

ИЗВЕШТАЈ О ОЦЕНИ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

I ПОДАЦИ О КОМИСИЈИ
<p>1. Датум и орган који је именовао комисију</p> <p>Наставно-научно веће Природно-математичког факултета у Новом Саду на електронској седници одржаној 20.07.2020. године именovalo је Комисију за оцену докторске дисертације под насловом <i>”Утицај физичко-хемијских својстава микропластике и одабраних перзистентних органских полутаната на интеракције у воденом матриксу”</i> кандидата МСц Маје Лончарски.</p>
<p>2. 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:</p> <ol style="list-style-type: none">1. др Јасмина Агбаба, редовни професор, Заштита животне средине, 01.07.2015., Природно-математички факултет у Новом Саду – председник2. др Александра Тубић, ванредни професор, Заштита животне средине, 01.01.2018., Природно-математички факултет у Новом Саду - ментор3. Др Бранислав Јовић, ванредни професор, Физичка хемија, 01.10.2016., Природно-математички факултет у Новом Саду - члан4. др Маријана Крагуљ Исаковски, ванредни професор, Заштита животне средине, 01.11.2018., Природно-математички факултет у Новом Саду - члан5. др Др Миљана Прица, редовни професор, Теоријска и примењена хемија, 01.12.2019., Природно-математички факултет у Новом Саду - члан
II ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ
<p>1. Име, име једног родитеља, презиме: Маја, Драгиша, Лончарски</p>
<p>2. Датум рођења, општина, држава: 23.05.1989., Зрењанин, Република Србија</p>
<p>3. Назив факултета, назив студијског програма дипломских академских студија – мастер и стечени стручни назив Природно-математички факултет, Мастер академске студије хемије, Мастер хемичар.</p>
<p>4. Година уписа на докторске студије и назив студијског програма докторских студија 2013., Докторске академске студије заштите животне средине</p>
<p>5. Назив факултета, назив магистарске тезе, научна област и датум одбране: /Научна област из које је стечено академско звање магистра наука: /</p>

III НАСЛОВ ДОКТОРСKE ДИСЕРТАЦИЈЕ:

„Утицај физичко-хемијских својстава микропластике и одабраних перзистентних органских полутаната на интеракције у воденом матриксу“

IV ПРЕГЛЕД ДОКТОРСKE ДИСЕРТАЦИЈЕ:

Докторска дисертација је написана на српском језику (латиница), а извод је дат на српском и енглеском језику. Обим докторске дисертације је 241 страна куцаног текста у Б5 формату и садржи 7 поглавља, 13 табела, 104 слике, 2 прилога и 256 библиографских јединица.

Докторску дисертацију чине следеће целине: 1. Увод; 2. Општи део; 3. Експериментални део; 4. Резултати и дискусија; 5. Закључак; 6. Литература; 7. Прилог. На почетку дисертације је Захвалница, Листа скраћеница и Садржај. На крају је дата кратка Биографија кандидаткиње, Кључна документацијска информација на српском и енглеском језику и План третмана података.

Предмет истраживања докторске дисертације је испитивање утицаја физичко-хемијских својстава микропластике и перзистентних органских полутаната (полицикличних ароматичних угљоводоника, деривата бензена и хлорованих фенола) на интеракције у воденом матриксу.

У складу са тим специфични циљеви рада били су усмерени на:

- Изоловање и карактеризација микропластичних честица из козметичких средстава, у циљу процене утицаја особина примарне микропластике на интеракције са органским полутантима.
- Испитивање интеракција између различитих врста микропластике и одабраних перзистентних органских полутаната, у циљу откривања механизма њиховог међусобног деловања, а у зависности од физичко-хемијских карактеристика, како микропластике, тако и одабраних перзистентних органских полутаната;
- Испитивање утицаја особина воденог матрикса на успостављање и степен интеракција, као и на кинетику интеракција између одабраних приоритетних органских полутаната и микропластике, а са циљем процене потенцијала микропластике да везује и транспортује испитивана једењења у различитим воденим матриксима.

V ВРЕДНОВАЊЕ ПОЈЕДИНИХ ДЕЛОВА ДОКТОРСKE ДИСЕРТАЦИЈЕ:

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

Увод. У овом поглављу је укратко описана проблематика присуства пластике и микропластике у животној средини. Истакнути су главни проблеми које ова врста загађења изазива у воденим екосистемима. Посебно је разматран утицај интеракција микропластике са органским микрополутантима на водене екосистеме и живи свет, при чему је истакнута потреба за даљим истраживањима у овој области. На крају, дефинисан је циљ истраживања.

