

Примљено : 03.9.2012.			
Орг. јед.	Б р о ј	Прилог	Вредност
01	2107		

**Научно-наставном већу**  
**Природно-математичког факултета**  
**у Нишу**

Одлуком Научно наставног већа Природно-математичког факултета у Нишу од 11.07.2012. године, одређени смо за чланове Комисије за оцену научне заснованости предложене теме докторске дисертације кандидаткиње Јелене Младеновић, студента докторских студија Природно-математичког факултета, под називом: "Екстракти поврћа *Allium porum* L., *Daucus carota* L., *Capsicum annuum* L. и *Lycopersicon esculentum* Mill.: хемијски састав, антиоксидационо, антимикуробно и антиканцерогено деловање". На основу увида у матерјал, који је кандидаткиња приложила уз пријаву теме, подносимо следећи

## ИЗВЕШТАЈ

### А) Биографски подаци о кандидату

Младеновић Јелена, рођена је 25.03.1979. године у Лесковцу. Основну и средњу школу завршила је у Лесковцу, са Вуковим дипломама. На Природно-математичком факултету у Нишу на групи Хемија, дипломирала је 28.02.2004. године са просечном оценом 8,93 и оценом 10 на дипломском испиту чиме је стекла стручни назив дипломирани хемичар. Школске 2008/09. год. уписала је последипломске докторске студије на Природно-математичком факултету у Нишу.

Кандидаткиња, Младеновић Јелена је од 2004 до 2005. године радила као професор у Гимназији у Чачку. Од 24.10.2006. ангажована је као приправник - истраживач на Агрономском факултету у Чачку за рад на пројекту „Поучавање међузависности у тријади синтеза-структура-својства за функционалне материјале", а од 28.12.2007. год. изабрана је

у звање сарадника и ангажована у настави за вежбе из предмета органска хемија и биохемија. Од 01.09.2010. год. изабрана је у звање асистента за ужу научну област хемија на Агрономском факултету у Чачку. Истовремено је учествовала у раду Регионалног центра за таленте града Чачка као ментор за хемију током школске 2008/2009 године. Удата је и мајка двоје деце.

## **Б) Библиографски подаци**

Кандидаткиња, Младеновић Јелена се успешно бави научно-истраживачким радом, где је овладала техникама и методама испитивања састава природних узорака и њихових антимикуробних и антиоксидативних својстава. Резултат досадашњег истраживачког рада се огледа у објављеним радовима у међународним научним часописима (укупно 5) од којих су и саопштењима на међународним и домаћим скуповима (укупно 14), од којих :

### **Рад саопштен у водећем међународном часопису (M<sub>22</sub>)**

1. P. Mašković, S. Solujić, V. Mihailović, M. Mladenović, M. Cvijović, **J. Mladenović**, G. Aćamović-Đoković, V. Kurćubić, Phenolic Compounds and Biological Activity of *Kitaibelia vitifolia*, *Journal of Medicinal Food*, 14 (0) 1-7 (2011).

### **Радови саопштени у међународном часопису (M<sub>23</sub>)**

2. M. Djurić, **J. Mladenović**, B. Radovanović, S. Murtić, G. Aćamović-Djoković, R. Pavlović, Lj. Bošković-Rakočević, Effect of liming on the molybdenum content in the root and leaf of tomato grown on pseudogley under controlled conditions, *African Journal of Biotechnology*, 10(83), 19402- 19406 ( 2011).
3. M. Djurić, **J. Mladenović**, R. Pavlović, N. Murtić, S. Murtić, V. Milić and G. Šekularac, Aluminium content in leaf and root of oat (*Avena sativa* L.) grown on pseudogley soil, *African Journal of Biotechnology*, 10(77) 17837- 17840 ( 2011).
4. **J. D. Mladenović**, P. Z. Mašković, R. M. Pavlović, B. C. Radovanović, G. Aćamović-Đoković, M. S. Cvijović, Antioxidant activity of ultrasonic extracts of leek *Allium porrum* L. *Hemijska industrija* **65**(4) 473-477 (2011).
5. P. Z. Mašković, **J. D. Mladenović**, M. S. Cvijović, G. Aćamović-Đoković, S. R. Solujić, M. a M. Radojković, Phenolic content, antioxidant and antifungal activities of acetic,

ethanolic and petroleum ether extracts of *Hypericum perforatum* L., *Hemijska industrija* **65** (2) 159-164 (2011).

**Радови саопштени у домаћем научном часопису (M<sub>52</sub>)**

6. G. Acamović-Djoković, R. Pavlović, **J. Mladenović**, M. Đurić: The Content of Vitamin C in Different Types of Lettuce Varieties, *Acta Agruculturae Serbica*, XVI 32, 83-89 (2011).

**Радови саопштени на међународном скупу (M<sub>33</sub>, M<sub>34</sub>)**

7. P Maškovic, N Niciforovic, S Solujic, N Manojlovic, M Cvijovic, **J. Mladenovic**, G Acamovic Djokovic, M Radojkovic: Phytochemistry and biological activities of the ethanolic extract of *Onosma aucherianum*, *Planta Medica* **77/12** (2011) 1432. DOI: 10.1055/s-0031-1282889, ISSN 0032-0943
8. J. Zdravković, P. Pavlović, P. Mašković, **J. Mladenović**, G. Acamović-Đoković, G. Đurić, N. Pavlović, Antibacterial activity of lettuce (*Lactuca sativa* L.) extract grown in plastic- and glass-houses. *5<sup>th</sup> Balkan Symposium on Vegetable and Potatoes*, Tirana, Albania, 2011, 163, ISBN: 978-99956-10-44-9.
9. Z. Girek, T. Zivanović, S. Ptođanović, M. Djordjević, **J. Mladenović**, M. Ugrinović, J. Zdravković J, Effects of exogenous tretment with different chemicals compounds on melon fruit and seed quality, *5<sup>th</sup> Balkan symposium on Vegetable and Potatoes*, Tirana Albania (2011) 117, ISBN: 978-99956-10-44-9.
10. R. Pavlović, **J. Mladenović**, G. Acamović-Đoković, P. Mašković, J. Zdravković, M. Zdravković, Ultrasonični ekstrakt mrkve kao prirodni antioksidans, Proceedings, *International Scientific Symposium of Agriculture, «Agrosym Jahorina 2011»*, Jahorina, (2011). UDK 66.061.1:633.43:66.094.3-097.8, ISBN 978-99938-670-9-8.
11. R. Pavlović, **J. Mladenović**, P. Mašković, G. Acamović-Đoković, J. Zdravković, In vitro antimikrobna aktivnost mrkve kao potencijalni prirodni antioksidansi, *International Scientific Symposium of Agriculture, «Agrosym Jahorina 2011»*, Jahorina (2011). UDK 633.43:66.061.1]:615.322(497.11), ISBN 978-99938-670-9-8.

