

Analiza nekih nepoželjnih efekata industrijskog bojadisanja pletiva od različitih vrsta pamuka reaktivnim bojilima

Mr.sc. **Emilija Toshikj**, dipl.ing.
Prof.dr.sc. **Biljana Mangovska**, dipl.ing.
Tehnološko-metalurški fakultet Sveučilišta Sv. Ćirila i Metoda
Skoplje, Makedonija
e-mail: tosic_emilija@yahoo.com
Prispjelo 21.7.2011.

UDK 677.016.4:677.21
Izvorni znanstveni rad

Proučavano je bojadisanje pletiva od različitih vrsta pamuka u industrijskim uvjetima rada s bifunkcionalnim reaktivnim bojilima radi ocjenjivanja reproducibilnosti procesa. U kontroli kvalitete praćene su popratne tvari pamuka, alkalni i zemnoalkalni metali u sirovim i iskuhanim pletivima, hidrofilnost, razlike obojenja uzoraka pletiva bojadisanih u različitim kupeljima određivanjem CIELab koordinata, čistoće elektrolita kao i kvaliteta vode (određivanje tvrdoće, povremene bikarbonatne tvrdoće, alkalnih i zemnoalkalnih metala i iona teških metala). Kod uzoraka crno obojadisanih pletiva dobiveni su visoki koeficijenti varijacije za vrijednosti ukupne razlike boje (ΔE^), što ukazuje na velike razlike u nijansi, neravnomjernosti obojenja i nereproducibilnosti procesa bojadisanja. Enzimatsko iskuhavanje, kvaliteta sirovog pamuka, kvaliteta vode i elektrolita imaju velik utjecaj na kvalitetu obojenja pamuka reaktivnim bojilima.*

Ključne riječi: iskuhavanje, pamuk, reaktivna bojila, elektrolit, voda

1. Uvod

Bojadisanje reaktivnim bojilima tekstilnih materijala od velikog je komercijalnog značenja, ali sam proces bojadisanja je teško kontrolirati. Sve veća primjena reaktivnih bojila za bojadisanje pamuka danas zahtijeva stabilan proces bojadisanja, dobru reproducibilnost, egalna obojenja s dobrim postojanostima na mokru obradu [1]. Tijekom rada s ovim bojilima dolazi do mnogih teškoća kao što su: fizikalno-mehanička oštećenja pamuka tijekom pripreme, slaba penetracija bojila, prugasto obojenje, mali stupanj iscrpljenja bojila, mutni tonovi, neegalnost, slaba reproducibilnost obojenja, te loše postojanosti obojenja na mokre obrade, stvaranje

aglomerata bojila na površini tekstila te nastanak mrlja koje se teško otklanaju, promjene nijanse, a u nekim slučajevima i zagađenje strojeva za bojadisanje [2]. Reaktivna bojila su osjetljiva na alkalije, klor, ostatke peroksida i ione teških metala.

Fiksiranje vodotopljivog reaktivnog bojila za vlakno je heterogena reakcija koja se odvija na granici faze između otopine za bojadisanje i vlakna. Bojilo difundira (migrira) kroz otopinu k površini vlakna, adsorbira se na površini vlakna, te difundira odnosno apsorbira s površine u unutrašnjost vlakna [3]. Ovi fenomeni su različiti i ovise o svojstvima sustava, a svaki od njih može utjecati na ukupnu brzinu i kinetiku procesa bojadisanja. Za uspješno bojadisanje, čim-

benici heterogenih reakcija (difuzija, supstantivnost, reaktivnost), čimbenici procesa (koncentracija bojila, pH kupelji, temperatura, faze procesa, upute proizvođača bojila, vrijeme bojadisanja) su čimbenici čiji se utjecaj na bojadisanja može kontrolirati [4]. Međutim i unatoč gotovo savršenoj kontroli cijelog procesa bojadisanja, mogu se pojaviti razlike u nijansi dobivenog obojenja kao rezultat određenih procesa koji se ne mogu kontrolirati, npr. kvaliteta pamuka, određene varijacije u bojilima i kemikalijama, čistoći elektrolita i kvalitete vode. Zbog toga optimizacija procesa bojadisanja reaktivnim bojilima nije moguća ako dolazi do odstupanja u kvaliteti primijenjenog pamuka i vode. Dobra priprema vode i pamuč-

nih proizvoda je od velike važnosti [5]. Ovisno o željenom tonu i nijansi obojenja, može se provesti predobrada pamuka alkalnim ili enzimatskim iskuhavanjem i peroksidnim bijeljenjem. Zbog toga treba odvojiti bojadisarske protokole koji su osjetljivi na varijacije.

U ovom radu analizirani su učinkovitost procesa, egalnost obojenja i reproducibilnost statističkom analizom *CIELab* koordinata sirovog, iskuhanog, i obojadisanog pletiva. Ukupna razlika boje ΔE^* određena je crno obojadisanih pletiva izrađenih od dviju vrsta pamuka bojadisanih u više kupelji i standardnog uzorka obojadisanog u crno. Analizirane su vrijednosti za određenje kvalitete pamuka, vode i elektrolita.

