

DRAGANA GRUJI <sup>1\*</sup>, LEKSANDAR SAVI <sup>1</sup>, LJILJANA TOPALI -TRIVUNOVI <sup>1</sup>, SVJETLANA JANJI <sup>1</sup>, MAJA I A <sup>1</sup>, MLADEN STAN I <sup>1</sup>, MARIJA GORJANC <sup>2</sup>

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

Nau ni rad

UDC:677.027.423:687.31/36  
doi:10.5937/ZasMat1503304G



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

## Uticaj upotrebe moćila kod bojenja biljnim ekstraktima na stepen obojenja pletenina

### IZVOD

U ovom radu je istraživana upotreba moćila 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. ra eno je na dva na ina, koriste i metodu iscrpljenja kupatila, bez i uz dodatak mo 3%  $KNaC_4H_4O_6 \cdot 4H_2O$ . Step en obojenja, razli ito obra enih pletenina, ocjenjivan je na osnovu stereomikroskopskih snimaka i CIELAB metodom. Pored ispitivanja stepena obojenja utvr ivano je antimikrobno dejstvo pletenina obra enih ekstraktima biljke *Achillea millefolium* L. na bakterije *Escherichia coli* i *Staphylococcus aureus* i kvasac *Candida albicans* koriste i metodu paralelnih linija (AATCC TM 147).

Ustanovljeno je da se kod bojenja pletenina vodenim ekstraktom biljke *Achillea millefolium* L. uz dodatak 3%  $KNaC_4H_4O_6 \cdot 4H_2O$  pove ava postojanost obojenja nakon pranja u odnosu na pletenine bojene bez dodatka mo 3%. Rezultati ispitivanja antimikrobnog dejstva pletenina obra enih vodenim ekstraktom su pokazali da je došlo do pove alo interesovanje za razvoj tehnologija bojenja odje e prirodnim bojama kompatibilnim sa okolinom i sa dobrim dezodoriraju im svojstvima [2].

**Klju ne rije i:** pletenine, bojenje, ekstrakti biljaka, antimikrobna svojstva, plazma

### 1. UVOD

Tekstil obojen ekstraktima biljaka pogoduje osjetljivim osobama u borbi protiv raznih vrsta alergija koje izazivaju sinteti ke boje. Sam proces bojenja je ekološki ista tehnologija i ekstrakti biljaka se dobijaju iz prirodno obnovljivih izvora [1]. Naše tijelo i odje a 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 ovjeka izazvati iritaciju, preosjetljivost i razne bolesti uzrokovane toksi nim agensima. Kako zbog visokih cijena sinteti kih boja kao i štetnog uticaja procesa bojenja na životnu sredinu, sve više na zna aju dobija bojenje tekstila prirodnim bojama. Usljed este povezanosti pojave alergijskih reakcija i toksi nosti sa upotrebom sinteti kih boja, posljednjih godina mnoge zemlje name u stroge ekološke standarde. To je znatno pove alo interesovanje za razvoj tehnologija bojenja odje e prirodnim bojama kompatibilnim sa okolinom i sa dobrim dezodoriraju im svojstvima [2].

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

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

Zbog strogih ekoloških standarda, koje uvode mnoge zemlje kao odgovor na toksi ne i alergijske reakcije koje su povezane sa upotrebom sinteti kih boja, name e se potreba za iznalaženjem novih

\*Autor za korespodenciju: Dragana Gruji  
E-mail: dragana.grujic@unibl.rs

Rad primljen 09. 04. 2015.

Rad prihva en 11. 06. 2015.

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

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

Kada je u pitanju bojevnost 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 neobaraeni 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 uzoraka pletenina se analizira spektrofotometrijskim mjerenjima prije i poslije njihove obrade, te na osnovu podataka za refleksiju (R) izrađuje se parametar K/S (prinos boja), prema jednačini:

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

Razlika boje – E izmeđuje u različitosti obradenih uzoraka pletenina se određuje 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\* i b\* koordinate.

