbiology, x: 2.589
	Tipologija		1.01 Izvirni znanstveni članek
	COBISS.SI-ID		11588374
3.	Naslov	SLO	Estrifikacija citronelola z lavrinsko kislino v SCF CO <sub>2</sub> in kotopili
		ANG	Lipase-catalyzed esterification of citronellol with lauric acid in supercritical carbon dioxide/co-solvent media
	Opis	SLO	Esterifikacijo citronelola z lavrinsko kislino, katalizirano z imobilizirano lipazo B iz <i>Candida antarctica</i> (Novozym 435), smo izvedli v SC CO <sub>2</sub> ob dodatku različnih sotopil, organskih topil in ionskih tekočin. Določili smo optimalno temperaturo in tlak reakcije ter optimirali koncentracijo sotopila v SC CO <sub>2</sub> . Raziskave so pokazale, da predstavlja encimska sinteza v medijih SC CO <sub>2</sub> /organsko topilo in SC CO <sub>2</sub> /ionske tekočine učinkovito metodo za sintezo estrov terpenov in maščobnih kislin, uporabnih v prehrabeni industriji.
		ANG	Esterification of citronellol with lauric acid, catalyzed by immobilized lipase B from <i>Candida antarctica</i> (Novozym 435), was performed in SC CO <sub>2</sub> in the presence of different co-solvents, organic solvents and ionic liquids. Optimal reaction temperature and pressure were determined and the concentration of co-solvent in SC CO <sub>2</sub> was optimized. Enzymatic synthesis of in SC CO <sub>2</sub> /organic solvent and SC CO <sub>2</sub> /ionic liquids media proved to be an effective preparative method for the synthesis of terpene fatty acid esters applicable in food industry.
	Objavljeno v		HABULIN, Maja, ŠABEDER, Saša, PALJEVAC, Muzafera, PRIMOŽIČ, Mateja, KNEZ, Željko. Lipase-catalyzed esterification of citronellol with lauric acid in supercritical carbon dioxide/co-solvent media. J. supercrit. fluids. [Print ed.], 2007, vol. 43, str. 199-203. JCR IF (2006): 2.037, SE (45/108), chemistry, physical, x: 2.525, SE (9/110), engineering, chemical, x: 0.921
	Tipologija		1.01 Izvirni znanstveni članek
	COBISS.SI-ID		11755030
4.	Naslov	SLO	Adsorbicija toksičnih snovi iz vode z hidrofobnimi silika aerogeli
			Adsorption of toxic organic compounds from water with hydrophobic silica

		ANG	aerogels.
Opis	SLO		Pripravili smo modificirane aerogele SiO <sub>2</sub> različne stopnje hidrofobnosti. Rezultati so pokazali, da imajo ti aerogeli od 15 do 400 krat večjo adsorpcijsko kapaciteto in jih je možno uporabiti v vsaj 20 ciklih adsorpcije/desorpcije, kar bistveno zniža stroške in je tako njihova upraba konkurenčna GAC.
	ANG		Silica monolith aerogels with different degrees of hydrophobicity were prepared. The aerogels, based on TMOS (tetramethoxysilane) precursor, are hydrophilic due to -OH functional groups on aerogel surface, because they promote the adsorption of water. Measurement showed that silica aerogels in comparison to granulated active carbon (GAC) exhibit capacities which are from 15 to 400 times higher for all tested compounds and they remain stable even after 20 adsorption/desorption cycles.
Objavljeno v			ŠTANDEKER, Suzana, NOVAK, Zoran, KNEZ, Željko. Adsorption of toxic organic compounds from water with hydrophobic silica aerogels. J. colloid interface sci., 2007, no. 2, vol. 310, str. 362-368. JCR IF (2006): 2.233, SE (39/108), chemistry, physical, x: 2.525
Tipologija			1.01 Izvirni znanstveni članek
COBISS.SI-ID			11277334
5. Naslov	SLO		Določitev pretočno – tlačnih razmer v cevnem sistemu z dvofaznim tokom.
	ANG		Calculation of two-phase flow-pressure conditions and pipe systems
Opis	SLO		Določitev pretočno – tlačnih razmer v cevnem sistemu z dvofaznim tokom. Raziskava obravnava pretok dvofazne mešanice. Razvit je matematični model in izdelan računalniški programom s katerim je možno določiti vrsto faznega toka, vrednosti karakterističnih parametrov in padca tlaka v posameznih cevni odsekih. Rezultati so osnova za optimizacijo in procesiranje cevni mrež za transport dvofaznih mešanic. Za rešitev nelinearnega matematičnega modela je bila uporabljena linearna teoretična metoda (LTM).
	ANG		Calculation of flow – pressure conditions in pipe system with two –phase flow The research deals with flow of two – phase mixture. With developed mathematical model and computer program it is possible to determine the type of phase flow, the values of characteristic parameters and pressure drops in pipe sections. These results are vital for optimal design and for processing pipe networks for the transport of two-phase mixtures. Nonlinear mathematical model was solved with the linear theory method (LTM).
Objavljeno v			GORIČANEC, Darko, KROPE, Jurij, PRISTOVNIK, Andrej. Calculation of two-phase flow-pressure conditions and pipe systems. Int. j. of nonlinear sci. & numer. simul., 2006, vol. 7, no. 2, str. 229-232. JCR IF: 4.386
Tipologija			1.01 Izvirni znanstveni članek
COBISS.SI-ID			10341142

## 6. Najpomembnejši družbeno-ekonomsko relevantni rezultati programske skupine<sup>5</sup>

	Družbeno-ekonomsko relevantni rezultat		
1. Naslov	SLO		Koordiniranje mednarodnega projekta
	ANG		Coordination of international projects
Opis	SLO		Koordiniranje mednarodnega projekta (6. okvirni program EU); V okviru 6. okvirnega programa EU je Laboratorij za separacijske procese in produktno tehniko uspešno prijavil projekt z naslovom Green/Clean processing of bioactive materials (SUB CLEAN PROBIOMAT) v okviru MARIE CURIE ACTIONS, Host fellowships for Early Stage Research Training (EST). Projekt vzpostavlja mrežo šestih evropskih univerz
	ANG		Coordination of international project (6th framework programme EU); The Laboratory of separation processes and product design has successfully applied for a project in the EU 6th framework programme entitled Green/Clean processing of bioactive materials (SUB CLEAN PROBIOMAT) in the frame of MARIE CURIE ACTIONS, Host fellowships for Early Stage Research Training (EST). The project reestablishes a network consisting of

