DORADA MEŠAVINE PAMUK/PES KOMBINACIJOM REAKTIVNE SMOLE I HITOZANA

Ivanka Ristić, Aleksandar Zdravković, Aleksandra Mičić, Nebojša Ristić*

Akademija strukovnih studija Južna Srbija,
Odsek za tehnološko umetničke studije, Leskovac
*e-mail: bojana1998@ptt.rs

Naučni rad
UDC: 677.2: 678.6-037.620
doi: 10.5937/tekstind2003022R

Apstrakt: Sklonost tekstilnih materijala da se gužvaju smanjuje se doradnim procesom kada se u amorfnj fazi inkorporiraju umrežena jedinjenja koja poboljšavaju oporavak materijala nakon otklanjanja sile pritiska. Konvencionalna jedinjenja na bazi formaldehida za obradu zbog nepovoljnog delovanja na zdravlje čoveka sve više se supstituišu novim jedinjenjima kao i upotrebom biopolimera. U radu je istraživana mogućnost korišćenja biopolimera hitozana u kombinaciji sa reaktivnom smolom radi poboljšanja fizičkih karakteristika tkanina iz mešavine pamuk/PES. Upotreba hitozana u kombinaciji sa komercijalnim reaktantom poboljšava fizičke karakteristike tkanine, jer se progresivno sa povećanjem koncentracije biopolimera povećava ugao skoka (α_0), kvalitetni broj (K) i jačina na prskanje obrađenih tkanina.

Ključne reči: mešavina pamuk/PES, reaktivna smola, hitozan, ugao skoka, kvalitetni broj.

FINISHING BLEND COTTON/PES BY COMBINATION OF REACTIVE RESIN AND CHITOSAN

Abstract: The tendency of textile materials to crease is reduced by the finishing process when cross-linked compounds are incorporated in the amorphous phase, which improve the recovery of material after the elimination of the pressure load. Because of adverse effects on human health conventional formaldehyde-based processing compounds are increasingly substituted by new compounds and by use of biopolymers. In the paper, examined is the possibility of using the biopolymer chitosan in combination with reactive resin to improve the physical properties of fabrics made of blended cotton/PES. The use of chitosan in combination with commercial reactant improves the physical characteristics of fabrics, because increasing the concentrations of biopolymer progressively increases recovery angle (α_0), quality number (K) and the bursting strength of the treated fabric.

Keywords: cotton/PES blend, reactive resin, chitosan, recovery angle, quality number.

1. UVOD

Mešavine pamuka i poliestra su široko prihvaćene tekstilne tkanine od strane potrošača zbog svojih performansi prilagođenih korisnicima, zbog čega su tekstilni proizvodi iz mešavine pamuk/poliestar veoma zastupljeni na tržištu. Proizvodi mešoviteg sastava imaju niz prednosti u pogledu cene, estetskih, higijenskih i eksploatacionih karakteristika i dužine trajanja, jer se kombinacijom pozitivnih svojstava sintetičkog i prirodnog vlakna poboljšava ukupni kvalitet gotovog

odevnog proizvoda. Poznato je da tkanine sa visokim sadržajem celuloznih vlakana pod spoljnim pritiskom imaju sklonost gužvanja. Zbog toga se tokom zavšne dorade odabranom kombinacijom različitih sredstava za oplemenjivanje unapređuju upotrebna svojstva i produžuje rok upotrebe odeće, poboljšanjem nekih fizičkih karakteristika tkanina, kao što su otpornost na gužvanje i jačina tkanine [1,2]. Savremeni trendovi u oplemenjivanju tekstila promovišu postizanje multifunkcionalnih efekata obradom u jednom kupatilu i upotrebu ekološki bezbednih hemikalija [3]. Obra-

Slika 1: Umrežavanje celuloze sa N, N'-dimetilol-4,5-dihidroksietilen ureom

dom u jednom kupatilu mešavine celuloza/poliestar, osim poboljšane otpornosti na gužvanje, mogu se dobiti proizvodi visoke dodatne vrednosti kao što su antibakterijska i UV zaštita, svojstva mekoće, vodootpornost i olakšana nega [4-7].

