

DRAGANA GRUJIĆ^{1*}, ALEKSANDAR SAVIĆ¹, LJILJANA TOPALIĆ-TRIVUNOVIĆ¹, SVJETLANA JANJIĆ¹, MAJA ČIČA¹, MLADEN STANČIĆ¹, MARIJA GORJANC²

¹Univerzitet u Banjoj Luci, Tehnološki fakultet, Banja Luka,
Republika Srpska B&H, ²Univerza v Ljubljani, Naravoslovno-tehniška fakulteta, Ljubljana, Slovenija

Naučni rad

UDC:677.027.423:687.31./36

doi:10.5937/ZasMat1503304G



Zastita Materijala 56 (3)
304 - 314 (2015)

Uticaj upotrebe močila kod bojenja biljnim ekstraktima na stepen obojenja pletenina

IZVOD

U ovom radu je istraživan uticaj upotrebe močila kod bojenja pletenina, bez i sa prethodnom obradom plazmom, ekstraktima biljke Achillea millefolium L. na stepen obojenja. Za istraživanja su korištene tri pletenine od prirodnih vlakana (100 % pamuk, 100 % bambus, 50 % pamuk/50 % bambus), istih konstrukcijskih karakteristika i približno iste površinske mase. Bojenje pletenina ekstraktima biljke Achillea millefolium L. rađeno je na dva načina, koristeći metodu iscrpljenja kupatila, bez i uz dodatak močila 3% KNaC₄H₄O₆ · 4H₂O. Stepen obojenja, različito obrađenih pletenina, ocjenjivan je na osnovu stereomikroskopskih snimaka i CIELAB metodom. Pored ispitivanja stepena obojenja utvrđivano je antimikrobnog dejstva pletenina obrađenih ekstraktima biljke Achillea millefolium L. na bakterije Escherichia coli i Staphylococcus aureus i kvasac Candida albicans koristeći metodu paralelnih linija (ATCC TM 147).

Ustanovljeno je da se kod bojenja pletenina vodenim ekstraktom biljke Achillea millefolium L. uz dodatak 3% KNaC₄H₄O₆ · 4H₂O povećava postojanost obojenja nakon pranja u odnosu na pletenine bojene bez dodatka močila. Rezultati ispitivanja antimikrobnog dejstva pletenina obrađenih vodenim ekstraktom su pokazali da je došlo do povećanja antimikrobnog dejstva nakon pranja kod svih ispitivanih pletenina, s obzirom na bakteriju Escherichia coli, koja se ubraja u grupu rezistentnih bakterija.

Ključne riječi: pletenine, bojenje, ekstrakti biljaka, antimikrobna svojstva, plazma

1. UVOD

Tekstil obojen ekstraktima biljaka pogoduje osjetljivim osobama u borbi protiv raznih vrsta alergija koje izazivaju sintetičke boje. Sam proces bojenja je ekološki čista tehnologija i ekstrakti biljaka se dobijaju iz prirodno obnovljivih izvora [1]. Naše tijelo i odjeća su svakodnevno izloženi uticaju mnogih vrsta mikroorganizama. Odjevni predmeti u kontaktu sa ljudskom kožom predstavljaju idealnu podlogu za rast i razvoj mikroorganizama koji mogu kod čovjeka izazvati iritaciju, preosjetljivost i razne bolesti uzrokovane toksičnim agensima. Kako zbog visokih cijena sintetičkih boja kao i štetnog uticaja procesa bojenja na životnu sredinu, sve više na značaju dobija bojenje tekstila prirodnim bojama. Usljed česte povezanosti pojave alergijskih reakcija i toksičnosti sa upotrebom sintetičkih boja, posljednjih godina mnoge zemlje nameće stroge ekološke standarde. To je znatno povećalo interesovanje za razvoj tehnologija bojenja odjeće prirodnim bojama kompatibilnim sa okolinom i sa dobrim dezodorirajućim svojstvima [2].

*Autor za korespondenciju: Dragana Grujić
E-mail: dragana.grujic@unibl.rs

Rad primljen 09. 04. 2015.

Rad prihvaćen 11. 06. 2015.

Rad je dostupan na sajtu: www.idk.org.rs/casopis

Za aktivaciju površina tekstilnih materijala, kako bi se postiglo što bolje i trajnije vezivanje biljnih ekstrakata, mogu se koristiti specifične fizičke tehnologije, kao što je npr. obrada nisko-temperaturnom plazmom. Tekstilni materijali izloženi dejstvu plazme prolaze hemijske i fizičke transformacije vezane uz hemijske promjene u površinskom sloju, promjene strukture površinskog sloja i promjene fizičkih svojstava površinskog sloja. Djelovanjem plazme na površini vlakana i polimera stvaraju se nove funkcionalne grupe, kao što su –OH, –C=O, –COOH, koje utiču na poboljšanje sposobnosti kvašenja tkanina (hidrofilni efekti) [3-6].

Prema tome, plazma se u prvom redu koristi za površinski obradu materijala, jer se njenim djelovanjem modifikuju samo površinska svojstva do deblijine sloja od svega nekoliko desetaka nanometara, čime osnovna svojstva materijala ostaju gotovo nepromijenjena. Na ovaj se način postiže selektivna modifikacija svojstava vlakana, npr. može se uticati na sposobnost kvašenja i bojenja, adhezijske karakteristike i dr., a što se teško može ostvariti klasičnim hemijskim postupcima bez posljedica na osnovna svojstva tako obrađenih vlakana [7].

Zbog strogih ekoloških standarda, koje uvode mnoge zemlje kao odgovor na toksične i alergijske reakcije koje su povezane sa upotrebom sintetičkih boja, nameće se potreba za iznalaženjem novih

mogućnosti primjene biljnih ekstrakata za bojenje tekstila. Prirodne boje za bojenje tekstila, koje su najčešće vodenici ili alkoholni ekstrakti raznih biljaka, su ekološki povoljnije od njihovih sintetičkih analoga, imaju bolju biorazgradljivost i u principu imaju veću kompatibilnost sa okolinom.

Kada je u pitanju bojivost tekstila, tj. vizuelni doživljaj površine, rezultati refleksione spektroskopije mogu dati određena tumačenja i objašnjenja na osnovu zavisnosti refleksije i parametara K/S od talasne dužine u vidljivom dijelu svjetlosnog spektra. Sirovi neobrađeni uzorak ima najviše vrijednosti refleksije, tj. najmanje vrijednosti za parametar K/S, što govori o njegovoj svjetlijoj nijansi. Iz refleksione krive može se vidjeti da, po pravilu, sa povećanjem koncentracije boje na tekstilnom supstratu kao i kod tamnijih nijansi opada refleksija, tj. remisiona vrijednost svjetlosti [7].