12. R. Pavlović, P. Masković, **J. Mladenović**, J. Zdravković, G. Acamović-Djoković, M. Zdravković, D. Cvikić, In Vitro Antimicrobial Activity of Ethanol Lettuce Extracts as a Potential Natural Conservancy, *22<sup>nd</sup> International symposium «Safe Food Production»*, Trebinje, Bosnia and Herzegovina, 417-419 (2011). ISBN 978-86-7520-219-6.
13. J. Zdravković, Z. Marković, M. Mijatović, R. Pavlović, **J. Mladenović**, N. Pavlović, M. Zdravković, Tomatoselection at the institute for vegetable crops, Smederevska Palanka- achievements and tendencies, *22<sup>nd</sup> International Scientific-Expert Conference of Agriculture and Food Industry*, Sarajevo, Bosnia and Herzegovina, 92 (2011).
14. J. Zdravković, **J. Mladenović**, R. Pavlović, N. Pavlović, S. Pavlović, M. Zdravković, The effect of extracted parameters on the antimicrobial activity of beetroot, *22<sup>nd</sup> International Scientific-Expert Conference of Agriculture and Food Industry*, Sarajevo, Bosnia and Herzegovina, 178 (2011).

**Радови саопштени на домаћим скуповима штампани у целини (M63, M64)**

15. **J. Mladenović**, P. Mašković, B. Radovanović, R. Pavlović, G. Acamović-Đoković, M. Cvijovic, In vitro antioksidativna aktivnost etanolskog ekstrakta crnog luka, *XVI Savetovanje o biotehnologiji*, Čačak, 16(18) 589-592. (2011). ISBN: 978-86-87611-13-9.
16. P. Mašković, S. Solujić, **J. Mladenović**, M. Cvijović, G. Vićentijević-Marković, G. Acamović-Đoković, Antimicrobial activities of chloroform, ethyl acetate and petroleum ether extracts of endemic plant species *Halacsya sendtneri* (L), *XVI Savetovanje o biotehnologiji*, Čačak, 16(18) 599-604 (2011). ISBN 978-86-87611-13-9.
17. J. Zdravković, N. Pavlović, R. Pavlović, L. Bošković-Rakočević, M. Zdravković, M. Ugrinović, **J. Mladenović**, Promena sadržaja likopena i beta karotena u plodovima paradajza (*Lycopersicon esculentum* Mill.) u zavisnosti od mineralne ishrane, *XVI Savetovanje o biotehnologiji*, Čačak, 16(18), 87-93 (2011). ISBN 978-86-87611-13-9.
18. R. Pavlović, **J. Mladenović**, J. Zdravković, M. Đurić, G. Acamović-Đoković, M. Zdravković, Effect of Lyophilization on Changes in the Mechanical and Chemical Composition of Broccoli inflorescences, *IV Postharvest Symposium «Postharvest Storage of Vegetables and Fruits in Western Balkan Countries»*, Sombor, 59 (2011).

19. R. Pavlović, J. Mladenović, B. Radovanović, G. Aćamović-Đoković, J. Zdravković, M. Zdravković, Antioxidant Activity of Tomato and Pepper Ethanol extracts, *IX Simpozijum "Savremene tehnologije i privredni razvoj"*, Leskovac, 154 (2011). ISSN 0352-6542.
20. R. Pavlović, J. Mladenović, B. Radovanović, G. Aćamović-Đoković, J. Zdravković, M. Zdravković, Antimikrobna aktivnost etanolnih ekstrakata paradajza i paprike, *IX Simpozijum "Savremene tehnologije i privredni razvoj"*, Leskovac, 154 (2011). ISSN 0352-6542.

## Ц) Научна заснованост предложене теме докторске дисертације

Познато је да секундарни метаболити биљака директно или након хемијских модификација се употребљавају као храна, зачини и као медикаменти у народној медицини. Процењено је да око 40% лекова води порекло од секундарних метаболита биљака. Њихова фармаколошка вредност не престаје да добија на значају захваљујући сталним открићима и потврдама њихове стварне и потенцијалне улоге у лечењу, као на пример антиканцерогени препарат Taxol<sup>TM</sup>. Осим тога, секундарни метаболити биљака нашли су примену у прехранбеној индустрији као антиоксиданси и конзерванси, у фармацеутској индустрији као помоћна лековита средства и као додатци против старења у козметичким препаратима. На тај начин они помажу очувању и побољшању квалитета живота и животне средине.

Поврће своју антиоксидативну и антимикробну активност испољава продукцијом активних једињења из групе полифенола, хормона, каротеноида и др. компонената. Полифенолна једињења, нарочито фенолне киселине представљају значајну групу потенцијалних биолошких агенаса. Антиоксидативна једињења спречавају настанак реактивних кисеоничних и азотових радикалских врста и њихов негативни утицај на ћелију. Као резултат изразите активности слободни радикали лако реагују са липидима, протеинима, угљеним хидратима и DNA те су и узрочници бројних озбиљних патофизиолошких стања: болести срца, хипертензије, Алцхајмерове и Паркинсонове болести, канцера и других. Антиоксидационо дејство фенолних једињења је повезано са присуством великог броја хидроксилних група, помоћу којих реагују и неутралишу слободне радикале, препуштајући расположиви протон за неутрализацију радикала.

Литературни подаци су показали да нове супстанце природног порекла добијених од различитих врста биљака пружају нове структурне моделе потенцијалних медикамената и суплемената, без нус појава које прате синтетички настале производе. Интензиван је истраживачки рад на изналажењу ефикасних билјних лекова који се вековима користе како у исхрани тако и у лечењу различитих болести.

Доказано је да фенолне киселине из различитих врста биљака показују фармаколошку активност, односно инхибирају одређене ензимске системе, од којих је најзначајније деловање на липидну пероксидазу, због тога могу се користити као конзерванси и антиинфламаторни агенси. Из литературних података се зна да екстракти различитих поврћа показују антиоксидативну, антимицробну, антиинфламаторну, антитуморску, вазопротекторну и хепатопротекторну активност. Велики број биљних врста које су већ познате као извор антитуморских једињења су коришћене у третманима или превенцији канцера.

Да би се добила права информација о пореклу биолошког деловања одређеног природног материјала потребно је извршити хемијску анализу и одредити биолошко активна једињења присутна у биљним узорцима. Због тога предмет ове докторске дисертације је успостављање корелације између хемијског састава и биолошког деловања одређених врста екстракта поврћа, гајених у западно-моравској регији Србије, као што су *Allium porrum* L., *Daucus carota* L., *Lycopersicon esculentum* Mill. и *Capsicum annuum* L. Значај планираних истраживања огледа се у откривању, тестирању и примени екстраката поврћа богатих фенолним једињењима који показују велику биохемијску и фармаколошку активност како би нашли примену у хемији хране, медицини, козметици и фармацији. Феноли и фенолне киселине су пре свега једињења биљног порекла, па се сва прелиминарна истраживања о неком виду њихове активности одвијају са биљним екстрактима. Како је ова докторска дисертација базирана на испитивању активности алкохолних екстраката четири врсте поврћа које до сада нису испитиване у биохемијском смислу.

