

**UNIVERZITET U BEOGRADU
TEHNOLOŠKO-METALURŠKI FAKULTET**

NASTAVNO-NAUČNOM VEĆU

Predmet: Referat o urađenoj doktorskoj disertaciji kandidata **Snežane M. Dimitrijević**, diplomiranog inženjera tehnologije za biohemijisko inženjerstvo i biotehnologiju.

Odlukom Nastavno-naučnog veća Tehnološko-metalurškog fakulteta Univerziteta u Beogradu br. 35/43 od 22.02.2018. godine, imenovani smo za članove Komisije za pregled, ocenu i odbranu doktorske disertacije kandidata **Snežane M. Dimitrijević**, diplomiranog inženjera tehnologije pod naslovom:

**Primena novih sojeva bakterija u proizvodnji komposta i za gajenje
uljanih vrsta sa poboljšanim biološkim svojstvima.**

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

R E F E R A T

1. UVOD

1.1. Hronologija odobravanja i izrade disertacije

14.10.2011. – kandidat **Snežana M. Dimitrijević**, diplomirani inženjer tehnologije za biohemijisko inženjerstvo i biotehnologiju, upisala je Doktorske akademske studije na Tehnološko-metalurškom fakultetu, Univerziteta u Beogradu.

21.09.2017. – kandidat **Snežana M. Dimitrijević** predložila je temu doktorske disertacije pod naslovom: „**Primena novih sojeva bakterija u proizvodnji komposta i za gajenje uljanih vrsta sa poboljšanim biološkim svojstvima**”, a Nastavno-naučno veće Tehnološko-metalurškog fakulteta Univerziteta u Beogradu odlukom br. 35/292 usvojilo Komisiju za ocenu naučne zasnovanosti preložene teme.

30.11.2017. – Na sednici Nastavno-naučnog veća Tehnološko-metalurškog fakulteta, na osnovu izveštaja Komisije, doneta je odluka br. 35/472 o prihvatanju predloga teme doktorske disertacije kandidata, **Snežane M. Dimitrijević**, diplomiranog inženjera tehnologije, pod nazivom „**Primena novih sojeva bakterija u proizvodnji komposta i za gajenje uljanih vrsta sa poboljšanim**

biološkim svojstvima". Za mentora ove doktorske disertacije imenovana je dr Suzana Dimitrijević-Branković, redovni profesor Tehnološko-metalurškog fakulteta Univerziteta u Beogradu.

25.12.2017. – Na sednici Veća naučnih oblasti tehničkih nauka Univerziteta u Beogradu data je saglasnost na predlog teme doktorske disertacije kandidata **Snežane M. Dimitrijević**, diplomiranog inženjera tehnologije, pod nazivom „**Primena novih sojeva bakterija u proizvodnji komposta i za gajenje uljanih vrsta sa poboljšanim biološkim svojstvima**”, odlukom br. 61206-5237/2-17 od 25.12.2017.

22.02.2018. – Na sednici Nastavno-naučnog veća Tehnološko-metalurškog fakulteta, doneta je odluka br. 35/43 o imenovanju članova komisije za pregled, ocenu i odbranu doktorske disertacije kandidata, **Snežane M. Dimitrijević**, diplomiranog inženjera tehnologije, pod nazivom „**Primena novih sojeva bakterija u proizvodnji komposta i za gajenje uljanih vrsta sa poboljšanim biološkim svojstvima**”.

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, dr Suzana Dimitrijević-Branković, redovni profesor Tehnološko-metalurškog fakulteta Univerziteta u Beogradu, na osnovu dosadašnjih objavljenih radova, nastavnog i istraživačkog iskustva, je kompetentna da rukovodi izradom ove disertacije.

1.3. Biografski podaci o kandidatu

Kandidat **Snežana M. Dimitrijević** je rođena 17.02.1973. godine u Pančevu, gde je završila osnovnu školu kao nosilac Vukove diplome. Medicinsku školu u Beogradu, odsek za farmaceutske tehničare, završila je 1992. godine sa odličnim uspehom. Osnovne studije na Tehnološko-metalurškom fakultetu Univerziteta u Beogradu, na odseku za biohemijsko inženjerstvo i biotehnologiju upisala je školske 1992/1993. Diplomirala je 23. marta 1999. godine. Diplomski rad pod nazivom “Proizvodnja monoacilglicerola na palminom ulju pomoću lipaze iz *Penicillium cyclopium* BGAL1” odbranila je sa ocenom 10. Doktorske akademske studije, na Tehnološko-metalurškom fakultetu Univerziteta u Beogradu, studijski program Biohemijsko inženjerstvo i biotehnologija, upisala je školske 2011/2012. Ispite na doktorskim studijama položila je sa prosečnom ocenom 9,58, a oktobra 2013. godine odbranila je sa ocenom 10 i Završni ispit pod nazivom: „Iskorišćenje otpada iz proizvodnje i prerade lekovitog bilja za dobijanje komposta primenom odabranog konzorcijuma prirodnih izolata bakterija i streptomiceta“ pred komisijom u sastavu: Dr Suzana Dimitrijević-Branković, Dr Slavica Šiler-Marinković, Dr Dušan Antonović.

