STUDIJA O SNAZI REAKTIVNIH BOJA: UTICAJ FUNKCIONALNE GRUPE NA OBOJENOST PAMUČNE TKANINE

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

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

Naučni rad
UDC: 677.027.26:677.21
doi: 10.5937/tekstind2002004R

Apstrakt: *Reaktivne boje predstavljaju najvažniju grupu boja za bojenje pamučnih materijala. Hemijska reakcija koja se dešava tokom bojenja zavisi od strukture boje i više tehnoloških parametara. U industrijskom bojenju, sa ekonomskog i ekološkog stanovišta, veoma je važno postići traženu nijansu minimalnim utroškom hemikalija i prirodnih resursa. U ovom radu je proučavan kvalitet obojenja pamučnih tkanina postignut reaktivnim bojama različitih funkcionalnih grupa. U asortimanu upotrebljenih boja utvrđeno je da intenziteti obojenja pamučne tkanine značajno variraju u zavisnosti od funkcionalne grupe boje i dubine nijanse i ima važan praktičan značaj za izbor boja u trihromatskom bojenju.*

Ključne reči: reaktivne boje, funkcionalne grupe, CIELab koordinate, intenzitet obojenja.

STUDY ON THE STRENGTH OF REACTIVE DYES: THE INFLUENCE OF THE FUNCTIONAL GROUP ON COLOURING OF THE COTTON FABRICS

Abstract: *Reactive dyes represent the most important group of dyes for dyeing cotton materials. The chemical reaction that occurs during dyeing depends on the structure of the dye and more technological parameters. In industrial dyeing, from an economic and environmental point of view, it is very important to achieve the required shade with minimal consumption of chemicals and natural resources. In this paper the quality of dyeing of cotton fabrics achieved by the reactive dyes of different functional groups is studied. In the range of colors used, it has been found that the color intensities of the cotton fabric vary significantly depending on the functional group of color and the depth of hue and has important practical importance for the choice of colors in trichromatic dyeing.*

Key words: reactive dyes, functional groups, CIELab coordinates, color intensity.

1. UVOD

Reaktivne boje su veoma uspešna klasa sintetičkih boja zahvaljujući širokom spektru nijansi, fleksibilnosti u primeni i odličnim svojstvima postojanosti obojenja koja se postižu kada se boje proizvodi od vune, svile, pamuka i regenerisanih celuloznih vlakana. Četiri karakteristična dela molekula reaktivne boje su hro-

moformna grupa, solubilizujuća grupa (obično $-SO_3Na$), reaktivna (funkcionalna grupa) i grupa (most - obično $>NH$) koja povezuje reaktivnu grupu i hromogen. Reaktivne grupe formiraju kovalentnu vezu sa funkcionalnim grupama vlaknastog polimera i na taj način molekuli boja postaju integralni deo vlakna. Ispitan je širok spektar mogućih reaktivnih grupa koje reaguju sa funkcionalnim grupama vlakana celuloznog po-

rekla. Konačan izbor je uslovljen nizom ograničenja jer reaktivna grupa mora da pokazuje odgovarajuću reaktivnost prema pamuku i nižu reaktivnost prema vodi. Takođe, jednom formirana veza boja-vlakno trebalo bi da ima adekvatnu stabilnost i da podnese različite obrade tokom proizvodnje i eksploatacije proizvoda. Ostali ključni faktori su: jednostavna proizvodnja, stabilnost boje tokom skladištenja i prihvatljiva cena komercijalne reaktivne boje [1]. Komercijalno najzastupljeniji reaktivni sistemi u reaktivnim bojama za celulozna vlakna su: vinil sulfon, monohlortriazin, bifunkcionalne boje, fluortriazin i dihlortriazin [2,3]. Reaktivna grupa boje određuje mehanizam uspostavljanja kovalentne veze sa hidroksilnom grupom i on može biti nukleofilna supstitucija ili nukleofilna adicija [4]. Reaktivne boje sa atomom halogena kao reaktivnim centrom se fiksiraju mehanizmom nukleofilne supstitucije, dok vinil sulfonske boje grade kovalentnu vezu mehanizmom nukleofilne adicije. Najvažniji tehnološki parametri koji utiču na iscrpljenje i fiksiranje reaktivnih boja su koncentracija alkalija i soli, temperatura, razmer kupatila i priroda vlakna [5-7]. Takođe, vrsta i broj reaktivnih grupa, kao i struktura hromofora i mosta za povezivanje imaju uticaj na kvalitet obojenja vlakana celuloznog porekla.