Zaključno poročilo o rezultatih raziskovalnega programa v obdobju 2004-2008

		six european universities
Šifra	D.01	Vodenje/koordiniranje (mednarodnih in domačih) projektov
Objavljeno v	/	
Tipologija	2.14	Projektna dokumentacija (idejni projekt, izvedbeni projekt)
COBISS.SI-ID	0	
2.	Naslov	<i>SLO</i> Vodenje Centra Odličnosti
		<i>ANG</i> Leading of Centre of Excellence
	Opis	<i>SLO</i> Prof. Željko Knez je kot vodja Centra odličnosti Superkritični fluidi, nosilec dveh projektov:1.) RR projekt Centra odličnosti "Superkritični fluidi" - raziskovalno-razvojni projekt Superkritični fluidi (pogodba št. 3311--04-855013), in 2.) Projekt Razvoj raziskovalne infrastrukture centra odličnosti Superkritični fluidi (pogodba št. 3311-04-855103).
		<i>ANG</i> Prof. Dr. Željko Knez the head of Centre of Excellence Supercritical Fluids, was the project leader of two projects: 1) R&D project of centre of excellence »Supercritical fluids« - reserch and development project Supercritical fluids (contract no. 3311-04-855013), and 2) Project of infrastructure development of centre of excellence Supercritical fluids (contract no. 3311-04-855103)
	Šifra	D.07 Vodenje centra/laboratorija
	Objavljeno v	KNEZ, Željko, NOVAK, Zoran, HABULIN, Maja, ŠKERGET, Mojca, SINKOVIČ, Andreja, BRODNJAK-VONČINA, Darinka, VONČINA, Ernest, RIŽNER HRAŠ, Andreja, BERGLEZ, Tone. Superkritični fluidi : zaključno poročilo o rezultatih raziskovalnega centra odličnosti v programskem obdobju 2004-2006. Maribor: Univerza, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo, 2008. 26 f.
	Tipologija	2.12 Končno poročilo o rezultatih raziskav
	COBISS.SI-ID	13084950
3.	Naslov	<i>SLO</i> Mladi raziskovalci iz gospodarstva
		<i>ANG</i> Young researchers from economy
	Opis	<i>SLO</i> Kontinuirna vzgoja in izobraževanje mladih raziskovalcev (MR) za gospodarstvo. Člani programske skupine so bili mentorji oz. komentorji trem mladim doktorandom iz gospodarstva, ki so se delno izobraževali in izpopolnjevali v laboratorijih. Iz podjetja Vitiva, Markovci, sta v okviru tega programa bila vključena dva mlada raziskovalca in sicer Maja Škrinjar (šifra raz. 22594, pog. št. 3311-04-831211, izobraževanje zaključila v letu 2006) in Miran Bezjak (pog. št. 3211-05-000529) ter Klavdija Rižnar (šifra raz. 20089) iz Znanstvenoraziskovalnega središča Bistra, Ptuj.
		<i>ANG</i> Continuou education of young researchers from economy. Members of the programme group were mentors or co-mentors to three young doctorate candidates from economy, which were educated and specialized in laboratories. Two young researchers from company Vitiva d.d., Markovci were enrolled in the frame of programme: Maja Škrinjar (researcher's code 22594, contract no. 3311-04-831211, concluded education in year 2006) and Miran Bezjak (contract no. 3211-05-000529) and young researcher, Klavdija Rižnar (researcher's code 20089) from Scientific Research Centre Bistra, Ptuj.
	Šifra	F.03 Večja usposobljenost raziskovalno-razvojnega osebja
	Objavljeno v	ŠKRINJAR, Maja. Koncentriranje antioksidantov iz ustnatic (lobiatae) : doktorska disertacija. Maribor: [M. Škrinjar], 2007. XI, 91 f., ilustr. RIŽNAR, Klavdija. Koncentriranje diterpenskih fenolov s postopkom superkritične ekstrakcije : doktorska disertacija. Maribor: [K. Rižnar], 2008. 113 f., ilustr., tabele.
	Tipologija	2.08 Doktorska disertacija
	COBISS.SI-ID	11339798
		Postopek za pripravo koncentriranih ekstraktov na osnovi rožmarinske kisline

