

Utjecaj koncentracije optičkih bjelila na bjelinu i stupanj zaštite pamučnom tkaninom od UV zračenja

Doc. dr. sc. **Tihana Dekanić**

Ivana Čorak, mag. ing. techn. text.

Izv. prof. dr. sc. **Anita Tarbuk**

Juraj Hofmann, mag. ing. techn. text.

Nikolina Marković, univ. bacc. ing. techn. text.

Sveučilište u Zagrebu Tekstilno-tehnološki fakultet
Zagreb, Croatia

e-pošta: anita.tarbuk@ttf.unizg.hr

Prispjelo: 10. 2. 2020.

UDK 677.017.55:535.3/.668.6

Izvorni znanstveni rad

Kemijski bijeljene pamučne tkanine dodatno su optički bijeljene primjenom optičkim bjelilima različite konstitucije, afiniteta i tona emisije: derivatima stilbena Uvitex BHT i Uvitex RSB, te distirilbifenil derivatom Uvitex NFW različitih koncentracija sa svrhom postizanja održivosti procesa. Istražena je fluorescencija otopina optičkih bjelila a potom su njima optički bijeljene pamučne tkanine. Ispitan je utjecaj koncentracije optičkog bjelila na bjelinu pamučne tkanine i stupanj zaštite od UV zračenja nakon obrade i jednog ciklusa pranja u vodi. Pokazalo se kako je moguće postići zadovoljavajuću bjelinu i učinkovitu UV zaštitu primjenom niske koncentracije optičkih bjelila pri sniženoj temperaturi (60 °C), u skraćenom vremenu obrade (30 min) i pri neutralnom pH, što ovu obradu čini održivijom.

Ključne riječi: pamuk, optičko bijeljenje, fluorescencija, bjelina, UV zaštita, održivost procesa bijeljenja

1. Uvod

Zaštita od ultraljubičastog zračenja je vrlo raširena i istražena problematika. Većina populacije upoznata je s činjenicom da su ultraljubičasta zračenja štetna i da je potrebna adekvatna zaštita pri dugotrajnom izlaganju jakom suncu [1-8]. Ultraljubičasto, odnosno UV zračenje predstavlja mali dio sunčeva spektra, svega 5 %, valnih duljina od 100 do 400 nm i dijeli se na: UV-A (320-400 nm), UV-B (290-320 nm) i UV-C (100-290 nm) [1-3]. Razmatrajući štetnost UV zraka, utvrđeno je da zrake kraćih valnih

duljina predstavljaju veću opasnost. Prema tome, upravo UV-C zrake su najštetnije. Međutim, UV-C zrake ne dopiru do Zemlje jer ih ozon u potpunosti apsorbira u dijelu stratosfere, kao i dio UV-B zračenja. No, zbog oštećenja ozona, zrake čije se valne duljine kreću oko 300 nm se ipak propuštaju i predstavljaju opasnost za život biljaka, životinja i ljudi. Odjeća pruža najbolju zaštitu kože od UV zračenja, stoga bi proizvođači odjeće trebali pravilno označavati odjevne predmete koji imaju svojstvo UV zaštite. U dodiru tekstilnog materijala s UV zrakama dio zračenja reflektira, dio

apsorbira, dok jedan dio zračenja prolazi kroz materijal (transmisija). Optička bjelila intenzivno apsorbiraju energiju ultraljubičastog svjetla ($\lambda=300-400$ nm), uz istovremenu emisiju vidljivog svjetla kraćih valnih dužina (plavo svjetlo, $\lambda_{max}=440$ nm) pri čemu dolazi do povećanja ukupne emisije vidljivog svjetla sa obrađenog materijala te se neutralizira žuti ton i postiže briljantnost. Zadatak optičkih bjelila je povećanje bjeline materijala na koji su nanosene te se primjenjuju u raznim granama. Najveću primjenu optičkih bjelila ima industrija deterdženata, zatim papira te tekstilna industrija.

Osim za bijeljenje tkanina, optička bjelila se koriste i u bojadisarstvu za nijansiranje i dobivanje briljantnih tonova koji se teško mogu dobiti na drugi način [9-15]. Obzirom da apsorbiraju UV-A zrake i pretvaraju ovo zračenje u plavo svjetlo (fluorescencije) njihova primjena vodi do bolje UV zaštite [1-6].

Različita optička bjelila postižu maksimalne emisije pri različitim valnim duljinama pa se tako primjenom različitih optičkih bjelila dobivaju bjeline različitih nijansi. Primjerice, ako je maksimalna fluorescencije na valnoj duljini od 435 nm, onda je fluorescentno svjetlo ljubičasto-crveno, ako se radi o tome da je maksimalna fluorescencije na 440 nm, tada je fluorescentno svjetlo plavo, dok se kod maksimalne fluorescencije na 500 nm dobiva zelenkasta fluorescencija [16]. Bolje nijansiranje pri optičkom bijeljenju može se postići i dodatkom plave ili ljubičaste boje u kupelj, što smanjuje ukupnu remisiju svjetla s materijala u odnosu na obradu samo optičkim bjelilom, no povećava osjet bjeline jer se remisija svjetla pomiče više u neutralno bijelo područje [10].

Za optičko bijeljenje najviše se upotrebljavaju derivati stilbena, koji u raznim modifikacijama imaju široku primjenu u industriji deterdženata i papira, dok se u tekstilnoj industriji primjenjuju isključivo kao optička bjelila za gotovo sve vrste vlakana. Stilben je 1,2 diefeniletan, sadrži 7 konjugiranih dvostrukih veza, nema afinitet prema vlaknima. Stoga se primjenjuju derivati stilbena, najčešće oni izvedeni iz 4-4'-diaminostilben-2-2'-disulfonske kiseline. Jedan od prvih takvih spojeva bio je 4-4'-bis(fenil-ureido)-stilben-2-2'-disulfonska kiselina, trgovačkog naziva Blankophor R. Ovaj spoj davao je crvenkastu nijansu fluorescencije, no nije se zadržao u primjeni, jer se na tem-

peraturi vrenja vodene kupelji raspada [9].