Za bojenje tekstila obično se koriste rastvori koji tekstilnom proizvodu daju određeni stepen obojenja, zatim antimikrobna i dezodorirajuća svojstva, UV zaštitu i sl. [8,9]. Boja biljnog ekstrakta i njihov antimikrobni efekat potječu 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 spriječiti rast mikroorganizama raste interesovanje i za proučavanje njihove primjene u obradi tekstila [12,13]. Mnogi istraživači su izučavali antibakterijska svojstva biljnih ekstrakata, kao i mogu nosti 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 potječe ideja da se u ovom radu predočavaju 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 obradenih 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 izrađene od dvije vrste preplata, čije osnovne karakteristike su date u tabeli 1. Osnovne karakteristike pletenina na kojima je ispitivan stepen obojenja i antimikrobno dejstvo nakon obrade ekstraktima biljke *Achillea millefolium* L., date su u tabeli 2.

Tabela 1 - Osnovne karakteristike upotrijebljenih preplata

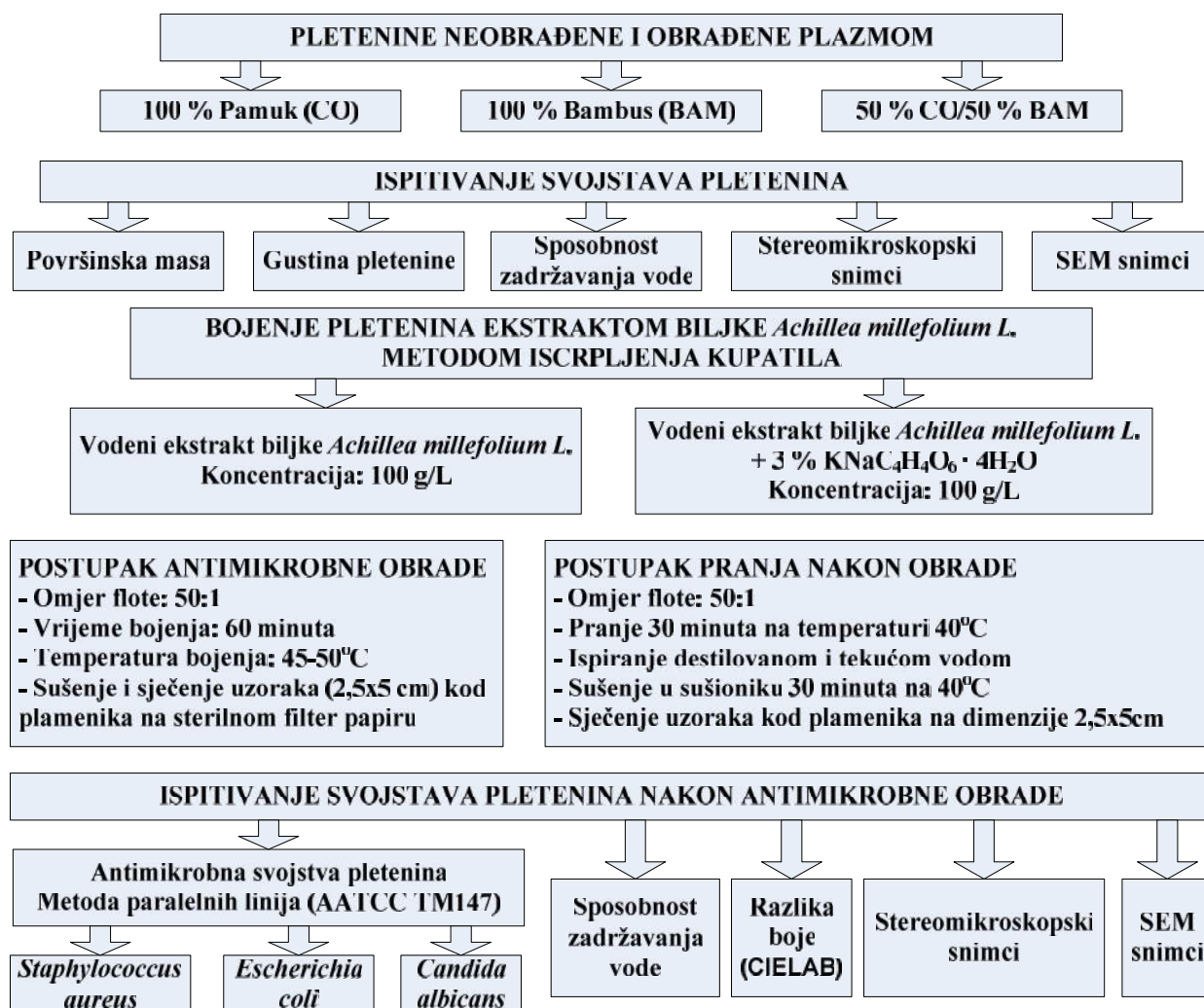
Vrsta preplata	Podužna masa [tex]	Prekidna sila [cN]	Prekidno izduženje [%]	Uvojitost [m <sup>-1</sup> ]
Pamuk	28,86	148,2	2,71	642,8
Bambus	30,16	174,5	7,59	206,8

