

UNIVERZITET U BEOGRADU
Tehnološko-metalurški fakultet
NASTAVNO-NAUČNOM VEĆU

Predmet: Referat o urađenoj doktorskoj disertaciji kandidata Dragane D. Mladenović, dipl. biologa.

Odlukom Nastavno-naučnog veća Tehnološko-metalurškog fakulteta, Univerziteta u Beogradu, br. 35/150 od 11.04.2019. godine, imenovani smo za članove Komisije za pregled, ocenu i odbranu doktorske disertacije kandidata Dragane D. Mladenović pod naslovom

Agro-industrijski otpad kao supstrat za proizvodnju mlečne kiseline, mikrobne biomase i hrane za životinje

Posle pregleda dostavljene disertacije i drugih pratećih materijala i razgovora sa Kandidatom, Komisija je sačinila sledeći

REFERAT

1. UVOD

1.1. Hronologija odobravanja i izrade disertacije

Školske 2012/2013. godine Dragana D. Mladenović, dipl. biolog, upisala je doktorske akademske studije na Katedri za biohemijsko inženjerstvo i biotehnologiju Tehnološko-metalurškog fakulteta, Univerziteta u Beogradu.

Na predlog Katedre za biohemijsko inženjerstvo i biotehnologiju 23.06.2016. godine, Nastavno-naučno veće Tehnološko-metalurškog fakulteta Univerziteta u Beogradu usvaja predlog komisije za ocenu naučne zasnovanosti teme doktorske disertacije pod nazivom: „Agro-industrijski otpad kao supstrat za proizvodnju mlečne kiseline, mikrobne biomase i hrane za životinje“ kandidata Dragane Mladenović, dipl. biologa, u sastavu dr Ljiljana Mojović, redovni profesor Tehnološko-metalurškog fakulteta Univerziteta u Beogradu, dr Aleksandra Đukić-Vuković, naučni saradnik Tehnološko-metalurškog fakulteta Univerziteta u Beogradu, dr Maja Vukašinović-Sekulić, vanredni profesor Tehnološko-metalurškog fakulteta Univerziteta u Beogradu, dr Jelena Pejin, vanredni profesor Tehnološkog fakulteta Univerziteta u Novom Sadu (br. Odluke 35/341 od 23.06.2016.).

15.09.2016. Na sednici Nastavno-naučnog veća Tehnološko-metalurškog fakulteta doneta je odluka o prihvatanju Referata Komisije za ocenu podobnosti teme i kandidata za izradu

doktorske disertacije, a za mentora je imenovana dr Ljiljana Mojović, redovni profesor Tehnološko-metalurškog fakulteta (br. Odluke 35/434 od 15.09.2016).

31.10.2016. Na sednici Veća naučnih oblasti tehničkih nauka Univerziteta u Beogradu data je saglasnost na predlog teme doktorske disertacije kandidata Dragane Mladenović, dipl. biologa, pod nazivom „Agro-industrijski otpad kao supstrat za proizvodnju mlečne kiseline, mikrobne biomase i hrane za životinje“ (br. Odluke 61206-5443/2-16 od 31.10.2016.).

Na zahtev Dragane Mladenović, studenta doktorskih studija, a uz saglasnot mentora prof. dr Ljiljane Mojović, Nastavno-naučno veće Tehnološko-metalurškog fakulteta je na sednici održanoj 20.09.2018. donelo Rešenje br. 20/158-2 o produženju roka za završetak doktorskih studija.

11.04.2019. na sednici Nastavno-naučnog veća Tehnološko-metalurškog fakulteta doneta je odluka o imenovanju članova Komisije za ocenu i odbranu doktorske disertacije kandidata Dragane Mladenović, dipl. biologa, pod nazivom „Agro-industrijski otpad kao supstrat za proizvodnju mlečne kiseline, mikrobne biomase i hrane za životinje“ (br. Odluke 35/150 od 11.04.2019.).

1.2. Naučna oblast disertacije

Istraživanja u okviru ove doktorske disertacije pripadaju naučnoj oblasti Tehnološko inženjerstvo, uža naučna oblast Biohemijsko inženjerstvo i biotehnologija, za koju je Tehnološko-metalurški fakultet Univerziteta u Beogradu matična ustanova. Mentor ove doktorske disertacije je dr Ljiljana Mojović, redovni profesor Tehnološko-metalurškog fakulteta koja je na osnovu dosadašnjih objavljenih naučnih radova i iskustva kompetentna da rukovodi izradom ove doktorske disertacije.

1.3. Biografski podaci o kandidatu

Dragana Mladenović je rođena 3.5.1985. godine u Pančevu. Osnovnu školu završila je u Kačarevu, a srednju medicinsku školu, smer farmaceutski tehničar, u Beogradu sa odličnim uspehom. Osnovne akademske studije na Prirodno-matematičkom fakultetu Univerziteta u Kragujevcu upisala je školske 2004/2005. godine, studijski program Biologija. Diplomirala je 5.11.2009. godine na Katedri za biologiju i ekologiju sa ocenom na diplomskom radu 10 i prosečnom ocenom u toku studija 9,50. U periodu od januara 2010. do septembra 2012. godine radila je u Osnovnoj školi „Filip Filipović“ u Beogradu, na mestu nastavnika biologije. U oktobru 2014. godine položila je stručni ispit i time stekla licencu za rad nastavnika biologije u osnovnom i srednjem obrazovanju. Doktorske akademske studije, na studijskom programu Biohemijsko inženjerstvo i biotehnologija Tehnološko-metalurškog fakulteta Univerziteta u Beogradu, upisala je školske 2012/2013. godine pod mentorstvom prof. dr Ljiljane Mojović. U okviru doktorskih studija položila je sve ispite predviđene studijskim programom, sa prosečnom ocenom 9,73.

Od aprila 2013. do februara 2017. godine kao stipendista Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja bila je angažovana na projektu iz programa Tehnološkog razvoja, pod nazivom „Proizvodnja mlečne kiseline i probiotika na otpadnim proizvodima prehrambene i agro-industrije” (evidencioni broj TR 31017) kojim rukovodi prof. dr Ljiljana Mojović. Od februara 2017. godine kao istraživač saradnik zaposlena je u Inovacionom centru Tehnološko-metalurškog fakulteta, u okviru istog projekta (TR 31017).

U periodu od 2017. do 2018. godine bila je učesnik projekta bilateralne saradnje Tehnološko-metalurškog fakulteta i Karlsruhe tehnološkog instituta pod nazivom „Integrirana ekstrakcija pulsniim električnim poljem i mlečno-kiselinska fermentacija za proizvodnju ekstrakata mikroalgi obogaćenih probioticima (PEF4AlgBiotics)”, u okviru kog je 2017. godine realizovala jednomesečni naučni boravak na Institutu za pulsnu snagu i mikrotalasne tehnologije (Karlsruhe, Nemačka). Pored nacionalnog projekta, Dragana Mladenović trenutno učestvuje i u realizaciji dva međunarodna projekta: projekta bilateralne saradnje Srbije i Slovenije (2018-2019) pod nazivom „Elektroporacija mlečno-kiselinskih bakterija – efekti na *in vitro* probiotske karakteristike” (rukovodilac as. dr Aleksandra Đukić-Vuković) i zajedničkog istraživačko razvojnog projekta Srbije i Narodne Republike Kine (2018-2020) pod nazivom „Razvoj novih bioloških postupaka za dobijanje proizvoda sa dodatnom vrednošću na agro-industrijskom otpadu” (rukovodilac prof. dr Ljiljana Mojović).

