



Svetovni dan hrane 2020



Projekt LAKTIKA in LIFE for Acid Whey: Izraba sirotke kot surovine za izdelavo visoko vrednih proizvodov

¹Bojana BOGOVIČ MATIJAŠIĆ, ¹Diana PAVELJŠEK, ¹Jernej OBERČKAL, ¹Petra MOHAR LORBEG, ¹Nina SKALE, ¹Borut KOLENC, ¹Mojca POTOČNIK, ¹Špela GRUDEN, ¹Nataša POKLAR ULRIH, ²**Maja ZUPANČIČ JUSTIN**, ²Marko KETE, ²Mateja FRANČEŠKIN KRAPEŽ, ²Dejan SUBAN, ²Maja ČIČ, ²Tinkara ROZINA ³Robert ROŠKAR, ³Albin KRISTL, ³Jurij TRONTELJ, ³Timeja PLANINŠEK PARFANT, ³Nika OSEL,
³Mirjana GAŠPERLIN, ³Blaž GRILC, ³Maja BJELOŠEVIĆ, ⁴Hermina BUKŠEK, ⁴Irena PETRINIĆ, ⁴Marjana SIMONIČ

¹ UL, Biotehniška fakulteta, ²Arhel d.o.o., ³UM, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo, ⁴UL, Fakulteta za farmacijo



<http://lifeforacidwhey.arhel.si>

VSEBINA PREDAVANJA

- Sirotka: problem mlekarske industrije
- Sirotka: vir visoko vrednih hranil in energije
- Laktoferin – sirotkin protein posebnega pomena
- Sirotka: osnova raznovrstnih biotehnoloških pretvorb in produktov
- Poznamo več vrst sirotk
- Izzivi mlekarske industrije pri izrabi sirotke
- Okvir projekta LIFE for Acid Whey
- Okvir projekta LAKTIKA
- Najpomembnejši dosežki obeh projektov
- Koordiniramo aktivnosti na sedmih lokacijah
- Izzivi za prihodnost

EVROPSKA UNIJA
EVROPSKI SKLAD ZA
REGIONALNI RAZVOJ
NALOŽBA V VAŠO PRIHODNOST

LAKTIKA

<http://laktika.arhel.si/>



SIROTKA: PROBLEM MLEKARSKE INDUSTRIE

Letne količine sirotke so ogromne!

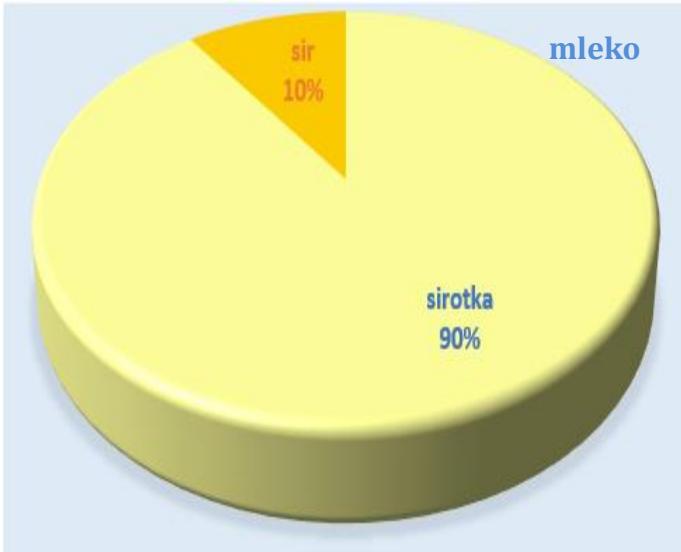
- Sirotka predstavlja 85 – 95% mlekarskih odpadnih voda¹
- Globalna proizvodnja sirotke ocenjena na 10^8 ton/letno²
- Celotna proizvodnja sirotke v EU ocenjena na 40×10^6 ton/letno¹
- Viški sirotke v EU ocenjeni na 13×10^6 ton/leto¹