Tabela 2 - Osnovne karakteristike pletenina

Oznaka pletenine	Vrsta prepletaja	Površinska masa [g/m <sup>2</sup> ]	Gustina [cm <sup>-1</sup> ]		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, različitost bojenja

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



Slika 1 - Plan istraživanja

### 2.1 Ispitivanje sorpcijskih svojstava pletenina

Kao parametar sorpcijskih svojstava određiva-  
na je sposobnost zadržavanja vode neobra-  
đenih 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  
izražava 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  
konstrukcijskih karakteristika, približno iste površin-  
ske 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 vodeni  
ekstrakt (infuzum) biljke *Achillea millefolium L.* Kon-  
centracije 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 to-  
ga rastvor je profiltriran kroz sterilni filter papir.

Bojenje pletenina vodenim ekstraktom biljke  
*Achillea millefolium L.* izvedeno je na dva načina,  
koristeći i metodu iscrpljenja kupatila, bez i uz doda-  
tak 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 po etka 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 0.5 cFarland standarda. Nasijavanje kultura za testiranje odvijalo se slijedećim redoslijedom:

1. Koristeći kalibrisanu 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 *Canida 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 slijedećoj 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 uzoraka, 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 pamu noj 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 uzoraka 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 uzoraka 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 izmjerenih parametara CIE L\* a\* b\* sistema određivana je vrijednost razlike boje - E, različitih obradenih 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 - E utvrđivano je koliko se razlikovala reprodukcija boje različitih obradenih 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 ( $W_{rv}$ ), kao parametra sorpcijskih svojstava neobrađenih i pletenina obrađenih plazmom, obrađenih vodenim ekstraktom biljke *Achillea millefolium* L. su u tabeli 3. Stereomikroskopski snimci neobrađenih 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.






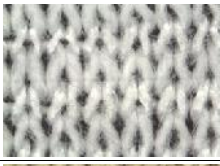















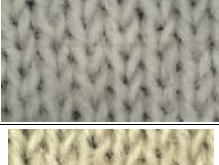








Tabela 3 - Rezultati ispitivanja sposobnosti zadržavanja vode ( $W_{rv}$ ) u pleteninama

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

Iz rezultata ispitivanja sposobnosti zadržavanja vode ( $W_{rv}$ ), tab. 3., se vidi da je najveća izmjerena 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 pletenina CO i CO/BAM, bez prethodne obrade plazmom, uočeno smanjenje.

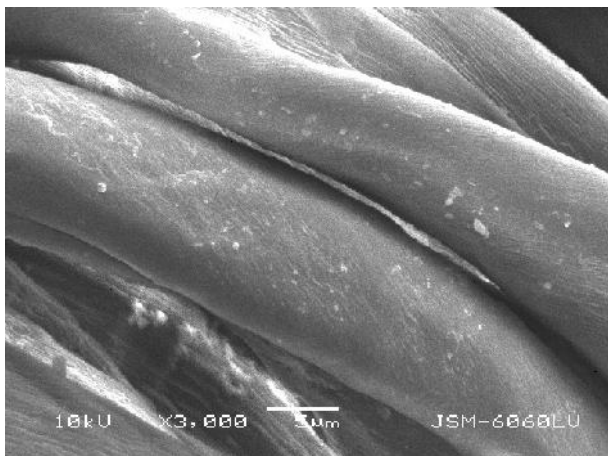
Na osnovu stereomikroskopskih snimaka, tabela 4, može se uočiti da je intenzitet obojenja neobrađenih pletenina veći u odnosu na pletenine prethodno obrađene plazmom vodene pare, nakon obrade vodenim ekstraktom biljke *Achillea millefolium* L., što je posebno izraženo kod pletenine CO. Takođe se može 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