Matyjas i Rybicki su ispitivali primenu diamina, kao mosta za povezivanje, na iscrpljenje i fiksiranje bifunkcionalnih reaktivnih boja na pamuku [8]. Utvrdili su da primena diamina, koja osigurava hemijski linearnu strukturu boja, utiče na povećanje količine iscrpljene i fiksirane bifunkcionalne boje sa monohlortriazinskom i vinil sulfonskom grupom. Shan i saradnici ispitivali su performanse obojenja pamuka novim azo-antahinonskim reaktivnim bojama, kontinuiranim ped-stim postupkom bojenja [9]. Utvrđeno je da sa povećanjem koncentracije boje sa 10 g/dm³ na 50 g/dm³, vrednost K/S obojene tkanine povećava se sa 4,7 na 14,6 ali se fiksiranje boje smanjuje od 93,1% na 62,2%. Preporučeni su optimalni uslovi bojenja ovom metodom tako da se postižu najveće postojanosti obojenja na pranje, trenje i svetlost. Radi uštede energije i zaštite životne sredine grupa autora predlaže novu tehnologiju kontinuiranog ped-stim bojenja sa malim dodacima reaktivne boje, bez soli, tako da upijanje rastvora iznosi samo 40% [10]. Fiksiranjem pregrejanom parom na 130°C u toku 3 minuta postižu se intenzivna obojenja velike postojanosti. Patel i saradnici sintetizovali su 5 reaktivnih boja sa vinil sulfonskom funkcionalnom grupom i procenili uticaj varijabilnih parametara na kvalitet obojenja i to: koncentracije boje, temperature bojenja, pH rastvora za bojenje, vremena bojenja i koncentracije pomoćnih sredstava [11]. Ishod ovog istraživanja pokazuje da 1,0% koncentracija boje pruža dobra svoj-

stva postojanosti, dok se maksimalni intenzitet obojenja postiže sa 3,0% koncentracije boje u optimalnim uslovima bojenja: temperatura 80 °C, pH bojenja 11,0, vreme bojenja 90 min, i 80-85 g/dm³ natrijum-hlorida i 20-25 g/dm³ natrijum-karbonata za 1% i 3% koncentracije boja. Ispitivan je uticaj koncentracije alkalija na bojenje viskoze u mešavini sa poliestrom [12]. Rezultati pokazuju da dodatak NaOH u koncentraciji od 4 g/dm³, u kupatilu za bojenje koje sadrži 20 g/dm³ Na₂CO₃, povećava intenzitet obojenja tkanine mešovitoj sastava od 3-18%, što je autore navelo na zaključak da mala količina natrijum hidroksida ima snažan uticaj na iscrpljenje i fiksiranje reaktivnih boja. Dodatak jake alkalije je posebno koristan u slučaju bojenja tamnih nijansi. U nedavno objavljenom radu grupa autora je ispitivala uticaj funkcionalne grupe reaktivnih boja na intenzitet obojenja modalnih viskoznih tkanina [13]. U radu su korišćene bifunkcionalne reaktivne boje sa reaktivnim sistemima fluortriazin/vinil sulfon i monohlortriazin/vinil sulfon u rasponu koncentracija 0,5-4% na masu materijala. Određene su postojanosti na pranje i trenje. Na osnovu intenziteta obojenja i ocena postojanosti autori su zaključili da je prinos boje i postojanost obojenja viskoznih tkanina postignut reaktivnim sistemom monohlortriazin/vinil sulfon veći u odnosu na boje sa reaktivnom sistemom fluortriazin/vinil sulfon. Hosen i Imran su ispitivali snagu reaktivnih boja u zavisnosti od reaktivne grupe [14]. Za bojenje pamučne tkanine upotrebili su bifunkcionalne reaktivne boje sa reaktivnim sistemima: monohlortriazin/vinil sulfon, fluortriazin/vinil sulfon i trifluorpirimidin/vinil sulfon, u koncentracijama boje 0,5 – 1,5% na masu materijala. Najveći intenzitet obojenja imali su uzorci obojeni sa reaktivnim sistemom monohlortriazin/vinil sulfon a najmanji uzorci obojeni sistemom trifluorpirimidin/vinil sulfon, nezavisno od dubine nijanse obojenja. Cilj ovog rada je proučavanje uticaja vrste reaktivne grupe monofunkcionalnih reaktivnih boja na ton i intenzitet obojenja pamučne tkanine u zavisnosti od nijanse i dubine obojenja. U svrhu realizacije eksperimenta izabrane su boje različitih funkcionalnih grupa i bojenje je sprovedeno različitim koncentracijama boja.

