

**NASTAVNO-NAUČNOM VEĆU
TEHNOLOŠKO-METALURŠKOG FAKULTETA
UNIVERZITETA U BEOGRADU**

Na sednici Nastavno-naučnog veća Tehnološko-metalurškog fakulteta Univerziteta u Beogradu održanoj 29.03.2012. godine imenovani smo za članove Komisije za ocenu naučne zasnovanosti teme doktorske disertacije Aleksandre Đukić-Vuković, dipl. farm. pod naslovom:

**PROIZVODNJA MLEČNE KISELINE I PROBIOTSKE BIOMASE NA
DESTILERIJSKOJ DŽIBRI**

O predloženoj temi i njenoj naučnoj zasnovanosti podnosimo sledeći

IZVEŠTAJ

1. PODACI O KANDIDATU

Opšti biografski podaci

Aleksandra Đukić-Vuković rođena je 30.07.1984. godine u Smederevu. Osnovnu školu i gimnaziju „Branko Radičević“ završila je sa odličnim uspehom u Kovinu. Diplomirala je na Farmaceutskom fakultetu u Beogradu 05. maja 2008. godine sa prosečnom ocenom 8,84. Završila je pripravnički staž za diplomirane farmaceute u junu 2009. godine i stekla licencu za obavljanje farmaceutske zdravstvene delatnosti. Govori, čita i piše engleski jezik, a služi se nemačkim jezikom. Doktorske studije na Tehnološko-metalurškog fakulteta je upisala školske 2008/2009. godine, na smeru Biohemijско inženjerstvo i biotehnologija sa prosekom 10,00 i svim položenim ispitima. Spisak položenih ispita na doktorskim studijama:

Predmet	Broj ESPB	Ocena
1. Hemijska kinetika	5	10
2. Odabrana poglavlja biohemije - vitamini	5	10
3. Matematička obrada eksperimentalnih podataka	5	10
4. Fenomeni prenosa u biološkim sistemima	5	10
5. Inženjerstvo ćelije	5	10
6. Analiza tragova specifičnih zagađujućih materija	4	10
7. Bioaktivne materije u kozmetičkim proizvodima	4	10
8. Biomasa kao izvor energije	4	10
9. Imobilisani biokatalizatori: tehnike imobilizacije, bioreaktori i primena	6	10
10. Odabrana poglavlja instrumentalne analize	7	10
11. Završni ispit	30	10
UKUPNO	80	-

Od juna 2009. do januara 2011. godine je bila stipendista Ministarstva za nauku i tehnološki razvoj Republike Srbije. U zvanje istraživač pripravnik izabrana je 23.09.2010. godine. U zvanje istraživač saradnik izabrana je 12.07. 2011. godine. Od 2009. godine je

angažovana na Projektu TR20064 *Razvoj biotehnoloških postupaka za proizvodnju aditiva i novih formulacija za prehrambenu industriju* Ministarstva za nauku i tehnološki razvoj. Od januara 2010. godine angažovana je na Projektu TR18002 Ministarstva za nauku i tehnološki razvoj *Povećanje efikasnosti proizvodnje bioetanola na obnovljivim sirovinama potpunim iskorišćenjem sporednih proizvoda*. Od 01.02.2011. godine zaposlena je na Tehnološko-metalurškom fakultetu, Katedra za biohemijsko inženjerstvo i biotehnologiju, pri projektu Ministarstva za nauku i tehnološki razvoj TR 31017 *Proizvodnja mlečne kiseline i probiotika na otpadnim proizvodima prehrambene i agro-industrije*.

Angažovana je u izvođenju vežbi iz predmeta Farmaceutska biotehnologija (školska 2010/2011; 2011/2012) na osnovnim studijama i Farmaceutska biotehnologija i Analitika životnih namirnica na master studijama (školska 2011/2012).