1. Zotta et al, Valorization of sheese whey using microbial fermentation, App Microb. And Biot., 2020

2. Carvalho et al., Cheese whey wastewater: characterization and treatmen, Sci. Tot Env.2013



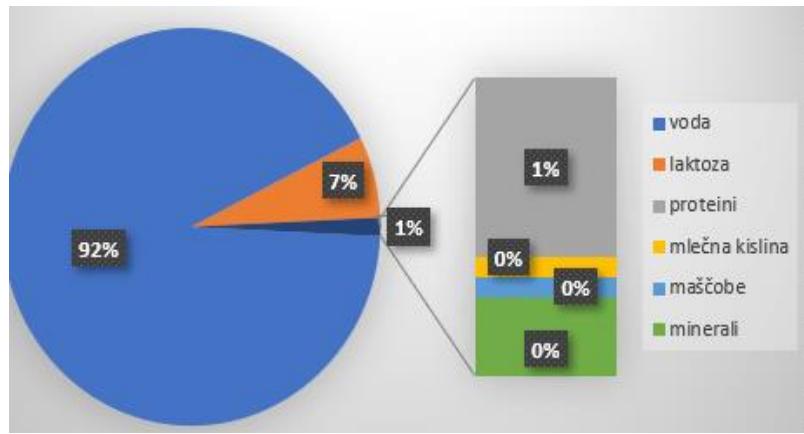
Pri proizvodnji 1 kg sira
nastane ca 9 – 10 L
sirotke!



Sirotka ima zelo visoko biološko obremenitev!

- KPK 50 – 70 gO₂/L
- BPK 27 – 60 gO₂/L

Pretežni del sirotke predstavlja voda!



Primer sestave sladke sirotke

| | % |
|---|-----|
| voda | 92 |
| laktoza | 6,6 |
| proteini | 0,9 |
| mlečna kislina | 0,1 |
| mašcobe | 0,1 |
| minerali (kalcij, fosfor, kalij, natrij, kloridi) | 0,4 |
| Vitamini skupine B | |

SIROTKA: VIR VISOKOVREDNIH HRANIL IN ENERGIJE

V sirotki še vedno ostaja 55% hraničnih snovi iz mleka.

20% proteinov mleka so sirotkini proteini

Posamezne komponente (proteini) imajo pomembne bioaktivne in funkcionalne lastnosti.

Kravje mleko

g/L

Kazeini

26,0

Sirotkini proteini

6,3

β-laktoglobulin

3,2

α-laktalbumin

1,2

Immunoglobulini

0,7

Lactoferrin

0,1

Goveji serumski protein

0,4

Laktoperoxidaza

0,03

Lizocim

0,0004

Osteopontin

V sledovih

Glokomakropeptid (GMP)*

1,5

Bioaktivne in funkcionalne lastnosti

Novi napredni tehnološki postopki omogočajo separacijo posameznih sirotkinih komponent

| SIROTKINI PROTEINI | | |
|--|----------------------------------|--|
| Bioaktivna vloga (fiziološki učinki) v organizmu | Funkcionalne lastnosti v živilih | |
| Protimikrobeno delovanje (protibakterijsko, protimikotično, protivirusno) | | |
| Antioksidativno delovanje | | |
| Imunomodulatorno | | |
| Proti tumorsko | | |
| Prebiotična vloga | | |
| Antihipertenzivno deluje | | |
| Protivnetno | | |
| Antikoagulantna lastnost | | |
| Zniževanje apetita | | |
| Opioidni agonisti in antagonisti | | |
| RABA | | |
| Nova zdravila, prehranska dopolnila, specialna dietna prehrana, otroške formule, kozmetika | | |
| Športna prehrana, živila z manj maščob, s proteinimi obogatena živila, naravni aditivi živilom | | |