Општи део. У овом поглављу приказан је преглед литературе везан за доспевање, понашање и утицај микропластике на животну средину и водене екосистеме. Такође, систематизоване су информације које се у литератури могу наћи о понашању микропластике у третманима отпадних вода и воде за пиће. Додатно, дат је преглед литературе везан за испитиване групе органских једињења. Детаљно су приказани доступни подаци о интеракцијама између микропластике и органских и неорганских полутаната у воденим екосистемима. На крајуовог поглавља су описани математички модели који су примењени за описивање понашања и интеракција између микропластике и испитиваних органских полутаната у води.

Литературни преглед је актуелан, опсежан, али у исто време у потпуности усмерен на проблем истраживања.

Експериментални део. У овом поглављу је дат детаљан опис експерименталних процедура које су коришћене за реализацију циљева рада. Наапочетку је дат опис плана истраживања. Детаљно је описана процедура изоловања микропластике из средстава за личну хигијену, уз опис модификације коју је кандидат увео у методу. Даље, описане су процедуре извођења

адсорпционих тестова и кинетичких експеримената. Такође, описане су технике карактеризације микропластике (FTIR, SEM, светлосни микроскоп, као и одређивање тачке нултог наелектрисања). На крају су дате процедуре анализе хлорованих фенола, деривата бензена и полицикличних ароматичних угљоводоника, као и остале аналитичке технике примењене у експерименталном раду.

Експериментални поступци су приказани јасно и са довољно детаља.

Резултати и дискусија. У овом поглављу детаљно су приказани и дискутовани резултати истраживања. На почетку овог поглавља описане су физичко-хемијске карактеристике микропластике, испитиваних органских полутаната, као и особине испитиваних водених матрикса. Након тога су дати резултати оптимизације услова адсорпције органских полутаната на микропластици, као што су брзина мешања и дисперзија микропластике. Даље су представљени и дискутовани резултати кинетичких експеримената и испитивања механизма адсорпције хлорованих фенола, деривата бензена и полицикличних ароматичних угљоводоника на микропластици. На крају су представљени резултати утицаја рН вредности на адсорпцију органских полутаната на микропластици.

Редослед потпоглавља, структура изложеног материјала и начин приказа постигнутих научних резултата су 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. Ово поглавље садржи 4 табеле које се односе на параметре квалитета метода анализе органских полутаната и параметре моделовања резултата кинетичких експеримената.

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

1. **Lončarski M.,** Tubić A., Kragulj Isakovski M., Jović B., Apostolović T., Nikić J., Agbaba J. (2020) Modeling of chlorinated phenols adsorption on polyethylene and polyethylene terephthalate microplastic. *Journal of the Serbian Chemical Society*, 85(5), 697-709. (M23)
2. Tubić A., **Lončarski M.,** Maletić S., Molnar-Jazić J., Watson M., Tričković J., Agbaba J. (2019) Significance of Chlorinated Phenols Adsorption on Plastics and Bioplastics during Water Treatment. *Water*, 11, 2358-2369. (M22)
3. **Lončarski M.,** Tubić A., Vasiljević S., Agbaba J. (2019) Mikroplastika-novi izazov na postrojenjima za tretman voda. *Voda i sanitarna tehnika*, 3-4/2019, 41-58. (M52)
4. **Lončarski M.,** Tubić A., Nikić J., Vasiljević S. (2019) Adsorption behavior of chlorinated phenols in presence of polyethylene terephthalate in Danube water, *Proceedings of IX International conference - Industrial Engineering And Environmental Protection (IIZS 2019)*, University of Novi Sad, Technical faculty "Mihajlo Pupin", Zrenjanin, 3-4. October, 2019, ISBN: 978-86-7672-324-9. (M33)
5. **Lončarski M.,** Tubić A., Kragulj Isakovski M., Maletić S., Nikić J., Apostolović T., Agbaba J. (2019) Influence of pH on the adsorption of organic pollutants on microplastic isolated from personal care products, *8th International Conference "WATER FOR ALL"*, pp. 66, March 21-22, Osijek, Croatia. ISBN 978-953-7005-59-7. (M34)
6. Tubić A., **Lončarski M.,** Apostolović T., Kragulj-Isakovski M., Tričković J., Molnar Jazić J., Agbaba J. (2019) Adsorption mechanisms of persistent organic pollutants on primary microplastics in the aquatic environment. *Conference Proceedings from 17th International Conference on Chemistry and the Environment*, 764-767, June 16-20, Thessaloniki, Greece. (M34)
7. **Lončarski M.,** Tubić A., Agbaba J., Jović B., Mészáros Szécsényi K., Dalmacija B. (2018) Characterisation of Personal Care Products Microplastics as a Potential Source of Pollution of Danube Water, *Proceedings of the IWA 10th Eastern European Young Water Professionals Conference*, Zagreb, Croatia, 7-12 May 2018, 63-64, Organized by: University of Zagreb, Faculty