Tradicionalna sredstva za doradu protiv gužvanja na bazi formaldehida sadrže metilolne grupe koje reaguju sa hidroksilnim grupama celuloze, umrežavajući makromolekule u amorfnoj oblasti vlakna prema sledećem mehanizmu [8]:

Sredstva na bazi N, N'-dimetilol-4,5-dihidroksietilen uree (DMDHEU) su komercijalno najzastupljeniji proizvodi jer otpornost na gužvanje koja se dobija njihovom primenom je stabilna u uslovima pranja i mokrog čišćenja, jer ugao gužvanja posle 5 minuta nakon 10 ciklusa pranja se smanjuje za 18-22%, a nakon 10 ciklusa mokrog čišćenja 6-9% [9]. Iako u poređenju sa sredstvima za umrežavanje bez formaldehida uzorci dorađenih tkanina imaju veći ugao oporavka i manje skupljanje [10], zbog rizika za zdravlje čoveka (suzenje oči, glavobolje, poteškoće u disanju i pri većim koncentracijama alergijske reakcije na koži) tradicionalna sredstva sa sadržajem formaldehida nalaze se na udaru sve strožih ekoloških propisa. U tom smislu proučava se primena novih smola, polikarboksilnih kiselina i biopolimera u formulaciji rastvora za doradu protiv gužvanja. Ispitani su efekti umrežavanja celuloze pamuka 1,2,3,4-butanetrakarboksilnom kiselinom (BTCA) u prisustvu natrijum hipofosfita (SHP) kao katalizatora [11]. Rezultati su pokazali da tretman sistemom BTCA/SHP ima multifunkcionalni učinak jer pamučna tkanina ima bolju otpornost na gužvanje i piling efekat i sporije sagoreva. Limunska kiselina takođe se izučava kao neformaldehidno sredstvo u doradi protiv gužvanja materijala celuloznog porekla i njihovih mešavina. U nedavno objavljenom radu ispitivana je mogućnost bojenja i antimikrobne i dorade protiv gužvanja jutene tkanine u jednom kupatilu, različitim koncentracijama limunske kiseline (CA) i polietilen glikola (PEG 400) u prisustvu natrijum hipofosfita monohidrata (SHP) kao katalizatora [12]. FTIR analizom utvrđen je mehanizam umrežavanja reakcijom esterifikacije između celuloze jute, limunske kiseline i PEG.

Ugao gužvanja neobrađenog uzorka od 140° povećava se na 230-256°, dok se broj bakterija redukuje od 90-99% u zavisnosti od formulacije rastvora za obradu. Autori u zaključku konstatuju da jednobanjska obrada ima prednosti jer se smanjunju troškovi obrade i povećavaju funkcionalna svojstva jutene tkanine.

Limunska kiselina se smatra efikasnim sredstvom za umrežavanje makromolekula celuloze i moguće požućenje izazvano reakcijom dehidratacije i stvaranjem konjugovanog sistema može se ukloniti procesom beljenja [13]. Dhiman i Chakraborty su nedavno uporedili fizička svojstva dorađene pamučne tkanine upotrebom modifikovanog DMDHEU i limunske kiseline [14]. Brzina oporavka tkanine je najbolja ako se primeni temperatura kondenzacije od 160-180°C, pri većim temperaturama tkanina požućuje i gubi jačinu. Ugao gužvanja tkanine imao je maksimalne vrednosti od 222-263° za tkaninu obrađenu modifikovanim DMDHEU i 199-236° za tkaninu obrađenu limunskom kiselinom, što se tumači većom dužinom lanaca za umrežavanje modifikovanog DMDHEU. Uzorci obrađeni limunskom kiselinom imaju veću propustljivost vazduha, a upotreba omekšivača nije imala uticaja na brzinu oporavka tkanine. Primena biopolimera ima sve veći značaj u oplemenjivanju tekstila zbog multifunkcionalnog učinka i bezbednosti za potrošače. Veoma često u doradnim procesima preporučuje se biopolimer hitozan kao komponenta u formulaciji rastvora za obradu. Hitozan se koristi kao ekološko sredstvo za doradu u procesima bojenja, antistatičke, antibakterijske i dorade protiv gužvanja [15,16]. Istraživan je uticaj hitozana u kombinaciji sa dimetilol etilenureom (DMEU) na fizička svojstva pamučnih tkanina [17]. Uglovi gužvanja pamučne tkanine u suvom i mokrom stanju kao i zadržavanje zatezne čvrstoće se povećavaju pri većim koncentracijama hitozana i većim temperaturama obrade.