Aleksandra Đukić-Vuković je koautor tri naučna rada u međunarodnim časopisima (oznaka grupe **M20**: vrsta rezultata **M21**– 1 rad, vrsta rezultata **M23**– 2 rada), dva rada u časopisu nacionalnog značaja (oznaka grupe **M50**: vrsta rezultata **M51**– 1 rad, vrsta rezultata **M52**– 1 rad) i trinaest saopštenja na međunarodnim i domaćim skupovima (oznaka grupe **M30**: vrsta rezultata, **M33**– 1 rad, vrsta rezultata **M34**– 5 radova, oznaka grupe **M60**: vrsta rezultata **M63**– 3 rada, vrsta rezultata **M64**– 4 rada).

Spisak objavljenih naučnih radova:

Radovi u vrhunskom međunarodnom časopisu (M21)

1. A. Đukić-Vuković, L. Mojović, M. Vukašinović-Sekulić, M. Rakin, Svetlana Nikolić, Jelena Pejin, Maja Bulatović, Effect of different fermentation parameters on L- lactic acid production from liquid distillery stillage, Food Chemistry, DOI: 10.1016/j.foodchem.2012.03.011 IF(2010)=3,458 (ISSN 0308-8146)

Radovi u međunarodnom časopisu (M23)

1. A. Đukić Vuković, L. Mojović, D. Pejin, M. Vukašinović-Sekulić, M. Rakin, S. Nikolić, J. Pejin, Novi pravci i izazovi u proizvodnji mlečne kiseline na obnovljivim sirovinama, Hemijska industrija, 65 (4) (2011), 411–422. IF(2010)=0,137 (ISSN 0367-598X)
2. Maja Lj. Bulatović, Marica B. Rakin, Ljiljana V. Mojović, Svetlana B. Nikolić, Maja S. Vukašinović Sekulić, A. Đukić Vuković, Surutka kao sirovina za proizvodnju funkcionalnih napitaka, Hemijska industrija, DOI: 10.2298/HEMIND111124009B, IF(2010)=0,137 (ISSN 0367-598X)

Saopštenje sa međunarodnog skupa štampano u celini (M33)

1. A. Đukić Vuković, S. Nikolić, L. Mojović, D. Pejin, M. Rakin, J. Pejin, M. Bulatović, The possibilities of utilization of stillage from the production of bioethanol on starch feedstocks, XIX International Symposium on Alcohol Fuels – ISAF/2nd Lignocellulosic Bioethanol Conference, October 10-14, 2011, Verona, Paper No. 10987, TP1.A3

Saopštenje sa međunarodnog skupa štampano u izvodu (M34)

1. Ćurčić Jovanović M., Djukić-Ćosić D., Ilić M., Mitrović M., Torbica S., Djukić A., Matović V. Fluoride content in spring waters of mountains in Serbia. Fourth Congress on

Pharmacy of Macedonia with international participation; September 26-30, 2007; Ohrid, R Macedonia, *Maced Pharm Bull*, Book of abstracts: 53(1,2): 326.

2. L. Mojović, M. Vukašinović Sekulić, A. Đukić, D. Pejin, M. Rakin, J. Pejin, S. Nikolić, Production of lactic acid on liquid distillery stillage. Book of abstracts- Second International Conference Sustainable Postharvest and Food Technologies- INOPTEP 2011, April 2011, Velika Plana, Srbija, Ed. National Society of Processing and Energy in Agriculture, p.86.

