

## ТЕХНОЛОШКИ ФАКУЛТЕТ

**ИЗВЕШТАЈ О ОЦЕНИ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ**  
**Кандидата Ивана Миловановића, дипл. биохемичар мастер**  
**-обавезна садржина- свака рубрика мора бити попуњена**

(сви подаци уписују се у одговарајућу рубрику, а назив и место рубрике не могу се мењати или изоставити)

<b>I ПОДАЦИ О КОМИСИЈИ</b>
<p>1. Датум и орган који је именовео комисију  <b>11.03.2016., Наставно-научно веће Технолошког факултета у Новом Саду, Универзитет у Новом Саду</b></p> <p>2. Састав комисије са назнаком имена и презимена сваког члана, звања, назива уже научне области за коју је изабран у звање, датума избора у звање и назив факултета, установе у којој је члан комисије запослен:</p> <p>1. <b>Проф. др Гордана Ћетковић</b>, редовни професор, Примењене и инжењерске хемије, 19.02.2009., Технолошки факултет, Универзитет у Новом Саду</p> <p>2. <b>др Александра Мишан</b>, научни саветник, Биотехничке науке - прехранбено инжењерство, 24.06.2015., Научни институт за прехранбене технологије, Универзитет у Новом Саду</p> <p>3. <b>Проф. др Јелица Симеуновић</b>, ванредни професор, Микробиологија, 15.05.2015., Департман за биологију и екологију, Природно-математички факултет, Универзитет у Новом Саду</p> <p>4. <b>Проф. др Јасна Чанадановић-Брунет</b>, редовни професор, Примењене и инжењерске хемије, 15.05.2008., Технолошки факултет, Универзитет у Новом Саду</p>
<b>II ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ</b>
<p>1. Име, име једног родитеља, презиме:  <b>Иван, Љубомир, Миловановић</b></p> <p>2. Датум рођења, општина, држава:  10.11.1982., Нови Сад, Република Србија</p> <p>3. Назив факултета, назив студијског програма дипломских академских студија – мастер и стечени стручни назив  Природно-математички факултет, Нови Сад, биохемија, дипломирани биохемичар мастер</p> <p>4. Година уписа на докторске студије и назив студијског програма докторских студија  2009., Прехрамбено инжењерство</p> <p>5. Назив факултета, назив магистарске тезе, научна област и датум одбране:</p> <p>6. Научна област из које је стечено академско звање магистра наука:</p>
<p><b>III НАСЛОВ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:</b>  <b>Потенцијал цијанобактерија у формулацији прехранбених производа са додатом вредношћу</b></p>

#### IV ПРЕГЛЕД ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:

Докторска дисертација садржи седам поглавља:

1. **Увод** (стр. 1-2);
2. **Општи део** (стр. 3-45);
3. **Материјал и методе** (стр. 46-65);
4. **Резултати и дискусија** (стр. 66-109);
5. **Закључци** (стр. 110-116);
6. **Литература** (стр. 117-137);
7. **Прилог** (стр. 138-152).

Дисертација је написана на 152 стране, А4 формата, са 47 слика, 16 табела, и 242 литературна навода.

#### V ВРЕДНОВАЊЕ ПОЈЕДИНИХ ДЕЛОВА ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:

**Увод** представља кратак осврт на проблематику истраживања, јасно приказујући значај цијанобактерија као алтернативних извора нутријената у савременом свету. У овом поглављу такође су дефинисани циљеви ове докторске дисертације, који укључују детаљну хемијску карактеризацију биомасе испитиваних сојева цијанобактерија (родова *Nostoc*, *Anabaena* и *Spirulina*), испитивање утицаја додатка азота у подлогу за гајење на хемијски састав сојева *Nostoc* и *Anabaena*, као и испитивање антихиперлипидемијског ефекта одабраног соја у *in vivo* експерименту на лабораторијским пацовима.