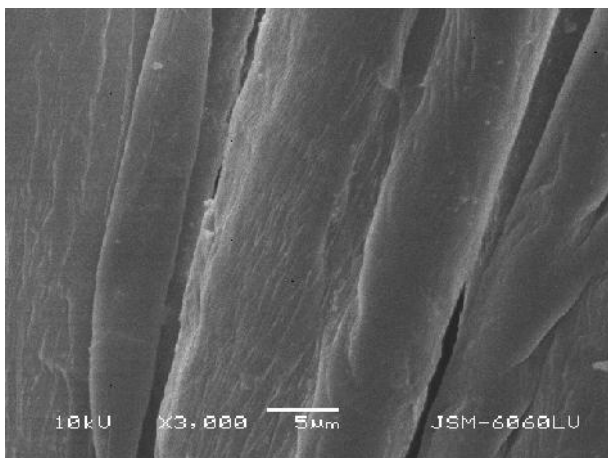
Vrsta obrade	Vrsta pletenine		
	CO	BAM	CO/BAM
Neobrađena (An)			
Obrađena plazmom (Ap)			
Neobrađena + vodeni ekstrakt <i>Achillea millefolium</i> L (Bn)			
Plazma + vodeni ekstrakt <i>Achillea millefolium</i> L (Bp)			
Neobrađena + vodeni ekstrakt + $\text{KNaC}_4\text{H}_4\text{O}_6 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ (Cn)			
Plazma + vodeni ekstrakt + $\text{KNaC}_4\text{H}_4\text{O}_6 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ (Cp)			
Neobrađena + vodeni ekstrakt + pranje (Dn)			
Plazma + vodeni ekstrakt + pranje (Dp)			
Neobrađena + vodeni ekstrakt + $\text{KNaC}_4\text{H}_4\text{O}_6 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ + pranje (En)			
Plazma + vodeni ekstrakt + $\text{KNaC}_4\text{H}_4\text{O}_6 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ + pranje (Ep)			

U tabeli 5. prikazane su vrijednosti za razliku boje ( $\Delta E$ ), izražene na osnovu izmjerenih  $L^*$ ,  $a^*$  i  $b^*$  koordinata boja, različitih obradnih pletenina vodenim ekstraktima biljke *Achillea millefolium* L. u odnosu na polazni uzorak (neobrađena pletenina ili pletenina obradena plazmom).

SEM snimci neobrađene i plazmom vodene pare obradene pletenine CO i BAM prikazani su na slikama 2 i 3.