Bila je polaznik nekoliko radionica i seminara namenjenih istraživačima: „Food waste recovery workshop” održane u organizaciji ISEKI Food Association u okviru 4th International ISEKI Food konferencije (Beč, jul 2016.), „WIPO IP Toolkit” organizovane od strane Svetske organizacije za intelektualnu svojinu (WIPO) u saradnji sa Zavodom za intelektualnu svojinu republike Srbije i centrom za transfer tehnologije Univerziteta u Beogradu (Beograd, novembar 2018.), „Prezentacione veštine i tehnike” – YOURS 2019 održane u okviru YOUng ResearcherS konferencije (Beograd, mart 2019). Autor je 8 naučnih radova (od toga 1 kategorije M21a, 2 kategorije M21, 1 kategorije M22 i 1 kategorije M23). Pored navedenih publikacija, rezultate svog istraživanja predstavila je na nacionalnim i međunarodnim konferencijama. Na nacionalnoj konferenciji sa međunarodnim učešćem PTEP 2016 (Borsko jezero, april 2016.) dodeljena joj je prva nagrada za usmenu prezentaciju rada mladog istraživača. Na međunarodnoj konferenciji INOPTep 2019 (Kladovo, april 2019.) održala je predavanje po pozivu. U zvanje istraživač saradnik izabrana je 1.11.2018. godine, odlukom Nastavno-naučnog veća Tehnološko-metalurškog fakulteta.

2. OPIS DISERTACIJE

2.1. Sadržaj disertacije

Doktorska disertacija Dragane Mladenović pod nazivom „Agro-industrijski otpad kao supstrat za proizvodnju mlečne kiseline, mikrobne biomase i hrane za životinje“ napisana je na 188 numerisanih strana i uključuje 41 slika, 18 tabela i 282 literaturnih navoda. Disertacija sadrži sledeća poglavlja: *Uvod, Teorijski deo, Eksperimentalni deo, Rezultate i diskusiju, Zaključak* i

Literaturu. Na početku disertacije dat je Rezime na srpskom i engleskom jeziku, spisak korišćenih skraćenica, spisak naslova slika i tabela. Na kraju disertacije data je biografija kandidata sa spiskom objavljenih radova, kao i potpisane izjave o autorstvu, istovetnosti elektronske i štampane verzije doktorske disertacije i o korišćenju.

2.2. Kratak prikaz pojedinačnih poglavlja

Uvod doktorske disertacije ukazuje na probleme zagađenja životne sredine i potrebu za razvojem novih tehnologija u kojima se sporedni i otpadni industrijski proizvodi koriste za dobijanje vrednih biotehnoških proizvoda. Istaknut je značaj mlečne kiseline kao najrasprostranjenije hidroskarboksilne kiseline u prirodi, njena primena u različitim granama industrije, kao i rastuće potrebe za mlečnom kiselinom na globalnom tržištu. Opisani su načini dobijanja mlečne kiseline, ukazano je na prednosti biotehnoške proizvodnje, kao i mogućnosti valorizacije sporednih proizvoda mlečno-kiselinske fermentacije u ishrani životinja. Objasnjeno je predmet i cilj istraživanja u pravcu definisanja tehnološkog postupka koji bi primenom jeftinih sirovina omogućio efikasnu i ekonomski održivu proizvodnju mlečne kiseline.

Teorijski deo je podeljen na tri tematske celine. Prvo poglavlje teorijskog dela daje detaljan pregled mogućnosti proizvodnje mlečne kiseline primenom različitih grupa mikroorganizama (bakterije mlečne kiseline, predstavnici roda *Bacillus* i plesni roda *Rhizopus*), istaknute su njihove morfološke, fiziološke i biohemijske karakteristike koje su od suštinskog značaja za razvoj fermentacionog postupka proizvodnje mlečne kiseline na specifičnoj vrsti supstrata. U cilju razvoja efikasnog fermentacionog procesa ukazano je na mogućnosti poboljšanja performansi radnog mikroorganizma primenom tehnika metaboličkog inženjerstva i strategija laboratorijske adaptivne evolucije. Analizirani su tehnološki postupci proizvodnje mlečne kiseline na različitim supstratima (supstratima koji sadrže fermentabilne šećere, skrobnim i lignoceluloznim sirovinama), a poseban osvrt je dat na aktuelnost primene agro-industrijskih sporednih i otpadnih proizvoda kao supstrata za proizvodnju mlečne kiseline. U tom smislu izvršen je detaljan pregled naučnih radova objavljenih u poslednjoj deceniji koji se odnose na upotrebu različitih otpadnih supstrata za biotehnošku proizvodnju mlečne kiseline. Takođe su detaljno objašnjeni načini proizvodnje mlečne kiseline, primenom šaržnog i dolivnog fermentacionog postupka, kao i recirkulacijom mikrobne biomase primenom različitih imobilisanih sistema. Drugo poglavlje teorijskog dela se odnosi na upotrebu sporednih proizvoda prehrambene i agro-industrije u ishrani preživara, prikazana je podela i karakteristike hraniva za preživare. Analiziran je kvalitet hraniva koji se odnosi na sadržaj osnovnih hranljivih materija i energetske vrednosti i ukazano je na najčešće razloge koji ograničavaju upotrebu agro-industrijskih sporednih proizvoda u ishrani životinja. Takođe, dat je pregled mogućnosti za poboljšanje nutritivnog sastava, svarljivosti i energetske vrednosti poljoprivrednih ostataka i sporednih industrijskih proizvoda kao hraniva za životinje. U poslednjem poglavlju teorijskog dela je objašnjena uloga probiotika u ishrani preživara u zavisnosti od grupe i starosne dobi životinje. Takođe, ukazano je na ključne kriterijume za selekciju novih probiotskih sojeva za komercijalnu upotrebu.