У поглављу **Општи део** приказана су досадашња релевантна научна сазнања везана за испитивану област. Приказ литературе је груписан у одвојене целине са свим битним сегментима који су у оквиру ове тезе обрађивани. Анализирани су резултати рада великог броја аутора, домаћих и иностраних, који се односе на актуелно стање исхране у свету, систематику, морфологију и хемијски састав цијанобактерија уз акценат на њихову нутритивну вредност и примену у формулацију прехранбених производа. Посебна пажња посвећена је и приказу значаја исхране, са акцентом на поједине биолошки активне нутријенте и биомолекуле, на превенцију и лечење метаболичког синдрома.

Поглавље **Материјал и методе** садржи детаљан опис експерименталних процедура које су коришћене за реализацију циљева рада. У овом поглављу дат је опис цијанобактеријских узорака који су били предмет испитивања. Стандардне и савремене спектрометријске, хроматографске и ензиматске методе испитивања коришћене су за: испитивање хемијског састава биомасе цијанобактерија, добијање екстраката из цијанобактеријске биомасе и одређивање хемијског састава и антиоксидативне активности добијених екстраката, као и за испитивање биохемијских и хемијских параметара у плазми и фецесу пацова у биолошком огледу.

У поглављу **Резултати и дискусија**, резултати истраживања су груписани у три целине и адекватно продискутовани у складу са постављеним циљевима истраживања. У првом делу приказани су резултати хемијске карактеризације биомасе испитиваних сојева цијанобактерија. Одређен је основни хемијски и минерални састав биомасе и испитан је састав и профил масних киселина, аминокиселина и лакоиспарљивих једињења. Такође, добијени подаци подвргнути су статистичкој анализи на основу које су дискутоване хемијске карактеристике појединих сојева, као и утицај додатка азота на хемијски састав сојева *Nostoc* и *Anabaena*. У другом делу су приказани и дискутовани резултати добијени након што су испитивани сојеви подвргнути екстракцији под условима повишеног притиска и где је код добијених екстраката испитан садржај укупних фенола, каротеноида и протеинских пигмената, као и антиоксидативна активност према DPPH радикалу. У трећем делу приказани су резултати изведеног биолошког огледа на лабораторијским животињама са одабраним сојем (*Spirulina* S2). Добијени резултати који укључују маркере хиперлипидемије у плазми, као и садржај холестерола и жучних киселина у фецесу пацова су детаљно продискутовани и упоређени са сличним резултатима истраживања других аутора.

У поглављу **Закључци**, закључци су јасно и концизно изведени из резултата и њихове дискусије, те се могу сматрати научно засновани и одговарајући у односу на постављени циљ дисертације.

У поглављу **Литература**, наведено је 242 референце које су коришћене у писању дисертације. Литература је цитирана на адекватан начин, а избор референци је актуелан и примерен тематици која је проучавана.

У поглављу **Прилог** приказани су сви хроматограми испитиваних узорака који нису приказани у тексту поглавља Резултати и дискусија.

## **VI СПИСАК НАУЧНИХ И СТРУЧНИХ РАДОВА КОЈИ СУ ОБЈАВЉЕНИ ИЛИ ПРИХВАЋЕНИ ЗА ОБЈАВЉИВАЊЕ НА ОСНОВУ РЕЗУЛТАТА ИСТРАЖИВАЊА У ОКВИРУ РАДА НА ДОКТОРСКОЈ ДИСЕРТАЦИЈИ**

**Радови проистекли из истраживања у оквиру рада на докторској дисертацији:**

### **Рад у међународном часопису (M23)**

1. Milovanović I., Mišan A., Simeunović J., Kovač D., Jambrec D., Mandić A. (2015), Determination of volatile organic compounds in selected strains of cyanobacteria, Journal of Chemistry, Volume 2015, Article ID 969542, 6 pages, <http://dx.doi.org/10.1155/2015/969542>.