2. Eksperimentalni dio

2.1. Materijali

Uzorci pletiva su ispleteni u glatkom kulirnom desno-lijevom prepletu od 100 % češljane pamučne prede dobivene prstenastim postupkom predenja izrađene od dviju vrsta pamuka, pamuk 1 (Indija) i pamuk 2 (Pakistan) na kružno-pletaćim strojevima (Orizio JOHN/C, E 28, 30 inča, odnosno 79 cm). Nakon pletenja uzorci su relaksirani dva tjedna u standardnoj atmosferi, a zatim su određene karakteristike ispitivanih pletenih uzoraka (površinska masa, debljina, gustoća u smjeru redova i nizova). Ispleteno je 8 uzoraka od pamuka 1 i 7 uzoraka od pamuka 2. Sirova pletiva su imala sljedeće strukturne karakteristike: površinsku masu od 118,21 do 155,01 g/m², debljinu od 0,50 do 0,62 mm, gustoću pletiva u smjeru redova od 18,83 do 23,5 cm⁻¹, gustoću pletiva u smjeru nizova od 11,17 do 13,17 cm⁻¹. U radu je za postupak bojadisanja upotrijebljena tehnička voda.

Upotrijebljene su sljedeće kemikalije: 96 % C₂H₅OH i CH₃Cl proizvodi Alkaloida (Makedonija). Natrijev klorid, natrijev hidroksid, natrijev karbonat i octena kiselina su tehničke kemikalije. Sredstvo za kvašenje

Felosan NFG (BEZEMA), alkalna pektinaza za enzimatsko iskuhavanje Beisol PRO (BEZEMA), sredstvo za egalizaciju Sarabit LDR (BEZEMA), sredstvo protiv stvaranja lomova tijekom bojadisanja na bazi poliamida Biavin BPA (BEZEMA), sekvestrant i dispergator na bazi karbonske kiseline i polifosfonata Heptol NWS (BEZEMA), sredstvo za pranje Heragan CSB (BEZEMA), kationski proizvod za obradu tekstilija bojadisanih reaktivnim bojilima radi poboljšanja postojanosti na mokru obradu bez utjecaja na postojanosti obojenja na svjetlost, promjene nijanse i hidrofilnosti na bazi poliamonijevih spojeva Revin ACP (BEZEMA). Crno bifunkcionalno monoklorotriazin-vinilsulfonsko reaktivno bojilo (MCT/VS) (Bezactiv S Cosmos S-MAX) (BEZEMA). Standard za crno obojenje (bojilo) prema uputi proizvođača BEZEMA (Švicarska) ima *CIELab* koordinate $L^* 0,74$, $a^* 0,36$ i $b^* 0,65$.

2.2. Postupak rada

2.2.1. Enzimatsko iskuhavanje

Enzimatsko iskuhavanje provedeno je u kadi sa vitlom sa 2 % Beisol PRO omjer kupelji 10:1, uz dodatak 1 % Felosana NFG, 1 % NaOH na 55 °C, u vremenu od 20 min. Proces je zastavljen povišenjem temperature na 80 °C 10 min. Slijedila su dva ispiranja na 80 °C (10 min), pH kupelji je smanjen od 10,5-11 na 9,7-10 nakon drugog ispiranja.

Nakon iskuhavanja, pletiva su neutralizirana ispiranjem u 1 %-tnoj otopini CH₃COOH na 45 °C 10 min (do pH 4,9-5,7) te s hladnom vodom (pH 7,5-7,8).

Iskuhana pletiva su bojadisana u kadi sa vitlom prema sljedećoj recepturi: 6 % bojila Bezactiv S Cosmos S-MAC, omer kupelji 10:1 uz dodatak Na₂CO₃ i NaOH prema uputama proizvođača bojila. Bojadisanje ja započelo u kupelji sa 2 % Sarabit LDR, 1,5 % Biavin BPA, 1 % Heptol NWS, 0,5 % Na₂CO₃ (pH 10) na 50 °C, 10 min. Zatim je tijekom 10 min dodavano 100 g/l NaCl, gibanje pletiva je

nastavljeno sledećih 30 min (pH vrijednost je bila 8.3-9). Sljedećih 10 min dodavano je 6 % bojila Bezactiv Cosmos S-MAX te je nastavljeno gibanje pletiva sljedećih 30 min (pH 7.6-8.2). Zatim je u obrocima dodano 20 g/l Na₂CO₃ na 50 °C (pH 10,3-10,6) a tijekom 10 min kupelj je zagijavana na 60 °C, nakon 20 min na 60 °C, u kupelj je dodano 1,7 g/l NaOH (pH 11,3-12) te je proces fiksiranja bojila s NaOH proveden kroz 45 min.

Pletiva su zatim ispirana hladnom vodom, neutralizirana sa 1 %-tnom otopinom CH₃COOH na 45 °C, 10 min, sapunana sa 1 %-tnom otopinom Heragan CSB na 90 °C, 10 min, i dva puta ispirana toplom vodom na 90 °C i 80 °C (pH je smanjen sa 11,9 na 8,3-8,2) Na kraju su pletiva omekšana sa 3 % Dimicol Soft 6073, 0,5 % Rewin ACP, 0,3 % CH₃COOH na 45 °C, 10 min, poslije čega su osušena, termostabilizirana i kompakirana.

