

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ

Предмет: Реферат о урађеној докторској дисертацији кандидата **Ђурице Катњић**

Одлуком бр. 35/125 од 30.5.2024. године, именовани смо за чланове Комисије за оцену докторске дисертације кандидата Ђурице Катњић, мастер инжењера технологије, под насловом:

„Модификација, карактеризација и примена угљеничних материјала добијених карбонизацијом биомасе комина шљиве и смокве“

После прегледа достављене Дисертације и других пратећих материјала и разговора са Кандидатом, Комисија је сачинила следећи

РЕФЕРАТ

1. УВОД

1.1. Хронологија одобравања и израде дисертације

Школске **2018/2019** године кандидат Ђурица Катњић, мастер инжењер технологије уписао је докторске академске студије, на Технолошко-металуршком факултету Универзитета у Београду, на студијском програму Хемија.

24.4.2021. године - На седници Наставно-научног већа Технолошко-металуршког факултета Универзитета у Београду, донета је Одлука (број 35/105) о именовању Комисије за оцену подобности теме за израду докторске дисертације кандидата Ђурице Катњић, мастер инжењера технологије, под називом: **„Карактеризација, модификација, и примена угљеничних материјала добијених карбонизацијом биомасе комина шљиве и смокве“**.

7.5.2021. године - На седници Наставно-научног већа Технолошко-металуршког факултета Универзитета у Београду донета је Одлука о прихватању Реферата комисије за оцену подобности теме за израду докторске дисертације кандидата Ђурица Катњић под називом **„Карактеризација, модификација, и примена угљеничних материјала добијених карбонизацијом биомасе комина шљиве и смокве“**, а за менторе ове докторске дисертације именоване су др Драгана Живојиновић, доцент Технолошко-металуршког факултета, Универзитета у Београду и др Милена Мариновић Цинцовић, научни саветник Институт за нуклеарне науке „Винча“, Институт од националног значаја за Републику Србију Универзитета у Београду (одлука бр. 35/105).

27.5.2021. године - Веће области природних наука (одлука бр. 61206-2152/2-21) сугерише Наставно-научном већу Технолошко-металуршког факултета Универзитета у Београду да се коригује првобитни назив теме и да нови наслов гласи **„Модификација, карактеризација и примена угљеничних материјала добијених карбонизацијом биомасе комина шљиве и смокве“**.

9.9.2021. године - На седници Наставно-научног већа Технолошко-металуршког факултета Универзитета у Београду је усвојило корекцију назива теме (одлука бр. 35/155), тако да коначан назив теме гласи: **„Модификација, карактеризација и примена угљеничних материјала добијених карбонизацијом биомасе комина шљиве и смокве“.**

23.9.2021. године - Веће научних области природних наука Универзитета у Београду је на својој седници дало сагласност (одлука бр. 61206-2152/4-21) за усвајање теме докторске дисертације кандидата Ђурице Катњић под насловом **„Модификација, карактеризација и примена угљеничних материјала добијених карбонизацијом биомасе комина шљиве и смокве“**, и одређивању др Драгане Живојиновић, доцента Технолошко-металуршког факултета, Универзитета у Београду и др Милене Мариновић Цинцковић, научног саветника Институт за нуклеарне науке „Винча“, Институт од националног значаја за Републику Србију.

30.5.2024. године - На седници Наставно-научног већа Технолошко-металуршког факултета Универзитета у Београду, донета је Одлука (бр. 35/125) о именовану Комисије за оцену докторске дисертације кандидата Ђурице Катњић под називом **„Модификација, карактеризација и примена угљеничних материјала добијених карбонизацијом биомасе комина шљиве и смокве“.**

1.2. Научна област дисертације

Научна област дисертације припада области Хемијске науке за коју је Технолошко-металуршки факултет матичан. Ментори ове докторске дисертације су др Драгана Живојиновић, ванредни професор Технолошко-металуршког факултета, Универзитета у Београду, која је својим досадашњим наставним и научно-истраживачким радом показала да је компетентна да руководи израдом ове докторске дисертације и др Милене Мариновић Цинцковић, научни саветник Института за нуклеарне науке „Винча“, Института од националног значаја за Републику Србију, Универзитета у Београду, која је на основу објављених публикација и дугогодишњег искуства у науци компетентна да буде коментор за област којој теза припада.