U periodu od 2000–2001. godine zaposlena je u Jugostroj-u u Beogradu, gde je završila pripravnički staž. U periodu od 2004–2006. godine radila u preduzeću Alfa-medical u Beogradu. Od 2008. godine je zaposlena u Institutu za proučavanje lekovitog bilja "Dr Josif Pančić" u Beogradu.

2. OPIS DISERTACIJE

2.1. Sadržaj disertacije

Doktorska disertacija kandidata **Snežane M. Dimitrijević**, diplomiranog inženjera tehnologije za biohemijsko inženjerstvo i biotehnologiju pod naslovom „**Primena novih sojeva bakterija u proizvodnji komposta i za gajenje uljanih vrsta sa poboljšanim biološkim svojstvima**”, napisana je na srpskom jeziku i sadrži 126 strana A4 formata, 31 sliku (i 5 slika u prilogu), 13 tabela (i jednu tabelu u prilogu) i 220 literaturnih navoda. Doktorska disertacija sadrži sledeća poglavlja: *Rezime* (na srpskom i engleskom jeziku), *Uvod*, *Teorijski deo*, *Ekperimentalni deo*, *Zaključak*, *Literatura*, *Prilozi* i *Biografija*. Disertacija sadrži i 3 obavezna priloga: Izjavu o autorstvu, Izjavu o istovetnosti štampane i elektronske verzije rada i Izjavu o korišćenju. Po svojoj formi i sadržaju, podneti rad zadovoljava sve standarde Univerziteta u Beogradu za doktorsku disertaciju.

2.2. Kratak prikaz pojedinačnih poglavlja

U **Uvodu** doktorske disertacije dat je osvrt na oblast istraživanja, predmet i cilj rada, koji podrazumeva upotrebu odabranih mezofilnih bakterijskih startera za smanjivanje perioda razgradnje mešovito otpada i dobijanje komposta koji bi se koristio u proizvodnji i gajenju lekovitog bilja. Takođe je istaknut značaj upotrebe bakterija koje stimulišu rast biljaka (PGPB) pri gajenju crnog kima i uljanog lana u poboljšanju nutritivnih i funkcionalnih karakteristika masnog ulja iz ovih semena, dobijenog natkritičnom ekstrakcijom sa CO₂, a koje se ogledaju u povećanju antioksidativnih svojstava, sadržaju polifenolnih jedinjenja i povećanju esencijalnih masnih kiselina naročito omega-3. Ukratko je predstavljen i plan istraživanja.

Teorijski deo disertacije je podeljen na tri tematske celine: Bakterije koje stimulišu rast biljaka (PGPB) i njihova upotreba kao biofertilizatora, Kompostiranje, Nutritivne i funkcionalne osobine odabranih uljanih biljnih vrsta uljanog lana i crnog kima, gde je dat literaturni pregled predmetnih oblasti. U prvom delu Bakterije koje stimulišu rast biljaka (PGPB) i njihova upotreba kao biofertilizatora, opisani su neki rizoferni mikroorganizmi i njihovi biohemijski mehanizmi za stimulaciju rasta biljaka, kao i uloga i uticaj biofertilizatora. U poglavlju Kompostiranje prikazan je sastav biljnog otpada, kao i parametri za praćenje napredovanja u procesu kompostiranja, kroz ispitivanje stabilnosti i zrelosti komposta i enzimske aktivnosti. Istaknut je uticaj mešovitih kultura mikroorganizama za ubrzavanje kompostiranja sa prikazom karakteristika odabranih sojeva bakterija korišćenih u radu kao što su: *Bacillus amyloliquefaciens*, *Hymenobacter psychrotolerans*, *Paenibacillus chitinolyticus*, i vrste *Streptomyces sp.* U trećem poglavlju su opisane nutritivne i

funkcionalne osobine uljanih vrsta uljanog lana i crnog kima. Opisana je antioksidativna aktivnost masnih ulja ovih biljnih vrsta preko sadržaja polifenola i flavonoida, prikazani su izvori i rasprostranjenost masnih kiselina, kao i biološke karakteristike uljanog lana i crnog kima kroz njihov sastav i fitoterapeutsko delovanje.

Eksperimentalni deo disertacije podeljen je na dva dela. U prvom delu Materijali i oprema detaljno su prikazani svi materijali, hemikalije, reagensi i oprema korišćeni u izradi disertacije. U drugom delu *Metode* detaljno su prikazani svi postupci koji su primenjeni tokom eksperimentalnog rada: pripremanje biljnog otpada za kompostiranje, pripremanje biljnog materijala (semena) lana i crnog kima za kultivaciju, identifikacija sojeva, biohemijski profil sojeva API-ZIM testom, pripremanje sojeva za inokulaciju biljnog otpada, kao i za kultivaciju lana i crnog kima, praćenje procesa kompostiranja određenim fizičko-hemijskim parametrima, određivanje enzimske aktivnosti dehidrogenaze (UV/Vis spektroskopijom), ispitivanje stabilnosti komposta i kompatibilnosti sojeva metodom klijavosti određenih semena lekovitih biljaka, agronomska metoda gajenja uljanih vrsta, natkritična ekstrakcija (NKE) masnih ulja iz semena crnog kima i uljanog lana sa CO₂, primena gasne hromatografije / masene spektrometrije (GC / FID/ MS) za analizu masnih ulja iz semena uljanog lana i crnog kima, određivanje ukupnih polifenola, flavonoida i karotenoida u uljima, kao i određivanje antioksidativne aktivnosti ekstrakata ulja FRAP metodom.

