

ПРИМЉЕНО: 09.05.2014.			
Орг. јед.	Број	ПРИЛОГ	ВРЕДНОС
04	460/19	-	-

Министарство саобраћаја
7.05.2014
Др. Снежана Бранковић

**НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ
ПРИРОДНО-МАТЕМАТИЧКОГ ФАКУЛТЕТА У КРАГУЈЕВЦУ И СТРУЧНОМ
ВЕЋУ ЗА ПРИРОДНО-МАТЕМАТИЧКЕ НАУКЕ УНИВЕРЗИТЕТА У
КРАГУЈЕВЦУ**

На редовној седници одржаној 26.03.2014. године, Наставно-научно веће Природно-математичког факултета Универзитета у Крагујевцу, на основу члана 48. Статута Универзитета у Крагујевцу и члана 58. Статута Природно-математичког факултета, је одлуком број 290/VII-3 именовало Комисију за преглед, оцену и одбрану докторске дисертације под насловом **“Утицај геолошке подлоге на садржај метала у биљкама”** кандидата **Снежана Бранковић**, магистра биолошких наука у следећем саставу:

1. др **Драгана Павловић-Муратспахић**, ванредни професор у пензији-ментор, Природно-математички факултет, Универзитет у Крагујевцу, научна област: Морфологија, систематика и филогенија биљака
2. др **Боривој Крстић**, редовни професор у пензији, Природно-математички факултет, Универзитет у Новом Саду, научна област: Физиологија биљака
3. др **Марина Топузовић**, ванредни професор, Природно-математички факултет, Универзитет у Крагујевцу, научна област: Морфологија, систематика и филогенија биљака

На основу приложене документације и рукописа, сагласно члану 58. став 3. Статута Природно-математичког факултета у Крагујевцу, Комисија подноси Наставно-научном већу Природно-математичког факултета следећи

ИЗВЕШТАЈ

Кандидат **Снежана Бранковић**, магистар биолошких наука је сагласно Правилнику о пријави, изради и одбрани докторске дисертације Универзитета у Крагујевцу, одлуци 350/VI-1 Наставно-научно већа Природно-математичког факултета Универзитета у Крагујевцу од 09.05.2012. године и одлуци 320/IV-1 Стручног већа за природно-математичке науке Универзитета у Крагујевцу од 13.06. 2012. године, поднео рукопис докторске дисертације под насловом **“Утицај геолошке подлоге на садржај метала у биљкама”**.

1. Значај и допринос докторске дисертације са становишта актуелног стања у одређеној научној области

Докторска дисертација кандидата мр Снежане Бранковић под насловом “Утицај геолошке подлоге на садржај метала у биљкама” је из научне области Биологија, односно, ужих научних области Морфологија, систематика и филогенија биљака и Екологија биљака.

Приликом истраживања у оквиру докторске дисертације “Утицај геолошке подлоге на садржај метала у биљкама” одређивана је концентрација 11 метала (Ca, Mg, Fe, Mn, Cu, Zn, Ni, Pb, Cd, Co и Cr) у земљиштима насталим на 4 геолошке подлоге (серпентин, кречњак, андезит, песак), као и одабраним биљним врстама које на њима расту. Обзиром да се серпентини разликују између себе по хемијским, физичким и другим особинама, намеће се потреба да се проуче и пореде различити серпентински локалитети. Проучавано је 8 локалитета, од којих су 4 на серпентинској, и по један на кречњачкој, андезиту и песку као геолошкој подлози. Истраживање ове докторске дисертације обухватило је више биљке које припадају разделима Polypodiophyta (папрати) и Magnoliophyta (скривеносеменице). Проучавано је 40 биљних врста сврстаних у 22 рода (*Alyssum*; *Artemisia*; *Chamaespartium*; *Cheilanthes*; *Chrysopogon*; *Cotinus*; *Dorycnium*; *Eryngium*; *Euphorbia*; *Halacsya*; *Helleborus*; *Lychnis*; *Melica*; *Potentilla*; *Rumex*; *Sanguisorba*; *Saponaria*; *Sedum*; *Silene*; *Stachys*; *Stipa* и *Teucrium*), у оквиру 1 фамилије папрати (Polypodiaceae), 13 фамилија дикотила (Ranunculaceae, Caryophyllaceae, Polygonaceae, Brassicaceae, Euphorbiaceae, Rosaceae, Crassulaceae, Fabaceae, Anacardiaceae, Apiaceae, Boraginaceae, Lamiaceae, Asteraceae) и 1 фамилије монокотила (Poaceae). Утврђен је садржај испитиваних метала у укупно 100 узорака биљног материјала, обзиром да су узорковане и врсте које се срећу на више истраживаних локалитета. Одређиван је однос концентрације Ca/Mg у земљишту и биљкама, као и биолошки апсорпциони коефицијент (однос концентрације метала у биљкама и његове концентрације у земљишту).

