

## NASTAVNO-NAUČNOM VEĆU HEMIJSKOG FAKULTETA UNIVERZITETA U BEOGRADU

Na redovnoj sednici Nastavno-naučnog veća Hemijskog fakulteta Univerziteta u Beogradu održanoj 08. novembra 2012., odnosno 11. jula 2013. godine (proširenje Komisije prema preporuci Veća naučnih oblasti prirodnih nauka Univerziteta u Beogradu), izabrani smo za članove Komisije za pregled, ocenu i odbranu doktorske disertacije Gordane Racić (rođ. Danilović), dipl. hemičar-biohemija-master, asistenta na Fakultetu zaštite životne sredine Univerziteta Edukons, pod naslovom: “EKOLOŠKO-BIOHEMIJSKA PROUČAVANJA VARIJABILNOSTI AUTOHTONIH VRSTA GLJIVA IZ RODA *Trichoderma* U RAZLIČITIM TIPOVIMA ZEMLJIŠTA” o čemu podnosimo sledeći:

### IZVEŠTAJ

Doktorska disertacija Gordane Racić sadrži 142 strana teksta sa 25 slika, 58 tabela i jednom šemom, i čine je: Uvod (3 strane), Pregled literature (24), Materijal i metode (19), Rezultati (61), Diskusija (15), Zaključci (2) i Literatura (19) sa 206 navoda. Pored navedenog disertacija sadrži Izvod na srpskom i engleskom jeziku, Sadržaj, Listu skraćenica, Priloge, Biografiju autora, Izjavu o autorstvu, Izjavu o istovetnosti štampane i elektronske verzije dokorskog rada i Izjavu o korišćenju.

U **Uvodu** je istaknut značaj ispitivanja gljiva iz roda *Trichoderma*, sa osnovnim ciljevima disertacije: utvrđivanje varijabilnosti ovih gljiva u različitim tipovima zemljišta u funkciji različitih edafskih faktora i sadržaja metala, kao i ispitivanje efikasnosti odabranih izolata prema povećanim koncentracijama metala, zatim enzimska aktivnost nekih izolata, kao i njihova antagonistička sposobnost. Takođe, jedan od ciljeva bio je utvrđivanje primene ovih gljiva u rizosferi biljaka paradajza izloženom vodnom deficitu, da bi se na kraju identifikovali izolati sa potencijalnom primenom u remedijaciji zemljišta i u povećanju otpornosti biljaka prema stresovima.

**Pregled literature** obuhvata prikaz osnovnih karakteristika gljiva roda *Trichoderma* kao i opis najzastupljenijih tipova zemljišta u Republici Srbiji. U prvom delu je opisan istorijat i značaj proučavanja gljiva roda *Trichoderma*. Posebna pažnja posvećena je opisu

mehanizama delovanja ovih gljiva u zemljištu, posebno u rizosferi. Kao posledica različitih mehanizama delovanja opisane su i primene ovih gljiva u različitim granama biotehnologije i poljoprivredi.

**Materijal i metode** sadrže navode svih materijala koji su upotrebljeni u doktoratu, kao i primenjene metode za rad na terenu i u laboratorijskim uslovima.