3. A. Djukić-Vuković, M. Rakin, L. Mojović, M. Vukašinović-Sekulić, S. Nikolić, Possibilities to lactic acid production on different agricultural by-products, 8th European Congress of Chemical engineering/ 1st European Congress of Applied Biotechnology (ECCE/ECAB), Berlin, Germany, September 25-29, 2011., DECHEMA e.V., Society for Chemical Engineering and Biotechnology, Poster list No. P 36.23

4. A. Djukić-Vuković, L. Mojović, M. Vukašinović-Sekulić, M. Rakin, S. Nikolić, M. Bulatović, J. Pejin, Impact of oxygen exposure and shaking on lactic acid fermentation by *Lactobacillus rhamnosus* ATCC 7469 on liquid stillage, Microbiologia Balkanica 2011/MICROMED 2011, 7th Balkan Congress of microbiology/8th Congress of Serbian Microbiologists, October 25-29, 2011, Belgrade, Serbia, Serbian Society for Medical microbiology and Serbian Society for Microbiology, Proceedings – CD ROM (ISBN 978-86-914897-0-01)

5. A. Đukić-Vuković, S. Nikolić, L. Mojović, D. Pejin, M. Rakin, J. Pejin, M. Bulatović, The possibilities of utilization of stillage from the production of bioethanol on starch feedstocks, XIX International Symposium on Alcohol Fuels – ISAF/ 2nd Lignocellulosic Bioethanol Conference, October 10-14, 2011, Verona, Poster No. TP1.A3

Radovi u vodećem časopisu nacionalnog značaja (M51)

1. L. Mojović, M. Vukašinović Sekulić, A. Đukić, D. Pejin, M. Rakin, J. Pejin, S. Nikolić, Production of lactic acid on liquid distillery stillage, Journal on Processing and Energy in Agriculture (former PTEP), (2011) 15(1)1-5. (ISSN 1821-4487)

Radovi u časopisu nacionalnog značaja (M52)

1. A. Đukić-Vuković, L. Mojović, D. Pejin, M. Vukašinović-Sekulić, M. Rakin, S. Nikolić, J. Pejin, Proizvodnja mlečne kiseline na tečnoj destilerijskoj džibri pomoću *Lactobacillus rhamnosus* ATCC 7469, Zbornik radova Tehnološkog fakulteta, Leskovac, 20 (2011) 96-104. (ISSN 0352-6542)

Saopštenje sa skupa nacionalnog značaja štampano u celini (M63)

1. A. Đukić, L. Mojović, M. Vukašinović-Sekulić, D. Pejin, M. Rakin, J. Pejin, S. Nikolić, Uticaj temperature i prisustva kiseonika na mlečno-kiselinsku fermentaciju pomoću *Lactobacillus paracasei* ssp. *paracasei* NRRLB 4654 na tečnoj destilerijskoj džibri, Nacionalna konferencija sa međunarodnim učešćem „Biotehnologija za održivi razvoj“, Tehnološko-metalurški fakultet Univerziteta u Beogradu, Beograd, 24-26. novembar 2010., Knjiga celih radova - CD izdanje, str. 25-28.

2. M. Vukašinović-Sekulić, L. Mojović, M. Rakin, S. Nikolić, A. Đukić, M. Marković, S. Markov, Selection of strains from *Lactobacillus* sp. for lactic acid fermentation of thin stillage, Nacionalna konferencija sa međunarodnim učešćem „Biotehnologija za održivi

razvoj“, Tehnološko-metalurški fakultet Univerziteta u Beogradu, Beograd, 24-26. novembar 2010., Knjiga celih radova - CD izdanje, str. 41-44.

3. S. Nikolić, M. Vukašinović-Sekulić, D. Pejin, L. Mojović, M. Rakin, J. Pejin, A. Đukić, Proizvodnja mlečne kiseline iz kukuruzne tečne džibre pomoću *Lactobacillus rhamnosus* ATCC 7469, Nacionalna konferencija sa međunarodnim učešćem „Biotehnologija za održivi razvoj“, Tehnološko-metalurški fakultet Univerziteta u Beogradu, Beograd, 24-26. novembar 2010., Knjiga celih radova - CD izdanje, str. 61-64.