U poglavlju **Rezultati i diskusija** prikazani su dobijeni eksperimentalni rezultati koji se mogu podeliti u tri podgrupe: 1. rezultati karakterizacije odabranih sojeva bakterija za proces kompostiranja i gajenje uljanih kultura; 2. rezultati praćenja procesa kompostiranja i 3. rezultati promene agronomskih i nutritivnih karakteristika uljanih kultura primenom odabranih sojeva bakterija. Prikaz dobijenih rezultata obuhvata i njihovu analizu i diskusiju koja podrazumeva objašnjenje i poređenje sa literaturnim navodima slične tematike.

U prvom delu ovog poglavlja prikazani su rezultati identifikacije i karakteristike korišćenih mikroorganizama. Sojevi su ranije identifikovani prema najbližim vrstama zasnovanim na morfološkim karakteristikama i sekvenci gena koji kodira 16S rRNA. Primenom API –ZIM testa je određen biohemijski profil sojeva, a metodom indeksa klijavosti semena uljanog lana i crnog kima je ispitana kompatibilnost sojeva *Paenybacillus chitinolyticus* CKS1, *Hymenobacter sp.* CKS3 i *Streptomyces fulvissimus* CKS7. Ispitan je uticaj različite koncentracije odabranih bakterija na indeks klijavosti semena-GI crnog kima i uljanog lana.

Nadalje je ispitana uticaj inokulacije smešom identifikovanih izolata bakterija i streptomiceta na kompostiranje biljnog otpada nastalog tokom procesa proizvodnje i prerade lekovitog bilja. U cilju povećanja brzine kompostiranja korišćeni su sledeći izolati: *Streptomyces spororaveus* CKS2, *Streptomyces microflavus* CKS6, *Streptomyces fulvissimus* CKS7, *Paenybacillus chitinolyticus* CKS1, *Hymenobacter sp.* CKS3, *Bacillus amyloliquefaciens ssp. plantarum* PPM3 and *Bacillus altitudinis* PPT1.

Određivanje stepena zrelosti i stabilnosti komposta praćeno je određenim fizičko-hemijskim i biološkim parametrima kao što su ukupan sadržaj ugljenika, azota, fosfora i kalijuma pomoću termokonduktometrijskog detektora za elementarnu analizu (Elementar Vario

EL III element analyzer), kao i određivanje ukupnog sadržaja šećera i enzimske aktivnosti dehidrogenaze spektrofotometrijskom metodom po standardu ISO 23753-1. Fitotoksičnost kompostnog materijala je procenjena indeksom klijanja semena četiri vrste lekovitih biljaka *Thymus vulgaris*, *Lavandula officinalis*, *Cynara scolimus* i *Fagopirum esculentum*.

Za kultivaciju uljanog lana i crnog kima korišćeni su sledeći sojevi: *Paenibacillus chitinoliticus* CKS1, *Himenobacter* sp. CKS 3 i *Streptomyces fulvissimus* CKS 7. Prikazani su i agronomski parametri crnog kima i uljanog lana kultivisani tretmanom sa bakterijskim inokulumom. Prikazan je prinos masnog ulja ekstrahovanog natkritičnom ekstrakcijom (NKE) sa CO₂. Prikazani su rezultati analize masnih kiselina iz ulja semena uljanog lana i crnog kima primenom gasne hromatografije / masene spektrometrije (GC/FID/MS). Određivanje sadržaja biološki aktivnih komponenti u uljima je prikazano preko određivanja sadržaja ukupnih polifenola, flavonoida i karotenoida u uljima, kao i određivanje antioksidativne aktivnosti ekstrakata ulja FRAP metodom.

U poglavlju **Zaključak** su sumirani zaključci proistekli iz rada na ovoj doktorskoj disertaciji, a zatim je izveden generalni zaključak na osnovu svih sumiranih rezultata.

U poglavlju **Literatura** navedeni su relevantni radovi iz oblasti istraživanja u okviru ove disertacije.

3. OCENA DISERTACIJE

3.1. Savremenost i originalnost

Biološka đubriva ili biofertilizatori su proizvodi koji sadrže korisne mikroorganizme koji imaju sposobnost da pomažu proširenju korenovog sistema i bolje klijanje semena. Mogu da kolonizuju rizosferu i da stimulišu rast biljaka kroz povećano snabdevanje esencijalnih nutrijenata u biljkama. Veštačka inokulacija sa odabranim efektivnim mikroorganizmima dovodi do poželjnijih efekata u procesu poljoprivredne proizvodnje.

Odabrani mikroorganizmi mogu se koristiti za pripremu višefunkcionalnih biofertilizatora, čime se zamenjuje upotreba značajne količine sintetičkih đubriva u poljoprivredi. Dodatna vrednost đubriva zavisi od karakteristika korišćenih mikrobioloških vrsta, a od posebnog značaja je uključivanje vrsta koje poseduju sposobnost kontrole biljnih patogena.

