

**ТЕХНОЛОШКО-МЕТАЛУРШКИ
ФАКУЛТЕТ**

35/203
(Број захтева)
01.06.2018.
(датум)

**Образац 2
УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
ВЕЋЕ НАУЧНИХ ОБЛАСТИ ТЕХНИЧКИХ
НАУКА**

(назив већа научне области коме се захтев упућује)

Београд, Студентски трг бр. 1

ЗАХТЕВ

за давање сагласности на реферат о урађеној докторској дисертацији

Молимо да, сходно члану 47. ст. 5. тачка 4. Статута Универзитета у Београду (“Гласник Универзитета у Београду” број 162/11, пречишћен текст, 167/12, 172/13 и 178/14), дате сагласност на реферат о урађеној докторској дисертацији кандидата:

Мр БИЉАНЕ (Данко) ЛАЗИЋ, магистра техничких наука из области текстилног инжењерства

КАНДИДАТ: **Мр БИЉАНА (Данко) ЛАЗИЋ** пријавила је докторску дисертацију под називом: „Утицај различитих поступака физичко-хемијског модификовања на структуру и својства влакана лана“

Из научне области: **ХЕМИЈА И ХЕМИЈСКА ТЕХНОЛОГИЈА**

Универзитет је дана **08.07.2013.** године, својим актом **61206-3079/2-13**, дао сагласност на предлог теме докторске дисертације која је гласила:

„Утицај различитих поступака физичко-хемијског модификовања на структуру и својства влакана лана“.

На захтев докторанда и предлог ментора, Наставно-научно веће Факултета донело је Одлуку бр. **35/157** од **26.04.2018.** године о продужењу рока за одбрану докторске дисертације до **30.09.2018.** године.

Комисија за оцену и одбрану докторске дисертације кандидата: **мр БИЉАНЕ (Данко) ЛАЗИЋ** образована је на седници Наставно-научног већа одржаној **26.04.2018.** године Одлуком Факултета под бр. **35/156**, у саставу:

Име и презиме	Звање	Научна област
1. Др Мирјана Костић	Редовни професор	Текстилно инжењерство
2. Др Ковиљка Асановић	Ванредни професор	Текстилно инжењерство
3. Др Биљана Пејић	Научни сарадник и професор струковних студија	Техничко технолошке науке-материјали и хемијске технологије

Наставно-научно веће Факултета прихватило је реферат Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације на седници одржаној дана **31.05.2018.** године.

ДЕКАН ФАКУЛТЕТА

Проф. др Ђорђе Јанаћковић

На основу чл. 123. став 4. Закона о изменама и допунама Закона о високом образовању од 2016. године и чл. 40. Статута ТМФ-а, на седници Наставно-научног већа Технолошко-металуршког факултета од 31.05.2018. године, донета је

О Д Л У К А

о прихватању Реферата о оцени докторске дисертације

Прихвата се Реферат Комисије у саставу: др Мирјана Костић, редовни професор Универзитета у Београду, Технолошко-металуршки факултет, др Ковиљка Асановић, ванредни професор Универзитета у Београду, Технолошко-металуршки факултет, др Биљана Пејић, научни сарадник, професор струковних студија Високе текстилне струковне школе за дизајн, технологију и менаџмент у Београду, о прегледу и оцени урађене докторске дисертације под називом: **„Утицај различитих поступака физичко-хемијског модификовања на структуру и својства влакана лана“** коју је поднела **мр Биљана Лазић**, дипломирани инжењер текстилне технологије и упућује се на сагласност Већу научних области техничких Универзитета у Београду.

Веће научних области техничких наука Универзитета у Београду дало је сагласност на предлог теме докторске дисертације мр Биљане Лазић, под називом „Утицај различитих поступака физичко-хемијског модификовања на структуру и својства влакана лана“ Одлуком број: 61206-3079/2-13 од 08.07.2013. године.

Верификација научних доприноса:

Категорија M21a:

1. **Lazić, B., Pejić, B., Kramar, A., Vukčević, M., Mihajlovski, K., Rusmirović, J., Kostić, M.:** Influence of hemicelluloses and lignin content on structure and sorption properties of flax fibers (*Linum usitatissimum L.*), *Cellulose*, vol.25, no. 1, pp. 697-709, 2018 (**IF(2016)=3,417**) (ISSN 0969-0239).