U poglavlju *Eksperimentalni deo* navedeni su materijali i oprema korišćeni u toku izrade doktorske disertacije, a zatim su navedene metode korišćene u toku eksperimentalnog rada i obrade rezultata. Ovaj deo je podeljen na tri celine, od kojih je prva posvećena hemijskoj karakterizaciji destilerijske krompirove džibre i melase šećerne repe u cilju formulacije supstrata na bazi ove dve sirovine, druga selekciji najproduktivnijeg soja za proizvodnju mlečne kiseline na ispitivanom otpadnom supstratu i utvrđivanju optimalne tehnološke šeme fermentacije (šaržno, dolivno, sa imobilisanim ćelijama i recirkulacijom biomase), dok je treća celina posvećena karakterizaciji sporednih proizvoda mlečno-kiselinske fermentacije sa aspekta primene u ishrani preživara. U prvom delu ovog poglavlja opisane su metode za određivanje sadržaja suve materije, šećera, azota (ukupnog i α -amino azota), masti, pepela, metala i potencijalno inhibitornih jedinjenja u destilerijskoj džibri i melasi šećerne repe. U drugom delu ovog poglavlja najpre je opisan postupak selekcije radnog mikroorganizma za proizvodnju mlečne kiseline na kombinovanom supstratu, kao i postupak optimizacije početne koncentracije šećera. Ranija istraživanja su pokazala da oksidativni stres niskog intenziteta može da izazove adaptivni odgovor kod mikroorganizama dovodeći do jačanja njihovog antioksidativnog potencijala. Među različitim fiziološkim karakteristikama, poboljšanje antioksidativnog potencijala se smatra posebno efikasnim za povećanje opšte otpornost bakterija mlečne kiseline protiv brojnih, a često i udruženih stresnih uslova. U ovom delu je opisan uspostavljen protokol za adaptaciju *Lactobacillus paracasei* NRRL B-4564 koji je primenjen u cilju selekcije mutanata za efikasniju proizvodnju mlečne kiseline na kombinovanom otpadnom supstratu. Opisan je postupak pripreme suspenzija celih ćelija i unutarćelijskih ekstrakata adaptiranog i neadaptiranog soja, kao i određivanje njihovog antioksidativnog potencijala metodom redukcije DPPH· radikala. Takođe, opisan je postupak izvođenja mlečno-kiselinske fermentacije pomoću adaptiranog i neadaptiranog soja u šaržnom i dolivnom režimu. Proizvodnja mlečne kiseline pomoću imobilisane mikrobne biomase je ispitivana primenom tri lignocelulozna nosača, repinog rezanca, pivskog tropa i ljuske suncokreta, pa je ovde dat opis metoda (određivanje indeksa apsorpcije vode, kritične tačke vlažnosti, parametara porozne strukture nosača i morfologije površine nosača) koje su korišćene u cilju utvrđivanja fizičkih karakteristika lignoceluloznih materijala koje utiču na mikrobnu imobilizaciju. U trećem delu su opisane metode koje su korišćene za analizu fermentisanih i nefermentisanih lignoceluloznih nosača kao hraniva za životinje. Dat je opis metoda za određivanje sadržaja vlakana i proteina nerastvorljivih u neutralnim i kiselim deterdžentima, sadržaja lignina nerastvorljivog u kiselim deterdžentima, kao i metoda za određivanje *in vitro* svarljivosti suve materije. Takođe, opisan je postupak određivanja energetske vrednosti lignoceluloznih nosača primenom opšte prihvaćenog američkog neto energetskog standardnog proračuna za krave u laktaciji i goveda u tovu. Na kraju su opisane *in vitro* metode koje su korišćene u cilju ispitivanja probiotskog potencijala *L. paracasei* NRRL B-4564 (preživljavanje u simuliranim uslovima gastrointestinalnog trakta preživara, antimikrobna aktivnost, sposobnost autoagregacije i osetljivost na antibiotike).

U poglavlju *Rezultati i diskusija* najpre su prikazani rezultati hemijske karakterizacije krompirove džibre i melase šećerne repe na osnovu kojih je utvrđeno da kombinovani supstrat na

bazi ova dva agro-industrijska proizvoda predstavlja dobar izvor azota, fermentabilnih šećera i mineralnih materija neophodnih za rast nutritivno zahtevnih bakterija mlečne kiseline. U nastavku su prikazani rezultati selekcije najproduktivnijeg soja za proizvodnju mlečne kiseline na kombinovanom supstratu, kao i rezultati optimizacije početne koncentracije šećera u medijumu. Primenom strategije adaptivne laboratorijske evolucije pokazana je mogućnost poboljšanja antioksidativnog potencijala radnog mikroorganizma i efikasnosti proizvodnje mlečne kiseline na navedenom kombinovanom otpadnom supstratu. Ispitivanjem antioksidativnog kapaciteta je pokazano da adaptirani *L. paracasei* ima veću sposobnost inhibicije DPPH[•] radikala u odnosu na neadaptirani *L. paracasei* što predstavlja odgovor ispitivanog soja na prisustvo različitih pro-oksidativnih jedinjenja u melasi. Poređenjem tri adaptirana mutanta i neadaptiranog *L. paracasei*, najveći stepen inhibicije DPPH[•] radikala je postignut pomoću *L. paracasei* A-22 koji je istovremeno pokazao i najbolju sposobnost proizvodnje mlečne kiseline u šaržnoj fermentaciji. U nastavku su prikazani rezultati dolivnog postupka proizvodnje mlečne kiseline pomoću adaptiranog i neadaptiranog soja na osnovu kojih je potvrđena mogućnost dodatnog povećanja efikasnosti proizvodnje mlečne kiseline na kombinovanom otpadnom supstratu. Dalje su predstavljeni rezultati fizičke karakterizacije lignoceluloznih nosača korišćenih za imobilizaciju ćelija *L. paracasei*. Na osnovu analize prečnika pora repinog rezanca, pivskog tropa i ljuske suncokreta i srednjeg prečnika ćelija *L. paracasei* je utvrđeno da se imobilizacija ćelija *L. paracasei* predominantno ostvaruje na površinama nosača. Potencijal lignoceluloznih nosača za imobilizaciju ćelija je potvrđen recirkulacijom imobilisane mikrobne biomase i ponovnim korišćenjem imobilisanih biokatalizatora u pet uzastopnih šaržnih ciklusa. U drugom delu su prikazani rezultati koji se odnose na uticaj formiranog biofilma na hemijski sastav nosača, nutritivnu vrednost i parametre kvaliteta relevantne za njihovu upotrebu u ishrani životinja, koji, na osnovu pregleda dostupne literature, do sada nije proučavan. Analizom osušenih fermentisanih nosača i poređenjem sa nefermentisanim materijalima, utvrđeno je da je mlečno-kiselinska fermentacija značajno uticala na hemijski sastav lignoceluloznih nosača. Dat je uporedni prikaz sadržaja svih frakcija vlakana, nestrukturnih ugljenih hidrata, proteina, pepela, masti, kao i *in vitro* svarljivosti suve materije fermentisanog i nefermentisanog pivskog tropa, ljuske suncokreta i repinog rezanca. Takođe, prikazane su izračunate vrednosti energetske parametara (svarljive, metaboličke i neto energije) lignoceluloznih nosača relevantnih za njihovu upotrebu kao hraniva za preživare. U završnom delu su prikazani rezultati ispitivanja probiotskih karakteristika *L. paracasei* NRRL B-4564 koji obuhvataju preživljavanje u uslovima gastrointestinalnog trakta preživara, sposobnosti autoagregacije, antimikrobne aktivnosti, kao i rezultati antibiogram testa.

U poglavlju *Zaključak* su prikazani najvažniji rezultati i zaključci, kao i njihov doprinos predmetnoj oblasti istraživanja.

Poglavljje *Literatura* obuhvata 282 navoda iz oblasti istraživanja koja su korišćena u toku istraživanja i izrade doktorske disertacije.

3. OCENA DISERTACIJE

3.1. Savremenost i originalnost

U poslednjoj deceniji globalno tržište mlečne kiseline intenzivno raste prvenstveno usled rastućeg trenda primene polimera mlečne kiseline (PLA), ali i zbog širokog spektra tradicionalne primene mlečne kiseline u prehrambenoj, kozmetičkoj i hemijskoj industriji. Zbog povoljnih fizičkih osobina, PLA visoke molekulske mase se mogu koristiti kao zamena za plastične materijale na bazi neobnovljivih fosilnih goriva, kao što su kese za odlaganje otpada, materijali za pakovanje hrane, čaše za jednokratnu upotrebu itd. Istovremeno, različite grane industrije generišu velike količine sporednih proizvoda, koji u zavisnosti od svoje prirode, često bivaju ispuštani u vodotokove ili spaljivani. Ova praksa koja je naročito karakteristična za zemlje u razvoju, osim što negativno utiče na životnu sredinu, istovremeno troši resurs koji bi mogao da se iskoristi za određene namene i tako doprinese održivom razvoju. Imajući u vidu sve veću potrebu za zaštitom životne sredine, vodeći proizvođači biorazgradivih polimera, ali i akademska zajednica intenzivno traže nove načine za integraciju lanaca od otpadne biomase do termostabilnih i biokompatibilnih polimera mlečne kiseline kojima se mogu zameniti konvencionalni plastični materijali.