- of Civil Engineering, ISBN: 978-953-8168-23-9. (M34)
8. Tubić A., **Lončarski M.**, Apostolović T., Kragulj Isakovski M., Maletić S., Tričković J., Agbaba J. (2018) Ispitivanje interakcija hlorovanih fenola i mikroplastike u vodi tokom vremena. *Zbornik radova Međunarodne konferencije "Vodovodni i kanalizacioni sistemi"*, 30.05.-01.06.2018., Jahorina, Pale, str. 8-14. ISBN: 978-86-82931-81-2. (M63)
 9. **Lončarski M.**, Tubić A., Vasiljević S., Agbaba J. (2019) Razvoj metode izolovanja mikroplastike iz čvrstih uzoraka, *Knjiga radova i abstrakata VII memorijalnog naučnog skupa iz zaštite životne sredine „DOCENT DR MILENA DALMACIJA“*, 01-02.04.2019. Novi Sad, Republika Srbija, S-04. ISBN 978-86-7031-510-5. (M64)
 10. **Lončarski M.**, Tubić A., Apostolović T., Kragulj Isakovski M., Maletić S., Tričković J., Agbaba J. (2018) Ispitivanje interakcija nepolarnih organskih polutanata sa mikroplastikom različitog porekla u vodi, *Knjiga radova i abstrakata VI Memorijalni naučni skup iz zaštite životne sredine „DOCENT DR MILENA DALMACIJA“*, 29.-30.03.2018. Novi Sad, Srbija, pp V-08. ISBN 978-86-7031-493-1. (M64)
 11. Tubić A., **Lončarski M.**, Apostolović T., Maletić S., Tričković J., Krčmar D., Agbaba J. (2018) Interaction of chlorophenols with microplastic in water. *8th Symposium Chemistry and Environmental protection "Envirochem 2018"*, 143-144, Kruševac 30. 05.-01.06.2018. (M64)

VII ZAKLJUČCI ODNOSNO REZULTATI ISTRAŽIVAŃA

- Kao glavni rezultati ove doktorske disertacije mogu se navesti sledeći zaključci:
- Na osnovu добиjenih rezultata istraživanja zaključeno je da optimalna metoda izolovanja mikroplastike iz kozmetičkih sredstava, u cilju dobijanja čistijih uzoraka mikroplastike, obuhvata ekstrakciju sredstva u destilovanoj vodi i dodatni tretman osušenog materijala 30% vodonik-peroksidom. Promena brzine mešaња ima značajan uticaj na promenu stepena adsorpcije ispitivanih grupa organskih jedinjenja. Uticaj se ogleda u povećanju stepena adsorpcije sa porastom brzine mešaња, a maksimalni procenat adsorpcije postignut je pri brzini mešaња od 150 o/min. Dodatno, disperzija prашkastih materijala u vodi nema značajan uticaj na promenu stepena adsorpcije hlorovanih fenola, derivata benzena i polцикличних ароматичних угљоводоника на микропластици.
 - Равнотежно стање између концентрације хлорованих фенола, деривата бензена и полицикличних ароматичних угљоводоника у води и одабраних представника микропластике (PEp, PE_PCPs_1, PE_PCPs_2, PEg, PET, PP и PLA) успоставља се након 24 одн., 48 h контакта у зависности од врсте једињења. На промену адсорпционог афинитета хлорованих фенола, деривата бензена и полицикличних ароматичних угљоводоника према микропластици утичу како физичко-хемијске особине једињења, тако и карактеристике микропластике. На основу кинетичких експеримената, највећи адсорпциони афинитет ка микропластици испољили су деривати бензена ($q_t = 103-350 \mu\text{g/g}$), док је најмањи уочен код хлорованих фенола ($q_t = 25-225 \mu\text{g/g}$). Добијени резултати адсорпције деривата бензена на испитиваним честицама микропластике такође су указали на већи афинитет ових једињења ка микропластици, у поређењу са једињењима из групе полицикличних ароматичних угљоводоника и хлорованих фенола сличних $\log K_{ow}$ вредности. Додатно, утицај воденог матрикса на адсорпцију хлорованих фенола, деривата бензена и полицикличних ароматичних угљоводоника на микропластици зависи од саме групе једињења, као и од врсте микропластике при чему је најмање изражен у случају испитиваних полицикличних ароматичних угљоводоника, а највише код хлорованих фенола.
 - Високе вредности коефицијента детерминације кинетичког модела псеудо-другог реда за адсорпцију хлорованих фенола, деривата бензена и полицикличних ароматичних угљоводоника на честице микропластике указују да је хемисорпција могући механизам. Поред високих вредности коефицијената детерминације у случају свих одабраних органичких једињења добијена константа brzine другог реда била је мања од почетне brzine адсорпције што указује на знатно брже одвијање адсорпције при краћим временима контакта (12-24 h) након чега је долазило до успоравања процеса адсорпције.
 - Значајан утицај рН вредности воденог матрикса утврђен је за адсорпцију хлорованих фенола на микропластици, док у случају деривата бензена и полицикличних ароматичних угљоводоника промена рН вредности воденог матрикса није показала значајан утицај. Резултати добијени за адсорпцију хлорованих фенола на микропластици указују на нижу тенденцију ка формирању интеракција хлорованих фенола са честицама микропластике при