2. EKSPERIMENTALNI DEO

2.1. Materijal i metode rada

U eksperimentu su bojani uzorci tkanine 100% pamuk, površinske mase 220 g/m², u prepletaju keper 2/1 S i gustine po osnovi 43 cm⁻¹ i potki 22 cm⁻¹. Tkanina je industrijski pripremljena za bojenje. Uzorci za bojenje imali su masu 4 g.

U radu su korišćene hemikalije:

- Drimaren gold yellow Z-RH, monofunkcionalna reaktivna boja (trihlopirimidin, TCP) za celulozna vlakna (Clariant – Švajcarska),
- Cibacron yellow F-3R, monofunkcionalna reaktivna boja (fluortriazin, FT) za celulozna vlakna (CIBAGEigy – Švajcarska),
- Ostazin yellow HA, monofunkcionalna reaktivna boja (monohlortriazin, MCT) za celulozna vlakna (Chemapol - Češka),
- Ostazin red H-3B monofunkcionalna reaktivna boja (monohlortriazin, MCT) za celulozna vlakna (Chemapol - Češka),
- Drimaren brilliant red Z-BH, monofunkcionalna reaktivna boja (trihlopirimidin, TCP) za celulozna vlakna (Clariant – Švajcarska),
- Remazol brilliant red 5B, monofunkcionalna reaktivna boja (vinil sulfon, VS) monofunkcionalna reaktivna boja (DyStar - Nemačka),
- Drimaren blue Z-BH, monofunkcionalna reaktivna boja (trihlopirimidin, TCP) za celulozna vlakna (Clariant – Švajcarska),
- Remazol brilliant blue R, monofunkcionalna reaktivna boja (vinil sulfon, VS) monofunkcionalna reaktivna boja (DyStar - Nemačka),
- Ostazin blue H-BR, monofunkcionalna reaktivna boja (monohlortriazin, MCT) za celulozna vlakna (Chemapol - Češka),
- Na_2CO_3 – so, sredstvo za regulaciju pH (Kemika, Hrvatska),
- NaCl – so, sredstvo za povećanje iscrpljenja boja.

Strukturne formule upotrebljenih boja nisu dostupne. Bojenje je izvedeno u Ahiba aparatu (TYP G7B) u staklenim kivetama sa vertikalnim pokretanjem materijala. Bojenje je izvedeno izotermno pri $t=80^\circ\text{C}$ u toku 90 minuta. Koncentracija boje bila je 0,5, 1 i 3% (na masu materijala) a koncentracija NaCl 30, 40 i 60 g/dm³, respektivno. Koncentracija Na_2CO_3 bila je 20 g/dm³ a zapremina kupatila 160 cm³ (R 1:40). Nakon bojenja i ispiranja uzorci su obrađeni u sapunskom rastvoru na 90°C u toku 15 minuta, isprani i vazdušno osušeni.

Na refleksionom spektrofotometru Spectraflash SF600X (Datacolor – SAD) na talasnoj dužini maksimuma apsorpcije izmerena refleksija uzorka na talasnim dužinama 400 – 700 nm i određene CIELab koordinate obojenja. Na osnovu vrednosti refleksije na talasnoj dužini maksimalne adsorpcije za svaki uzorak izračunat je intenzitet obojenja (K/S) prema Kubelka-Munk jednačini:

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

Gde je: K – koeficijent apsorpcije, S – koeficijent rasipanja, R – refleksija za svetlost D65/10. Talasne dužine maksimuma apsorpcije imaju sledeće vrednosti: Drimaren gold yellow Z-2RH, Cibacron yellow F-3R i Ostazin yellow HA, 400nm; Ostazin red H3B, 550 nm; Drimaren brilliant red Z-BH i Remazol brilliant red 5B, 540 nm; Drimaren blue Z-BH i Ostazin blue H-BR 620 nm i Remazol brilliant blue R, 600 nm. Tabela 1 sadrži oznake uzoraka u zavisnosti od nijanse boje. U oznakama uzoraka dodaci 05, 1 i 3 označavaju da su boje izvedene sa 0,5, 1 i 3% boje, respektivno.

