

ZAKLJUČNO POROČILO
O REZULTATIH OPRAVLJENEGA RAZISKOVALNEGA DELA
NA PROJEKTU V OKVIRU CILJNEGA RAZISKOVALNEGA
PROGRAMA (CRP) »KONKURENČNOST SLOVENIJE 2006 – 2013«

I. Predstavitev osnovnih podatkov raziskovalnega projekta

1. Naziv težišča v okviru CRP:

Povezovanje ukrepov za doseganje trajnostnega razvoja

2. Šifra projekta:

V4-0558

3. Naslov projekta:

Priprava funkcionalnih prehranskih izdelkov iz odpadne sirotke s povečano vsebnostjo vitamina B12 in probiotičnimi lastnostmi

3. Naslov projekta

3.1. Naslov projekta v slovenskem jeziku:

Priprava funkcionalnih prehranskih izdelkov iz odpadne sirotke s povečano vsebnostjo vitamina B12 in probiotičnimi lastnostmi

3.2. Naslov projekta v angleškem jeziku:

Preparation of functional nutritional products from waste whey with an increased content of vitamin B12 and probiotic properties

4. Ključne besede projekta

4.1. Ključne besede projekta v slovenskem jeziku:

funkcionalna hrana, odpadna sirotka, vitamin B12

4.2. Ključne besede projekta v angleškem jeziku:

functional food, whey waste, vitamin B12

5. Naziv nosilne raziskovalne organizacije:

Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo

5.1. Seznam sodelujočih raziskovalnih organizacij (RO):

Mlinotest, živilska industrija, d.d.

6. Sofinancer/sofinancerji:

ARRS, MKGP

7. Šifra ter ime in priimek vodje projekta:

13542

Hrvoje Petković

Datum: 9.3.2011

Podpis vodje projekta:

doc. dr. Hrvoje Petković

Podpis in žig izvajalca:

prof. R. S. Pejovnik, po pooblastilu
dekan prof. M. Toman

II. Vsebinska struktura zaključnega poročila o rezultatih raziskovalnega projekta v okviru CRP

1. Cilji projekta:

1.1. Ali so bili cilji projekta doseženi?

- a) v celoti
 b) delno
 c) ne

Če b) in c), je potrebna utemeljitev.

Zaradi bistvenega zmanjšanja financiranja projekta smo začetni predlagan program dela skrčili in ga prilagodili količini odobrenega denarja. Skrčen program je bil predstavljen v prvem vmesne poročilu (20.3.2009), v njem smo hranili vse pomembne aktivnosti, ki so bile potrebne za potrditev uporabnosti uspešnosti predlagane tehnologije. Skrčen program dela pa je bil izveden v celoti.

1.2. Ali so se cilji projekta med raziskavo spremenili?

- a) da
 b) ne

Če so se, je potrebna utemeljitev:

2. Vsebinsko poročilo o realizaciji predloženega programa dela¹:

Namen raziskovalnega projekta "Priprava funkcionalnih prehranskih izdelkov iz odpadne sirotke s povečano vsebnostjo vitamina B12 in probiotičnimi lastnostmi" je bil razvoj metod in bioprocasa za pripravo funkcionalnih dodatkov obogatenih z vitaminom B12, ki se lahko uporabljajo v živilski industriji. V sodelovanju s podjetjem Mlinotest (Ajdovščina) so bili pripravljene in senzorično ocenjeni modelni funkcionalni izdelki obogateni z vitaminom B12 (testenine in kruh). Bioproces za proizvodnjo obogatene biomase z vitaminom B12 je bil optimiziran tako, da omogoča hkrati tudi blaženje okoljskih obremenitev odpadne sirotke pri proizvodnji sirov in ostalih mlečnih proizvodov. Cilj predlagane raziskave je bil razviti tehnologijo, ki je vrednost BPK/KPK preostalega gojišča čim bolj znižala, da je čim manj obremenjujoča za obstoječe čistilne naprave. Tržno je tehnologija zanimiva tudi za dodajanje ostalim različnim izdelkom živilske industrije, ki bodo s tem pridobili dodatno funkcionalnost, večjo dodano vrednost in bodo ugodno vplivali na zdravje potrošnikov. Produkt je uporaben ne samo za industrijo pekovskih izdelkov ampak tudi v mlekarski industriji, mesnopredelovalni industriji itd. Predlagana tehnologija je potencialno uporabna predvsem za majhne mlekarske obrate, ki so tipični za slovenski prostor. Tehnologija je prilagojena tako, da bo uporabne čim več obstoječe opreme v mlekarskih obratih, kar bo zmanjšalo začetne investicijske stroške.