Stepen obojenja uzorka pletenina se analizira spektrofotometrijskim mjerjenjima prije i poslije njihove obrade, te na osnovu podataka za refleksiju (R) izračunava parametar K/S (prinos boja), prema jednačini:

$$K/S = (1 - R)^2 / 2R \quad (1)$$

Razlika boje – ΔE između različito obrađenih uzorka pletenina se određuju na osnovu parametara CIE L* a* b* sistema, prema jednačini:

$$\Delta E = \sqrt{\Delta L^*^2 + \Delta a^*^2 + \Delta b^*^2} \quad (2)$$

gdje je: L* sjajnost boje, a a* i b* koordinate.

Za bojenje tekstila obično se koriste rastvori koji tekstilnom proizvodu daju određeni stepen obojenja, zatim antimikrobni i dezodorirajuća svojstva, UV zaštitu i sl. [8,9]. Boja biljnog ekstrakta i njihov antimikrobni efekat potiče od materija različitog hemijskog sastava. To mogu biti antocijanini, antrahinoni, indikani, flavonoidi i sl.[10].

Antimikrobna završna obrada se generalno primjenjuje u zavisnosti od vrste tekstilnog materijala i može biti: apsorpcija ili površinski tretman, hemijska veza ili mikro-inkapsulacija [11].

Zbog činjenice da biološki aktivne materije iz biljaka mogu usporiti ili sprječiti rast mikroorganizama raste interesovanje i za proučavanje njihove primjene u obradi tekstila [12,13]. Mnogi istraživači su izučavali antibakterijska svojstva biljnih ekstrakata, kao i mogućnosti njihove primjene za bojenje tekstila [14-18].

Međutim, za antimikrobnu obradu odnosno bojenje pletenina vodenim ekstraktom biljke *Achillea millefolium L.* uz dodatak $KNaC_4H_4O_6 \cdot 4H_2O$ u literaturi nema dovoljno podataka. Odatle potiče ideja da se u ovom radu predoče prednosti upotrebe $KNaC_4H_4O_6 \cdot 4H_2O$, kao močila, za povećanje stepena obojenja i njegove postojanosti nakon pranja, kao i antimikrobnog dejstva pletenina obrađenih vodenim ekstraktom biljke *Achillea millefolium L.*

2. EKSPERIMENTALNI DIO

Za istraživanje uticaja upotrebe močila kod bojenja pletenina ekstraktima biljke *Achillea millefolium L.*, bez i sa prethodnom obradom plazmom, na stepen obojenja i antimikrobna svojstva korištene su tri vrste pletenina istih konstrukcionih karakteristika ali različitih sirovinskih sastava. Pletenine su izradene od dvije vrste pređa, čije osnovne karakteristike su date u tabeli 1. Osnovne karakteristike pletenina na kojima je ispitivan stepen obojenja i antimikrobnog dejstva nakon obrade ekstraktima biljke *Achillea millefolium L.*, date su u tabeli 2.

Tabela 1 - Osnovne karakteristike upotrijebljениh pređa

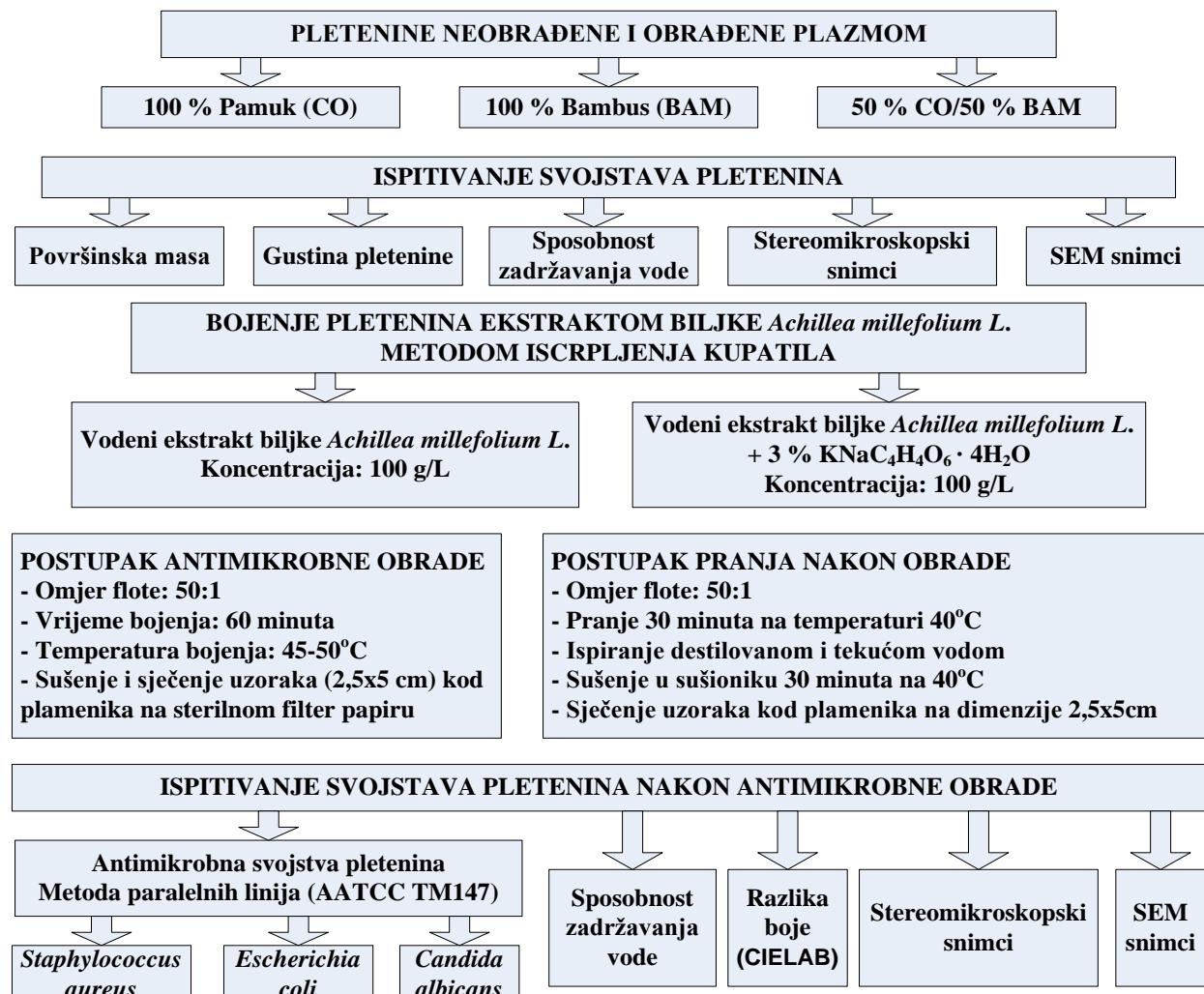
Vrsta pređe	Podužna masa [tex]	Prekidna sila [cN]	Prekidno izduženje [%]	Uvojitoš [m ⁻¹]
Pamuk	28,86	148,2	2,71	642,8
Bambus	30,16	174,5	7,59	206,8