Tabela 1: Oznake uzoraka

Oznaka uzorka	Naziv boje
Y1	Drimaren gold yellow Z-2RH
Y2	Cibacron yellow F-3R
Y3	Ostazin yellow HA
R1	Ostazin red H-3B
R2	Drimaren brilliant red Z-BH
R3	Remazol brilliant red 5B
B1	Drimaren blue Z-BH
B2	Remazol brilliant blue R
B3	Ostazin blue H-BR

Uzorci koji su imali oznaku 1 bili su standard kod upoređivanja razlika u boji u odnosu na uzorke koji imaju oznaku 2 i 3. Na obojenim uzorcima određena je postojanost na pranje na 60°C primenom standarda ISO 105-C06 i na trenje primenom standarda ISO 105-X12.

3. REZULTATI I DISKUSIJA

CIELAB sistem je najvažniji sistem za objektivno vrednovanje boja, u kome se obojenost uzorka može opisati koordinatama. Tabele 2-4 sadrže vrednosti koordinata obojenja uzoraka bojenih reaktivnim bojama, za svetlost D65 i ugao posmatranja 10° . U tabeli 2 prikazane su koordinate obojenja uzoraka pamučnih tkanina obojenih žutim bojama. Žuta boja je boja najveće svetline, u spektru hromatskih boja, i uzorci bojeni žutim bojama imaju najveću vrednost svetline L^* u odnosu na uzorke bojene crvenim i plavim bojama. Vrednosti za ton boje h^* kod svih uzoraka ima približne vrednosti, i može se reći da su izabrane boje sličnih nijansi i svrsishodno je njihovo upoređenje prema kvalitetu dobijenog obojenja, uključujući i intenzitet obojenja. Kod svih koncentracija boja, najveću svetlinu boje imaju uzorci obojeni bojom

Drimaren gold yellow Z-2RH (Y1). Takođe, boja uzoraka obojenih ovom bojom imaju najmanju hromatičnost C^* , u poređenju sa uzorcima bojenih drugim žutim bojama (Y2 i Y3). Kod svih obojenja sa povećanjem koncentracije boje sa 0,5 na 1 i 3% smanjuje se svetlina a povećava hromatičnost boje. Na uzorcima pamučne tkanine obojenim reaktivnim crvenim bojama takođe postoje razlike u CIELab koordinatama (tabela 3). Na postignutim obojenjima najmanje razlike je u koordinati h^* , za sve dubine tona. Svetlina L^* kod svih boja opada sa povećanjem koncentracije boje, a povećava se vrednost za hromatičnost C^* i koordinate a^* (položaj na crvenoj osi). Vrednosti koordinata C^* i a^* kod uzoraka obojenih bojama Ostazin red H-3B (R1) i Drimaren brilliant red Z-BH (R2) su značajno veće u odnosu na iste koordinate boje uzoraka obojenih sa Remazol brilliant red 5B (R3). Kod uzoraka obojenih reaktivnim plavim bojama izmerene su najveće razlike u koordinati za nijasu h^* (tabela 4). Vrednosti za koordinate C^* (hromatičnost) i b^* (položaj na plavoj osi) su značajno veće za boju Remazol brilliant blue R (B2) u poređenju sa bojama Drimaren blue Z-BH (B1) i Ostazin blue H-BR (B3).