2.3. Metode

2.3.1. Određivanje sadržaja voskova i drugih tvari na pamuku

Sadržaj voskova kao (masenog udjela) frakcija prisutnih u suhom vlaknu određena je ekstrakcijom kloroformom u Soxhlet aparatu tijekom 6 sati, kloroformska frakcija se preljevala svakih 3-4 min. Za svaku vrstu pamuka ekstrahirano je uzorak mase 8 g, a eksperiment je ponavljen tri puta. Nakon ekstrakcije kloroform s ekstrahiranim tvarima je uparivan, te su voskovi sušeni na 105 °C do konstantne mase. Tvari topljive u alkoholu tradicionalno definirane kao prapratne tvari pamuka određene su na isti način kao voskovi, osim što je umjesto kloroforma upotrijebljen alkohol kao sredstvo za ekstrakciju.

2.3.2. Određivanje metalnih iona

Priprema i analiza uzorka spaljivanjem opisana je u [6]. Analize su provedene atomskim apsorpcijskim spektrofotometrom (Perkin Elmer 700), a kao gorivo korištena je smjesa plinova acetilena i zraka. Koncentra-

cija svakog metalnog iona je određena iz kalibracijskih krivulja konstruiranih od najmanje tri koncentracije.

2.3.3. Čistoća elektrolita

Čistoća elektrolita je određena praćenjem koncentracije klorida i zemnoalkalijskih metala. Koncentracija klorida je određena Mohrovom metodom [7], a koncentracija Ca i Mg atomskom apsorpcijskom spektroskopijom (Perkin Ekmer 700).

2.3.4. Kvaliteta vode

Analiza vode je izvedena u laboratoriju za analizu vode vodovoda u Skoplju, Makedonija.

2.3.5. Stupanj bjeline i razlika u nijansi obojenja

Stupanj bjeline (WI) i vrijednosti boje obojenja određene su mjerenjem *CIELab* koordinata, L^* , a^* , b^* , zasićenost C^* i nijansa H^* na X-RITE CA 22 spektrofotometru (D65 izvor svjetlosti, pod kutom 10°) u skladu s postupkom ocjenjivanja AATCC Evaluation Procedure 6 [8]. Stupanj bjeline je prikazan prema Berger stupnju bjeline. Ukupna razlika boje ΔE^* vrijednost obojadisanih uzoraka pletiva izračunata je u odnosu na standardni uzorak. Mjerenja su po uzorku provedena 5 puta, a prikazana vrijednost je prosjek od pet mjerenja sa koeficijentom varijacije manjim od 5 %.

2.3.6. Adsorpcija vode

Adsorpcija vode je mjerena AATCC test metodom određivanjem vremena

prodora kapi u pletivo. Mjeri se vrijeme prodora kapi vode u s [9].

3. Rezultati i rasprava

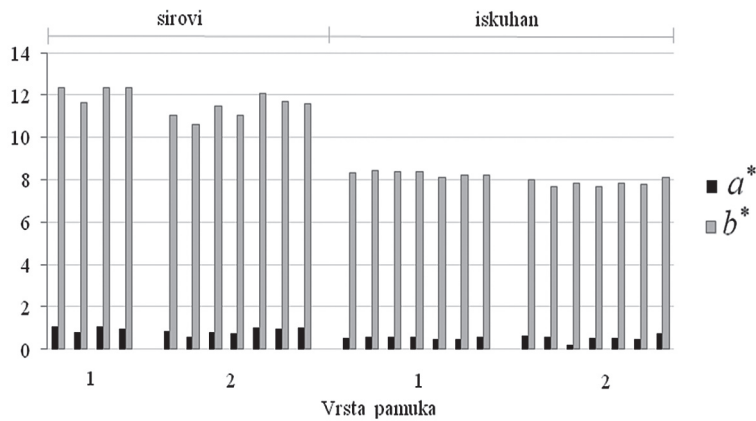
Bojadisanje pletiva u tamnim tonovima postupkom iscrpljenja provodi se u dvije faze, iskuhavanje i bojadisanje reaktivnim bojilima. Iskuhavanje se može izvesti enzimatskim (kisele i alkalne pektinaze) i alkalnim postupkom. Analiza nekih nepoželjnih efekata industrijskog bojadisanja pletiva u tamnim tonovima je provedeno je na 15 uzoraka izrađenih od dviju vrsta pamuka. Pletiva su iskuhavana enzimatskim postupkom alkalnom pektinazom i bojadisana crnim reaktivnim bojilom. Reproducibilnost iskuhavanja i bojadisanja ispitivanih uzoraka (izrađenih od dviju vrsta pamuka, 15 postupaka iskuhavanja i bojadisanja) je određena statističkim metodama nakon svake faze obrade. Vrijednosti *CIELab* koordinata a^* , b^* i WI sirovih i iskuhanih pletiva prikazane su na sl.1 i 2. Vrijednosti a^* , b^* i WI prije i nakon svake obrade su statistički obrađene i analizirane radi određivanja utjecaja iskuhavanja na pletiva izrađenih od dviju vrsta pamuka određivanjem aritmetičke sredine, koeficijenta varijacije i standardne devijacije. Iz vrijednosti a^* , b^* i WI pletiva prikazanih na sl.1 i 2 može se uočiti da je a^* vrijednost manja od 1, što znači neznčajnu crvenkastu nijansu obojenja, dok se b^* vrijednost nalazi između 10,61 i

12,34, a WI 16,63 i 22,40 pokazujući žučkastu nijansu obojenja uzoraka. Nakon iskuhavanja, pletiva su imala manje crvenkastu i žučkastu nijansu, dok je WI vrijednost skoro kod svih ispitivanih uzoraka bila veća za 15 jedinica u usporedbi sa sirovim uzorkom. Analizirana je reproducibilnost iskuhavanja dviju vrsta pamuka nakon višestrukog ponavljanja procesa (15 pojedinačnih iskuhavanja), a rezultati su prikazani u tab.1. Objе vrste pamuka nakon enzimatskog iskuhavanja imaju slične vrijednosti *CIELab* koordinata i WI vrijednosti, ali dobiveni su različiti koeficijenti varijacije što upućuje da su ispitivanja iskuhavanjem nereproducibilna, tab.1.