### **Радови саопштени на скуповима међународног значаја (штампани у целини) (M33)**

2. Milovanović I., Mišan A., Šarić B., Kos J., Mandić A., Simeunović J., Kovač D. (2012), Evaluation of protein and lipid content and determination of fatty acid profile in selected species of cyanobacteria, Proceedings of 6th Central European Congress on Food, 13-17, Novi Sad, Serbia, 23-26.05.2012.
3. Milovanović I., Mišan A., Simeunović J., Kovač D., Jovanov P., Mandić A., Gubić J. (2015), The role of nitrogen in production of *Anabaena* spp. biomass, Proceedings of the 4th International Conference "Sustainable Postharvest and Food Technologies – INOPTER 2015" and 27th National Conference "Processing and Energy in Agriculture – PTER 2015", 157-160, Divčibare, Serbia, 19-24, 05.2015.

### **Саопштење са међународног скупа (штампани у изводу) (M34)**

4. Milovanović I., Mišan A., Beljkaš B., Mandić A., Simeunović J., Kovač D. (2011), Species of cyanobacteria as potential components of functional foods, International Congress on Food and Nutrition (together with 3rd SAFE Consortium International Congress on Food Safety), Book of Abstracts, 135, Istanbul, Turkey, 12-14.10.2011.
5. Milovanović I., Mišan A., Simeunović J., Kovač D., Jambrec D. (2014), Determination of volatile odour compounds in selected species of microalgae, The 15th European Meeting on Environmental Chemistry (EMEC15), 124, Brno, Czech Republic, Book of abstracts (ISBN: 978-80-214-5073-8), 03.-06.12.2014.

### **Рад у водећем часопису националног значаја. (M51)**

6. Kovač D., Simeunović J., Babić O., Mišan A., Milovanović I. (2013), Algae in food and feed, Food & Feed Research, 40 (1), 21-31.
7. Kovač D., Babić O., Simeunović J., Milovanović I., Mišan A. (2014), Determination of fatty acid profile and effect of mixotrophic growth in selected cyanobacterial strains, Contemporary Agriculture, 63 (3), 184-192.

## **VII ЗАКЉУЧЦИ ОДНОСНО РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА**

На основу добијених резултата могу се извести следећи закључци, који се односе на хемијску

карактеризацију испитиваних сојева и екстраката сојева:

- Разлика у садржају липида између сојева *Spirulina* (S1 и S2), иако статистички сигнификантна, није веома изражена и може се довести у везу са сличношћу ових сојева. Сличност наведених сојева такође је уочљива и уколико се посматра њихов садржај укупних протеина, где је разлика у садржају била готово занемарљива.
- У случају испитиваних узорака рода *Nostoc* и *Anabaena*, иако се резултати садржаја протеина и липида статистички значајно разликују код свих сојева, може се уочити веома изражен утицај додатка азота на хемијски састав биомасе. Додатак азота имао је позитиван утицај на садржај протеина у овим сојевима, а највећи пораст садржаја протеина показао је сој *Nostoc* 2S9B. Са друге стране, додатак азота негативно је утицао на продукцију липида код свих сојева, а највећа разлика уочава се код соја *Anabaena* Ć2.
- Испитивање садржаја масних киселина у испитиваним сојевима цијанобактерија показало је да су сојеви рода *Spirulina* међусобно слични, иако се могу уочити поједине разлике у саставу и заступљености појединих масних киселина. Сој S1 у поређењу са S2 карактерисало је присуство лауринске (C12:0) и маргаринске (C17:0) масне киселине, које нису биле присутне у соју S2, док је у соју S2 уочено присуство дихомо- $\gamma$ -линоленске (C20:3n6) киселине која није била присутна ни у једном другом испитиваном цијанобактеријском соју. У оба испитана соја *Spirulina*, садржај GLA (гама-линоленска киселина) је био релативно висок.
- Састав масних киселина у сојевима рода *Nostoc* и *Anabaena* карактерисао је виши просечан садржај UFA (незасићених масних киселина) као и нижи садржај SFA (засићених масних киселина) у односу на сојеве *Spirulina*. Најзначајнија разлика у маснокиселинском саставу огледала се у високом уделу ALA (алфа-линоленска киселина) у свим испитиваним сојевима, док ова масна киселина није детектована у узорцима рода *Spirulina*. Палмитолеинска киселина (C16:1) представљала је такође једну од доминантних масних киселина у *Nostoc* и *Anabaena* сојевима и налазила се у значајно вишем уделу у овим цијанобактеријама у односу на узорке рода *Spirulina*.
- Додатак азота у хранљиву подлогу утицао је на састав масних киселина сојева *Nostoc* и *Anabaena*. Иако су разлике статистички значајне, из добијених резултата може се уочити да је додатак азота генерално утицао на смањење удела полинезасићених масних киселина и укупних незасићених масних киселина (PUFA и UFA), док је удео засићених и мононезасићених масних киселина (SFA и MUFA) повећан код сојева гајених без додатка азота.
- Анализа аминокиселинског састава показала је да, иако се статистички разликују, узорци *Spirulina* поседују сличан аминокиселински профил, при чему је садржај свих аминокиселина у узорку S2 нешто нижи него у узорку S1. У узорцима рода *Spirulina* најзаступљеније аминокиселине биле су аспарагинска киселина, глутаминска киселина, аргинин и леуцин. Узорци сојева *Nostoc* 2S7B и 2S9B имали су сличан аминокиселински састав узорцима *Anabaena* Ć5, док се узорак Ć2 значајно разликовао по садржају аминокиселина од свих испитиваних узорака у смислу релативно ниског садржаја аминокиселина.
- У свим узорцима детектовано је присуство свих есенцијалних аминокиселина (хистидин, треонин, валин, метионин, триптофан, фенилаланин, изолеуцин, леуцин и лизин). Узорци рода *Spirulina* показали су се као изразито богати извори есенцијалних аминокиселина, а нарочито узорак S1 који је поседовао највиши садржај свих есенцијалних аминокиселина, осим триптофана.
- У погледу састава минералних материја, уочене су значајне разлике између сојева *Spirulina* S1 и S2. Највеће уочене разлике биле су у садржају Cu, Mg и Na, док разлике у садржају Zn