4.	Naslov	SLO	in njihova uporaba
		ANG	Process for preparation of concentrated extracts based on rosemary acid and their use
Opis		SLO	Patent opisuje postopek pridobivanja koncentriranih naravnih antioksidantov na osnovi rožmarinske kisline s pomočjo visokotlačne ekstrakcije in njihova uporaba kot antimikrobnih in antoksidativnih učinkovin.
		ANG	The patent describes a process for producing concentrated natural antioxidants from plant materials based on rosmarinic acid by means of high pressure extraction. Products are applicable as antioxidative and antimicrobial agents.
Šifra		F.33 Patent v Sloveniji	
Objavljeno v		BAUMAN, Davorin, HADOLIN KOLAR, Majda, KMET, Matevž, RIŽNER HRAŠ, Andreja, KNEZ, Željko. Postopek za pripravo koncentriranih ekstraktov na osnovi rožmarinske kisline in njihova uporaba : številka patenta SI 21460 A, datum objave: 31.10.2004; št. prijave P-200300106 z dne 23.04.2003. Ljubljana: Urad Republike Slovenije za intelektualno lastnino, 2004. 28 f. <a href="http://v3.espacenet.com/textdoc?DB=EPODOC&amp;IDX=SI21460&amp;F=0">http://v3.espacenet.com/textdoc?DB=EPODOC&amp;IDX=SI21460&amp;F=0</a> . [COBISS.SI-ID ]	
Tipologija		2.24 Patent	
COBISS.SI-ID		7925014	
5.	Naslov	SLO	Zoisova nagrada
		ANG	Zoiss award
Opis		SLO	Zoisovo nagrado za vrhunske znanstvene dosežke na področju temeljnih in aplikativnih raziskav za leto 2006 je prof. dr. Željko Knez, prejel zaradi svoje predanosti raziskovalnemu delu in zaradi vrhunskih dosežkov na področju uporabe superkritičnih fluidov. Njegov mednarodno vpeti »Laboratorij za separacijske procese in produktno tehniko«, ki ga vodi od vsega začetka že dve desetletji, sodi med vrhunske.
		ANG	The Zoiss Award for outstanding achievements in the field of fundamental and applicative research in year 2006 was received by prof. dr. Željko Knez for his dedication to research work and topmost achievements in the use of supercritical fluids. From the beginning and during past two decades, he is the head of the Laboratory of separation processes and product design, which has become the topmost, an internationally recognised and incorporated laboratory.
Šifra		E.01 Domače nagrade	
Objavljeno v		KNEZ, Željko, KOSEC, Marija, ŠAŠEL KOS, Marjeta, ZUPAN, Jure. Dobitniki Zoisovih nagrad za vrhunske dosežke : sodelovanje v oddaji Sadovi znanja na TV PIKA, 8. decembra 2006 (s ponovitvami 10., 12. in 17. decembra 2006). Maribor, 2006.	
Tipologija		3.11 Radijski ali TV dogodek	
COBISS.SI-ID		12213014	

## 7. Pomen raziskovalnih rezultatov programske skupine<sup>6</sup>

### 7.1. Pomen za razvoj znanosti<sup>7</sup>

SLO

Izkoriščanje specifičnih lastnosti superkritičnih fluidov (transportne lastnosti, selektivna topnost, itd.) je povečalo industrijsko konkurenčnost Slovenije in hkrati prineslo okoljske in ekonomske koristi Sloveniji in širše tudi Evropski uniji. Tehnologije razvite s pomočjo SCF so se v svetu že izkazale za ene od pomembnejših trajnostnih tehnologij s skoraj ničelnim vplivom na okolje.

Različna področja dejavnosti, združena v programu, ter sodelovanje partnerjev iz znanosti in gospodarstva, je omogočalo:

- razvoj novih produktov z visoko dodano vrednostjo s pomočjo SCF, katerih ni možno pridobiti s klasičnimi postopki,
- razvoj novih tehnologij na področju SCF za trajnostni gospodarski razvoj Slovenije,
- pridobivanje produktov v oblikah in s točno določenimi lastnostmi, ki jih zahteva potrošnik,
- definicijo potreb farmacevtske in kozmetične industrije po produktih ter njihovih lastnostih (vrsta, oblika, vsebnost aktivnih učinkovin, kontroliran čas sproščanja),

-poizkuse v pilotnem merilu, prenos tehnologij v industrijo...

Rezultati raziskav so pomembno prispevali tudi k fundamentalnim znanjem na naslednjih področjih:

- binarnih in ternarnih faznih ravnotežij v neidealnih sistemih s SCF;
- prenosa snovi v sistemih, ki vsebujejo superkritični fluid;
- visokotlačnih mikronizacijskih procesov - PGSS;
- kinetike in ravnotežja encimskih reakcij v SCF ter aktivnosti encimov pri visokih tlakih;

ANG

Exploiting the unique properties of SCF (transport properties, solvent power etc) increased the industrial competitiveness of Slovenia and brought both environmental and economic benefits to Slovenia and wider to European Community.

Technologies, developed by use of SCF were viewed as one of the key sustainable technologies with almost no impact on the environment.

Different activity fields, included in the programme together with cooperation between partners from science and economy sector enabled:

- Definition of requirements of pharmaceutical and cosmetic industry for products and their properties (type, form, content of active ingredient, controlled release time),
- Development of new products with high added value by means of SCF, which are not obtainable with classical procedures,
- Development of new technologies in the field of SCF for sustainable economical growth of Slovenia,
- Production of products with tailor made properties, validation of technical procedures and analytical methods,
- Experiments in pilot scale, transfer of technologies to industry,...

The results significantly contributed to fundamental knowledge in the following fields:

- binary and ternary phase equilibria in non-ideal systems with SCF,
- mass transfer in systems with SCF,
- high pressure micronisation processes - PGSS
- kinetics and equilibria of enzymatic reactions with SCF and enzyme activity at high

## 7.2. Pomen za razvoj Slovenije<sup>8</sup>

SLO

Razvijanje novih, čistejših postopkov za proizvodnjo specialnih kemičnih izdelkov je eden od osnovnih izzivov kemikov in kemijskih inženirjev ne le v Sloveniji, ampak po celem svetu, kajti brez teh čistejših postopkov naše življenje in razvoj nista trajnostna (sustainable). Pomembno je da EU, in znotraj nje tudi Slovenija, igra vodilno vlogo v takšnem razvoju, če hočemo da bo imela kemijska industrija koristi od teh rezultatov.

Raziskave v okviru programske skupine so ponudile nove tehnologije z majhnim vplivom na okolje, ter domača znanja za produkte z visoko dodano vrednostjo, ki se tržijo doma v Sloveniji in drugod po svetu. Prav tako so bodoči magistranti in doktorandi, ki so v tem času končali študij, imeli možnost zaposlitve v industriji. Z novimi visokokvalitetnimi in konkurenčnimi proizvodi in tehnologijami se je povečal proizvodni program in obseg proizvodnje, s tem pa je bila ustvarjena možnost za odpiranje novih delovnih mest.

ANG

Developing new, cleaner routes for chemical manufacture is one of the principal challenges facing chemists and chemical engineers not only in Slovenia but also across the world because without these routes our current lifestyle is unsustainable. It is vital that the EU and Slovenia play a leading role in these developments if our chemical industry is to benefit fully from the results.