## Циљ истраживања:

1. Припрема различитих делова од четири врста поврћа за анализу:
  - одређивање средњег пречника узорка
2. Изналажење оптималне екстракционе методе:
  - метода мацерације
  - ултразвучна екстракција
  - екстракција на чврстој фази (фракционисање узорака)
3. Одређивање биоактивних компонената у појединачним екстрактима:
  - одређивање укупних фенола
  - одређивање укупних флавоноида
4. Испитивање оксидоредукционих процеса:
  - одређивање антиоксидативне активности применом DPPH радикалском методом
  - одређивање редукционе (редокс) активности
  - хелатизација
  - липидна пероксидација
5. Одређивање антимикробне активности у појединачним екстрактима:
  - применом дилуционе методе
  - применом диск-дифузионе методе
6. Квантитативно одређивање фенолних једињења у добијеним екстрактима:
  - применом HPLC/DAD анализе
  - применом HPLC/MS анализе
7. Одређивање потенцијалне остале *in vitro* фармаколошко-биохемијске активности:
  - антитуморска активност идр.
8. Успостављање корелације између концентрације фенолних једињења у екстрактима и њихове фармаколошко-биохемијске кативности
9. Испитивање могућности инкапсулације екстраката у различитим носачима

Генотоксичност, антиоксидативна, антимикробна и антитуморска активност, као и одређивање фенолних једињења, нарочито фенолних киселина присутних у алкохолним екстрактима поврћа *Allium porrrum* L., *Daucus carota* L., *Lycopersicon esculentum* Mill. и

*Capsicum annuum* L. поврћа гајених у западно-моравској регији Србије, до сада није испитивана. Ова докторска дисертација би требало да допринос откривању, тестирању и потенцијалној примени фенолних једињења присутних у екстраката: *Allium porrum* L., *Daucus carota* L., *Lycopersicon esculentum* Mill. и *Capsicum annuum* L поврћа.

#### **Д) Закључно мишљење о теми и кандидату**

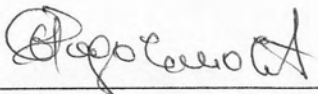
Након увида у приложену документацију и научне радове кандидата Јелене Младеновић, Комисија је закључила да кандидаткиња, Јелена Младеновић, студент докторских академских студија хемије, на Природно-математичком факултету у Нишу, испунила је обавезе предвиђене наставним планом и усвојила знања и вештине научног истраживања. Резултате досадашњег истраживачког рада је објавила у међународним и домаћим научним часописима, као и саопштила на међународним и домаћим научним скуповима. Предложена тема за докторску дисертацију, **“Екстракти поврћа *Allium porum* L., *Daucus carota* L., *Capsicum annuum* L. и *Lycopersicon esculentum* Mill.: хемијски састав, антиоксидационо, антимикурно, антиканцерогено деловање и њихова примена“**, припада области примењене хемије и има научни и апликативни значај. Планирана истраживања су заснована на савременим научним сазнањима а њихова реализација на примени савремених хемијских метода.

На основу свега изложеног, комисија предложеној тему за израду докторске дисертације под називом, **“Екстракти поврћа *Allium porum* L., *Daucus carota* L., *Capsicum annuum* L. и *Lycopersicon esculentum* Mill.: хемијски састав, антиоксидационо, антимикурно, антиканцерогено деловање и њихова примена“**, оцењује као актуелну и научно засновану, а кандидаткињу Јелену Младеновић као подобну за њену реализацију. Према томе, комисија предлаже Научно-наставном већу ПМФ-а у Нишу да усвоји приложени извештај комисије и спроведе даљи поступак за реализацију предложене докторске дисертације.

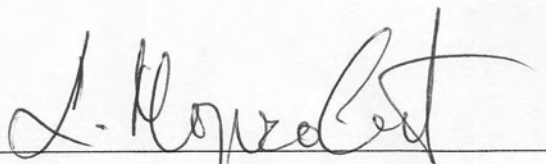
За ментора предлажемо Проф. др Благоу Радовановић, ред.проф. Природно-математичког факултета у Нишу.



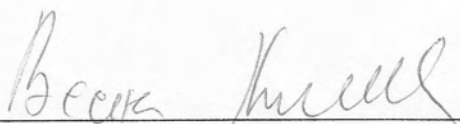
**Чланови комисије:**

1. 

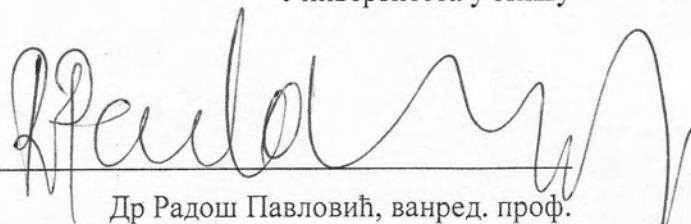
Др Блага Радовановић, ред. проф.  
ПМФ-а у Нишу, ментор,  
Универзитета у Нишу

2. 

Др Дејан Марковић, ред. проф.  
Технолошког факултета у Лесковцу,  
Универзитета у Нишу

3. 

Др Весна Николић, ванред. проф.  
Технолошког факултета у Лесковцу,  
Универзитета у Нишу

4. 

Др Радош Павловић, ванред. проф.  
Агрономског факултета у Чачку,  
Универзитета у Крагујевцу

У Нишу, 25.08.2012. године

Примљено: 04.9.2012.			
Орг. јед.	Број	Трилог	Вредност
01	2120		

## Наставно-научном већу

### Природно-математичког факултета у Нишу

На седници Наставно-научног већа, Природно-математичког факултета у Нишу, одржаној 11.07.2012. године, Одлуком бр. 662/2-01, именовани смо за чланове Комисије за оцену научне заснованости предложене теме докторске дисертације под називом „Деградација органских полутаната у води унапређеним оксидационим процесима: оптимизација параметара процеса и анализа деградационих производа“, кандидата Јелене Митровић, дипл. хем., асистента на Департману за хемију ПМФ-а у Нишу. На основу увида у материјал који је кандидат приложио подносимо следећи

## ИЗВЕШТАЈ

о научној заснованости предложене теме докторске дисертације

### 1. Биографски подаци

Јелена Митровић је рођена 10.06.1981. године у Пожаревцу. Основну и средњу школу завршила је у Власотинцу са одличним успехом. Природно-математички факултет у Нишу уписала је школске 2000/2001. године и дипломирала на истом новембра 2005. године са просечном оценом 8,72 (осам, 72/100) и оценом 10 (десет) на дипломском испиту. Докторске студије на Одсеку за хемију, Природно-математичког факултета у Нишу, уписала је фебруара 2007. године. На овим студијама положила је све испите предвиђене студијским програмом са просечном оценом 9,75 (девет, 75/100). Од марта 2008. године до јануара 2011. године била је стипендиста-докторант Министарства за науку и технолошки развој. У звању асистента за ужу научну област Примењена и индустријска хемија на Природно-математичком факултету, Универзитета у Нишу, изабрана је 09.02.2012. године. Ангажована је као истраживач на пројекту Министарства за просвету и науку Републике Србије (евиденциони бр. ТР 34008).

### 2. Библиографски подаци

Кандидат Јелена Митровић је до сада објавила три рада у међународним часописима на SCI листи (један из области докторске дисертације) и један рад у часопису националног значаја. Учествовала је на међународним и националним скуповима, на којима је објавила 5 саопштења штампаних у целини и 7 саопштења штампаних у изводу.