Tabela 2 - Osnovne karakteristike pletenina

Oznaka pletenine	Vrsta prepletaja	Površinska masa [g/m ²]	Gustina[cm ⁻¹]		Sirovinski sastav
			Gv	Gh	
CO	D/L prepletaj	119,89	17	17	100 % pamuk
BAM	D/L prepletaj	117,60	17	17	100 % bambus
CO/BAM	D/L prepletaj	109,15	17	17	50 % pamuk / 50 % bambus

Na slici 1 dat je šematski prikaz toka istraživanja, koji obuhvata faze od izrade pletenina i ispitivanja njihovih svojstava značajnih za proces bojenja, obradu plazmom, različite načine bojenja

ekstraktima biljke *Achillea millefolium L.* metodom iscrpljenja kupatila, do određivanja stepena obojenja odnosno razlike boje, postojanosti obojenja na pranje i antimikrobnog dejstva obrađenih pletenina.



Slika 1 - Plan istraživanja

2.1 Ispitivanje sorpcijskih svojstava pletenina

Kao parametar sorpcijskih svojstava određivana je sposobnost zadržavanja vode neobrađenih i pletenina obrađenih plazmom vodene pare, prije i nakon obrade vodenim ekstraktom biljke *Achillea millefolium L.*

Određivanje sposobnosti zadržavanja vode u pleteninama W_{rv} metodom centrifugiranja izvedeno je prema standardu DIN 53 814 [19]. Sposobnost zadržavanja vode u pleteninama W_{rv} (%) se izračunava prema izrazu:

$$W_{rv} = \frac{m_c - m_{kl}}{m_{kl}} \cdot 100 \quad (3)$$

gdje je:

m_c – masa centrifugiranog uzorka [g],

m_{kl} – masa klimatizovanog uzorka [g].

2.2. Metode obrade pletenina

Za istraživanja su korištene tri pletenine istih konstrukcionih karakteristika, približno iste površinske mase ali različitih sirovinskih sastava (100 % CO, 100 % BAM i 50 % CO/50 % BAM), bez i sa prethodnom obradom plazmom vodene pare. Za antimikrobnu obradu pletenina korišten je voden ekstrakt (infuzum) biljke *Achillea millefolium L.* Koncentracije 100 g/L, koji je pripremljen na slijedeći način: 100 g biljke potopljeno je u 1 L sterilne destilovane vode zagrijane na 65°C i u rastvoru je držana, uz povremeno miješanje, 3 sata. Nakon toga rastvor je profiltriran kroz sterilni filter papir.

Bojenje pletenina vodenim ekstraktom biljke *Achillea millefolium L.* izvođeno je na dva načina, koristeći metodu iscrpljenja kupatila, bez i uz dodatak močila $KNaC_4H_4O_6 \cdot 4H_2O$. Bojenje pletenina je vršeno 60 minuta, uz konstantno miješanje, na temperaturi od 45°C do 50°C. Nakon obrade uzorci pletenina su sušeni kod plamenika na sterilnom filter papiru, sječeni na dimenzije 2,5 x 5 cm i

odlagani u sterilne Petri posude do početka ispitivanja antimikrobnih svojstava.

2.3. Ispitivanje antimikrobnih svojstava pletenina

Ispitivanje antimikrobnog dejstva vodenog ekstrakta biljke *Achillea millefolium L.* na uzorcima pletenina, s obzirom na bakterije *Escherichia coli* i *Staphylococcus aureus* kao i kvasac *Candida albicans*, je vršeno metodom paralelnih linija (AATCC TM 147) [20].

Radna koncentracija bakterijskih vrsta i kvasca bila je 0.5McFarland standarda. Nasijavanje kultura za testiranje odvijalo se slijedećim redoslijedom:

1. Koristeći kalibriranu ezu (10 µL) uronjenu u kulturu, nanešene su četiri paralelne linije sa kraja na kraj petrijevke sa izlivenim Mueller Hinton Agarom (MHA) za bakterijske vrste i Sabouraud Agar (SA) za *Candida albicans*.
2. Tretirana pletenina je stavljena na površinu agarne ploče.
3. Petrijevke su stavljene na inkubaciju 18-24 sata na 37°C.
4. Nakon inkubacije mjerena je zona inhibicije po sljedećoj formuli:

$$Z_i = (T-D) / 2 \text{ (mm)} \quad (4)$$

gdje je:

Z_i – širina zone inhibicije,

T – totalna širina uzorka + zona inhibicije,

D – širina uzorka (mm).

Ukoliko nema zone inhibicije, a nema rasta ispod uzorka, onda se to definiše kao kontaktna inhibicija.

2.4. Ispitivanje postojanosti obojenja na pranje

Ispitivanje postojanosti obojenja na pranje vršeno je prema standardu ISO 105-C10:2006 [21]. Kupka za pranje sadržavala je 5 g/L sapuna, dok je odnos rastvora prema pamučnoj pletenini iznosio 50:1. Uzorci su prani 30 minuta, uz konstantno miješanje, pri temperaturi 40°C. Nakon pranja uzorci su ispirani destilovanom i tekućom vodom. Isprani uzorci su sušeni u sušioniku na sterilnom filter papiru 30 minuta na temperaturi 40°C.

2.5. Stereomikroskopski snimci i

spektrofotometrijska analiza uzoraka

Za prikaz promjene strukture površine i intenziteta obojenja uzorka pletenina, koji su rezultat različitih vrsta obrade vodenim ekstraktom biljke *Achillea millefolium L.*, urađeni su stereomikroskopski snimci sa uvećanjem 30X na uređaju LEICA EZ4D.

Stepen obojenja uzorka pletenina je analiziran na spektrofotometru CM-2600d/2500d prije i poslije obrade plazmom, prije i poslije obrade ekstraktom biljke *Achillea millefolium L.* bez i uz dodatak $\text{KNaC}_4\text{H}_4\text{O}_6 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ i poslije ispitivanja postojanosti obojenja na pranje.

Na osnovu izmјerenih parametara CIE $L^* a^* b^*$ sistema određivana je vrijednost razlike boje - ΔE , različito obrađenih uzoraka pletenina ekstraktima biljke *Achillea millefolium L.* u odnosu na neobrađene i uzorke prethodno obrađene plazmom, prema jednačini (2).

