

Примљено 10. 10. 2006

ННВ-у ПРИРОДНО-МАТЕМАТИЧКОГ ФАКУЛТЕТА УНИВЕРЗИТЕТА У
ПРИШТИНИ СА СЕДИШТЕМ У КОСОВСКОЈ МИТРОВИЦИ

Наставно-научно веће ПМФ-а Универзитета у Приштини са привременим седиштем у Косовској Митровици на седници одржаној 20.09.2006. (бр. 225/1), године донело је одлуку о именовану стручне комисије за преглед и оцену докторске дисертације мр Гордане Богдановић – Душановић, под насловом „БИОИНДИКАЦИЈЕ ДЕЛОВАЊА АЕРОЗАГАЂЕЊА НА АУТОХТОНЕ И ЕКСПОНИРАНЕ ВРСТЕ ЛИШАЈЕВА *EVERNIA PRUNASTRI (L.) ACH.* И *USNEA HIRTA (L.) WEB. IN WIG.* У РЕГИОНУ ВРАЊА” у саставу:

1. Др Радмила Трајковић, ван. проф., ПМФ К.Митровица
2. Проф. др Драгослав Пејчиновић, ПМФ К.Митровица (пензионер)
3. Проф. др Слободан Глигоријевић, ПМФ К.Митровица

Комисија у наведеном саставу, пошто је прегледала докторску дисертацију БИОИНДИКАЦИЈЕ ДЕЛОВАЊА АЕРОЗАГАЂЕЊА НА АУТОХТОНЕ И ЕКСПОНИРАНЕ ВРСТЕ ЛИШАЈЕВА *EVERNIA PRUNASTRI (L.) ACH.* И *USNEA HIRTA (L.) WEB. IN WIG.* У РЕГИОНУ ВРАЊА, кандидата магистра биолошких наука Гордане Богдановић-Душановић, подноси следећи:

ИЗВЕШТАЈ

Докторска дисертација мр Гордане Богдановић-Душановић под насловом БИОИНДИКАЦИЈЕ ДЕЛОВАЊА АЕРОЗАГАЂЕЊА НА АУТОХТОНЕ И ЕКСПОНИРАНЕ ВРСТЕ ЛИШАЈЕВА *EVERNIA PRUNASTRI (L.) ACH.* И *USNEA HIRTA (L.) WEB. IN WIG.* У РЕГИОНУ ВРАЊА, написана је на 104 стране куцаних са проредом на компјутеру.

Рад је илустрован са 36 слика (графикона), 13 табела у тексту и 6 у прилогу, 25 фотографија лишајева. У прилогу се налазе две карте са локалитетима града Врања и уже околине, затим табеле таложних материја на територији Врања (Завод за заштиту здравља Врања) и мерења емисија загађујућих материја са емитера котларнице „Новог дома”, „Јумко” и „ВАТ-DIV-a” од надлежних институција.

Структура докторске дисертације садржи уобичајна поглавља: Увод, Загађење и загађивачи које садржи Преглед досадашњих истраживања и Циљ рада, Материјал и методе, Резултати рада и дискусија (Општи и Посебни део). Општи део садржи Географски положај и физичко-географски услови проучаваног подручја, Геолошки и педолошки састав, Хидрографију, Климу, Структуру загађења, Основне карактеристике лишајева, Систематска припадност проучаваних врста; Посебни део; Апсорпција и акумулација тешких метала у талусу лишајева, Биохемијско-физиолошке индикације проучаваних врста лишајева *Evernia prunastri (L.) Ach.* и *Usnea hirta (L.) Web. in Wig.* Активност ензима каталазе, Активност ензима пероксидазе, Садржај аминокиселине пролин, Садржај аскорбинске киселине, Садржај хлорофила „а” и „б”, Морфолошке карактеристике истраживаних врста са различитих локалитета, Закључна разматрања, Литература и Прилози.

У поглављу Загађење и загађивачи аутор даје кратку анализу радова о утицају аерозагађења на биохемијско-физиолошке параметре живих бића и појаву морфолошких промена на њима. Кандидат мр Гордана Богдановић – Душановић даје детаљан преглед литературе од 41 библиографске јединице. Из наведеног прегледа види се да је аутор добро

простудирао проблематику којом се бави. Упознао је различите аспекте загађивања и утицај загађења на лишајеве уопште, упознао је методологију утицаја загађења на биохемијско-физиолошке и морфолошке параметре, у зависности од интензитета загађивања као и осетљивост појединих врста лишаја.