U delu doktorske disertacije **Rezultati** kandidat daje pregled dobijenih rezultata. Prikazani su rezultati analize osnovnih fizičkih, hemijskih i mikrobioloških osobina 24 uzorka zemljišta sa 14 lokacija na teritoriji Srbije, kao i sadržaja ukupnih i lakopristupačnih metala. Varijabilnost gljiva roda *Trichoderma* utvrđena je, nakon izolacije standardnim mikološkim metodama, PCR (Polymerase Chain Reaction) metodom na osnovu ITS sekvenci (Internal Transcribed Spacers). Povezanost edafskih faktora i varijabilnosti izolata analizirana je statističkim modelom neparametrijske regresione analize LOESS (Local regrESSion). Proučavana je tolerantnost odabranih izolata gljiva iz roda *Trichoderma* prema različitim koncentracijama metala, čiji je sadržaj u ispitivanim uzorcima zemljišta bio iznad vrednosti MDK (maksimalno dozvoljene koncentracije). Prikazani su rezultati testa antagonizma odabranih izolata prema pet različitih fitopatogena, kao i njihova enzimska karakterizacija semi-kvantitativnom metodom APYZIM. Takođe, prikazani su rezultati analiza fizioloških parametara paradajza na uticaj odabranog izolata gljiva roda *Trichoderma*, kao biotskog, i suše kao abiotskog stresa, u uslovima kada svaki stres deluje pojedinačno i u uslovima zajedničkog dejstva oba stresa. Takođe, prikazani su rezultati ekspresije gena, markera signalnih puteva salicilne (PR1b1 i PR-P2) kiseline (SK) i jasmonske (PinII i TomLoxA) kiseline (JK), kao i marker gena za sintezu ABA (NCED1).

U delu **Diskusija**, kandidat je po celinama prikazao diskusiju dobijenih rezultata i povezo ih sa literatutnim podacima.

U delu disertacije **Zaključci**, kandidat sumira dobijene rezultate i njihovu diskusiju. Prikazani zaključci su proizašli iz Rezultata prikazanih u doktorskoj disertaciji i ispunjavaju zadate ciljeve.

U poglavlju **Literatura** navedeni su radovi iz oblasti istraživanja koji iscrpno pokrivaju sve delove disertacije. Literaturni navodi su adekvatno citirani na odgovarajućim mestima u tekstu doktorske disertacije. Izbor relevantne literature pokazuje da je kandidatkinja studiozno pristupila istraživanju i uspešno ispunila zadate ciljeve.

## B. KRATKI OPIS POSTIGNUTIH REZULTATA

U ovoj doktorskoj disertaciji ispitana je varijabilnost gljiva iz roda *Trichoderma* u različitim tipovima zemljišta (rendzina, sirozem na lesu, ritska crnica, fluvisol, ranker, gajnjača, černozem sa različitim podtipovima i smonica). Varijabilnost je ispitana u funkciji različitih edafskih faktora. Zatim je utvrđena tolerantnost i efekat primene odabranih izolata prema različitim biotskim i abiotskim stresovima.

Molekularna identifikacija gljiva roda *Trichoderma* urađena je analizom sekvenci ITS i TEF1- $\alpha$  (Translation Elongation Factor 1-alpha) gena. Iz različitih tipova zemljišta, uzetih sa dve dubine 0-30 cm i 30-60 cm, izolovano je ukupno 15 izolata od kojih je samo 3 izolata izolovano sa dubine od 30-60 cm. Iz rizosfere različitih biljnih vrsta, iz zemljišta u konvencionalnoj i organskoj proizvodnji, izolovano je 26 vrsta i sojeva. Ukupno je identifikovan 41 izolat gljiva roda *Trichoderma* (*T.*), koje su svrstane u 9 različitih vrsta: *T. koningiopsis*, *T. harzianum*, *T. atroviride*, *T. brevicompactum*, *T. gamsii*, *T. citrinoviride*, *T. virens/Hypocrea virens*, *T. longibrachiatum* i *T. koningii*.

Uzorci zemljišta ispitani su u funkciji ukupnih pedoloških svojstava, kao i sadržaja ukupnih i lakopristupačnih metala (Cr, Co, Ni, Cu, Zn, Cd, Pb i Mn). Pozitivan uticaj na varijabilnost gljiva roda *Trichoderma* pokazala su zemljišta sa slabo alkalnom reakcijom, većim retencionim vodnim kapacitetom, kao i povećanim vrednostima sadržaja kalijuma i fosfora. Rezultati mikrobioloških karakteristika ispitivanih uzoraka zemljišta nisu značajno uticali na varijabilnost gljiva iz ispitivanog roda. Od svih ispitivanih metala samo su koncentracije ukupnog hroma i nikla, značajno prelazile granične i remedijacione vrednosti u uzorku zemljišta sa Zmajevca. U uzorcima zemljišta iz vinograda određene su povećane vrednosti bakra. Međutim, sadržaj metala u zemljištu nije bio inhibirajući faktor za prisustvo proučavanih gljiva. Ukupno 5 izolata je identifikovano iz zemljišta sa lokaliteta u kome su koncentracije Cr, Ni i Cu bile povećane u odnosu na MDK.