Na osnovu dobijenih vrijednosti za razliku boje – ΔE utvrđivano je koliko se razlikovala reprodukcija boje različito obrađenih uzoraka pletenina (bojenih vodenim ekstraktima *Achillea millefolium L.* bez i uz dodatak $\text{KNaC}_4\text{H}_4\text{O}_6 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, poslije pranja) u odnosu na polazni uzorak (neobrađena pletenina i pletenina obrađena plazmom vodene pare).

3. REZULTATI I DISKUSIJA

Rezultati ispitivanja sposobnosti zadržavanja vode (W_r), kao parametra sorpcijskih svojstava neobrađenih i pletenina obrađenih plazmom, obrađenih vodenim ekstraktom biljke *Achillea millefolium L.* su u tabeli 3. Stereomikroskopski snimci neobrađenih pletenina i pletenina obrađenih plazmom, obrađenih vodenim ekstraktom biljke *Achillea millefolium L.* bez i uz dodatak $\text{KNaC}_4\text{H}_4\text{O}_6 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, kao i poslije pranja prikazani su u tabeli 4.

Tabela 3 - Rezultati ispitivanja sposobnosti zadržavanja vode (W_r) u pleteninama

Vrsta obrade	Vrsta pletenine		
	CO	BAM	CO/BAM
Neobrađen (An)	34,89	70,20	55,84
Neobrađen + vodeni ekstrakt (Bn)	33,37	73,95	53,22
Obrađen plazmom (Ap)	34,86	71,60	52,97
Plazma + vodeni ekstrakt (Bp)	34,99	72,68	53,32

Iz rezultata ispitivanja sposobnosti zadržavanja vode (W_r), tab. 3., se vidi da je najveća izmјerena vrijednost sposobnosti zadržavanja vode za pleteninu BAM. Takođe se može uočiti da je kod pletenine BAM došlo do povećanja sposobnosti zadržavanja vode nakon obrade vodenim ekstraktom biljke *Achillea millefolium L.*, dok je kod pletenine CO i CO/BAM, bez prethodne obrade plazmom, uočeno smanjenje.

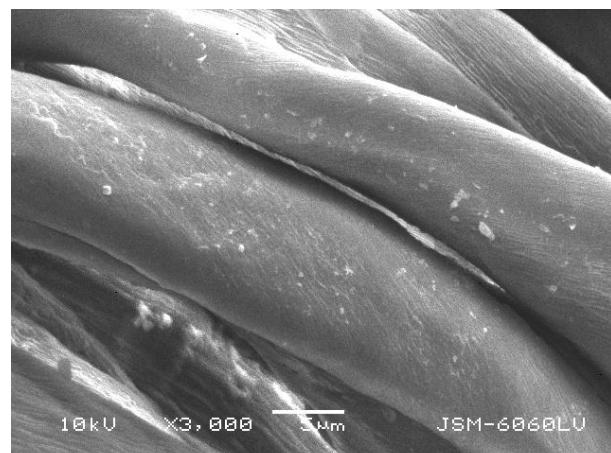
Na osnovu stereomikroskopskih snimaka, tabela 4, može se uočiti da je intenzitet obojenja neobrađenih pletenina veći u odnosu na pletenine prethodno obrađene plazmom vodene pare, nakon obrade vodenim ekstraktom biljke *Achillea millefolium L.*, što je posebno izraženo kod pletenine CO. Takođe se može uočiti da je upotrebom $\text{KNaC}_4\text{H}_4\text{O}_6 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, kao močila, poboljšana postojanost obojenja na pranje u odnosu na uzorke pletenina bojene bez močila.

Tabela 4 - Stereomikroskopski snimci pletenina nakon bojenja i pranja

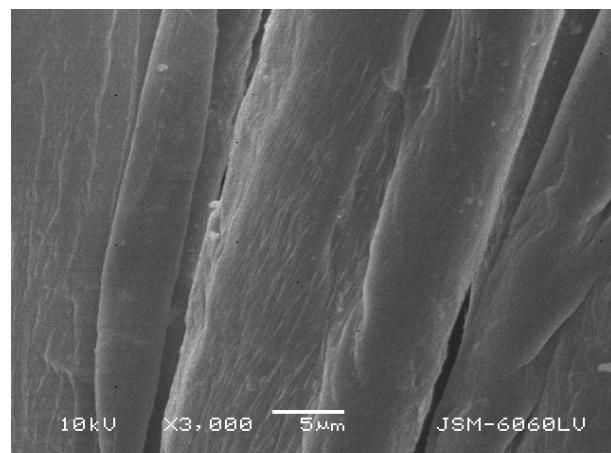
Vrsta obrade	Vrsta pletenine		
	CO	BAM	CO/BAM
Neobrađen (An)			
Obrađen plazmom (Ap)			
Neobrađen + voden ekstrakt <i>Achillea millefolium L</i> (Bn)			
Plazma + voden ekstrakt <i>Achillea millefolium L</i> (Bp)			
Neobrađen + voden ekstrakt + KNaC ₄ H ₄ O ₆ · 4H ₂ O (Cn)			
Plazma + voden ekstrakt + KNaC ₄ H ₄ O ₆ · 4H ₂ O (Cp)			
Neobrađen + voden ekstrakt + pranje (Dn)			
Plazma + voden ekstrakt + pranje (Dp)			
Neobrađen + voden ekstrakt + KNaC ₄ H ₄ O ₆ · 4H ₂ O + pranje (En)			
Plazma + voden ekstrakt + KNaC ₄ H ₄ O ₆ · 4H ₂ O + pranje (Ep)			

U tabeli 5. prikazane su vrijednosti za razliku boje (ΔE), izračunate na osnovu izmjerениh L^* , a^* i b^* koordinata boja, različito obrađenih pletenina vodenim ekstraktima biljke *Achillea millefolium L.* u odnosu na polazni uzorak (neobrađena pletenina ili pletenina obrađena plazmom).

SEM snimci neobrađenih pletenina i plazmom vodene pare obrađenih pletenina CO i BAM prikazani su na slikama 2 i 3.