a) neobrađena



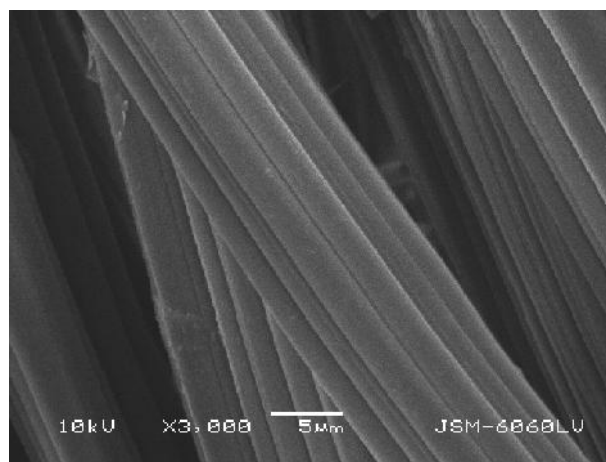
b) obradena plazmom

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

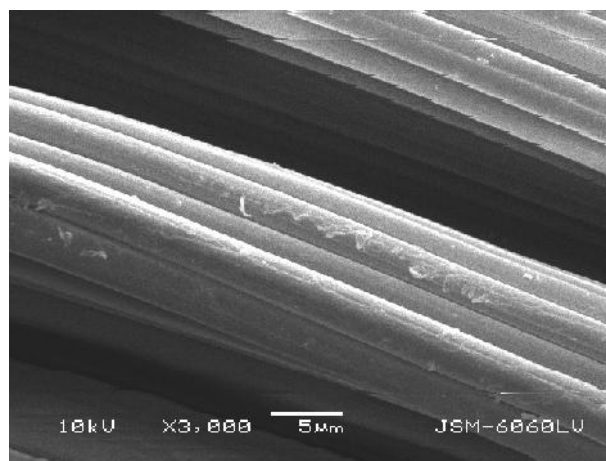
Obradom tekstilnih materijala nisko-temperaturnom plazmom mogu se postići različite modifikacije površine tekstilnih materijala [6]. Na SEM snimku pletenine CO obradene plazmom vodene pare, slika 2, može se reći da je plazma izvršila izmjenu

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

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



a) neobrađena



b) obradena plazmom

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

Tabela 5 - Razlika boje između neobrađenih i plazmom obrađenih pletenina

Obrada	L	a	b	E
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 +  $\text{KNaC}_4\text{H}_4\text{O}_6 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$   
 Bp – plazma + vodeni ekstrakt; Cp – plazma + vodeni ekstrakt +  $\text{KNaC}_4\text{H}_4\text{O}_6 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$

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

CO									
Obrada	L	a	b	E	Obrada	L	a	b	E
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	E	Obrada	L	a	b	E
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					Ap - obrađen plazmom				
Bn - neobrađen + vodeni ekstrakt					Bp - plazma + vodeni ekstrakt				
Cn - neobrađen + vodeni ekstrakt + $\text{KNaC}_4\text{H}_4\text{O}_6 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$					Cp - plazma + vodeni ekstrakt + $\text{KNaC}_4\text{H}_4\text{O}_6 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$				
Dn - neobrađen + vodeni ekstrakt + pranje					Dp - plazma + vodeni ekstrakt + pranje				
En - neobrađen + vodeni ekstrakt + $\text{KNaC}_4\text{H}_4\text{O}_6 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ + pranje					Ep - plazma + vodeni ekstrakt + $\text{KNaC}_4\text{H}_4\text{O}_6 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ + pranje				

Tabela 7 - Razlika boje za različite obrade u plateninu CO/BAM

CO/BAM									
Obrada	L	a	b	E	Obrada	L	a	b	E
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 - neobra en Bn - neobra en + vodeni ekstrakt Cn - neobra en + vodeni ekstrakt + KNaC <sub>4</sub> H <sub>4</sub> O <sub>6</sub> · 4H <sub>2</sub> O Dn - neobra en + vodeni ekstrakt + pranje En - neobra en + vodeni ekstrakt + KNaC <sub>4</sub> H <sub>4</sub> O <sub>6</sub> · 4H <sub>2</sub> O + pranje					Ap - obra en plazmom Bp - plazma + vodeni ekstrakt Cp - plazma + vodeni ekstrakt + KNaC <sub>4</sub> H <sub>4</sub> O <sub>6</sub> · 4H <sub>2</sub> O Dp - plazma + vodeni ekstrakt + pranje Ep - plazma + vodeni ekstrakt + KNaC <sub>4</sub> H <sub>4</sub> O <sub>6</sub> · 4H <sub>2</sub> O + pranje				

Na osnovu rezultata za razliku boje izme u platenina obra enih vodenim ekstraktom biljke *Achillea millefolium* L. i platenina obra enih vodenim ekstraktom uz dodatak KNaC<sub>4</sub>H<sub>4</sub>O<sub>6</sub> · 4H<sub>2</sub>O poslije pranja, tabele 6 i 7, uo eno je da je ta razlika znatno manja u pore enju sa razlikom boje nakon pranja kod platenina bojenih bez dodatka

KNaC<sub>4</sub>H<sub>4</sub>O<sub>6</sub> · 4H<sub>2</sub>O, što je posebno izraženo kod platenine CO/BAM. Tako e se može vidjeti, da je stepen obojenja nakon pranja bolji kod platenina bojenih uz dodatak KNaC<sub>4</sub>H<sub>4</sub>O<sub>6</sub> · 4H<sub>2</sub>O, kako kod neobra enih tako i kod platenina prethodno obra enih plazmom vodene pare.