Kategorija M23:

1. **Lazić, B., Janjić, S., Rijavec, T., Kostić, M.:** Effect of Chemical treatments on the chemical composition and properties of flax fibers, *Journal of the Serbian Chemical Society*, vol. 82, no. 1, pp. 83–97, 2017 (**IF(2016)=0,822**) (ISSN 0352-5139).

Докторска дисертација и реферат о оцени докторске дисертације достављају се на увид јавности, а по истеку рока од 30 дана, на сагласност Већу научних области техничких наука Универзитета у Београду.

Одлуку доставити: Већу научних области техничких наука Универзитета у Београду, ментору, Служби за наставно-студентске послове, Библиотеци и Архиви факултета.

Д Е К А Н

Проф. др Ђорђе Јанаћковић

NASTAVNO-NAUČNOM VEĆU

Predmet: Referat o urađenoj doktorskoj disertaciji kandidata Biljane Lazić

Odlukom br. 35/156 od 26.04.2018. godine imenovani smo za članove Komisije za ocenu i odbranu doktorske disertacije kandidata mr Biljane Lazić, dipl. inž. tehnologije pod nazivom

„Uticaj različitih postupaka fizičko-hemijskog modifikovanja na strukturu i svojstva vlakana lana“

Posle pregleda dostavljene Disertacije i drugih pratećih materijala i razgovora sa Kandidatom, Komisija je sačinila sledeći

REFERAT

1. UVOD

1.1. Hronologija odobravanja i izrade disertacije

- 01.03.2013. Kandidat mr Biljana Lazić, dipl. inž. tehnologije prijavila je temu doktorske disertacije pod nazivom „Uticaj različitih postupaka fizičko-hemijskog modifikovanja na strukturu i svojstva vlakana lana“.
- Napomena:* Kandidat mr Biljana Lazić, dipl. inž. tehnologije je ispunila uslov za prijavu teme, jer je 2006. godine odbranila magistarski rad na Tehnološkom fakultetu Univerziteta u Banjoj Luci.
- 28.03.2013. na sednici Nastavno-naučnog veća Tehnološko-metalurškog fakulteta, Univerziteta u Beogradu doneta je Odluka o imenovanju članova Komisije za ocenu podobnosti teme i kandidata mr Biljane Lazić, dipl. inž. tehnologije pod nazivom „Uticaj različitih postupaka fizičko-hemijskog modifikovanja na strukturu i svojstva vlakana lana“, Odluka br. 35/106 od 02.04.2013.
- 30.05.2013. na sednici Nastavno-naučnog veća Tehnološko-metalurškog fakulteta, Univerziteta u Beogradu doneta je Odluka o prihvatanju Izveštaja Komisije za ocenu naučne zasnovanosti teme i odobrenju izrade doktorske disertacije pod nazivom „Uticaj različitih postupaka fizičko-hemijskog modifikovanja na strukturu i svojstva vlakana lana“, a za mentora je imenovana dr Mirjana Kostić, Odluka br. 35/160 od 30.05.2013.
- 08.07.2013. Veće naučnih oblasti tehničkih nauka Univerziteta u Beogradu donosi odluku po kojoj daje saglasnost na predlog teme doktorske disertacije mr Biljane Lazić, dipl. inž. tehnologije pod nazivom „Uticaj različitih postupaka fizičko-hemijskog modifikovanja na strukturu i svojstva vlakana lana“, Odluka 02 br. 61206-3079/2-13 od 08.07.2013.

- 26.04.2018. na sednici Nastavno-naučnog veća Tehnološko-metalurškog fakulteta, Univerziteta u Beogradu doneta je odluka o imenovanju članova Komisije za ocenu i odbranu doktorske disertacije kandidata mr Biljane Lazić, dipl. inž. tehnologije pod nazivom „Uticaj različitih postupaka fizičko-hemijskog modifikovanja na strukturu i svojstva vlakana lana“, Odluka br. 35/156 od 26.04.2018.
- 26.04.2018. na sednici Nastavno-naučnog veća Tehnološko-metalurškog fakulteta, Univerziteta u Beogradu doneta je i Odluka o produženju roka za odbranu doktorske disertacije do 30.09.2018., Odluka br. 35/157 od 26.04.2018.

1.2. Naučna oblast disertacije

Istraživanja u okviru ove doktorske disertacije pripadaju naučnoj oblasti Hemija i hemijska tehnologija za koju je matična ustanova Tehnološko-metalurški fakultet Univerziteta u Beogradu. Mentor je dr Mirjana Kostić, redovni profesor TMF-a, koja je na osnovu dosadašnjih objavljenih radova i iskustava kompetentna da rukovodi izradom ove doktorske disertacije.