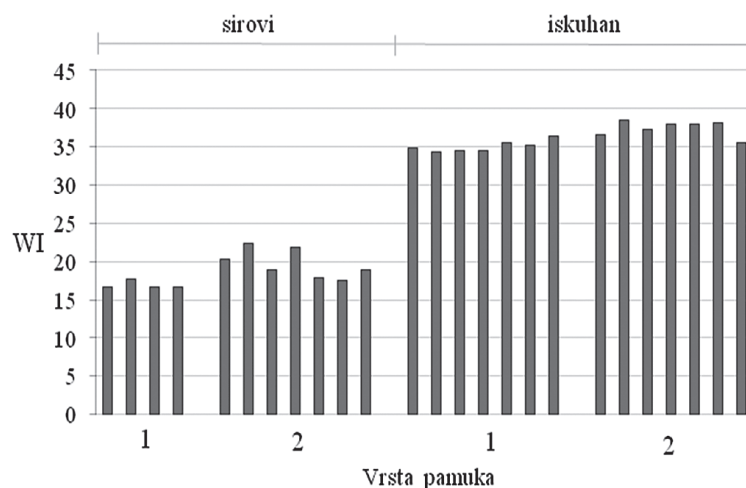
Iz rezultata *CIELab* vrijednosti obojenja crno obojadisanih pletiva (tab.1) uočavaju se visoke vrijednosti koeficijenata varijacije, odnosno nereproducibilnost obojenja. Pletiva izrađena od pamuka 2 imaju veće a^* i b^* vrijednosti u usporedbi sa pletivima izrađenih od pamuka 1, 18,84 %, 28,12 %, 14,94 % i 21,05 %, sl.3. Vrijednosti ΔE^* pletiva obojadisanih u crno u odnosu na standard crnog obojenja (bojila) veće su od 1 što predstavlja značajnu razliku u ukupnoj vrijednosti boje, sl.4. Iz rezultata prikazanih na sl.4 vidi se da ΔE^* vrijednosti pletiva izrađenih od pamuka 1 imaju raspon od 1,44 do 2,45, a kod pamuka 2 između 1,84 i 3,10. To znači da postoji uočljiva razlika u nijansi obojenja

Tab.1 Utjecaj iskuhavanja i bojadisanja reaktivnim bojilom na vrijednosti boje (*CIELab*) obojenja pletiva izrađenih od dviju vrsta pamuka (X - aritmetička sredina, MD - standardna devijacija, VC - koeficijent varijacije)

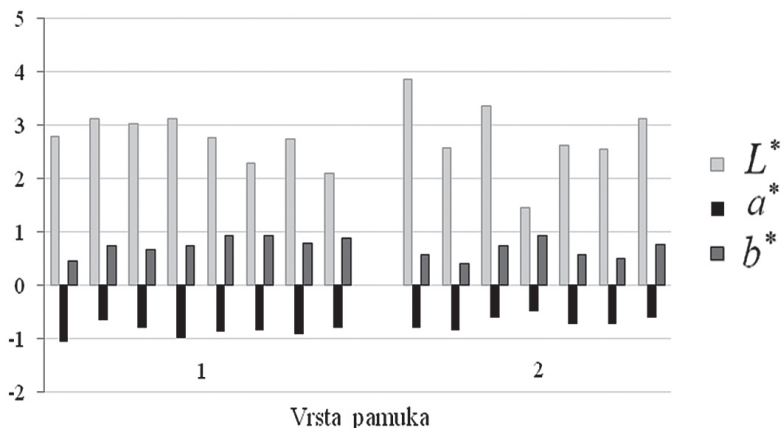
Obrada	Vrsta pamuka														
	1								2						
	No		L^*	a^*	b^*	C^*	H^*	WI	No	L^*	a^*	b^*	C^*	H^*	WI
Sirovi pamuk	4	X	85,32	0,97	12,6	11,95	85,44	16,95							
		MD	0,97	0,13	0,35	0,51	0,5	0,54	7	0,74	0,16	0,49	0,50	0,42	1,89
		VC	1,13	12,37	2,88	0,58	0,58	3,18		0,87	18,82	4,22	4,38	0,47	9,54
Iskuhan pamuk	7	X	87,51	0,55	8,29	8,29	86,2	35,04							
		MD	0,38	0,05	0,11	0,09	0,29	0,74	7	0,32	0,17	0,15	0,16	1,20	1,04
		VC	0,43	9,09	1,32	1,08	0,33	2,11		0,36	32,07	1,91	2,03	1,39	2,77
Obojadisan termostabiliziran	8	X	2,74	-0,87	0,76	1,18	138,93								
		MD	0,38	0,13	0,16	0,11	8,78	-	7	0,76	0,13	0,18	0,05	12,77	-
		VC	13,86	14,94	21,05	9,32	6,32			27,24	18,84	28,12	5,20	9,27	



