



ИНСТИТУТ ЗА МУЛТИДИСЦИПЛИНАРНА ИСТРАЖИВАЊА
БЕОГРАД

ПРИМЉЕНО: 29.3.2011		
Одсек	Број	Датум
02	427/1	

НАУЧНОМ ВЕЋУ ИНСТИТУТА ЗА МУЛТИДИСЦИПЛИНАРНА ИСТРАЖИВАЊА БЕОГРАД

Одлуком Научног већа Института за мултидисциплинарна истраживања донетој на седници одржаној 17.02. 2011. године, именовани смо за чланове Комисије за оцену научноистраживачког рада **др Филис Морине**, истраживача сарадника Одсека за природне ресурсе и науку о животној средини института, као и за утврђивање испуњености услова за стицање звања **научни сарадник**. На основу анализе рада кандидата подносимо Научном већу следећи

ИЗВЕШТАЈ

1. Биографија кандидата

Филис Морина, дипломирани биолог заштите животне средине, рођена је 14.11.1980. године у Београду. Земунску гимназију, природно-математички смер, завршила је 1999. године. Исте године уписала је Биолошки факултет у Београду, где је дипломирала на смеру Екологија и заштита животне средине новембра 2004., са просечном оценом 9.20.

Од јуна 2005. године запослена је у Институту за мултидисциплинарна истраживања у Београду у оквиру пројекта основних истраживања и технолошког развоја које финансира Министарство за науку и технолошки развој Републике Србије.

Последипломске студије уписала је у Центру за мултидисциплинарна истраживања, Универзитета у Београду, на одсеку Управљање животном средином. Током 2007/2008. године у оквиру OSI/Chevening стипендије обавила је студијски боравак у лабораторији проф. др Andrew Smith-a, Department of Plant Sciences, University of Oxford.

Докторску дисертацију под насловом „Биохемијски механизми антиоксидативног одговора дивизме (*Verbascum thapsus* L.) на повишене

концентрације цинка. Међупопулацијске разлике“ одбранила је 2011. године. у Институту за мултидисциплинарна истраживања, Београд .

Од 2005.-2007. године била је ангажована на пројекту МНТР-а, ТР 6923Б: „Фотохемијска, фотолитичка и микробиолошка деградација органских загађивача присутних у води и земљишту“, где се у оквиру истраживања бавила испитивањем употребе биофилтера и способности микроорганизама и биљака за разградњу органских загађивача пореклом из рафинерије нафте у Панчеву у циљу биоремедијације ових загађених земљишта.

У периоду од 2008.-2010. године била је ангажована на пројекту МНТР-а ОИ 143020: „Регулација антиоксидативног метаболизма биљака у току растења, инфекције патогенима и деловања абиотичког стреса: улога минералне исхране и механизми сигнализације, отпорности и транспорта.“

Тренутно је др Филис Морина ангажована на пројекту из програма истраживања у области интегралних и интердисциплинарних истраживања Министарства за просвету и науку, ИИИ 043010: “Модификације антиоксидативног метаболизма биљака са циљем повећања толеранције на абиотски стрес и идентификација нових биомаркера са применом у ремедијацији и мониторингу деградираних земљишта.“

Такође је и учесник COST Акције FA9060 UV-B radiation:

„A specific regulator of plant growth and food quality in a changing climate (UV4growth)“.

2. Научноистраживачки рад

Досадашњи научно-истраживачки рад др Филис Морине посвећен је пре свега испитивању ефеката повишених концентрација метала на биљке, са посебним освртом на механизме детоксификације јона бакра и цинка и промене у антиоксидативном метаболизму биљака услед оксидативног стреса, али и испитивању потенцијала биљака из рода *Verbascum* (дивизма) за фитостабилизацију ових метала у загађеним земљиштима.

Од посебног значаја су истраживања везана за механизам настанка оксидативног стреса изазваног повишеним концентрацијама редокс неактивног метала, цинка. Користећи мултидисциплинарни приступ овој проблематици, комбинацијом физиолошких, биохемијских, хемијских, физико-хемијских и молекуларних техника, допринела је разумевању механизма настанка оксидативног стреса пре свега у ћелијском зиду, као и акумулацију реактивних кисеоничних врста (РКВ) у листовима и кореновима биљака третираних цинком што је детаљно описано у њеној докторској дисертацији.

Такође, у својим резултатима по први пут повезује биосинтезу аскорбата и његов значај у детоксификацији РКВ и толеранцији биљака дивизме на високе концентрације цинка.