Saopštenje sa skupa nacionalnog značaja štampano u izvodu (M64)

1. A. Đukić, L. Mojović, M. Vukašinović-Sekulić, D. Pejin, M. Rakin, J. Pejin, S. Nikolić, Uticaj temperature i prisustva kiseonika na mlečno-kiselinsku fermentaciju pomoću *Lactobacillus paracasei* ssp. *paracasei* NRRLB 4654 na tečnoj destilerijskoj džibri, Nacionalna konferencija sa međunarodnim učešćem „Biotehnologija za održivi razvoj“, Tehnološko-metalurški fakultet Univerziteta u Beogradu, Beograd, 24-26. novembar 2010., Knjiga izvoda radova, str. 30.

2. M. Vukašinović-Sekulić, L. Mojović, M. Rakin, S. Nikolić, A. Đukić, M. Marković, S. Markov, Selection of strains from *Lactobacillus* sp. for lactic acid fermentation of thin stillage, Nacionalna konferencija sa međunarodnim učešćem „Biotehnologija za održivi razvoj“, Tehnološko-metalurški fakultet Univerziteta u Beogradu, Beograd, 24-26. novembar 2010., Knjiga izvoda radova, str. 40.

3. S. Nikolić, M. Vukašinović-Sekulić, D. Pejin, L. Mojović, M. Rakin, J. Pejin, A. Đukić, Proizvodnja mlečne kiseline iz kukuruzne tečne džibre pomoću *Lactobacillus rhamnosus* ATCC 7469, Nacionalna konferencija sa međunarodnim učešćem „Biotehnologija za održivi razvoj“, Tehnološko-metalurški fakultet Univerziteta u Beogradu, Beograd, 24-26. novembar 2010., Knjiga izvoda radova, str. 50

4. A. Đukić-Vuković, L. Mojović, D. Pejin, M. Vukašinović-Sekulić, M. Rakin, S. Nikolić, J. Pejin, Production of lactic acid on liquid distillery stillage by *Lactobacillus rhamnosus*, 9th SYMPOSIUM „Novel technologies and economic development“, Faculty of Technology, Leskovac, October 20-22, 2011., Book of abstracts, p. 61, Poster No. BPT-17

Ocena podobnosti kandidata za rad na predloženoj temi

Na osnovu dosadašnjeg rada i pokazanih rezultata tokom poslediplomskih studija i u okviru naučno-istraživačkog rada na projektima Ministarstva za nauku i tehnološki razvoj, odnosno Ministarstva za prosvetu i nauku Republike Srbije, TR 20064 (2008-2010), TR18002 (2008-2010) i TR 31017 (2011-2013), Aleksandra Đukić-Vuković, dipl. farm., je pokazala sklonost i izrazitu sposobnost za bavljenje naučno-istraživačkim radom. Takođe, tema doktorske disertacije pripada oblasti iz koje je objavila 2 naučna rada štampana u časopisima međunarodnog značaja, 2 naučna rada štampana u nacionalnim časopisima i 13 saopštenje na međunarodnim i domaćim skupovima, što ukazuje da je ispunila potrebne uslove za rad na predloženoj temi doktorske disertacije.

2. PREDMET I CILJ ISTRAŽIVANJA

Mlečna kiselina je značajna sirovina u prehrambenoj industriji, a poslednja decenija je obeležena ekspanzijom na polju primene biodegradabilnih polimera mlečne kiseline –