и Mn нису биле статистички значајне ( $p < 0,05$ ). У испитиваним сојевима *Nostoc* и *Anabaena* уочен је значајан утицај додатка азота у хранљиву подлогу на садржај појединих минералних материја у биомаси. Садржај свих минералних материја осим Na био је нижи у узорцима сојева који су гајени у присуству додатог азота, са изузетком садржаја Cu у соју *Anabaena* Č5, где је садржај овог елемента био незнатно нижи у узорку који је гајен без додатог азота.

- Анализа хемијског профила лакоиспарљивих једињења у испитивним узорцима цијанобактерија извршена је на два начина: помоћу Headspace GC-MSD уређаја и помоћу SPME GC×GC-TOFMS уређаја. Добијени резултати показују да у овим врстама неразгранати алкани (тетрадекан, пентадекан, хексадекан, хептадекан) представљају доминантну групу испарљивих једињења. Мирисна једињења 2-метил-изоборнеол (МИБ), β-циклоцитрал и β-јонон, која могу имати битан утицај на органолептичка својства, детектована су у свим испитиваним узорцима применом обе технике. Према нашим сазнањима, до сада не постоје извештаји о присуству МИБ у врстама рода *Spirulina*. Такође, једињење геосмин који је битан чинилац непријатног мириса многих врста цијанобактерија није детектован ни у једном испитиваном узорку применом обе поменуте технике.
- Узорци рода *Sirulina* испољили су велику разлику у садржају Chl a. Сој S2 показао је више вредности и осталих одређених пигмената у односу на S1, где је највећа разлика била у садржају PE, а најмања разлика је уочена у садржају PC. Међу испитиваним сојевима рода *Nostoc*, највиши садржај Chl a је поседовао узорак 2S7B-N, који је такође показао и највиши садржај PC од свих испитиваних сојева. У узорку 2S9B-N уочен је највиши садржај APC од свих испитиваних сојева и највиши садржај PE од сојева рода *Nostoc*. Од испитиваних сојева *Anabaena*, узорак Č5-N је поседовао највиши садржај Chl a, садржај PC и PE је био највиши у узорку Č2-N, док је узорак Č2+N поседовао највиши садржај APC. Обзиром на то да је познато да је садржај фикобилипротеина у појединим врстама и родовима цијанобактерија далеко виши него у резултатима добијеним екстракцијом у нашем експерименту, закључено је да примењена метода екстракције поларним системом растварача није била адекватна за екстракцију протеинских пигмената у поређењу са класичним методама екстракције за ове молекуле. Међутим, пошто је исти начин екстракције примењен код свих узорака, било је могуће сагледати њихове међусобне разлике у садржају испитиваних компоненти.
- У погледу садржаја укупних фенола добијени резултати су у складу са резултатима истраживања других аутора који се односе садржај укупних фенола у одабраним сојевима микроалги. Добијени резултати јасно указују и на то да је садржај укупних фенола знатно нижи у цијанобактеријама и микроалгама него у вишим биљкама, што упућује на закључак да ова једињења можда и нису главни носиоци антиоксидативне активности код ове врсте организама.