Cilj ovog rada je proučavanje mogućnosti primene biopolimera hitozana u kombinaciji sa komercijalnim sredstvom protiv gužvanja radi poboljšanja nekih fizičkih karakteristika tkanine iz binarne mešavine poliestar/pamuk.

2. EKSPERIMENTALNI DEO

2.1. Materijal i metode rada

U eksperimentu je korišćena tkanina - fabrička mešavina pamuk/poliestar (60/40), površinske mase 173 g/m^2 , u prepletaju keper 2/1 Z i gustine po osnovi 37 cm^{-1} i potki 26 cm^{-1} . Tkanina je industrijski pripremljena za bojenje i doradu.

U radu su korišćene hemikalije:

► Sredstvo za doradu protiv gužvanja Neuperm GFN - dimetiloldihidroksietilen urea (DMDHEU), (Karl-Marks Štat, Nemačka),

► Katalizator MG, (Chromos, Hrvatska),

► Hitozan, (Primex, Norveška) sa sledećim karakteristikama: stepen deacetilovanja 96%, viskozitet 102 cP, rastvorljivost 99,9%, sadržaj suve materije 85% i sadržaj pepela 0,1%.

Uzorci tkanine su obrađivani u kupatilu zapremine 200 cm^3 koji sadrži 100 g/dm^3 Neuperma GFN, 20 g/dm^3 Katalizatora MG i određene koncentracije hitozana na temperaturi 30°C u toku 5 minuta, a zatim su ceđeni na laboratorijskom fulardu (upijanje 80%). Postupak je ponovljen dva puta. Oznake uzoraka u zavisnosti od uslova obrade date su u tabeli 1.

Tabela 1: Uslovi obrade i oznake uzoraka

Oznaka uzorka	Koncentracija hitozana (%)	Temperatura kondenzovanja ($^\circ \text{C}$)	Vreme kondenzovanja (min)
0	0	150	5
1,025	0.25	140	5
1,025'	0.25	150	5
1,025''	0.25	160	5
1,05	0.5	140	5
1,05'	0.5	150	5
1,05''	0.5	160	5
1,075	0.75	140	5
1,075'	0.75	150	5
1,075''	0.75	160	5
1,1	1	140	5
1,1'	1	150	5
1,1''	1	160	5
1,2	2	140	5
1,2'	2	150	5
1,2''	2	160	5

0 – tkanina obrađena sa 100 g/dm^3 Neuperma GFN i 20 g/dm^3 Katalizatora MG.

Na dorađenim uzorcima ispitana je otpornost na gužvanje – merenjem ugla gužvanja nakon 5 i 60 minuta i izračunavanjem ugla skoka i kvalitetnog broja za oba sistema žica u skladu sa standardom SRPS. F.S2.018 [18]. Osim otpornosti na gužvanje ispitane su i sledeće fizičke karakteristike uzoraka: dimenzionalna stabilnost (skupljanje) prema standardu SRPS. F.S2.020 – metoda C i jačina na prskanje prema standardu SRPS. F.S2.022, na dinamometru KOVOSTAV USTIN TYP-3/98560, Češka. Prema AATCC Test metodu 39-1980 određeno je vreme kvašenja.