a) neobrađen



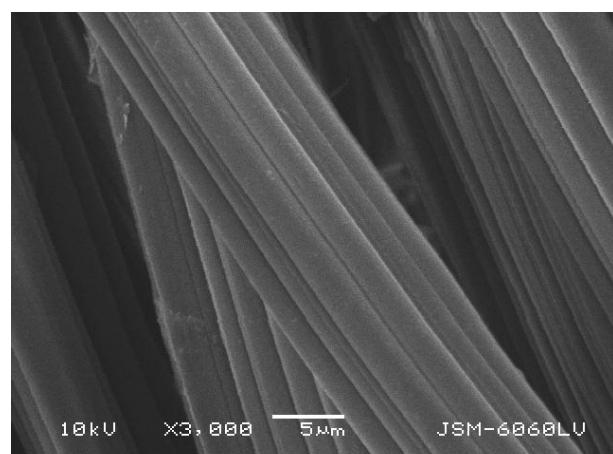
b) obrađen plazmom

Slika 2 - SEM snimci neobrađene i plazmom vodene pare obrađene pletenine CO

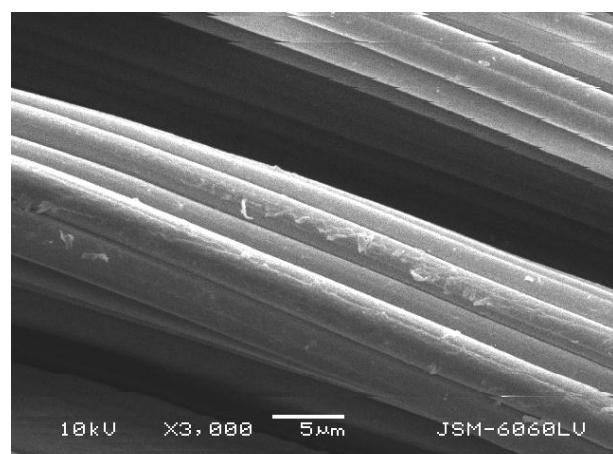
Obradom tekstilnih materijala nisko-temperaturnom plazmom mogu se postići različite modifikacije površine tekstilnih materijala [6]. Na SEM snimku pletenine CO obrađene plazmom vodene pare, slika 2, može se reći da je plazma izvršila čišćenje i

modifikaciju površine koja je uticala na smanjenje parametra sjajnost boje (L) u odnosu na neobrađeni uzorak pletenine. Kod obrade plazmom vodene pare pletenine BAM, slika 3, modifikacija površine je izraženija, što je potvrđeno mjeranjem parametra razlika boje između neobrađene i plazmom obrađene pletenine BAM.

Upoređujući vrijednosti za razliku boje između neobrađenih i pletenina prethodno obrađenih plazmom, nakon bojenja vodenim ekstraktom biljke *Achillea millefolium L.* bez i uz dodatak močila $KNaC_4H_4O_6 \cdot 4H_2O$, tabela 5, uočene su najveće razlike kod pletenine BAM. Te razlike boje se ubrajaju u razlike vidljive za ljudsko oko [22].



a) neobrađen



b) obrađen plazmom

Slika 3 - SEM snimci neobrađene i plazmom vodene pare obrađene pletenine BAM

Tabela 5 - Razlika boje između neobrađenih i plazmom obrađenih pletenina

Obrada	L	a	b	ΔE
Bn (CO)	79,34	1,13	22,49	/
Bp (CO)	76,04	2,10	25,35	3,8435
Cn (CO)	77,97	1,24	25,09	/
Cp (CO)	76,04	2,10	25,35	2,1250
Bn (BAM)	83,26	0,13	16,92	/
Bp (BAM)	79,20	1,16	21,51	6,2139
Cn (BAM)	77,40	1,55	22,10	/
Cp (BAM)	78,37	1,94	27,06	5,0667
Bn (CO/BAM)	82,17	0,73	20,48	/
Bp (CO/BAM)	79,67	0,89	20,61	2,5000
Cn (CO/BAM)	79,82	1,21	24,37	/
Cp (CO/BAM)	77,16	2,01	23,77	2,8419

Bn – neobrađen + vodeni ekstrakt; Cn – neobrađen + vodeni ekstrakt + KNaC₄H₄O₆ · 4H₂O
Bp – plazma + vodeni ekstrakt; Cp – plazma + vodeni ekstrakt + KNaC₄H₄O₆ · 4H₂O

Tabela 6 - Razlika boje za različito obrađenu pleteninu CO i BAM

CO									
Obrada	L	a	b	ΔE	Obrada	L	a	b	ΔE
An	97,39	2,172	-9,304	/	Ap	96,99	1,944	-8,726	/
Bn	79,34	1,134	22,494	36,58	Bp	77,42	0,980	19,168	34,09
Cn	77,97	1,240	25,090	39,51	Cp	76,04	2,100	25,348	40,00
Dn	92,22	-0,458	1,840	12,56	Dp	92,94	0,112	-1,257	8,697
En	81,94	-0,980	17,724	31,29	Ep	83,56	-0,668	14,798	27,22
Bn	79,34	1,134	22,494	/	Bp	77,42	0,980	19,168	/
Cn	77,97	1,240	25,090	2,936	Cp	76,04	2,100	25,348	6,429
Dn	92,22	-0,458	1,840	24,39	Dp	92,94	0,112	-1,257	25,67
En	81,94	-0,980	17,724	5,829	Ep	83,56	-0,668	14,798	7,716
BAM									
Obrada	L	a	b	ΔE	Obrada	L	a	b	ΔE
An	96,27	1,872	-5,732	/	Ap	96,34	1,614	-6,110	/
Bn	83,26	0,130	16,915	26,18	Bp	79,20	1,164	21,512	32,51
Cn	77,39	1,550	22,104	33,63	Cp	78,37	1,940	27,062	37,73
Dn	90,25	-0,865	6,455	13,87	Dp	92,46	0,164	1,238	8,434
En	81,79	-0,924	20,374	29,98	Ep	83,89	-0,628	18,654	27,81
Bn	83,26	0,130	16,915	/	Bp	79,20	1,164	21,512	/
Cn	77,39	1,550	22,104	7,953	Cp	78,37	1,940	27,062	5,666
Dn	90,25	-0,865	6,455	12,62	Dp	92,46	0,164	1,238	24,25
En	81,79	-0,924	20,374	3,899	Ep	83,89	-0,628	18,654	5,772

An - neobrađen
Bn - neobrađen + vodeni ekstrakt
Cn - neobrađen + vodeni ekstrakt + KNaC₄H₄O₆ · 4H₂O
Dn - neobrađen + vodeni ekstrakt + pranje
En - neobrađen + vodeni ekstrakt + KNaC₄H₄O₆ · 4H₂O + pranje

Ap - obrađen plazmom
Bp - plazma + vodeni ekstrakt
Cp - plazma + vodeni ekstrakt + KNaC₄H₄O₆ · 4H₂O
Dp - plazma + vodeni ekstrakt + pranje
Ep - plazma + vodeni ekstrakt + KNaC₄H₄O₆ · 4H₂O + pranje