### Рад у међународном часопису (M<sub>23</sub>)

**Jelena Mitrović**, Miljana Radović, Danijela Bojić, Tatjana Anđelković, Milovan Purenović, Aleksandar Bojić, Decolorization of textile azo dye Reactive Orange 16 with UV/H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> process, *J. Serb. Chem. Soc.* 77 (4) 465–481 (2012)

Dragana-Linda Mitić-Stojanović, Danijela Bojić, **Jelena Mitrović**, Tatjana Anđelković, Miljana Radović, Aleksandar Lj. Bojić (2012) Equilibrium and kinetic studies of Pb(II), Cd(II) and Zn(II) sorption by *Lagenaria vulgaris* shell, *Chemical Industry & Chemical Engineering Quarterly*, DOI:10.2298/CICEQ111117032M.

Miljana D. Radović, **Jelena Z. Mitrović**, Danijela V. Bojić, Miloš M. Kostić, Radomir B. Ljupković, Tatjana D. Anđelković, Aleksandar Lj. Bojić, Uticaj parametara procesa UV zračenje/vodonik-peroksid na dekolORIZACIJU antrahinonske tekstilne boje, *Hemijska industrija*, DOI:10.2298/HEMIND111108112R.

### Рад у часопису националног значаја (M<sub>52</sub>)

**Mitrović J.**, Radović M., Bojić A., Anđelković T. (2009) Uticaj acetata na efikasnost degradacije azo boje Reactive Orange 16 UV/H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> procesom, *Kvalitet voda*, 7, 69 – 72.

### Саопштење са међународног скупа штампано у целини (M<sub>33</sub>)

**J. Mitrović**, M. Radović, T. Anđelković, M. Purenović and A. Bojić (2010) Decolourisation of textile azo dye Reactive orange 16 with UV/H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> system: effect of pH, *10<sup>th</sup> International Conference on Fundamental and Applied Aspects of Physical Chemistry*, Belgrade, Serbia, 21 – 24 September, Proceedings, 185 – 187.

Miljana D. Radović, **Jelena Z. Mitrović**, Ivana S. Kostić, Danijela V. Bojić, Branislava D. Kocić, Aleksandar Lj. Bojić (2011) Decolorization of textile dye Reactive Blue 19 with UV/H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> process, *49<sup>th</sup> Serbian Chemical Society Meeting*, Kragujevac, Serbia, 13 – 14 May, Proceedings, 115 – 117.

M. Radović, **J. Mitrović**, T. Anđelković, D. Bojić and A. Lj. Bojić (2011) Decolorization of textile dye reactive blue 19 in water by UV/H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> process, *12<sup>th</sup> International Conference on Environmental Science and Technology (CEST2011)*, 8 – 10 September, Rhodes island, Greece, Proceedings, 1547 – 1553.

**Саопштење са скупа националног значаја штампано у целини (M<sub>63</sub>)**

M. Radovic, **J. Mitrovic**, M. Purenovic, T. Andjelkovic, D. Bojic, A. Lj. Bojic (2011) Effect of acetates on degradation of textile dye Reactive blue 19 by ultraviolet light/hydrogen peroxide process, *9<sup>th</sup> Symposium "Novel technologies and economic development"* (with international participation), 21 – 22 October, Leskovac, Serbia, Book of Papers, 20, 31 – 35.

N. Velinov, S. Najdanović, **J. Mitrović**, M. Radović, D. Bojić i A. Bojić, Uticaj nižih karboksilnih kiselina na degradaciju tekstilne boje UV/H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> procesom, 41. godišnja konferencija o aktuelnim problemima korišćenja i zaštite voda, "VODA 2012", 5 – 7. jun, Divčibare, Srbija, 327 – 332.

**Саопштење са међународног скупа штампано у изводу (M<sub>34</sub>)**

T. Anđelković, J. Perović, S. Blagojević, M. Purenović, R. Nikolić, A. Bojić, **J. Mitrović** and D. Dimitrijević (2005) Proton binding characterization of methylated humic acid. *The Sixth European Meeting on Environmental Chemistry*, Belgrade, Serbia and Montenegro, 6 – 10 December, Book of Abstracts, 301.

**J. Mitrović**, A. Bojić (2008) Photochemical degradation of textile azo dye Reactive Orange 16 by UV/H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> process, *5<sup>th</sup> Symposium Chemistry and Environmental Protection with international participation*, Tara, Serbia, May 27 – 30, Book of Abstracts, 210.

**J. Mitrović**, M. Radović, T. Andjelković, D. Bojić, B. Kocić, A. Bojić (2011) Identification of early step UV/H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> degradation intermediates of anthraquinone dye Reactive Blue 19 by direct introduction electrospray ionisation mass spectrometry, *European Conference on Analytical Chemistry (EUROanalysis2011)*, 11 – 15 September, Belgrade, Serbia, Book of Abstracts, MS13

**J. Mitrović**, M. Radović, D. Bojić, D. Milenković, B. Kocić, A. Bojić (2011) Degradation of herbicide clomazone by UV/H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> process, *European Conference on Analytical Chemistry (EUROanalysis2011)*, 11 – 15 September, Belgrade, Serbia, Book of Abstracts, MS14

Ivana Kostic, Tatjana Andjelkovic, Ruzica Nikolic, Milovan Purenovic, Aleksandar Bojic, Darko Andjelkovic, **Jelena Mitrovic**, Cu(II) complexation with humic acid and humic-like ligands studied by Schubert's method, *25<sup>th</sup> International Meeting on Organic Geochemistry (IMOG 2011)*, 18 – 23 September, Interlaken, Switzerland, Book of Abstracts, 291

### Саопштење са скупа националног значаја штампано у изводу (M<sub>64</sub>)

M. Radović, J. Mitrović, A. Bojić, T. Anđelković (2009) Effect of radiation intensity, dye concentration and concentration of carbonates on degradation of textile dye Reactive Orange 16 by UV/H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> process, 8<sup>th</sup> symposium "Novel technologies and economic development", Leskovac, Serbia, 23 – 24 October, Book of Abstracts, 109

J. Mitrović, M. Radović, D. Bojić, M. Petrović, D. Milenković, T. Anđelković, A. Bojić, Metamizole degradation in aqueous solution by UV/H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> process, 50<sup>th</sup> Serbian Chemical Society Meeting, Beograd, Serbia, 14 – 15 Jun, Book of Abstracts, 93

### 3. Образложење предложене теме докторске дисертације

Појава лекова и њихових метаболита у површинским водама и комуналним отпадним водама је препозната као светски проблем у настајању. Лекови континуирано, у непромењеном стању или у форми метаболита, путем урина доспевају у комуналне отпадне воде. Многи од њих се тешко могу уклонити конвенционалним методама пречишћавања вода. Неконтролисано испуштање отпадних вода оптерећених лековима у природне токове може довести до развоја резистентних бактерија, успоравања оксидације нитрита и метаногенезе, као и потенцијалног пораста токсичности услед синергистичког ефекта различитих лекова, њихових метаболита и других присутних органских материја.

