

## ПРИРОДНО-МАТЕМАТИЧКИ ФАКУЛТЕТ

## ИЗВЕШТАЈ О ОЦЕНИ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

<b>I ПОДАЦИ О КОМИСИЈИ</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>Датум и орган који је именовао комисију Наставно-научно веће Природно-математичког факултета у Новом Саду на 9. седници одржаној 18.04.2019. године именovalo је Комисију за оцену докторске дисертације под насловом <i>„Утицај оксидационих процеса на бази озона, водоник-пероксида и УВ зрачења на садржај и реактивност природних органских материја у води“</i> кандидата Мсц Мирјане Петронијевић.</li> <li>Састав комисије са назнаком имена и презимена сваког члана, звања, назива уже научне области за коју је изабран у звање, датума избора у звање и назив факултета, установе у којој је члан комисије запослен: <ol style="list-style-type: none"> <li><b>др Александра Тубић</b>, ванредни професор, Заштита животне средине, 01.01.2018., Природно-математички факултет у Новом Саду - председник</li> <li><b>др Јасмина Агбаба</b>, редован професор, Заштита животне средине, 01.07.2015., Природно-математички факултет у Новом Саду - ментор</li> <li><b>др Јелена Молнар Јазих</b>, ванредни професор, Заштита животне средине, 28.04.2018., Природно-математички факултет у Новом Саду - члан</li> <li><b>др Славица Ражић</b>, редовни професор, Аналитичка хемија у фармацији, 16.05.2012., Фармацевтски факултет у Београду- члан</li> <li><b>др Сања Панић</b>, научни сарадник, Хемијско инжењерство, 30.09.2015., Технолошки факултет у Новом Саду - члан</li> </ol> </li> </ol>
<b>II ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>Име, име једног родитеља, презиме: Мирјана, Живомир, Петронијевић</li> <li>Датум рођења, општина, држава: 16.04.1984., Лесковац, Република Србија</li> <li>Назив факултета, назив студијског програма дипломских академских студија – мастер и стечени стручни назив Природно-математички факултет, Мастер академске студије хемије, Мастер хемије.</li> <li>Година уписа на докторске студије и назив студијског програма докторских студија 2017., Докторске академске студије заштите животне средине</li> <li>Назив факултета, назив магистарске тезе, научна област и датум одбране: /</li> <li>Научна област из које је стечено академско звање магистра наука: /</li> </ol>
<b>III НАСЛОВ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:</b>
„Утицај оксидационих процеса на бази озона, водоник-пероксида и УВ зрачења на садржај и реактивност природних органских материја у води“
<b>IV ПРЕГЛЕД ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:</b>
<p>Докторска дисертација је написана на српском језику (латиница), а извод је дат на српском и енглеском језику. Обим докторске дисертације је 215 страна куцаног текста и садржи 6 поглавља, 30 табела, 63 слике, 3 прилога и 387 библиографских јединица.</p> <p>Докторску дисертацију чине следеће целине: 1. Увод; 2. Општи део (Природне органске материје у води; Примена оксидационих процеса у третману воде за пиће; Формирање споредних производа оксидације у води за пиће; Токсикологија одабраних нуспроизвода оксидације) 3. Експериментални део; 4. Резултати и дискусија; 5. Закључак; 6. Литература.</p>

На почетку дисертације налазе се Захвалница, Листа скраћеница и Садржај, док је на крају дата кратка Биографија кандидаткиње и Кључна документацијска информација на српском и енглеском језику.

Предмет истраживања ове докторске дисертације је:

утврђивање ефеката одабраних оксидационих процеса на бази озона, водоник-пероксида и УВ зрачења (озонизација, УВ фотолиза, оксидација са  $H_2O_2$ , комбиновани  $O_3/УВ$  процес и комбиновани  $H_2O_2/УВ$  процес) на садржај и реактивност природних органских материја у различитим воденим матриксама (у синтетичком - раствору комерцијално доступне хуминске материје, као модел супстанце природних органских материја и два природна водена матрикса - подземне воде различитих физичко-хемијским карактеристика).