U tabelama 5-7 prikazane su razlike u obojenju na uzorcima pamučne tkanine obojene reaktivnim bojama. U tabeli 5 prikazane su razlike u obojenju između uzoraka obojenih bojom Drimaren gold yellow Z-2RH (Y1-standard) i uzoraka obojenih bojama Cibacron yellow F-3R i Ostazin yellow HA. Probni uzorci, kod svih dubina obojenja, su tamniji ($-DL^*$) i hromatičniji, tj. čistiji ($+DC^*$). U pogledu tona probni uzorci Y2 (Cibacron yellow F-3R) su više crveni ($-DH^*$), dok su probni uzorci Y3 (Ostazin yellow HA) više zeleni ($+DH^*$). Iako razlika u tonu obojenja nije velika, ukupna razlika u obojenju je iznad dozvoljene granice od 1 (prema CIELab sistemu) što ukazuje da ove boje u recepturama za bojenje ne mogu se tretirati kao ekvivalenti, radi eventualne zamene. U tabeli 6 prikazane su razlike u obojenju za seriju uzoraka obojenih reaktivnim crvenim bojama. Kod svih dubina obojenja probni uzorak R2 (Drimaren brilliant red Z-BH) je tamniji ($-DL^*$) a probni uzorak R3 (Remazol brilliant red 5B) je svetliji ($+DL^*$) u odnosu na standardni uzorak obojen bojom Ostazin red H-3B (R1). U pogledu razlike u tonu uzorci oznake R2 su više žuti ($+DH^*$), a uzorci oznake R3 su više plavi ($-DH^*$). Kao u predhodnom slučaju ukupna razlika u boji DE^* je velika (7,5-18,8) i u slučaju bojenja u realnom sistemu zamena jedne boje drugom zahteva dopunske korekcije.

U tabeli 7 prikazane su razlike u obojenju za seriju uzoraka obojenih reaktivnim plavim bojama. Probni uzorci obojeni bojom oznake B2 (Remazol brilliant blue R) i bojom oznake B3 (Ostazin blue H-B) su ta-

mniji ($-DL^*$) u odnosu na standardne uzorke obojene bojom oznake B1 (Drimaren blue Z-BH), pri svim dubinama obojenja. Takođe, probe su više crvene ($+DH^*$) i hromatičnije ($+DC^*$). Najmanje razlike u obojenju i ukupna razlika u obojenju DE^* je registrovana kod uzorka oznake B3, i može se reći da boje Drimaren blue Z-BH i Ostazin blue H-BR se mogu vrlo uspešno supstituisati u recepturama za bojenje.

Tabela 2: Koordinate obojenja pamučnih tkanina obojenih žutim bojama ($c=0,5\%$, 1% i 3%)

Oznaka Uzorka	Koordinate boje prema CIEL-ab sistemu				
	L^*	a^*	b^*	C^*	h^*
Y1.05	84,82	7,95	44,11	44,82	79,78
Y2.05	82,83	11,87	50,41	51,79	76,75
Y3.05	83,17	8,37	53,33	53,99	81,08
Y1.1	82,20	12,36	52,55	53,99	76,77
Y2.1	80,07	16,59	58,76	61,06	74,23
Y3.1	80,94	11,70	60,05	61,18	78,97
Y1.3	77,91	19,42	62,82	65,75	72,82
Y2.3	76,31	23,04	68,09	71,88	71,30
Y3.3	74,24	20,15	69,77	72,62	73,89

Tabela 3: Koordinate obojenja pamučnih tkanina obojenih crvenim bojama ($c=0,5\%$, 1% i 3%)

Oznaka Uzorka	Koordinate boje prema CIEL-ab sistemu				
	L^*	a^*	b^*	C^*	h^*
R1.05	73,37	31,00	-9,38	33,15	343,56
R2.05	70,71	36,88	-4,48	37,15	353,08
R3.05	81,05	15,64	-4,86	16,38	342,73
R1.1	69,73	34,97	-0,70	36,05	345,90
R2.1	64,06	43,16	-5,17	43,47	353,16
R3.1	77,23	20,61	-5,29	21,27	345,60
R1.3	64,12	42,88	-8,59	43,73	348,67
R2.3	56,81	54,87	-1,76	54,90	358,17
R3.3	70,43	30,16	-9,25	31,54	342,95

Tabela 4: Koordinate obojenja pamučnih tkanina obojenih plavim bojama ($c=0,5\%$, 1% i 3%)