Sl.1 Vrijednosti boja (a^* - vrijednost za crveno/zeleno i b^* vrijednost za žuto/plavo) uzoraka sirovih i enzimatski iskuhanih pletiva od dviju vrsta pamuka



Sl.2 Stupanj bjeline sirovih i enzimatski iskuhanih pletiva od dviju vrsta pamuka



Sl.3 Vrijednosti boja (L^* - vrijednost svjetline, a^* - vrijednost za crveno/zeleno i b^* vrijednost za žuto/plavo) crno obojadisanih pletiva od dviju vrsta pamuka

ja ispitivanih uzoraka, te da reproducibilnost postupaka bojadisanja pletiva od različitih vrsta pamuka kako i pletiva od iste vrste pamuka bojadisanih u različitim kupeljima nije zadovoljavajuća.

Iz prezentiranih rezultata vidljivo je da je enzimatsko iskuhavanje i bojadisanje pletiva od dviju vrsta pamuka praćeno određenim nepoželjnim efektima.

Mnogi čimbenici mogu utjecati na konačnu nijansu obojenja po bilo kojim uputama proizvođača bojila. Do promjene nijanse može doći pod utjecajem određenih nečistoća, posebno prisutnosti metala, u što se ubrajaju Ca, Mg, Cu, Fe i Mn.

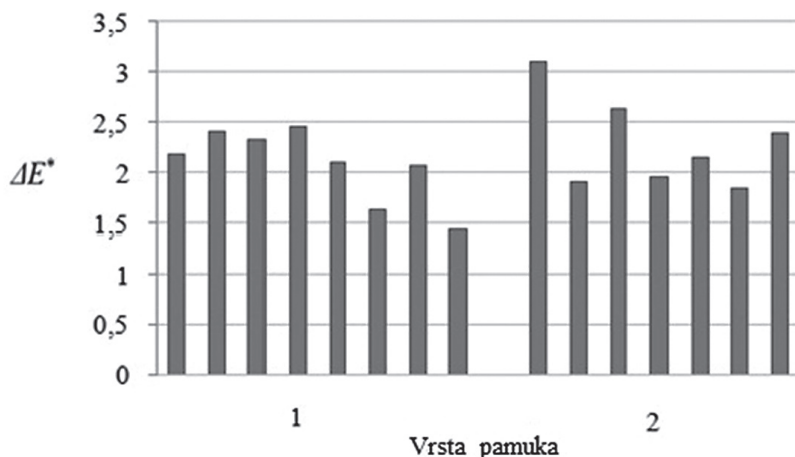
Prisutnost Ca i Mg određuju tvrdoću kupelji za bojadisanje. Većina proizvođača koristi omekšanu vodu, ili ukoliko nemaju uređaje za omekšavanje vode, koriste sekvestrante koji kompleksno vežu Ca i Mg ione, ali često ne obraćaju pažnju na druge izvore tih iona. Problemi kod bojadisanja reaktivnim bojilima obično dolaze od povremene tvrdoće vode. Tvrdoća vode nema jednak utjecaj na sva reaktivna bojila ali su sva reaktivna bojila pogođena do određenog stupnja. Općenito, opasnosti od bojadisanja u prisustvu metalnih iona su smanjen stupanj iscrpljenja, mutni tonovi, neegalnost obojenja, slaba reproducibilnost, smanjene postojanosti i obojenja. Potencijalni izvori tvrdoće tijekom bojadisanja su: pamuk, elektrolit, kemijska sredstva i voda.

Ukupne količine popratnih tvari u pamuku se kreću od 4 do 12 %. Popratne tvari koje se uglavnom nalaze u kutikuli su pektini (0,7-1,2 %), proteini (1,1-1,9 %), voskovi (0,4-1,0 %), pepeo (0,7-1,6%) i druge nečistoće (pigmenti, hemi-celuloza, šećeri, organske kiseline) (0,5-1,0 %) [10]. Rezultati prikazani na sl.6 ukazuju na malu razliku između količine voskova i ukupne količine ekstrahiranih tvari obih vrsta pamuka koje se kreću od 0,76 do 0,90 % kod pamuka 1 i 0,97 do 1,6 % kod pamuka 2. Može se zaključiti da obje vrste pamuka imaju sličnu koncentraciju popratnih tvari.