Kako bi se ispitala reakcija ovih gljiva na abiotski stres izazvan povećanim sadržajem metala u zemljištu, urađen je *in vitro* test tolerantosti na povećane koncentracije bakra i nikla, i najbolje rezultate dao je soj *T. brevicompactum* SZMC 22661 (Szeged Microbiological Collection), koji je izolovan iz zemljišta sa niskim sadržajem ovih metala.

U cilju ispitivanja primene ovih gljiva kao antagonista fitopatogenih mikroorganizama, testirano je 16 odabranih izolata prema *Fusarium solani species complex* (FSSC), *Alternaria alternata* i *Phoma cucurbitacearum*. Enzimaska karakterizacija izolata

odabranih za test antagonizma, urađena je semikvantitativnim testom API-ZYM. Svi izolati (9 izolovanih iz rizosfere i 7 iz različitih tipova zemljišta) su ispoljili dobre antagonističke sposobnosti prema biljnim patogenima, uz vrednosti indeksa biokontrole u opsegu od 71 do 100. Najveći indeks biokontrole utvrđen je u slučaju izolata *T. atroviride* SZMC 20968 prema svim ispitanim fitopatogenima. Kod istih 16 izolata primećene su visoke aktivnosti kisele fosfataze i naftol-AS-BI-fosfohidrolaze na osnovu API-ZYM semikvantitativnog testa, sem u slučaju 2 izolata gde je detektovana niska aktivnost kisele fosfataze. Pored ova dva enzima, prisustvo enzima N-acetil- $\beta$ -glukozaminidaze je utvrđeno u svim ispitanim izolatima.

Uticao izolata *T. brevicompactum* SZMC 22661, koji je prethodno pokazao najbolju tolerantnost u *in vitro* testovima prema ispitivnim abiotskim i biotskim stresovima, na biljke paradajza je ispitan u uslovima vodnog deficita. Analiza fizioloških parametara paradajza, pokazala je da se, u sušnim uslovima bolji vodni režim biljaka koje su rasle u prisustvu *T. brevicompactum* SZMC 22661, može povezati sa smanjenom stomatalnom provodljivošću. U istim uslovima rezultati su ukazali da je porast sadržaja ABA (Abscisic Acid) u korenu je manji nego u slučaju delovanja samo suše.

Analiza ekspresije gena kod biljaka paradajza u uslovima dva ispitivana stresna faktora, suše i primene izolata *T. brevicompactum* SZMC 22661, ukazuje na povećanu ekspresiju gena, TomLoxA i PinII, uključenih u biosintezu/signalni put jasmonske kiseline, na nivou korena. U listovima je smanjena ekspresija ova dva gena, kao i NCED1 gena, koji reguliše sintezu ABA. Obrnuto, ekspresija gena markera signalnog puta SK je povećana u listovima, a smanjena u korenu. Rezultati ove disertacije ukazuju na povezanost signalnih puteva, kao i na to da zajedničko dejstvo ispitivanih stresova dovodi do modifikacije ekspresije gena u odnosu na reakciju prema pojedinačnom stresu.

Rezultati, prikazani u ovom doktoratu pokazuju da se izolati iz vrsta *T. harzianum* i *T. atroviride* mogu preporučiti za primenu u biokontroli biljnih bolesti, dok se izolat *T. brevicompactum* SZMC 22661 izdvaja svojim pozitivnim efektima prema različitim abiotskim stresovima.