Oznaka Uzorka	Koordinate boje prema CIEL-ab sistemu				
	L*	a*	b*	C*	h*
B1.05	78,17	-6,92	-14,32	15,91	244,20
B2.05	68,12	-3,89	-25,43	25,73	261,30
B3.05	75,77	-7,71	-16,72	18,41	245,23
B1.1	73,45	-7,50	-16,79	18,39	245,92
B2.1	61,17	-3,87	-28,13	28,40	262,16
B3.1	72,87	-7,63	-15,75	17,50	244,15
B1.3	64,38	-8,23	-20,10	21,80	247,82
B2.3	50,53	-3,08	-32,56	32,70	264,60
B3.3	61,61	-8,67	-21,78	23,44	248,31

Tabela 5: Razlike u obojenju pamučnih tkanina obojenih žutim bojama

Oznaka uzoraka	Standard Y1.05					
	ΔE^*	ΔL^*	Δa^*	Δb^*	ΔC^*	ΔH^*
Y2.05	7,69	-1,99	3,92	6,31	6,97	-2,54
Y3.05	9,39	-1,65	0,42	9,23	9,17	1,12
Standard Y1.1						
Y2.1	7,81	-2,12	4,24	6,21	7,07	-2,54
Y3.1	7,63	-1,26	-0,66	7,50	7,20	2,21
Standard Y1.3						
Y2.3	6,59	-1,61	3,62	5,26	6,12	-1,82
Y3.3	7,89	-3,67	0,74	6,95	6,87	1,28

Tabela 6: Razlike u obojenju pamučnih tkanina obojenih crvenim bojama

Oznaka uzoraka	Standard R1.05					
	ΔE^*	ΔL^*	Δa^*	Δb^*	ΔC^*	ΔH^*
R2.05	15,02	-7,31	11,99	6,83	11,17	8,11
R3.05	14,21	6,31	-12,72	-0,66	-12,19	-3,71
Standard R1.1						
R2.1	7,54	-2,66	5,08	4,90	3,99	5,82
R3.1	18,80	8,49	-16,16	4,52	-16,77	-0,34
Standard R1.3						
R2.3	10,19	-4,87	8,20	3,61	7,42	5,02
R3.3	16,50	7,50	-14,36	3,49	-14,78	-0,15

Tabela 7: Razlike u obojenju pamučnih tkanina obojenih plavim bojama

Oznaka uzoraka	Standard B1.05					
	ΔE^*	ΔL^*	Δa^*	Δb^*	ΔC^*	ΔH^*
B2.05	15,29	-10,05	3,03	-11,11	9,82	6,01
B3.05	3,48	-2,40	-0,79	-2,39	2,50	0,31
Standard B1.1						
B2.1	17,11	-12,29	3,63	-11,35	10,01	6,46
B3.1	1,20	-0,59	-0,13	1,04	-0,89	-0,55
Standard B1.3						
B2.3	19,27	-13,85	5,15	-12,37	10,91	7,79
B3.3	3,22	-2,76	-0,44	-1,60	1,65	0,19

Na slikama 1-3 prikazani su intenziteti obojenja pamučnih tkanina obojenih asortimanom reaktivnih boja. Na osnovu grafičkih prikaza zapaža se razlika u intenzitetu obojenja, pri čemu su uzorci oznake 1 standardi za upoređenje.

Na slici 1 prikazani su intenziteti obojenja za seriju obojenja reaktivnih žutih boja, u koncentracijama boje 0,5, 1 i 1,5%, respektivno. Pri svim dubinama nijanse obojenja pamučnih tkanina sa Drimaren gold yellow Z-2RH (Y1-standard) su najmanjeg intenziteta. Razlika u intenzitetu uzoraka obojenih sa Cibacron yellow F-3R (Y2) je od 28 do 38% odnosu na standard. Razlika je bila veća progresivno povećanju dubini tona. Uzorci pamučne tkanine obojeni sa Ostazin yellow HA (Y3) imaju veći intenzitet obojenja od 67 do 124% u odnosu na obojenja uzoraka oznake Y1 i, kao u predhodnom slučaju, razlika je veća što je dubina obojenja veća. Na osnovu dobijenih rezultata nameće se zaključak da se u asortimanu reaktivnih žutih boja intenzitet obojenja, zavisno od reaktivne grupe, povećava sledećim redosledom: TCP (Drimaren gold yellow Z-2RH) < FT (Cibacron yellow F-3R) < MCT (Ostazin yellow HA).