Један део истраживања посветила је испитивању међупопулацијских разлика у осетљивости на повишене концентрације цинка и бакра, на примеру две популације дивизме са загађених станишта и две популације пореклом са незагађених станишта. Резултати које је добила указују да су популације са загађених станишта развиле толерантност на метале услед јаког селективног притиска и локалне адаптације у релативно кратком временском периоду.

Аутор је два научна рада у међународним часописима са рецензијом, и имала је девет саопштења на међународним скуповима и два на научним скуповима од националног значаја.

3. Библиографија

Рад у врхунском међународном часопису (M₂₁ -8):

1. **Morina F**, Jovanović Lj, Mojović M, Vidović M, Panković D, Veljović-Jovanović S (2010): Zinc-induced oxidative stress in *Verbascum thapsus* L. is caused by an accumulation of reactive oxygen species and quinhydrone in the cell wall. *Physiologia Plantarum* 140: 209-224. (IF₂₀₀₉=2,708, Plant Sciences 28/171).

Рад у међународном часопису (M₂₃ -3):

2. **Morina F**, Jovanović Lj, Kukavica B, Veljović-Jovanović S (2008): Peroxidase, phenolics and antioxidative capacity of common mullein (*Verbascum thapsus* L.) grown in a zinc excess. *Archives of Biological Sciences* 60: 687-695 (IF₂₀₀₉=0,238, Biology 70/73).

Рад саопштен на скупу међународног значаја штампан у целини (M₃₃ -1):

3. Jovanović Lj., **Morina F.**, Kukavica B., Veljović-Jovanović S. (2007): High antioxidative capacity of *Verbascum thapsus* L. originated from metal contaminated area is induced upon treatment with Zn. In: Biogeochemistry of Trace Elements in the Environment: Environmental Protection, Remediation and Human Health. Proceedings of the 9th ICOBTE (Eds- Zhu Y, Lepp N, Naidu R, Tsinghua University Press), Beijing, China, 184-185.
4. Jovanović Lj., Raičević V., **Morina F.**, Kiković D., Nešić N., Lalević B., Golić Z., Dražić D., Despotović S. (2006): Biomass as filter for the clean

up wastewater polluted with heavy metals. In: Implementation of remediation in environmental quality improvement. 1st Scientific-Professional Meeting with international participation (publish by Serbian Chamber of Commerce, Board of environmental protection and sustainable development, ISBN 86-80809-32-2), Belgrade, 107-112.

5. Jovanović Lj., Raičević V., **Morina F.**, Kiković D., Nešić N., Lalević B., Dražić D. (2006): BIO FILTERS: Use of different biomaterials as a sorbents for the removal of heavy metals from polluted water. In: Proceedings of the IInd International Symposium of Ecologists of the Republic of Montenegro Kotor (Eds. Pesic V., Hadziablahovic S, ISBN 86-908743-0-5), 383-390.

Саопштење са међународног скупа штампано у изводу (M₃₄ -0.5):

6. **Morina F**, Vidović M, Jovanović Lj, Veljović-Jovanović S (2010) NADH-oxidase and IAA-oxidase functions of class III peroxidase – the role in metal toxicity and tolerance. 20th International Conference on Plant Growth Substances. Tarragona, Spain, 123.
7. Vidović M, **Morina F**, Kukavica B, Veljović-Jovanović S (2010) Inhibitory effect of IAA on pea root elongation is accompanied by increased apoplastic SOD and peroxidase activity and by hydroxyl radical generation in cell wall. 20th International Conference on Plant Growth Substances. Tarragona, Spain, 113.
8. Samelak I, Boroja M, **Morina F**, Veljović-Jovanović S, Kukavica B, Nikolic M (2010) Effect of iron deficiency on the oxidative status of roots in Strategy I and Strategy II plants. 15th International Symposium on Iron Nutrition and Interactions in Plants, Budapest, Hungary, 122.
9. Sonja Veljović-Jovanović S, Mojović M, **Morina F** (2009) Comparison of zinc and copper effects on the free radicals generation in the cell wall of *Verbascum thapsus* L. Plant ROS meeting, Helsinki, Finland, 59.
10. **Morina F**, Jovanović Lj, Kukavica B, Veljović-Jovanović S, Smith JAC (2008) Differential zinc and copper tolerance in populations of *Verbascum thapsus* L. from metal-contaminated and uncontaminated areas. BES 2008 Annual Symposium, Ecology of Industrial Pollution: Remediation, Restoration and Preservation, Birmingham, UK, 8.
11. Jovanović Lj, Dražić D, Raičević V, Bojović S, **Morina F**, Nešić N, Despotović S, Golubović-Ćurguz V (2007): Some of biosorbents for heavy

metals. International Scientific Conference Integral protection of forests-scientific-tehnological platform, Belgrade, Book of abstracts, ISBN 978-86-80439-09-9, 47.