Za proizvodnju mlečne kiseline kao radni mikroorganizmi najčešće se koriste bakterije mlečne kiseline (BMK). BMK su klasifikovane kao bezbedne (skraćeno GRAS, engl. *Generally Recognized as Safe*) i najčešće su korišćeni mikroorganizmi u komercijalnim probiotskim preparatima. Imajući u vidu tradicionalnu primenu BMK u proizvodnji različitih fermentisanih proizvoda, ali i probiotska svojstva soja *L. paracasei* NRRL B-4564 koja su pokazana u ovoj doktorskoj disertaciji, mikrobna biomasa koja zaostaje nakon mlečno-kiselinske fermentacije predstavlja sporedni proizvod visoke biološke vrednosti koji bi mogao da se koristiti kao dodatak hrani za životinje. Na taj način, prateći osnovne principe cirkularne ekonomije predložen postupak proizvodnje mlečne kiseline i hraniva za preživare obogaćenog probiotskom biomasom doprinosi integraciji različitih industrijskih sektora putem razmene otpadnih i sporednih proizvoda što povećava ukupnu profitabilnost i produktivnost procesa.

3.2. Osvrt na referentnu i korišćenu literaturu

U toku izrade doktorske disertacije kandidat je izvršio detaljan pregled naučne i stručne literature u vezi sa temom istraživanja na osnovu čega su precizirane mogućnosti definisanja tehnološkog postupka koji je efikasan, u smislu postizanja visoke koncentracije finalnog proizvoda i visoke produktivnosti, a takođe i ekonomski održiv. U okviru doktorske disertacije citirano je ukupno 282 referenci koje ukazuju na aktuelnost istraživanja u ispitivanoj oblasti, a većina referenci predstavlja naučne radove objavljene u vrhunskim međunarodnim časopisima u poslednjoj deceniji. Istraživanja prikazana u navedenim referencama su korišćena za planiranje eksperimentalnog rada, analizu i tumačenje rezultata dobijenih tokom izrade doktorske disertacije i izvođenje zaključaka. Takođe, među literaturnim navodima se nalaze relevantni

udžbenici i pregledni radovi ranijeg datuma, koji predstavljaju bazična saznanja iz predmetne oblasti i polaznu osnovu za tumačenje eksperimentalnih rezultata.

3.3. Opis i adekvatnost primenjenih naučnih metoda

Plan istraživanja u okviru doktorske disertacije je ostvaren korišćenjem odgovarajućih eksperimentalnih tehnika i savremenih analitičkih instrumentalnih metoda prema originalnim ili modifikovanim metodama iz literature, kao i adekvatnom analizom i obradom podataka. Hemijska karakterizacija destilerijske džibre i melase je izvršena primenom metoda tečne hromatografije visokih performansi (HPLC) za određivanje sadržaja šećera i inhibotornih jedinjenja, masene spektrometrije sa indukovano spregnutom plazmom (ICP-MS) za određivanje sadržaja metala, spektrofotometrijskih metoda za određivanje sadržaja šećera i α -amino azota, kao i standardnih procedura za određivanje sadržaja suve materije, azota, masti i pepela u uzorcima. Za kvantitativno određivanje sadržaja mlečne kiseline korišćena je enzimaska metoda (Megazyme[®], Irska). Za određivanje broja bakterijskih ćelija korišćena je indirektna metoda brojanja živih ćelija na čvrstoj agarnoj podlozi. Antioksidativna aktivnost *L. paracasei* je određivana spektrofotometrijskim merenjem sposobnosti suspenzija celih ćelija i unutarćelijskih ekstrakata da redukuju DPPH[·] radikal.

Parametri porozne strukture lignoceluloznih nosača, kao što su zapremina pora, specifična površina, srednji prečnik pora, prividna gustina i poroznost, analizirani su živinom porozimetrijom, dok je analiza morfologije površine nosača i nosača sa imobilisanim ćelijama rađena skenirajućom elektronskom mikroskopijom (SEM).

Efikasnost ispitivanih fermentacionih postupaka (šaržno, dolivno, sa imobilisanim ćelijama) je praćena i upoređena na osnovu utvrđenih (eksperimentalno i računski) značajnih parametara fermentacije kao što su prinos, koeficijent prinosa i produktivnost.

Karakterizacija lignoceluloznih nosača nakon mlečno-kiselinske fermentacije sa aspekta potencijalne primene u ishrani životinja je obuhvatila određivanje sadržaja frakcija vlakana i proteina nerastvorljivih u neutralnim i kiselim deterdžentima, sadržaja lignina nerastvornog u kiselim deterdžentima, sadržaja suve materije, pepela, masti i proteina primenom standardnih procedura. Na osnovu ovih parametara je izračunat sadržaj hemiceluloze, celuloze i nestrukturnih ugljenih hidrata u uzorcima. *In vitro* svarljivosti suve materije lignoceluloznih nosača je određivana pepsin-celulaznom metodom, dok su energetske vrednosti računane primenom američkog neto energetskog standardnog proračuna.

Analiza probiotskih karakteristika proizvodnog soja je izvršena primenom *in vitro* testova, kao što su preživljavanje u simuliranim uslovima gastrointestinalnog trakta preživara, antimikrobna aktivnost protiv patogenih mikroorganizama primenom difuzione metode sa bunarčićima, ispitivanje kinetike autoagregacije spektrofotometrijskim merenjem apsorbance suspenzija ćelija u različitim vremenskim intervalima i osetljivosti na devet različitih antibiotika primenom disk difuzione metode.

3.4. Primenljivost ostvarenih rezultata

Rezultati dobijeni u okviru ove doktorske disertacije pružaju naučnu osnovu za efikasniju upotrebu agro-industrijskih sporednih proizvoda za fermentacionu proizvodnju mlečne kiseline i/ili drugih biotehnoških proizvoda. Imajući u vidu da se velika količina destilerijske džibre koja zaostaje nakon proizvodnje bioetanolu u našoj zemlji ispušta u vodotokove, definisanje procesa koji koristi ovu otpadnu tečnost kao sirovinu za dalju proizvodnju ima veliki ekološki značaj. Razvoj tehnološkog postupka proizvodnje mlečne kiseline i hraniva za preživare obogaćenog probiotskom biomasom koji se zasniva na kombinovanoj primeni jeftinih i dostupnih sirovina poreklom iz različitih industrijskih sektora može biti od praktične važnosti naročito za industrijska postrojenja manjih razmera.

3.5. Ocena dostignutih sposobnosti kandidata za samostalni naučni rad

Kandidat Dragana Mladenović, dipl. biolog, je tokom izrade doktorske disertacije ispoljila izuzetnu stručnost i samostalnost u pretraživanju i korišćenju naučne literature, planiranju i realizaciji eksperimenata, kao i korišćenju različitih tehnika i metoda. Pri analizi, obradi i diskusiji rezultata pokazala je samostalnost, sistematičnost i kreativnosti. Na osnovu dosadašnjeg zalaganja i postignutih rezultata Komisija je mišljenja da kandidat poseduje sve kvalitete neophodne za samostalni naučno-istraživački rad.