1.3. Биографски подаци о кандидату

Ђурица (Бранко) Катњић је рођен 25.9.1992. године у Приштини. Основну школу „Светолик Ранковић“ и средњу школу „Милош Савковић“ је завршио у Аранђеловцу. Године 2011. уписао је основне академске студије на Технолошко-металуршком факултету, Универзитета у Београду, студијски програм Биохемијско инжењерство и биотехнологија и дипломирао 2016. године одбранивши дипломски рад „Одређивање експерименталних вредности месних отпора различитих вентила у зависности од степена отворености и брзине струјања флуида“ и просечном оценом током студирања 8,31.

Мастер академске студије уписао је школске 2016. године на Технолошко-металуршком факултету, Универзитета у Београду, студијски програм Хемијско инжењерство. Мастер студије је завршио 2017. године са просечном оценом током студирања 9,81 одбранивши мастер рад под називом „Оптимизација састава биокompatита за адсорпцију јона никла“. Октобра 2018. године уписао је докторске студије на Технолошко-металуршком факултету, Универзитета у Београду, студијски програм Хемија.

Од марта 2018. године Ђурица Катњић је запослен у Институту за нуклеарне науке Винча, Институт од националног значаја за Републику Србију, у Лабораторији за физичку хемију, где је тренутно у звању истраживач сарадник. Од септембра 2018. године био је ангажован на пројекту Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије (ТПЗ7021) под називом: „Испитивање и верификација метода за мултидисциплинарне форензичке анализе у функцији непролиферације оружја за масовно уништење“.

У оквиру научно-истраживачког рада бави се развојем хроматографских и инструменталних метода детекције за одређивање органских загађујућих супстанци, као и

синтезом, карактеризацијом и модификацијом угљеничних материјала добијених од отпадне биомасе и применом угљеничних материјала за адсорпцију органских и неорганских загађујућих супстанци. Такође је ангажован на анализама у области заштите животне средине. Ђурица Катнић је био учесник међународног пројекта UNIDO 2019/2020 и у оквиру тог пројекта је завршио обуку за узорковање контаминираних воде, земљишта и отпадних материја. Активно учествује у међународним обукама за хемијско, биолошко и радиолошко оружје у оквиру центра за форензику CBRN-а (Хемијско, биолошко, радиолошко и нуклеарно оружје) у Институту за нуклеарне науке Винча.

Ђурица Катнић је до сада објавио шест радова у међународним часописима категорије M20, од тога пет радова у врхунским међународним часописима категорије M21a, један рад у категорији M22, девет саопштења са међународних скупова штампаних у целини (M33), једанаест саопштења са међународних скупова штампаних у изводу (M34), један рад у врхунском часопису националног значаја (M51), два у националном часопису (M53), три саопштења са скупова националног значаја штампаних у изводу (M64).

2. ОПИС ДИСЕРТАЦИЈЕ

2.1. Садржај дисертације

Докторска дисертација под насловом „**Модификација, карактеризација и примена угљеничних материјала добијених карбонизацијом биомасе комина шљиве и смокве**“, кандидата Ђурице Катнић, мастер инжењера технологије, написана је на 103 стране, садржи 48 слика, 25 табела и 143 литературних навода.

Садржај дисертације има уобичајену структуру: Увод, Теоријски део, Експериментални део, Резултати и дискусија, Закључак и Литература. На почетку дисертације дат је Сажетак на српском и енглеском језику, Списак скраћеница и симбола. Поред тога, дисертација садржи садржај, захвалницу, као и биографију кандидата и списак радова проистеклих из докторске дисертације и прилоге прописане правилима Универзитета у Београду о подношењу докторских дисертација на одобравање. По структури и садржају дисертација задовољава прописане стандарде Универзитета у Београду.

2.2. Кратак приказ појединачних поглавља

У Уводу дисертације наглашени су проблеми загађења животне средине и описана важност истраживања примене отпадне биомасе комина шљиве и смокве за производњу угљеничних материјала. Фокус је на физичко-хемијској карактеризацији биомасе, кинетичким и термодинамичким анализама процеса пиролизе, модификацији угљеничних материјала гама(γ)-зрачењем и њиховој примени као адсорбента за уклањање различитих загађујућих материја из водених раствора. У Уводу је дат предмет истраживања, истакнути су циљеви и допринос ове докторске дисертације.