## **C. UPOREDNA ANALIZA REZULTATA KANDIDATA SA REZULTATIMA IZ LITERATURE**

Na osnovu dostupne literature poznato je da su gljive iz roda *Trichoderma* spp. kosmopolitske gljive koje se pojavljuju kao dominantne komponente zemljišnog ekosistema.

Novi pristup u identifikaciji vrsta gljiva iz roda *Trichoderma* donele su savremene molekularne metode njihove karakterizacije. Primenom ovih metoda ispitana je varijabilnost gljiva iz roda *Trichoderma* u velikom broju različitih ekosistema i klimatskih uslova, sa posebnim osvrtom na identifikaciju vrsta izolovanih iz rizosfere poljoprivrednih zemljišta. U ovoj doktorskoj disertaciji je na osnovu analize sekvenci ITS i TEF1- $\alpha$  gena identifikovan 41 izolat *Trichoderma*, koje su svrstane u 9 različitih vrsta.

Poznavanje efekata faktora životne sredine na preživljavanje i rast gljiva roda *Trichoderma* je od velike važnosti za njihovo proučavanje i upotrebu u različitim granama biotehnologije, jer je uticaj ovih efekata na rast gljiva roda *Trichoderma* često ispitivan, ali samo u *in vitro* uslovima. U ovom radu je varijabilnost *Trichoderma* spp. ispitana u funkciji različitih edafskih faktora i zaključeno je da zemljišta sa slabo alkalnom reakcijom, većim retencionim vodnim kapacitetom, kao i povećanim vrednostima sadržaja kalijuma i fosfora pozitivno utiču na njihovu varijabilnost.

Ekološka i biološka uloga ovih gljiva je veoma raznovrsna. Među prvima treba istaći njihovu antagonističku sposobnost čime zauzimaju značajno mesto u biološkoj kontroli biljnih patogena. Pored interakcije *Trichoderma* - patogen, određeni izolati pomenute gljive imaju i druge pozitivne efekte na rast i razvoj biljaka. Ovi pozitivni efekti su posledica povećane otpornosti na bolesti, podstaknutog rasteanja i tolerancije na abiotičke činioce stresa, što ukazuje na veliki potencijal za korištenje vrsta *Trichoderma* kao inokulanata za rast i promociju zdravlja biljaka. Pored važne primene u poljoprivredi one nalaze primenu i u različitim granama industrije jer proizvode mnogobrojne enzime i metabolite. Poslednjih godina sve su aktuelnija isptivanja njihova primena u bioremedijaciji zemljišta zagađenih teškim metalima i organskim zagađujućim supstancama. Od ispitanih izolata koji su identifikovani u ovoj tezi, izolati iz vrsta *T. harzianum* i *T. atroviride* se mogu preporučiti za primenu u biokontroli biljnih bolesti, dok se izolat *T. brevicompactum* SZMC 22661 izdvaja tolerantnošću na povećane koncentracije metala.

Uticaj različitih abiotičkih i biotičkih stresova na biljke je do sada najčešće proučavan pojedinačno. Međutim, nedavno je pokazano da se reakcije biljaka na simultane stresove razlikuju i da se ne mogu predvideti na osnovu reakcija na iste stresne faktore kada se oni primenjuju pojedinačno. Stres izazvan sušom kod biljaka indukuje simptome, poput, prestanak rasta izdanka, smanjenu stomatalnu provodljivost, smanjenu asimilaciju ugljen-dioksida, prestanak rasta korena, starenje listova i uvenuće. Pored uticaja na fiziološke parametre biljaka, i ekspresija gena za otpornost prema bolestima se menja pod uticajem različitih stresova.