- Хексански екстракти испитиваних сојева цијанобактерија подвргнути су анализи помоћу HPLC-DAD уређаја ради одређивања састава и садржаја каротеноидних једињења у узорцима. За узорке рода *Spirulina* карактеристично је било присуство зеаксантина, трагова различитих миксоксантофила (у соју S1), као и веома ниских количина лутеина, који нису били присутни у осталим узорцима. Поред зеаксантина, доминантни каротеноиди у сојевима рода *Spirulina* били су и ауроксантин и β-каротен. Такође, у оба соја утврђено је присуство β-криптоксантина, али у веома ниској количини. У узорцима рода *Nostoc*, доминантни каротеноиди били су β-каротен, кантаксантин и ехиненон, а у соју 2S7B утврђено је присуство два неидентификована каротеноида која се нису налазила у осталим испитиваним сојевима, као и присуство неидентификованог каротеноида који се налазио у ниској количини у свим испитиваним узорцима изузев узорака рода *Spirulina*. Садржај β-каротена, кантаксантина и ехиненона био је виши у узорцима који су гајени без присуства азота, што је утицало да ови узорци поседују значајно виши укупан садржај каротеноида у односу на узорке који су гајени уз додаток азота. Слично узорцима рода *Nostoc*, и у узорцима рода *Anabaena* доминантни каротеноиди били су β-каротен, кантаксантин и

ехиненон. Сојеви *Anabaena* гајени без присуства додатог азота показали су, слично узорцима рода *Nostoc*, повећање садржаја укупних каротеноида у односу на узорке гајене у присуству додатог азота.

- Екстракти узорака сојева *Spirulina* су се значајно разликовали у погледу антиоксидативног капацитета према DPPH. Из добијених резултата може се закључити да је хексански екстракт соја S1 показао највишу антиоксидативну активност од испитаних узорака рода *Spirulina* (а такође и највишу активност од хексанских екстраката свих осталих испитаних сојева). Метанолно/водени екстракт соја S2 показао је значајно вишу антиоксидативну активност у односу на исти екстракт соја S1. У испитиваним екстрактима сојева рода *Nostoc* уочене су разлике између сојева 2S7B и 2S9B у антиоксидативној активности. Додатак азота у хранљиву подлогу такође је условио промене у антиоксидативној активности екстраката сојева *Nostoc*. У узорцима сојева 2S7B и 2S9B гајеним без присуства додатог азота антиоксидативна активност хексанских екстраката значајно је виша од узорака гајених са додатком азота, док је у случају метанолно/водених екстраката активност показала смањене вредности. Додатак азота у хранљиву подлогу утицао је на другачији начин на сојеве рода *Anabaena*, где је и у случају соја Ć2 и у случају соја Ć5 гајење уз додатак азота довело до смањења антиоксидативне активности и хексанских и метанолно/водених екстраката.
- Одсуство статистички значајне корелације ( $p < 0,05$ ) између антиоксидативне активности водено/метанолних екстраката и садржаја укупних фенолних једињења у њима може да указује на то да у метанолно/воденим екстрактима испитиваних сојева фенолна једињења нису од пресудне важности за антиоксидативну активност, већ да је ова активност вероватно последица синергије различитих поларних једињења. Могуће је да антиоксидативној активности водено/метанолних екстраката доприноси и фикоцијанин, за кога је показано да поседује антиоксидативну активност и да делује као „скевинцер“ слободних радикала, укључујући алкоксил-, хидроксил- и пероксил-радикале. Такође, иако је садржај каротеноидних једињења, а посебно  $\beta$ -каротена, у испитиваним хексанским екстрактима висок, није уочена њихова статистички значајна корелација са антиоксидативном активношћу хексанских екстраката ( $p < 0,05$ ).