Теоријски део докторске дисертације подељен је у пет поглавља. У првом поглављу теоријског дела (2.1) дат је део о биомаси и њеној употреби која обухвата различите аспекте примене. Биомаса се односи на све материјале који су били део живог света или то тренутно јесу, а користе се за производњу енергије путем процеса као што су сагоревање, гасификација или пиролиза.

Употреба биомасе може бити директна или индиректна. Директна употреба обухвата процесе као што је сагоревање, које се најчешће користи у традиционалним приступима. Индиректна употреба укључује напредније процесе као што су гасификација или пиролиза, који конвертују биомасу у секундарну енергију или производе као што су биогорива.

Србија поседује значајне ресурсе неискоришћене биомасе и технологије за њену употребу су расположиве и еколошки прихватљиве. Ипак, трошкови производње електричне енергије из биомасе су још увек виши у односу на производњу из фосилних горива, што представља главну препреку за ширу употребу овог еколошког ресурса.

У другом поглављу (2.2) дате су информације о лигноцелулозној биомаси, која укључује материјале као што су дрво, пољопривредни остаци и комунални отпад, а такође има велики потенцијал у производњи топлотне енергије и горива. Примена напредних технологија, као што је хидротермална карбонизација, открива нове могућности за употребу ових материјала у различите сврхе, укључујући и уклањање загађујућих материја из воде и тла.

У трећем поглављу (2.3) је описана термохемијска метода прераде отпадних сировина – пиролиза, као и процесни параметри који утичу на процес пиролизе и својства добијених материјала.

У четвртном поглављу теоријског дела (2.4) описан је процес модификације угљеничних материјала изведен помоћу јонизујућег зрачења високе енергије, конкретно гама зрачења из радиоактивног изотопа кобалт-60 (^{60}Co). Примена гама зрачења за модификацију материјала има неколико значајних аспеката: извори зрачења, промене које зрачење изазива у изложеном материјалу и потенцијалне биолошке последице модификације, како на сам материјал, тако и на живе организме који могу доћи у додир са модификованим материјалом. Овај део такође подсећа на важност поштовања стандарда, као што је ISO 11137 за стерилизацију, како би се осигурала безбедност и ефикасност примењених процеса. Овај рад истиче различите аспекте употребе зрачења у модификацији материјала, према чему је модификација угљеничних материјала помоћу гама зрачења показала потенцијал за значајно унапређење њихових функционалних својстава.

У петом поглављу теоријског дела (2.5) описане су примене угљеничних материјала и то као чврсто гориво и као адсорбенти тешких метала и органских загађујућих супстанци.

Експериментални део докторске дисертације је подељен на три поглавља. У поглављу 3.1 и 3.2 су наведене хемикалије и материјали коришћени за истраживање, док је у поглављу 3.3 детаљно описана методологија рада, у оквиру 6 подпоглавља.

У делу Резултати и дискусија приказани су експериментални резултати истраживања и извршена је њихова анализа и дискусија. Део резултати и дискусија је подељен на три поглавља. У поглављу 4.1 приказани су резултати физичко-хемијске карактеризација сирове биомасе што укључује проксимативну, елементарну и биохемијску анализа узорака биомасе, FTIR анализу биомасе, морфолошку анализу и термичку анализа у оквиру које су обрађене кинетичка и термодинамичка анализа термичке деградације сирове биомасе комина шљиве и смокве.

У поглављу број 4.2 испитана је и дискутована карактеризација угљеничних материјала добијених пиролизом комина.