Do sada je identifikovano više od 100 vrsta roda *Trichoderma*, a postoji i veliki broj genetskih transformanata. U ispitivanju otpornosti biljaka prema suši, najviše se koriste izolati i transformanti iz vrsti *T. harzianum* i *T. hamatum*. U ovoj tezi odabran je izolat koji pripada vrsti *T. brevicompactum*, a izolovan je iz poljoprivrednog zemljišta koje se koristi u organskoj proizvodnji. Ova vrsta karakteristična je po proizvodnji grupe jedinjenja koja pripada trihotecenima, definisanim kao mikotoksini-značajni antigljivični antibioticima, ali i inhibitori sinteze proteina. Takođe, ove vrste proizvode i alameticine koji doprinose značajnosti ovih vrsta kao biokontrolnih agenasa. Postoje saznanja koja svstavaju ovu vrstu među fitotoksične, ali ispitivanja o uticaju ovih vrsta na biljke su veoma retka, posebno u poređenju sa primenom vrsta *T. viride* i *T. harzianum*. Analiza fizioloških parametara paradajza, pokazala je da je u sušnim uslovima bolji vodni režim biljaka koje su rasle u prisustvu *T. brevicompactum* SZMC 22661 povezan sa smanjenom stomatalnom provodljivošću. U istim uslovima porast sadržaja ABA u korenu je manji nego u slučaju delovanja samo suše, što ukazuje na drugačiju regulaciju transpiracije u prisustvu *Trichoderma*. Rezultati analize ekspresije gena ukazuju da su u listovima i korenu aktivirani različiti signalni putevi u ispitivanim eksperimentalnim uslovima. Ekspresija gena markera signalnog puta SK povećana je u listovima, a smanjena u korenu. Obrnuta je situacija sa genima markerima signalnog puta JK, njihova ekspresija je smanjena u listovima, a povećana u korenu. To je slučaj i sa NCED1 genom koji reguliše sintezu ABA.

## **D. OBJAVLJENI NAUČNI RADOVI I SAOPŠTENJA NA NAUČNIM SKUPOVIMA KOJI ČINE DEO DISERTACIJE**

### **Rad u vrhunskom međunarodnom časopisu (M<sub>21</sub>)**

1. **Racić, G.**, Körmöczi, P., Kredics, L., Raičević, V., Mutavdžić, B., Vrvić, M. M., Panković, D. (2016). Effect of the edaphic factors and metal content in soil on the diversity of *Trichoderma spp.* Environmental Science and Pollution Research. DOI: [10.1007/s11356-016-8067-1](https://doi.org/10.1007/s11356-016-8067-1) (IF<sub>2015</sub>=2,760, Environmental Science 65/225).

### **Rad u međunarodnom časopisu (M<sub>23</sub>)**

1. Körmöczi P, **Danilovic G**, Manczinger L, Jovanovic L, Pankovic D, Vágvölgyi C, Kredics L (2013): Species composition of *Trichoderma* isolates from the rhizosphere of

- vegetables grown in Hungarian soils. *Fresenius Environmental Bulletin*, **22** (6) 1736-1741 (IF<sub>2013</sub>=0,527, *Environmental Science* 205/216).
- Petrović, J.J., **Danilović, G.**, Ćurčić, N., Milinković, M., Stosic, N., Panković, D., Raičević, V. (2014): Copper tolerance of *Trichoderma* species. *Archives of Biological Sciences*, **66** (1) 137-142 (IF<sub>2014</sub>=0,718, *Biology* 68/85).

#### **Saopštenje sa međunarodnog skupa štampano u celini (M<sub>33</sub>)**

- Körmöczy P, Manczinger L, Sajben-Nagy E, Vágvölgyi C, **Danilović G**, Panković D, Jovanović L, Pucarević M, Kredics L. (2013): Screening of *Trichoderma* strains isolated from rhizosphere samples for laccase production. *Review on agriculture and rural development* 2:(1) pp. 325-330.
- Danilović G**, Radić D, Raičević V, Jovanović Lj, Kredics L., Panković D. (2016): Extracellular enzyme activity of *Trichoderma* strains isolated from different soil types. 2nd International Symposium for Agriculture and Food, 7-9 October 2015, Ohrid, Republic of Macedonia, pp 323-327.