3. REZULTATI I DISKUSIJA

Sklonost materijala da se gužva je važno upotrebno svojstvo koje prevashodno zavisi od nadmolekularne strukture vlakna. Gužvanje nastaje zbog nestabilnih vodoničnih veza u amorfnoj fazi celuloze, koje se prekidaju zbog čega makromolekuli nemaju stabilan položaj. Obrada protiv gužvanja celuloznih materijala i njihovih mešavina nastala je kao posledica želje za poboljšanjem svojstava tekstilnog materijala.

U tabeli 2 prikazani su parametri za ugao gužvanja ($^\circ$) tkanine u pravcu osnove i potke, kao i izračunate vrednosti za ugao skoka (α_0) i kvalitetni broj (K). Na uzorku koji je obrađen konvencionalno, bez dodatka hitozana, izmerena je najmanja vrednost za uglove gužvanja posle 5' i 60' u oba pravca tkanine. Uglovi gužvanja obrađeni rastvorom koji je sadržao reaktivnu smolu i hitozan bili su uvek veći i to progresivno sa povećanjem koncentracije hitozana. Vrednosti za kvalitetni broj i ugao skoka takođe su veće jer proističu iz izmerenih vrednosti za ugao gužvanja. Već pri minimalnoj upotrebljenoj koncentraciji hitozana (0,25%) ugao skoka veći je 2,6 puta, a kvalitetni broj za 2,9 puta u pravcu potke i 2,3 i 2,4 puta u pravcu osnove. Sa povećanjem koncentracije hitozana u tehnološkom rastvoru za obradu, linearno se povećavaju vrednosti ugla skoka (α_0) i kvalitetnog broja (K). Uzorci tkanina obrađivani sa najvećom koncentracijom biopolimera imaju 6,5 puta veći ugao skoka i 9,5 puta veći kvalitetni broj u pravcu potke, i 3,6 i 5,2 u pravcu osnove za temperaturu kondenzacije 140°C .

Interesan i važan je uticaj temperature kondenzacije na vrednosti parametara gužvanja obrađivanih uzoraka, u pravcu osnove i pravcu potke. Sa povećanjem temperature kondenzacije dobijaju se veće vrednosti α_0 i K, jer pri većim temperaturama OH grupe celuloze su više pristupačne i više vezuju hitozan. Povećanje kvalitetnog broja u pravcu osnove sa povećanjem temperature je 160% za $0,75 \text{ g/dm}^3$ hitozana, dok je u pravcu potke maksimalno povećanje 68%. Linearni porast α_0 i K sa povećanjem koncentracije hitozana

na obrađivanim uzorcima nedvosmisleno sugerise da je prisustvo hitozana doprinelo povećanju vrednosti uglova gužvanja i kvalitetnog broja. Hitozan ima jedinstvenu strukturu, sličnoj strukturi celuloze i adhezivnim i vodoničnim vezama fiksira se za površinu obrađene tkanine, ispunjavajući njen porozni sistem. Takođe, makromolekuli hitozana popunjavaju mikro-pore vlakana, gde se formira veliki broj intermolekularnih vodoničnih veza između hidroksilnih i amino grupa hitozana i polarnih grupa molekula vlakana. Ovo jača amorfne oblasti vlakana i smanjuje njihovu pokretljivost, na taj način pružajući tkanini otpornost na bore. Veća količina deponovanog hitozana povećava elastične osobine tkanine i kooperativno sa reaktantom koji ispunjava amorfne delove pamuka doprinosi većem i bržem oporavku nakon otklanjanja opterećenja, i u skladu je sa predhodnim rezultatima [19].