Na slici 2 prikazani su intenziteti obojenja pamučnih tkanina postignuti upotrebom reaktivnih crvenih boja. Iz grafičkih prikaza se uočava razlika u intenzitetu obojenja između standarda (R1) i probnih uzoraka (R2 i R3). Uzorci obojeni bojom Drimaren brilliant red Z-BH (R2) imaju veći intenzitet obojenja od 42 do 152% u odnosu na obojenja uzoraka dobijenih bojom Ostazin red H-3B (R1) i razlika je bila veća sa povećanjem dubine obojenja. Na uzorcima dobijenim upotrebom boje Remazol brilliant red 5B (R3) intenziteti obojenja su manji od 68 do 53%, i smanjuju se povećanjem dubine obojenja. Na osnovu dobijenih rezultata nameće se zaključak da se u asortimanu reaktivnih crvenih boja intenzitet obojenja, zavisno od reaktivne grupe, povećava sledećim redosledom: VS

(Remazol brilliant red 5B) < MCT (Ostazin red H-3B) < TCP (Drimaren brilliant red Z-BH).

Na slici 3 prikazani su intenziteti obojenja pamučnih tkanina dobijenih upotrebom reaktivnih plavih boja. U celokupnom asortimanu primenjenih reaktivnih boja, razlika u intenzitetu obojenja najmanja je između dve plave boje i to: Drimaren blue Z-BH (B1) i Ostazin blue H-BR (B3). Dobijeni rezultati za minimalnu razliku u intenzitetu obojenja (8-34%) korespondiraju sa minimalnim razlikama u boji uključujući i ukupnu razliku u obojenju DE*. Uzorci obojeni bojom Remazol brilliant blue R (B2) imaju dramatično veće intenzitet obojenja u odnosu na obojenja postignuta bojom Drimaren blue Z-BH i to za 142-186%. Na osnovu dobijenih rezultata nameće se zaključak da se u asortimanu reaktivnih plavih boja intenzitet obojenja, zavisno od reaktivne grupe, povećava sledećim redosledom: TCP (Drimaren blue Z-BH) < MCT (Ostazin blue H-BR) < VS (Remazol brilliant blue R).

Slika 1: Intenzitet obojenja pamučnih tkanina obojenih žutim bojama 0,5% (a), 1% (b) i 3% (c)

Slika 2: Intenzitet obojenja pamučnih tkanina obojenih crvenim bojama 0,5% (a), 1% (b) i 3% (c)

Slika 3: Intenzitet obojenja pamučnih tkanina obojenih plavim bojama 0,5% (a), 1% (b) i 3% (c)

Tabela 8 sadrži ocenu postojanosti na pranje i trenje. Iz dobijenih vrednosti može se konstatovati da sva obojenja imaju visoke postojanosti na pranje i trenje kao rezultat uspostavljene stabilne kovalentne veze između reaktivne grupe boje i hidroksilne grupe celuloze.

4. ZAKLJUČAK

Intenzitet i postojanost obojenja veoma su važni za procenu kvaliteta bojenja reaktivnim bojama. Intenzitet obojenja pokazuje da li treba smanjiti ili povećati količinu boje za bojenje radi dobijanje željene nijanse. Rezultati dobijeni u eksperimentu pokazuju da reaktivne boje različitih funkcionalnih grupa daju obojenja vrlo različitog intenziteta i da razlike u intenzitetu obojenja zavise od nijanse.

Na osnovu dobijenih rezultata može se zaključiti:

- ▶ u asortimanu reaktivnih žutih boja intenzitet obojenja povećava se sledećim redosledom: TCP (Drimaren gold yellow Z-2RH) < FT (Cibacron yellow F-3R) < MCT (Ostazin yellow HA),
- ▶ u asortimanu reaktivnih crvenih boja intenzitet obojenja povećava se sledećim redosledom: VS

Tabela 8: Postojanost obojenja pamučnih tkanina obojenih reaktivnim bojama (c=3%)