Специфични циљеви су дефинисани како би се:

- утврдио утицај садржаја и карактеристика природних органских материја присутних у води на ефикасност примењеног оксидационог процеса;
- утврдило који процес и при којим условима најефикасније смањује садржај природних органских материја у води;
- испитао утицај наведених оксидационих процеса на структуру и реактивност природних органских материја са хлором (потенцијал формирања трихалометана, халосирћетних киселине, халоацетонитрила и халокетона је коришћен као индикатор промена у структури и реактивности природних органских материја);
- испитао утицај примењених процеса на степен инкорпорације брома у структуру природних органских материја и реактивност ка формирању бромованих нуспродуката, као знатно токсичнијих једињења у односу на њихове хлороване аналоге;
- испитао утицај наведених оксидационих процеса на степен формирања бромата, као неорганских оксидационих нуспродуката, у води са повећаним садржајем бромидна.

## V ВРЕДНОВАЊЕ ПОЈЕДИНИХ ДЕЛОВА ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:

**Наслов.** Наслов докторске дисертације је јасно и прецизно формулисан и у складу је са тематиком и садржајем истраживања.

**Увод.** У овом поглављу је у основним цртама указано на проблематику присуства природних органских материја у ресурсима воде за пиће и неопходност примене одговарајуће технике којом би се минимизирао њихов садржај. Наиме, природне органске материје утичу на органолептичке карактеристике воде, везују и утичу на мобилност органских и неорганских загађујућих материја, у процесу дезинфекције формирају широку палету дезинфекционих нуспроизвода, доприносе појави талога, корозије и микробиолошког обраштаја у цевоводима. Посебан акценат истраживања је дат на примену унапређених оксидационих процеса на бази озона, водоник-пероксида и УВ зрачења у третману воде за пиће за оксидацију и уклањање природних органских материја, као прекурсора нуспродуката дезинфекције, из воде. На крају, дефинисан је циљ истраживања у оквиру докторске дисертације.

**Теоријски део.** У овом поглављу приказани су теоријски оквири релевантни за проблем истраживања. Теоријски део садржи преглед литературе везан за проблематику присуства природних органских материја у ресурсима за водоснабдевање. Посебан акценат је дат на карактеризацију ПОМ и њихов утицај на квалитет воде за пиће, са аспекта формирања различитих нуспродуката оксидације (бромат) и дезинфекције (трихалометани, халосирћетне киселине, халоацетонитрили, халонитрометани и др.) штетних по људско здравље. Дат је и преглед унапређених оксидационих процеса на бази озона, водоник пероксида и УВ зрачења који се примењују у третману воде за пиће, са акцентом на реакционе механизме који се одвијају током ових процеса.

**Експериментални део.** У овом поглављу приказан је план експеримента са детаљним описом експерименталних процедура које су коришћене за реализацију циљева рада. Детаљно су описане процедуре третмана воде у лабораторијским условима применом озонизације, УВ фотолизе,  $O_3/УВ$  и  $H_2O_2/УВ$  процеса. Описане су методе за одређивање укупног садржаја ПОМ у води, метода фракционисања ПОМ применом XAD-4 и XAD-8 смола, методе за одређивање садржаја прекурсора трихалометана, халосирћетних киселина, халоацетонитрила, халокетона и хлорпикрина применом гасне хроматографије, као и метода за одређивање садржаја бромидна и бромата јонском хроматографијом. Такође су дате и методе за одређивање концентрације активног хлора и озона у води. Описана је и методологија за одређивање инкорпорационог фактора брома у одређеним класама нуспродуката дезинфекције. Сви експериментални поступци су приказани јасно и са довољно детаља.

**Резултати и дискусија.** У овом поглављу детаљно су приказани и дискутовани резултати истраживања, која су спроведена у три фазе. У првој фази дат је преглед квалитета вода на територији А.П. Војводине на основу чега је дефинисан састав синтетичког матрикса који је коришћен за испитивање механизма оксидације/унапређене оксидације ПОМ. У другој фази приказани су резултати испитивања ефеката одабраних оксидационих процеса (озонизације, УВ фотолизе, оксидације са  $\text{H}_2\text{O}_2$ , комбинованим  $\text{O}_3/\text{UV}$  процесом и комбинованим  $\text{H}_2\text{O}_2/\text{UV}$  процесом) на садржај ПОМ у води и дефинисани су оптимални процесни параметри (доза озона, УВ зрачења и водоник-пероксида) у зависности од испитиваног воденог матрикса. У трећој фази испитан је утицај одабраних оксидационих/унапређених оксидационих процеса на структуру и реактивност природних органских материја са хлором ка формирању дезинфекционих нуспродуката (ДБП). Структура и редослед потпоглавља резултата и дискусије, садржај изложеног материјала, начин представљања и критичка дискусија постигнутих научних резултата су у потпуности сагласни са очекиваним резултатима датим у извештају о оцени подобности теме за израду докторске дисертације.