Земљиште представља смешу стена различитог минералног састава и хумуса, органске компоненте земљишта који представља биљне и животињске остатке минерализоване у различитом степену. У развоју одређене врсте земљишта пресудан утицај имају: клима (температура, падавине), вегетација и живи организми, матични супстрат (врста минерала), топографија (отворени или затворени системи), фактор време и антропогена активност (деградација, контаминација и ремедијација). Значај ове дисертације се огледа у томе да су проучавана земљишта настала на 4 разнородне геолошке подлоге, што доприноси ширем схватању утицаја подлоге на хемијски састав одређеног земљишта. Такође, проучавана земљишта настала на серпентину су у различитим фазама свог развоја и међусобно се разликују по хемијским, физичким и другим особинама што потврђује и ова студија. Посебно је интересантно проучавано земљиште на јаловишту азбеста због могућности примене добијених резултата ове дисертације у његовој ремедијацији и рекултивацији.

Добијени резултати указују да су серпентинска земљишта, као и земљиште настало на кречњачкој геолошкој подлози садржала Ni и Cr изнад граничне вредност и МДК прописаних за земљишта Републике Србије, као и вредности коју прописује Европска унија. Такође, земљишта настала на серпентинској геолошкој подлози садржала су Ni и Cr у концентрацијама изнад ремедијационе вредност. Резултати овог истраживања показују да су у земљиштима на серпентинској геолошкој подлози, као и на кречњачком земљишту

утврђене концентрације Co и Cd изнад граничне вредност. Средње вредности концентрација Co, Cd, Ni и Cr у земљишту биле су више и од њихових средњих вредности утврђених за земљишта широм света.

Биљке су добри индикатори за утврђивање хемијског статуса одређеног места или области. Оне су прилагођене на специфична својства земљишта и геолошке подлоге својим морфо-физиолошким адаптацијама и представљају индикаторе који одражавају својства специфичног земљишта и геолошке подлоге, обзиром да биљне врсте и генотипови истих врста имају различиту способност усвајања и коришћења минералних материја. Значајан допринос оваквој констатацији дају и утврђени резултати ове дисертације.

Геолошка подлога и на њој настала земљишта, као скуп еколошких фактора утичу на дивергенцију биљних облика и вегетације. Утицај геолошке подлоге на биљни свет долази до пуног изражаја у иницијалним фазама развоја вегетације, а постепеним стварањем тла утицај подлоге бива све мањи, што доводи до конвергенције вегетације. Хемијски састав геолошке подлоге значајно утиче на вегетацију која се на њој развија, што се нарочито лепо може видети при компарацији вегетације настале на различитим геолошким подлогама и земљиштима, као и компаративним упоређивањем хемијског састава њихових представника, а што су показали и резултати ове студије.