1.3. Biografski podaci o kandidatu

Mr Biljana Lazić, dipl.inž. rođena je 07.05.1974. godine u Prnjavoru, Bosna i Hercegovina, gde je završila osnovnu i srednju školu. Tehnološki fakultet Univerziteta u Banjoj Luci upisala je 1993. godine, a diplomirala je 1998. godine na Odsjeku tekstilnog inženjerstva sa prosečnom ocenom 8,33 i ocenom 10 za diplomski rad. Postdiplomske studije upisala je 2001. godine, takođe na Tehnološkom fakultetu Univerziteta u Banjoj Luci, a magistarsku tezu pod nazivom "Uticaj hemijskog modifikovanja na sorpcijska i mehanička svojstva lanenih vlakana domaćeg podneblja" odbranila je u junu 2006. godine i stekla zvanje magistra tehničkih nauka. U aprilu 2018. godine završila je Specijalizaciju za zdravstvene radnike i zdravstvene saradnike iz oblasti sanitarne hemije na Farmaceutskom fakultetu Univerziteta u Beogradu, čime je stekla naziv specijaliste sanitarne hemije.

Od novembra 1998. godine radila je na Tehnološkom fakultetu Univerziteta u Banjoj Luci u zvanju asistenta, a nakon završetka postdiplomskih studija izabrana je u zvanje višeg asistenta na Odsjeku tekstilnog inženjerstva. Pored izvođenja nastavnog procesa na prethodno pomenutom odsjeku, bila je angažovana i u izvođenju nastavnog procesa u oblasti fundamentalne i primenjene hemije.

U oktobru 2007. godine zasnovala je radni odnos u Institutu za javno zdravstvo Republike Srpske u Službi za sanitarnu hemiju, gde i danas obavlja poslove načelnika i tehničkog rukovodioca laboratorija Službe za sanitarnu hemiju. Aktivno je učestvovala u uspostavljanju sistema kvaliteta u Institutu i laboratorijama ove ustanove, što je imalo za rezultat sertifikaciju Instituta za javno zdravstvo u skladu sa zahtevima standarda BAS EN ISO 9001 i akreditovanje laboratorija u skladu sa zahtevima standarda BAS EN ISO 17 025.

Član je tehničkog komiteta BAS/TC 54, Sigurnost igračaka, proizvoda za djecu i njegu djece u okviru Instituta za standardizaciju Bosne i Hercegovine. Takođe, aktivno je učestvovala u izradi zakonskih i podzakonskih akata Ministarstva zdravlja i socijalne zaštite Republike Srpske, Zakona o hemikalijama, Zakona o biocidima, Zakona o predmetima opšte upotrebe, Pravilnika o metodama ispitivanja svojstava hemikalija, Pravilnika o principima dobre laboratorijske prakse i Pravilnika o klasifikaciji, obilježavanju i pakovanju hemikalija.

Govori, čita i piše engleski jezik.

2. OPIS DISERTACIJE

2.1. Sadržaj disertacije

Doktorska disertacija kandidata mr Biljane Lazić, dipl. inž. tehnologije pisana je na srpskom jeziku i sadrži 195 strana A4 formata, 68 slika, 19 tabela i 324 literaturna navoda. Doktorska disertacija sadrži sledeća poglavlja: *Rezime* (na srpskom i engleskom jeziku), *Uvod*, *Teorijski deo* (Značaj i upotreba lana kroz istoriju, Struktura i svojstva vlakana lana, Reaktivnost celuloze i celuloznih vlakana, Modifikovanje i funkcionalizacija celuloznih materijala), *Eksperimentalni deo* (Materijal i metode, Rezultati i diskusija), *Zaključak*, *Literatura* i *Prilozi*. Prilozi sadrže izjavu o autorstvu, izjavu o istovetnosti štampane i elektronske verzije doktorskog rada i izjavu o korišćenju.

2.2. Kratak prikaz pojedinačnih poglavlja

U uvodnom delu ove doktorske disertacije je prikazan predmet i cilj doktorske disertacije, pri čemu je ukazano na značaj i mogućnosti revitalizacije proizvodnje predivog lana na teritoriji Republike Srpske. Istaknute su različite mogućnosti upotrebe vlakana lana u oblasti tekstila, ali i mogućnost primene vlakana lana, kao jeftinijih i biorazgradivih sorbenata za nova, nekonvencionalna područja.