У поглављу 4.3. приказани су и дискутовани адсорпциони експерименти. Прво је испитана ефикасност адсорбената добијених пиролизом комине шљиве PyrPP (енг. *Pyrolyzed Plum Pomace*) и модификацијом пиролизоване комине гама зрачењем IrPyrPP (енг. *Irradiated Pyrolyzed Plum Pomace*) (4.3.1) за уклањање јона олова, органских полутаната и пестицида. Адсорпција јона олова Pb^{2+} из воденог раствора је анализирана кроз адсорпционе изотерме, утицај процесних параметара на процес адсорпције јона олова Pb^{2+} , кинетику адсорпције, а затим и кроз карактеризацију угљеничних материјала након адсорпције јона олова Pb^{2+} . Након свеобухватног испитивања адсорпције јона олова исто је урађено за испитивање адсорпције органских загађујућих материја ВТЕХ-а (бензен, толуен, етилбензен, *o*-ксилен и *m,p*-ксилен) из водених раствора, као и за уклањање пестицида хлорпирифоса и малатиона из воденог раствора. У поглављу 4.3.2 су приказани резултати и дискусија испитивања ефикасности адсорбената добијених пиролизом комине смокве PyrFP (енг. *Pyrolyzed Fig Pomace*) и IrPyrFP (енг. *Irradiated Pyrolyzed Fig Pomace*) такође за уклањање јона олова, органских загађујућих материја ВТЕХ-а као и за уклањање пестицида хлорпирифоса и малатиона из воденог раствора. Приступ је такође подразумевао процену ефикасности адсорбената кроз испитивање утицаја процесних параметара на процес адсорпције јона, кинетику адсорпције, адсорпционе изотерме, и карактеризацију IrPyrFP након адсорпције полутаната. На крају поглавља 4. дискутовано је целокупно истраживање кроз оквире

одрживе трансформације што подразумева добијање биогорива и пречишћавање вода коришћењем комина шљиве и смокве, као отпадних материјала.

На крају дисертације су изнета закључна разматрања са истакнутим резултатима и доприносима ових истраживања и дат је списак коришћене литературе.

3. ОЦЕНА ДИСЕРТАЦИЈЕ

3.1. Савременост и оригиналност

Докторска дисертација истражује примену отпадне биомасе, конкретно комине шљиве и смокве, у току процеса прераде у угљеничне материјале помоћу пиролизе на високим температурама. Ови угљенични материјали потом се модификују гама зрачењем ради побољшања њихових адсорпционих својстава.

У раду је извршена детаљна физичко-хемијска карактеризација полазних биомаса (комина шљиве и смокве), укључујући садржај влаге, испарљивих материја, пепела, елементарни и биохемијски састав, као и садржај неорганичких елемената. Затим је извршена карактеризација добијених угљеничних материјала, укључујући елементарну анализу, скенирајућу електронску микроскопију (енг. *Scanning Electron Microscopy*, SEM) и инфрацрвену спектроскопију са Фуријеовом трансформацијом (енг. *Fourier Transform-Infrared Spectroscopy*, FTIR). Термичка анализа (TGA/DTG) је коришћена за испитивање термичке стабилности и енергетског потенцијала угљеничних материјала.

Истраживање је обухватило и кинетичку и термодинамичку анализу процеса пиролизе комина шљиве и смокве, одређивањем кинетичких параметара (предекспоненцијалног фактора и енергије активације) и термодинамичких параметара који су неопходни за планирање и рад система пиролизе.

Након пиролизе и модификације γ -зрачењем, угљенични материјали су тестирани као адсорбенти за уклањање јона олова (Pb^{2+}) из водених раствора, као и за уклањање органских загађујућих супстанци ВТЕХ (бензен, толуен, етилбензен, *o*-ксилен и *m,p*-ксилен) и пестицида (хлорпирифоса и малатиона). Коришћени су одговарајући кинетички модели за одређивање кинетике и равнотеже процеса адсорпције.

Истраживање је оригинално по томе што је прва таква студија која је истражила коришћење комина шљиве и смокве (које су препознатљиве и врло заступљене на нашем поднебљу) за добијање угљеничних материјала и њихову модификацију γ -зрачењем у контексту заштите животне средине.

На основу опсежног прегледа литературе, може се закључити да се истраживања у оквиру ове докторске дисертације уклапају у светске трендове и указују на значај, оригиналност и актуелност проучаване проблематике, о чему сведочи и више публикованих радова у врхунским међународним часописима.

3.2. Осврт на референтну и коришћену литературу

У литературном прегледу докторске дисертације детаљно су истражена постојећа истраживања у примени угљеничних материјала за адсорпцију полутаната. У оквиру докторске дисертације цитиране су укупно 143 референце, које указују на актуелност истраживања у испитиваној области. Велики број цитираних радова објављених у међународним часописима новијег датума нуди дубок увид у тематику од великог значаја за ову докторску тезу. Ове студије садрже експерименталне резултате више истраживача, комплексну анализу добијених података, разматрање и закључке, као и теоријске основе примењених метода испитивања, истичући њихове предности и ограничења. Истраживања приказана у наведеним референцама су коришћена за анализу и тумачење резултата добијених током израде ове докторске дисертације и доношење закључака.