4. OSTVARENI NAUČNI DOPRINOS

4.1. Prikaz ostvarenih naučnih doprinosa

Rezultati istraživanja u okviru ove doktorske disertacije imaju višestruko značajan naučni, ali i praktičan doprinos, pri čemu se može izdvojiti sledeće:

- Razvoj optimalnog tehnološkog postupka proizvodnje mlečne kiseline koji se zasniva na kombinovanoj primeni jeftinih i dostupnih sirovina (otpadnih ili nus proizvoda agro-industrije).
- Razvoj tehnološkog postupka simultane proizvodnje mlečne kiseline i hraniva za preživare obogaćenog probiotskom biomasom.
- Primenom adaptivne laboratorijske evolucije su poboljšane performance radnog mikroorganizma i efikasnost proizvodnje mlečne kiseline na otpadnom supstratu na bazi krompirove džibre i melase šećerne repe.
- Pokazan je značajan probiotski potencijal soja *L. paracasei* NRRL B-4564.
- Utvrđeno je da antioksidativni kapacitet *L. paracasei* u velikoj meri zavisi od uslova sredine i da izlaganje soja izvesnim pro-oksidativnim jedinjenjima dovodi do značajnog povećanja njegove antioksidativne aktivnosti. Ovi rezultati ukazuju da *L. paracasei* može imati važnu ulogu u zaštiti od oksidativnog stresa i tako doprineti pravilnom funkcionisanju crevne mikrobiote domaćina.

- Fizičkom karakterizacijom lignoceluloznih nosača korišćenih za imobilizaciju mikrobne biomase utvrđene su karakteristike materijala i mehanizmi koji dovode do imobilizacije ćelija i promovisu formiranje biofilma. Na osnovu koncentracija imobilisanih ćelija tokom ponovljene šaržne fermentacije i parametara porozne strukture lignoceluloznih nosača pokazano je da poroznost materijala nije ključni faktor za imobilizaciju *L. paracasei*, već da elektrostatičke sile između ćelija i površine nosača, hemijski sastav koji dovodi do specifičnog vezivanja, indeks apsorpcije vode i kritična tačka vlažnosti nosača imaju važniju ulogu u vezivanju ćelija za površinu lignoceluloznog materijala.
- Rezultati istraživanja u okviru ove doktorske doprinose razumevanju uticaja imobilisane mikrobne biomase adaptiranog soja *L. paracasei* na hemijsku strukturu lignoceluloznih nosača, kao i ostalih parametara relevantnih za njihovu primenu kao hraniva za životinje (svarljivost i energetska vrednost).

4.2. Kritička analiza rezultata istraživanja

Imajući u vidu sve veću potražnju za mlečnom kiselinom i njenim polimerima, ali i prateći aktuelna dešavanja na polju proizvodnje mlečne kiseline na industrijskom nivou, dolazi se do zaključka da postoji potreba za pronalaženjem novih sirovina i definisanjem tehnoloških procesa koja omogućavaju efikasnu i ekonomski održivu proizvodnju mlečne kiseline. Predmet istraživanja u okviru ove doktorske disertacije je definisanje tehnološkog postupka koji će valorizacijom agro-industrijskih otpadnih proizvoda (otpadne krompirove džibre, melase šećerne repe, repinog rezanca, pivskog tropa i ljuske suncokreta) u mlečno-kiselinskoj fermentaciji omogućiti proizvodnju mlečne kiseline kao primarnog proizvoda, uz mogućnosti dobijanja vrednih sporednih proizvoda fermentacije, kao što je funkcionalno hranivo namenjeno ishrani preživara.

U tom smislu, formulisan je supstrat za proizvodnju mlečne kiseline na bazi destilerijske krompirove džibre i melase šećerne repe. Selekcijom nekoliko sojeva BMK odabran je najproduktivniji soj na pomenutom kombinovanom supstratu, nakon čega su performance radnog mikroorganizma poboljšane primenom strategije adaptivne laboratorijske evolucije čime je omogućeno bolje iskorišćenje supstrata i efikasnija proizvodnja mlečne kiseline u ispitivanom sistemu. Od više ispitanih tehnoloških postupaka sa adaptiranim sojem favorizovan je postupak sa recirkulisanom imobilisanom biomasom. U postupku proizvodnje mlečne kiseline recirkulacijom mikrobne biomase imobilisane na lignocelulozne nosače poboljšan je nutritivni sastav, svarljivost i energetska vrednost fermentisanih nosača čime je omogućena valorizacija fermentisanih nosača sa imobilisanom mikrobnom biomasom kao hraniva za životinje i istovremena proizvodnja mlečne kiseline.

4.3. Verifikacija naučnih doprinosa

Kandidat Dragana D. Mladenović je rezultate istraživanja dobijene u okviru izrade svoje doktorske disertacije potvrdila objavljivanjem radova u časopisima međunarodnog značaja i

saopštenjima na međunarodnim i nacionalnim skupovima. Rezultati istraživanja proistekli iz ove doktorske disertacije objavljeni su u okviru pet radova u naučnim časopisima međunarodnog značaja (kategorije M21a – jedan rad, kategorije M21 – dva rada, kategorije M22 – jedan rad i kategorije M23 – jedan rad), dva rada u vrhunskom časopisu nacionalnog značaja (kategorija M51) u kojima je kandidat Dragana D. Mladenović prvi autor i sedam saopštenja na međunarodnim i nacionalnim skupovima. U toku dosadašnjeg naučno-istraživačkog rada u okviru uže naučne oblasti biohemijskog inženjerstva i biotehnologije kandidat je autor i koautor još deset radova u časopisima međunarodnog značaja, tri rada u časopisima nacionalnog značaja, osamnaest saopštenja na međunarodnim i nacionalnim skupovima i jednog tehničkog rešenja.

Naučni radovi i saopštenja koji su deo disertacije

Rad u međunarodnom časopisu izuzetnih vrednosti (M21a)

1. **Mladenović, D.**, Pejin, J., Kocić-Tanackov, S., Radovanović, Ž., Đukić-Vuković, A., Mojović, L., (2018). Lactic acid production on molasses enriched potato stillage by *Lactobacillus paracasei* immobilized onto agro-industrial waste supports. *Industrial crops and products*, 124, 142-148. doi:10.1016/j.indcrop.2018.07.081, (ISSN 0923-6690) IF(2017)=3,849 (Agronomy: 6/87).

Rad u vrhunskom međunarodnom časopisu (M21)

1. **Mladenović, D.**, Đukić-Vuković, A., Kocić-Tanackov, S., Pejin, J., Mojović, L., (2016). Lactic acid production on a combined distillery stillage and sugar beet molasses substrate. *Journal of chemical technology and biotechnology*, 91(9), 2474-2479. doi:10.1002/jctb.4838, IF(2016)=3,135 (ISSN 0268-2575) (Engineering, Chemical: 25/135).
2. **Mladenović, D.**, Đukić-Vuković, A., Stanković, M., Milašinović-Šeremešić, M., Pejin, J., Radosavljević, M., Mojović, L., (2019). Bioprocessing of agro-industrial residues into lactic acid and probiotic enriched livestock feed. *Journal of the science of food and agriculture*, in press. doi:10.1002/jsfa.9759, IF(2017)=2,379 (ISSN 0022-5142) (Agriculture, Multidisciplinary: 8/57).

Rad u istaknutom međunarodnom časopisu (M22)

1. **Mladenović, D.**, Pejin, J., Kocić-Tanackov, S., Đukić-Vuković, A., Mojović, L., (2019). Enhanced lactic acid production by adaptive evolution of *Lactobacillus paracasei* on agro-industrial substrate. *Applied biochemistry and biotechnology*, 187(3), 753-769. doi:10.1007/s12010-018-2852-x, (ISSN 0273-2289) IF(2016)=1,751 (Biotechnology & Applied Microbiology: 96/160).

Rad u međunarodnom časopisu (M23)

1. **Mladenović, D.**, Đukić-Vuković, A., Pejin, J., Kocić-Tanackov, S., Mojović, L., (2016). Mogućnosti, perspektive i ograničenja u proizvodnji mlečne kiseline na sporednim i otpadnim sirovinama. *Hemijska industrija*, 70(4). doi:10.2298/HEMIND150403050M, (ISSN 0367-598X) IF(2016)=0,459 (Engineering, Chemical: 125/135).