Oznaka uzorka	Pranje 60°C	Trenje – suvo	Trenje – mokro
Y1	4 – 5	5	4
	4 – 5		
	4 – 5		
Y2	4 – 5	5	4 – 5
	4 – 5		
	4 – 5		
Y3	4 – 5	4 – 5	4
	4 – 5		
	4 – 5		
R1	4 – 5	4 – 5	4 – 5
	4 – 5		
	4 – 5		
R2	4 – 5	5	5
	4 – 5		
	4 – 5		
R3	4 – 5	5	5
	4 – 5		
	4 – 5		
B1	4 – 5	4 – 5	4 – 5
	4 – 5		
	4 – 5		
B2	4 – 5	4 – 5	5
	4 – 5		
	4 – 5		
B3	4 – 5	4 – 5	4
	4 – 5		
	4 – 5		

(Remazol brilliant red 5B) < MCT (Ostazin red H-3B) < TCP (Drimaren brilliant red Z-BH),

- u asortimanu reaktivnih plavih boja intenzitet obojenja povećava se sledećim redosledom: TCP (Drimaren blue Z-BH) < MCT (Ostazin blue H-BR) < VS (Remazol brilliant blue R),
- sva obojenja imaju visoke postojanosti na pranje i trenje kao rezultat uspostavljene kovalentne veze.

LITERATURA

- [1] Broadbent, A. D. (2001). *Basic Principles of Textile Colorations, Society of Dyers and Colourist*, Thanet Press Ltd, Kent.
- [2] Lewis, D. M. (2014). Developments in the chemistry of reactive dyes and their application processes, *Coloration Technology*, 130(6), 382-412.
- [3] Ristić, N. (2005). *Osnovna načela oplemenjivanja tekstila I deo*, Viša tehnička tekstilna škola, Leskovac.
- [4] Tavanai, H. Hamadani, Ali Z., Askari, M. (2006). Modelling of colour yield for selected reactive dyes in dyeing cotton cloth by two phase pad-steam method, *Iranian Polymer Journal*, 5(3), 207-217.
- [5] Chinta S. K., Shrivastava V.K. (2013). Technical facts & figures of reactive dyes used in textiles, *International journal of engineering and management sciences*, 4(3), 308-312.
- [6] Madumitha V.V., Swaathi, R., Alwar Varatha, S., Subrata, D. (2016). Effect of temperature on dyeing of woven cotton fabric with reactive dyes, *Tekstilna industrija* 64(4), 17-25.
- [7] Devi, A.R., Akshaya, N., Rengaraja Selva, V.G., Subrata, D. (2017). Effect of different alkali concentrations on dyeing of woven cotton fabric with reactive dyes, *Tekstilna industrija*, 65(1), 36-43.
- [8] Matyjas, E., Rybicki E. (2003). Novel reactive red dyes, *Autex Research Journal*, 3(2), 90-95.
- [9] Shan, B., Xiong W., Zhang, S. (2019). Dyeing method and properties of a novel blue azo-anthraquinone reactive dye on cotton, *Molecules*, 24(7), 1-9.
- [10] Mao, X., Zhon, Y., Xu, H., Zhang, L., Sui, X., Mao, Z. (2018). A novel low add-on technology of dyeing cotton fabric with reactive dyestuff, *Textile Research Journal*, 88(12), 1345-1355.
- [11] Patel, J. R., Patel, M. H., Shrivastav, P. S., Sanyal, M. (2014). Standardization of variables for dyeing cotton fabric with five synthesized reactive dyes, *Journal of Physical and Chemical Sciences*, 1(3), 1-7.
- [12] Borse, A., Dorugade V. (2015). Effect of alkali concentration on viscose dyeing of PV blended fabric with reactive dye, *International journal on textile engineering and processes*, 1(4), 22-27.
- [13] Mamun, Md. H., Mostofa, A., Hossain, Md. A., Khan, M., Zakaria, Md., Yeasmin, M. S. (2017). Effect of reactive groups of reactive dyes on dyeing of modal fabrics, *International Journal of Textile Science*, 6(6), 158-164.
- [14] Hossen, M., Imran. (2017). Study on color strength of different reactive dyes, *Journal of Textile Science & Engineering*, 7(2), 1-5.

Rad primljen: 01.05.2020.

Rad prihvaćen: 01.06.2020.