**Закључак.** У овом поглављу јасно и сумарно су приказани добијени резултати и закључци који се односе на рад у целини.

**Литература.** У овом поглављу наведена је коришћена литература која је актуелна и свеобухватна.

**Прилози.** Дата су три прилога (Законска регулатива, Реактивност ПОМ у води пре третмана и Утицај испитиваних третмана на садржај и реактивност ПОМ). Прилоге чини 28 табела које омогућавају лакше праћење свих појединачних резултата истраживања.

## **VI СПИСАК НАУЧНИХ И СТРУЧНИХ РАДОВА КОЈИ СУ ОБЈАВЉЕНИ ИЛИ ПРИХВАЋЕНИ ЗА ОБЈАВЉИВАЊЕ НА ОСНОВУ РЕЗУЛТАТА ИСТРАЖИВАЊА У ОКВИРУ РАДА НА ДОКТОРСКОЈ ДИСЕРТАЦИЈИ**

1. **Petronijević, M.,** Agbaba, J., Ražić, S., Molnar Jazić, J., Tubić, A., Watson, M., Dalmacija, B. (2019) Fate of bromine-containing disinfection by-products precursors during ozone and ultraviolet-based advanced oxidation processes, *International Journal of Environmental Science and Technology*, 16(1), 171-180. (M22)
2. **Petronijević, M.,** Agbaba, J., Mašković, P., Cvetanović, A., Watson, M., Tubić, A., Dalmacija, B. (2017) The *Allium* test – a tool for monitoring the potential health risk of utilizing  $\text{H}_2\text{O}_2/\text{UV}$  advanced oxidation processes in drinking water treatment, 24<sup>th</sup> Young Investigators Seminar on Analytical Chemistry, 28. - 30. June, Venice, Italy, Book of abstracts, 38. (M34)
3. **Petronijević, M.,** Agbaba, J., Molnar Jazić, J., Ražić, S., Tubić, A., Watson, M., Dalmacija, B. (2016) Impact of ozone dose on natural organic matter content and bromate formation in water, Book of abstracts from the Conference 23<sup>th</sup> Young Investigators' Seminar on Analytical Chemistry, YISAC 2016, June 28<sup>th</sup>-July 1<sup>st</sup>, 2016, Novi Sad, Serbia, str. 56. (M34)
4. **Petronijević, M.,** Mašković, P., Cvetanović, A., Agbaba, J., Molnar Jazić, J., Tubić, A., Dalmacija, B. (2017) Uticaj doze ozona i UV zračenja na potencijalnu toksičnost podzemne vode nakon  $\text{O}_3/\text{UV}$  unapređenog oksidacionog procesa, *Zbornik radova 2, XXII Savetovanje o biotehnologiji sa međunarodnim učešćem*, 21(24), 11-12. mart Čačak, 555-560. (M63)
5. **Petronijević, M.,** Mašković, P. (2016) Impact of ozone dose on bromate formation in water with high bromide content and health effect, XXI Savetovanje o biotehnologiji sa međunarodnim učešćem, *Zbornik radova*, 21(24), 11-12. mart Čačak, 691-696. (M63)
6. **Petronijević, M.,** Agbaba, J., Molnar Jazić, J., Dalmacija, B. (2015) The removal of trihalomethane precursors in water by using selected oxidation processes, *Zbornik radova, XI simpozijum sa međunarodnim učešćem "Savremene tehnologije i privredni razvoj"*, 22-23. oktobar, Leskovac, Srbija, 223-233. (M63)
7. **Petronijević, M.,** Agbaba, J., Molnar Jazić, J., Watson, M., Dalmacija, B. (2015) The influence of an  $\text{O}_3/\text{UV}$  advanced oxidation process on the content of certain disinfection byproduct precursors in water, *Zbornik radova, XI simpozijum sa međunarodnim učešćem "Savremene tehnologije i privredni razvoj"*, 22-23. oktobar, Leskovac, Srbija, 211-222. (M63)
8. **Petronijević, M.,** Agbaba, J., Molnar Jazić, J., Watson, M., Dalmacija, B. (2015) Uticaj  $\text{O}_3/\text{UV}$  unapređenog procesa oksidacije na sadržaj prekursora trihalometana u vodi, *Zbornik izvoda radova*, 52. Savetovanje srpskog hemijskog društva, 29-30. maj, Novi Sad, 83. (M64)