Research in the programme group offered new technologies with low environmental impact and domestic knowledge for product with high added value, which are traded in Slovenia and worldwide. Furthermore, masters and doctors of science, who were meanwhile conclude their studies, had the opportunity of employment in industry. New high-quality and competitive products and technologies increased the programme and range of production, for which new working places were available.

## 8. Zaključena mentorstva članov programske skupine pri vzgoji kadrov<sup>9</sup>

Vrsta izobraževanja	Število mentorstev	Od tega mladih
---------------------	--------------------	----------------

		<b>raziskovalcev</b>
- magisteriji	3	1
- doktorati	10	7
- specializacije		
<b>Skupaj:</b>	13	8

### 9. Zaposlitev vzgojenih kadrov po usposabljanju

Organizacija zaposlitve	Število doktorjev	Število magistrov	Število specializantov
- univerze in javni raziskovalni zavodi	3		
- gospodarstvo	7	3	
- javna uprava			
- drugo			
<b>Skupaj:</b>	10	3	0

### 10. Opravljeno uredniško delo, delo na informacijskih bazah, zbirkah in korpusih v obdobju<sup>10</sup>

	Ime oz. naslov publikacije, podatkovne informacijske baze, korpusa, zbirke z virom (ID, spletna stran)	Število *
1.	KNEZ, Željko (ur.), COCERO, Maria José (ur.). 5th International symposium on high pressure process technology and chemical engineering, June 24-27, 2007, Segovia, Spain, (European Federation of Chemical Engineering, Event 661). [S.l.: EFCE], 2007. 1 CD-ROM. [COBISS.SI-ID 11455766]	5
2.	KRAVANJA, Zdravko (ur.), NOVAK-PINTARIČ, Zorka (ur.), KNEZ, Željko (ur.), SLEMNIK, Mojca (ur.), SIMONIČ, Samo (ur.). Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo : izzivi na pragu III. tisočletja. Prenovljena izd. Maribor: Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo, 2007. 28 str., fotograf. ISBN 978-961-248-064-6. [COBISS.SI-ID 59819009]	4
3.	Acta chimica slovenica. Knez, Željko (član uredniškega odbora 1998-). [Tiskana izd.]. Ljubljana: Slovensko kemijsko društvo: 1993-. ISSN 1318-0207. [COBISS.SI-ID 14086149]	
4.	Chemical industry & chemical engineering quarterly. Knez, Željko (član uredniškega sveta 2005, 2007). Beograd: Association of Chemical Engineers, 2005-. [COBISS.SI-ID 9527830]	
5.	The Journal of supercritical fluids. Knez, Željko (član uredniškega odbora 2005, 2007). [Print ed.]. Cincinnati, OH: PRA Press. ISSN 0896-8446. [COBISS.SI-ID 25795072]	30
6.	Univerzitetna revija. Knez, Željko (član uredniškega odbora 1996-). Maribor: Univerza v Mariboru: Studio Linea, 1994-. ISSN 1318-4539. [COBISS.SI-ID 43538688]	
7.	WSEAS Transaction on Heat and Mass Transfer Issue 4, Volume 1, April 2006, guest editors - Jurij Krope, Darko Goričanec	28
8.	KROPE, Jurij (ur.), GARBAI, László (ur.), KOZIČ, Đorđe (ur.), GORIČANEC, Darko (ur.). Proceedings of the 2nd IASME/WSEAS International conference on Energy & Environment (EE `07), Portorose, Slovenia, May 15-17, 2007 ISBN 978-960-8457-69-0 [COBISS.SI-ID 11308054]	55
	KROPE, Jurij (ur.). 2nd IASME/WSEAS International conference	51

9.	on Continuum Mechanics (CM '07), 2nd IASME/WSWAS International conference Water resources, Hydraulics & Hydrology (WHH '07), 1st International conference on Geology and Seismology (GES '07), (Energy and Environmental Engineering Series) May 15 - 17, 2007, Portorose, Slovenia. WSEAS Press, cop. 2007. ISBN 978-960-8457-70-6. [COBISS.SI-ID 11309334]	
10.	KROPE, Jurij (ur.), SOHRAB, Siavash H. (ur.), BENRA, F.-K. (ur.). Theoretical and experimental aspects of heat and mass transfer : proceedings of the 5th WSEAS International Conference on Heat and Mass transfer (HMT'08), Acapulco, Mexico, January 25-27, 2008, (Mathematics and computers in science and engineering). ISBN 978-960-6766-31-2 [COBISS.SI-ID 12139542]	36

\*Število urejenih prispevkov (člankov) /število sodelavcev na zbirki oz. bazi /povečanje obsega oz. število vnosov v zbirko oz. bazo v obdobju

### 11. Vključenost raziskovalcev iz podjetij in gostovanje raziskovalcev, podoktorandov ter študentov iz tujine, daljše od enega meseca

Sodelovanje v programski skupini	Število
- raziskovalci-razvijalci iz podjetij	
- uveljavljeni raziskovalci iz tujine	
- podoktorandi iz tujine	1
- študenti, doktorandi iz tujine	32
<b>Skupaj:</b>	33

### 12. Vključevanje v raziskovalne programe Evropske unije in v druge mednarodne raziskovalne in razvojne programe ter drugo mednarodno sodelovanje v obravnavanem obdobju<sup>11</sup>

<p>1. raziskovalni programi EU:</p> <p>5. Okvirni program EU: - Marie Curie Training Site "Processes using sub- and supercritical fluids" št. pogodbe: HPMT-CT-2001-00418</p> <p>6. Okvirni program EU - Marie Curie Early Stage Research Training Site "SUB CLEAN PROBIOMAT" št. pogodbe: MEST-CT-2004-007767 koordinator: Univerza v Mariboru, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo - Marie Curie Research trainig Network "SUPERGREENCHEM" št. projekta: MRTN-CT-2004-504005</p> <p>7. Okvirni program EU  - ENERGY-2007-1-RTD "Super Methanol" grant agreement number: 212180  - COST D25 naslov projekta: Applied biocatalysis: Stereoselective and environmentally friendly reactions catalysed by enzymes (2002-2007) - COST D29 naslov projekta: Sustainable/Green Chemistry and Chemical Technology št. pogodbe: 3311-03-837076 - COST D30 naslov projekta: High pressure tuning of chemical and biochemical processes št. pogodbe: 3311-03-837093</p> <p>2. Bilateralni mednarodni projekti</p>
--

