

Институт сатасан

М. Сандрић

УНИВЕРЗИТЕТ У КРАГУЈЕВЦУ	
ПРИРОДНО-МАТЕМАТИЧКИ ФАКУЛТЕТ	
ПРИМЕНО, 18. 10. 2017.	
Одл. бр.	Број
04	790/11
-	-

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

На седници Наставно-научног већа Природно-математичког факултета Универзитета у Крагујевцу одржаној 13.09.2017. године (Одлука број 650/VIII-2) и на седници Већа за природно-математичке науке Универзитета у Крагујевцу одржаној 11.10.2017. године (Одлука број IV-01-939/11) одређени смо за чланове Комисије за подношење извештаја о оцени научне заснованости теме и испуњености услова кандидата Сандре Грујић за израду докторске дисертације под насловом „**Карактеризација биофилмова и процена њихове ефикасности у уклањању полутаната у биолошком третману отпадних вода**“. На основу приложене документације, Комисија подноси следећи:

**ИЗВЕШТАЈ О ОЦЕНИ НАУЧНЕ ЗАСНОВАНОСТИ ТЕМЕ И ИСПУЊЕНОСТИ  
УСЛОВА КАНДИДАТА ЗА ИЗРАДУ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ**

**1. Научни приступ проблему предложеног нацрта докторске дисертације и процена научног доприноса крајњег исхода рада**

Убрзани развој друштва у индустриском и технолошком смислу је довео до прекомерног искоришћавања ресурса и до све веће загађености вода полутантима. Индустриске компаније дневно производе велику количину отпадних вода које се одликују великим количинама загађујућих материја (полутаната), неорганског и органског порекла. Тешки метали из отпадних вода, доспевањем у реципијенте, укључују се у мреже исхране и/или таложе у седименту при чему доводе до различитих токсичних ефеката, који утичу не само на здравље екосистема, већ и људи. У мрежама исхране долази до биоакумулације тешких метала, а таложењем у седименту, где се задржавају низ година, постају аутохтони загађивачи. Отпадна вода са великим количином органских једињења узрокује озбиљне еколошке проблеме који, мењајући физичке и хемијске особине воде, неповољно утичу на флору и фауну, подстичуeutрофизацију, чинећи воду неподобном за пиће.

Загађење полутантима негативно утиче на природне екосистеме и људе у различитим земљама широм света. Са друге стране, такве средине представљају велики потенцијал за проучавање међусобних интеракција полутаната са микроорганизмима. Ове средине су уједно и извор нових, неоткривених заједница микроорганизама

(микроорганизама са специфичним својствима) који су од фундаменталног значаја за развој биотехнолошко-еколошких метода за унапређење процеса уклањања полутаната из отпадних вода.

Годинама је испитивана примена микроорганизама у биолошким процесима уклањања полутаната из отпадних вода и њихов сорпциони потенцијал, обзиром да су микроорганизми стални чланови водених система и од великог су значаја за структурну и функционалну организацију ових екосистема. Научници су углавном били фокусирани на примену бактерија и то њихових планктонских ћелија у биолошким процесима пречишћавања вода, иако у природи већина бактерија живи тако што формирају биофилмове, у облику у којем се фенотип ћелија унутар биофилма разликује од фенотипа планктонских ћелија. Биофилм представља сесилну заједницу микроорганизама који су везани за чврсту површину и међусобно, помоћу екстрацелуларне полимерне супстанце (ЕПС; extracellular polymeric substances, EPS), тј. екстрацелуларни матрикс (ЕЦМ; extracellular matrix, ECM), који су сами производили. У потрази за развојем иновативних технологија, које би имале бољу примену у пречишћавању отпадних вода, последњих година је пажња посвећена испитивању биофилмова. Чињеница да бактерије, али и други микроорганизми (гљиве, алге, протозое...), могу да формирају биофилм отвара нову област истраживања о улози биофилмова у биолошком пречишћавању отпадних вода.