Tabela 7 - Razlika boje za različito obrađenu pleteninu CO/BAM

CO/BAM									
Obrada	L	a	b	ΔE	Obrada	L	a	b	ΔE
An	96,73	2,120	-8,796	/	Ap	96,64	1,884	-8,360	/
Bn	82,17	0,732	20,484	32,73	Bp	79,67	0,886	20,612	33,59
Cn	79,82	1,210	24,370	37,24	Cp	77,16	2,012	23,772	37,58
Dn	89,79	-1,080	6,518	17,11	Dp	93,77	1,120	-4,066	5,221
En	83,47	-1,266	19,690	31,60	Ep	86,57	0,604	6,562	18,05
Bn	82,17	0,732	20,484	/	Bp	79,67	0,886	20,612	/
Cn	79,82	1,210	24,370	4,564	Cp	77,16	2,012	23,772	4,192
Dn	89,79	-1,080	6,518	16,02	Dp	93,77	1,120	-4,066	28,42
En	83,47	-1,266	19,690	2,515	Ep	86,57	0,604	6,562	15,654
An - neobrađen					Ap - obrađen plazmom				
Bn - neobrađen + vodenim ekstrakt					Bp - plazma + vodenim ekstrakt				
Cn - neobrađen + vodenim ekstrakt + KNaC ₄ H ₄ O ₆ · 4H ₂ O					Cp - plazma + vodenim ekstrakt + KNaC ₄ H ₄ O ₆ · 4H ₂ O				
Dn - neobrađen + vodenim ekstrakt + pranje					Dp - plazma + vodenim ekstrakt + pranje				
En - neobrađen + vodenim ekstrakt + KNaC ₄ H ₄ O ₆ · 4H ₂ O + pranje					Ep - plazma + vodenim ekstrakt + KNaC ₄ H ₄ O ₆ · 4H ₂ O + pranje				

Na osnovu rezultata za razliku boje između pletenina obrađenih vodenim ekstraktom biljke *Achillea millefolium L.* i pletenina obrađenih vodenim ekstraktom uz dodatak KNaC₄H₄O₆ · 4H₂O poslije pranja, tabele 6 i 7, uočeno je da je ta razlika znatno manja u poređenju sa razlikom boje nakon pranja kod pletenina bojenih bez dodatka

KNaC₄H₄O₆ · 4H₂O, što je posebno izraženo kod pletenine CO/BAM. Takođe se može vidjeti, da je stepen obojenja nakon pranja bolji kod pletenina bojenih uz dodatak KNaC₄H₄O₆ · 4H₂O, kako kod neobrađenih tako i kod pletenina prethodno obrađenih plazmom vodene pare.

Tabela 8 - Razlika boje između pletenina različitih sirovinskih sastava

Obrada	L	a	b	ΔE
Bn (CO)	79,34	1,13	22,49	/
Bn (BAM)	83,26	0,13	16,92	6,8903
Bn (CO/BAM)	82,17	0,73	20,48	3,4928
Cn (CO)	77,97	1,24	25,09	/
Cn (BAM)	77,40	1,55	22,10	3,0561
Cn (CO/BAM)	79,82	1,21	24,37	1,9854
Bp (CO)	77,42	0,98	19,17	/
Bp (BAM)	79,20	1,16	21,51	2,9526
Bp (CO/BAM)	79,67	0,89	20,61	2,6802
Cp (CO)	76,04	2,10	25,35	/
Cp (BAM)	78,37	1,94	27,06	2,8905
Cp (CO/BAM)	77,16	2,01	23,77	1,9331
Bn – neobrađen + vodenim ekstrakt; Cn – neobrađen + vodenim ekstrakt + KNaC ₄ H ₄ O ₆ · 4H ₂ O				
Bp – plazma + vodenim ekstrakt; Cp – plazma + vodenim ekstrakt + KNaC ₄ H ₄ O ₆ · 4H ₂ O				

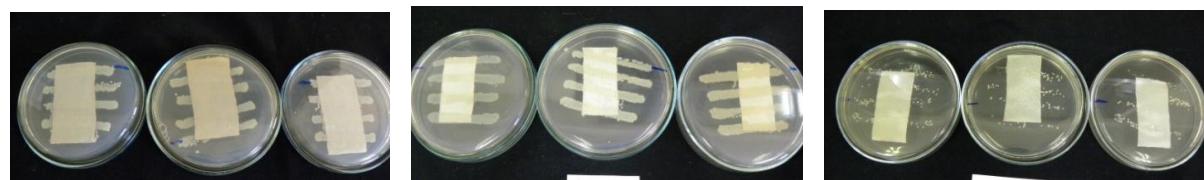
Najznačajnija razlika između pletenina različitih sirovinskih sastava bojenih vodenim ekstraktom biljke *Achillea millefolium L.* bez i uz dodatak KNaC₄H₄O₆ · 4H₂O, tabela 8, uočena je između pletenina CO i BAM obojenih vodenim ekstraktom bez prethodne obrade plazmom (6,89).

Kod pletenina prethodno obrađenih plazmom razlike u boji su manje i kreću se od 1,93 između pletenina CO i CO/BAM obrađenih vodenim ekstraktom uz dodatak KNaC₄H₄O₆ · 4H₂O do 2,95

između pletenina CO i BAM obrađenih vodenim ekstraktom bez dodatka KNaC₄H₄O₆ · 4H₂O.

Sumirajući rezultate za razliku boje može se reći da obrada plazmom vodene pare nije uticala na povećanje stepena obojenja ispitivanih pletenina.

Na slikama 4 i 5 su prikazana ispitivanja antimikrobnog dejstva pletenine BAM obrađene vodenim ekstraktom biljke *Achillea millefolium L.*, bez i uz prethodnu obradu plazmom vodene pare.

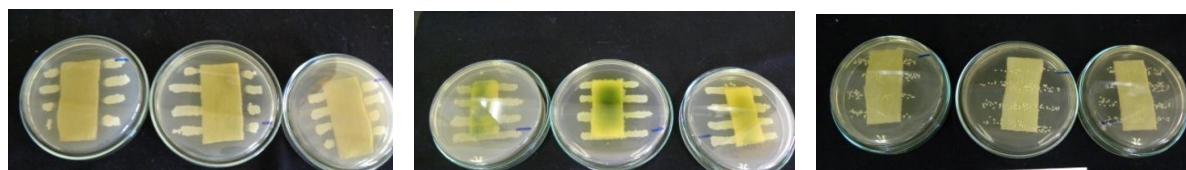


a) *Staphylococcus aureus*
(kontaktna inhibicija)

b) *Escherichia coli*
(nema aktivnosti)

c) *Candida albicans*
(kontaktna inhibicija)

Slika 4 - Antimikrobnna obrada pletenine BAM vodenim ekstraktom biljke *Achillea millefolium L.*, bez prethodne obrade plazmom



a) *Staphylococcus aureus*
(nema aktivnosti)

b) *Escherichia coli*
(nema aktivnosti)

c) *Candida albicans*
(kontaktna inhibicija)

Slika 5 - Antimikrobnna obrada pletenine BAM vodenim ekstraktom biljke *Achillea millefolium L.*, sa prethodnom obradom plazmom

Rezultati ispitivanja antimikrobnog dejstva pletenina obrađenih vodenim ekstraktom biljke *Achillea millefolium L.*, s obzirom na bakterije

Staphylococcus aureus i *Escherichia coli* i kvasac *Candida albicans* dati su u tabeli 9.