Nanos hitozana pozitivno se odražava na skupljanje tkanina nakon pranja, jer procenat skupljanja obrađenih tkanina rastvorom reaktant/hitozan ima male vrednosti u oba pravca, u odnosu na referentni uzorak (tabela 3). Kod svih uzoraka vrednosti u oba pravca za jednu koncentraciju bile su približne i nisu zavisne od temperature kondenzacije. Sa povećanjem koncentracije hitozana skupljanje je sve manje jer deponovani hitozan dodatno stabilizuje formu

tkanine pri pomeranju niti osnove i potke na račun ispunjenih pora.

Tabela 3: Skupljanje uzoraka u pravcu osnove (So) i potke (Sp)

Oznaka uzoraka	So (%)	Sp (%)
0	-2,65	-3,01
1,025	-2,31	-2,97
1,025'	-2,63	-2,06
1,025"	-2,54	-2,10
1,05	-1,97	-1,98
1,05'	-1,97	-1,52
1,05"	-1,88	-1,48
1,075	-1,64	-1,48
1,075'	-1,31	-1,48
1,075"	-1,30	-1,50
1,1	-0,99	-0,99
1,1'	-0,98	-1,00
1,1"	-0,96	-0,98
1,2	-0,66	-0,49
1,2'	-0,66	-0,51
1,2"	-0,65	-0,47

Tabela 2: Karakteristike tkanina u zavisnosti od uslova obrade

Oznaka uzorka	Ugao gužvanja (°)				Kvalitetni broj, K (%)		Ugao skoka, α ₀ (°)	
	5'		60'					
	o	p	o	p	o	p	o	p
0	41	51	75	81	2,10	4,01	9,06	16,04
1,025	55	73	82	92	5,13	11,62	20,26	40,94
1,025'	61	84	93	101	6,10	16,51	21,25	52,98
1,025"	65	91	100	109	6,83	19,49	22,14	57,95
1,05	68	75	81	105	10,96	10,48	43,86	32,34
1,05'	84	88	98	112	17,28	16,64	57,13	48,15
1,05"	105	110	125	132	26,19	28,41	67,90	69,73
1,075	83	89	94	113	17,64	17,08	60,80	48,99
1,075'	93	94	105	115	22,24	20,15	68,83	56,78
1,075"	112	113	120	140	34,89	28,59	94,21	66,18
1,1	90	92	102	115	20,72	18,69	65,82	52,66
1,1'	95	103	113	118	21,46	26,70	61,55	73,32
1,1"	130	112	145	142	44,27	27,11	98,92	61,87
1,2	92	95	110	116	19,98	20,64	58,85	57,66
1,2'	113	106	136	129	29,84	25,82	71,10	64,87
1,2"	128	117	144	146	42,37	30,31	95,33	67,26

o – osnova; p – potka.

Na slikama 2-6 su date vrednosti za jačinu na prskanje i kvašljivost uzoraka obrađenih bez i u prisustvu različitih koncentracija hitozana.

Kod uzoraka obrađenih rastvorom najmanje koncentracije povećanje iznosi oko 10%. Povećanjem koncentracije hitozana povećava se jačina na prskanje i ima maksimalnu vrednost kod najveće upotrebljene koncentracije hitozana, koja je u odnosu na referetni uzorak veća za 32%. Većina uzoraka ima veću vrednost jačine na prskanje na većim temperaturama usled boljeg umrežavanja reaktivne smole sa celulozom i verovatno jačeg vezivanja hitozana za strukturu tkanine. Kao i u prethodnim razmatranjima izmerene vrednosti odražavaju kooperativni učinak Neuperma GFN i hitozana koji kao ujednačena prevlaka ispunjava međuprostore između niti tkanine povećavajući njenu jačinu.