Кандидат је претражујући и проучавајући савремену литературу значајно проширио своје знање о синтези и модификацији угљеничних материјала, истражујући различите методе њихове карактеризације и ефикасности као адсорбената. Разрадио је целокупну

аналитичку методологију, укључујући дизајнирање експеримента и припрему узорака, детаљну евалуацију резултата и извођење закључака. Из образложења предложене теме докторске дисертације и прегледа коришћене литературе, уочава се да кандидат показује врло добро разумевање предметне области дисертације, као и да је у току са актуелним стањем у овој области.

3.3. Опис и адекватност примењених научних метода

У овој докторској дисертацији примењена је детаљна карактеризација биомасе комине шљиве и смокве техничком, елементарном и хемијском анализом.

Проксимативна анализа (количина влаге, испарљиве материје, фиксни угљеник и пепео) узорака биомасе урађена је према стандардима ASTM (American Society for Testing and Materials). Елементарна анализа (C, N, H и S) је извршена коришћењем Vario EL III CHNS анализатора.

Морфолошке и структурне карактеристике су испитане скенирајућом електронском микроскопијом (SEM), а за одређивање функционалних група на површини комине коришћена је метода инфрацрвене спектроскопије са Фуријеовом трансформацијом (FTIR). Термичка стабилност биомасе испитана је коришћењем метода термичке анализе које обухватају термогравиметријску анализу (eng. *Thermogravimetry analysis*, TGA) и диференцијално термалну анализу (eng. *Differential Thermal Analysis*, DTA). Кинетика термалне деградације и термодинамички параметри биомасе комина шљиве и смокве анализирани су кинетичким методама које се заснивају на варирању брзине загревања и изоконверзионим методама (Kissenger-Akahira-Sunose (KAS), Flynn-Wall-Ozawa (FWO) и Starink).

Након детаљне карактеризације биомасе, урађена је синтеза угљеничних материјала у пећи за пиролизу на различитим температурама. Структура синтетисаних угљеничних материјала је дефинисана одређивањем елементарног састава и помоћу FTIR методе. Карактеризација површине модификованих угљеничних материјала, пре и после адсорпције, је одређена коришћењем SEM и FTIR методе. Синтетисани угљенични материјали су модификовани зрачењем гама зрацима (Co^{60}), различитим дозама зрачења, у ИНН „Винча”. Успешност модификације је проверена карактеризацијом модификованих материјала претходно поменутих методама којима је извршена и карактеризација немодификованих угљеничних материјала.

Садржај јона олова (Pb^{2+}) у воденим растворима пре и после адсорпције је одређен методом индуктивно купловане плазме са оптичком емисионом спектрометријом (енг. *Inductively coupled plasma - optical emission spectrometry*, ICP-OES), док је садржај органских загађујућих супстанци ВТЕХ (бензен, толуен, етилбензен и ксилени) одређен методом гасне хроматографије са пламеним јонизујућим детектором (енг. *Gas Chromatography With Flame Ionization Detection*, GC-FID). Садржај пестицида је одређен методом течне хроматографије (енг. *Ultra-performance liquid chromatography*, UPLC).

3.4. Применљивост остварених резултата

Применљивост резултата ове докторске дисертације на тему истраживања потенцијала отпадне биомасе комина шљиве и смокве огледа се у неколико аспеката:

- Енергетска употреба: Резултати јасно показују да комине шљиве и смокве имају значајан потенцијал као извори биогорива. Висока горња топлотна моћ (енг. *High heat value*, HHV) ових материјала указује на њихову ефикасност у процесима горења, што их чини потенцијалним алтернативама у снабдевању енергијом.
- Адсорпција загађујућих материја: Применом модификованих угљеничних материјала из ових комина показан је њихов значај као ефикасних сорбената за уклањање органских и неорганских загађујућих материја из водених система. Ово има значајне импликације за очување животне средине и управљање отпадом у индустријским процесима.

- Термичка стабилност и кинетичке особине: Истражени параметри термичке стабилности и кинетичких особина пружају важне информације за дизајн и оптимизацију пиролизних реактора. Ови подаци могу служити као основа за развој нових технологија у области термичке обраде биомасе.
- Примена у прехранбеној индустрији: Узимајући у обзир растући интерес за циркуларну економију и одрживо управљање ресурсима, коришћење отпадне биомасе у производњи угљеничних материјала представља значајан напредак у смањењу отпада.
- Будућа истраживања: Добијени резултати стварају могућност за додатна истраживања, посебно у вези са употребом модификованих угљеничних материјала у различитим индустријским и еколошким применама.