Tabela 9 - Rezultati ispitivanja antimikrobnog dejstva pletenina

Obrada	CO		BAM		CO/BAM	
	neobrađen	plazma	neobrađen	plazma	neobrađen	plazma
B	<i>S. aureus</i>	KI	NA	KI	NA	KI
	<i>E. coli</i>	NA	NA	NA	NA	NA
	<i>C. albicans</i>	NA	NA	KI	KI	NA
D	<i>S. aureus</i>	NA	NA	NA	NA	NA
	<i>E. coli</i>	KI	KI	KI	KI	KI
	<i>C. albicans</i>	NA	NA	NA	NA	NA

B - voden ekstrakt; D - voden ekstrakt + pranje; KI - kontaktna inhibicija; NA - nema aktivnosti

Iz rezultata ispitivanja antimikrobnog dejstva pletenina obrađenih vodenim ekstraktom biljke *Achillea millefolium L.*, tabela 9, se vidi da pletenine prethodno obrađene plazmom ne pokazuju antimikrobnu aktivnost s obzirom na bakteriju *Staphylococcus aureus*, dok neobrađene (bez predobrade plazmom) pokazuju kontaktnu inhibiciju kod svih ispitivanih pletenina nakon obrade vodenim ekstraktom.

Ispitivanja antimikrobnih svojstava pletenina obrađenih vodenim ekstraktom biljke *Achillea millefolium L.* s obzirom na bakteriju *Escherichia coli*, su pokazala da ovako obrađene pletenine ne pokazuju nikakvu antimikrobnu aktivnost. Međutim, nakon pranja pletenina obrađenih vodenim ekstraktom zabilježeno je antimikrobeno dejstvo (kontaktna inhibicija) s obzirom na bakteriju *Escherichia coli* kod svih ispitivanih pletenina, bez obzira na predobradu. Objasnjenje za ovu pojavu bi moglo biti da su procesom pranja vjerovatno odstranjene

one komponente ekstrakta koje su blokirale supstance koje imaju antimikrobeno dejstvo s obzirom na bakteriju *Escherichia coli*.

S obzirom na kvasac *Candida albicans* antimikrobeno dejstvo nakon obrade vodenim ekstraktom biljke *Achillea millefolium L.* pokazuje pletenina BAM, bez i sa predobradom plazmom, i pletenina CO/BAM bez predobrade plazmom vodene pare.

Način dobijanja ekstrakta, vrsta ekstrakta, kao i vrsta tekstilnih materijala koji se koriste, utiču na rezultate antimikrobnih testova. Koncentracija antimikrobnih materija u vodenom ekstraktu, kao i količina ekstrakta koju je primio tekstil u ovom eksperimentu, nije dovoljna da bi se pojavila jasna zona inhibicije. Različita istraživanja potvrđuju osjetljivost *Staphylococcus aureus* i drugih gram pozitivnih bakterija na alkoholni ekstrakt *Achillea millefolium L.* [23-25], dok za voden ekstrakt nema dovoljno podataka u literaturi. Kvasnica *Candida albicans* je slabo osjetljiva na većinu biljnih

ekstrakata [26], ali u ovom eksperimentu je uočena kontaktna inhibicija sa pleteninama obrađenim vodenim ekstraktom biljke *Achillea millefolium L.*. To je posebno izraženo kod pletenine BAM.

4. ZAKLJUČAK

Na osnovu rezultata ispitivanja sorpcijskih svojstava pletenina bez i sa predobradom plazmom vodene pare, određivanja stepena obojenja odnosno razlike boje kod različito bojenih pletenina (bez i uz dodatak močila $KNaC_4H_4O_6 \cdot 4H_2O$), kao i ispitivanja antimikrobnog dejstva pletenina različitih sirovinskih sastava obrađenih vodenim ekstraktom biljke *Achillea millefolium L.* ustanovljeno je da:

- Predobrada plazmom vodene pare, kao i obrada vodenim ekstraktom biljke *Achillea millefolium L.* je uticala na povećanje sposobnosti zadržavanja vode (W_{rv}) kod pletenine BAM, tj. aktivacija površine plazmom je dovela do povećanja hidrofilnosti.
- Kod bojenja vodenim ekstraktom biljke *Achillea millefolium L.* stepen obojenja je uglavnom veći kod pletenina koje prethodno nisu obrađene plazmom, što je posebno izraženo kod pletenine CO. Na osnovu stereomikroskopskih snimaka, može se vidjeti da je kod bojenja vodenim ekstraktom uz dodatak močila $KNaC_4H_4O_6 \cdot 4H_2O$ povećana postojanost obojenja nakon pranja.
- Na osnovu izmjerениh parametara L^* , a^* i b^* i izračunatih vrijednosti razlike boje (ΔE) najveće vrijednosti za razliku boje između neobrađenih i pletenina prethodno obrađenih plazmom, nakon bojenja vodenim ekstraktom biljke *Achillea millefolium L.* bez i uz dodatak močila $KNaC_4H_4O_6 \cdot 4H_2O$, uočene su kod pletenine BAM. Takođe je uočeno, da je stepen obojenja nakon pranja bolji kod pletenina bojenih uz dodatak $KNaC_4H_4O_6 \cdot 4H_2O$, kako kod neobrađenih tako i kod pletenina prethodno obrađenih plazmom vodene pare. Najznačajnija razlika između pletenina različitih sirovinskih sastava bojenih vodenim ekstraktom biljke *Achillea millefolium L.* bez i uz dodatak $KNaC_4H_4O_6 \cdot 4H_2O$, uočena je između pletenina CO i BAM obojenih vodenim ekstraktom bez prethodne obrade plazmom (6,89).
- Na osnovu rezultata ispitivanja antimikrobnog dejstva pletenina obrađenih vodenim ekstraktom biljke *Achillea millefolium L.*, s obzirom na bakterije *Staphylococcus aureus* i *Escherichia coli* i kvasac *Candida albicans*, može se reći da predobrada plazmom nije imala značajnog uticaja na poboljšanje antimikrobnog dejstva. Ispitivanja antimikrobnih svojstava pletenina

obrađenih vodenim ekstraktom biljke *Achillea millefolium L.* s obzirom na bakteriju *Escherichia coli* su pokazala da ovako obrađene pletenine ne pokazuju nikakvu antimikrobnu aktivnost. Međutim, nakon pranja pletenina obrađenih vodenim ekstraktom zabilježeno je antimikroerno dejstvo (kontaktna inhibicija) s obzirom na bakteriju *Escherichia coli* kod svih ispitivanih pletenina, bez obzira na predobradu.