Sposobnost kvašenja važan je parametar za mokru doradu tekstila, fiziološke osobine i negu tekstila. To-

Slika 2: Jačina na prskanje i kvašljivost uzoraka obrađenih rastvorom smole i 0,25% hitozana

Slika 3: Jačina na prskanje i kvašljivost uzoraka obrađenih rastvorom smole i 0,5% hitozana

Slika 4: Jačina na prskanje i kvašljivost uzoraka obrađenih rastvorom smole i 0,75% hitozana

Slika 5: Jačina na prskanje i kvašljivost uzoraka obrađenih rastvorom smole i 1% hitozana

Slika 6: Jačina na prskanje i kvašljivost uzoraka obrađenih rastvorom smole i 2% hitozana

kom završne dorade tekstila važno je unaprediti neka svojstva tkanine ali bez prevelikog ugrožavanja postojećih pozitivnih osobina. Na slikama 2-6 prikazane su vrednosti za vreme upijanja vodene kapi. Najmanje vreme tj. najbolju kvašljivost ima referentni uzorak. Vreme upijanja vodene kapi povećava se sa povećanjem koncentracije hitozana, usled hidrofobnih karakteristika hitozana kao i pasiviranja hidroksilnih grupa pamuka angažovanih u povezivanju sa reaktantom i/ili hitozanom.

4. ZAKLJUČAK

Dorada tekstila primenom biorazgradljivih polimera sve više dobija na značaju kao efikasna alternativa konvencionalnim postupcima koji sve više dolaze pod udar ekoloških propisa. Reaktanti za doradu protiv gužvanja mogu biti uzrok alergijskih iritacija kože i zbog toga je težnja da se njihova koncentracija na tekstilu minimizira supstitucijom sa prirodnim polimerima, tako da se postignu efekti koji imaju praktičnu upotrebu i komercijalni značaj.

Na tkanini mešovito g sastava pamuk/poliestar sprovedena je obrada protiv gužvanja kombinacijom komercijalnog reaktanta i biopolimera. Na osnovu dobijenih rezultata i primene hitozana i Neuperma GFN mogu se izvesti sledeći zaključci:

- ◆ Dodatak hitozana u rastvoru za doradu protiv gužvanja poboljšava parametre kvaliteta u odnosu na tradicionalni postupak. Oporavak tkanina nakon uklanjanja opterećenja odvija se brže i u većem obimu, progresivno sa povećanjem koncentracije hitozana. Kod primene minimalne koncentracije ugao skoka α_0 i kvalitetni broj K se povećavaju za oko 2,5 puta, pri temperaturi kondenzacije 140°C, što ukazuje na efikasnost tanke hitozanske naslage u mikropore vlakana i porozni sistem u tkanini. Veće temperature kondenzacije pozitivno utiču na željene efekte.
- ◆ Skupljanje tkanina dodatkom hitozana smanjuje se usled stabilizirajućeg efekta koji se postiže ispunjavanjem poroznog sistema biopolimerom.
- ◆ Jačina tkanine na prskanje povećava se povećanjem koncentracije hitozana i za ispitivano područje ima veće vrednosti za 10-32%.
- ◆ Deponovani hitozan intermolekulskom vodoničnom vezom se vezuje za OH grupe celuloze pamuka zbog čega su pogoršane osobine kvašenja, ali ne u meri da se ugrozi fiziološka udobnost odeće.

- ◆ Temperatura kondenzacije utiče prevashodno na fizičke karakteristike tako da se optimalni balans postiže obično na 150°C.