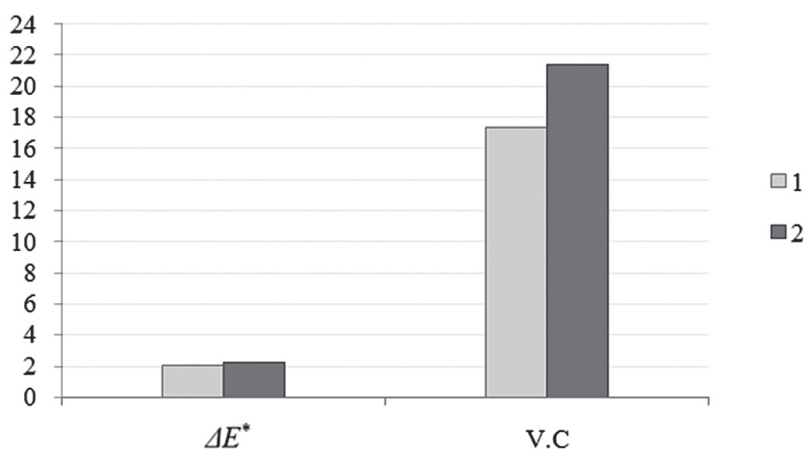
Tragovi metalnih iona imaju velik utjecaj na nijansu obojadisanog tekstila. Koncentracija metalnih iona ovisi o geologiji, zagađenosti tla, vremenskim prilikama tijekom sazrijevanja pamuka, kultivacijskim tehnikama, upotrebi pesticida, defolijantata i fertilizatora, načinu branja i slično. Ako Ca i Mg ioni nisu vezani (helatizirani), postoji velika vjerojat-

Tab.2 Koncentracija metalnih iona u sirovom i iskuhanom pamuku
(X - aritmetička sredina, MD - standardna devijacija, VC - koeficijent varijacije)

Ioni metala (ppm)	Sirovi pamuk				Iskuhani pamuk			
	Vrsta pamuka		Statistička analiza		Vrsta pamuka		Statistička analiza	
	1	2	M.D	V.C	1	2	MD	VC
Ca	771,75	850,00	55,33	6,82	1015,25	747,25	189,50	21,50
Mg	479,75	462,50	12,20	2,59	200,00	169,50	21,57	11,67
K	3417,50	3630,00	150,26	4,26	116,25	101,50	10,43	9,58
Na	7442,50	8061,25	437,52	5,64	3020,00	2710,00	219,2	7,65
Ca+Mg+K+Na	12111,5	13003,75	630,92	5,02	4351,5	3728,25	440,7	10,91



Sl.4 Ukupna razlika boje (ΔE^*) pletiva od dviju vrsta pamuka bojadisanih u različitim kupeljima u odnosu na standard za crno



Sl.5 Statistička analiza (V.C – koeficijent varijacije) ukupne razlike boje (ΔE^*) pletiva od dviju vrsta pamuka obojadisanih različitim kupeljima

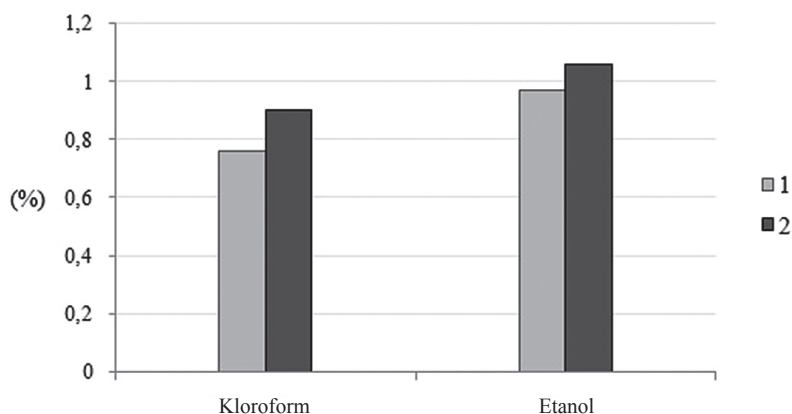
nost da se vežu s voskovima tijekom enzimatskog iskuhavanja i nastanu Ca-sapuni masnih kiselina i Ca-pektati koji mogu smetati tijekom oplemenjivanja tekstila. Ovi ostaci voskova mogu uzrokovati mnogo poteškoća tijekom bojadisanja. Sadržaj metalnih iona u obje vrste pamuka dat je u tab.2. Rezultati prikazani u tab.2 po-

kazuju da je sadržaj Ca, Mg, K i Na iona u obje vrste pamuka sličan, a vidljivo je da sadržaj Mg, K i Na iona opada tijekom iskuhavanja obje vrste pamuka, dok sadržaj Ca iona raste za 13,55 % kod pletiva od pamuka 1 i za 12,08 % kod pletiva od pamuka 2. Prisutnost iona u vodi, izvora stalne ili povremene tvrdoće, i iona teških

Tab.3 Kvaliteta upotrijebljene vode

Ukupna tvrdoća	dH°	14,88
pH		6,5
KT		-
Ca	mg/l	85,5
Mg	mg/l	19
Na	mg/l	3,43
K	mg/l	0,29
Fe	mg/l	0,65
Mn	mg/l	2,54
Cu	mg/l	0,172
Cr	mg/l	0,528
Cl ⁻	mg/l	23
SO ₄ ²⁻	mg/l	54,15
HCO ₃ ⁻	mg/l	274,15
NO ₃ ⁻	mg/l	4,48
NO ₂ ⁻	mg/l	-
NH ₄ ⁺	mg/l	-

metala od velike su važnosti na proces bojadisanja. Iz rezultata analize vode, tab.3 vidljivo je da je ukupna tvrdoća vode od 14,88 dH°, m-alkalnost, bikarbonati 274,15 mg/l, Fe 0,65 mg/l, Mn 2,54 mg/l i Cr 0,528 mg/l, bez tragova NH₄⁺ i NO₂⁻ a niske koncentracije NO₃⁻ od 4,48 mg/l. Dovoljna koncentracija Fe, Mn i Cr iona može varirati od 0,02 do 0,1 mg/l [11]. Tvrdoća voda od 14,88 dH° je rezultat ukupne koncentracije Ca od 85,5 mg/l i Mg od 19 mg/l kao i njihovih soli, bikarbonati 274,15 mg/l, kloridi 23 mg/l i sulfati 54,15 mg/l. Za potpunu sigurnost kod bojadisanja reaktivnim bojilima treba se koristiti voda sa ukupnom tvrdoćom od 3 dH°. Bikarbonatna tvrdoća, poznata kao povremena tvrdoća, potječe od Ca(HCO₃)₂ i Mg(HCO₃)₂ koji se tijekom zagrijavanja razgrađuju na CO₂ i karbonate koji se talože. Tijekom