Bakterije koje stimulišu rast biljaka, poznatije kao PGPB (*Plant Growth Promoting Bacteria*) mogu podstaći njihov rast, povećati prinos, smanjiti infekciju fitopatogenima ali i smanjiti osetljivost biljke na stres, bez prenosa patogenosti.

Odlaganje velike količine agroindustrijskog otpada izaziva energetske, ekonomske i ekološke probleme. S obzirom da agroindustrijski otpad ima visok sadržaj organskih materija i mineralnih elemenata, može potencijalno da se koristi za vraćanje plodnosti zemljišta. Zahvaljujući nekim mikroorganizmima koji su u stanju da konvertuju organsku materiju, agroindustrijski otpad se može iskoristiti kao dragoceni resurs za proizvodnju biljnih hraniva ili komposta. Prilikom mikrobne aktivnosti, smanjuje se C/N odnos u otpadnom materijalu (kompostu) što može pogodovati produktivnosti zemljišta.

Praksa u poljoprivredi kao i u industrijskom procesuiranju ukazuje da agroindustrijski otpad pre treba posmatrati kao hranljivi supstrat nego kao otpad. U zemljama u razvoju agroindustrijski otpad (otpad od žetve, biljni otpad, životinjski otpad) se koristi kao gorivo.

Kompostiranje, odnosno, biološka transformacija otpada, predstavlja jedan od ekološki prihvatljivih rešenja za zbrinjavanje organskog otpada koji najčešće nastaje iz domaćinstava i agroindustrije. Nastali kompost je proizvod kontrolisane biooksidacije čvrstog heterogenog organskog supstrata koji se može koristiti za obogaćivanje zemljišta humusnim materijama i za stimulaciju rasta biljnih kultura. Dodatna vrednost primene mikrobnih kultura je u tome što one mogu same po sebi pozitivno uticati na rast biljnih kultura na koje se primenjuje dobijeni kompost.

Funkcionalna hrana igra važnu ulogu u odnosu između ishrane i zdravlja. Semena mnogih biljaka se pojavljuju kao važan sastojak funkcionalne hrane. Mogu se koristiti za ekstrakciju različitih grupa jedinjenja kao što su trigliceridi, masne kiseline, polifenoli, fitosteroli i tokoferoli. Mnoga biljna semena sadrže hemijska jedinjenja sa biološkim i funkcionalnim svojstvima kao što su polinezasićene masne kiseline (PUFA) omega 3 grupe. Ljudski organizam nije u stanju da ih sam sintetiše, te je stoga neophodno njihovo unošenje hranom.

Uljani lan među svim uljanim vrstama ima najveći sadržaj esencijalnih masnih kiselina omega-3 (alfa-linolenske kiseline od 45-55%) kao i omega-6 (linolne kiseline).

Ulje crnog kima je takođe bogat izvor esencijalnih masnih kiselina, kao i polifenolnih jedinjenja i bogat je izvor antioksidanasa.

Ishrana sa biljnim semenima ovih biljnih vrsta, može pomoći u sprečavanju mnogih hroničnih bolesti, dijabetesa, kardiovaskularnih oboljenja i raka. Imaju široku upotrebu u raznim granama industrije, naročito u prehrambenoj industriji i farmaciji.

U okviru doktorske disertacije **Snežane M. Dimitrijević**, pod nazivom „**Primena novih sojeva bakterija u proizvodnji komposta i za gajenje uljanih vrsta sa poboljšanim biološkim svojstvima**”, ispitan je uticaj inokulacije smešom prirodnih izolata bakterija i streptomiceta na kompostiranje biljnog otpada nastalog tokom procesa proizvodnje i prerade lekovitog bilja u Institutu za proučavanje lekovitog bilja “Dr Josif Pančić”.

Definisan je sastav biljnog otpada pre procesa kompostiranja, kao i uslovi za kompostiranje (temperatura, vlaga, dužina trajanja procesa koji se prati fizičko-hemijskim i biološkim parametrima).

Ispitana je enzimaska aktivnost izolata i međusobna kompatibilnost između sojeva, kao i njihov uticaj na brzinu kompostiranja. Za procenu zrelosti i kvaliteta komposta za njegovu dalju upotrebu u poljoprivredi, ispitan je njegova fitotoksičnost.

U nastavku istraživanja ispitan je upotreba odabranih sojeva *Streptomyces* sp., *Paenibacillus* sp. i *Hymenobacter* sp. u tretmanu zemljišta pri kultivaciji odabranih biljnih uljanih vrsta – uljanog lana i crnog kima. Definisana je koncentracija inokuluma za tretman zemljišta i ispitan je njihov uticaj na morfološke karakteristike uljanih vrsta pri gajenju, u odnosu na kontrolu, u periodu od 6 meseci vegetacije bez primene hemijskih sredstava i uz ručno kontrolisanje korova. Utvrđen je uticaj različite koncentracije inokuluma na sastav masnih ulja

lana i crnog kima, dobijenih natkritičnom ekstrakcijom sa CO₂ iz semena, u odnosu na kontrolu kao i antioksidativna aktivnost i ukupan sadržaj polifenola, flavonoida i karotenoida.

Na osnovu pregleda literature može se zaključiti da se istraživanja u okviru ove disertacije uklapaju u savremene pravce istraživanja u oblasti primene mikrobioloških sojeva pri iskorišćenju agroindustrijskog biljnog otpada za dobijanje komposta, kao i u oblasti korišćenja bakterija kao biofertilizatora u poljoprivredi u gajenju uljanih vrsta.