Укратко, ови резултати, не само што доприносе науци и технологији у области обновљивих извора енергије и заштите животне средине, већ такође имају потенцијал да утичу на промене у индустријским процесима и економији, пружајући одржива решења за будућност.

3.5. Оцена достигнутих способности кандидата за самостални научни рад

Кандидат Ђурица Катнић, мастер инжењер технологије је показао изузетну способност и стручност током израде своје докторске дисертације. Посвећен је поставци, припреми и успешној реализацији експеримената, активном претраживању савремених литературних извора и вештом коришћењу инструменталних метода, као и компјутерских програма за анализу резултата мерења. Његова евалуација обухвата широк спектар добијених резултата, што говори о разумевању области истраживања. Такође квалитет објављених научних радова указује и на његове вештине писања публикација.

Кандидат показује све неопходне квалитете за самосталан научни рад, укључујући компетентност за решавање нових изазова и проблема. Истикоао је висок степен колегијалности и кооперативности, показујући способност за сарадњу са колегама из различитих области истраживања и са различитим институцијама. Ова докторска дисертација је не само документ изузетног научног усавршавања, већ и показатељ унапређене експертизе у својој области. Комисија је утврдила да кандидат поседује квалитете и способности за самостални научно-истраживачки рад.

4. ОСТВАРЕНИ НАУЧНИ ДОПРИНОС

4.1. Приказ остварених научних доприноса

Крајњи резултат ове докторске дисертације има двоструки значај:

- научни, јер је основа целог рада била разрада метода и поступака у оквиру аналитичке хемије, са посебним акцентом на избор, примену и дефинисање стратегије за развој нових адсорбената;
- практични, јер предложене методе и поступци могу да буду примењени за анализу у реалним узорцима еколошко прихватљивих адсорбената.

Научни допринос ове докторске дисертације се огледа у неколико значајних аспеката који напредују у области хемије угљеничних материјала и њиховој примени за адсорпцију загађујућих материја из водних ресурса, користећи отпадну биомасу комина шљиве и смокве:

- Развој нових угљеничних материјала: У раду су синтетисани нови угљенични материјали коришћењем пиролизе комина шљиве и смокве, што представља напредак у техници развоја природних адсорбената.
- Кинетичка и термодинамичка анализа деградације биомасе: Урађена је детаљна анализа кинетике и термодинамике процеса термичке деградације комина шљиве и смокве, што омогућава боље разумевање механизма деградације и оптимизацију угљеничних материјала.

- Утицај параметара карбонизације на структуру и порозност угљеничних материјала: Истражени су утицаји различитих параметара карбонизације на структуру и порозност синтетисаних угљеничних материјала, што је од значаја за њихове адсорпциона својства.
 - Морфолошка анализа угљеничних материјала: Извршена је детаљна морфолошка анализа нових угљеничних материјала, што је битно за разумевање њихових физичких и хемијских својстава.
 - Утицај гама зрачења на угљеничне материјале: Испитан је утицај гама зрачења на структуру и порозност угљеничних материјала, и добијање модификованих материјала који су показали побољшане адсорпционе перформансе.
 - Развој еколошки прихватљивих адсорбента: Развијени су нови еколошки прихватљиви адсорбенти из комина шљиве и смокве који успешно уклањају различите типове загађујућих материја из воде.
 - Механизам реакције са загађујућим материјама: Дефинисани су механизми реакције јона олова Pb^{2+} , ВТЕХ једињења и пестицида са развијеним угљеничним адсорбентима, што доприноси разумевању њихове адсорпционе способности.
- Ови научни доприноси не само да откривају нова знања у области хемије угљеничних материјала и њихове примене, већ и промовишу одрживо коришћење отпадне биомасе у циљу заштите животне средине и ефикасне употребе ресурса.

4.2. Критичка анализа резултата истраживања

Резултати проистекли из ове докторске дисертације пружају значајне информације о коришћењу отпадне биомасе и њене модификације, карактеризације и примене за даљу употребу.