Саопштење са скупа националног значаја штампано у изводу (M₆₄ -0.2):

12. **Morina F**, Jovanović Lj, Kukavica B, Veljović-Jovanović S, Smith JAC (2009) Differential tolerance in Mullein (*Verbascum* spp.) populations to excess copper and zinc. XVII Simpozijum društva za fiziologiju biljaka, Vršac, 122.

13. **Morina F**, Jovanović Lj, Kukavica B, Veljović-Jovanović S (2007): Stress tolerance of *Verbascum thapsus* L. exposed to high zinc concentrations, XVII Simpozijum društva za fiziologiju biljaka, Apatin, 122.

Одбрањена докторска дисертација (M₇₁-6):

14. **Morina F** (2011) Biohemijski mehanizmi antioksidativnog odgovora divizme (*Verbascum thapsus* L.) na povišene koncentracije cinka. Međupopulacijske razlike. Univerzitet u Beogradu, pp. 153.

Табела 1. Приказ врсте и квантификације остварених научноистраживачких резултата

Ознака врсте резултата	Укупан број резултата	Вредност резултата	Укупна вредност	Импакт фактор (IF)
M ₂₁	1	8	8	2,708
M ₂₃	1	3	3	0,238
M ₃₃	3	1	3	
M ₃₄	6	0.5	3	
M ₆₄	2	0.2	0.4	
M ₇₁	1	6	6	
Укупно:			23.4	2,946

Табела 2. Укупне вредности коефицијената М и ИФ др Филис Морине остварених у периоду од 2005. до 2010. године, према категоријама прописаним у Правилнику Министрства науке и технологије републике Србије, за област природно-математичких и медицинских наука.

Категорија радова	Потребан минимум за звање научни сарадник	Остварено
$M_{10}+M_{20}+M_{31}+M_{32}+M_{33}+M_{41}+M_{42}$	10	14.0
$M_{11}+M_{12}+M_{21}+M_{22}+M_{23}+M_{24}$	5	11.0
Укупно	16	25.0 (ИФ 2.946)

4. Анализа објављених радова

На основу до сада публикованих радова може се закључити да је испитивање ефекта повишених концентрација цинка (Zn) и заштитних механизма у листовима и кореновима дивизме (*Verbascum thapsus* L.) централна област истраживања др Филис Морине (радови 1,2, 3,6, 9, 13). Популација дивизме (*Verbascum thapsus* L.) као доминантне и пионирске врсте на депонији индустријског отпада метала у Шапцу изабрана је као модел систем за испитивање адаптивних механизма биљака на високе концентрације метала, с обзиром да су у земљишту депоније нађене високе концентрације цинка, бакра и других метала. Имајући у виду досадашњу литературу и недовољно објашњења о начину на који Zn изазива оксидативни стрес у биљкама, по први пут је показано да Zn стимулише настанак $\bullet\text{OH}$ и $\bullet\text{CH}_3$ радикала у изолованим фракцијама ћелијског зида, као и акумулацију H_2O_2 у апопласту листова, зони раста корена и ксилему (рад 1.). Настанак и акумулација РКВ у изолатима ћелијског зида коренова након третмана са Zn повезани су са прогресивном акумулацијом Zn у фракцијама ћелијског зида коренова; при томе, Zn стабилизује феноксил радикале у апопласту коренова и долази до пораста у количини слободних радикала.

Поред ових резултата, у раду 1., такође је показано је да цинк у ћелијском зиду може да формира комплексе са хинонима и стабилизује их на начин који повећава њихову способност да образују QH (*charge transfer* комплекс) у ћелијском зиду. Супротно томе, EPR анализе ћелијског зида биљака третираних повишеним концентрацијама бакра показале су да овај метал доводи до стреса на другачији начин (рад 9.). На основу претходних резултата може се закључити да QH учествује у регулацији редокс стања у апопласту. Овај комплекс у ћелијском зиду може имати прооксидативну улогу када доводи до оксидације AA и продукције H_2O_2 прво у апопласту, затим у симпласту. Аутооксидацијом QH може настати $\text{O}_2^{\bullet-}$ и потом H_2O_2 , и $\bullet\text{OH}$ (рад 1.).

Праћењем промена у активности и изоензимском профилу POD, промена у укупном антиоксидативном капацитету, као и акумулацији фенолних једињења, указано је на активацију адаптационих заштитних механизма и на акумулацију РКВ у биљкама које су расле на повишеним концентрацијама цинка, али и на разлике у одговору између листова и коренова (радови 2, 3 и 13).