#### **Saopštenje sa međunarodnog skupa štampano u izvodu (M<sub>34</sub>)**

- Kredics, L., Marik, T., Oláh, S., Terhes, D., **Danilović, G.**, Panković, D., Manczinger, L., Vágvölgyi, C., Körmöczy, P. (2012): Species composition of *Trichoderma* communities in hungarian soils used for vegetable cultivation. *Review on agriculture and rural development 1: (1, CD-ROM Supplement)* p. 483.
- Kredics L., Marik, T., Oláh, Sz., Terhes, D., **Danilović, G.**, Panković, D., Manczinger, L., Vágvölgyi, Cs., Körmöczy, P. (2012): *Trichoderma* species occurring in the rhizosphere of vegetables in different regions of Hungary. 14th DKMT Euroregional Conference on Environment and Health. 18-19.May 2012, Szeged, Hungary.
- Körmöczy, P., Sajben E., Manczinger, L., **Danilović, G.**, Panković, D., Leitgeb, B., Szekeres, A., Vágvölgyi, Cs., Kredics L. (2012): [Screening of \*Trichoderma\* isolates from vegetable rhizosphere for in vitro antagonistic potential against plant pathogenic fungi and extracellular laccase production. 14th DKMT Euroregional Conference on Environment and Health. 18-19.May 2012, Szeged, Hungary.](#)
- Kredics L., Oláh, Sz., Marik, T., Terhes, D., **Danilović, G.**, Panković, D., Manczinger, L., Vágvölgyi, Cs., Körmöczy, P. (2012): Biodiversity of the genus *Trichoderma* in hungarian vegetables rhizosphere samples. Abstracts of the 5th Hungarian Mycological Conference. *Mikol.Kozlem., Clusiana*, 51(1):140-141, 2012.

5. Körmöczi P, Szekeres A, Leitgeb B, **Danilović G**, Panković D, Manczinger L, Vágvölgyi C, Kredics L: Application of the image analysis-based biocontrol index calculation method for the assessment of *in vitro* antagonistic abilities of *Trichoderma* isolates from vegetable rhizosphere samples. In: A Magyar Mikrobiológiai Társaság 2012. évi Nagygyűlése Absztraktfüzet p. 25
6. **Danilović, G.**, Körmöczi, P., Kredics, L., Vágvölgyi, C., Jovanović, Lj., Vrvić, M., Panković, D. (2012): Genetic variability of *Trichoderma* isolates from the rhizosphere of vegetables in agricultural soils. *Book of abstracts of the International Conference of New Approaches for Assessment and Improvement of Environmental Status in Balkan Region: Interactions Between Organisms and Environment, Sremska Kamenica, Serbia, May 28-30, 2012*, pp. 16, ISBN 978-86-87785-38-0.
7. **Danilović, G.**, Ćurčić, N., Jovanović, Lj., Prokić, Lj., Veljović-Jovanović S., 2013: *Trichoderma* effect on drought response of tomato plants. Book of Abstracts, 20<sup>th</sup> Symposium of the Serbian Plant Physiology Society (1<sup>st</sup> International Conference of Plant Biology). Subotica, June 4-7, 2013, 137.
8. Körmöczi P, Kredics L, **Danilovic G**, Jovanovic L, Manczinger L, Pankovic D, Vágvölgyi C: Possibilities of bioremediation, biocontrol and plant growth promotion with *Trichoderma* strains isolated from vegetable rhizosphere samples. *Acta microbiologica et immunologica hungarica* 60: (S) pp. 163-164. (2013)
9. Körmöczi P, Marik T, Manczinger L, Sajben-Nagy E, Vágvölgyi C, **Danilovic G**, Pankovic D, Jovanovic L, Pucarevic M, Kredics L: Laccase production of *Trichoderma* strains from vegetable rhizosphere. In: Skrbić B (ed.) 15th Danube-Kris-Mures-Tisa (DKMT) Euroregion Conference on Environment and Health, Book of Abstracts. Novi Sad, Serbia: University of Novi Sad, 2013. p. 56. (ISBN:978-86-6253-018-9)
10. **Danilovic G**, Körmöczi P, Kredics L., Pankovic D, Jovanovic Lj. (2014): ***Trichoderma* as biocontrol agent-benefits and risks, Book of abstracts, Interantional Conference EU Project Collaborations: Challenges for Research Improvements in Agriculture, 2-4 June, 2014, Belgrade, Serbia (ISBN: 978-86-7834-197-7), pp 53.**
11. **Danilovic G.**, Körmöczi P, Kredics L., Pankovic D, Nesic Lj (2014). Variability and antagonism properties of *Trichoderma* strains isolated from the rhizosphere of plants grown in different soil types. XVI IS-MPMI International Congress on Plant Microbe Interactions, Book of abstracts on cd, Rhodes 06.-10.07.2014.