U *Teorijskom delu* ove doktorske disertacije su sistematizovani najznačajniji literaturni podaci o hemijskom sastavu, strukturi i svojstvima vlakana lana, molekulskoj i nadmolekulskoj strukturi celuloze, kao i reaktivnosti celuloze i celuloznih vlakana. Značajan deo teoretskih razmatranja posvećen je modifikovanju i funkcionalizaciji celuloznih materijala, uključujući postupke fizičkog i hemijskog modifikovanja vlakana lana i mogućnosti primene nemodifikovanih i modifikovanih vlakana lana za sorpciju jona teških metala i dobijanje bioaktivnih (antimikrobnih) vlakana.

Eksperimentalni deo doktorske disertacije je podeljen na dva dela. U prvom delu *Materijal i metode* prikazani su korišćeni materijali (u radu su korišćena vlakna lana izdvojena iz stabljike lana sorte *Venica*, koji je, za potrebe ovog rada, gajen na području Banje Luke u Republici Srpskoj) i hemikalije i detaljno opisane metode za karakterizaciju strukture, fizičko-mehaničkih, elektrokinetičkih, sorpcionih i antimikrobnih svojstava vlakana lana korišćene u ovom radu. Takođe, dati su uslovi postupaka modifikovanja vlakana lana natrijum-hidroksidom, natrijum-hloritom i vodonik-peroksidom, kao i procesa sorpcije jona srebra i jona teških metala. U okviru drugog dela *Rezultati i diskusija* proučavan je efekat uklanjanja pratećih komponenata, tj. hemiceluloza i lignina, na strukturu i svojstva vlakana lana. U tom smislu, polazna i vlakna lana kod kojih su tretmanom sa natrijum-hidroksidom i natrijum-hloritom selektivno uklonjene hemiceluloze, odnosno lignin, okarakterisane su sa aspekta hemijskog sastava, finoće, stepena beline, mehaničkih, elektrokinetičkih i sorpcionih svojstava. Korelacije između strukture i svojstava vlakana lana, uspostavljene na osnovu dobijenih rezultata, iskorišćene su pri analizi i tumačenju rezultata dobijenih modifikovanjem vlakana lana vodonik-peroksidom, s obzirom da tokom ovog tretmana dolazi do istovremenog uklanjanja i hemiceluloza i lignina. Takođe, u ovom delu diskutovane su mogućnosti primene vlakana lana, modifikovanih alkalnim i oksidacionim sredstvima, kao efikasnih sorbenata različitih jona i uticaj pratećih komponenti ovih vlakana (hemiceluloza i lignina) na njihova sorpciona svojstva. S tim u vezi ispitana su sorpciona svojstva polaznih i modifikovanih vlakana lana u odnosu na jone teških metala (Cu^{2+} , Ni^{2+} , Pb^{2+} , Zn^{2+} i Cr^{3+}) i mogućnost njihovog korišćenja za izradu filtera za prečišćavanje vode zagađene teškim metalima. Pored toga, izvršena su ispitivanja sorpcionih svojstva polaznih i modifikovanih vlakana lana i u odnosu na jone srebra (Ag^+), a u cilju dobijanja vlakana sa antimikrobnim svojstvima, koja bi mogla biti korišćena u medicinske svrhe, ali i za prečišćavanje vode od patogenih mikroorganizama. Antimikrobna aktivnost vlakna sa sorbovanim srebrom potvrđena je u odnosu na ispitivane patogene (*Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* i *Candida albicans*). U cilju razjašnjavanja i bližeg definisanja procesa adsorpcije jona olova i srebra uzorcima vlakana lana,

utvrđeni su termohemijski parametri procesa adsorpcije, ispitani su mehanizmi i kinetika adsorpcije i pokazana je veza parametara procesa adsorpcije sa nadmolekulskom strukturom, morfologijom vlakana i hemijom njihove površine.

U poglavlju *Zaključak* su sumirani zaključci izvedeni na osnovu rezultata istraživanja u ovoj doktorskoj disertaciji.

U poglavlju *Literatura* su navedene sve korišćene reference iz oblasti istraživanja.