Резултати овог истраживања су показали да је садржај испитиваних метала у проучаваним биљкама зависио од природе метала, генетске предиспозиције биљне врсте да усвоји и акумулира метале из земљишта, и типа геолошке подлоге на коме се земљиште образовало. Такође, добијени резултати истраживања су показали да је средња вредност концентрације Mn, Ni и Cr у проучаваним биљкама, као и средња вредност концентрације Ni и Cr у проучаваним биљкама на серпентинској и кречњачкој подлози била већа од токсичне вредности ових метала у биљним ткивима. Средња вредност концентрација Mn, Ni, Cd, Co и Cr у проучаваним биљкама показала је већу вредност од референтне просечне концентрације ових метала у биљкама. Добијени резултати указују и да је средња вредност концентрација Ni и Cr у проучаваним биљкама била већа од критичних концентрација ових метала у биљним ткивима.

Захваљујући способности виших биљака да апсорбују метале (посебно тешке метале) и друге полутанте из земљишта, да их транспортују кроз свој организам и акумулирају на одређеном месту заснива се њихова примена у фитоиндикацији. Поједина земљишта су природно или антропогено обогачена различитим елементима, тешким металима или другим специфичним материјама, тако да се на њима развијају специјализоване врсте (генетички диференцирани хемоекотипови) који својим биохемијско-физиолошким, морфо-анатомским адаптацијама, ако и општим хабитусом одговарају на присуство полутаната и других материја присутних у подлози. Ова докторска дисертација доприноси идентификовању биоиндикаторских врста и биљака који су добри акумулатори једног или више испитиваних метала.

Резултати ове дисертације указују да је биолошки апсорпциони коефицијент зависио од способности биљних врста да усвајају и акумулирају метале, природе испитиваног метала и локалитета, односно геолошке подлоге са којег су биљке узорковане.

Добијени резултати истраживања су показали већи садржај Ca у биљним ткивима у односу на његов садржај у земљишту код већине биљака, као и да су код 32 биљне врсте садржаји 7 испитиваних метала били већи од њиховог садржаја у земљишту. Садржај Cu у

биљкама у односу на одговарајуће земљиште показале су 22 биљне врсте, док је садржај Zn утврђен код 21 врсте. Већи садржај метала у биљкама у односу на земљиште показало је 7 врста за Ni; 5 врста за Mn; 2 врсте за Sr. Такође, по једна биљна врста показала већи садржај Pb и Mg у односу на његов садржај у земљишту.

Ремедијација земљишта се примењује у многим земљама дужи низ година, и односи се на праксу уклањања контаминаната или њиховом претварању у мање мобилне облике, односно у мање биодоступне форме. Фиторемедијација је стратегија чишћења животне средине у којој се биљке и њихове микробне заједнице везане за коренов систем, користе да апсорбују и уклоне одређене елементе из загађених земљишта, транслоцирају се, и уграде у ткива биљака. У различитим техникама фиторемедијације нарочито се користе хиперакумулаторне врсте, тако да се допринос ове студије односи и на утврђивању хиперакумулатора међу проучаваним биљкама, и могућност њихове примене у ремедијацији одређених загађених подручја. Показано је да су ендемична хиперакумулаторска врста *Alyssum markgrafii* и врста *Alyssum murale* акумулирале 2 - 4 пута више Ni од његове референтне хиперакумулаторске вредности на земљишту насталом на серпентинској геолошкој подлози.

Ова докторска дисертација се бави питањем утицаја геолошке подлоге и земљишта која су се формирала на одређеном типу подлоге на садржај метала у биљкама; даје одговоре на питање које биљне врсте, родове и фамилије можемо користити као добре индикаторе присуства одређених метала, и које можемо сматрати хиперакумулаторним врстама и указује на могућности биоремедијације земљишта оптерећених повећаним концентрацијама одређених, нарочито тешких метала, што доприноси практичној примени добијених научних резултата.

Добијени подаци ове докторске дисертације отварају бројна питања везана за однос земљишта и биљка, садржај елемената у оба система, њихове узајамне утицаје као и појединачне одговоре на спрегнуте, зависне и неодвојиве интеракције земљишта и биљака.

Одговори на нека од питања су дати, али предстоји још већи изазив да се на отворена питања одговори у оквиру даљих студиозних и циљаних истраживања.