3.2. Osvrt na referentnu i korišćenu literaturu

U doktorskoj disertaciji je citirano 220 literaturnih navoda, od kojih najveći broj čine najnoviji radovi objavljeni u časopisima međunarodnog značaja sa tematikom značajnom za izradu doktorske disertacije. Citirani literaturni radovi su omogućili da se predstavi stanje u ispitivanoj naučnoj oblasti, kao i da se sagleda aktuelna problematika iskorišćenja biljnog otpada za dobijanje komposta i upotreba mikroorganizama kao biofertilizatora u poljoprivredi. Kandidat je pregledao obimnu literaturu vezanu za primenu i uticaj mikrobioloških sojeva u tretmanu organskog otpada tokom procesa kompostiranja. Pregledana je i literatura vezana za primenu bakterija u gajenju različitih biljnih vrsta a naročito uljanih, crnog kima i uljanog lana, kao i njihovo farmakološko dejstvo i upotreba kao funkcionalne hrane, kao i literatura koja se odnosi na različite instrumentalne metode za analizu sastava masnih ulja ovih vrsta i njihove biološke karakteristike. Iz popisa literature koja je korišćena u istraživanju, kao i objavljenih radova kandidata **Snežane M. Dimitrijević** može se uočiti da kandidat na adekvatnom nivou poznaje predmetnu oblast istraživanja, kao i aktuelno stanje istraživanja u ovoj oblasti u svetu.

3.3. Opis i adekvatnost primenjenih naučnih metoda

Prikazani rezultati u ovoj doktorskoj disertaciji su dobijeni primenom odgovarajućih eksperimentalnih tehnika i savremenih analitičkih instrumentalnih metoda iz literature u originalnom ili modifikovanom obliku, kao i adekvatnom analizom i obradom podataka.

Sojevi koji su prikazani u ovoj disertaciji i koji su korišćeni za kompostiranje i gajenje uljanih vrsta su ranije identifikovani prema najbližim vrstama zasnovanim na morfološkim karakteristikama i sekvenci gena koji kodira 16S rRNA. Biohemijski profil novoizolovanih sojeva *Paenybacillus chitinolyticus* CKS1, *Hymenobacter sp.* CKS3 i *Streptomyces fulvissimus* CKS7 je određen korišćenjem API-ZIM testa.

Analiza ukupnog sadržaja ugljenika, azota, fosfora i kalijuma u uzorcima komposta u različitim fazama zrelosti je urađena pomoću termokonduktometrijskog detektora za elementarnu analizu (Elementar Vario EL III element analyzer). Ukupan sadržaj rastvorljivih šećera u ekstraktu komposta, kao jedan od parametara zrelosti komposta, određen je korišćenjem fenol-sumporne metode za određivanje sadržaja ukupnih ugljenih hidrata, po spektrofotometrijskoj metodi na UV-Vis spektrofotometru na 490 nm. Enzimska aktivnost dehidrogenaze je određena metodom po standardu ISO 23753-1 korišćenjem UV-Vis

spektrofotometra. Ispitivanje stabilnosti komposta je određeno metodom indeksa klijavosti semena lekovitih biljaka na vodenim ekstraktima komposta.

Ispitan je uticaj izabranih sojeva *Paenibacillus chitinolyticus* CKS1, *Hymenobacter sp.* CKS3 i *Streptomyces fulvissimus* CKS7 pri gajenju uljanog lana (*Linum usitatissimum*) i crnog kima (*Nigella sativa*) na morfološke karakteristike, prinos i parametre kvaliteta semena, nakon 6 meseci gajenja. Međusobna kompatibilnost sojeva je ispitana metodom indeksa klijavosti. Nakon dorade semena izvršena je ekstrakcija masnih ulja primenom natkritične ekstrakcije (NKE) sa CO₂ na 300 bar i 40°C. Ispitan je i sastav masnih kiselina u uljima semena obe biljke, primenom gasne hromatografije/masene spektrometrije (GC/FID/MS). Ispitana je antioksidativna aktivnost masnih ulja FRAP metodom, kao i sadržaj polifenola, flavonoida i karotenoida spektrofotometrijskim metodama.

3.4. Primenljivost ostvarenih rezultata

Na osnovu pregleda do sada objavljenih eksperimentalnih podataka i rezultata prikazanih u okviru ove doktorske disertacije ostvaren je značajan doprinos sa aspekta ispitivanja uticaja mikrobioloških sojeva na ubrzani proces dobijanja komposta sa poboljšanim osobinama, a tako i sa aspekta primene sojeva u gajenju uljanih vrsta sa poboljšanim nutritivnim i funkcionalnim svojstvima. Primenom odabranih sojeva u kompostiranju skraćuje se vreme kompostiranja i dobija se visokokvalitetno biološko đubrivo koje ima dalju primenu u poljoprivredi pri gajenju lekovitog bilja. Uljane vrste gajene primenom odabranih sojeva daju masna ulja sa povišenim sadržajem esencijalnih masnih kiselina, posebno iz grupe omega- 3.