Predavanja po pozivu na međunarodnom skupu štampano u izvodu (M32)

1. **Mladenović, D.**, Đukić-Vuković, A., Milašinović-Šeremešić, M., Radosavljević, M., Pejin, J., Kocić-Tanackov, S., Mojović, L., (2019). Valorisation of sunflower seed hull in lactic acid fermentation, Proceedings of Sixth International Conference Sustainable Postharvest and Food Technologies INOPTTEP 2019 and XXXI National Conference Processing and Energy In Agriculture PTEP 2019, Kladovo, Serbia, April 07–12, 2019, pp. 123-124, Nacionalno društvo za procesnu tehniku i energetiku u poljoprivredi. (ISBN 978-86-7520-367-4).

Saopštenje na međunarodnom skupu štampano u izvodu (M34)

1. **Mladenović D.**, Đukić-Vuković A., Pejin J., Kocić-Tanackov S., Mojović L., (2016). Fed-batch fermentation for enhanced lactic acid production on potato stillage, 4th International ISEKI Food Conference, Vienna, Austria, 6-8. July, 2016, Book of abstracts, p. 215. (ISBN 978-3-900932-34-3).
2. Mojović L., Đukić-Vuković A., **Mladenović D.**, Pejin J., (2016). Lactic acid fermentation of a combined agro-food waste substrate, 4th International Conference on Sustainable Solid Waste Management, Limassol, Cyprus, 23-25. June, 2016, e-Book of Abstracts.
3. Mojović L., **Mladenović D.**, Đukić-Vuković A., Kocić-Tanackov S., Pejin J., (2016). Lactic acid fermentation of a combined distillery stillage and sugar beet molasses substrate, 4th International ISEKI Food Conference, Vienna, Austria, 6-8. July, 2016, Book of abstracts, p. 159. (ISBN 978-3-900932-34-3).
4. Mojović, L., **Mladenović, D.**, Đukić-Vuković, A., Pejin, J., Kocić-Tanackov, S., (2017). Lactic acid fermentation of agro-industrial waste by immobilized *Lactobacillus paracasei*, JRC-EC – CEI – ICGEB European Workshop “Smart Specialization Strategy in the Field of Biotechnologies in Europe: A Challenge for CEE Region (Central and East European Countries)”, Book of Abstracts, Edited by Daniela Chmelová, Miroslav Ondrejovic, Trnava, Slovak Republic, 2017., p 81. (ISBN 978-80-8105-864-6).

Rad u vrhunskom časopisu nacionalnog značaja (M51)

1. **Mladenović, D.**, Pejin, J., Kocić-Tanackov, S., Stefanović, A., Đukić-Vuković, A., Mojović, L., (2016). Potato stillage and sugar beet molasses as a substrate for production of lactic acid and probiotic biomass. Journal on processing and energy in agriculture, 20(1), 17-20. (ISSN 1821-4487).
2. **Mladenović, D.**, Đukić-Vuković, A., Radosavljević, M., Pejin, J., Kocić-Tanackov, S., Mojović, L., (2017). Sugar beet pulp as a carrier for *Lactobacillus paracasei* in lactic acid fermentation of agro-industrial waste. Journal on processing and energy in agriculture, 21(1), 41-45. (ISSN 1821-4487).

Saopštenje na skupu nacionalnog značaja štampano u izvodu (M64)

1. **Mladenović, D.**, Đukić-Vuković, A., Milašinović-Šeremešić, M., Pejin, J., Kocić-Tanackov, S., Radosavljević, M., Mojović, L., (2018). Agro-industrial waste for production of lactic

acid and animal feed, UNIFood Conference, Belgrade, Serbia, 5-6. October, 2018, e-Book of Abstracts.

2. Mojović, L., **Mladenović, D.**, Đukić-Vuković, A., Kocić-Tanackov, S., Pejin, J., (2018). Proizvodnja mlečne kiseline na agro-industrijskom otpadnom supstratu pomoću adaptiranog *Lactobacillus paracasei*, Zbornik izvoda XXX Nacionalne konferencije sa međunarodnim učešćem „Procesna tehnika i energetika u poljoprivredi - PTEP 2018“, 15-20. april, Brzeće, Srbija, str. 77-78, Nacionalno društvo za procesnu tehniku i energetiku u poljoprivredi, Novi Sad, Srbija. (ISBN 978-86-7520-367-4).

Ostali naučni radovi kandidata

Rad u međunarodnom časopisu izuzetnih vrednosti (M21a)

1. Đukić-Vuković, A., **Mladenović, D.**, Ivanović, J., Pejin, J., Mojović, L., (2019). Towards sustainability of lactic acid and poly-lactic acid polymers production. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 108, 238-252. doi:10.1016/j.rser.2019.03.050 (ISSN 1364-0321) IF(2018)=9,184 (Green & Sustainable Science & Technology)

Rad u vrhunskom međunarodnom časopisu (M21)

1. Đukić-Vuković, A., **Mladenović, D.**, Radosavljević, M., Kocić-Tanackov, S., Pejin, J., Mojović, L., (2016). Wastes from bioethanol and beer productions as substrates for L-(+) lactic acid production—A comparative study. *Waste management*, 48, 478-482. doi:10.1016/j.wasman.2015.11.031, (ISSN 0956-053X) IF(2016)=4,030 (Environmental sciences: 37/229)
2. Pejin, J., Radosavljević, M., Pribić, M., Kocić-Tanackov, S., **Mladenović, D.**, Đukić-Vuković, A., Mojović, L., (2018). Possibility of L-(+)-lactic acid fermentation using malting, brewing, and oil production by-products. *Waste management*, 79, 153-163. doi:10.1016/j.wasman.2018.07.035, (ISSN 0956-053X) IF(2017)=4,723 (Environmental sciences: 25/241).
3. Radosavljević, M., Pejin, J., Pribić, M., Kocić-Tanackov, S., Romanić, R., **Mladenović, D.**, Đukić-Vuković, A., Mojović, L., (2019). Utilization of brewing and malting by-products as carrier and raw materials in l-(+)-lactic acid production and feed application. *Applied microbiology and biotechnology*, 103(7), 3001-3013. doi:10.1007/s00253-019-09683-5, (ISSN: 0175-7598) IF(2017)=3,340 (Biotechnology & Applied Microbiology: 48/161).

Rad u istaknutom međunarodnom časopisu (M22)

1. Miljković, M., Davidović, S., Carević, M., Veljović, Đ., **Mladenović, D.**, Rajilić-Stojanović, M., Dimitrijević-Branković, S., (2016). Sugar beet pulp as *Leuconostoc mesenteroides* T3 support for enhanced dextransucrase production on molasses. *Applied biochemistry and biotechnology*, 180(5), 1016-1027. doi:10.1007/s12010-016-2149-x, (ISSN 0273-2289) IF(2016)=1,751 (Biotechnology & Applied Microbiology: 96/160).
2. Pejin, J., Radosavljević, M., Kocić-Tanackov, S., **Mladenović, D.**, Đukić-Vuković, A., Mojović, L., (2017). Fed-batch l-(+)-lactic acid fermentation of brewer's spent grain

hydrolysate. Journal of the institute of brewing, 123(4), 537-543. doi:10.1002/jib.452, (ISSN: 2050-0416) IF(2015)=1,017 (Food Science & Technology: 74/125).