- Velika Britanija - Aerogels for Supercritical Fluids Application, BI-GB/04-015
- Čistejši oksidacijski procesi: Sinteza in uporaba aerogelnih katalizatorjev, PSP 17/2005
- Srbija in Črna gora - Razvoj metod in naprav za eksperimentalno določevanje termofizikalnih lastnosti zemljišč za namene optimalnega izkoriščanja geotermalne energije, BI-CS/04-05-005
- Antioksidativna aktivnost rastlinskih ekstraktov (Antioxidant activity of plant extracts). (BI-HU/08-09-009)
- Bosna in Hercegovina - Pridobivanje ekstraktov naravnih učinkovin in določanje farmakoloških in toksikoloških lastnosti, BI-BA/04-05-007
- Hrvaška - Encimska sinteza kiralnih molekul, SLO-HRV 2/03-04
- Biotransformacije in bioseparacijski procesi, BI-HR/06-07-027
- Madžarska - Encimske esterifikacije v "zelenih" topilih, BI-HU/07-08-008
- Separacija in koncentriranje naravnih učinkovin (Separation and Concentration of Natural Compounds), BI-HU/06-09-009

3. Predsedovanje Prof. dr. Željka Kneza v Working Party of High Pressure Technology v okviru Evropskega združenja kemijskih inženirjev.

4. Članstvo Prof. dr. Željka Kneza v Izvršilnem odboru Evropskega združenja kemijskih inženirjev.

5. Mednarodno sodelovanje z univerzami

- Atene (Prof. Dr. E.S. Lazos)
- Erlangen (Prof. Dr. W. Arlt),
- Bochum (Prof. Dr. E. Weidner)
- Valladolid (Prof. Maria Jose Cocero)
- Trst ( Prof. Paolo Alesi)
- Hamburg-Harburg (Prof. Dr. Gerd Brunner)
- Graz (Prof. Dr. T. Gamse),
- Zagreb (Prof. Dr. Vasić-Rački)
- Budimpešta (Prof. Dr. Bela Shimandi)  
(Corvinus University of Budapest, Faculty of Food Science, Department of Food Engineering, prof. dr. Gyula VATAI)
- Kuba (Facultad de Ingenieria Mecanica de la Universidad de Oriente)
- Novi Sad (University of Novi Sad, Faculty of Technology, Chair of Applied and Engineering Chemistray, prof. dr. Sonja DJILAS)

### 13. Vključenost v projekte za uporabnike, ki potekajo izven financiranja ARRS<sup>12</sup>

1. Evropski sklad za regionalni razvoj - ESRR - Center odličnosti "Superkritični fluidi"

- RR projekt Centra odličnosti "Superkritični fluidi" - raziskovalno-razvojni projekt Superkritični fluidi  
številka pogodbe: 3311-04-855013

- Razvoj raziskovalne infrastrukture centra odličnosti Superkritični fluidi  
številka pogodbe: 3311-04-855103

2. Industrijski projekti za domača in tuja podjetja

Kemijska industrija:

- Pinus TKI, d.d., Rače
- Helios, Domžale Helios-SI
- Kaldera d.o.o., Slovenska bistrica
- Tanin, Sevnica
- Siemens-Axiva-D
- BayerAG-D,
- Henkel-D

- PPG- ZDA
- UHDE high pressure, GmbH, Nemčija
- Messer, GmbH, Nemčija

Farmacevtska industrija:

- Krka, tovarna zdravil, Novo Mesto
- Novartis Lek, Ljubljana
- Bayer-Pharma, Ljubljana
- Mariborske Lekarne, Maribor
- Zeller, Švica

Prehrambena industrija:

- Vitiva, d.o.o., Markovci
- ETOL, Celje
- Radenska d. d. Radenci
- Bunge, ZDA
- Raps, Nemčija

Kozmetična industrija:

- Rausch, Švica

Strojna industrija:

- Nafta-Geoterm, Lendava
- Gorenje, Velenje
- UHDE high pressure, Nemčija,
- Natex, Avstrija

**14. Dolgoročna sodelovanja z uporabniki, sodelovanje v povezavah gospodarskih in drugih organizacij (grozdi, mreže, platforme), sodelovanje članov programske skupine v pomembnih gospodarskih in državnih telesih (upravni odbori, svetovalna telesa, fundacije, itd.)**

1. Center odličnosti Superkritični fluidi (CO SCF)
2. Članstva vodje programske skupine prof. Željka Kneza v domačih telesih/združenjih:
  - Upravni odbor Agencije za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije (UO ARRS)
  - Izvršni odbor Evropske federacije za kemijsko inženirstvo (Executive Board EFCE)
  - Podpredsednik Slovenskega kemijskega društva (SKD), Ljubljana, Slovenija
  - Nacionalni koordinator za področje tehniške kemije pri takratnem MŠZŠ (1995- 2005)
  - Član Sveta za znanost in tehnologijo (1997-2004)
3. Članstva vodje programske skupine prof. Željka Kneza v tujih telesih/združenjih:
  - Predsednik delovne skupine Visokotlačne tehnologije pri EFCE (WP High pressure technology EFCE)
  - American Oil Chemists Society -Washington, ZDA
  - International Society for Advancement of Supercritical Fluids-ISASF, Nancy, F,
  - VDI Gesellschaft Verfahrenstechnik und Chemieingenieurwesen, Nemčija