polilaktida, kao biodegradabilnih, biokompatibilnih polimera u farmaceutskoj industriji i proizvodnji ekoloških materijala za pakovanje [1]. Da bi se smanjili troškovi fermentacione proizvodnje mlečne kiseline kao sirovine za proizvodnju polilaktida intenzivno se istražuju mogućnosti korišćenja otpadnih i sporednih proizvoda agro-industrije kao supstrata za mlečno-kiselinske bakterije [2-4]. Proizvodnja bioetanola kao alternativnog goriva je u najvećoj meri, i u svetu i u Srbiji, zasnovana na skrobnim sirovinama i to u našoj zemlji prvenstveno na kukuruzu [5]. U procesu proizvodnje bioethanola na skrobnim sirovinama zaostaje značajna količina džibre bogate organskim materijama koja se ne može ispuštati u vodotokove bez prethodnog tretmana [6]. Hemijski tretman značajno umanjuje profitabilnost proizvodnje bioetanola, pa bi cilj ove doktorske disertacije bio ispitivanje mogućnosti korišćenje džibre kao otpadnog proizvoda za proizvodnju mlečne kiseline i probiotske biomase što bi donelo značajnu dodatnu vrednost procesu. Budući da je dokumentovana mogućnost korišćenja džibre u ishrani životinja kao i probiotske karakteristike velikog broja vrsta mlečno-kiselinskih bakterija, profermentisani medijum sa zaostalom biomasom bi se mogao koristiti kao visoko kvalitetna stočna hrana [7-8].

U istraživanjima na drugim sirovinama kao važni faktori fermentacije ističu se temperatura, pH kontrola, početna koncentracija šećera, mešanje, procenat inokuluma [9]. Različiti tehnološki postupci (šaržna fermentacija, dolivni postupak, postupak sa imobilisanom biomasom) primenjeni na mlečno-kiselinske fermentacije na različitim supstratima utiču na povećanje produktivnosti i prinosa procesa, što je jedan od osnovnih ciljeva [9-12]. Mogućnost integrisane proizvodnje mlečne kiseline i probiotske biomase na otpadnih supstratima nije do sada ispitivana i u okviru ove disertacije bi jedan od ciljeva bio i *in vitro* ispitivanje probiotskih karakteristika zaostale biomase nakon završene fermentacije [13].

Literatura

1. Gupta B, Revagade N, Hilborn J (2007), Prog Polym Sci 32:455-482.
2. Tejayadi S, Cheryan M (1995), Appl Microbiol Biotechnol 43:242-248.
3. Hofvendahl K, Hahn-Hägerdal B (1997), Enzyme Microb Technol 20: 301-307.
4. Kim J-H, Block DE, Shoemaker SP, Mills DA (2010), Appl. Microbiol. Biotechnol. 86:1375-1385.
5. Nikolić S, Mojović L, Rakin M, Pejin D, Pejin J (2010). Food Chem 122:216-222.
6. Kim JS, Kim BG, Lee CH, Kim SW, Koh JH, Fan AG (1997), J Clean Prod 5:263-267.
7. Wilkie AC, Riedesel KJ, Owens JM (2000), Biomass Bioenerg 19:63-102.
8. Gaggia F, Mattarelli P, Biavati B (2010), Int J Food Microbiol 141:S15-S28.
9. Hofvendahl K, Hahn-Hägerdal B (2000), Enzyme Microb Technol 26:87-107.
10. Büyükkileci AO, Harsa S (2004), J Chem Technol Biotechnol 79:1036-1040.
11. Ding S, Tan T (2006), Process Biochem 41:1451-1454.
12. Schepers AW, Thibault J, Lacroix C (2006), Enzyme Microb Technol 38:324-337.
13. Succi M, Tremonte P, Reale A, Sorrentino E, Grazia L, Pacifico S, Coppola R (2005), FEMS Microbiol Lett 244:129-137.

3. POLAZNE HIPOTEZE

Polazeći od literaturnih podataka i hemijske karakterizacije džibre kao supstrata u ovoj doktorskoj disertaciji izvršiće se selekcija mlečno-kiselinskih bakterija. Važni parametri procesa proizvodnje mlečne kiseline iz džibre (temperatura, pH, način kontrole pH, sastav medijuma, mešanje, koncentracija inokuluma, dodatak šećera, i eventualno drugih nutrijenata) biće ispitani u cilju povećanja prinosa i koncentracije mlečne kiseline u medijumu. Različitim tehnološkim postupcima (dolivno i uz imobilizaciju izabranih mlečno-kiselinskih bakterija) ispitaće se mogućnosti da se efikasnije iskoristi supstrat uz skraćanje vremena fermentacije i povećana produktivnost u odnosu na klasičan šaržni postupak. Zaostala biomasa mlečno-kiselinskih bakterija je sporedni proizvod dobrih nutritivnih svojstava i može biti vredan dodatak ishrani životinja.