На основу механизма које микроорганизми у оквиру биофилма користе како би појачали своју отпорност, тако што редукују количину загађујућих материја, претпоставља се да је могуће развити ефикасну, еколошки и економски прикладнију биотехнологију за уклањање циљаних загађујућих материја из околине. Резултати за које се очекује да ће бити добијени у овој докторској дисертацији требало би да покажу способност микроорганизама да формирају биофилм, што им омогућава опстанак и у оним условима у којима планктонски облици истих врста не би могли да се развију. Отпорност биофилмова на загађења (нпр. тешким металима) може да буде од 2 до 600 пута већа у односу на појединачне планктонске ћелије. Ово им даје еволутивну предност коју ми можемо да искористимо у циљу унапређивања метода за смањење негативних ефеката различитих полутаната. Та чињеница отвара нове могућности и идеје за развој иновативних технологија за пречишћавање отпадних вода.

## **2. Образложение предмета, метода и циљева који уверљиво упућују да је предложена тема од значаја за развој науке**

Предмет, циљеви и хипотезе ове дисертације обухватају следеће:

Предмет истраживања је карактеризација биофилмова (изолација, идентификација и селекција микроорганизама са способношћу формирања биофилма), док је главни циљ рада побољшање ефикасности пречишћавања и уклањање полутаната из отпадних вода применом „идеалне комбинације“ микроорганизама који формирају мешовити биофилм.

Циљеви дисертације би обухватали следеће:

- Из постројења за прераду отпадних вода изоловати и идентификовати микроорганизме;
- Тестирати способност идентификованих микроорганизама да образују индивидуалне и мешовите биофилмове;
- Утврдити да ли су мешовити биофилмови отпорнији према загађујућим материјама у односу на индивидуалне биофилмове;
- Утврдити да ли је примена мешовитих биофилмова ефикаснија у уклањању загађујућих материја (тешки метали, индустриске боје, лакови и разређивачи) у односу на примену планктонских форми, као и у односу на примену индивидуалних биофилмова;
- Квантifikovati способност биофилмова да апсорбују и прераде загађујуће материје из отпадних вода.

Постављене су следеће хипотезе:

- Отпадне воде загађене полутантима представљају извор нових, неоткривених заједница, пре свега микроорганизама (сојева са специфичним својствима), које су од фундаменталног значаја за развој нових биотехнолошко-еколошких метода за унапређење процеса уклањања загађујућих материја из отпадних вода;
- Микрорганизми који имају способност формирања биофилма су отпорнији на утицај загађујућих материја од својих планктонских ћелија;
- Микроорганизми који ступају у синергистичке односе и формирају мешовите биофилмове су отпорнији на утицај загађујућих материја од микроорганизама који формирају индивидуалне биофилмове;
- Уклањање загађујућих материја применом мешовитих биофилмова је успешније у односу на примену планктонских форми, што може да послужи као основа биотехнолошко-еколошке методе за прераду отпадних вода.

Методе истраживања:

- Прикупљање узорака отпадне воде, са мешаном културом микроорганизама, из постројења (базен за рециркулацију и биореакциони базен) за прераду отпадних вода (Централно постројење за прераду отпадних вода у Цветојевцу крај Крагујевца; Постројење за прераду отпадних вода у аутомобилској индустрији);
- Изолација и идентификација микроорганизама из постројења за прераду отпадних вода.
  - Пресејавање на хранљиви агар, Триптон соја агар (TSA, Tryptone Soya Broth) са стрептомицином, Sabouraud декстрозни агар (SDA, Sabouraud dextrose agar) и Кромпир декстрозни агар (PDA, Potato dextrose agar) са стрептомицином, као и на различите диференцијалне и селективне подлоге.