Многе гране савремене индустрије као што су текстилна индустрија, индустрија коже, прехранбена индустрија, производња папира, производња козметичких препарата, заснивају се на употреби синтетичких боја. Отпадне воде из текстилне индустрије карактерише висока концентрација боја и других додатака органског порекла, висок садржај минералних материја, висока температура и различита рН вредност. Значајна количина боја, посебно у случају бојења растворним бојама, се губи у процесу бојења и преко отпадних вода доспева у природне водотокове. Присуство текстилних боја у природним водама представља пре свега естетски проблем. Поред тога, њихово штетно деловање на водени екосистем се огледа у апсорпцији и расејању сунчевих зрака. Такође, познато је да многе растворне текстилне боје под дејством сунчевог зрачења и микроорганизама подлежу деградацији уз настајање токсичнијих производа од примарних молекула. Реактивне азо боје путем цепања азо везе могу довести до формирања потенцијално канцерогених ароматичних амина. Стога је неопходно уклонити синтетичке боје из индустријских отпадних вода пре њиховог испуштања у природне реципијенте.

Савремена пољопривредна производња се готово не може замислити без употребе бројних пестицида који поред користи, доносе са собом и неке

нежељене ефекте. После примене комерцијалних формулација, молекули пестицида извесно време остају на месту где су и примењени, а затим се под утицајем кретања ваздуха или воде могу транспортовати у атмосферу (испаравање), у дубље слојеве земљишта (испирање) или латерално по површини земљишта (спирање). Испирање је од поменутих процеса најкритичнији процес са становишта угрожавања животне средине и здравља људи, јер представља потенцијалну опасност за загађење подземних, а посредством њих и пијаћих вода овим супстанцама које су често токсичне, мутагене и канцерогене.

Последњих година се све више као алтернатива конвенционалним методама уклањања органске материје присутне у отпадним и природним водама истражује могућност примене унапређених оксидационих процеса (енг. Advanced oxidation processes – AOPs). Ови процеси базирани су на генерисању високо реактивних, краткоживућих,  $\text{OH}$  радикала, који неселективно реагују са органском материјом присутном у води, уз могућност њене потпуне минерализације. AOPs представљају групу различитих фотохемијских ( $\text{H}_2\text{O}_2/\text{UV}$ ,  $\text{O}_3/\text{UV}$ ,  $\text{O}_3/\text{H}_2\text{O}_2/\text{UV}$ ,  $\text{Fe}^{2+}/\text{H}_2\text{O}_2/\text{UV}$ ,  $\text{TiO}_2/\text{UV}$ ) и не-фотохемијских процеса ( $\text{O}_3$ ,  $\text{O}_3/\text{H}_2\text{O}_2$ ,  $\text{Fe}^{2+}/\text{H}_2\text{O}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}_2/\text{ултразвук}$ ,  $\text{O}_3/\text{ултразвук}$ ) при чему је за практичну употребу сваког од њих и постизање максималне ефикасности деградације одређеног супстрата потребно дефинисати оптималне параметре.

Предмет истраживања ове докторске дисертације представљаће деградација типичних представника из групе најчешће детектованих органских полутаната у води: лека метамизола, реактивне азо боје C.I. Reactive Orange 16 и пестицида ципродинила унапређеним оксидационим процесима, применом  $\text{UV}/\text{H}_2\text{O}_2$  система. Ради испитивања утицаја параметара примењеног процеса на ефикасност деградације органских полутаната, на основу прелиминарно добијених резултата, биће извршено статистичко (факторско) планирање експеримената. У ове сврхе биће коришћен централно композитни план експеримента (енг. central composite design), као једна од најсавременијих статистичких техника планирања у оквиру методе одзива површине (енг. response surface methodology). Методом статистичког планирања експеримента биће генерисан математички модел који веродостојно представља процес деградације и омогућава оптимизацију параметара процеса у циљу добијања максималног одзива, у овом случају ефикасности процеса.

Прегледом литературе утврђено је да број публикација које се баве проучавањем кинетике деградације органских полутаната у води далеко надмашује број оних у којима су идентификовани производи и предложен механизам деградације. Масена спектрометрија и гасна хроматографија са масеном детекцијом су најчешће коришћене инструменталне технике за квалитативну анализу како поларних тако и неполарних производа деградације органских материја. Течни хроматограф са масеним спектрометром, који поседује електроспреј јонизациону технику и јон трап анализатор (LC/ESI/MS ion trap), биће коришћен у циљу одвајања и идентификације производа

деградације. Предност примене масеног спектрометра са јон трапом као анализатором огледа се у могућој изолацији и вишестепеној фрагментацији одабраног јона путем MS<sup>n</sup> експеримената. На овај начин могуће је дефинисати механизам деградације органских полутаната.

У пракси, унапређени оксидациони процеси деградације органских полутаната у води не доводе до једностепене минерализације и формирања угљен диоксида, воде и минералних материја, већ долази до формирања бројних деградационих интермедијерних производа. Деградациони производи настали током третмана могу бити токсичнији од полазних једињења, стога је праћење екотоксичности од фундаменталног значаја за практичну примену процеса. Токсичност се у овом случају односи на укупну токсичност свих присутних интермедијера и зависи од фактора као што су: врста супстрата и његова концентрација, радни услови процеса, врста деградационих интермедијера и изабрани тест организми. Избор тест организама је јако битан због чињенице да неки од њих могу бити недовољно осетљиви на испитивани супстрат као и на оксидационе интермедијере. Најчешће коришћени тест за мониторинг токсичности воде је „Microtox“ тест, који користи биолуминисценцију морске бактерије *Vibrio fischeri* као меру њене активности. Ниво токсичности се одређује праћењем смањења луминисценције услед инхибиције бактеријске луциферазе након контакта са токсичним једињењима. Током израде докторске дисертације биће испитана екотоксичност деградационих производа органских полутаната према луминисцентној бактерији *Vibrio fischeri*, најчешће коришћеном у те сврхе и изузетно осетљивом микроорганизму. Такође, биће испитана и *in vitro* антимикробна активности деградационих производа, на тест-сојевима микроорганизма *Escherichia coli*, *Shigella sonnei*, *Salmonella enteritidis*, *Proteus vulgaris* и *Pseudomonas aeruginosa*.

Циљеви ове докторске дисертације су:

- испитивање могућности практичне примене UV/H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> процеса као савремене, ефикасне методе за потпуну деградацију типичних органских загађивача у води,
- детаљна анализа радних параметара UV/H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> процеса у циљу оптимизације његове примене и постизања максималне ефикасности,
- идентификација интермедијерних деградационих производа и испитивање њихове токсичности.

Имајући у виду предметни проблем и циљеве ове докторске дисертације, предвиђен је следећи програм и методологија истраживања:

- Испитивање утицаја основних параметара унапређених оксидационих процеса (иницијална концентрација пероксида, иницијална концентрација супстрата, иницијална вредност рН, интензитет зрачења) на ефикасност деградације органских полутаната и оптимизација параметара процеса применом методе одзива површине,

- Испитивање утицаја неорганских анјона присутних у природним и отпадним водама ( $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{HPO}_4^{2-}$ ,  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ , хуминске киселине) и органских киселина ( $\text{HCOOH}$ ,  $\text{CH}_3\text{COOH}$ ,  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}$ ,  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ ) као финалних интермедијарних производа, на ефикасност деградације органских полутаната,
- Сепарација и идентификација деградационих интермедијера методом течне хроматографије са масеном спектрометријом (LC/ESI/MS<sup>n</sup>),
- Идентификација ниско молекуларних органских и неорганских минерализационих производа методом јонске хроматографије,
- Екотоксиколошка анализа деградационих производа и испитивање њихове антимикробне активности.