## **VII ЗАКЉУЧЦИ ОДНОСНО РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА**

Као главни резултати ове докторске дисертације могу се навести следећи закључци:

- Према садржају и структури присутних органских материја, синтетички матрикс одн., раствор комерцијалне хуминске киселине ( $5,44 \pm 0,30 \text{ mg C/l}$ ) и сирова вода из Кикинде

( $5,17 \pm 0,72$  mg C/l) су сличних карактеристика (указују на присуство великих количина ПОМ), док је садржај ПОМ у сировој води са територије Темерина ( $2,06 \pm 0,38$  mg C/l) значајно нижи. У структури ПОМ воде из Кикинде преовлађују високомолекуларне материје хидрофобног карактера (74% фулвинских киселина), док у води из Темерина 59% ПОМ чине ПОМ хидрофилног карактера. У случају синтетичког матрикса заступљена је само фракција хидрофобне хуминске киселине. Потенцијал ка формирању трихалометана - ТХМ и халосирћетних киселина - ХАА у испитиваним матриксама расте са порастом хидрофобног карактера ПОМ, као и са повећањем садржаја доступне органске материје. Садржај прекурсора халокетона - ХК (до  $14,9 \pm 1,38$   $\mu$ g/l) је знатно нижи у поређењу са прекурсорима ТХМ и ХАА, док прекурсори халоацетонитрила - ХАН и хлорпикрина - ХП нису детектовани у испитиваним матриксама. Доминантна заступљеност хидрофилне фракције у темеринској води доводи до формирања моно- и ди-бром супституисаних ДБП након хлорисања.

- Третман воде УВ зрачењем и водоник-пероксидом, када се примењују као самосталан третман, не показују значајну ефикасност у смањењу садржаја ПОМ, али има значајан утицај на реактивност ПОМ ка формирању ДБП, нарочито ТХМ и ХАА. Фулвинске компоненте, које преовлађују у природним водама, као и хуминске материје у синтетичком матриксу подједнако нису подложне разградњи при дејству УВ зрачења односно, водоник-пероксида. Третман воде УВ зрачењем не показује значајан утицај на дистрибуцију бромованих ДБП, док је након примене водоник-пероксида, као оксидационог средства, забележен пораст формирања бромованих ХАА. Третман воде озоном се показао као веома ефикасан у смањењу садржаја ПОМ, као и прекурсора ДБП у води код свих испитиваних водених матрикса.
- Применом озонизације смањење садржаја ПОМ у води током третмана расте са повећањем примењене дозе озона. Најбољи резултати постигнути су при дози од  $3,0$  mg  $O_3$ /mg DOC. У погледу смањења садржаја прекурсора ТХМ и ХАА генерално најбољи резултати у синтетичком матриксу постигнути су применом дозе од  $1,0$  mg  $O_3$ /mg DOC (до 80% смањења), док се у случају природних матрикса као најефикаснија показала највећа доза од  $3,0$  mg  $O_3$ /mg DOC (до 38% смањења). Садржај прекурсора ХК и ХАН у испитиваним матриксама пре и након озонизације је знатно нижи у односу на садржај прекурсора ТХМ и ХАА, док прекурсори ХП нису детектовани у озонираној води. Хуминске материје подложније су нападу озона у односу на фулвинске киселине, што се даље огледа већим степеном смањења реактивности са хлором у случају синтетичког матрикса у односу на природне воде. Озонизација води ка формирању ДБП са више супституисаних атома брома, што је најизраженије код воде са доминантно заступљеном хидрофилном фракцијом ПОМ, где је током оксидације озоном долази и до формирања бромата.
- Испитивањем утицаја унапређених процеса оксидације ( $O_3$ /УВ и  $H_2O_2$ /УВ) на садржај и реактивност ПОМ у испитиваним воденим матриксама утврђено је да комбиновани третман при одређеним условима процеса показује већу или приближну ефикасност у уклањању ПОМ у односу на ефикасност саме озонизације. УВ зрачење у комбинацији са озоном и/или водоник-пероксидом промовише формирање хидроксил радикала, који додатно поспешују разградњу ароматичних органских структура присутних у води. Примена  $O_3$ /УВ и  $H_2O_2$ /УВ процеса испољава различит утицај на реактивност ХА присутне у синтетичком матриксу, као и у природним матриксама ка формирању ДБП.
- Применом  $O_3$ /УВ унапређеног процеса оксидације постигнуто је значајно смањење садржаја ПОМ, као и прекурсора ТХМ и ХАА у свим испитиваним матриксама. У синтетичком матриксу и темеринској води озонизација ( $1,0$  mg  $O_3$ /mg DOC) се показала као најефикаснија у погледу смањења садржаја прекурсора ТХМ, док се у води из Кикинде потенцијал формирања ТХМ смањује са повећањем дозе озона и УВ зрачења ( $3,0$  mg  $O_3$ /mg DOC и  $6000$  mJ/cm<sup>2</sup>) као последица смањења реактивности ПОМ са хлором ка формирању ових ДБП. Најефикасније смањење садржаја прекурсора ХАА у синтетичком матриксу (до 82%) постигнуто је комбинованим процесом ( $1,0$  mg  $O_3$ /mg DOC и  $6000$  mJ/cm<sup>2</sup>), док се у случају природних матрикса озонизација се показала као супериорнији процес. Молекулски озон селективно уклања прекурсоре ТХМ и ХАА, док генерисањем хидроксил радикала услед оксидативне трансформације ПОМ долази до формирања нових структура које су реактивније са хлором ка формирању ХАА. Реактивност ПОМ ка формирању ХК и ХАН након  $O_3$ /УВ процеса знатно је нижа у односу на ТХМ и ХАА.
- Применом  $H_2O_2$ /УВ процеса генерално, најбољи резултати у погледу смањења садржаја ПОМ се постижу при највећој дози  $H_2O_2$  и УВ зрачења ( $3,0$  mg  $H_2O_2$ /mg DOC и  $6000$  mJ/cm<sup>2</sup>). Забележен је значајан утицај матрикса на ефикасност процеса у погледу промене реактивности природних органских материја ка формирању ДБП. Највећи степен смањења садржаја прекурсора ТХМ за синтетички матрикс остварен је при  $1,0$  mg  $H_2O_2$ /mg DOC и