3. OCENA DISERTACIJE

3.1. Savremenost i originalnost

Saznanja o značaju prirodnih vlakana kao obnovljivih, biodegradabilnih i ekološki prihvatljivih materijala, proširenje područja njihove upotrebe, kao i proširenje upotrebne vrednosti semena lana uticali su da se krajem XX veka obnovi proizvodnja lana u svetu, kao i na našim područjima. U tom kontekstu je lan (*Linum usitatissimum L.*) postao ekonomski i ekološki interesantna industrijska biljka. Razvojem postupaka izdvajanja vlakana iz stabljike, koji su postali ekonomičniji i ekološki prihvatljivi ova vlakna su ponovo postala tržišno veoma zanimljiva i profitabilna. Između ostalog, razlog velikog interesovanja za vlakna lana su i želje potrošača, koji uz uvažavanje modnih trendova teže za upotrebom visokokvalitetnih prirodnih materijala koji se odlikuju dobrim upijanjem vlage, trajnošću, velikom jačinom, lepim sjajem i hladnim opipom zbog čega su naročito ugodna za ljudsko telo i pogodna za izradu letnje odeće. Pored toga, vlakna lana su našla veliku primenu u oblasti tehničkog tekstila i kompozitnih materijala. Zbog izvanrednih fizičko-mehaničkih i hemijskih svojstva vlakna lana se sve više koriste za dobijanje funkcionalnih vlakana specijalnih svojstava. Usled dobre reaktivnosti i prisustva velikog broja funkcionalnih grupa vlakna lana mogu sorbovati različite supstance, kao što su joni teških metala prilikom dekontaminacije vode zagađene teškim metalima, ali i jona i čestica metala sa svrhom dobijanja antimikrobnih vlakana širokog spektra dejstva.

S obzirom na prethodna razmatranja i činjenicu da se predivi lan tradicionalno uzgajao na području Banjalučke regije, poslednjih godina se ponovo vratio interes za gajenje lana na ovom području. Smatra se da gajenje lana na ovom području može biti od velikog privrednog značaja. U okviru ove doktorske disertacije vršena su istraživanja usmerena na utvrđivanje prinosa i karakterisanje vlakana izdvojenih iz stabljike lana sorte *Venica*, koji je gajen na području Banje Luke u Republici Srpskoj. Nakon izdvajanja vlakana iz stabljike lana, vlakna su modifikovana: natrijum-hidroksidom, vodonik-peroksidom i natrijum-hloritom s ciljem uklanjanja pratećih supstanci i dobijanja vlakna izmenjenih karakteristika za različita područja primene. Rezultati navedenih istraživanja omogućili su uspostavljanje korelacije između parametara procesa modifikovanja vlakana, dobijene strukture i svojstava modifikovanih vlakana lana, ali i unapređenje fundamentalnih znanja koja se odnose na reaktivnost celuloze i njenih pratećih komponenti (hemiceluloze, lignin, pektin i dr.), kao i uticaja pratećih komponenti na reaktivnost celuloze.

Prilikom izdvajanja vlakana iz stabljike tekstilnog lana, pored dugih vlakana koja se dalje koriste u tekstilnoj industriji, dobijaju se i kratka, zamršena vlakna koja nemaju značajnu praktičnu primenu i do sada su tretirana kao otpad. U dosadašnjim istraživanjima, lignocelulozni vlaknasti materijali, kao što su vlakna konoplje, jute, kenafa, kokosa i ramije, su se pokazali kao dobri sorbenti jona teških metala iz vode na osnovu čega je zaključeno da bi se kratka i zamršena vlakna lana, koja pripadaju istoj grupi materijala i predstavljaju otpad nakon primarne prerade stabljike lana, mogla koristiti za prečišćavanje vode kontaminirane jonima teških metala.

Osnovni nedostaci do sada korišćenih metoda za uklanjanje teških metala iz vode su visoka cena i problemi vezani za biodegradabilnost sorbenata nakon završene sorpcije. Zbog toga se nastoje

pronaći nekonvencionalne metode uz upotrebu sorbenata na bazi prirodnih, biodegradabilnih materijala. Može se reći da biosorpcija postaje potencijalna alternativa postojećim konvencionalnim tehnologijama za prečišćavanje otpadnih voda, a njene glavne prednosti su visoka efikasnost, niska cena i dostupnost prirodnih sorbenata koji su biodegradabilni i veoma često predstavljaju otpad. U skladu sa navedenim, ispitana je i mogućnost upotrebe vlakana lana za navedenu svrhu, što doprinosi proširenju područja primene, povećanju stepena iskorišćenja i ekonomske isplativosti gajenja lana, a istovremeno ima i veliki ekološki značaj, jer se radi o prirodnom, biodegradabilnom i biokompatibilnom materijalu koji predstavlja jeftin otpad iz primarne prerade.