Predlagan skrčen program dela (zaradi bistvenega zmanjšanja sredstev ob prijavi) je bil:

1. Pridobivanje in revitalizacija sevov propionskih bakterij.
2. Razvoj in optimizacija mikrobioloških postopkov ter razvoj analitskih metod.
3. Optimizacija kultivacijskih pogojev in bioprocasa v laboratorijskem merilu.
4. Optimizacija bioprocasa za proizvodnjo funkcionalnega dodatka.
5. Priprava funkcionalnih živil (kruha in testenin obogatenih z vitaminom B12).

Predstavitev programa dela in pridobljenih rezultatov:

1. Pridobivanje in revitalizacija sevov propionskih bakterij:

Pridobljeni so bili sevi *Propionibacterium freudenreichii* NRRL 3523, *Propionibacterium shermanii* NRRL 4327 in *Propionibacterium shermanii* ATCC 13673. Sevi so bili revitalizirani na Biotehniški fakulteti v Ljubljani.

2. Razvoj in optimizacija mikrobioloških postopkov ter razvoj analitskih metod:

Razvite so bile metode in postopki, s katerimi so bili mikroorganizmi manipulirani in gojeni. Razviti so bili tudi postopki s katerimi je mogoče ponovljivo voditi bioproces. Vzpostavljene so bile analitske metode za ovrednotenje vitamina B12 in merjenje kemijske potrebe po kisiku (KPK) odpadnega gojišča. Razvita so bila tudi osnovna produkcijska gojišča na osnovi sirotke, z dodatki kvasnega ekstrakta, ki smo jih uporabili za preučevanje osnovnih lastnosti mikroorganizma. Sevi v anaerobnih pogojih intenzivno zakisajo gojišče iz začetne vrednosti pH=7, dokler se okoli pH=4 fermentacija ne ustavi, kar se zgodi v približno 36h. Uravnavanje pH fermentacijske brozge z bazo uspešno podaljša potek fermentacije do sedem dni. *Propionibacterium shermanii*, ki raste striktno v anaerobnih pogojih, hitreje znižuje pH gojišča kot *Propionibacterium freudenreichii*. Po

¹ Potrebno je napisati vsebinsko raziskovalno poročilo, kjer mora biti na kratko predstavljen program dela z raziskovalno hipotezo in metodološko-teoretičen opis raziskovanja pri njenem preverjanju ali zavračanju vključno s pridobljenimi rezultati projekta.

končanih fermentacijah smo tudi ovrednotili sposobnost mikroorganizmov za zmanjšanje KPK. Začetne KPK vrednosti produkcijskega gojišča znašajo okoli 80 000 mg/L. Določen je bil tudi KPK izrabljenih gojišč po zaključenih poskusnih fermentacijah. Pri fermentaciji s *P. freudenreichii* je upadel za 20 %, pri fermentaciji s *P. shermanii* pa za 50 %. Z namenom boljšega razumevanju bioprocasa, je bila razvita HPLC metoda za določanje laktoze in propionske kisline. Z njo je bil spremljan potek fermentacije s *P. shermanii*, začetna vsebnost laktoze 50 g/l je do konca fermentacije upadla pod mejo detekcije, ki je 1 g/l. Z isto metodo je bila spremljana tudi tvorba propionske kisline, ki iz začetne vrednosti 0 naraste do 22 g/l. Začetna količina laktoze se je ujemala s pričakovano vrednostjo, glede na sestavo gojišč. Poraba laktoze tekom bioprocasa je bila premo-sorazmerna z nastajanjem propionske kisline, ki doseže končno vrednost, ko se vsa laktoza porabi in prav tako se takrat preneha spreminjati pH gojišča. Za merjenje vsebnosti vitamina B12 sta bili vzpostavljeni dve metodi, mikrobiološka in HPLC metoda. Mikrobiološka metoda za določanje vitamina B12 temelji na rasti mikroorganizma *Lactobacillus leichmanii*, ki je odvisna od količine dodanega vitamina B12 v gojišče in se spremlja z merjenjem optične gostote. V podjetju Mlinotest d.d., pa je bila razvita HPLC metoda za določanje vitamina B12. Po obeh metodah so bile izmerjene primerljive koncentracije vitamina B12 v izrabljenih gojiščih po zaključenih poskusnih fermentacijah, ki znašajo okoli 1 mg/l, oz. od 2 do 4 mg/l za poskusne fermentacije z dohranjevanjem.