**15. Skrb za povezavo znanja s slovenskim prostorom in za slovensko znanstveno terminologijo (Cobiss tip 1.04, 1.06, 1.07, 1.08, 1.09, 1.17, 1.18, 2.02, 2.03, 2.04, 2.05, 2.06)<sup>13</sup>**

<b>Naslov</b>	Supercritical fluids for sustainable production
<b>Opis</b>	Predstavljena je uporaba SCF za procesiranje različnih substanc, z minimalnim vplivom na okolje. Prikazan je trajnostni vidik in ekonomski parametri teh tehnoloških postopkov.
	ŠKERGET, Mojca, KNEZ, Željko. Supercritical fluids for sustainable production. V: NOVAK-PINTARIČ, Zorka (ur.), SIMONIČ, Marjana (ur.),

<b>Objavljeno v</b>	IRŠIČ BEDENIK, Nataša (ur.). Environmental protection. Maribor: ŠOUM, 2004, str. 27-38.
<b>COBISS.SI-ID</b>	8919574

**16. Skrb za popularizacijo znanstvenega področja (Cobiss tip 1.05, 1.21, 1.22, 2.17, 2.19, 3.10, 3.11, 3.12)<sup>14</sup>**

<b>Naslov</b>	Nova raziskovalna oprema, ki je edinstvena v svetu
<b>Opis</b>	V preteklosti smo v okviru različnih projektov izvedli investicije v specifično visokokvalitetno opremo na področju analitike, termogravimetrije in visokotlačnih tehnologij. Ob tem je potrebno omeniti osrednjo investicijo v Preparativni superkritični kromatograf, ki bi naj v novem obdobju odigral pomembno vlogo v nadaljevanju aktivnosti na področju raziskav SCF.
<b>Objavljeno v</b>	KNEZ, Željko. Nova raziskovalna oprema, ki je edinstvena v svetu : prispevek v oddaji Kronika 1, RTS, 13.12.2007. Maribor: RTS, 2007. zvok.
<b>COBISS.SI-ID</b>	12207126

**17. Vpetost vsebine programa v dodiplomske in podiplomske študijske programe na univerzah in samostojnih visokošolskih organizacijah v letih 2004 – 2008**

1.	<b>Naslov predmeta</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Prenos snovi</li> <li>- Mehanska tehnika</li> <li>- Termodifuzijska tehnika</li> <li>- Organska tehnologija (izbirni)</li> <li>- Visokotlačni procesi (izbirni)</li> <li>- Bioinženirstvo in fermentacijska tehnika (izbirni)</li> <li>- Osnove tehnologije živilskih izdelkov (izbirni)</li> <li>- Biokemijska tehnika</li> <li>- Industrijska mikrobiologija</li> <li>- Encimske tehnologije (izbirni)</li> <li>- Prenosni pojavi;</li> <li>- Analiza procesov</li> </ul>
	<b>Vrsta študijskega programa</b>	Univerzitetni dodiplomski študijski program Kemijska tehnologija; Visokošolski strokovni program Kemijska tehnologija
	<b>Naziv univerze/fakultete</b>	Univerza v Mariboru, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo
2.	<b>Naslov predmeta</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Produktna tehnika</li> <li>-Separacijski procesi (izbirni)</li> <li>-Visokotlačne tehnologije (izbirni)</li> <li>-Biokataliza (izbirni)</li> <li>-Biotransformacije (izbirni)</li> <li>-Prenos snovi in fazna ravnotežja</li> <li>-Kemija naravnih produktov - živilska kemija</li> <li>- Prenosni pojavi v kemijski tehniki</li> <li>- Smotrna raba energije</li> </ul>
	<b>Vrsta študijskega programa</b>	Univerzitetni podiplomski študijski program Kemija in kemijska tehnika
	<b>Naziv univerze/fakultete</b>	Univerza v Mariboru, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo
3.	<b>Naslov predmeta</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kemija;</li> <li>- Membranski snovni transportni pojavi (izbirni)</li> <li>- Nutricevtiki in tehnologija (izbirni)</li> </ul>
	<b>Vrsta študijskega programa</b>	Univerzitetni dodiplomski študijski program Splošna medicina; Univerzitetni podiplomski študijski program Biomedicinska tehnologija

	<b>Naziv univerze/ fakultete</b>	Univerza v Mariboru, Medicinska fakulteta
4.	<b>Naslov predmeta</b>	- Organska kemijska tehnologija (izbirni); - Kemija (izbrana poglavja) - Ekološke tehnologije - Varstvo voda - Kemijski ekološki faktorji
	<b>Vrsta študijskega programa</b>	Univerzitetni dodiplomski študijski program Strojništvo; Univerzitetni podiplomski študijski program Strojništvo, tekstilna tehnologija, tehniško varstvo okolja
	<b>Naziv univerze/ fakultete</b>	Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo
5.	<b>Naslov predmeta</b>	- Pregled tehnologij z varstvom okolja - Kemija
	<b>Vrsta študijskega programa</b>	Univerzitetni dodiplomski dvo-predmetni študijski program Kemija in ...
	<b>Naziv univerze/ fakultete</b>	Univerza v Mariboru, Fakulteta za naravoslovje in matematiko
6.	<b>Naslov predmeta</b>	- Kemija
	<b>Vrsta študijskega programa</b>	Podiplomski študijski program - Bioinformatika (MAG)
	<b>Naziv univerze/ fakultete</b>	Univerza v Mariboru, Fakulteta za zdravstvene vede
7.	<b>Naslov predmeta</b>	- Visokotlačne tehnologije; - Odpadki v kemijski industriji
	<b>Vrsta študijskega programa</b>	Podiplomski študij - Kemijsko inženirstvo; Podiplomski-specialistični študijski program - Ekoinženirstvo
	<b>Naziv univerze/ fakultete</b>	Univerza v Zagrebu, Fakulteta za kemijsko inženirstvo in tehnologijo (FKIT)