3.2. Osvrt na referentnu i korišćenu literaturu

U toku izrade doktorske disertacije kandidat je izvršio pregled naučne i stručne literature u vezi sa područjem istraživanja, pri čemu su citirane 324 reference, koje su većinom publikovane u međunarodnim časopisima. Analizirani su radovi iz oblasti celuloze i lignoceluloznih vlakana, uključujući hemijski sastav, strukturu i svojstva vlakana lana, a koji su od značaja za primenu ove vrste vlakana u oblasti tekstila, tehničkih i kompozitnih materijala. Takođe su, u značajnom obimu, pregledani i korišćeni naučni radovi koji prate najnovije trendove u oblasti modifikovanja i funkcionalizacije celuloznih materijala, kao i radovi iz oblasti sorpcije jona metala kako vlaknima lana, tako i ostalim lignoceluloznim materijalima, s posebnim osvrtom na radove koji se odnose na uticaj strukturnih parametara lignoceluloznih materijala na njihova sorpciona svojstva, ispitivanje mehanizma i kinetike sorpcije, kao i termohemijskih parametara procesa sorpcije. U manjem obimu analizirani su i radovi koji se odnose na antimikrobnu aktivnost lignoceluloznih vlakana sa nanetim različitim lekovitim supstancama i jonima srebra, i njihovu potencijalnu primenu. U okviru disertacije dat je potpun kritički literaturni pregled po pojedinim poglavljima fenomena koji su istraživani kao i poređenja dobijenih rezultata sa slično publikovanim rezultatima.

3.3. Opis i adekvatnost primenjenih naučnih metoda

U izradi doktorske disertacije su korišćene adekvatne klasične metode analitičke hemije i hemije makromolekula za karakterisanje celuloze i pratećih komponenti i standardne metode karakterisanja fizičko–mehaničkih i sorpcionih svojstava vlakana. Za karakterizaciju polaznih i modifikovanih vlakana lana, kao i vlakana lana posle sorpcije različitih jona, su korišćene savremene tehnike karakterizacije materijala, FTIR spektroskopija i skenirajuća elektronska mikroskopija (SEM). Elektrokinetička svojstva, odnosno vrednosti zeta potencijala vlakana lana u funkciji od pH, su proučavana pomoću elektrokinetičkog analizatora. Za određivanje koncentracije jona metala pre i posle sorpcije vlaknima lana, korišćena je tehnika atomske apsorpcione spektrofotometrije (AAS). Standardne mikrobiološke metode su korišćene za određivanje antimikrobne aktivnosti *in vitro* a u odnosu na različite patogene mikroorganizme: *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, i *Candida albicans*. Za obradu dobijenih eksperimentalnih podataka su primenjene odgovarajuće statističke metode.

3.4. Primenljivost ostvarenih rezultata

Rezultati dobijeni u okviru ove disertacije predstavljaju značajan doprinos u domenu revitalizacije proizvodnje predivog lana na teritoriji Republike Srpske. Pored toga, istraživanja su omogućila uspostavljanje korelacije između parametara procesa modifikovanja vlakana, hemijskog sastava, dobijene strukture i svojstava modifikovanih vlakana lana, što je od velikog značaja za proširenje oblasti primene lanenih vlakana i unapređenje svojstava gotovih proizvoda.

Značajan deo rezultata obuhvata proučavanje mogućnosti korišćenja netretiranih i modifikovanih kratkih vlakana lana za sorpciju jona teških metala iz vode i iznalaženje optimalnih

uslova modifikovanja vlakana sa obzirom na efikasnost sorpcije. Rezultati su pokazali da bi se kratka, zamršena vlakna lana, koja predstavljaju otpad prilikom izdvajanja vlakana iz stabljike, mogla koristiti kao efikasni sorbenti za izradu filtera za sorpciju jona teških metala iz vodenih rastvora. Primena kratkih, zamršenih vlakana lana imala bi višestruke prednosti, jer se radi o jeftinom sorbentu koji predstavlja otpad nakon izdvajanja vlakana iz stabljike, čime se povećava stepen iskorišćenja i ekonomska isplativost uzgoja lana. Istovremeno primena ovih vlakana ima i veliki ekološki značaj pogotovu što se upotrebom prirodnog, biodegradabilnog materijala rešava problem vezan za biodegradabilnost sorbenata nakon završene sorpcije, što je do sada bio čest nedostatak korišćenih metoda. Takođe, dobijeni rezultati sugerišu da vlakna lana (posebno ona sa niskim sadržajem lignina) sa vezanim jonima srebra, zahvaljujući postignutim antimikrobnim svojstvima, mogu naći primenu u proizvodnji medicinskog tekstila, ali i filtera za prečišćavanje vode od patogenih mikroorganizama.