Sl.6 Količina prapatnih tvari na ispitivanim vrstama pamuka određenih ekstrakcijom u kloroformu i etanolu

bojadisanja dodaje se 1 % sekvestranta Heptol EMG. Prema uputama proizvođača 1 % Heptola EMG može vezati alkalne, zemnoalkalne i ione teških metale vode tvrdoće 10 dH°. Međutim, prema rezultatima ovog rada pokazalo se da ova količina sekvestranta nije bila dovoljna za vezanje svih metalnih iona prisutnih u vodi upotrijebljenoj za postupak bojadisanja.

Elektrolit NaCl je značajan izvor povremene ili stalne tvrdoće. Može se dobiti od podzemnih depozita ili uparavanjem morske vode. Nepročišćena kamena i morska sol mogu sadržavati druge primjese, npr. alkalije, kalcijeve ili magnezijeve soli i dr. Iz tih razloga analizirana je sol upotrijebljena u ovom istraživanju bojadisanja pamuka crnim bojilom. Čistoća upotrijebljene tehničke soli bila je 97,5 %, Ca 0,628 % i Mg 0,1175 %. Nakon dodatka 100 g/l NaCl, tvrdoća vode je porasla na 15,88 dH°, tako da je 1 % sekvestranta smanjilo tvrdoću na 5,88 dH°.

Enzimatsko iskuhavanje pletiva od obje vrste pamuka izvedeno je u kupelji tvrdoće vode 14,88 dH° uz pH 12 sa 1 % Felosanom NFG i 2 % Beisol PRO. Iskuhana pletiva su sušena i određena je njihova hidrofilnost. Visoka pH vrijednost tijekom enzimatskog iskuhavanja smanjila je enzimsku aktivnost i onemogućila potpuno odstranjivanje neceluloznih tvari, posebno voskova. Zbog toga su ostaci

voskova smanjili hidrofilnost enzimatski iskuhanog pletiva, vrijeme prodora kapi vode je veće od 5 s.

Nakon iskuhavanja i deaktivacije enzima, pletiva su nekoliko puta ispirana toplom i hladnom vodom radi odstranjivanja alkalija i neutralizirana s otopinom octene kiseline te opet ispirana hladnom vodom (do smanjenja pH na 7,5-7,8). Efikasno ispiranje i neutralizacija su osnovni preduvjet uspješnosti bojadisanja. Ako iskuhani materijal nije u potpunosti neutraliziran, može doći do prijevremenog fiksiranja reaktivnog bojila te prebrze migracije bojila, što je praćeno neegalnošću obojenja, hidrolizom bojila u kupelji, što rezultira smanjenom postojanošću obojenja na obradu u mokrom.

Iskuhana pletiva su bojadisana 6 % Bezactiv S Cosmos S-MAX, crnim bifunkcionalnim MCT/VS (monoklortriazinsko/vinilsulfonsko) bojilom, na 60 °C, prethodno opisanim postupkom. U kupelji za bojadisanje također su dodani: sredstvo za kvašenje, sredstvo protiv stvaranja lomova, sekvestrant i dispergator na bazi karbonske kiseline i polifosfonata. pH kupelji bila je 10, a početna temperatura bojadisanja 50 °C. Zatim je postupno dodavan NaCl do količine od 100 g/l, nakon čega je tvrdoća vode porasla na 5,88 dH°. Ca i Mg ioni u vodi i NaCl povećali su tvrdoću kupelji za bojadisanje smanjujući topljivost anionskog reaktivnog boji-

la, a time i povećavajući rizik za dobivanje egalnog obojenja. Postupnim dodavanjem bojila u kupelj za bojadisanje pH vrijednost je smanjena na 7,2 do 8,2. Slabo alkalni uvjeti aktivirali su pasivnu vinil-sulfonsku reaktivnu skupinu. Međutim ova pH vrijednost nije bila dovoljna za fiksiranje reaktivnog bojila uspostavljanjem kovalentnih veza. Dodatkom Na₂CO₃ i NaOH na 60 °C, pH je povećan od 10,3-10,6 na 11,3-12 stvarajući uvjete za kovalentno vezivanje obih skupina reaktivnog bojila.

Nakon bojadisanja, pletiva su ispirana hladnom vodom (pH 11), neutralizirana (pH 9), sapunana na 95 °C (pH 8-8,5), ispirana toplom vodom na 80 °C (pH 8,2) i hladnom vodom (pH 7,4). Povećana tvrdoća kupelji za bojadisanje uzrokovala je smanjeno iscrpljenje bojila iz kupelji, svijetliju nijansu obojenja (veće vrijednosti *L**) i slabu reproducibilnost postupka odnosno obojenja (ΔE^* veća od 1).