- За фенотипску карактеризацију бактеријских сојева користи се сет стандардних биохемијских тестова (Липаза тест, Оксидаза тест, Каталаза тест, Метил црвено тест, Voges Proskauer тест, редукција нитрата и цитрата, хидролиза различитих угљених хидрата и уреје, продукција  $H_2S$  и Индол тест, раст на различитим концентрацијама NaCl).
  - Прецизна идентификација се потврђује применом брзог биохемијског теста Microgen A+B за ентеробактерије, а API 20 C AUX тестом за квасце.
  - Идентификација филаментозних гљива обавиће се на Институту за биологију и екологију ПМФ-а, Универзитета у Крагујевцу, на основу морфолошких карактеристика раста гљива и применом кључа за идентификацију гљива.
- Образовање индивидуалних и мешовитих биофилмова тестираће се у полистриенским микротитарским плјетовима са 96 отвора и плјетовима на које належе 96 клинова. Формирање и продукција биофилмова пратиће се помоћу кристал виолет (crystal violet, CV) теста очитавањем апсорбантце на ЕЛИЗА микроплејт читачу и одређивањем суве масе биофилмова;
- Отпорност индивидуалних и мешовитих биофилмова, као и њихових планктонских ћелија на присуство загађујућих материја, одредиће се помоћу кристал виолет (crystal violet, CV) теста очитавањем апсорбантце на ЕЛИЗА микроплејт читачу. Тестираће се више различитих концентрација, па одабрати опсег у коме најнижа концентрација не доводи до значајног одговора, а највиша концентрација изазива 100% одговор тест организма, а који ће помоћи да се одреди минимална инхибиторна (МИК) и минимална летална концентрација (МЛК) тестиране супстанце (тешких метала, индустријских боја, лакова и разређивача), како за планктонске форме, тако и за индивидуалне и мешовите биофилмове. Одређивање МИК и МЛК планктонских форми и биофилмова је важно при тестирању отпорности микроорганизма на загађујуће материје због утврђивања индекса толеранције који представља однос МЛКБ-МЛКп. Уколико је МЛКБ (биофilm) већа од максималне испитивање концентрације, а МЛКп (планктон) је одређена (позната), онда је индекс толеранције већи или једнак дуплом односу највеће испитивање концентрације (у односу на МЛКп). Отпорност се дефинише као способност микроорганизама да настављају са растом у присуству загађујућих материја, а толеранција као способност микроорганизама да преживе излагање загађујућим материјама, али у њиховом присуству не расту.
  - Минимална инхибиторна концентрација (МИК) је најнижа концентрација загађујућих материја којом се инхибира видљив раст микроорганизма.
  - Минимална летална концентрација (МЛК) је најнижа концентрација загађујућих материја, која убија тест организам у дефинисаним условима.
- Отпорност индивидуалних и мешовитих биофилмова, као и њихових планктонских ћелија на присуство тешких метала, ће се пратити помоћу флуоресцентног микроскопа коришћењем флуоресцентних боја SYTO 9, ConA-Texas Red и акридин

оранж. Третирани биофилмови (формирани у 96 микротитарским плејтовима) би били бојени поменутим флуоресцентним бојама и посматрани на Olympus BX51 флуоресцентном микроскопу и анализирани употребом Cytovision 3.1 софтверског пакета;

- Биосорпциони потенцијал биофилмова биће испитан дитизон тестом уз употребу УВ спектрофотометра, како би се показало да се катјони метала могу задржати унутар биофилмова, као и колики проценат јона метала остаје у подлози. Биофилмови ће бити узгајани на покровним плочицама, након чега ће бити излагани утицају тешких метала. Поред тога, резидуална концентрација тешких метала у подлози мериће се и употребом атомског апсорбционог спектрофотометра.
- Пратиће се ефикасност индивидуалних и мешовитих биофилмова у уклањању комерцијалних индустриских боја. Биофилмови ће бити узгајани у микротитарским плејтовима са 6 отвора на AMB Media носачима, након чега ће бити пренети у ерленмајере и изложени утицају комерцијалних индустриских боја;
- Формирање и густина биофилмова на AMB Media носачима, формираних у полистријенским микротитарским плејтовима са 6 отвора, пратиће се спектрофотометријски Брадфорд протеинским тестом помоћу кога ће бити извршено квантитативно мерење биомасе биофилма;
- Продукција деградационих ензима испитаће се тестовима за одређивање концентрације протеина Lowery-евом методом, одређивањем активности алкалне фосфатазе и липазе;
- Изолација (екстракција) боја, лакова, разређивача и њихових потенцијалних метаболита из медијума извршиће се HPLC анализом.

#### Оквирни садржај докторске дисертације

Предложена докторска дисертација треба да садржи следећа поглавља:

1. Увод
2. Циљеви истраживања
3. Материјал и методе
4. Резултати
5. Дискусија
6. Закључци и
7. Литература.