2. Оцена да је урађена докторска дисертација резултат оригиналног научног рада кандидата у одговарајућој научној области

Имајући у виду доступне литературне податке из области поднетног рукописа докторске дисертације, као и предмет, хипотезе, образложени циљ и резултате истраживања, Комисија је утврдила да је докторска дисертације под насловом “Утицај геолошке подлоге на садржај метала у биљкама”, резултат оригиналног рада кандидата.

3. Преглед остварених резултата рада кандидата у одређеној научној области

Кандидат Снежана Бранковић, магистар биолошких наука, бави се научно-истраживачким радом у области Морфологија, систематика и филогенија биљака.

Резултати научно-истраживачког рада кандидата објављени су у виду 8 научних радова публикованих у међународним научним часописима са SCI листе, 10 радова у националним научним часописима, 6 радова саопштених на међународним научним скуповима штампаних у целини, 9 радова саопштених на међународним научним скуповима штампаних у изводу, 10 радова са националних научних скупова штампаних у целини и 5 саопштења са националних научних скупова штампаних у изводу, као и у виду магистарске тезе, што укупно чини 49 библиографских јединица.

4. Оцена о испуњености обима и квалитета у односу на пријављену тему

На основу прегледаног рукописа докторске дисертације Комисија је утврдила да оквирни садржај, предмет, циљ и хипотезе, као и представљени резултати научно-истраживачког рада и њихов значај са становишта актуелности у области Биологије, у потуности одговарају пријављеној теми: “Утицај геолошке подлоге на садржај метала у биљкама”.

5. Научни резултати докторске дисертације

Резултати научно-истраживачког рада кандидата у оквиру докторске дисертације под називом “Утицај геолошке подлоге на садржај метала у биљкама”, објављени су у виду 9 научних публикација: од којих је 1 рад у међународном научном часопису са SCI листе, 2 рада саопштена на међународним научним скуповима штампаних у целини, 3 рада саопштена на међународним научним скуповима штампаних у изводу, 1 рад у научном часопису националног значаја и 2 рада саопштена на националним научним скуповима штампаних у изводу.

Радови објављени у научним часописима међународног значаја:

1. **Branković, S., Glišić, R., Pavlović-Muratspahić, D., Topuzović, M., Đekić V.** (2013) Phytoaccumulation of some metals by three species of genus *Alyssum* on one serpentine locality (Serbia). *Fresenius Environmental Bulletin*, 22(11):3146-3154. (ISSN 1018-4619; IF₂₀₁₂=0.641, M₂₃).

Радови објављени у научним часописима националног значаја:

2. **Branković, S.,** Glišić, R., Pavlović-Muratspahić, D., Topuzović, M., Đekić, V. (2013) The bioconcentration of some metals in species *Potentilla visianii* Pančić. *Biologica Nyssana*, 4(1-2):57-64. (ISSN:2217-4478, M₅₃).

Саопштења на међународним научним скуповима штампана у целини:

3. **Branković, S.,** Glišić, R., Đelić, G., Stanković, M., Đekić, V. (2012) Some metals in soil and species *Stachys recta* L. and *Stachys scardica* (Griseb.) Hayek on one serpentine locality (Serbia). 4th Congress of the ecologists of Macedonia, Ohrid, Macedonia, Proceeding, 110-117. (ISBN: 978-9989-648-24-3, M₃₃)
4. Jovanović, M., Obrenović, Lj., **Branković, S.** (2014) Distribution and the particle distribution in the residual soils of the Central and Western Serbia. 2nd Symposium with international participation Environmental protection and sustainable development "Energy and mining 2014", Proceeding, 308-319. (ISBN: 978-86-80809-77-9, M₃₃).