На основу прелиминарних истраживања очекују се следећи резултати:

- постизање високе ефикасности и велике брзине деградације свих испитиваних органских полутаната унапређеним процесима оксидације,
- неселективно деловање  $\text{UV}/\text{H}_2\text{O}_2$  процеса на дијаметрално различите структуре испитиваних органских загађивача,
- дефинисање оптималних вредности свих параметара процеса при којима се постиже максимална брзина деградације
- критични утицај иницијалне концентрације водоник – пероксида, због његовог специфичног активационог, односно инхибиторног деловања, као кључног фактора ефикасности процеса,
- дефинисање механизма деловања  $\text{OH}^\bullet$  радикала на органске загађиваче, базираном на оксидативној слободнорадикалској деградацији.

#### 4. Оцена

На основу документације коју је кандидат приложио приликом пријаве предлога теме докторске дисертације и напред наведеног, Комисија сматра да кандидат Јелена Митровић испуњава све услове прописане Законом о високом образовању и Статутом Природно-математичког факултета у Нишу за одобравање рада на предложеној теми дисертације.

Предложена тема докторске дисертације је научно заснована и очекује се да ће резултати добијени у току њене израде дати значајан теоријски и практичан допринос развоју научне области која се бави третманима отпадних и природних вода. Стога, Комисија упућује следећи

#### 5. Закључак и предлог

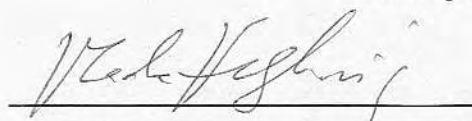
Наставно-научном већу Природно-математичког факултета у Нишу да одобри израду докторске дисертације под називом „Деградација органских полутаната у води унапређеним оксидационим процесима: оптимизација



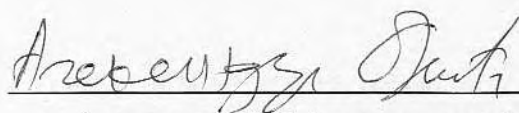
параметара процеса и анализа деградационих производа“ кандидату Јелени Митровић, дипл. хем., асистенту на Департману за хемију ПМФ-а у Нишу под менторством др Александра Бојића, ванред. проф. Природно-математичког факултета у Нишу.

У Нишу, 31.08.2012. године

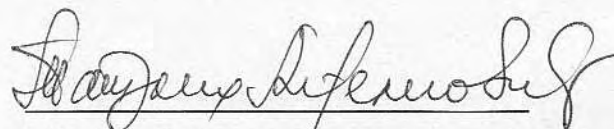
Комисија:



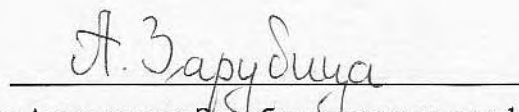
др Влада Вельковић, ред. проф.  
Технолошки факултет, Универзитет у Нишу



др Александар Бојић, ванред. проф.  
Природно-математички факултет, Универзитет у Нишу (ментор)



др Татјана Анђелковић, ванред. проф.  
Природно-математички факултет, Универзитет у Нишу



др Александра Зарубица, ванред. проф.  
Природно-математички факултет, Универзитет у Нишу

Примљено: 28.8.2012.			
Орг. јед.	Број	Прилог	Вредност
	2069		

**Nastavno-naučnom veću**  
**Prirodno-matematičkog fakulteta**  
**Univerziteta u Nišu**

Odlukom Nastavno-naučnog veća Prirodno-matematičkog fakulteta u Nišu od 27.06.2012. godine, broj 588/1-01, određeni smo za članove komisije za ocenu naučne zasnovanosti predložene teme doktorske disertacije kandidata **Dragana S. Velimirovića**, studenta doktorskih studija Prirodno-matematičkog fakulteta u Nišu, pod nazivom "*Optimizacija, validacija i pri mena I CP-OES metoda odre đivanja sadr žaja metala u realni m uzorcima*". Uvidom u materijal koji je kandidat priložio uz prijavu teme, podnosimo sledeći

## IZVEŠTAJ

o oceni naučne zasnovanosti predložene teme doktorske disertacije

### A) Osnovni podaci o kandidatu

#### a) Biografski podaci

Dragan S. Velimirović je rođen 08.03.1976. godine u Nišu. Osnovnu školu i gimnaziju je završio u rodnom gradu sa odličnim uspehom.

Studije hemije na Filozofskom fakultetu u Nišu upisao je školske 1996/97. godine i diplomirao 2003. godine sa prosečnom ocenom 9,38 i ocenom 10 na diplomskom ispitu.

Doktorske studije na Odseku za Hemiju Prirodno-matematičkog fakulteta u Nišu upisuje školske 2006/07. godine i trenutno je student treće godine studija.

Od 2005. godine je u radnom odnosu na Medicinskom fakultetu u Nišu u zvanju asistent-pripravnik za užu naučnu oblast Hemija na predmetu Analitička hemija a od 2009. u zvanju asistent.

U periodu od 2006. do 2010. godine bio je angažovan kao istraživač na projektu u oblasti osnovnih istraživanja, pod nazivom: *Razvoj i primena metoda za praćenje kvaliteta industrijskih proizvoda i životne sredine* (br. 142015), čiji je nosilac Prirodno-matematički fakultet u Nišu. Trenutno je angažovan na projektu tehnološkog razvoja pod nazivom: *Mogućnosti korišćenja potencijala geotermalnih voda u Jablaničkom i Pčinjskom okrugu* (br. 33034) čiji je nosilac Tehnološki fakultet u Leskovcu, za period od 2011. do 2014. god.

#### **b) Bibliografski podaci**

Kandidat je u svom dosadašnjem naučno-istraživačkom radu objavio 1 rad u istaknutom međunarodnom časopisu (kategorija M22); 3 rada, od čega 1 iz oblasti prijavljene teme doktorske disertacije, u međunarodnim časopisima (kategorija M23); 2 rada u časopisu nacionalnog značaja (kategorija M52 i M53) i 15 radova saopštenih na međunarodnim i nacionalnim skupovima (kategorije M33, M34, M64).

#### **Rad u istaknutom međunarodnom časopisu (M22)**

1. Biljana Kaličanin, **Dragan Velimirović**. *Potentiometric Stripping Analysis of Zinc, Cadmium and Lead in Tobacco Leaves (Nicotiana Tabacum L.) and Soil Samples*. International journal of Electrochemical Science, 7 (2012) 313-323. (IF= 2,808)

#### **Rad u međunarodnom časopisu (M23)**

1. Snežana S. Mitić, Gordana Ž. Miletić, Aleksandra N. Pavlović, Snežana B. Tošić, **Dragan S. Velimirović**, *Development and Evaluation of Kinetic-spectrophotometric Method for Determination of Arginine*. Journal of the Chinese Chemical Society, 54 (2007) 47-54. (IF=0,730)
2. Snežana S. Mitić, Snežana B. Tošić, Aleksandra N. Pavlović, Slavica M. Sunarić, **Dragan S. Velimirović**, *Quantitative Analysis of The Seasonal Changes of Traces of Copper(II) in Mineral Water*. Asian Journal of Chemistry, 22 (2010) 1183-1191. (IF=0,281)
3. **D. S. Velimirović**, S. S. Mitić, S. B. Tošić, A. N. Pavlović, M. D. Stojković, *Determination of the content of some trace elements in particular samples of grains, flours and breads by ICP-OES*. Oxidation Communications, 35(1) (2012) 160–171. (IF=0,250)

#### **Rad u časopisu nacionalnog značaja (M52)**

1. Biljana Kaličanin, **D. Velimirović**, *Teški metali u različitim biljnim vrstama kao posledica zagađenja životne sredine*, Ecologica, 15 (2008) 93-100.