4. Zaključak

Na temelju dobivenih rezultata može se zaključiti da enzimatsko iskuhavanje pletiva i bojadisanje crnim reaktivnim bojilom, prema uputstvima proizvođača bojila, sa svrhom dobivanja obojadisanih pletiva visoke kvalitete i reproducibilnosti procesa nije dalo dobre rezultate. Povećana tvrdoća i pH kupelji onemogućila je kvalitetno enzimatsko iskuhavanje. Sadržaj voskova i metalnih ostataka su uzrokovala slabu hidrofilnost iskuhanih pletiva. Neodgovarajuća kvaliteta vode i koncentracija sekvestranta smanjila je iscrpljenje reaktivnog bojila i onemogućila reproducibilnost procesa bojadisanja.

Literatura:

- [1] Suesat J.: The Influence of NaCl Concentration on the Build-up Properties and Aggregation of Reactive Dyes, *Kastsart Journal-Natural Science* 43 (2008) 3, 558-568
- [2] Chowdhury J.M., A.K.M. Mahabubuzzaman: Process for level dyeing of 100 % Cotton Knit Fab-

- rics with Reactive Dye, J. Innov. Dev. Strategy 3 (2009) 4, 1-8
- [3] Park J., J. Shore: Practical Dyeing, Society of Dyers & Colourists, Bradford, England (2004) 187-206
- [4] Bella O. et al.: United States Patent No.5, 840, 084, 1998
- [5] Karmakar S.R.: Chemical Technology in the Pre-Treatment Processes of Textiles, 1st edition, Textile Science and Technology, Elsevier Science B. V., Amsterdam, the Netherlands, 1999, 86-131
- [6] Bokić Lj. i sur.: Određivanje kvantitativnog udjela alkalijskih i zemnoalkalijskih elemenata u prirodnim celuloznim tekstilnim materijalima atomskom apsorpcijskom spektrometrijom, *Tekstil* 52 (2003.) 10, 503-511
- [7] Jeffery H.G. et al.: Vogel's Textbook of Quantitative Chemical Analysis, 5th edition, Longman Scientifics & Technical, London, England, 1989, 351
- [8] AATCC Technical Manual, Vol. 81, AATCC, Research Triangle Park, N.J., USA, 2006, 389-391
- [9] AATCC Technical Manual, Vol. 55, 1980, pp 286
- [10] Rouette K.H.: Encyclopedia of Textile Finishing, Springer, Berlin, Germany, 2001, 446
- [11] Sadov F. et al.: Chemical Technology of Fibrous Materials, Mir Publisher, Moscow, Russia, 1973, 156-158
- [12] Parkes D. T.: Dyehouse Productivity Back to Basics, Conference Istanbul, May 2005, 15-29

SUMMARY

Analyses of some undesirable effects in industrial exhaust dyeing of knitted fabrics of different grades of cotton with reactive dyes

E. Toshikj, B. Mangovska

Dyeing of knitted fabrics from different grades of cotton in industrial conditions by a single recipe with bi-functional reactive dyes has been investigated in order to estimate the efficiency and reproducibility of the process. Quality control in different stages of the process was followed through the content of the non-cellulose components, alkaline and alkaline earth elements in raw and scoured cotton, the hydrophilic properties, and CIELab coordinates, color difference between different batch dyeing, purity of the electrolyte as well as the quality of the water through permanent hardness, temporary bicarbonates hardness, alkaline, earth-alkaline and heavy metal ions. Black dyed fabrics had high variance coefficients of ΔE^* , indicating shade variations and unacceptable color levelness and reproducibility. Enzymatic scouring, quality of the raw cotton, water and electrolyte have significant influence on the dyed fabrics.

Key words: scouring, cotton, reactive dyes, electrolyte, water

University Sts. Cyril and Methodius, Faculty of Technology and Metallurgy Skopje, Macedonia

e-mail: tosic_emilija@yahoo.com

Received July 21, 2011

Analyse von einigen unerwünschten Effekten in der industriellen Ausziehfärbung von Maschenwaren aus verschiedenen Baumwollsorten mit Reaktivfarbstoffen

Das Färben von Maschenwaren aus verschiedenen Baumwollsorten in Industriebedingungen mit bifunktionellen Reaktivfarbstoffen wurde studiert, um die Reproduzierbarkeit des Prozesses zu bewerten. In der Qualitätskontrolle wurden Begleitsubstanzen von Baumwolle beobachtet, wie Alkali- und Erdalkalimetalle in rohen und gekochten Maschenwaren, Hydrophilie, Farbunterschiede zwischen Maschenwarenprouben gefärbt in verschiedenen Bädern durch die Bestimmung von CIELab-Koordinaten, Reinheit von Elektrolyten sowie Wasserqualität (Bestimmung der Härte, der intermittierenden Bicarbonathärte, und Alkali- und Erdalkalien und Schwermetallionen). Schwarz gefärbte Stoffe hatten hohe Abweichungskoeffizienten von ΔE^* , und zeigten Nuance-Schwankungen und unakzeptable Farbegalität und Reproduzierbarkeit an. Das enzymatische Reinigen, die Qualität der rohen Baumwolle, des Wassers und des Elektrolyts haben bedeutenden Einfluss auf die gefärbten Stoffe.