12. **Danilovic G.**, Körmöczi P, Vágvölgyi C., Kredics L., Jovanovic Lj, Pankovic D. (2014) Species composition of *Trichoderma* isolates from vegetable rhizosphere in conventional and organic farming XVI IS-MPMI International Congress on Plant-Microbe Interactions, Book of abstracts on cd, Rhodes 06.-10.07.2014.
13. **Racić, G**, Prokić, Lj., Čurčić, N., Jovanović, Lj., Veljović-Jovanović, S, Panković, D (2015): The influence of *Trichoderma* spp. treatment on water regime, ABA content and gene expression in leaves and roots of tomato in drought conditions. 2<sup>nd</sup> International Conference on Plant Biology and 21<sup>st</sup> Symposium of the Serbian Plant Physiology Society. Book of abstracts, Petnica, 17-20 June 2015, 152. ISBN 978-86-912591-3-6
14. Jovanović, Lj., Panković, D., **Racić, G.**, Vasiljević, I., Lazović, M. (2015). Application of biochars in organic production", InterRegioSci2015. Novi Sad, Srbija.

#### **Rad u vodećem časopisu nacionalnog značaja (M51)**

1. **Danilović, G.**, Vrvić, M., Jovanović, Lj., Panković, D. (2013): Ispitivanja varijabilnosti gljiva iz roda *Trichoderma* u rizosferi različitih povrtarskih kultura. *Ecologica*, **72** 603-607.
2. **Danilović G**, Čurčić N, Pucarević M, Jovanović Lj, Vagvolgyi Cs, Kredics L, Panković D. (2015). Degradation of linuron in soil by two fungal strains. Zbornik Matice srpske za prirodne nauke, **129** 45-54.

#### **Saopštenje sa skupa nacionalnog značaja štampano u celini (M63)**

1. **Danilović, G**, Čurčić, N., Škorić, D., Panković, D. (2012): Biotehnološki aspekti otpornosti biljaka prema gljivičnim oboljenjima u zaštiti životne sredine. Zbornik radova Prvog naučnog skupa „Zaštita životne sredine”, str. 72-76, Sremska Kamenica, Univerzitet Educons. ISBN 978-86-87785-35-9.
2. Körmöczi P, Oláh S, Marik T, Terhes D, **Danilovic G**, Pankovic D, Manczinger L, Vágvölgyi C, Kredics L (2012): A *Trichoderma* nemzetség biodiverzitása magyarországi zöldségrhizoszféra mintákban. Mikológiai közlemények-Clusiana, **51** (1) 140-141.