3. Optimizacija kultivacijskih pogojev in bioprocasa v laboratorijskem merilu (5-50 ml):

Tekom projekta so bili optimizirani različni kultivacijski pogoji, kot je na primer optimalna temperatura, količina inokulum, sestava produkcijskega gojišča in ovrednotene morfološke ter fiziološke lastnosti produkcijskega seva. Optimizacija vseh teh pogojev je potekala na gojišču za katerega smo uporabili posušeno sirotke, ker smo tako lahko zagotovili najboljšo ponovljivost med eksperimenti. Preučili smo kultivabilnost posameznih sevov na sirotki in ovrednotili njihovo sposobnost zmanjševanja KPK gojišča in tvorbe vitamina B12. Optimizirana je bila sestava gojišča in določeni optimalni rastni pogoji. Izvedli smo poskuse kultivacije različnih sevov propionskih bakterij v odvisnosti od prežračevanja. *P. freudenreichii* (za razliko od *P. shermanii*) zraste tudi v pravih aerobnih razmerah. V teh pogojih porabi zelo malo laktoze in vzporedno tvori porabljeni laktozi ekvivalentno količino propionata (iz grama laktoze približno dva grama propionata). Glede na nizko vsebnost beljakovin v sirotki kot surovini, smo preučili tudi rast v odvisnosti od dodatnega vira dušika. Kontrola poskusa je bilo gojišče pripravljeno iz čiste sirotke, kjer smo opazili najpočasnejšo rast, dodatek amonijevega sulfata je pospešil rast za dvakrat, dodatek 1 g/L kvasnega ekstrakta pa še za dodatno tretjino. Izveden je bil tudi poskus za dodatkom vitamina tiamina, ki pa ni imel vpliva na hitrost rasti in končno količino biomase.

Na podlagi rezultatov so bili izbrani sevi z optimalno tvorbo vitamina B12 in idealnimi lastnostmi za uporabo v proizvodnji, ki maksimalno znižajo kemijsko potrebo po kisiku pri odpadni sirotki. Poskusi so pokazali, da sevi zelo različno porabljajo laktozo in tvorijo propionat. Najhitreje je laktozo porabil sev *P. shermanii* ATCC 13673 (v 120 urah), najpočasneje pa sev *P. shermanii* NRRL B-4327 (v 190 urah). Seva se tudi močno ločita tudi v tvorbi propionske kisline, *P. shermanii* ATCC 13673 tvori do 17 g/l propionata, sev *P. shermanii* NRRL B-4327 pa tvori do okoli 12 g/l propionata. Sev *P. freudenreichii* je v anaerobnih pogojih porabljal komaj merljive količine laktoze in tvoril ustrezno malo propionske kisline. Seva tvorita približno enako količino vitamina B12, zato je bil za nadaljevanje poskusov izbran sev, ki hitreje porabi laktozo.

5. Optimizacija bioprocesa za proizvodnjo funkcionalnega dodatka:

Bioproces v bioreaktorju smo razvili s sevom, ki se je najbolj izkazal v laboratorijskem merilu, kjer smo optimizirali postopke priprave inokuluma in določili optimalne parametre vodenja bioprocesa. Optimizirali smo različne bioprocesne parametre, kot so mešanje, temperature, regulacija vrednosti pH in prezračevanje. V pridobljeni biomasi smo analizirali vsebnost vitamina B12 in v odpadnem gojišču pa kemijsko potrebo po kisiku, vsebnost propionske kisline in morebitno preostalo laktozo. Na osnovi tako pridobljenih parametrov smo potem v biorektorskem merilu izvedli poskuse na realnih vzorcih odpadne sirotke (vzorci iz vsakodnevne proizvodnje) iz mlekarn. S HPLC analizo je bilo ugotovljeno, da sirotka vsebuje v povprečju 47,5 g/l laktoze in komaj merljive količine mlečne kisline na meji detekcije. Prisotnosti ostalih organskih kislin (ocetne in propionske) je bila pod mejo detekcije. Najboljšo rast v pilotnem merilu smo dobili na gojišču, ki je vsebovalo 10 g/L industrijskega kvasnega ekstrakta, 3 g/L amonijevega sulfata in je bilo inokulirano z 1% inokulumom koncentrirane kulture shranjene v glicerolu.