pH 4 и pH 10, при чему се степен адсорпције кретао у опсегу од 8-35% и 15-35%, респективно, у односу на pH 7 (55-65%).

- Најнижи адсорпциони афинитет уочава се при адсорпцији испитиваних група једињења на полилактонској киселини. Може се претпоставити да ће се органски полутанти, уколико ова врста микропластике доспе у водене системе, слабо везивати на овај материјал. Због тога ће полилактонска киселина мање утицати на транспорт органских полутаната кроз животну средину, у односу на друге испитиване врсте микропластике.

На основу добијених резултата истраживања може се закључити да на адсорпцију испитиваних група органских једињења и микропластике значајан утицај имају физичко-хемијске особине испитиваних једињења као што су киселинска константа, величина молекула, хидрофобност, структура молекула и др. Поред тога, карактеристике воденог матрикса, међу којима је најважнија pH вредност, имају значајан утицај на адсорпциони афинитет једињења ка микропластици. Додатно, структура и порекло полимера има велики утицај на формирање интеракција са испитиваним групама органских полутаната.

VIII ОЦЕНА НАЧИНА ПРИКАЗА И ТУМАЧЕЊА РЕЗУЛТАТА ИСТРАЖИВАЊА

Кандидат је студиозно приступио обради и анализи прикупљених података, које је успешно систематизовао у логичке целине. Резултати истраживања су на адекватан начин дискутовани и поређени са резултатима релевантне научне литературе. Приказани су јасно и добро илустровани помоћу табела и слика. На основу резултата и дискусије изведени су прецизни закључци, који дају одговоре на постављене задатке у овој докторској дисертацији. Стога, комисија позитивно оцењује начин приказа и тумачења резултата истраживања.

Напомена: Докторска дисертација је у библиотеци Природно-математичког факултета прошла проверу на плагијаризам применом софтвера iThenticate (<http://www.ithenticate.com>), при чему је утврђен индекс сличности (*eng. similarity index*) од 7% (према упутству произвођача све вредности испод 15% представљају оригиналан рад).

IX КОНАЧНА ОЦЕНА ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:
1. Да ли је дисертација написана у складу са образложењем наведеним у пријави теме? Комисија оцењује да је докторска дисертација 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 Добијени резултати у докторској дисертацији представљају оригинални допринос науци с обзиром да до сада није публикован ни један рад на тему интракција испитиваних органских полутаната (хлорованих фенола, деривата бензена и полицикличних ароматичних угљоводоника) и различитих испитиваних врста микропластике. Посебно су значајни закључци везани за то да се највећа количина органских полутаната сорбује на полипропилену, а најмања на биопластици – полилактонској киселини. Ово указује на још једну позитивну особину биопластике у односу на пластичне материјале. Такође, у дисертацији је јасно доказан утицај рН вредности на интеракције органских полутаната и микропластике у води, о чему за испитивана једињења није било података у доступној литератури.
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:
На основу укупне оцене дисертације, Комисија предлаже да се докторска дисертација под називом <i>"Утицај физичко-хемијских својстава микропластике и одабраних перзистентних органских полутаната на интеракције у воденом матриксу"</i> прихвати , а кандидату МСц Маји Лончарски одобри одбрана .

Нови Сад,
07.08.2020.

ПОТПИСИ ЧЛАНОВА КОМИСИЈЕ

1. др Јасмина Агбаба, редовни професор Природно-математичког факултета у Новом Саду,
председник

2. др Александра Тубић, ватерни професор Природно-математичког факултета у Новом Саду,
ментор

3. др Бранислав Јовић, ванредни професор Природно-математичког факултета у Новом Саду,
члан

4. др Маријана Крагуљ Исаковски, ванредни професор Природно-математичког факултета у Новом Саду,
члан

5. др Миљана Прица, редовни професор Факултета техничких наука у Новом Саду,
члан