Закључци који се односе на резултате биолошког огледа са одабраним сојем *Spirulina* S2, а у вези су са испитивањем антихипелипидемијског деловања испитиваног соја:

- Додатак *Spirulina* S2 групама које су добијале атерогену дијету довео је до значајног снижења концентрације холестерола, LDL честица и пораста HDL честица у плазми у односу на контролну атерогену групу III. Концентрације свих наведених маркера атеросклерозе (индекс атеросклерозе, фактор атеросклерозе и степен кардиоваскуларног ризика) као и маркери оштећења функције јетре (AST и ALT) такође су значајно снижене у групама IV и V у односу на групу III. У групи V, уочен је значајно већи степен снижења укупног холестерола, триглицерида, LDL честица и свих посматраних маркере хиперлипидемије (изузев HDL честица) у односу на IV групу (која је од почетка експеримента добијала *Spirulina* уз атерогену дијету), што указује на то да је уочени антихиперлипидемијски ефекат *Spirulina* израженији уколико се она дода исхрани код субјеката код којих већ постоји изражена хиперлипидемија.
- Обзиром на то да разлике у садржају холестерола у фецесу III, IV и V групе нису биле велике, може се закључити да стимулација фекалне екскреције холестерола у непромењеном облику није главни фактор који утиче на уочено хипохолестеролемијско деловање испитиваног соја *Spirulina* S2.
- Садржај хиодеоксихолне киселине у узорцима фецеса био је значајно виши код експерименталних група пацова IV и V који су поред атерогене исхране добијали *Spirulina* S2 у односу на атерогену групу III. Сличан тренд уочен је и у случају садржаја холне киселине, који је у групи IV био виши за 82,11% и у групи V за 55,28% у односу на атерогену групу III.

- Садржај деоксихолне киселине, као главног производа трансформације холне киселине у цреву, био је значајно нижи у фецесу IV и V групе у односу на њен садржај у III групи. Наведени резултати указују на то да је додатак *Spirulina S2* у атерогену исхрану довео до повећане екскреције унете холне киселине у непромењеном облику, као и до повећане екскреције секундарне хиодеоксихолне киселине. Како не постоје значајне разлике у садржају укупних жучних киселина унутар група које су добијале атерогену дијету (III, IV и V) и контролних група (I и II), може се претпоставити да повећана екскреција жучних киселина не представља примарни механизам антихиперлипидемијског деловања испитиваног соја.

Конечно, на бази хемијског састава испитиваних сојева цијанобактерија: високог садржаја протеина, избалансираног аминокиселинског и маснокиселинског састава и високог садржаја каротеноида може се закључити да они имају потенцијал као сировине и извор компонената за унапређење нутритивног састава прехранбених производа. Доказана антихиперлипидемијска активност соја *Spirulina S2* додатно га чини атрактивним за развој производа са додатом вредношћу намењених особама са поремећајем у метаболизму липида. Резултати наших испитивања су показали и да се на хемијских састав појединих сојева може утицати путем промене саставе хранљиве подлоге што свакако оставља простора за будућа истраживања. Сојеви цијанобактерија у овом експерименту су одабрани на бази прелиминарних резултата који су указали на њихову нетоксичност или ниску токсичност, али пошто је познато да поједини сојеви цијанобактерија, под специфичним условима, могу бити и продуценти веома токсичних једињења, додатна испитивања њихове здравствене безбедности се морају спровести пре комерцијалне примене.