Kemijska potreba po kisiku po zaključku fermentacije je odvisna predvsem od tvorbe propionske kisline in le malo od tvorbe ostalih metabolitov (ocetne kisline), preostale biomase in neizkoriščenih hranil. Izvedena je bila serija poskusov z namenom ugotovitve, kako bi lahko s preprostimi metodami regulacije pH, ki bi bile predvsem uporabne tudi v praksi, zmanjšali tvorbo propionske kisline ali pa jo čim več izločili iz gojišča. Ugotovljeno je bilo, da uravnavanje pH s 3M NaOH upočasnjuje porabljanje laktoze, saj jo ob zaključku fermentacije ostane še 10 g/L (20% začetne), nekoliko manj inhibitorno vpliva 3M NH₄OH, pri katerem je ob zaključku fermentacije ostalo še 8 g/L laktoze, najboljše učinkuje 3M Ca(OH)₂, kjer še do zaključka fermentacije porabi vsa laktoza. Ca(OH)₂ posledično poveča tudi tvorbo propionske kisline, nastane jo do 10 g/L; pri vzorcih nevtraliziranih z NaOH je nastane do 9 g/L propionske kisline, najmanj propionske kisline pa nastane pri vzorcih nevtraliziranih z NH₄OH, do 6 g/L, kar je logično, saj mikroorganizmi rodu *Propionibacterium* amoniak izkoriščajo kot vir dušika. Pri nevtralizaciji propionske kisline s Ca(OH)₂ nastaja kalcijev propionat, ki se že uporablja kot prebiotični krmni dodatek. Prebiotični dodatek na osnovi kalcijevega propionata, z visoko koncentracijo vitamina B12, ima razen tega tudi povišano koncentracijo beljakovin, kar je posledica novo nastale biomase, in ima zato v primerjavi s sirotko kot izhodiščno surovino, visoko dodano vrednost.

Ker je propionska kislina v principu nezaželena, je bila izvedena bila tudi serija poskusov izločanja propionske kisline na podlagi obarjanja ob dodatku različnih organskih topil. Testirali smo postopke z uporabo etanola, metanola, butanola, propanola, etil-acetata, butil-acetata, acetonitrila, terciarnega metil-butyl-etera, dimetil-sulfoksida, tetra-hidroksi furana, acetona in kloroforma. Najbolj učinkovito izločata propionsko kislino iz gojišča metanol in etanol v zasičeni raztopini NaCl, kjer pride do vidnega obarjanja propionske kisline. Izločanje propionske kisline je linearno odvisno od koncentracije dodanega topila, in doseže maksimum pri razmerju 1:1 z gojiščem, kjer se izloči do 90% propionske kisline.

6. Priprava funkcionalnih živil (kruha in testenin obogatenih z vitaminom B12):

V sodelovanju z našim industrijskim partnerjem je bila razvita ustrezna formulacija biomase obogatene z vitaminom B12 za direktno pripravo funkcionalnih živil. Izdelani so bili prototipi živil in narejena je bila tudi njihova senzorična ocena. Delo je bilo

opravljeno v podjetju Mlinotest iz Ajdovščine, kot tudi na Biotehniški fakulteti. Biomasa je bila proizvedena v bioreaktorjih na Biotehniški fakulteti. Končni KPK biomase je znašal 14080 mg/L (zmanjšana na 17% začetne vrednosti), izmerjena je bila koncentracija 0,9 mg/L vitamina B12 v fermentacijski brozgi. Praktično ves vitamin B12 se nahaja v biomasi, zato smo biomaso liofilizirali in analizirali na Biotehniški fakulteti, kjer smo določili da vsebuje: 3,9 % vode, 34,9 % beljakovin, 2,2 % maščob, 20,1 % ogljikovih hidratov in 39 % pepela. V liofilizirani biomasi smo določili končno vsebnost hidroksikobalamina 81,2 mg/kg in ciano-kobalamina 17,5 mg/kg. Na osnovi teh podatkov smo potem lahko pripravili izračun dodatka biomase v testo in maso za testenine in tako lahko pripravili prototipne izdelke, ki so vsebovali priporočeni dnevni odmerek vitamina B12 v enem obroku.