LAKTOFERIN – SIROTKIN PROTEIN POSEBNEGA POMENA



**80 kDa globularen glikoprotein s kapaciteto vezave železa
Visoka tržna vrednost!**

VSESTRANSKI KORISTNI UČINKI ZA ZDRAVJE

- Bakteriostatična, baktericidna, protiglivna, protivirusna aktivnost
- Stimulacija razvoja intestinalnega epitelija
- Antioksidativna aktivnost
- Imunoregulatorno delovanje in regulacija vnetnega odziva
- Preprečevanje anemije povezane s pomanjkanjem železa
- Protitumorska aktivnost
- Zdravje kosti
- Uravnavanje telesne teže in ravni sladkorja
-

Kako ohraniti bioaktivnost?
Kako se soočiti z nizkimi koncentracijami?

| Mleko / proteini | Kravje (g/l) | Humano (g/l) |
|------------------|--------------|--------------|
| Kazeini | 26,0 | 2,7 |
| Imunoglobulini | 0,7 | 1,3 |
| Laktoferin | 0,1 | 1,5 |
| Laktoperoksidaza | 0,03 | 1,5 |
| Lizocim | 0,0004 | 0,1 |

SIROTKA: OSNOVA ŠTEVILNIH BIOTEHNOLOŠKIH PRODUKTOV

Fizikalno - kemski postopki
predelave

Izolacija posameznih proteinov: LF, LPO, IgG, α -lactalbumin, β -laktoglobulin,)



Ekstrakcija drugih sirotkinih komponent: laktoza, minerali, mlečna kislina, sirotkin proteinski koncentrat, ...



Pridobivanje mlekarskih starterskih kultur, probiotikov in njihovih metabolitov (vitamini, encimi, bakteriocini...)

Pridobivanje, prebiotikov, sladil, organskih kislin, sekundarnih alkoholov, polimerov itd. iz laktoze



Proizvodnja vitaminov, karotenoidov, biopolimerov, kvasnega proteina, itd.

Proizvodnja biogoriv (bioetanol, biodizel, vodik, bioplín).
.....
Rastlinska gnojila



Biotehnoški postopki
predelave

POZNAMO VEČ VRST SIROTK

Način predelave mleka vpliva na sestavo sirotke

- Sladka (sirilo)
- Kisla (mlečnokislinske bakterije, kisline)
- Slana (dodatek soli)
- Sekundarna sirotka (zakisanje in dodatna toplotna obdelava)
-

Prednosti in omejitve kisle sirotke

- Visoka koncentracija mlečnokislinskih bakterij
- Nizek pH (<5,6)
- Višja vrednost mineralov (višja vrednost pepela v prašku)
- Višja vrednost mlečne kisline (higroskopnost)
- Drugačna sestava sirotkinih proteinov

| | Laktoza | Mlečna kislina | Minerali | Proteini | Laktoferin |
|----------------|---------|----------------|-----------|----------|------------|
| g/L whey | | | | | |
| Sladka sirotka | 46 - 52 | 1,5 | 2,5 – 4,7 | 6 - 10 | 0,05 |
| Kisla sirotka | 44 - 46 | 5,5 | 4,3 - 7,2 | 6 - 8 | 0,1 - 2 |

IZZIVI MLEKARSKE INDUSTRIJE PRI IZRABI SIROTKE

Ravnanje s sirotko je še posebej težavno za male mlekarne!

- Izpust v kanalizacijo in komunalne čistilne naprave ni dovoljen
- Za mnoge bioplinarne lahko predstavlja preveliko hidravlično obremenitev
- Sirotke se glede na tehnološki postopek predelave mleka zelo razlikujejo (sladka, kisla, slana, sekundarna s. po izdelavi albuminske skute)
- Iizraba posameznih sirotkinih sestavin zahteva tehnološko opremo, ki je klasična mala mlekarni običajno nima (membranska filtracija, sušenje z razprševanje; liofilizacija)