REFERENCE

- [1] Tania, I. S., Uddin, Md. Z., Chowdhury, K.P. (2018). Investigation on the physical properties of 100% cotton knit fabric by treating with crosslinking agents, *International Journal of Current Engineering and Technology*, 8(2), 322-326.
- [2] Memon, H., Yasin, S., Ali Khoso, N., Memon, S. (2016). Study of wrinkle resistant, breathable, anti-uv nanocoated woven polyester fabric, *Surface Review and Letters*, 23(3), 1-8.
- [3] P, Bajaj, (2001). Eco friendly finishes for textiles, *Indian journal of fibre & textile research*, 26(2), 162-186.
- [4] Ibrahima, N.A., Eida, B.M., Youssefb, M.A., Ibrahima, H.M., Ameenb, H.A., Salah, A.M. (2013). Multifunctional finishing of cellulosic/polyester blended fabrics, *Carbohydrate Polymers*, 97(2), 783-793.
- [5] Fahmya, H.M., Alya, A.A., Amra, A., Sayeda, Sh.M., Rabie, A.M. (2016). SA/TDI/PEG adducts as water repellent finishes for cotton/polyester blended fabric, *Progress in Organic Coatings*, 99(1), 166-172.
- [6] Hassan, M.S., Mousaa, I.M., Ali, N.M. (2015). Multifunction finishing and pigment printing of uv cured cotton/polyester fabrics coated with plasticized epoxy resin/ZnO formulation, *Egyptian Journal Radiation Sciences and Applications*, 28(1-2), 77-91.
- [7] Rafique, S., Parveen, S., Ahmad, B., Hussain, T. (2014). Pigment dyeing and finishing of cotton/polyester fabrics with a modified dihydroxyethyleneurea and various softener treatment, *Life Science Journal*, 11(5), 165-174.
- [8] Dehabadi, V.A., Buschmann, H.J., Gutmann, J. S. (2013). Durable press finishing of cotton fabrics: An overview, *Textile Research Journal*, 83(18), 1974-1995.
- [9] Rijavec, T., Jevšnik, S., Soljačić, I., Tomljenovic, A., Višić, K., Pušić, T. (2015). Physical and chemical effects of washing and wet cleaning on durable press finished cotton fabrics, *Textile Research Journal*, 85(6) 632-645.
- [10] Farzana, N., Naser, A., Haque, Md.A., Islam, Md.A., Smriti, S.A., Siddiq, F. (2017). Comparative enactment of formaldehyde-free and formaldehy-

- de-based cross-linkers on cotton woven fabrics, *Tekstilec*, 60(2), 107-115.
- [11] Aksoy, S.A., Genc, E. (2015). Functionalization of cotton fabrics by esterification cross-linking with 1,2,3,4-butanetetracarboxylic acid (BTCA), *Cellulose Chemistry and Technology*, 49(5-6), 405-413.
- [12] Samanta, A. K., Bhattacharya, K. (2015). Simultaneous dyeing and rot/crease resistance finishing of jute fabric using citric acid and poly ethylene glycol, *Journal of Materials Sciences and Applications*, 1(4), 174-184.
- [13] Sun, G. (2017). Creating novel functions on textiles by applying organic chemistry, *AATCC Review*, 17(3), 38-47.
- [14] Dhiman, G., Chakraborty, J. N. (2017). Assessment of durable press performance of cotton finished with modified DMDHEU and citric acid, *Fashion and Textiles*, 4(18), 1-18.
- [15] Huang, L., Xiao, L., Yang, G. (2018). Chitosan application in textile processing, *Current Trends in Fashion Technology & Textile Engineering*, 4(2), 32-34.
- [16] Park, Y-H., Kang, I-S., Bae, H.S. (2007). Changes in the dyeing of tencel blended fabrics as susceptible functional fiber through chitosan finishing, *Journal of the Korean Society of Clothing Textiles*, 31(12), 1672-1681.
- [17] Yen, M-S., Huang, K-S. (2000). The study of rapid curing crease-resistant processing on cotton fabrics. Part I. The effect of chitosan on the physical properties of processed fabrics, *Journal of Applied Polymer Science*, 78(1), 35-40.
- [18] Ristić, I. (2019). *Ispitivanje tekstila – Praktikum*, Visoka tehnološko umetnička strukovna škola, Leskovac.
- [19] Huang, K-S., Wu, W-J., Chen, J-B., Lian, H-S. (2008). Application of low-molecular-weight chitosan in durable press finishing, *Carbohydrate Polymers*, 73(2), 254-260.

Rad primljen: 01.09.2020.

Rad prihvaćen: 20.09.2020.