3. Radosavljević, M., Pejin, J., Pribić, M., Kocić-Tanackov, S., **Mladenović, D.**, Đukić-Vuković, A., Mojović, L., (2018). Brewing and malting technology by-products as raw materials in L-(+)-lactic acid fermentation. Journal of Chemical Technology & Biotechnology, in press. doi:10.1002/jctb.5878, (ISSN 0268-2575) IF(2017)=2,587 (Engineering, Chemical: 49/137).
4. Đukić-Vuković, A., Lazović, S., **Mladenović, D.**, Knežević-Jugović, Z., Pejin, J., Mojović, L., (2019). Non-thermal plasma and ultrasound-assisted open lactic acid fermentation of distillery stillage. Environmental Science and Pollution Research, in press. doi:10.1007/s11356-019-04894-9, (ISSN 0944-1344) IF(2017)=2,800 (Environmental Sciences: 83/242).

Rad u međunarodnom časopisu (M23)

1. Radosavljević, M., Pejin, J., Kocić-Tanackov, S., **Mladenović, D.**, Đukić-Vuković, A., Mojović, L., (2018). Brewers' spent grain and thin stillage as raw materials in l-(+)-lactic acid fermentation. Journal of the institute of brewing, 124(1), 23-30. doi:10.1002/jib.462, (ISSN 2050-0416) IF(2016)=0,859 (Food Science & Technology: 91/130).
2. Đukić-Vuković, A., **Mladenović, D.**, Nikolić, V., Kocić-Tanackov, S., Pejin, J., Mojović, L. (2018). Utilization of stillages from bioethanol production on various substrates. Chemical industry and chemical engineering quarterly, in press. doi:10.2298/CICEQ180123023D, (ISSN 1451-9372) IF(2017)=0,944 (Chemistry, Applied: 54/71).

Saopštenje sa međunarodnog skupa štampano u celini (M33)

1. Mihajlovski K., Radovanović N., Miljković M., **Mladenović D.**, Dimitrijević-Branković S., Šiler-Marinković S., (2015). Sugar beet pulp and molasses as a solid state fermentation media for cellulase production by *Paenibacillus chitinolyticus* CKS1, Eds. Radoje V. Pantović, XXIII International Conference Ecological Truth, Kopaonik, Serbia, 17-20. June, 2015, Proceedings, p. 403-408. (ISBN 978-86-6305-032-7).
2. Miljković M., Davidović S., **Mladenović D.**, Mihajlovski K., Dimitrijević-Branković S., Šiler-Marinković S., (2015). Molasses and sugar beet pulp as a fermentation media for dextransucrase production by *Leuconostoc mesenteroides* T3, X International symposium on recycling technologies and sustainable development, Bor, Srbija, 4-7. Novembar, 2015, Proceedings, p. 127-132, (ISBN 978-86-6305-037-2).
3. Đukic-Vuković, A., **Mladenović, D.**, Pejin, J., Mojović, L., (2016). Strategies for valorisation of wastes from bioethanol production—lactic acid and probiotics as added value products, 4th International Conference on Sustainable Solid Waste Management, Limassol, Cyprus, 23-25. June, 2016, Online proceedings of the conference, http://uest.ntua.gr/cyprus2016/proceedings/pdf/Djukic-Vukovic_Strategies_for_stillage.pdf.

Saopštenje sa međunarodnog skupa štampano u izvodu (M34)

1. Đukić-Vuković A., **Mladenović D.**, Stefanović A., Jovanović J., Knežević-Jugović Z., Pejin J., Mojović L., (2015). Ultrasound-assisted pretreatment of distillery stillage for lactic acid production, 1st World Congress on Electroporation and Pulsed Electric Field in Biology, Medicine and Food & Environmental Technologies (incorporating The 3rd International Bio & Food Electrotechnologies Symposium and Bioelectrics 2015-The 12th International Bioelectrics Symposium), Portorož, Slovenia, 6-10. September, 2015, Wed-C1-P7, Programme and book of abstracts, p. 112. (ISBN 978-961-243-284-3).
2. Đukić-Vuković A., **Mladenović D.**, Pejin J., Kocić-Tanackov S., Mojović L., (2016). Novel zeolite based immobilized systems for lactic acid production on distillery waste, 4th International ISEKI Food Conference, Vienna, Austria, 6-8. July, 2016, Book of abstracts, p. 160. (ISBN 978-3-900932-34-3).
3. Đukić-Vuković, A., **Mladenović, D.**, Pejin, J., Kocić-Tanackov, S., Mojović, L., (2017). Lactobacillus sp. exopolysaccharides as novel excipients for food and pharmaceutical application, Predavanje po pozivu, Proceedings of Fifth International Conference Sustainable Postharvest and Food Technologies INOPTEP 2017 and XXIX National Conference Processing and Energy In Agriculture PTEP 2017, April 23–28, 2017, str. 84, Vršac, Serbia, Nacionalno društvo za procesnu tehniku i energetiku u poljoprivredi. (ISBN 978-86-7520-367-4).
4. Pejin, J., Radosavljević, M., Pribić, M., Kocić-Tanackov, S., **Mladenović, D.**, Đukić-Vuković, A., Mojović, L., (2017). Utilization of malt, beer, and oil technology by-products in lactic acid fermentation, Proceedings of Fifth International Conference Sustainable Postharvest and Food Technologies INOPTEP 2017 and XXIX National Conference Processing and Energy In Agriculture PTEP 2017, April 23–28, 2017, Vršac, Serbia, pp. 274-275, Nacionalno društvo za procesnu tehniku i energetiku u poljoprivredi. (ISBN 978-86-7520-367-4).
5. Kocić-Tanackov, S., Dimić, G., Milenić, I., Mojović, L., Đukić-Vuković, A., **Mladenović, D.**, Pejin, J., (2017). Inhibitory activity of lactic acid on aflatoxigenic fungi growth and aflatoxin biosynthesis, Book of abstracts of 6th International Scientific Meeting: Mycology, Mycotoxicology, and Mycoses, 27–29 september, 2017, Novi Sad, Serbia, Matica Srpska, p. 17. (ISBN 978-86-7946-194-0).
6. Đukić-Vuković, A., **Mladenović, D.**, Mojović, L., (2017). Non-thermal plasma treatment in biorefinery processes, Proceedings of Fifth International Conference Sustainable Postharvest and Food Technologies INOPTEP 2017 and XXIX National Conference Processing and Energy In Agriculture PTEP 2017, April 23–28, 2017, Vršac, Serbia, Nacionalno društvo za procesnu tehniku i energetiku u poljoprivredi. (ISBN 978-86-7520-367-4).
7. Đukić-Vuković, A., **Mladenović, D.**, Lazović, S., Kocić-Tanackov, S., Pejin, J., Mojović, L., (2018). Low cost non-thermal plasma treatment of distillery wastewater for lactic acid fermentation, 6th International Conference on Sustainable Solid Waste Management, Naxos Island, Greece, 13–16. June, 2018, e-Book of Abstracts.