3.5. Ocena dostignutih sposobnosti kandidata za samostalni naučni rad

Kandidat Biljana Lazić je pokazala stručnost i samostalnost kako u pretraživanju i kritičkoj analizi korišćene literature, tako i u pripremi i izvođenju eksperimenata i obradi i analizi dobijenih rezultata. Na osnovu toga, Komisija smatra da kandidat poseduje sve kvalitete, koji su neophodni za samostalan naučno istraživački rad.

4. OSTVARENI NAUČNI DOPRINOS

4.1. Prikaz ostvarenih naučnih doprinosa

Rezultati istraživanja u okviru ove doktorske disertacije su dali višestruk naučni doprinos, pri čemu se može izdvojiti sledeće:

- Utvrđen prinos i kvalitet vlakana dobijenih preradom stabljike lana sorte *Venica* (Češka) uzgojene na području Banja Luke u Republici Srpskoj;
- Utvrđen uticaj različitih parametara hemijskog modifikovanja natrijum-hidroksidom, vodonik-peroksidom i natrijum-hloritom na strukturu vlakana, stepen uklanjanja pratećih primesa, degradaciju celuloze, a samim tim i na fizičko-mehanička i sorpciona svojstva vlakana;
- Uspostavljene korelacije između parametara procesa modifikovanja vlakana, dobijene strukture i svojstava modifikovanih vlakana lana u cilju utvrđivanja optimalnih uslova modifikovanja, a u zavisnosti od željenih svojstava odnosno namene vlakana lana;
- Unapređena fundamentalna znanja koja se odnose na reaktivnost celuloze i njenih pratećih komponenata (hemiceluloze, lignin, pektin i dr.), kao i uticaja pratećih komponenata na reaktivnost celuloze;
- Određeni optimalni uslovi hemijskog tretmana u cilju što boljeg uklanjanja neceluloznih primesa i dobijanje što čistije i kvalitetnije celuloze;
- Razvijena nova biološki-aktivna vlakna na bazi lana;
- Utvrđena efikasnost sorpcije jona teških metala iz vodenih rastvora netretiranim i hemijski tretiranim vlaknima lana, pri čemu je utvrđen i uticaj primenjenih hemijskih tretmana na sorpciju jona teških metala, što omogućuje određivanje optimalnih uslova modifikovanja u odnosu na vrstu i količinu sorbovanih jona.

4.2. Kritička analiza rezultata istraživanja

Istraživanja u okviru ove doktorske disertacije su zasnovana na značaju prirodnih vlakana kao obnovljivih, biodegradabilnih i ekološki prihvatljivih materijala, ali su i u direktnoj vezi sa svojstvima ovih vlakana i mogućnostima njihove primene u oblasti odevnog tekstila, proizvodnje tehničkog tekstila i izrade kompozitnih materijala. U tom smeru, dobijeni rezultati su, uspostavljanjem korelacije

između parametara procesa modifikovanja vlakana, dobijene strukture i svojstava modifikovanih vlakana lana, omogućili da se u širokom rasponu može uticati na strukturu vlakana, uz mogućnost dobijanja vlakana „željenih” svojstava, za različita područja primene. Pored toga, rezultati ovih istraživanja, u vezi sa mogućnostima izrade filtera za prečišćavanje vode i dobijanjem biološki-aktivnih vlakana, proširili su područje primene vlakana lana, što doprinosi povećanju stepena iskorišćenja i ekonomske isplativosti gajenja lana.

4.3. Verifikacija naučnih doprinosa

Rezultati istraživanja dobijeni u okviru ove doktorske disertacije su potvrđeni objavljivanjem sledećih radova (jedan rad u međunarodnom časopisu izuzetnih vrednosti M21a, jedan rad u međunarodnom časopisu M23, jedan rad u istaknutom nacionalnom časopisu M52 i tri saopštenja):

Kategorija M21a (Rad objavljen u međunarodnom časopisu izuzetnih vrednosti)

1. **Lazić, B.,** Pejić, B., Kramar, A., Vukčević, M., Mihajlovski, K., Rusmirović, J., Kostić, M.: Influence of hemicelluloses and lignin content on structure and sorption properties of flax fibers (*Linum usitatissimum L.*), *Cellulose*, vol.25, no. 1, pp. 697-709, 2018 (**IF(2016)=3,417**) (ISSN 0969-0239).