4. NAUČNE METODE ISTRAŽIVANJA

Za karakterisanje hemijskog sastava džibre koristiće se metoda tečne hromatografije (HPLC), atomske apsorpcione spektrometrije (AAS). U toku optimizacije procesa biće praćen sadržaj mlečne kiseline, šećera, promena pH kao važnog faktora za preživljavanje proizvodnog mikroorganizma, kao i broj živih mikroorganizama. Za praćenje koncentracije mlečne kiseline biće korišćena enzimska metoda i tečna hromatografija (HPLC). Broj živih mikroorganizama pratiće se metodom brojanja na agarnim pločama. Morfologija i struktura površine imobilisanih bakterijskih ćelija biće ispitivana skenirajućom elektronskom mikroskopijom (SEM) i svetlosnom mikroskopijom. Za *in vitro* karakterisanje probiotske aktivnosti koristiće se simulirani gastrični sok uz praćenje preživljavanja i rezistenciju na antibiotike klasičnim mikrobiološkim tehnikama.

5. OČEKIVANI NAUČNI DOPRINOS

Važno je naglasiti da destilerijska džibra nije do sada korišćena za proizvodnju mlečne kiseline (uglavnom je sušena i korišćena kao stočna hrana), pa je ova problematika gotovo neispitana. Rezlutati doktorske disertacije bi doprineli:

- definisanju najpodobnijih sojeva bakterija mlečne kiseline i uslova fermentacije mlečne kiseline na destilerijskoj džibri, izboru odgovarajuće optimalne tehnološke šeme (šaržna ili dolivna fermentacija, korišćenje imobilisanih mikroorganizama) kao i razvoju novog postupka iskorišćavanja džibre za proizvodnju mlečne kiseline i mikrobiološke biomase sa probiotskom aktivnosti;
- povećanju ekonomičnosti proizvodnje bioetanola na skrobnim sirovinama, to jest razvoju održivog proizvodnog postupka sa potpunom valorizacijom sporednih proizvoda i upotrebom zaostalog fermentacionog medijuma kao visokovredne stočne hrane;
- smanjenju negativnog ekološkog uticaja iskorišćenjem otpadnih sirovina iz proizvodnje bioetanola;
- takođe, proizvodnja mlečne kiseline bi bila značajna i za domaću prehrambenu industriju ili odgovarajuću hemijsku industriju, budući da Srbija uvozi mlečnu kiselinu.

6. PLAN ISTRAŽIVANJA I STRUKTURA RADA

Predmet rada ove doktorske disertacije je proizvodnja mlečne kiseline i probiotske biomase na destilerijskoj džibri. U tom cilju će se na samom početku izvršiti detaljna