Утврђивањем својстава и карактеристика отпадне биомасе ствара се могућност за даље добијања материјала жељених својстава. Практичан допринос представља добијање адсорбента од природних материјала и то искључиво од отпадних материјала. Такође, у оквиру дисертације детаљно је анализиран и утврђен утицај модификације зрачењем на узорке пиролизоване комина шљиве и смокве. Аналитичким и инструменталним методама и техникама је уочена разлика у адсорпцији иземђу озрачених и неозрачених узорака отпадне биомасе комина шљиве и смокве.

Детаљно су анализирани механизми и кинетика адсорпције, као и утицај масе на адсорпциони капацитет узорака. На тај начин, ова докторска дисертација представља важан корак ка практичној примени отпадних материјала у процесима пречишћавања вода које садрже органске загађујуће материје и јоне метала и на тај начин отвара могућности за даља шира истраживања и примену уз оптимизацију.

4.3. Верификација научних доприноса

Кандидат Ђурица Катнић је своје резултате истраживања током израде докторске дисертације потврдио објављивањем радова у часописима међународног значаја и саопштењима на научним скуповима међународног и националног значаја. Из дисертације су проистекла три рада објављена у међународним часописима изузетних вредности.

Списак објављених радова и саопштења

Радови у међународним часописима изузетних вредности (M21a)

1. **Ђурица В. Катнић**, Slavica J. Porobić, Ivica Vujčić, Marija M. Kojić, Tamara Lazarević-Pašti, Vedran Milanković, Milena Marinović-Cincović, Dragana Z. Živojinović, Irradiated fig pomace pyrochar as a promising and sustainable sterilized sorbent for water pollutant removal, *Radiation Physics and Chemistry*, Volume 214, January 2024, 111277, <https://doi.org/10.1016/j.radphyschem.2023.111277> (IF2022=2,9; ISSN 0969-806X)
2. **Ђурица Катнић**, Slavica J. Porobić, Tamara Lazarević-Pašti, Marija Kojić, Tamara Tasić, Milena Marinović-Cincović, Dragana Živojinović, Sterilized plum pomace biochar as a low-

cost effective sorbent of environmental contaminants, *Journal of Water Process Engineering*, Volume 56, December 2023, 104487, <https://doi.org/10.1016/j.jwpe.2023.104487> (IF2023=7,0; ISSN 2214-7144)

3. **Đurica Katnić**, Milena Marinović-Cincović, Slavica J. Porobić, Ivica Vujčić, Aleksandra Šaponjić, Biljana Sikirić, Dragana Živojinović, Characterization and kinetics of thermal decomposition behavior of plum and fig pomace biomass, *Journal of Cleaner Production*, Volume 352, June 2022, 131637, <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.131637> (IF2022=11,1; ISSN 0959-6526)

Саопштења са скупа међународног значаја штампана у целини (M33)

1. **Đurica Katnić**, Marija Kojić, Julijana Tadić, Bojana Vasiljević, Milena Marinović Cincović, Aleksandar Krstić, Slavica Porobić, *Adsorption of Pb²⁺ ions on gamma irradiated plum pomace biochar*, 27th International Symposium on Analytical and Environmental Problems, Szeged, Hungary, 2021, pp.156-159.

Саопштења са скупа међународног значаја штампана у изводу (M34)

1. **Đurica Katnić**, Ivica Vujčić, Marija Kojić, Aleksandar Krstić, Milena Marinović-Cincović, Slavica Porobić, *Fig pomace biochar modified using gamma irradiation for Pb²⁺ ions adsorption from aqueous solution*, RAD 2022, Herceg Novi, 2022, pp.43.
2. **Đurica Katnić**, Slavica Porobić, Milena Marinović-Cincović, Ivica Vujčić, Marija Kojić, *Removal of Cd²⁺ ions from aqueous solutions by gamma irradiation activated biochar of plum pomace*, RAD 2022, Herceg Novi, 2022, pp.52.
3. **Đurica Katnić**, Slavica Porobić, Aleksandar Krstić, Jelena Petrović, Marija Kojić, Dragana Živojinović, Milena Marinović-Cincović, *Irradiation modified biochar for heavy metal adsorption in aqueous solution*, X International Conference on Social and Technological Development (STED 2021), Trebinje, 2021, pp.101.
4. **Đurica Katnić**, Milan Milivojević, Aleksandar Marinković, Mirjana Kostić, Jelena Georgijević, Milena Pijović, *Optimization of biocomposite composition for efficient adsorption of nickel (II) ions*, 17th Young Researchers' Conference Materials Science and Engineering, Beograd 2018, pp.84-84.