6000 mJ/cm<sup>2</sup>, за темеринску воду при 3,0 mg H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>/mg DOC и 600 mJ/cm<sup>2</sup>, док примењени АОП не показује значајан утицај на ПФТХМ у кикиндској води. Значајно смањење садржаја прекурсора ХАА остварено је у синтетичком матриксу и кикиндској води, док примењени третман не показује значајан утицај на ПФХАА у води из Темерина. У темеринској води након АОП при дози од 3,0 mg H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>/mg DOC долази до формирања ХАН и хлорпикрина. Примењени H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>/УВ третман такође води ка повећању реактивности ПОМ у правцу формирања бромованих ДБП, при чему степен инкорпорације брома зависи од структуре матрикса и примењене концентрације водоник-пероксида.

- Резултати добијени у току истраживања указују на неопходност оптимизације процеса у третману испитиваних водених матрикса и одређивања оптималног оксидационог процеса у зависности од циљане групе дезинфекционих/оксидационих нуспроизвода који се желе уклонити. Због различитог механизма деловања, неопходно је извршити одабир одговарајуће врсте и дозе оксидационог средства, узимајући у обзир карактеристике сирове воде и ефикасност која се жели постићи. Познавање механизма оксидације ПОМ из различитих извора применом озона и/или хидроксил радикала може се применити за одабир и оптимизовање одговарајућег процеса у третману воде за пиће, а у зависности од квалитета сирове воде.