Kategorija M23 (Rad objavljen u međunarodnom časopisu)

1. **Lazić, B.,** Janjić, S., Rijavec, T., Kostić, M.: Effect of Chemical treatments on the chemical composition and properties of flax fibers, *Journal of the Serbian Chemical Society*, vol. 82, no. 1, pp. 83–97, 2017 (**IF(2016)=0,822**) (ISSN 0352-5139).

Kategorija M52 (Rad objavljen u istaknutom nacionalnom časopisu)

1. **Lazić, B.,** Kostić, M., Janjić, S.: Uporedna analiza svojstava različitih sorti lana uzgojenih u okolini Banjaluke, *Glasnik hemičara, tehnologa i ekologa Republike Srpske*, vol. 13, no. str. 31-39, 2017 (ISSN 2232-755X).

Kategorija M33 (Saopštenje sa međunarodnog skupa štampano u celini)

1. **Lazić, B.,** Janjić, S., Mozetić, M., Primc, G., Gorjanc, Adsorption of lead (Pb) on flax fibres treated using classical wet-chemical and dry plasma treatment, *15th Autex World Textile Conference 2015, Proceedings 10_Technical and protective textiles* ID 26, 1-6, Bucharest, Romania, June 10-12, 2015. 1-6

Kategorija M63 (Saopštenje sa nacionalnog skupa štampano u celini)

1. **Lazić, B.,** Janjić, S., Grujić, D., Kostić, M.: Uticaj modifikovanja natrijum-hloritom na hemijski sastav i svojstva lanenih vlakana, *XI Simpozijum "Savremene tehnologije i privredni razvoj"*, Leskovac, 23-24. oktobar 2015, *Zbornik radova* (CD-ROM) str.157-165 (ISBN 978-86-89429-13-8).

Kategorija M64 (Saopštenje sa nacionalnog skupa štampano u izvodu)

1. **Lazić, B.,** Janjić, S., Kostić, M.: Effect of Hydrogen-Peroxide on the Tensile Strength and Whiteness Index of Flax Fibers, *12th Symposium "Novel Technologies and Economics Development"*, Leskovac, October 20-21, 2017, *Book of Abstracts* p.156 (ISBN 978-86-89429-22-0).

5. ZAKLJUČAK I PREDLOG

Na osnovu iznetih podataka, Komisija smatra da doktorska disertacija mr Biljane Lazić, diplomiranog inženjera tehnologije, pod nazivom “Uticaj različitih postupaka fizičko-hemijskog modifikovanja na strukturu i svojstva vlakana lana”, predstavlja značajan i originalan naučni doprinos predmetne oblasti istraživanja, što je potvrđeno objavljivanjem radova u međunarodnim i nacionalnim časopisima i saopštavanjem rezultata na međunarodnim i nacionalnim konferencijama.

Imajući u vidu kvalitet, obim i naučni doprinos postignutih rezultata, Komisija predlaže Nastavno-naučnom veću Tehnološko-metalurškog fakulteta Univerziteta u Beogradu da se doktorska disertacija pod nazivom “Uticaj različitih postupaka fizičko-hemijskog modifikovanja na strukturu i svojstva vlakana lana” kandidata Biljane Lazić prihvati, izloži na uvid javnosti u zakonski predviđenom roku i uputi na konačno usvajanje Veću naučnih oblasti tehničkih nauka Univerziteta u Beogradu, kao i da nakon završetka ove procedure pozove kandidata na usmenu odbranu disertacije, pred Komisijom u istom sastavu.

U Beogradu, 15. 05. 2018.

ČLANOVI KOMISIJE

Dr Mirjana Kostić, redovni profesor
Univerzitet u Beogradu, Tehnološko-metalurški fakultet

Dr Koviljka Asanović, vanredni profesor
Univerzitet u Beogradu, Tehnološko-metalurški fakultet

Dr Biljana Pejić, naučni saradnik, profesor strukovnih studija
Visoke tekstilne strukovne škole za dizajn, tehnologiju i
menadžment u Beogradu