У поглављу циљ рада, аутор указује на проблеме које ће у току истраживања реализовати у талусима аутохтоних и експонираних врста лишајева: одређивање садржаја тешких метала (Pb, Cu, Zn, Cd и Al), активности ензима каталазе, активности ензима пероксидазе, садржаја аминокиселине пролин, садржаја аскорбинске киселине, садржаја укупних хлорофила „а” и „б” и праћење морфолошких карактеристика на њима.

Из методологије рада види се да је кандидат у циљу истраживања поменутих параметара, прикупио узорке лишајева *Evernia prunastri* (L.) Ach. и *Usnea hirta* (L.) Web. in Wig. са подручја Врања и Копаоника, који су изложени на седам локалитета у Врању и ужој околини утицају аерозагађивача током два периода (зима-пролеће, лето-зима) у трајању од по шест месеци. У раду су примењене најсавременије методе које се данас користе у науци од сакупљања материјала, преко детерминације, до анализа биохемијско-физиолошких и морфолошких промена ради утврђивања утицаја аерозагађења на талусе истраживаних врста лишајева.

Поглавље Резултати рада и дискусија кандидат је поделио у две целине: Општи и Посебни део. У Општем делу кандидат исцрпно говори о положају проучаваног подручја указујући на физичко-географске услове, геолошко-педолошком саставу подлоге, о хидрографији и клими, структури загађења, основним карактеристикама лишајева, и њиховој систематској припадности врста. Посебна пажња посвећена је климатским факторима (температура, падавине и ружа ветрова) јер су од битног значаја за опстанак живих бића уопште па и за лишајску флору.

Кандидат мр Гордана Богдановић-Душановић о сваком од климатских фактора, наводи прецизне податке на основу којих добија сазнање о клими Врања и уже околине. Клима је умерено континентална са утицајем субмедитерана, јер трпи утицаје с југа медитеранске и планинске са запада. Климадијаграм по Валтеру потврђује овакву констатацију јер се из њега види постојање сушног и полусушног периода уз два кишна (мај, новембар) као и на основу средње годишње температуре и укупних падавина. Оваква клима, као и разноврсност подлоге омогућила је разноврсну флору и вегетацију.

У овом поглављу кандидат даје и структуру аерозагађења проучаваног подручја где посебну пажњу поклања истраживаним локалитетима (седам). Загађивачи ваздуха Врања и околине потичу из различитих извора загађења (индустрија, саобраћај, котларнице, урбанизација, НАТО бомбардовање). Доминантни загађивачи у животној средини Врања су тешки метали, SO₂, NO_x, CO, CO₂, угљоводоници, чађ, прашина, летећи пепео, осиромашени уранијум и др.

У делу овог поглавља о основним карактеристикама лишајева, аутор говори о њиховој грађи, симбиотском начину живота, њиховој способности да се могу наћи у врло различитим животним условима, на стенама, земљишту, стаблима дрвећа, а у тропским пределима и на листовима, затим на различитим подлогама (дрвеном угљу, костима, зидинама, хартији, платну итд.), размножавању и специфичностима лишајева и њиховој класификацији. Лишајеви могу живети у условима врло високих температура али и у врло ниским. Исто тако, лишајеви имају потребу за водом, топлотом и светлошћу. Али живе и на подручјима која су много сиромашнија у хранљивим материјама и тамо где нема конкуренције од стране виших биљака. Неки лишајеви се користе за исхрану људи и животиња, за добијање лекова, алкохолних пића, парфема, боја, итд.

Што се тиче систематске припадности аутор даје систематски положај проучаваних врста, спољашњи изглед, њихову унутрашњу грађу, размножавање и специфичности.

У оквиру Посебног дела резултата кандидат анализира садржај тешких метала (Pb, Cu, Cd, Zn, Al) у талусима врста *Evernia prunastri* (L.) Ach. и *Usnea hirta* (L.) Web. in Wig. који су вегетирали у региону Врања у различитим годишњим периодима (зима-пролеће, лето-зима), пренетих са Копаоника. Такође, констатује и садржај тешких метала код аутохтоне врсте лишаја *Evernia prunastri* (L.) Ach из Врањског региона. Анализа добијених резултата показала је да лишајеви неравномерно апсорбују и акумулирају тешке метале. Апсорпција и акумулација тешких метала зависи од врсте лишаја, локалитета, периода вегетирања, и од врсте метала.