### Rad u naučnom časopisu (M53)

1. Biljana Kaličanin, **D. Velimirović**, Z. Ajduković, *Ispitivanje uticaja Cd i Pb na efikasnost regeneracije kostiju pacova sa implantiranim CP/PLGA kompozitom*, Tehnika, Novi materijali 17 (2008) 3-8.

### Saopštenje sa međunarodnog skupa štampano u celini (M33)

1. Biljana Kaličanin, **D. Velimirović**, S. Naumović. *The influence of packaging material on the content of toxic metals in the beverage of tea fungus kombucha*. XX International Scientific and Professional Meeting „Ecological Truth“ ECO-IST'12, Zaječar (2012) 582-588.

### Saopštenje sa međunarodnog skupa štampano u izvodu (M34)

1. M. Obradović, S. Tošić, **D. Velimirović**. *Iron(III)-monosulphonated hydroquinone complex MGCM-3 analytical application*. 5<sup>th</sup> International Conference of the South-East European Chemical Societies and XIX Congress of the Chemists and Technologists of Macedonia, September 10-14, 2006. Ohrid.
2. B. Kaličanin, **D. Velimirović**, *Application of potentiometric stripping analysis for determination of toxic heavy metals in natural waters*, 1st Symposium of Chemistry and Environment, Budva, PS1340, 2007.
3. M. Ćirić, S. Najman, V. Bojanić, Z. Bojanić, T. Cvetković, B. Kaličanin, S. Cekić, M. Nešić, S. Branković, **D. Velimirović**, N. Puškaš, *The Influence of Simv Astatin on Calcium and Magnesium Level in Tibia of Rats Neonataly Treated with Monosodium Glutamate*, Second Congress of Physiological Sciences of Serbia with International Participation, September 17-20, 2009. Kragujevac.
4. B. Kaličanin, **D. Velimirović**, Z. Ajduković, *Conducting Chemical Stability of Pharmaceutical Packing Materials on Influence of Acid Media*, I međunarodni Kongres „Inženjerstvo, materijali i menadžment u procesnoj industriji“, October 14-16, 2009. Jahorina, Republic of Srpska.
5. B. Kaličanin, **D. Velimirović**, B. Živković, V. Miletić, K. Milinčić. *Erosive potential os some pharmaceutical preparations on acrylatic dentures*, YUCOMAT, September 6-10, 2010. Herceg Novi, P.S.E. 9
6. J. Mladenović, B. Kaličanin, **D. Velimirović**. *Potentiometric stripping analysis of lead and zinc in some cosmetic preparations*. XXI Congress of the Chemists and Technologists of Macedonia (with international participation)-September 23-26, 2010. Ohrid.
7. **D. Velimirović**, B. Kaličanin. *Monitoring toxic effects of lead and cadmium in the kidneys and liver of rats*. XXI Congress of the Chemists and Technologists of Macedonia (with international participation)-September 23-26, 2010. Ohrid.
8. B. Kaličanin, I. Arsić, **D. Velimirović**, S. Naumović. *Determination of total lead content in herbal drugs grown on different locations*. 5<sup>th</sup> Congress of Pharmacy of Macedonia (with international participation)-September 21-25, 2011. Ohrid.
9. B. Kaličanin, **D. Velimirović**, S. Naumović. *The determination of the lead content in different types of commercial teas*. 9th Symposium „Novel technologies and economic development“-October 21-22, 2011. Lesovac.

10. B. Kaličanin, **D. Velimirović**. *The content of highly toxic metal cadmium comparasion in the leaves of tobacco (Nicotaiana tabacum L.) and in siol.* 9th Symposium „Novel technologies and economic development“-October 21-22.2011. Lesovac.
11. Ružica Nikolić, Biljana Kaličanin, **Dragan Velimirović**, Nenad Krstić, Ivana Arsić, Vanja Tadić, Sofija Djordjević. *Medicinal plants as a source of iron in functional foods.* 6th Central European Congress on Food – May 23rd-26th 2012 Novi Sad.

#### **Saopštenje sa nacionalnog skupa štampano u izvodu (M64)**

1. **D. Velimirović**, B. Kaličanin, Z. Ajduković, D. Petrović, *Praćenje uticaja kiselog medijuma na postojanost akrilatnih zubnih proteza*, Sedma konferencija mladih istraživača – Nauka i inženjerstvo novih materijala, Beograd, V/2, 2008.
2. B. Živković, B. Kaličanin, **D. Velimirović**, Z. Ajduković, V. Miletić, K. Milinčić, *Erozivni potencijal kiselog medijuma na veštačke zube i njegov uticaj na zdravlje ljudi.* Osmo konferencija mladih istraživača – Nauka i inženjerstvo novih materijala, Beograd, V/24, 2009.
3. B. Kaličanin, R. Nikolić, **D. Velimirović**, D. Sojanović. *Promene na zubima pod uticajem osvežavajućih napitaka i hrane kiselog ukusa.* 43 dani preventivne medicine, XLIII internacionalni naučni skup, septembar 22-25, 2009. Niš.

Kandidat je objavio i *Praktikum iz analitičke hemije za studente farmacije*, **B. Kaličanin, D. Velimirović**, *Medicinski fakultet*, Niš, Grafocolor, 2007.

#### **B) Naučna zasnovanost predložene teme doktorske disertacije**

Metali su prisutni u vodi, stenama, zemljištu, biljkama kao i u svim životnim namirnicama. Određivanje njihovog sadržaja u ovakvim, realnim uzorcima, daje korisne podatke o njihovom kvalitetu kao i o sredini iz koga su uzorci uzeti. Poznavanje sadržaja metala, pre svega u životnim namirnicama, je od velikog značaja sa aspekta nutritivne vrednosti istih dok su sa druge strane detektovani teški metali dobar indikator zagađenja životne sredine i takve analize su značajne u cilju prevencije daljeg zagađenja. Toksičnost teških metala je posledica njihove interakcije sa enzimskim sistemom, a njihova koncentracija u hrani je različita, zavisno od njihovog porekla, uslova skladištenja i tehnoloških procesa kojima se hrana podvrgava.

Minerali su mikrohranjivi sastojci, pasivne supstance naše svakodnevne ishrane; neophodni su za apsorpciju vitamina, kao i za aktiviranje i kočenje enzima. Neophodni su za rast i razvoj organizma, koji ne može sam da proizvede ove supstance, već mora da ih unosi hranom. Imaju ulogu gradivnih materija i regulativnih supstanci. U živim organizmima, metalni joni kao komponente enzima i drugih molekulskih kompleksa regulišu široki spektar fizioloških

mehanizama sa značajnim nivoom specifičnosti i selektivnosti. Reaktivnost kompleksa zavisi kako od specifičnih osobina određenog biološkog proteina, ili drugih organskih molekula za koji je metal vezan, tako i od raznovrsnosti i fleksibilnosti osobina koje sam metal poseduje. Oko 30% svih enzima imaju vezan metal za svoj aktivni centar.