Tako smo na Biotehniški fakulteti v sodelovanju s skupino prof. Marjana Simčiča pripravili žemljice in kruh obogaten z vitaminom B12. Postavili smo modelni živilski produkt, v katerem ena žemljica vsebuje dnevno priporočeno količino vitamina B12, to je 3 mikrograme vitamina B12 na eno žemljico. Enako količino vitamina B12 smo tudi dodali na 100 g kruha. Kruh in žemljice smo potem tudi senzorično ocenili v primerjavi z običajnimi izdelki in med njimi nismo opazili nobenih razlik. Dodatek obogatene biomase ni imel nobenih negativnih stranskih učinkov na senzorične lastnosti in tak postopek hkrati omogoča obogatitev z vitaminom B12. Drug izdelek je bil pripravljen v Mlinotestu, kjer so pripravili raviole polnjene s sirom, v katero je bila dodana biomasa obogatena z vitaminom B12. Zaradi vodotopnosti vitamina B12 smo v raviole dodali največji dovoljen dnevni odmerek vitamina B12, to je 9 mikrogramov, saj je vitamin B12 vodotopen in med kuhanjem se veliko vitamina izpere. Pripravljeni ravioli so bili tudi senzorično ocenjeni in prav tako nismo ugotovili nobenih negativnih senzoričnih lastnosti obogatenih izdelkov z vitaminom B12 v primerjavi z običajnimi ravioli.

Projekt je bil predvsem namenjen razvoju procesa in pripravi prvih produktov t.i. oziroma »prototipov«, ki se bodo še v nadaljevanju dodatno optimizirali in ocenjevali v tem letu tako glede senzoričnih, kot tudi prehranskih lastnosti teh živil v laboratoriju Biotehniške fakultete in Mlinotesta.

Ocenjujemo, da smo projekt v celoti uspešno zaključili, saj smo razvili bioproces, ki omogoča delno izrabo sirotke za proizvodnjo biomase, ki ima veliko vsebnost vitamina B12. Hkrati pa tak bioproces ima zelo pozitiven učinek na okolje saj znatno zniža KPK odpadnega gojišča. Tako pripravljena biomasa obogatena z vitaminom B12 se bo lahko uporabljala kot funkcionalni dodatek v živilski industriji.

3. Izkoriščanje dobljenih rezultatov:

3.1. Kakšen je potencialni pomen² rezultatov vašega raziskovalnega projekta za:

- a) odkritje novih znanstvenih spoznanj;
- b) izpopolnitev oziroma razširitev metodološkega instrumentarija;
- c) razvoj svojega temeljnega raziskovanja;
- d) razvoj drugih temeljnih znanosti;
- e) razvoj novih tehnologij in drugih razvojnih raziskav.

3.2. Označite s katerimi družbeno-ekonomskimi cilji (po metodologiji OECD-ja) sovpadajo rezultati vašega raziskovalnega projekta:

- a) razvoj kmetijstva, gozdarstva in ribolova - Vključuje RR, ki je v osnovi namenjen razvoju in podpori teh dejavnosti;
- b) pospeševanje industrijskega razvoja - vključuje RR, ki v osnovi podpira razvoj industrije, vključno s proizvodnjo, gradbeništvom, prodajo na debelo in drobno, restavracijami in hoteli, bančništvom, zavarovalnicami in drugimi gospodarskimi dejavnostmi;
- c) proizvodnja in racionalna izraba energije - vključuje RR-dejavnosti, ki so v funkciji dobave, proizvodnje, hranjenja in distribucije vseh oblik energije. V to skupino je treba vključiti tudi RR vodnih virov in nuklearne energije;
- d) razvoj infrastrukture - Ta skupina vključuje dve podskupini:
 - transport in telekomunikacije - Vključen je RR, ki je usmerjen v izboljšavo in povečanje varnosti prometnih sistemov, vključno z varnostjo v prometu;
 - prostorsko planiranje mest in podeželja - Vključen je RR, ki se nanaša na skupno načrtovanje mest in podeželja, boljše pogoje bivanja in izboljšave v okolju;
- e) nadzor in skrb za okolje - Vključuje RR, ki je usmerjen v ohranjanje fizičnega okolja. Zajema onesnaževanje zraka, voda, zemlje in spodnjih slojev, onesnaženje zaradi hrupa, odlaganja trdnih odpadkov in sevanja. Razdeljen je v dve skupini:
- f) zdravstveno varstvo (z izjemo onesnaževanja) - Vključuje RR - programe, ki so usmerjeni v varstvo in izboljšanje človekovega zdravja;
- g) družbeni razvoj in storitve - Vključuje RR, ki se nanaša na družbene in kulturne probleme;
- h) splošni napredek znanja - Ta skupina zajema RR, ki prispeva k splošnemu napredku znanja in ga ne moremo pripisati določenim ciljem;
- i) obramba - Vključuje RR, ki se v osnovi izvaja v vojaške namene, ne glede na njegovo vsebino, ali na možnost posredne civilne uporabe. Vključuje tudi varstvo (obrambo) pred naravnimi nesrečami.

² Označite lahko več odgovorov.

3.3. Kateri so **neposredni rezultati** vašega raziskovalnega projekta glede na zgoraj označen potencialni pomen in razvojne cilje?

Razvita je nova tehnologija za proizvodnjo biomase obogatene z vitaminom B12, ki predstavlja tržno zelo zanimiv produkt. Hkrati pa tudi neposredno zmanjšuje obremenitev odpadnih vod z odplakami organskega izvora. Mlekarskim obratom istočasno zmanjšuje stroške z izpusti odpadnih vod, in omogoča dodaten vir zaslužka, v obliki funkcionalne biomase, ki je vir vitamina B12, uporabnega za živilsko ali farmacevtsko industrijo.

3.4. Kakšni so lahko **dolgoročni rezultati** vašega raziskovalnega projekta glede na zgoraj označen potencialni pomen in razvojne cilje?

Dolgoročni rezultati so trajna rešitev problema z odpadno sirotko v mlekarstvih odplakah in dodaten vir zaslužka, pomemben še posebej za majhne mlekarne. Biomasa obogatena z vitaminom B12, bo kot dodatek v funkcionalne živilske izdelke, izboljševala zdravje in počutje potrošnikov, kot dodatek za krmljenje živali pa izboljševala njihovo zdravje in pocenila tehnologijo.

3.5. Kje obstaja verjetnost, da bodo vaša znanstvena spoznanja deležna zaznavnega odziva?

- a) v domačih znanstvenih krogih;
- b) v mednarodnih znanstvenih krogih;
- c) pri domačih uporabnikih;
- d) pri mednarodnih uporabnikih.

3.6. Kdo (poleg sofinancerjev) že izraža interes po vaših spoznanjih oziroma rezultatih?

Drugi domači in nekateri tuji mlečno-predelovalni obrati.

3.7. Število diplomantov, magistrstov in doktorjev, ki so zaključili študij z vključenostjo v raziskovalni projekt?

V sklopu projekta sta sodelovala dva diplomanta in en doktor znanosti, vendar sta bila v izvedbo del vključena le z omejeno aktivnostjo.

4. Sodelovanje z tujimi partnerji:

4.1. Navedite število in obliko formalnega raziskovalnega sodelovanja s tujimi raziskovalnimi institucijami.

Delo je bilo pedvsem osredotočeno na Industrijskega poartnerja Mlinotest d.d., Ajdovščina

4.2. Kakšni so rezultati tovrstnega sodelovanja?

5. Bibliografski rezultati³ :

Za vodjo projekta in ostale raziskovalce v projektni skupini priložite bibliografske izpise za obdobje zadnjih treh let iz COBISS-a) oz. za medicinske vede iz Inštituta za biomedicinsko informatiko. Na bibliografskih izpisih označite tista dela, ki so nastala v okviru pričujočega projekta.

6. Druge reference⁴ vodje projekta in ostalih raziskovalcev, ki izhajajo iz raziskovalnega projekta:

Pridobljena so bila predvsem tehnološka znanja, ki jih bomo skušali najhitreje prenesti v industrijo.