Утврђене су различите концентрације тешких метала код обе врсте експонираних лишаја, али су оне за Pb и Al мање у односу на контролу у оба периода вегетирања. Најмање вредности за Pb добијене су код обе врсте лишаја *E. prunastri* и *U. hirta* у истом периоду вегетирања зима-пролеће на локалитету P7 - Пљачковица и износе код *E. prunastri* 0,045 µg/gr, што је 2,5 % мање у поређењу са контролом, а код *U. hirta* 0,0039 µg/gr, што је 0,5 % мање у поређењу са контролом. Највеће концентрације Pb (иако мање у односу на контролу), утврђене су код обе врсте лишаја на локалитету P4 – Бунушевац и износе код *E. prunastri* 0,0991 µg/gr, (55 % мање у односу на контролу), а код *U. hirta* 0,0989 µg/gr што је 14,2 % мање у односу на контролу. Апсорпција и акумулација Pb у периоду лето-зима већа је код врсте *E. prunastri* у односу на врсту *U. hirta* на истом локалитету (P4). Концентрације Al код обе врсте лишајева (*E. prunastri* и *U. hirta*) су испод вредности контролних узорака у оба периода вегетирања и на свим испитиваним локалитетима.

Што се тиче Cd, његова акумулација варира код испитиваних врста у оба периода вегетирања. Истраживања су показала да је највећа концентрација Cd констатована у периоду лето-зима на локалитету P4 - Бунушевац (*E. prunastri* 0,0043 µg/gr, што је 187 % више у односу на контролу, и 0,0025 µg/gr код *U. hirta* што је 250 % више у односу на контролу).

У току истраживања показало се да лишајеви имају високу селективност према Cu и Zn. Највеће концентрације Cu нађене су на локалитету P4 - Бунушевац (код *U. hirta* 0,099 µg/gr), а најмања вредност је код исте врсте на локалитету P7 - Пљачковица и износи 0,050 µg/gr, што је 114 % више у односу на контролу. Повећана апсорпција Cu је највероватније одбрамбени вид талуса у загађеној средини. Код аутохтоне врсте лишаја *E. prunastri*, апсорпција и акумулација тешких метала се разликује од експонираних врста. Док су експониране врсте избегавале апсорпцију Pb и Al, а неке у периоду зима-пролеће акумулирале Cd, резултати показују да је аутохтона врста лишаја мање активна у апсорпцији Pb и Cd, а склона је акумулацији Al, Cu и Zn.

Из свега што је до сада речено могу се издвојити три групе лишајева: селективни, толерантни и индикативни.

Загађивачи из ваздуха изазивају и промене у метаболизму лишајева на локалитетима Врањског региона. Констатоване промене одражавају се као штетне последице деловања загађивача и реакције талуса у смислу одбране. У оквиру тих промена аутор је изучавао ефекте деловања загађивача и на биохемијско-физиолошке и морфолошке параметре.

Поремећаји који настају приликом загађења су последице инхибиције или активације ензима те се могу детектовати пре видљивих оштећења на талусима. У току истраживања констатована је повећана активност каталазе и пероксидазе код експонираних врста лишајева на свим локалитетима, док се активност ових ензима код аутохтоне врсте лишајева није мењала. Резултати показују да је активност ових ензима већа у периоду лето-зима од периода зима-пролеће. Највећа активност каталазе установљена је на локалитету P3 - аутопут Е-75 код врсте *U. hirta* (360 cm³ O₂/ gr/3'), а пероксидазе на локалитету P4 – Бунушевац код врсте *E. prunastri* 0,275 cm³ O₂/ gr/3' (што је 166 % више од контроле), док су најмање вредности констатоване на локалитету P6 - градски парк. Из овога се може

закључити да је повећана активност каталазе и пероксидазе координирани одговор талуса на загађење.

Кандидат указује да постоје разлике у садржају пролина у талусима и да оне углавном зависе од периода вегетирања испитиваних врста. Највећа концентрација пролина констатована је у периоду зима-пролеће на локалитету Р4 (Бунушевац), а најмања на локалитету Р5 (Учитељски факултет), што указује да су у позитивној корелацији са концентрацијом загађивача и еколошких фактора. Код аутохтоне врсте лишаја *E. prunastri* на свим испитиваним локалитетима утврђене су веће количине пролина у односу на контролу. Пролин има осморегулаторно дејство, што указује на резистентност лишајева према стресу и да има специфичан механизам стицања отпорности према условима средине.

Аскорбинска киселина је укључена у одбрамбени механизам лишајева према загађењу. Резултати изнети у раду показују да постоје промене у садржају аскорбинске киселине и да оне зависе од концентрације и врсте загађивача, као и од периода вегетирања. Тако, код експонираних врста се уочава повећани садржај аскорбинске киселине у периоду зима-пролеће у односу на период лето-зима. Највеће вредности констатоване су на локалитету градски парк код врсте *U. hirta* 198 mg/kg, а најмање на локалитету Бунушевац (150 mg/kg). Аскорбинска киселина је јак редукујући агенс који активира одбрамбене механизме у току метаболичких процеса код лишајева, пре свега редукује SO_2 , на који су лишајеви јако осетљиви.