hemijska karakterizacija realne industrijske džibre dobijene iz proizvodnje bioetanola na skrobnim sirovinama iz pogona iz Srbije. Ispitivanja će biti vršena na uzorcima tečne džibre nakon centrifugiranja, to jest odvajanja čvrste faze i na uzorcima cele džibre bez separacije čvrstog ostatka. Hemijski sastav dobijenih uzoraka će se uporediti sa potrebama rasta odgovarajućih sojeva bakterija mlečne kiseline iz roda *Lactobacillus* radi definisanja odgovarajuće pripreme uzoraka džibre kao medijuma za mlečno-kiselinsku fermentaciju. U prvoj fazi ispitaće se fermentacija sa *L. paracasei ssp. paracasei* NRRL B- 4564, *L. casei ssp. casei* NRRL B-441, *L. pentosus* NRRL- 227 i *L. rhamnosus* ATCC 7469 i izvršiće se selekcija najproduktivnijeg soja bakterija mlečne kiseline za fermentaciju džibre. Takođe će se izvršiti karakterizacija sojeva sa aspekta probiotske aktivnosti (preživljavanje u uslovima niskog pH, prisustva žučnih soli i dejstvo na patogene) koja će takođe biti od uticaja na konačnu selekciju proizvodnog soja. Dalja istraživanja će biti usmerena na ispitivanje i definisanje uslova i kinetike fermentacije sa izabranim mikroorganizmom u cilju postizanja što većeg prinosa mlečne kiseline i mikrobne biomase. Sa definisanim i optimizovanim uslovima fermentacije pristupiće se ispitivanju najproduktivnijeg tehnološkog procesa fermentacije (šaržni, dolivni, sa imobilisanom biomasom). Prilikom ispitivanja dolivnog postupka posebna pažnja će se usmeriti na definisanje koncentracija izvora ugljenika (šećera) u dolivnom supstratu koja daje najveću vrednost koeficijenta prinosa po supstratu, kao i da se definiše kinetički režim dolivanja. Ispitaće se imobilizacija na zeolit jer ovaj postupak može imati pozitivan efekat u korišćenju biomase i fermentacionog ostatka kao stočne hrane, a takođe nudi mogućnost selektivnog vezivanja nutrijenata koji su od značaja za rast bakterija mlečne kiseline.

Očekivano je da poglavlja u okviru ove doktorske disertacije budu: **Uvod, Teorijski deo, Eksperimentalni deo, Rezultati i diskusija, Zaključak i Literatura.**

U poglavlju **Uvod** biće naglašen problem generisanja i odlaganja destilerijske džibre u proizvodnji bioetanola, koja sadži visoko organsko zagađenje. Biće analizirane njene osnovne hemijske karakteristike koje su u vezi sa sirovinским poreklom, pogodnost kao supstrata za proizvodnju mlečne kiseline i rast mlečno-kiselinskih bakterija, kao i značaj ovog postupka za primenu u industriji.

Poglavljje **Teorijski deo** razmatraće literaturne podatke relevantnih istraživanja koji se odnose na:

- Mlečnu kiselinu kao primarni proizvod ispitivanog fermentacionog procesa
- Mlečno-kiselinske bakterije, sa osvrtom na probiotske sojeve i njihove osobine
- Ispitivane sirovine za dobijanje mlečne kiseline
- Osvrt na karakteristike džibre iz proizvodnje bioetanola (poreklo i varijabilnost sastava džibre u zavisnosti od sirovine korišćene za proizvodnju bioetanola, mogućnosti korišćenja džibre)
- Pregled i analiza karakteristika i značajnih parametara u fermentacionim postupcima dobijanja mlečne kiseline na različitim supstratima
- Tehnološke postupke koji su se pokazali efikasima u fermentacijama za proizvodnju mlečne kiseline

- Pregled literature i analiza ograničenja i mogućnosti imobilizacije mlečno-kiselinskih bakterija za paralelnu proizvodnju mlečne kiseline i dalju upotrebu biomase u životinjskoj ishrani
- Metode *in vitro* ispitivanja probiotskih karakteristika

U poglavlju **Eksperimentalni deo** očekuje se da budu predstavljene uslovi i metode korišćene u eksperimentalnom radu, prema redosledu eksperimentalnog istraživačkog rada:

- Uslovi i metode korišćene za karakterizaciju hemijskog sastava ispitivane džibre i profermentisanog medijuma
- Uslovi i postupci selekcije mikroorganizama
- Procedure korišćene za ispitivanje uticaja temperature, pH kontrole, prisustva kiseonika, mešanja, koncentracije inokuluma i početne koncentracije šećera na proizvodnju mlečne kiseline i rast mikroorganizma
- Uslovi i karakterizacija različitih tehnoloških postupaka fermentacije (šaržno, dolivno)
- Metode i uslovi imobilizacije mikroorganizama i postupak izvođenja fermentacija
- Opis SEM metode korišćene za vizuelizaciju imobilizacije proizvodnog mikroorganizma
- HPLC metoda za određivanje mlečne kiseline
- AAS metoda korišćena za određivanje sadržaja metala u tečnoj džibri
- Opis procedura korišćenih za ispitivanje uticaja žučnih soli, pH vrednosti i osetljivosti na antibiotike u okviru ispitivanja probiotskih svojstava biomase

Poglavlje **Rezultati i diskusija** obuhvatiće prvo rezultate dobijene u okviru hemijske karakterizacije sastava kukuruzne i džibre od otpadnog hleba i sledstvenu analizu podobnosti prema nutritivnim zahtevima mlečno-kiselinskih bakterija. Potom će biti predstavljeni rezultati selekcije mikroorganizama sa najboljom efikasnosti proizvodnje mlečne kiseline i rasta na džibri.

U daljem izlaganju biće predstavljeni i diskutovani rezultati:

- Optimizacije uslova za povećanje produktivnosti mlečno-kiselinske fermentacije-temperatura, kontrola pH, koncentracija inokuluma, početna koncentracija šećera, mešanje, koncentracija kiseonika uz predstavljanje kinetike proizvodnje mlečne kiseline i selektovane biomase.
- Rezultati postignuti pri različitim strategijama vođenja procesa (šaržno, dolivno, sa imobilisanim bakterijama) - kinetika proizvodnje mlečne kiseline i broja živih ćelija proizvodnog mikroorganizma.
- *In vitro* ispitivanje probiotskih karakteristika biomase zaostale u fermentacionom medijumu (preživljavanje uz dodatak žučnih soli i nizak pH, rezistencija na antibiotike)
- Ispitivanje uticaja mlečno-kiselinske fermentacije na kvalitet profermentisane džibre kao probiotskog dodatka ishrani životinja

Zaključak će obuhvatiti presek dobijenih rezultata i odgovarajuće zaključke, izvedene na osnovu ispitivanja izloženih u prethodnim poglavljima. Pregled značajnih

dostignuća i prednosti ovog integrisanog procesa biće dovedeni u vezu sa potencijalnom mogućnošću primene.

U odeljku **Literatura** biće navedene reference citirane u disertaciji, uključujući naučne publikacije proistekle iz eksperimentalnog rada u okviru predložene teme.

7. ZAKLJUČAK I PREDLOG

Na osnovu izložene analize podobnosti teme doktorske disertacije Komisija smatra da je predložena tema Aleksandre Đukić-Vuković **“Proizvodnja mlečne kiseline i probiotske biomase na destilerijskoj džibri”** naučno zasnovana i predlaže Nastavno-naučnom veću da je prihvati. Za mentora se predlaže prof. dr Ljiljana Mojović, redovni profesor Tehnološko-metalurškog fakulteta Univerziteta u Beogradu. Istraživanja u okviru ove doktorske disertacije pripadaju naučnoj oblasti Tehnološko inženjerstvo - biotehnologija za koju je matična ustanova Tehnološko-metalurški fakultet Univerziteta u Beogradu.

U Beogradu, 4. aprila 2012. godine

ČLANOVI KOMISIJE

Dr Ljiljana Mojović, red. prof.
Tehnološko-metalurški fakultet, Univerzitet u Beogradu

Dr Maja Vukašinović-Sekulić, doc.
Tehnološko-metalurški fakultet, Univerzitet u Beogradu

Dr Marica Rakin, van. prof.
Tehnološko-metalurški fakultet, Univerzitet u Beogradu

Dr Jelena Pejin, doc.
Tehnološki fakultet, Univerzitet u Novom Sadu