Pridobivanje posameznih sirotkinih komponent v prahu je večinoma rentabilno pri obravnavi velikih količin sirotke

| VRSTA | Cena na trgu (€/ton) |
|---|----------------------|
| Tekoča sladka sirotka | 25 - 30 |
| Sirotkin koncentrat (CW) | 1000-1200 |
| Laktoza (food-grade) | 1600 - 1700 |
| Sirotkin permeat (WP) | 700 - 800 |
| Sirotkin koncentrat 35 (WPC 35) | 3200 |
| Sirotkin koncentrat 60 (WPC 60) | 4900 - 5200 |
| Sirotkin koncentrat 80 (WPC 80) | 8500 - 12000 |
| Demineralizirana sirotka v prahu 150 (DEMI 150) | 1500 - 1700 |
| Demineralizirana sirotka v prahu 170 (DEMI170) | 1800 - 1900 |
| Demineralizirana sirotka v prahu 190 (DEMI 190) | 2300 - 2600 |

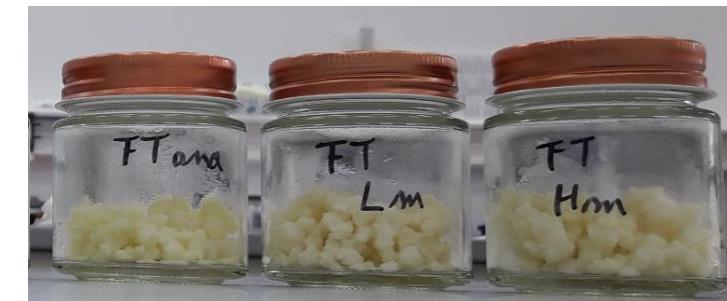
OKVIR PROJEKTA LIFE for Acid Whey

KISLA
SIROTKA

IZOLACIJA
LAKTOFERINA

MLEČNO-
KISLINSKE
BAKTERIJE

BIOPLIN



Poiskati rešitev za kislo sirotko, ki zaradi mlečne kisline manj primerna za nadaljnjo izrabo.

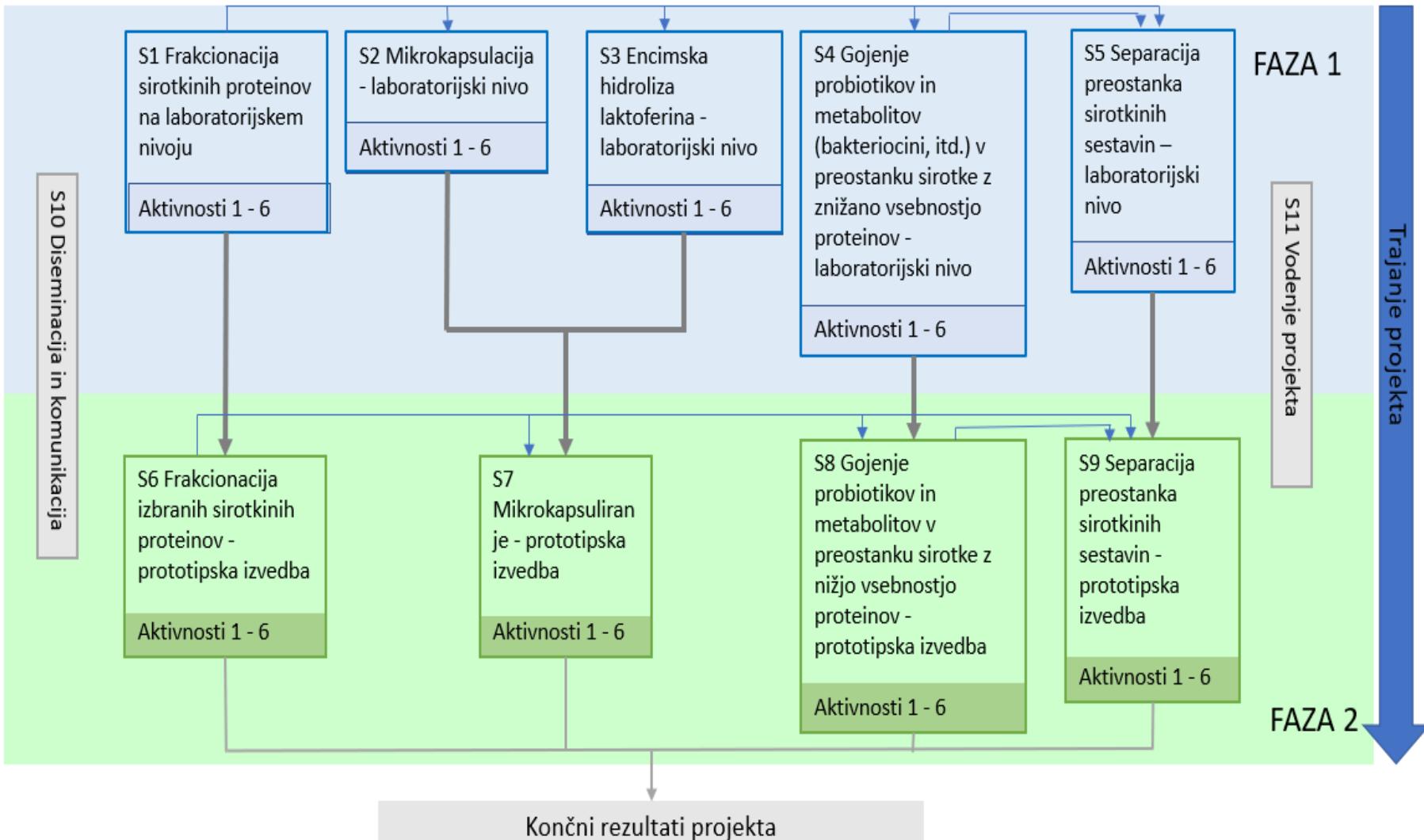
Postaviti metodo za separacijo laktoferina. Izvesti postopek na demonstrativnem nivoju.