**18. Označite potencialne vplive oziroma učinke vaših rezultatov na navedena področja:**

	<b>Vpliv</b>	<b>Ni vpliva</b>	<b>Majhen vpliv</b>	<b>Srednji vpliv</b>	<b>Velik vpliv</b>	
<b>G.01</b>	<b>Razvoj visoko-šolskega izobraževanja</b>					
G.01.01.	Razvoj dodiplomskega izobraževanja	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.01.02.	Razvoj podiplomskega izobraževanja	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.01.03.	Drugo:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
<b>G.02</b>	<b>Gospodarski razvoj</b>					
G.02.01	Razširitev ponudbe novih izdelkov/storitev na trgu	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.02.	Širitev obstoječih trgov	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.03.	Znižanje stroškov proizvodnje	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.04.	Zmanjšanje porabe materialov in energije	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.05.	Razširitev področja dejavnosti	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.06.	Večja konkurenčna sposobnost	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	

Zaključno poročilo o rezultatih raziskovalnega programa v obdobju 2004-2008

G.02.07.	Večji delež izvoza	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.08.	Povečanje dobička	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.09.	Nova delovna mesta	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.10.	Dvig izobrazbene strukture zaposlenih	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.11.	Nov investicijski zagon	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.12.	Drugo:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
<b>G.03</b>	<b>Tehnološki razvoj</b>					
G.03.01.	Tehnološka razširitev/posodobitev dejavnosti	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.03.02.	Tehnološko prestrukturiranje dejavnosti	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.03.03.	Uvajanje novih tehnologij	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.03.04.	Drugo:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
<b>G.04</b>	<b>Družbeni razvoj</b>					
G.04.01	Dvig kvalitete življenja	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04.02.	Izboljšanje vodenja in upravljanja	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04.03.	Izboljšanje delovanja administracije in javne uprave	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04.04.	Razvoj socialnih dejavnosti	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04.05.	Razvoj civilne družbe	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04.06.	Drugo:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
<b>G.05.</b>	<b>Ohranjanje in razvoj nacionalne naravne in kulturne dediščine in identitete</b>					
<b>G.06.</b>	<b>Varovanje okolja in trajnostni razvoj</b>					
<b>G.07</b>	<b>Razvoj družbene infrastrukture</b>					
G.07.01.	Informacijsko-komunikacijska infrastruktura	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.07.02.	Prometna infrastruktura	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.07.03.	Energetska infrastruktura	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.07.04.	Drugo:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
<b>G.08.</b>	<b>Varovanje zdravja in razvoj zdravstvenega varstva</b>					
<b>G.09.</b>	<b>Drugo:</b>					

**Komentar**<sup>15</sup>

Raziskovalni program Separacijski procesi se je v letih 2004 do 2008 osredotočil k vrhunski kvaliteti proizvodov in tehnologij in s tem učinkovito prispeval k izboljšanju kvalitete življenja, kar je tudi osnova trajnostnega razvoja. Spodbujal je, k povezovanju izobraževanja, raziskovanja in podjetništva ter povečevanju mobilnost znanja idej in ljudi v družbi. V tem kontekstu je tudi bil usmerjen v izpolnjevanje ključnih ciljev Nacionalnega raziskovalnega in razvojnega programa (NRRP) za obdobje 2006-2010, ki prav raziskave in razvoj postavlja v

središče razvoja Slovenije.

Z aktivnim vključevanjem v trg in prenosom znanja s transferom znanstvenih in strokovnih dosežkov je raziskovalni program povečeval vpliv RR v domačem okolju in s svojim raziskovalnim delom prispeval k povečevanju kvalitete RR in s tem h pospešenemu gospodarskemu razvoju v Republiki Sloveniji. Z vzgojo mladih raziskovalcev in s prevladujočim deležem žensk v znanosti in raziskovanju na področju kemijskega inženirstva, kamor uvrščamo tudi visokotlačne tehnologije ter z aktivnim vključevanjem in mobilnostjo v Evropskem intelektualnem in gospodarskem prostoru je pripomogel h krepitvi človeških virov v RR in gospodarstvu, ter povečanju bruto družbenega proizvoda.

Raziskave na področju visokotlačnih tehnologij danes sovpadajo tudi s prioritetskimi področji NRRP in sicer napredni (novi) materiali in nanotehnologije, kompleksni sistemi in inovativne tehnologije in tehnologije za trajnostno gospodarstvo

### C. IZJAVE

Podpisani izjavljam/o, da:

- so vsi podatki, ki jih navajamo v poročilu, resnični in točni
- se strinjamo z obdelavo podatkov v skladu z zakonodajo o varstvu osebnih podatkov za potrebe ocenjevanja, za objavo 5., 6. in 7. točke na spletni strani <http://sicris.izum.si/> ter obdelavo teh podatkov za evidence ARRS
- so vsi podatki v obrazcu v elektronski obliki identični podatkom v obrazcu v pisni obliki

#### Podpisi:

vodja raziskovalnega programa		zastopniki oz. pooblaščen osebe raziskovalnih organizacij in/ali koncesionarjev
Željko Knez	in/ali	Univerzitetni klinični center Maribor
		Pinus, tovarna kemičnih izdelkov, d.d.
		Univerza v Mariboru, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo
		Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo

Kraj in datum:

Maribor

15.4.2009

#### Oznaka poročila: ARRS\_ZV\_RPROG\_ZP\_2008/551

<sup>1</sup> Napišite kratko vsebinsko poročilo, kjer boste predstavili raziskovalno hipotezo in opis raziskovanja. Navedite ključne ugotovitve, znanstvena spoznanja ter rezultate in učinke raziskovalnega programa. Največ 21.000 znakov vključno s presledki (približno tri in pol strani, velikosti pisave 11). [Nazaj](#)

<sup>2</sup> Največ 3000 znakov vključno s presledki (približno pol strani, velikosti pisave 11). [Nazaj](#)

<sup>3</sup> Samo v primeru bistvenih odstopanj in sprememb od predvidenega programa raziskovalnega programa, kot je bil zapisan v predlogu raziskovalnega programa. Največ 3.000 znakov vključno s presledki (približno pol strani, velikosti pisave 11). [Nazaj](#)