8. Mojović, L., **Mladenović, D.**, Đukić-Vuković, A., Kocić Tanackov, S., Pejin, J., (2018). Two-stage lactic acid fermentation of distillery stillage, 6th International Conference on Sustainable Solid Waste Management, Naxos Island, Greece, 13–16. June, 2018, e-Book of Abstracts.
9. Pejin, J., Radosavljević, M., Pribić, M., Kocić-Tanackov, S., **Mladenović, D.**, Đukić-Vuković, A., Mojović, L., (2018). Usage of food industry by-products as raw materials in lactic acid fermentation, 6th International Conference on Sustainable Solid Waste Management, Naxos Island, Greece, 13–16. June, 2018, e-Book of Abstracts.
10. Kocić-Tanackov, S., Pejin, J., Radosavljević, M., Pribić, M., **Mladenović, D.**, Đukić-Vuković, A., Mojović, L., (2018). Brewing and malting technology by-products as raw materials in L-(+)-lactic acid fermentation, 6th International Conference on Sustainable Solid Waste Management, Naxos Island, Greece, 13–16. June, 2018, e-Book of Abstracts.
11. Kocić-Tanackov, S., Dimić, G., Milenić, I., Mojović, L., Đukić-Vuković, A., **Mladenović, D.**, Pejin, J., (2018). Effect of caraway and juniper essential oils on aflatoxigenic fungi growth and aflatoxins biosynthesis, Book of abstracts, IV International Congress Food, Technology, Quality, and Safety, Food Tech Congress, October 23-25, 2018, Novi Sad, Serbia, p. 177, Institute of Food Technology, University of Novi Sad (ISBN 978-86-7994-054-4).
12. Đukić-Vuković, A., **Mladenović, D.**, Pejin, J., Kocić-Tanackov, S., Mojović, L., (2019). Lactic acid production on *Chlorella vulgaris* extracts, Proceedings of Sixth International Conference Sustainable Postharvest and Food Technologies INOPTep 2019 and XXXI National Conference Processing and Energy In Agriculture PTEP 2019, April 07–12, 2019, pp. 216-2017, Kladovo, Serbia, Nacionalno društvo za procesnu tehniku i energetiku u poljoprivredi. ISBN: 978-86-7520-367-4.

Rad u vrhunskom časopisu nacionalnog značaja (M51)

1. Pejin, J., Radosavljević, M., Kocić-Tanackov, S., Đukić-Vuković, A., **Mladenović, D.**, Mojović, L., (2015). The influence of brewers' yeast addition on lactic acid fermentation of brewers' spent grain hydrolysate by *Lactobacillus rhamnosus*. Journal on processing and energy in agriculture, 19(4), 167-170. (ISSN 1821-4487).
2. Đukić-Vuković, A., **Mladenović, D.**, Jovanović, J., Knežević-Jugović, Z., Kocić-Tanackov, S., Pejin, J., Mojović, L., (2016). Ultrasound as a physical treatment of stillage for lactic acid fermentation. Journal on processing and energy in agriculture, 20(1), 13-16. (ISSN 1821-4487).
3. **Mladenović, D.**, Đukić-Vuković, A., Radosavljević, M., Pejin, J., Kocić-Tanackov, S. and Mojović, L., (2018). Two-stage fermentation for lactic acid production on distillery stillage. Journal on Processing and Energy in Agriculture, 22(3), 133-137. (ISSN 1821-4487).

Saopštenje na skupu nacionalnog značaja štampano u izvodu (M64)

1. Pejin, J., Radosavljević, M., Kocić-Tanackov, S., **Mladenović, D.**, Đukić-Vuković, A., Mojović, L., (2016). Mlečno-kisela fermentacija hidrolizata pivskog tropa uz dodatak džibre, Zbornik izvoda XXVIII Nacionalne konferencije sa međunarodnim učešćem „Procesna tehnika i energetika u poljoprivredi - PTEP 2016“, 17-22. april, Borsko Jezero, Srbija, str. 84-85, Izdavač: Nacionalno društvo za procesnu tehniku i energetiku u poljoprivredi, Novi Sad, Srbija. (ISBN 978-86-7520-367-4).
2. Đukić-Vuković, A., **Mladenović, D.**, Kocić-Tanackov, S., Pejin, J. Gusbeth, CH., Mojović, L., (2018). Mogućnost proizvodnje probiotske biomase na ekstraktima mikroalgi, Zbornik izvoda XXX Nacionalne konferencije sa međunarodnim učešćem „Procesna tehnika i energetika u poljoprivredi - PTEP 2018“, 15-20. april, Brzeće, Srbija, str. 130, Izdavač: Nacionalno društvo za procesnu tehniku i energetiku u poljoprivredi, Novi Sad, Srbija. (ISBN 978-86-7520-367-4).
3. Pejin, J., Radosavljević, M., Pribić, M., Kocić-Tanackov, S., **Mladenović, D.**, Đukić-Vuković, A., Mojović, L., (2018). Sporedni proizvodi tehnologije slada i piva kao sirovine u L-(+)-mlečno-kiseloj fermentaciji, XXX Nacionalna Konferencija procesna tehnika i energetika u poljoprivredi PTEP 2018, 15–20. april, 2018, Brzeće, Srbija, 90, Nacionalno društvo za procesnu tehniku i energetiku u poljoprivredi, Novi Sad, Srbija. (ISBN 978-86-7520-367-4).

Novi tehnološki postupak (M83)

1. Mojović, L., Đukić-Vuković, A., Pejin, J., Kocić-Tanackov, S., **Mladenović, D.**, (2015) Postupak proizvodnje mlečne kiseline i probiotskog dodatka ishrani životinja na tečnoj destilerijskoj džibri, Tehničko rešenje, Recenzenti: Dušanka Pejin, red. prof. Tehnološkog fakulteta Novi Sad, u penziji i Milica Radosavljević, naučni savetnik Instituta za kukuruz, Zemun polje. Korisnik: Reahem d.o.o., Srbobran, Srbija.

5. ZAKLJUČAK I PREDLOG

Na osnovu iznetih podataka, mišljenje Komisije je da doktorska disertacija kandidata Dragane D. Mladenović, dipl. biologa, pod nazivom „Agro-industrijski otpad kao supstrat za proizvodnju mlečne kiseline, mikrobne biomase i hrane za životinje“ predstavlja značajan i originalan naučni doprinos predmetnoj oblasti istraživanja. Originalnost doktorske disertacije je potvrđena objavljivanjem radova u časopisima međunarodnog značaja, saopštavanjem rezultata na međunarodnim i nacionalnim konferencijama, kao i proverom originalnosti korišćenjem softvera iThenticate. Komisija je mišljenja da ova doktorska disertacija ispunjava sve zahtevane kriterijume, kao i da je kandidat tokom izrade disertacije pokazao naučno-istraživačku sposobnost u svim fazama izrade disertacije. Imajući u vidu kvalitet, obim i naučni doprinos postignutih rezultata, Komisija predlaže Nastavno-naučnom veću Tehnološko-metalurškog fakuleta, Univerziteta u Beogradu, da se doktorska disertacija pod nazivom „Agro-industrijski otpad kao supstrat za proizvodnju mlečne kiseline, mikrobne biomase i hrane za životinje“ kandidata Dragane D. Mladenović, dipl. biologa, prihvati, izloži na uvid javnosti u zakonom predviđenom roku i uputi na konačno usvajanje Veću naučnih oblasti tehničkih nauka Univerziteta u Beogradu i da nakon završetka ove procedure pozove kandidata na usmenu odbranu disertacije pred Komisijom u istom sastavu.

U Beogradu, 15.05.2019. godine

ČLANOVI KOMISIJE

dr Ljiljana Mojović, redovni profesor
Univerzitet u Beogradu, Tehnološko-metalurški fakultet

dr Aleksandra Đukić-Vuković, naučni saradnik
Univerzitet u Beogradu, Tehnološko-metalurški fakultet

dr Maja Vukašinović-Sekulić, vanredni profesor
Univerzitet u Beogradu, Tehnološko-metalurški fakultet

dr Jelena Pejtin, vanredni profesor
Univerzitet u Novom Sadu, Tehnološki fakultet