Саопштења на међународним научним скуповима штампана у изводу:

5. **Branković, S.,** Glišić, R., Đelić, G., Stanković, M., Đekić, V. (2012) Some metals in soil and species *Stachys recta* L. and *Stachys scardica* (Griseb.) Hayek on one serpentine locality (Serbia). 4th Congress of the ecologists of Macedonia, Ohrid, Macedonia, Abstract book, 110-111. (ISBN: 978-9989-648-24-3, M₃₄).
6. **Branković, S.,** Glišić, R., Đekić, V. (2013) The concentration of some metals in soil on one serpentinite locality (Serbia). The 1st International Congress on Soil Science, XIII National Congress in Soil Science. Soil-Water-Plant, Belgrade, 77. (ISBN: 978-86-911273-3-6, M₃₄)
7. **Branković, S.,** Glišić, R., Đekić, V., Jovanović, M. (2013) The concentration of some metals in soil and species *Helleborus multifidus* subsp. *serbicus* (Adamović) Merxm. & Podl. on one serpentinite locality (Serbia). Second Scientific Conference on Ecology, Plovdiv, Bulgaria, Abstract book, 80. (ISBN: 978-954-9959-49-9, M₃₄).

Саопштења на националним научним скуповима штампана у изводу:

8. **Branković, S.,** Glišić, R., Koko, V., Marin, M., Erić, S. (2010) Micromorphological analysis of *Notolaena marantae* outgrowths. 4. srpski kongres za mikroskopiju, Beograd, Srbija, Program i knjiga proširenih apstrakata, 109-110. M₆₄
9. **Branković, S.,** Pavlović-Muratspahić, D., Topuzović, M., Glišić, R., Đekić, V. (2013) The bioconcentration of some metals in species *Potentilla visianii* Pančić. 11th Symposium on the Flora of Southeastern Serbia and Neighboring Regions, Abstract book, 110-111. M₆₄

6. Применљивост и корисност резултата у теорији и пракси

Истраживањем у оквиру докторске дисертације показано је да серпентинска, кречњачка, андезитна и песак као геолошка подлога специфично утичу на садржај 11 испитиваних метала у проучаваним врстама биљака.

Примена резултата ове дисертације који се односе на садржај метала у земљишту нарочито је значајна за пољопривреду и шумарство. Такође, обзиром да смо данас сведоци све присутнијег антропогеног загађења животне средине, а посебно загађења металима, показани утицај геолошке подлоге на садржај метала у проучаваним земљиштима и биљкама које на њима расту, утврђивање биљних индикатора металног загађења и хиперакумулаторских врста, омогућавају примену неких проучаваних врста биљака у идентификовању земљишта која су оптерећена повећаном концентрацијом метала, мониторингу одређених области, као и фиторемедијацији деградираних и девастираних екосистема.

7. Начин презентовања резултата научној јавности

Резултати научно-истраживачког рада кандидата представљени су у оквиру докторске дисертације под насловом “Утицај геолошке подлоге на садржај метала у биљкама”, као и у виду научних радова публикованих у међународним и националним научним часописима и зборницима са научних скупова.

Текст докторске дисертације садржи 213 страна у оквиру 6 поглавља и укључује 25 слика, 61 табела, 27 графикона и литературу коју чине 320 библиографских јединица.

Поглавље **Увод** (1-13 стр.) докторске дисертације садржи опште информације о геолошкој подлози и земљишту, односу биљка-земљиште, утицају геолошке подлоге на биљке, као о техникама фиторемедијације. У подпоглављу Опште карактеристике истраживаних локалитета (5-13 стр.) описано је 8 истраживаних локалитета, дати су списак, педолошке карте, координате и општи подаци локалитета село Каменица, Камењар, Брђанска клисура, Котража, Ковионица, Вучјак, Голо брдо и Дубовац.

У поглављу **Циљ истраживања** (14 стр.) представљени су предмет, хипотезе, циљ истраживања, као и истраживања која су спроведена како би се остварио постављени циљ у оквиру ове докторске дисертације.

Поглавље **Материјал и методе** (15-19 стр.) садржи информације о начину узорковања земљишта и биљног материјала, списак 40 врста проучаваних биљака, податке на којим су истраживаним локалитетима оне узоковане, као и методе које су коришћене у експерименталном делу истраживања и у обради добијених података.