Истражујући пигменте хлоропласта у зависности од загађења, кандидат констатује и промене у садржају хлорофила „а” и „б” у талусима испитиваних врста. Из резултата се види да је садржај хлорофила „а” и „б” у талусима изложених лишајева мањи у односу на контролне на свим локалитетима. Ипак, уочене су извесне промене у садржају хлорофила „а” и „б” међу локалитетима. Тако, на локалитетима Р1, Р2 и Р3 концентрација је већа, него на осталим локалитетима. Анализом хлорофила утврђено је веће присуство хлорофила „б” него „а” за разлику од виших биљака. Анализом добијених резултата аутор показује да је садржај хлорофила „а” и „б” код аутохтоне врсте лишаја *E. prunastri* повећан на свим локалитетима у поређењу са контролом, те да су највеће концентрације доказане на локалитетима Р2 и Р3 (1,18 mg/gr хлорофила „б” и 1,11 mg/gr хлорофила „а”), свакако због антагонистичког деловања загађивача индустријског порекла и отпорности лишајева на актуелно загађење.

Током периода експонирања запажене су и морфолошке промене на талусима које се огледају у развијености талуса, његове боје, гранања и дубине режњева. Из резултата се види да су наведене промене израженије код врсте *U. hirta* у односу на контролу, тј. да је маса талуса смањена под утицајем загађивача. Осим тога, најизраженије морфолошке карактеристике су код узорака на локалитету Р4 (Бунушевац), а најмање на локалитету Р7 (Пљачковица). Ово потврђује опште познате чињенице да се ефекти гасовитих полутаната и тешких метала код биљака загађених подручја и урбаних средина огледају не само у поремећају водног режима, фотосинтезе и др., већ и преко морфолошких оштећења.

У току истраживања наведених параметара запажена је варијабилност резултата код експонираних и аутохтоних врста лишајева, слободно се може рећи да загађивачи изазивају промене у метаболизму испитиваних лишајева и то вероватно тако што инхибирају или активирају ензиме одговорне за синтезу или деградацију штетних метаболита. Метаболичке промене настају врло рано код лишајева и то пре појаве видљивих оштећења,

те се могу користити за биохемијско-физиолошки мониторинг у циљу ране детекције загађења.

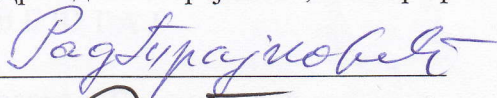
На основу свега што је изложено у раду, а по прегледу рада изнето до сада у тексту од стране стручне комисије сматрамо да је рад под насловом БИОИНДИКАЦИЈЕ ДЕЛОВАЊА АЕРОЗАГАЂЕЊА НА АУТОХТОНЕ И ЕКСПОНИРАНЕ ВРСТЕ ЛИШАЈЕВА *EVERNIA PRUNASTRI (L.)ACH.* И *USNEA HIRTA (L.)WEB. IN WIG.* У РЕГИОНУ ВРАЊА оригиналан, добро осмишљен, креативно илустрован табелама, графиконима и фотографијама, да му то подиже ниво, те представља научни допринос екологији посебно заштити животне средине и омогућује да се што боље искаже међузависност аерозагађења, спољашње средине и лишajaева.

Имајући све то у виду комисија предлаже ННВ-у Природно-математичког факултета да докторску дисертацију кандидата мр Гордане Богдановић-Душановић под насловом БИОИНДИКАЦИЈЕ ДЕЛОВАЊА АЕРОЗАГАЂЕЊА НА АУТОХТОНЕ И ЕКСПОНИРАНЕ ВРСТЕ ЛИШАЈЕВА *EVERNIA PRUNASTRI (L.)ACH.* И *USNEA HIRTA (L.)WEB. IN WIG.* У РЕГИОНУ ВРАЊА прихвати и одобри одбрану исте.

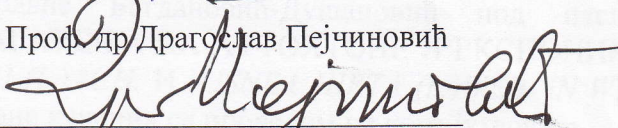
У Косовској Митровици
10.10. 2006. године

Чланови комисије:

1. Др Радмила Трајковић, ван. проф.



2. Проф. др Драгослав Пејчиновић



3. Проф. др Слободан Глигоријевић