³ Bibliografijo raziskovalcev si lahko natisnete sami iz spletne strani:<http://www.izum.si/>

⁴ Navedite tudi druge raziskovalne rezultate iz obdobja financiranja vašega projekta, ki niso zajeti v bibliografske izpise, zlasti pa tiste, ki se nanašajo na prenos znanja in tehnologije.

Navedite tudi podatke o vseh javnih in drugih predstavitvah projekta in njegovih rezultatov vključno s predstavitvami, ki so bile organizirane izključno za naročnika/naročnike projekta.

BIBLIOGRAFSKI PODATKI ZA PROJEKT CRP »Priprava funkcionalnih prehranskih izdelkov iz odpadne sirotke s povečano vsebnostjo vitamina B12 in probiotičnimi lastnostmi«

Vodja projekta: doc. dr. Hrvoje Petković

Na projektu so v skrčenem raziskovalnem programu, zaradi zmanjšanje sredstev financiranja sodelovali: doc. dr. Hrvoje Petković (vodja projekta - BF), dr. Boris Kovač (vodja raziskav v Mlinotestu), doc. dr. Marjan Simčič (vodja prehranskih študij - BF), slednji je bil v projekt naknadno vključen zaradi številnih izkušenj na področju prehrane in je nudil pomoč pri pripravi modelnih živil. Ostali raziskovalci, ki so delali na projektu: dr. Maja Paš (BF), Marko Blažič (MR – BF), Matej Šergan (tehnik – BF), Marinka Jan (BF) in Andreja Bregar Rijavec (Mlinotest).

Izbrani članki vodje projekta in raziskovalcev v katerih so bili uporabljeni določeni rezultati tega projekta:

1.06 Objavljeni znanstveni prispevek na konferenci (vabljeni predavanja)

1. RASPOR, Peter, ČADEŽ, Neža, JAMNIK, Polona, **PAŠ, Maja**, **PETKOVIĆ, Hrvoje**. Katere nove biotehnologije so se rodile od leta 1989 in kaj bo čez 20 let? = Which new biotechnologies were born in 1989 and what will be 20 years from now?. V: RASPOR, Peter (ur.). Posvetovanje Pomen biotehnologije in mikrobiologije za prihodnost, 2. in 3. december 2009, Ljubljana. BIA in biotehnologija na slovenski biotehnoški poti, (Pomen biotehnologije in mikrobiologije za prihodnost, 07). Ljubljana: Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo, Katedra za biotehnologijo, mikrobiologijo in varnost živil: BIA, 2009, str. 163-185. [COBISS.SI-ID 3725944]
2. **KOVAČ, Boris**. Postopki za zmanjševanje odpadkov v proizvodnji živil = Waste minimization in food processing. V: GAŠPERLIN, Lea (ur.), ŽLENDER, Božidar (ur.). Stranski proizvodi in odpadki v živilstvu - uporabnost in ekologija. Ljubljana: Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: Slovensko prehransko društvo, 2008, str. 37-44. [COBISS.SI-ID 3586168]
3. **KOVAČ, Boris**. Katere veščine zahteva praksa od inženirjev biotehnologije in česa inženirji ne znajo? = What skills requires practice and what biotechnologists cannot handle?. V: RASPOR, Peter (ur.). Posvetovanje Pomen biotehnologije in mikrobiologije za prihodnost, 2. in 3. december 2009, Ljubljana. BIA in biotehnologija na slovenski biotehnoški poti, (Pomen biotehnologije in mikrobiologije za prihodnost, 07). Ljubljana: Biotehniška fakulteta,

Oddelek za živilstvo, Katedra za biotehnologijo, mikrobiologijo in varnost živil: BIA, 2009, str. 127-134. [COBISS.SI-ID 3729528]

4. **PAŠ, Maja**, RASPOR, Peter. Biotehnološko izkoriščanje sekundarnih surovin iz živilstva = Biotechnological exploitation of secondary raw materials from food industry. V: GAŠPERLIN, Lea (ur.), ŽLENDER, Božidar (ur.). Stranski proizvodi in odpadki v živilstvu - uporabnost in ekologija. Ljubljana: Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: Slovensko prehransko društvo, 2008, str. 109-122. [COBISS.SI-ID 3426680]