Testirati uporabnost preostanka sirotke kot gojišča za mlekarske starterske kulture in probiotike.

Odvesti preostanek sirotke v bioplinaro za pridobivanje bioplina.

OKVIR PROJEKTA LAKTIKA

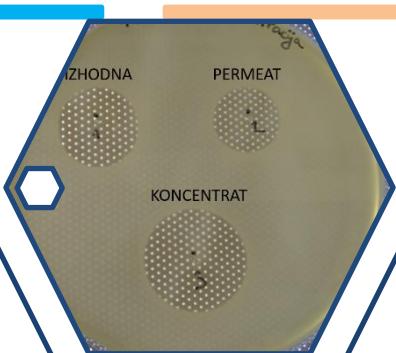
LAKTIKA



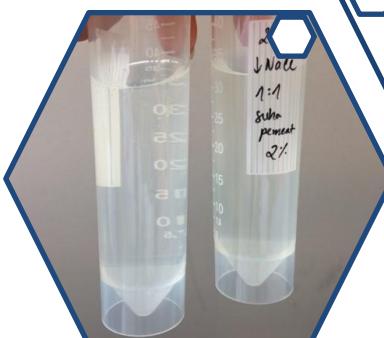
NAJPOMEMBNEJŠI DOSEŽKI OBEH PROJEKTOV



Gojili laktokoke in pridobili nizin, probiotike, MKB s proizvodnjo vitamina B12, kefira z izolacijo kefirana

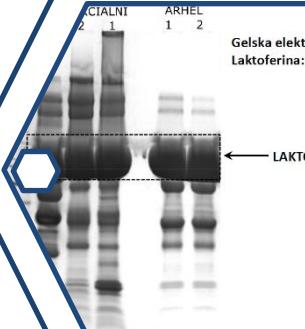


Ekstrakcija visoko čiste in bioaktivne oblike lakoferina



Razvili kozmetična produkta iz posameznih frakcij sirotke (šampon, čistilni tonik za obraz)