5. LITERATURA

- [1] D. Grujić, A. Savić, Lj. Topalić-Trivunović, S. Janjić, S. Jevšnik, D. Jokanović (2013) *Istraživanje uticaja sirovinskog sastava i načina obrade tkanina na njihova antibakterijska svojstva*, Zbornik radova „X Savjetovanje hemičara, tehnologa i ekologa Republike Srbске“, Banjaluka, 398-409.
- [2] L.H. Lee (2009) *Colorimetric assay and antimicrobial activity of cotton, silk and fabrics dyed with Peony, Clove, Coptis chinensis and Gallnut*, Materials, 2, 10-21.
- [3] D. Jocić (2013) *Funkcionalizacija tekstilnih materijala primenom polimernih sistema osjetljivih na spoljne stimulanse*, Savremene tehnologije, 2 (2) 05-14
- [4] S. Ercegović Ražić, R. Čunko (2009) *Modifikacija svojstava tekstilija primjenom plazme*, Tekstil, 58 (3), 55-74
- [5] P. Heikkila et al. (2007) *Textile Application of Atmospheric Plasma Technique*, Tampere University of Technology, Institute of Fibre Materials Science, Tampere, Finland
- [6] R. Shishoo (2007) *Plasma technologies for textiles*, Woodhead Publishing Limited Cambridge, England in association with The Textile Institute, Abington Hall, Abington.
- [7] M.M. Radetić et al. (2005) *Modificiranje vune niskotemperurnom plazmom*, Tekstil, 54 (6), 266-278.
- [8] Đ. Parac-Osterman et al., (2001) *Bojadisanje vune prirodnim bojilima u svjetlu etnografske baštine Like*, Tekstil 50 (7), 339-344.
- [9] S. I. Ali (1993) *Revival of natural dyes in Asia*, J. Soc. Dyers. Color., 109, 13–14.
- [10] H.K. Prabhu et al. (2012) *Plant based natural dyes and mordants: A Review*, J. nat. Prod. Plant Resour., 2 (6), 649-664.
- [11] S. Pannu (2013) *Investigation of Natural Variants for Antimicrobial Finishes in Innerwear - A Review Paper for Promotion of Natural Hygiene in Innerwear*, International Journal of Engineering Trends and Technology, 4 (5), 2168-2171.
- [12] M.S. Joshi et al. (2009) *Ecofriendly antimicrobial finishing of textiles using bioactive agents on natural products*, Indian Journal of Fibre and Textile Research, 34, 295-304.
- [13] C.I. Gouveia (2010) *Nanobiotechnology: A new strategy to develop non-toxic antimicrobial textiles*, Current Research, Technology and education Topics in Applied Microbiology and Microbial Biotechnology, 407-414.

- [14] M.P. Sathianarayanan et al. (2010) *Antibacterial finish for cotton fabric from herbal products*, Indian Journal of Fibre&Textile Research, 35, 50-58.
- [15] M. Mingbo et al. (2013) *Analysis of antibacterial properties of naturally colored cottons*, Textile Research Journal, 83 (5), 462-470.
- [16] S. Ashis Kumaramanta, A. Priti (2009) *Application of natural dyes on textiles*, Indian Journal of Fibre&Textile Research, 34, 384-399.
- [17] K.M. Yousufi (2012) *To study antibacterial activity of Allium sativum, Zingiber officinale and Allium cepa by Kirby-Bauer method*. IOSR Journal of Pharmacy and Biological Science, 4 (5), 6-8.
- [18] D.Grujić et al. (2013) *Textile processing with extract of the plant Yarrow (Achillea millefolium L.) in order to alleviate allergy from the sweat*, Zbornik izvoda radova „Savremeni materijali“, Banja Luka, 90-91.
- [19] DIN 53 814 Bestimmung des Wasserrückhaltevermögens von Fasern und Fadenabschnitten, (1997)
- [20] AATCC TM 147-2011: *Antibacterial Activity Assessment of Textile Materials: Parallel Streak Method*
- [21] ISO 105-C06:2012: *Textiles - Tests fo colour fastness - Part C06: Colour fastness to domestic and commercial laundering*
- [22] M. Stančić, N. Kašiković, D. Novaković, R. Milošević, D. Grujić (2013) Thermal load effect on print quality of ink jet printed textile materials, Journal of Graphic Engineering and Design, 4(2), 27-33
- [23] N. R. Hasson (2011) *Antibacterial activity of water and alcoholic crude extract of flower Achillea millefolium*, Rafidain Journal of Science, 22(3), 11-20.
- [24] H. Tajik et al. (2008) *In vitro assessment of antimicrobial efficacy of alcoholic extract of Achillea millefolium in comparison with penicillin derivates*, Journal of Animal and Veterinari Advances, 7(4), 508-511.
- [25] L. Marghitas et al. (2011) *Antibacterial activity of different plant extracts and phenolic phytochemicals tested on Paenibacillus larvae bacteria*, Animal Science and Biotechnologies, 44(2), 143-152.
- [26] F. G.. G. Nascimento et al. (2000) *Antibacterial activity of plant extracts and phytochemicals on antibiotic-resistant bacteria*, Brazilian Journa of Microbiology, 31(4), 247-256.

ABSTRACT

THE INFLUNCE OF MORDANT USAGE IN DYEING OF KNITTED FABRICS WITH PLANT EXTRACTS ON ITS DEGREE OF COLORATION

In this paper was examined the influence of mordant usage in dyeing of knitted fabrics with plant extracts, with or without plasma pretreatment, on its degree of coloration. Three different fabrics were used (100% cotton, 100% bamboo and 50% cotton/50% bamboo) with same constructional characteristics and roughly with the same surface mass. Knitted fabrics were treated with aqueous plant extract of Achillea millefolium L., by using bath exhaustion method, and with or without 3% KNaC₄H₄O₆ · 4H₂O. The degree of coloration of differently treated knitted fabrics was evaluated with CIELAB method and with stereomicroscop.

Antimicrobial properties of knitted fabrics with plant extract of Achillea millefolium L. were tested on Escherichia coli, Staphylococcus aureus and Candida albicans by using parallel streaking method (AATCC TM 147).

It was found that the dyeing of knitted fabrics with aqueous extract of the plant Achillea millefolium L. with addition of KNaC₄H₄O₆ · 4H₂O caused an increasement of the color fastness after washing compared to knitted fabric dyed without addition of KNaC₄H₄O₆ · 4H₂O. It was also found that the processing with plant extract had a positive impact on Escherichia coli, bacteria known as resistant, but only for knitted fabrics after washing.

Keywords: knitted fabrics, dyeing, plant extracts, antimicrobial properties, plasma treatment.

Scientific paper

Paper received: 09. 04. 2015.

Paper accepted: 11. 06. 2015.

Paper is available on the website: www.idk.org.rs/casopis