1.08 Objavljeni znanstveni prispevek na konferenci

5. RASPOR, Peter, BATIČ, Martin, ČADEŽ, Neža, DANEVČIČ, Tjaša, AVBELJ, Martina, FUJS, Štefan, GASPARIČ, Aleš, GNEZDA MEIJER, Kaja, MIKLIČ MILEK, Damjana, HACIN, Janez, HOFFERLE, Špela, JAMNIK, Polona, JERMAN, Sergej, JENKO-BRINOVEC, Špelca, JERŠEK, Barbara, KLANČNIK, Anja, **KOVAČ, Boris**, KRAIGHER, Barbara, KURINČIČ, Marija, MAHNE, Ivan, MANDIČ-MULEC, Ines, MAVRI, Jan, **PAŠ, Maja**, ODIČ, Duško, **PETKOVIČ, Hrvoje**, PLAPER, Andreja, POVHE JEMEC, Katja, IVANČIČ, Tina, SMOLE MOŽINA, Sonja, STOPAR, David, STRES, Blaž, ŠERGAN, Matej, ŠTEFANIČ, Polonca, ZORMAN, Tina, ZUPAN, Jure. Mikrobiologija in biotehnologija živil in okolja = Microbiology and biotechnology of food and environment. V: RASPOR, Peter (ur.), PETKOVIČ, Hrvoje (ur.). Posvetovanje Pomen biotehnologije in mikrobiologije za prihodnost, 29. in 30. januar 2009, Ljubljana. Protimikrobne snovi, (Pomen biotehnologije in mikrobiologije za prihodnost, 06). Ljubljana: Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo, 2009, str. 259-272. [COBISS.SI-ID 3581304]

1.12 Objavljeni povzetek znanstvenega prispevka na konferenci

6. **SIMČIČ, Marjan**, POLAK, Tomaž, GOLOB, Terezija, JANEŠ, Anja. Energy and nutrient values of a military diet in Slovenia. V: RASPOR, Peter (ur.), BUZETI, Tatjana (ur.), GAŠPERLIN, Lea (ur.), JEVŠNIK, Mojca (ur.), **KOVAČ, Boris (ur.)**, KRUMPAK, Aleksandra (ur.), MEDVED, Petra (ur.), OŠTIR, Štefan (ur.), PLAGUTA, Primož (ur.), **SIMČIČ, Marjan** (ur.), SMOLE MOŽINA, Sonja (ur.). 3. slovenski kongres o hrani in prehrani = 3rd Slovenian Congress on Food and Nutrition, 23.-26. september 2007, Radenci, Slovenija. Tehnologija, inovacije, prehrana, zdravi potrošniki : zbornik izvlečkov : book of abstracts. Ljubljana: Slovenian Nutrition Society, 2007, str. 97, S10-05. [COBISS.SI-ID 3356792]

Urednik

7. 3. slovenski kongres o hrani in prehrani = 3rd Slovenian Congress on Food and Nutrition, 23.-26. september 2007, Radenci, Slovenija, RASPOR, Peter (ur.), BUZETI, Tatjana (ur.), GAŠPERLIN, Lea (ur.), JEVŠNIK, Mojca (ur.), **KOVAČ, Boris (ur.)**, KRUMPAK, Aleksandra (ur.), MEDVED, Petra (ur.), OŠTIR, Štefan (ur.), PLAGUTA, Primož (ur.), **SIMČIČ, Marjan (ur.)**, SMOLE MOŽINA, Sonja (ur.). Tehnologija, inovacije, prehrana,

zdravi potrošniki : zbornik izvlečkov = Food processing, innovation, nutrition, healthy consumers : book of abstracts. Ljubljana: Slovenian Nutrition Society, 2007. 216 str. ISBN 978-961-90571-2-4. [COBISS.SI-ID 234939904]

2.18 Raziskovalni ali dokumentarni film, zvočni ali video posnetek

8. ANDERLUH, Marko, **SIMČIČ, Marjan**, OBREZA, Aleš, GAŠPERLIN, Mirjana, IHAN, Alojz, ŠELIH, Vid Simon, OGOREVC, Božidar, SIMONOVSKA, Breda, PUKLAVEC, Mateja, VOVK, Irena, ČERNELIČ, Katarina. Resnice in neresnice o vitaminih in mineralih : Televizija Slovenija : I. program : dokumentarna oddaja. Ljubljana, 5. oktober 2009. [COBISS.SI-ID 2656881]