3.5. Ocena dostignutih sposobnosti kandidata za samostalni naučni rad

Kandidat **Snežana M. Dimitrijević** je tokom izrade doktorske disertacije pokazala samostalnost, sistematičnost i stručnost u sagledavanju otvorenih problema istraživanja, kao i kritičku analizu postojećih saznanja. Prilikom izvođenja i realizacije eksperimenata, pokazala je da vlada naučnim i istraživačkim metodama, kao i kreativnost u realizaciji, analizi i obradi dobijenih rezultata. Komisija smatra da kandidat poseduje sve kvalitete koji su neophodni za samostalan naučni rad.

4. OSTVARENI NAUČNI DOPRINOS

4.1. Prikaz ostvarenih naučnih doprinosa

Naučni doprinos rezultata ove teze ogleda se u sledećem:

- Utvrđivanju uticaja bakterijskih sojeva na tretman biljnog otpada u procesu kompostiranja u cilju smanjenja perioda razlaganja i dobijanja visokokvalitetnog organskog đubriva – komposta

- Utvrđivanju uticaja različitih koncentracija mešane mikrobiološke kulture tokom inokulacije zemljišta na agronomске karakteristike gajenog lana i crnog kima
- Utvrđivanju efikasne primene različitih koncentracija izabranih sojeva *Paenibacillus chitinolyticus* CKS1, *Hymenobacter* sp. CKS3 i *Streptomyces fulvissimus* CKS7 tokom kultivacije lana i crnog kima koja se ogleda u poboljšanju nutritivnih i funkcionalnih svojstava masnih ulja iz semena ovih biljaka kroz povećan sadržaj esencijalnih masnih kiselina naročito iz grupe omega-3, povećanje antioksidativne aktivnosti i sadržaja polifenolnih jedinjenja.

4.2. Kritička analiza rezultata istraživanja

Definisanjem ciljeva istraživanja i detaljnom analizom literature iz oblasti iskorišćenja otpada iz agroindustrije za dobijanje komposta primenom mikrobioloških sojeva i njihove upotrebe u gajenju uljanih vrsta, utvrđena je metodologija istraživanja primenjena tokom izrade doktorske disertacije. Može se primetiti da se dobijeni rezultati nadovezuju, ali i u značajnoj meri dopunjuju postojeće literaturne rezultate. Pored primenjene metodologije istraživanja dostupne u literaturi, u ovoj disertaciji su po prvi put korišćeni odabrani sojevi u procesu kompostiranja. Savremenost i originalnost ovoj doktorskoj disertaciji daje i primena pomenutih bakterijskih sojeva po prvi put u gajenju uljanog lana i crnog kima.

Sagledavanjem ciljeva i postavljenih hipoteza u odnosu na dobijene rezultate, može se konstatovati da prikazana istraživanja u potpunosti zadovoljavaju kriterijume jedne doktorske disertacije. Može se konstatovati i da su korišćene metode u skladu sa savremenim metodama i da su dobijeni rezultati značajni ne samo sa naučnog, već i praktičnog aspekta.

4.3. Verifikacija naučnih doprinosa

Kandidat **Snežana M. Dimitrijević** 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 disertacije objavljeni su do sada u okviru dva rada u naučnim časopisima međunarodnog značaja (kategorizacije M21a-jedan rad, M23-jedan rad). Kandidat se tokom izrade disertacije bavio istraživačkim radom u okviru uže naučne oblasti biohemijskog inženjerstva i biotehnologije u okviru kojih je koautor jednog rada iz kategorije M21, više radova iz kategorije M52 i M53 i više saopštenja iz kategorija M30 i M60. Koautor je i jednog tehničkog rešenja.:

Radovi objavljeni u naučnim časopisima međunarodnog značaja-M20

Rad u međunarodnom časopisu izuzetnih vrednosti, M21a

1. **Dimitrijević S.**, Pavlović M., Maksimović S., Ristić M., Filipović V., Antonović D., Dimitrijević-Branković S. Plant growth promoting bacteria elevate the nutritional and functional properties of Black cumin and Flaxseed fixed oil. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2017, 98(4):1584-1590. IF (2016) = 2,463. ISSN 0022-5142.

Radovi u vrhunskom međunarodnom časopisu, M21

2. Milutinović M., Radovanović N., Rajlić-Stojanović M., Šiler-Marinković S., **Dimitrijević S.**, Dimitrijević-Branković S. Microwave-assisted extraction for the recovery of antioxidants from waste *Equisetum arvense*. *Industrial Crops and Products*. 2014, 61:388-397. IF (2014) = 2,837. ISSN: 0926-6690.