**VIII ОЦЕНА НАЧИНА ПРИКАЗА И ТУМАЧЕЊА РЕЗУЛТАТА ИСТРАЖИВАЊА** Добијени резултати су проистекли из оригинално постављених експеримената и у складу са дефинисаним циљевима. Резултати истраживања су приказани прегледно и на систематичан начин, у виду табела, графикона и слика. За све резултате су дата аргументована објашњења, која су, тамо где је било могуће, поткрепљена и одговарајућим литературним наводима. Изведени закључци дају адекватне одговоре на постављене задатке ове докторске дисертације. Стога, Комисија позитивно оцењује начин приказа и тумачење резултата истраживања.

#### **IX КОНАЧНА ОЦЕНА ДОКТОРСKE ДИСЕРТАЦИЈЕ:**

Експлицитно навести да ли дисертација јесте или није написана у складу са наведеним образложењем, као и да ли она садржи или не садржи све битне елементе. Дати јасне, прецизне и концизне одговоре на 3. и 4. питање:

1. Да ли је дисертација написана у складу са образложењем наведеним у пријави теме  
Дисертација је написана у складу са образложењем наведеним у пријави теме.

2. Да ли дисертација садржи све битне елементе  
Дисертација садржи све битне елементе.

3. По чему је дисертација оригиналан допринос науци  
Резултати добијени у овом истраживању су допринели унапређењу сазнања о испитиваним сојевима цијанобактерија рода *Nostoc*, *Anabaena* и *Spirulina* изолованих из различитих типова земљишта на територији Републике Србије. Ови сојеви су потенцијално значајни са биотехнолошког аспекта, јер ако се додатним испитивањима потврди да нису токсични, могу бити употребљени као извор компонената за формулацију прехранбених производа са додатом вредношћу. Као резултат истраживања у оквиру ове дисертације стечен је прецизан увид у хемијске и нутритивне карактеристике свих испитиваних сојева у смислу садржаја значајних нутријената и биолошки активних биомолекула. Такође, испитан је и утицај додатка азота у хранљиву подлогу на хемијски састав сојева рода *Nostoc* и *Anabaena* и показано да је манипулацијом појединих услова гајења ових сојева могуће значајно утицати на хемијски састав њихове биомасе. Одабрани сој *Spirulina S2* је у биолошком огледу показао значајно антихиперлипидемијско деловање и велики потенцијал да буде употребљен у даљем развоју функционалних прехранбених производа који би имали повољан

утицај на липидни статус.

На овај начин, поред научног доприноса, добијени резултати указују на могућност да одређене компоненте биомасе цијанобактеријских сојева буду употребљени у сврхе комерцијалног узгоја, као и за даља испитивања у циљу креирања функционалних прехранбених производа.

4. Недостаци дисертације и њихов утицај на резултат истраживања  
Недостаци дисертације нису уочени.

**X ПРЕДЛОГ:**

На основу укупне оцене дисертације, комисија предлаже:

Да се прихвати позитивна оцена докторске дисертације под насловом "Потенцијал цијанобактерија у формулацији прехранбених производа са додатом вредношћу" и да се кандидату Ивану Миловановићу одобри одбрана.

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ:

---

**Проф. др Јелица Симеуновић, ванредни професор**  
Природно-математички факултет, Универзитет у Новом Саду  
-председник-

---

**Проф. др Гордана Ћетковић, редовни професор**  
Технолошки факултет, Универзитет у Новом Саду  
-члан (ментор)-

---

**др Александра Мишан, научни саветник**  
Научни институт за прехранбене технологије,  
Универзитет у Новом Саду  
-члан (ментор)-

---

**Проф. др Јасна Чанадановић-Брунет, редовни професор**  
Технолошки факултет, Универзитет у Новом Саду  
-члан -

НАПОМЕНА: Члан комисије који не жели да потпише извештај јер се не слаже са мишљењем већине чланова комисије, дужан је да унесе у извештај образложење односно разлоге због којих не жели да потпише извештај.