Tabela 8 - Razlika boje izme u platenina razli itih sirovinskih sastava

Obrada	L	a	b	E
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 – neobra en + vodeni ekstrakt; Cn – neobra en + vodeni ekstrakt + KNaC <sub>4</sub> H <sub>4</sub> O <sub>6</sub> · 4H <sub>2</sub> O Bp – plazma + vodeni ekstrakt; Cp – plazma + vodeni ekstrakt + KNaC <sub>4</sub> H <sub>4</sub> O <sub>6</sub> · 4H <sub>2</sub> O				

Najzna ajnija razlika izme u platenina razli itih sirovinskih sastava bojenih vodenim ekstraktom biljke *Achillea millefolium* L. bez i uz dodatak KNaC<sub>4</sub>H<sub>4</sub>O<sub>6</sub> · 4H<sub>2</sub>O, tabela 8, uo ena je izme u platenina CO i BAM obojenih vodenim ekstraktom bez prethodne obrade plazmom (6,89).

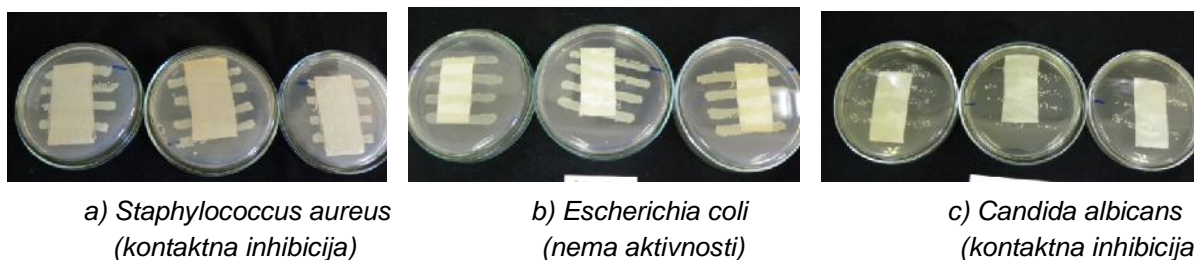
Kod platenina prethodno obra enih plazmom razlike u boji su manje i kre u se od 1,93 izme u platenina CO i CO/BAM obra enih vodenim ekstraktom uz dodatak KNaC<sub>4</sub>H<sub>4</sub>O<sub>6</sub> · 4H<sub>2</sub>O do 2,95

izme u platenina CO i BAM obra enih vodenim ekstraktom bez dodatka KNaC<sub>4</sub>H<sub>4</sub>O<sub>6</sub> · 4H<sub>2</sub>O.

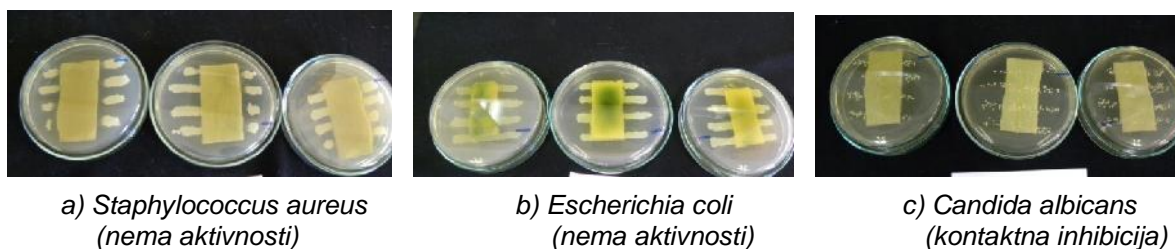
Sumiraju i rezultate za razliku boje može se re i da obrada plazmom vodene pare nije uticala na pove anje stepena obojenja ispitivanih platenina.

Na slikama 4 i 5 su prikazana ispitivanja anti-mikrobnog dejstva platenine BAM obra ene vodenim ekstraktom biljke *Achillea millefolium* L., bez i uz prethodnu obradu plazmom vodene pare.