Radovi u međunarodnom časopisu, M23

3. **Dimitrijević S.**, Radanović D., Antić-Mladenović S., Milutinović M., Rajlić-Stojanović M., Dimitrijević-Branković S. Enhanced Fertilization Effect of a Compost Obtained from Mixed Herbs Waste Inoculated with Novel Strains of Mesophilic Bacteria, *Hemijska industrija*. 2017, IF (2016) = 0,459. ISSN: 0367-598x. doi: 10.2298/HEMIND170327013D

Zbornici međunarodnih naučnih skupova M30

Saopštenje sa međunarodnog skupa štampano u celini, M33

4. Jevđović R., Todorović G., Kostić M., Maksimović Z., Marković J., **Dimitrijević S.**, Mitić S. Variety factor content of essential oil in common Thyme leaves (*Thymus vulgaris* L.), 22nd International symposium "Safe food production", Trebinje, Bosnia and Herzegovina, 19–25 June, 2011, Proceedings, 392–394, ISBN: 978-86-7520-219-6
5. Ružičić L., Jevđović R., Kostadinović Lj., Gligorević K., Oljača M., **Dimitrijević S.** Testing of new technical-technological solutions in land cultivation plow plus subsoiler as combined tool for medicinal herb production, 22nd International symposium "Safe food production", Trebinje, Bosnia and Herzegovina, 19–25. June 2011, Proceedings, 456–459. ISBN: 978-86-7520-219-6
6. Filipović V., **Dimitrijević S.**, Marković T., Radanović D. Izgradnja kompostišta na proizvodnim i prerađivačkim jedinicama Instituta za proučavanje lekovitog bilja "Dr Josif Pančić". XIII Kongres Srpskog društva za proučavanje zemljišta i prvi međunarodni "Zemljište – voda – biljka". Srpsko društvo za proučavanje zemljišta i Institut za zemljište, Beograd. Beograd, 23–26. septembar 2013, Proceedings, 373–382.

Saopštenje sa međunarodnog skupa štampano u izvodu, M34

7. Jevđović R., **Dimitrijević S.**, Marković J. Vreme žetve, faktor sadržaja aktivnih komponenata u nadzemnom delu srdačice (*Leonurus cardiaca* L.), XV međunarodno

naučnostručno savjetovanje agronoma Republike Srpske, Trebinje, 16–19. mart 2010, Zbornik sažetaka, str. 197.

8. Jevđović R., Todorović G., Kostić M., Marković J., **Dimitrijević S.** Režim sušenja, faktor sadržaja etarskog ulja u suvom lišću pitome nane, XVI međunarodno naučnostručno savjetovanje agronoma Republike Srpske, Trebinje 22–25. mart 2011, Zbornik sažetaka, str. 139.
9. Jevđović R., Todorović G., Kostić M., Jevđović M., **Dimitrijević S.**, Mitić S. Genotip, faktor sadržaja etarskog ulja u lišću timijana, XVI međunarodno naučnostručno savjetovanje agronoma Republike Srpske, Trebinje 22–25. mart 2011, Zbornik sažetaka, str. 144.
10. Filipović V., **Dimitrijević S.**, Marković T., Radanović D. Izgradnja kompostišta na proizvodnim i prerađivačkim jedinicama Instituta za proučavanje lekovitog bilja "dr Josif Pančić". XIII Kongres Srpskog društva za proučavanje zemljišta i prvi međunarodni "Zemljište – voda – biljka". Srpsko društvo za proučavanje zemljišta i Institut za zemljište, Beograd. Beograd, 23–26. septembar 2013, ISBN 978-86-911273-3-6.

Časopisi nacionalnog značaja M50

Radovi u časopisu nacionalnog značaja, M52

11. Jevđović R., Filipović V., Marković J., **Dimitrijević S.**, Todorović G., Ugrenović V. Efekti primene nekih biostimulatora na prinos i životnu sposobnost semena uljanog lana. Društvo selekcionara i semenara, "Selekcija i semenarstvo – Plant breeding and seed production". 2012, 18(2):41–50. ISSN: 0354-5881.
12. Filipović, V., Ugrenović, V., Radanović, D., Marković, T., Popović, V., Đorđević, S., **Dimitrijević, S.** Agrotehnička istraživanja standardizacije tehnologije proizvodnje semena crnog kima (*Nigella sativa* L.). *Lekovite sirovine*, Institut za proučavanje lekovitog bilja "Dr Josif Pančić", Beograd. 2016, (36), 47–60. ISSN: 0455–6224.

Radovi u naučnom časopisu, M53

13. Jevđović R., Filipović V., Marković J., **Dimitrijević S.**, Todorović G., Ugrenović V. Efekti primene nekih biostimulatora na prinos i životnu sposobnost semena lana. *Selekcija i semenarstvo*. 2012, ISSN: 0354-5881.
14. Jevđović R., Todorović G., Kostić M., Marković, J., **Dimitrijević, S.** Uticaj veličine frakcija i temperaturnog režima na kvalitet semena kvinoje (*Chenopodium quinoa* Wild.). *Lekovite sirovine*, Institut za proučavanje lekovitog bilja "Dr Josif Pančić", Beograd. 2012, 32. ISSN: 0455-6224.
15. Jevđović R., Filipović V., Todorović G., **Dimitrijević S.** Uticaj veličine vegetacionog prostora i tipa zemljišta na prinos nadzemne biomase zdravca, *Lekovite sirovine*, Institut za proučavanje lekovitog bilja "Dr Josif Pančić", Beograd. 2012, 32. ISSN: 0455-6224.
16. Filipović V., Jevđović R., **Dimitrijević S.**, Marković T., Grbić J. Uticaj primene organskih malčeva na agrofizičke osobine i prinos korena mrkve. *Lekovite sirovine*, Institut za

proučavanje lekovitog bilja "Dr Josif Pančić", Beograd. 2012, (32), 37–46. ISSN: 0455-6224.