#### **VIII ОЦЕНА НАЧИНА ПРИКАЗА И ТУМАЧЕЊА РЕЗУЛТАТА ИСТРАЖИВАЊА**

Комисија сматра да је кандидат резултате докторске дисертације приказао на јасан и свеобухватан начин. Докторска дисертација је адекватно подељена на логичне целине. Кандидат је квалитетно и детаљно приступио обради и анализи великог броја експерименталних података. Резултати добијени у овој докторској дисертацији изложени су јасно и систематично, графички и табеларно добро интерпретирани, правилно дискутовани и упоређивани са релевантним литературним подацима. На основу резултата и дискусије изведени су концизни закључци који дају одговоре на све постављене циљеве и проблематику задату на почетку израде докторске дисертације. Стога, Комисија позитивно оцењује начин приказа и тумачења резултата истраживања. Напомена: На основу извештаја тестирања докторске дисертације у библиотеци Природно-математичког факултета у Новом Саду на плагијаризам коришћењем софтвера iThenticate (<http://www.ithenticate.com>) утврђен је индекс сличности (*eng. similarity index*) од 10% (према упутству произвођача све вредности испод 15% представљају оригиналан рад), што потврђује оригиналност докторске дисертације.

#### **IX КОНАЧНА ОЦЕНА ДОКТОРСKE ДИСЕРТАЦИЈЕ:**

1. Да ли је дисертација написана у складу са образложењем наведеним у пријави теме?

Докторска дисертација је написана у складу са образложењем наведеним у пријави теме.

2. Да ли дисертација садржи све битне елементе?

Докторска дисертација садржи све битне елементе научно-истраживачког рада.

3. По чему је дисертација оригиналан допринос науци

Током израде предложене докторске дисертације испитана је могућност примене оксидационих и унапређених оксидационих процеса, као групе најсавременијих технологија које је често неопходно применити у процесима пречишћавања вода са повећаним садржајем природних органских материја. Узимајући у обзир комплексност структуре природних органских материја у ресурсима воде за пиће не постоји универзално решење за њихово уклањање, тако да је у циљу одабира и оптимизације најпогодније технологије за уклањање ПОМ из воде разумевање њиховог понашања и промене реактивности дуж линије обраде воде од есенцијалног значаја. У складу са тим, ова докторска дисертација је допринела бољем разумевању понашања природних органских материја различитих структурних карактеристика у води током процеса оксидације/унапређене оксидације на бази озона, водоник-пероксида и УВ зрачења.

Посебан допринос ове дисертације представља и бољи увид у механизам формирања различитих група нуспродуката дезинфекције на основу промене реактивности природних органских материја са хлором (као дезинфекционим средством), и то како најзаступљенијих (трихалометани, халосирћетне киселине), тако и емергентних ДБП (халоацетонитрила, хлорпикрина и халокетона). Примењени унапређени оксидациони третмани могу довести до повећања степена инкорпорације брома у органске нуспроизводе дезинфекције, посебно у случају воде са доминантно заступљеном хидрофилном фракцијом ПОМ, што треба имати у виду приликом оптимизације процеса. С обзиром да су ове групе једињења штетне по људско

здравље, њихово праћење и контрола током третмана воде за пиће је од изузетног значаја. Велика предност примене испитиваних процеса огледа се у могућности смањења садржаја укупних органских материја, али и специфичних прекурсора нуспродуката дезинфекције када се примене при одговарајућим реакционим условима у зависности од карактеристика сирове воде.

Приказани резултати пружају научно-засновану подлогу за одабир/дефинисање технолошке линије припреме воде за пиће из подземних вода са повишеним садржајем ПОМ, а с обзиром на заступљеност ПОМ не само у региону већ и шире резултати имају и висок степен применљивости.

4. Недостаци дисертације и њихов утицај на резултат истраживања

Комисија није уочила недостатке дисертације који би утицали на резултате истраживања и мишљења је да су постављени циљеви у потпуности испуњени.

**X ПРЕДЛОГ:**

На основу укупне оцене дисертације, комисија предлаже:

Комисија предлаже да се прихвати позитивна оцена докторске дисертације под насловом *”Утицај оксидационих процеса на бази озона, водоник-пероксида и УВ зрачења на садржај и реактивност природних органских материја у води”* и да се кандидату Мирјани Петронијевић одобри одбрана.

Нови Сад,  
13.05.2019.

ПОТПИСИ ЧЛАНОВА КОМИСИЈЕ

---

др Александра Тубић, варедни професор Природно-математичког факултета у Новом Саду, председник

---

др Јасмина Агбаба, редивни професор Природно-математичког факултета у Новом Саду, ментор

---

др Јелена Молнар Јазић, ванредни професор Природно-математичког факултета у Новом Саду, члан

---

др Славица Ражић, редовни професор Фармацеутског факултета у Београду, члан

---

др Сања Панић, научни сарадник Технолошког факултета у Новом Саду, члан