Manji sadržaj metala može da ukaže na nedovoljno učešće sirovine u nekim proizvodima, ili neadekvatno primenjen ili izveden tehnološki postupak, a sadržaj teških metala na nedozvoljenu kontaminaciju u toku proizvodnje, prerade i pakovanja proizvoda.

Analiza pepela dobijenog od tkiva pojedinih organa, pokazuje prisutvo gotovo svih metala, nekih u koncentracijama koje su vrlo niske, dok su neki u značajnim količinama. U većim koncentracijama mogu se detektovati kalcijum, natrijum, kalijum i magnezijum. Pored ovih makro elemenata u organizmu se nalazi i značajan broj elemenata u tragovima. Devet metala (gvožđe, cink, hrom, kobalt, nikl, bakar, mangan, molibden i selen) se ubrajaju u grupu tzv. esencijalnih elemenata u tragovima. Posebnu grupu čine tzv. teški metali (antimon, arsen, bizmut, kadmijum, hrom, kobalt, bakar, gvožđe, olovo, živa, nikel, kalaj, cink) koji su potrebni organizmu u malim količinama, dok svaki višak ovih metala, može negativno uticati na zdravlje ljudi s obzirom na njihovu tendenciju da se deponuju u nekim vitalnim organima (mozak, jetra, bubrezi). Ovi metali ometaju veliki broj enzimskih reakcija i to na taj način što deluju konkurentno na elemente u tragovima i istiskuju ih iz njihovih jedinjenja, tako da svako opterećenje organizma teškim metalima rezultuje nedostatak elemenata u tragovima.

Optička emisiona spektroskopija sa indukovano kuplovanom plazmom (*ICP-OES*) je savremena analitička, multielementna, vrlo osetljiva tehnika koja se koristi za kvalitativnu i kvantitativnu analizu tragova metala. To je tip emisione spektroskopije koji pomoću induktivno kuplovane plazme generiše pobuđene atome i jone, koji zatim emituju elektromagnetno zračenje na talasnim dužinama karakterističnim za dati element. Intenzitet ovog zračenja je mera koncentracije elementa u uzorku. Pogodna je za detekciju i kvantifikaciju svih elemenata osim argona. Opseg detekcije je vrlo širok pa se tako mogu odrediti kako mikro tako i makroelementi u uzorku. Velika prednost prilikom kvantitativne analize je mogućnost multielementne analize u vremenu trajanja od 30s.

Iz svega iznetog, a u skladu sa svetskom tendencijom i preporukom konzumiranja zdrave hrane, unosa namirnica bogatih esencijalnim elementima i stalnog praćenja stanja životne sredine, nameće se i značaj i uloga savremenih, osetljivih, selektivnih i tačnih analitičkih metoda praćenja sadržaja metala gde primarno mesto svakako zauzimaju multielementne ICP-MS i ICP-OES metode.

Istraživanja u okviru ove doktorske disertacije obuhvataće optimizaciju, validaciju i primenu optičke emisione spektrometrijske metode sa indukovano kuplovanom plazmom (ICP-OES) za određivanje sadržaja metala u različitim prehrambenim namirnicama kroz sledeće aktivnosti:

- ispitivanje tzv. robusnosti plazme pri različitim vrednostima RF snage plazme kao jednog od parametara instrumenta (ostali parametri konstantni) u cilju nalaženja optimalnih parametara plazme a u cilju smanjenja devijacije analitičkog signala prouzrokovanog matriksom uzorka. Ispitivanje se sastoji u praćenju odnosa relativnog intenziteta emisionog signala za Mg na dve talasne dužine. Za optimalnu vrednosti RF snage plazme bira se ona pri kojoj je taj odnos najveći;
- konstruisanje kalibracione prave korišćenjem multistandarda pri odabranim parametrima instrumenta;
- ispitivanje uticaja matriksa na osetljivost i selektivnost metode poređenjem odnosa nagiba dve kalibracione prave za svaki element i za svaku vrstu uzorka. Jedna kalibraciona prava dobijena iz multistandarda a druga dobijena tzv. spajkovanjem rastvora standarda rastvorom uzorka. Talasna dužina pri kojoj se ti nagibi najmanje razlikuju je talasna dužina sa najmanje uticaja matriksa. Nakon tog postupka vrši se manuelna tzv. background korekcija (najveći signal/background odnos);
- validacija metode kroz sledeće parametre: linearnost kalibracione prave, greške na standardima, limit detekcije LOD, limit kvantifikacije LOQ, korelacioni koeficijent  $R^2$ ;
- ispitivanje tačnosti metode primenom „spike“ testa;
- primena razvijenih metoda na različitim uzorcima odnosno određivanje sadržaja metala u uzorcima žitarica, brašna i hleba (pšenica, ovas, raž, ječam, kukuruz, heljda...); u uzorcima, domaćim i komercijalnim, voćnih sokova (jabuke, breskve, kajsije, jagode...) i voćnih vina (višnje, maline, kupine, borovnice, crne ribizle, grožđa...); u uzorcima

koštunjavog voća (brazilski orah, indijski orah, kikiriki, badem, lešnik, orah...); u uzorcima meda, domaćim i komercijalnim (cvetni, bagremov, livadski, šumski, kestenov...)

- statistička obrada dobijenih rezultata u cilju izvođenja korelacija između sadržaja i vrste uzorka.

### **C) Mišljenje i zaključak komisije**

Uvidom u priloženu dokumentaciju, komisija je mišljenja da Dragan S. Velimirović, student treće godine doktorskih studija na Departmanu za Hemiju Prirodno-matematičkog fakulteta u Nišu, sa ostvarenih 120 ESPB bodova na doktorskim studijama, ispunjava sve uslove za odobrenje predložene teme doktorske disertacije propisane Zakonom o visokom obrazovanju i Statutom Fakulteta. Takođe, rezultati dosadašnjeg naučnog rada kandidata (6 radova u naučnim i stručnim časopisima i 15 saopštenja na međunarodnim i nacionalnim skupovima) govore o tome da se radi o kvalitetnom naučnom radniku što ga kvalifikuje za izradu doktorske disertacije.

Predložena tema doktorske disertacije je naučno zasnovana i aktuelna. Predložena metodologija i plan istraživanja zadovoljavaju sve kriterijume i zahteve u postupku razvoja i primene jedne savremene analitičke metode određivanja. Zacrtni ciljevi i rezultati do kojih će se doći u procesu izrade disertacije biće kako od fundamentalnog naučnog tako i od aplikativnog značaja.

Na osnovu svega izloženog, predlažemo Nastavno-naučnom veću Prirodno-matematičkog fakulteta u Nišu, da se kandidatu Draganu S. Velimiroviću, studentu doktorskih studija na Departmanu za Hemiju odobri izrada doktorske disertacije pod nazivom:

***"Optimizacija, validacija i primena ICP-OES metoda određivanja sadržaja metala u realnim uzorcima"***

Za mentora ove doktorske disertacije predlažemo dr Snežanu Tošić, docenta Prirodno-matematičkog fakulteta u Nišu.