У Уводу докторске дисертације ће бити приказана актуелна истраживања, која су у блиској вези са темом докторске дисертације, као и упоредни преглед литературе из дате области. Након Увода укратко ће бити представљени и образложени **Циљеви истраживања** докторске дисертације. У поглављу **Материјал и методе** биће детаљно

описана методологија коришћена у експерименталном делу рада. У поглављу **Резултати** ће табеларно и/или графички бити приказани исходи лабораторијских истраживања и статистичке обраде података сакупљених у оквиру ове докторске дисертације, као и у виду слика. У поглављу **Дискусија** биће анализиран и прокоментарисан квалитет резултата истраживања и процена ефикасности биофилмова у уклањању полутаната у поређењу са публикованим радовима. Биће анализиране и уочене разлике између индивидуалних и мешовитих биофилмова, као и њихових планктонских ћелија. На крају ће бити представљени **Закључци**, који проистичу из резултата истраживања. У поглављу **Литература** биће дат целокупан преглед доступних литературних извора од значaja за сагледавање теме, израду и анализу ове докторске дисертације.

**3. Образложение теме за израду докторске дисертације које омогућава закључак да је у питању оригинална идеја или оригиналан начин анализирања проблема**

Наша знања о биосорpcionим и акумулационим механизмима микроорганизама могу директно утицати на развој привреде у блиској будућности, како због оптимизације и унапређења ефикасности процеса који се користе у овом тренутку, тако и због развоја нових технологија за прераду отпадних вода. Чињеница да бактерије, али и други микроорганизми (гљиве, алге, протозое...), могу да формирају биофилм, при чему се ти биофилмови примењују у биолошком пречишћавању отпадних вода, даје могућност испитивања повећања ефикасности тог процеса, тестирањем и избором најбољих комбинација мешовитих биофилмова. Стога је циљ овог истраживања проналажење најбоље комбинације микроорганизама који ће успоставити синергистичке односе и формирати мешовити биофилм са најбољом ефикасношћу за уклањање тешких метала из отпадних вода. Такође, претраживањем доступне литературе, за сада још увек нема евидентираних података о нивоу отпорности микроорганизама према бојама, лаковима и разређивачима који се користе у аутомобилској индустрији, као и примени микроорганизама и микробиолошких биофилмова у пречишћавању отпадних вода. Све то доприноси закључку да се ради о теми са оригиналном идејом и истраживањем.

**4. Усклађеност дефиниције предмета истраживања, основних појмова, предложене хипотезе, извора података, метода анализе са критеријумима науке уз поштовање научних принципа у изради коначне верзије докторске дисертације**

Кандидат Сандра Грујић ће у својој дисертацији обухватити све елементе савременог научно-истраживачког рада, поштујући основне критеријуме науке и научних принципа, почев од уводних напомена, основних појмова, предмета истраживања, хипотеза, циљева и

метода анализе имплементацијом постојећих и развијања оригиналних идеја научног истраживања. Полазне хипотезе кандидат ће детаљно проверити анализирајући доступну литературу новијег датума и проверити их експериментално. Научна утемељеност ове дисертације проистиче из анализе микробиолошких биофилмова, тестирања и мерења њихове отпорности према загађујућим материјама, као и потенцијала да те материје прераде својим метаболичким процесима, како би се унапредио биотехнолошки приступ за уклањање полутаната из отпадних вода. Дисертација се заснива на иновативности теме, добро постављеним циљевима, адекватној експерименталној поставци и примењеним методама, као и статистичкој обради и интерпретацији резултата. Обзиром на то да је циљ истраживања проистекао из недовољне истражености примене биофилмова у уклањању полутаната из отпадних вода, добијени резултати би представљали оригинални допринос кандидата у биотехнологији и заштити животне средине. На основу актуелности и апликативности теме, може се закључити да би ова дисертација имала значајан теоријски и практични допринос у унапређењу деградационог процеса и уклањања полутаната из отпадних вода, при чему би се развијена методологија практично применила у простојењу за прераду отпадних вода, омогућивши директну примену резултата истраживања у пракси.

## **5. Предложени ментор израде докторске дисертације**

Институт за биологију и екологију Природно-математичког факултета Универзитета у Крагујевцу је за ментора ове докторске дисертације предложио др Александра Остојића, ванредног професора на Природно-математичком факултету Универзитета у Крагујевцу. Проф. др Александар Остојић се бави истраживањима из области Екологија, биогеографија и заштита животне средине, има публиковане радове у реномираним научним часописима са SCI листе, као и велики број саопштења на међународним и националним конференцијама.

## **6. Научна област дисертације**

Предложена докторска дисертација припада научној области Биологија, а ужој научној области Екологија, биогеографија и заштита животне средине.