Саопштење са скупа националног значаја штампано у изводу (M64)

1. **Đurica B. Katnić**, Mina M. Seović, Marija V. Ječmenica Dučić, Aleksandar D. Krstić, *Comparison of two cleanup methods of aliphatic hydrocarbons removal for the determination of PAHs in sludge*, 7th Conference of the young chemists of Serbia Belgrade, 2019.
2. **Đurica Katnić**, Miloš Tošić, Željka Nikolić, Milena Pijović, Ivana Raičević, Boris Rajčić, Gvozden Tasić: *Postupak određivanja sadržaja gasovite faze BTEX jedinjenja (benzen, toluen, etilbenzen, ksileni) sa sorbenta metodom GC-FID*, 8th Symposium Chemistry and Environmental Protection, Kruševac, 2018, pp.201-202.

5. Провера оригиналности докторске дисертације

На основу Правилника о поступку провере оригиналности докторских дисертација које се бране на Универзитету у Београду (Гласник Универзитета у Београду, бр. 204/22. 6. 2018) извршена је провера оригиналности ове докторске дисертације „**Модификација, карактеризација и примена угљеничних материјала добијених карбонизацијом биомасе комина шљиве и смокве**“ кандидата Ђурице Катњић, мастер инжењера технологије, помоћу програма iThenticate. Из налаза у извештају који садржи резултате провере оригиналности а који је достављен 31.5.2024. ментору из матичне установе др Драгани Живојиновић, утврђено је да подударање текста износи 8%.

Овај проценат подударности последица је употребе стручних термина и израза, дефиниција, инструмената, статистичких појмова и једначина, назива метода и њихових скраћеница, ознака елемената и хемикалија, описа стандардних поступака и метода, личних имена, цитата и објашњења појмова који се налазе у наведеној тези.

Део подударности се односи и на претходно публиковане резултате докторандових истраживања у часописима и на конференцијама а који су проистекли из саме дисертације докторанда, што је у складу са чланом 9. поменутог Правилника.

На основу свега изнетог, а у складу са чланом 8. став 2. Правилника о поступку провере оригиналности докторских дисертација које се бране на Универзитету у Београду, изјављујемо да извештај указује на оригиналност докторске дисертације кандидата **Ђурице Катњић**, те се прописани поступак припреме за њену одбрану може наставити.

6. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ

На основу свега изнетог Комисија сматра да докторска дисертација кандидата Ђурице Катњић, мастер инжењер технологије, под називом **„Модификација, карактеризација и примена угљеничних материјала добијених карбонизацијом биомасе комина шљиве и смокве“** представља значајан и оригиналан научни допринос у области хемије, што је потврђено објављивањем радова у међународним часописима изузетних вредности и саопштењима на међународним конференцијама, посебно у области развоја аналитичких метода. Предмет и циљеви истраживања су прецизно дефинисани и успешно остварени. Комисија је установила да је докторска дисертација написана према упутству Универзитета у Београду и мишљења је да испуњава све захтеване критеријуме, као и да је кандидат током израде докторске дисертације показао научно-истраживачку способност, самосталност у раду и креативност у свим фазама истраживања и израде дисертације. Имајући у виду квалитет, обим и научни допринос постигнутих резултата, Комисија предлаже Наставно–научном већу Технолошко–металуршког факултета Универзитета у Београду да се докторска дисертација под називом **„Модификација, карактеризација и примена угљеничних материјала добијених карбонизацијом биомасе комина шљиве и смокве“** кандидата Ђурице Катњић мастер инжењера технологије, прихвати, изложи на увид јавности и да након законски предвиђеног рока упути на коначно усвајање Већу научних области природних наука Универзитета у Београду и да након завршетка ове процедуре позове кандидата на усмену одбрану дисертације пред Комисијом за одбрану докторске дисертације у истом саставу.

У Београду, 28. јуна 2024.

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ

Др Наташа Валентић, ванредни професор
Универзитета у Београду, Технолошко-металуршки факултет

Др Милан Миливојевић, ванредни професор
Универзитета у Београду, Технолошко-металуршки факултет

Др Тамара Лазаревић-Пашти, научни саветник
Универзитета у Београду, Институт за нуклеарне науке „Винча“,
Институт од националног значаја за Републику Србију