## E. MIŠLJENJE

Značaj i aktuelnost teme, kao i adekvatni i savremeni pristup u analizi varijabilnosti gljiva iz roda *Trichoderma* u različitim tipovima zemljišta, i njihovu karakterizaciju prema odgovoru na različite abiotičke i biotičke stresove, koji su prikazani u podnetoj doktorskoj disertaciji koja predstavlja originalni naučni doprinos autora u oblasti fundamentalnih saznanja ekološke biohemije i molekularne ekologije gljiva navedenog roda. Dobijeni rezultati imaju i praktični značaj za poljoprivredu, kao i za biotehnologiju životne sredine. Po svom sadržaju, originalnosti i interpretaciji dobijenih rezultata ova doktorska disertacija u potpunosti zadovoljava sve neophodne i formalne i suštinske kriterijume.

Pokazano je da slabo bazna zemljišta kao i veće vrednosti sadržaja kalijuma i fosfora u zemljištu, doprinose većoj varijabilnosti gljiva iz roda *Trichoderma*, a da sadržaj metala i mikrobiološke karakteristike nemaju značajan uticaj na varijabilnost, što je prema dostupnoj literaturi prvi rezultat ispitivanja uticaja edafskih faktora na varijabilnost vrsta gljiva roda *Trichoderma* u realnim uslovima. U odnosu na potencijalnu primenu autohtonih izolata vrsta i sojeva gljiva roda *Trichoderma* u različitim granama biotehnologije i poljoprivredi, a na osnovu dobijenih rezultata može se zaključiti da se izolati iz vrste *T. harzianum* i *T. atroviride* mogu preporučiti za primenu u biokontroli biljnih bolesti. Izolat *T. brevicompactum* SZMC 22661 izdvaja se svojim pozitivnim efektima, u povećanju otpornosti biljaka ka suši, ali i kao izolat koji je u *in vitro* uslovima pokazao visoku toleranciju prema različitim koncentracijama metala.

Koleginica Gordana Racić ima publikovan jedan rad iz kategorije M<sub>21</sub>, na kome je prvi i koresponding autor i dva rada u kategoriji M<sub>23</sub>, odnosno ukupno tri sa ISI liste koji se odnose na doktorsku disertaciju. Pored toga koautor je dva rada u kategoriji M<sub>33</sub>, dva rada kategorije M<sub>51</sub>, kao i dva saopštenja na nacionalnom skupu štampana u celini (M<sub>63</sub>). Saopštenja na naučnim skupovima štampana u izvodu u listi referenci kandidata zastupljena su sa ukupno 14 naslova.

Na osnovu svega prikazanog, a u skladu sa Statutom Hemijskog fakulteta Univerziteta u Beogradu, Komisija sa zadovoljstvom predlaže Nastavno-naučnom veću da predatu doktorsku disertaciju kandidata Gordane RACIĆ, dipl. hemičara-biohemija-master, pod

naslovom: “EKOLOŠKO-BIOHEMIJSKA PROUČAVANJA VARIJABILNOSTI AUTOHTONIH VRSTA GLJIVA IZ RODA *Trichoderma* U RAZLIČITIM TIPOVIMA ZEMLJIŠTA”, prihvati i odobri odbranu za sticanje akademskog zvanja DOKTORA BIOHEMIJSKIH NAUKA.

### K o m i s i j a

Dr Miroslav M. VRVIĆ, redovni profesor-mentor  
Hemijski fakultet, Univerzitet u Beogradu

Dr Ljuba MANDIĆ, redovni profesor  
Hemijski fakultet, Univerzitet u Beogradu

Dr Vladimir P. BEŠKOSKI, docent  
Hemijski fakultet, Univerzitet u Beogradu

Dr Dejana PANKOVIĆ, redovni profesor-mentor  
Fakultet zaštite životne sredine, Univerzitet Edukons, Sremska Kamenica

Dr Ljiljana NEŠIĆ, redovni profesor  
Poljoprivredni fakultet, Univerzitet u Novom Sadu

Dr Vera RAIČEVIĆ, redovni profesor  
Poljoprivredni fakultet, Univerzitet u Beogradu

Beograd/Novi Sad/Sremska Kamenica, 01. 03. 2017.