## **7. Научна област чланова комисије**

Чланови комисије се баве истраживањима у области: Заштита животне средине и Микробиологија. Др Ивана Теодоровић, редовни професор на Природно-математичком факултету Универзитета у Новом Саду, ужа научна област Заштита животне средине, и др Ивана Радојевић, научни сарадник на Природно-математичком факултету Универзитета у

Крагујевцу, научна област Биологија, објавиле су већи број научних радова у најпознатијим часописима са SCI листе.

## 8. Кратка биографија кандидата

Сандра Грујић је рођена 24.02.1989. године у Крагујевцу. Средњу медицинску школу са домом ученика „Сестре Нинковић“ у Крагујевцу завршила је 2004. године. Упоредо је завршила дипломске академске студије Биологије и дипломске академске студије Екологије на Природно-математичком факултету Универзитета у Крагујевцу и дипломирала 2011/2012. године, чиме је стекла звања биолог, односно-еколог. Мастер академске студије биологије је уписала школске 2012/2013. године, које је завршила 2014/2015. године са просечном оценом 9,47. Докторске академске студије биологије уписала је 2014/2015. године на Природно-математичком факултету Универзитета у Крагујевцу и положила све планом и програмом предвиђене испите са просечном оценом 9,8.

У звање истраживач-приправник за научну област Биологија у Институту за биологију и екологију, Природно-математичког факултета Универзитета у Крагујевцу је изабрана 12.02.2015. године.

У току свог научно-истраживачког рада стекла је знања у области изоловања и идентификације микроорганизама, формирању и испитивању отпорности индивидуалних и мешовитих биофилмова у присуству тешких метала, а истраживања су проширена и на примену биофилмова у уклањању тешких метала из отпадних вода. Аутор је и коутор девет научних публикација – 2 рада у међународним часописима са SCI листе (M22-1, M23-1), три рада у домаћем часопису националног значаја (M52), два саопштења на међународним скуповима штампана у изводу (M34), једно саопштење са скупа националног значаја штампано у целини (M63) и једно саопштење са скупа националног значаја штампано у изводу (M64).

## 9. Преглед научно-истраживачког рада кандидата

На основу података датих у оквиру биографије кандидата, као и на основу личног познавања кандидата, сматрамо да је кандидат Сандра Грујић у досадашњем раду показала доследност, самосталност, креативност и иновативност у научно-истраживачком раду. Кандидат говори и пише на енглеском језику, што је неопходно за научни рад.

### Библиографија кандидата:

#### Рад у истакнутом међународном часопису (M22)

1. Grujić, S. M., Radojević, I. D., Vasić, S. M., Čomić, L. R., and Ostojić, A. (2017). Comparison of the *Rhodotorula mucilaginosa* biofilm and planktonic culture on heavy metal susceptibility and removal potential. Water Air and Soil Pollution, 228:73, DOI 10.1007/s11270-017-3259-y. ISSN 0049-6979. IF (2016) = 1.702.

#### **Рад у међународном часопису (M23)**

1. Grujić, S. M., Radojević, I. D., Vasić, S. M., Čomić, L. R., Topuzović, M. D. (2015). Antimicrobial and antibiofilm activities of secondary metabolites from *Vinca minor* L. Applied Biochemistry and Microbiology, 51, 572-578. ISSN 0003-6838. IF (2015) = 0.671.

#### **Научни рад објављен у часопису националног значаја (M52)**

1. Grujić, S. M., Radević, D. Stefan., Radojević, I. D., Čomić, L. R., Ostojić, A. (2017). Difference in influence of commercial industrial paints on microbial biofilms and planktonic cells. Kragujevac Journal of Science, 39, 145-156. ISSN 1450-9636.
2. Buzejić, A., Grujić, S.M., Radojević, I.D., Ostojić, A., Čomić, L.R., Vasić, S.M. (2016). Pb and Hg heavy metal tolerance of single- and mixed-species biofilm (*Rhodotorula mucilaginosa* and *Escherichia coli*). Kragujevac Journal of Science, 38, 115-124. ISSN 1450-9636.
3. Grujić, S. M., Radojević, I. D., Vasić, S. M., Čomić, L. R., Topuzović, M. D. (2014). Antimicrobial activity and some phytochemical analysis of two extracts *Vinca minor* L. Kragujevac Journal of Science, 36, 145-154. ISSN 1450-9636.