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



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

Rezultati ispitivanja antimikrobnog dejstva pletenina obrađena 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	
		neobrađena	plazma	neobrađena	plazma	neobrađena	plazma
B	<i>S. aureus</i>	I	N	I	N	I	N
	<i>E. coli</i>	N	N	N	N	N	N
	<i>C. albicans</i>	N	N	I	I	I	N
D	<i>S. aureus</i>	N	N	N	N	N	N
	<i>E. coli</i>	I	I	I	I	I	I
	<i>C. albicans</i>	N	N	N	N	N	N

B- vodeni ekstrakt; D – vodeni ekstrakt + pranje; I – kontaktna inhibicija; NA – nema aktivnosti

Iz rezultata ispitivanja antimikrobnog dejstva pletenina obrađena 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 obrađena 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 obrađena vodenim ekstraktom zabilježeno je antimikrobno dejstvo (kontaktna inhibicija) s obzirom na bakteriju *Escherichia coli* kod svih ispitivanih pletenina, bez obzira na predobradu. Objašnjenje za ovu pojavu bi moglo biti da su procesom pranja vjerovatno odstranjene

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

S obzirom na kvasac *Candida albicans* antimikrobno 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.

Na in 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. Različit istraživanje potvrđuje osjetljivost *Staphylococcus aureus* i drugih gram pozitivnih bakterija na alkoholni ekstrakt *Achillea millefolium L.* [23-25], dok za vodeni ekstrakt nema dovoljno podataka u literaturi. Kvasnica *Candida albicans* je slabo osjetljiva na većinu biljnih

ekstraktata [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, određivanje stepena obojenja odnosno razlike boje kod različitih bojenih pletenina (bez i uz dodatak močila  $\text{KNaC}_4\text{H}_4\text{O}_6 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ), 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 ( $W_v$ ) 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 i 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  $\text{KNaC}_4\text{H}_4\text{O}_6 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  povećana postojanost obojenja nakon pranja.
- Na osnovu izmjerenih parametara  $L^*$ ,  $a^*$  i  $b^*$  i izražene vrijednosti razlike boje ( $\Delta E$ ) najveće vrijednosti za razliku boje izmjerene u neobrađenim i pletenina prethodno obrađenim plazmom, nakon bojenja vodenim ekstraktom biljke *Achillea millefolium* L. bez i uz dodatak močila  $\text{KNaC}_4\text{H}_4\text{O}_6 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ , uočeno je da je stepen obojenja nakon pranja bolji kod pletenina bojenih uz dodatak  $\text{KNaC}_4\text{H}_4\text{O}_6 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ , kako kod neobrađenih tako i kod pletenina prethodno obrađenih plazmom vodene pare. Najznačajnija razlika izmjerena u pletenina različitih sirovinskih sastava bojenih vodenim ekstraktom biljke *Achillea millefolium* L. bez i uz dodatak  $\text{KNaC}_4\text{H}_4\text{O}_6 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ , uočena je izmjerena u 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 antimikrobno 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 na ina obrade tkanina na njihova antibakterijska svojstva*, Zbornik radova „X Savjetovanje hemiara, tehnologa i ekologa Republike Srpske“, 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 primenom plazme*, Tekstil, 58 (3), 55-74
- [5] P. Heikkilä 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 niskotemperaturnom plazmom*, Tekstil, 54 (6), 266-278.
- [8] M. 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.Gruji 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 for colour fastness - Part C06: Colour fastness to domestic and commercial laundering*
- [22] M. Stan i , N. Kašikovi , D. Novakovi , R. Miloševi , D. Gruji (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 derivatives*, 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 Journal of Microbiology, 31(4), 247-256.

## ABSTRACT

### THE INFLUENCE 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%  $KNaC_4H_4O_6 \cdot 4H_2O$ . 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  $KNaC_4H_4O_6 \cdot 4H_2O$  caused an increase of the color fastness after washing compared to knitted fabric dyed without addition of  $KNaC_4H_4O_6 \cdot 4H_2O$ . 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](http://www.idk.org.rs/casopis)*