## Zaključno poročilo o rezultatih raziskovalnega programa v obdobju 2004-2008

<sup>4</sup> Navedite največ pet najpomembnejših znanstvenih rezultatov programske skupine, ki so nastali v času trajanja programa v okviru raziskovalnega programa, ki je predmet poročanja. Za vsak rezultat navedite naslov v slovenskem in angleškem jeziku (največ 150 znakov vključno s presledki), rezultat opišite (največ 600 znakov vključno s presledki) v slovenskem in angleškem jeziku, navedite, kje je objavljen (največ 500 znakov vključno s presledki), izberite ustrezno šifro tipa objave po Tipologiji dokumentov/del za vodenje bibliografij v sistemu COBISS ter napišite ustrezno COBISS.SI-ID številko bibliografske enote. Navedeni rezultati bodo objavljeni na spletni strani <http://sicris.izum.si/>.

**PRIMER** (v slovenskem jeziku):

**Naslov:** Regulacija delovanja beta-2 integrinskih receptorjev s katepsinom X;

**Opis:** Cisteinske proteaze imajo pomembno vlogo pri nastanku in napredovanju raka. Zadnje študije kažejo njihovo povezanost s procesi celičnega signaliziranja in imunskega odziva. V tem znanstvenem članku smo prvi dokazali... (največ 600 znakov vključno s presledki)

**Objavljeno v:** OBERMAJER, N., PREMZL, A., ZAVAŠNIK-BERGANT, T., TURK, B., KOS, J.. Carboxypeptidase cathepsin X mediates  $\beta 2$  - integrin dependent adhesion of differentiated U-937 cells. Exp. Cell Res., 2006, 312, 2515-2527, JCR IF (2005): 4.148

**Tipologija:** 1.01 - Izvirni znanstveni članek

**COBISS.SI-ID:** 1920113 [Nazaj](#)

<sup>5</sup> Navedite največ pet najpomembnejših družbeno-ekonomsko relevantnih rezultatov programske skupine, ki so nastali v času trajanja programa v okviru raziskovalnega programa, ki je predmet poročanja. Za vsak rezultat navedite naslov v slovenskem in angleškem jeziku (največ 150 znakov vključno s presledki), rezultat opišite (največ 600 znakov vključno s presledki) v slovenskem in angleškem jeziku, izberite ustrezen rezultat, ki je v Sifrantu raziskovalnih rezultatov in učinkov (Glej: <http://www.arrs.gov.si/sl/gradivo/sifranti/sif-razisk-rezult.asp>), navedite, kje je rezultat objavljen (največ 500 znakov vključno s presledki), izberite ustrezno šifro tipa objave po Tipologiji dokumentov/del za vodenje bibliografij v sistemu COBISS ter napišite ustrezno COBISS.SI-ID številko bibliografske enote. Navedeni rezultati bodo objavljeni na spletni strani <http://sicris.izum.si/>. [Nazaj](#)

<sup>6</sup> Pomen raziskovalnih rezultatov za razvoj znanosti in za razvoj Slovenije bo objavljen na spletni strani: <http://sicris.izum.si> [Nazaj](#)

<sup>7</sup> Največ 4.000 znakov vključno s presledki [Nazaj](#)

<sup>8</sup> Največ 4.000 znakov vključno s presledki [Nazaj](#)

<sup>9</sup> Za raziskovalce, ki niso habilitirani, so pa bili mentorji mladim raziskovalcem, se vpiše ustrezen podatek samo v stolpec MR [Nazaj](#)

<sup>10</sup> Vpisuje se uredništvo revije, monografije ali zbornika v skladu s Pravilnikom o kazalcih in merilih znanstvene in strokovne uspešnosti (Uradni list RS, št. 39/2006,106/2006 in 39/2007), kar sodi tako kot mentorstvo pod sekundarno avtorstvo, in delo (na zlasti nacionalno pomembnim korpusu ali zbirki) v skladu z 3. in 9. členom istega pravilnika. Največ 1000 znakov (ime) oziroma 150 znakov (število) vključno s presledki. [Nazaj](#)

<sup>11</sup> Navedite oziroma naštejite konkretne projekte. Največ 12.000 znakov vključno s presledki. [Nazaj](#)

<sup>12</sup> Navedite konkretne projekte, kot na primer: industrijski projekti, projekti za druge naročnike, državno upravo, občine ipd. in ne sodijo v okvir financiranja pogodb ARRS. Največ 9.000 znakov vključno s presledki. [Nazaj](#)

<sup>13</sup> Navedite objavo oziroma prevod (soobjavo) članov programske skupine strokovnega prispevka v slovenskem jeziku, ki se nanaša na povezavo znanja s slovenskim prostorom in za slovensko znanstveno terminologijo (Cobiss tip 1.04, 1.06, 1.07, 1.08, 1.09, 1.17, 1.18, 2.02, 2.03, 2.04, 2.05, 2.06). Napišite naslov (največ 150 znakov vključno s presledki), kratak opis (največ 600 znakov vključno s presledki), navedite, kje je objavljen/a (največ 500 znakov vključno s presledki) ter napišite ustrezno COBISS.SI-ID številko bibliografske enote. [Nazaj](#)

<sup>14</sup> Navedite objavo oziroma prevod (soobjavo) članov programske skupine, povezano s popularizacijo znanosti (Cobiss tip 1.05, 1.21, 1.22, 2.17, 2.19, 3.10, 3.11, 3.12). Napišite naslov (največ 150 znakov vključno s presledki), kratak opis (največ 600 znakov vključno s presledki), navedite, kje je objavljen/a (največ 500 znakov vključno s presledki), ter napišite ustrezno COBISS.SI-ID številko bibliografske enote. [Nazaj](#)

<sup>15</sup> Komentar se nanaša na 18. točko in ni obvezen. Največ 3.000 znakov vključno s presledki. [Nazaj](#)

Obrazec: ARRS-ZV-RPROG-ZP/2008 v1.00a