#### **Саопштења на међународним скуповима штампана у изводу (M34)**

1. Grujić, S., Radojević, I., Ostojić, A., Čomić Lj., Vasić, S. (2016). Heavy metal tolerance of single and mixed-species biofilms. Biofilms 7, Poster session 2 (Topic: Biofilms, Industry and Energy) P2: 10. 26-28 June 2016. Porto, Portugal. Biofilms7 – Microbial Works of Art, Book of abstracts; pp. 87; Publisher: Universidade do Minho, Departamento de Engenharia Biologica; ISBN: 978-989-97478-7-6.
2. Radojević, I. D., Grujić, S. M., Vasić, S. M., Čomić, L. R., Topuzović, M. D. (2014). Antimicrobial activity and some phytochemical analysis of two *Vinca minor* L. extracts. V th Congress of Macedonian microbiologists with international participation, at Ohrid, Macedonia.

#### **Саопштење са скупа националног значаја штампано у целини (M63)**

1. Grujić, S., Radojević, I., Čomić, Lj., Ostojić, A. (2017). Izolacija, identifikacija i sposobnost formiranja biofilma mikroorganizama iz postrojenja za preradu otpadnih voda. Zbornik radova Konferencije „Zaštita voda 2017“, 343-35. Vršac. ISBN 978-86-916753-4-9. UDK: 628.316:579.836(497.113).

#### **Саопштење са скупа националног значаја штампано у изводу (M64)**

1. Grujić, S., Vasić, S., Radojević, I., Čomić, Lj., Ostojić, A. (2015). Uticaj teških metala na rast i toleranciju slobodnoživećih ćelija i biofilma odabranih vrsta kvasaca. Knjiga apstrakata Okrugli sto „Značaj studija zaštite životne sredine u zaštiti voda“ WWF 2015, 19-20. Univerzitet u Novom Sadu, PMF Novi Sad.

## ЗАКЉУЧАК

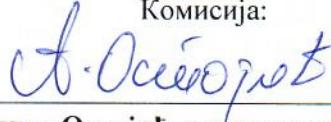
Кандидат Сандра Грујић је студент докторских академских студија биологија на Природно-математичком факултету Универзитета у Крагујевцу. Положила је све испите предвиђене студијским програмом са просечном оценом 9.8.

У досадашњем раду је публиковаладевет научних публикација – 2 рада у међународним часописима са SCI листе на којима је први аутор (M22-1, M23-1), три рада у домаћем часопису националног значаја (M52), два саопштења на међународним скуповима штампана у изводу (M34), једно саопштење са скупа националног значаја штампано у целини (M63) и једно саопштење са скупа националног значаја штампано у изводу (M64).

Предложена тема дисертације је актуелна, и од великог је еколошког и економског значаја. Предложени програм истраживања је у складу са циљевима дисертације.

На основу свега изложеног комисија закључује да је предложена тема докторске дисертације под насловом „**Карактеризација биофилмова и процена њихове ефикасности у уклањању полутаната у биолошком третману отпадних вода**“ оригинална идеја, интересантна и значајна са научне тачке гледишта. Такође, сматрамо да кандидат **Сандра Грујић** испуњава све услове за успешан рад и реализацију наведене теме. За ментора дисертације Комисија предлаже др **Александра Остојића**, ванредног професора на Природно-математичком факултету Универзитета у Крагујевцу.

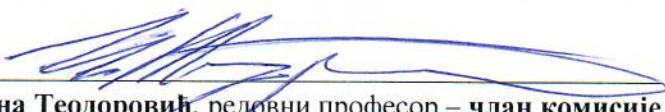
Комисија:



др Александар Остојић, ванредни професор – **ментор рада**

Природно-математички факултет, Универзитет у Крагујевцу

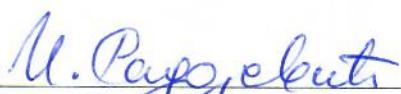
Ужа научна област: Екологија, биогеографија и заштита животне средине;



др Ивана Теодоровић, редовни професор – **члан комисије**

Природно-математички факултет, Универзитет у Новом Саду

Ужа научна област: Заштита животне средине;



др Ивана Радојевић, научни сарадник – **председник комисије**

Природно-математички факултет, Универзитет у Крагујевцу

Научна област: Биологија.