Zbornici skupova nacionalnog značaja, M60

Saopštenje sa skupa nacionalnog značaja štampano u izvodu, M64

17. **Dimitrijević S.**, Jevđović R., Stanimirović M., Conić M. Uticaj vremena žetve i režima sušenja na sadržaj cinarina u listu artičoke (*Cynara scolymus* L.), 17. naučnostručni skup "Proizvodnja i plasman lekovitog, začinskog i aromatičnog bilja", Bački Petrovac, 01. oktobar 2010, Izvodi radova, str. 22. ISBN: 978-86-80417-23-3.
18. Jevđović R., Dekić S., Savić Lj., **Dimitrijević S.**, Conić M., Stanimirović M. Zaštita kamilice od korova, 17. naučnostručni skup "Proizvodnja i plasman lekovitog, začinskog i aromatičnog bilja", Bački Petrovac, 01. oktobar 2010, Izvodi radova, str. 24. ISBN: 978-86-80417-23-3.
19. Jevđović R., Todorović G., Kostić M., Maksimović Z., **Dimitrijević S.**, Pavkov S. Prinos herbe dve vrste timijana u različitim agroekološkim uslovima, 18. naučnostručni skup "Proizvodnja i plasman lekovitog, začinskog i aromatičnog bilja", Bački Petrovac, 30. septembar 2011, Izvodi radova, str.15.
20. Jevđović R., Marisavljević D., Todorović G., Kostić M., Marković J., **Dimitrijević S.** Efekti primene nekih biostimulatora na prinos herbe čubra, 19. naučnostručni skup "Proizvodnja i plasman lekovitog, začinskog i aromatičnog bilja", Bački Petrovac, 28. septembar 2012, Izvodi radova, str. 19. ISBN: 978-86-80417-38-7.
21. Filipović V., Glamočlija Đ., Popović V., Jaćimović G., **Dimitrijević S.**, Marković T., Radanović D. Yarrow (*Achillea millefolium* L.) as a plant in perennial „eco-corridors“. VI Symposium with International Participation Innovations in Crop and Vegetable Production, Faculty of Agriculture, Belgrade – Zemun, Belgrade, 17–18. october 2013, ISBN 978-86-7834-189-2.

Tehnička i razvojna rešenja, M80

Novo tehničko rešenje (metoda) primenjeno na nacionalnom nivou, M82

22. Filipović V., Ugrenović V., Popović V., Radanović D., Đorđević S., Marković T., **Dimitrijević S.**, Terzić D. (2017): „Tehnologija proizvodnje semena crnog kima (*Nigella sativa* L.) u Republici Srbiji, za primenu u farmaceutskoj i prehrambenoj industriji.“ Tehničko rešenje je rezultat istraživanja u periodu tokom 2016. godine. Rešenje je finansirano od strane Ministarstva za prosvetu, nauku i tehnološki razvoj Republike Srbije, tokom realizacije projekta III 46006: "Održiva poljoprivreda i ruralni razvoj u funkciji ostvarivanja strateških ciljeva Republike Srbije u okviru Dunavskog regiona" i prihvaćeno od strane Instituta za proučavanje lekovitog bilja „Dr Josif Pančić“, Beograd, kao krajnjeg korisnika.

5. ZAKLJUČAK I PREDLOG KOMISIJE

Na osnovu svega napred iznetog, Komisija smatra da doktorska disertacija **Snežane M. Dimitrijević**, diplomiranog inženjera tehnologije za biohemijsko inženjerstvo i biotehnologiju pod nazivom: „**Primena novih sojeva bakterija u proizvodnji komposta i za gajenje uljanih vrsta sa poboljšanim biološkim svojstvima**” predstavlja značajan i originalni naučni doprinos u oblasti Tehnološkog inženjerstva, uža oblast Biohemijsko inženjerstvo i biotehnologija, što je potvrđeno objavljivanjem navedenih radova u vodećim međunarodnim časopisima.

Imajući u vidu kvalitet, obim i naučni doprinos postignutih rezultata, Komisija predlaže Nastavno-naučnom veću Tehnološko-metalurškog fakulteta Univerziteta u Beogradu da prihvati ovaj Referat i da ga zajedno sa podnetom disertacijom **Snežane M. Dimitrijević: „Primena novih sojeva bakterija u proizvodnji komposta i za gajenje uljanih vrsta sa poboljšanim biološkim svojstvima”** izloži na uvid javnosti u zakonski predviđenom roku i uputi na konačno usvajanje Veću naučnih oblasti tehničkih nauka Univerziteta u Beogradu, te da nakon završetka ove procedure, pozove kandidata na usmenu odbranu disertacije.

U Beogradu 17.04.2018.

Članovi Komisije:

Dr Suzana Dimitrijević-Branković, redovni profesor
Univerziteta u Beogradu,
Tehnološko-metalurški fakultet

Dr Dušan Antonović, redovni profesor
Univerziteta u Beogradu,
Tehnološko-metalurški fakultet

Dr Marija Milić, naučni saradnik
Univerziteta u Beogradu,
Tehnološko-metalurški fakultet

Dr Dragoja Radanović, naučni savetnik
Institut za proučavanje lekovitog bilja „Dr Josif Pančić“

Dr Dubravka Bigović, naučni saradnik
Institut za proučavanje lekovitog bilja „Dr Josif Pančić“