Пероксидазе имају вишеструку улогу у физиологији развоја и физиологији стреса. Ови ензими који врше детоксификацију H_2O_2 у пероксидативним реакцијама, могу у одређени условима, преко оксидације супстрата као што су NADH и IAA, да буду и извор настанка РКВ, што је био предмет испитивања описаних у радовима 6. и 7.

У радовима 10. и 12. показано је да између испитиваних популација постоје разлике у осетљивости на повишене концентрације Zn и Cu у хранљивом раствору, у зависности од њиховог порекла (са металима загађених или незагађених земљишта). Контаминација земљишта која насељавају испитиване популације дивизме је релативно новијег датума (10-20 година) што указује да је дивизма као врста способна да се адаптира на нове услове и формира заједницу за релативно кратко време. Толерантне популације дивизме, и поред тога што нису хиперакумулатори метала, могу бити значајне за фитостабилизацију загађених земљишта, јер могу да колонизују сиромашна, оштећена земљишта без вегетације и акумулирају метале у кореновима и делимично у листовима. Ова двогодишња биљна врста може да развије дугачак и разгранат коренов систем и продукује велику биомасу у другој години, што је чини погодним избором за ову сврху.

Настанак оксидативног стреса, али са аспекта дефицита нутријената као што је гвожђе, испитиван је у раду 8., преко промена у активности антиоксидативних ензима и мерењем акумулације РКВ у кореновима биљака.

У радовима 4., 5. и 11. дат је преглед биофилтера различитог порекла (зељасте и дрвенасте биљке), а који се могу користити за пречишћавање отпадних индустријских и градских вода, као и њихове предности и ограничења.

5. Цитираност

Рад 1. - **Morina F**, Jovanović Lj, Mojović M, Vidović M, Panković D, Veljović-Jovanović S Zinc-induced oxidative stress in *Verbascum thapsus* L. is caused by an accumulation of reactive oxygen species and quinhedrone in the cell wall. *Physiologia Plantarum* 140: 209-224. цитира:

1. Song A, Li P, Li Z, Fan F, Nikolic M, Liang Y (2011) The alleviation of zinc toxicity by silicon is related to zinc transport and antioxidative reactions in rice. *Plant and Soil*. DOI: 10.1007/s11104-011-0749-3 (M₂₁).

6. Закључак и предлог

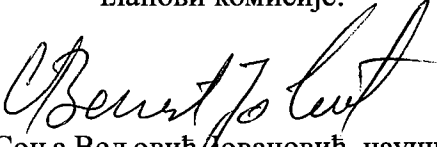
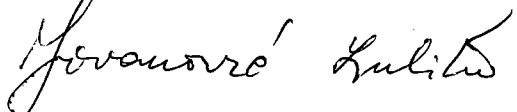
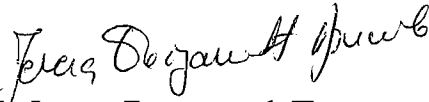
Резултати досадашњег научноистраживачког рада др Филис Морине представљају важан допринос бољем разумевању ефеката повишених концентрација цинка на биљке и начин на који цинк, као редокс неактивни метал, изазива оксидативни стрес, на примеру дивизме (*Verbascum ssp.*). Такође, резултати кандидата су од великог значаја за боље познавање процеса ремедијације металима загађених подручја и понашање биљака изложених повећаним концентрацијама цинка, јер механизам токсичности овог метала није довољно истражен у литератури.

У досадашњем раду др Филис Морина је објавила као први аутор 2 рада у међународним часописима (M_{21} и M_{23}), 3 рада на међународним симпозијумима (M_{33}) и 8 саопштења на међународним и домаћим симпозијумима.

Преглед научноистраживачког рада показује да је др Филис Морина стекла потребно искуство, самосталност и критички приступ у експерименталном раду. На основу детаљног разматрања укупног научно-истраживачког рада кандидата и испуњености критеријума за избор у звање научни сарадник (Табела 2.), које је прописало Министарство за науку и технолошки развој Републике Србије, Комисија предлаже Научном већу за мултидисциплинарна истраживања да прихвати овај извештај и предложи др Филис Морину да буде изабрана у звање **научни сарадник**.

Београд, 28. март 2011.

Чланови комисије:

- 
1. Др Соња Вељовић Јовановић, научни саветник
Институт за мултидисциплинарна истраживања,
Београд
- 
2. Др Љубинко Јовановић, редовни професор,
Факултет еколошке пољопривреде, Универзитет
Едуконс, Сремска Каменица
- 
3. Др Јелена Богдановић Пристов, научни сарадник
Институт за мултидисциплинарна истраживања,
Београд