Поглавље **Резултати рада и дискусија** (20-190 стр.) садржи 3 већа подпоглавља: садржај испитиваних метала у земљишту на истраживаним локалитетима, садржај

испитиваних метала у проучаваним биљкама на истраживаним локалитетима и упоредна анализа садржаја метала у проучаваним биљкама. У овом поглављу дате су слике биљака које су показале добру акумулацију метала на истраживаним локалитетима, табеларно и графички су приказани резултати концентрације испитиваних метала у проучаваним биљкама и земљишту. Приказани резултати истраживања у овом поглављу су разматрани посебно са аспекта значаја серпентинске, кречњачке, андезитне и песка као геолошке подлоге на концентрацију испитиваних метала у земљишту, као и њихов садржај и проучаваним биљкама. На основу добијених резултата разматран је утицај земљишта образованих на разнородним геолошким подлогама на садржај метала у биљкама. Такође, поређена је акумулација метала биљка које су узорковане са истих и/или различитих локалитета, односно геолошких подлога, посебно је указивано на оне врсте које су показале индикацију и добру акумулацију испитиваних метала. Резултати ове дисертације су упоређивани са досадашњим доступним литературним подацима.

У поглављу **Закључци** (191-194 стр.) на основу резултата научно-истраживачког рада донесени су закључци о утицају серпентинске, кречњачке, андезитне и песка као геолошке подлоге на садржај испитиваних метала у проучаваним биљним врстама и истраживаним земљиштима.

Литература (195-212 стр.) укључује наведене 320 референце које су цитиране у тексту докторске дисертације.

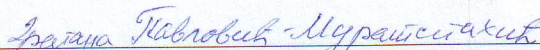
Део резултата научно-истраживачког рада кандидата у оквиру докторске дисертације објављен је у виду 9 научних публикација од којих је: 1 научни рад у међународним научним часописима са SCI листе, 2 рада саопштена на међународним научним скуповима штампаних у целини, 3 рада саопштена на међународним научним скуповима штампаних у изводу, 1 рад у научном часопису националног значаја и 2 рада саопштена на националним научним скуповима штампаним у изводу.

ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ КОМИСИЈЕ

На основу прегледаног рукописа и достављеног материјала, Комисија констатује да је докторска дисертација кандидата Снежане Бранковић, магистра биолошких наука, под насловом **“Утицај геолошке подлоге на садржај метала у биљкама”** проистекла из оригиналног научно-истраживачког рада, и да је заснована на савременим научним сазнањима са фундаменталним теоријским значајем у науци и широком применом у пракси. Део резултата истраживања у оквиру докторске дисертације публикован је у оквиру 9 библиографских јединица: 1 научног рада у међународном научном часопису са SCI листе, 2 рада саопштена на међународним научним скуповима штампаних у целини, 3 рада саопштена на међународним научним скуповима штампаних у изводу, 1 рад у научном часопису националног значаја и 2 рада саопштена на националним научним скуповима штампаним у изводу.

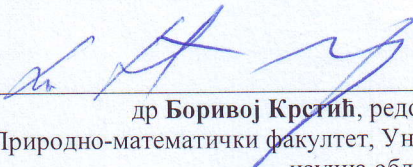
На основу наведених чињеница Комисија предлаже Наставно-научном већу Природно-математичког факултета у Крагујевцу да прихвати докторску дисертацију кандидата Снежане Бранковић, магистра биолошких наука, под насловом “Утицај геолошке подлоге на садржај метала у биљкама” и спроведе даљу процедуру у циљу одобравања одбране докторске дисертације.

У Крагујевцу
30.04.2014. године

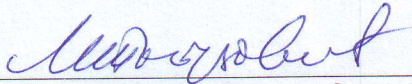


др **Драгана Павловић-Муратспахић**, ванредни професор у пензији - ментор,

Природно-математички факултет, Универзитет у Крагујевцу,
научна област: Морфологија, систематика и филогенија биљака



др **Боривој Крстић**, редовни професор у пензији,
Природно-математички факултет, Универзитет у Новом Саду,
научна област: Физиологија биљака



др **Марина Топузовић**, ванредни професор,
Природно-математички факултет, Универзитет у Крагујевцу,
научна област: Морфологија, систематика и филогенија биљака