Selektivno precipitirali α -LA; stabilizirali sirotkin izolat s prevlado, β -LG in višjim deležem LF



Razvoj analitike in metod ekstrakcije posameznih s. proteinov (LPO, IgG, α -LA, β -LG, GMP) in metabolitov



Hidrolizirali lakoferin za ojačitev protimikrobnih aktivnosti



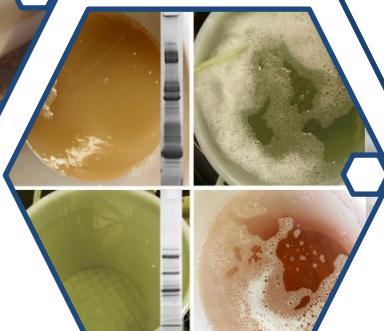
Razvita formulacija prehranskega dopolnila z lakoferinom z gastrorezistentno oblogo



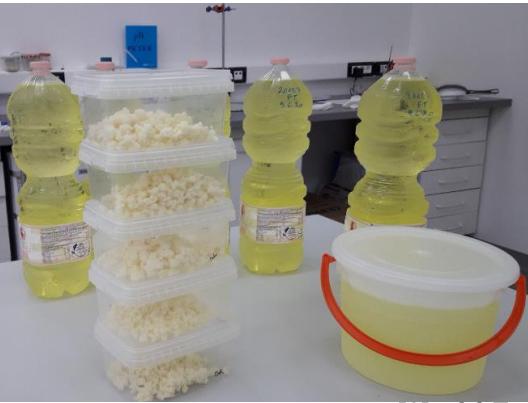
Razvoj posipa za lakofermentacijo organskih odpadkov



Zgostili sirotkine frakcije s postopkom osmoze



KOORDINIRAMO DELO NA SEDMIH LOKACIJAH



IZZIVI ZA PROHODNOST

- Prehod na industrijski nivo proizvodnje in optimizacija
- Oblikovanje končnih produktov iz pridobljenih surovin
- Iskanje in utrditev prodajnih kanalov
- Utrditi povezave z mlekarsko industrijo na področju dobave sirotk kot surovine ali prenosa novo-razvitih tehnologij

ZAHVALA SOFINANCERJEM PROJEKTOV



LIFE for Acid Whey:

Reuse of waste acid whey for the extraction of bioactive proteins with high added value

LIFE16 ENV/SI/000335

July 2017 – June 2021

Program LIFE Okolje

Evropska komisija

<https://ec.europa.eu/easme/en/life>



EVROPSKA UNIJA
EVROPSKI SKLAD ZA
REGIONALNI RAZVOJ
NALOŽBA V VAŠO PRIHODNOST

LAKTIKA

operacije št. C3330-18-952002

Frakcioniranje in oplemenitenje sirotkinih proteinov ter izraba preostanka za oblikovanje novih funkcionalnih živil in prehranskih dopolnil

Operativnega programa za izvajanje Evropske kohezijske politike v obdobju 2014-2020

HVALA ZA POZORNOST

Predstavila:

Dr. Maja Zupančič Justin, Arhel d.o.o.

Kontakti:

Biotehniška fakulteta, Univerza v Ljubljani,

Jamnikarjeva 101, 1000 Ljubljana;

bojana.bogovic@bf.uni-lj.si

Arhel d.o.o., Pustovrhova 15, 1000 Ljubljana;

maja.justin@arhel.si, info@arhel.si

Fakulteta za farmacijo, Univerza v Ljubljani,

Aškerčeva cesta 7, 1000 Ljubljana;

Robert.Roskar@ffa.uni-lj.si

Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo, Univerza v Mariboru,

Smetanova ulica, 17, 2000 Maribor;

marjana.simonic@um.si

Koordinator projektov:



Partnerji projektov:



INSTITUT ZA MLEKARSTVO IN PROBIOTIKE
INSTITUTE OF DAIRY SCIENCE & PROBIOTICS



Fakulteta za kemijo
in kemijsko tehnologijo