Bolja uporabna svojstva imaju derivati 4-4'-bis(triazinil-amino)-stilben-2-2'-disulfonske kiseline. Dobivaju se zamjenom dvaju vodika u amino skupinama diamino-stilben-disulfonske kiseline s cijanidovim kloridom i naknadnom zamjenom preostalog klora iz cijanidova klorida s drugim radikalima koji određuju afinitet prema vlaknima, brzinu iscrpljenja iz kupelji, topljivost u vodi i sl. Takvi se spojevi u tekstilnoj industriji primjenjuju kao optička bjelila za celulozna, poliamidna i vunena vlakna. Gotovo sva optička bjelila koja se primjenjuju za celulozna vlakna izgrađeni su upravo od derivata bis-triazinil-diamino-stilben-disulfonske kiseline, no nedostatak im je slaba postojanost na svjetlo, što se nadoknađuje naknadnim pranjem sredstvima koja u sebi sadrže optička bjelila [9, 12]. Stilbeni derivati postoje u cis i trans oblicima, ali se kao optička bjelila koriste samo u trans obliku, jer u tom obliku imaju afinitet prema vlaknima i stvaraju fluorescenciju. Spojevi koji imaju visoku postojanost na klor i svjetlo su derivati 4-4'-bis(azolili)-stilben-2-2' disulfonske kiseline, oni se upotrebljavaju pri bijeljenju pamučnih u neutralnoj i poliamidnih vlakana u kiseloj kupelji [9].

Za postizanje visokih bjelina i briljantnosti tona, pamuk treba biti kemijski bijeljen prije optičkog bijeljenja. Iskuhavanjem pamuka uklanjaju se njegove primjese - pektini, voskovi, organske kiseline, proteini i minerali, no obojene tvari, odnosno pigmenti ostaju. U kemijskom bijeljenju se razgrađuju prirodni pigmenti oksidativnim sredstvima, najčešće vodikovim peroksidom, prelaze u bezbojne produkte uz neznatno oštećenje celuloze [10, 17-22].

Povećanje koncentracije optičkih bjelila ne rezultira uvijek i povećanjem stupnja bjeline, naprotiv,

postoji granična koncentracija do koje se postiže povećanje bjeline, a njenim prekoračenjem bjelina se smanjuje. Pri uporabi većih koncentracija optičkih bjelila spektar apsorpcije se pomiče u vidljivi dio, dolazi do povećane apsorpcije plavog i ljubičastog svjetla što rezultira viškom žutog i zelenog svjetla u spektru remisije. Granična koncentracija koja se preporuča pri optičkom bijeljenju je karakteristična za svako optičko bjelilo, a ovisi i o vrsti materijala na kojem se primjenjuje [11, 14]. Tri glavna uzroka zbog kojih dolazi do smanjena stupnja bjeline pri uporabi prevelikih koncentracija su: djelomična apsorpcija vidljivog svjetla, pomak spektra fluorescencije prema većim valnim duljinama i koncentracijsko gašenje fluorescencije.

U novije vrijeme na tržištu su prisutni UV apsorberi koji imaju svojstvo fluorescencije te kao posebna vrsta optičkih bjelila, osim apsorpcije UV-A, apsorbiraju i UV-B zrake, te ih pretvaraju u toplinsku energiju. Najnovija istraživanja upućuju da se optička bjelila i takvi UV apsorberi mogu primijeniti u postupku pranja i u formulacijama deterdženata [4-6]. Budući da su istraživanja početkom 21. stoljeća pokazala da su optička bjelila jedno od učinkovitih sredstava za UV zaštitu, u ovom radu istražen je utjecaj koncentracije optičkih bjelila različite konstitucije na bjelinu i stupanj zaštite pamučnom tkaninom od UV zračenja. U svrhu održivosti istražena je smanjena koncentracija optičkog bjelila te obrada pri sniženoj temperaturi i neutralnom pH.

2. Eksperimentalni dio

2.1. Materijal i obrade

Istraživanja su provedena na standardnoj pamučnoj tkanini (WFK) koja je kemijski bijeljena, površinske mase 170 g/m².

Za optičko bijeljenje korištena su tri optička bjelila različite konstitucije i emisije, te afiniteta prema celuloznim vlaknima (tab.1), branda Uvitex® proizvođača Ciba-Geigy AG sljedećih koncentracija: $c_1 = 0,2 \%$; $c_2 = 0,5 \%$; $c_3 = 2 \%$; $c_4 = 5 \%$; $c_5 = 20 \%$; $c_6 = 50 \%$ na m.m. (masu materijala). Visoke koncentracije optičkih bjelila od 20 i 50 % primijenjene su isključivo u svrhu znanstvenog istraživanja.

Optičko bijeljenje provedeno je postupkom iscrpljenja na uređaju za obradu Polycolor (Mathis). Prema preporuci proizvođača potreban je dodatak elektrolita 5 g/l Na_2SO_4 uz omjer kupelji (OK) 1:20-1:30; a preporučeni parametri obrade za Uvitex BHT su na 80-90 °C, 60 min, pri pH 7-12; za Uvitex RSB na 40-80 °C, 30-60 min, pri pH 4-8; a za Uvitex NFW na 40-60 °C, 30-60 min, pri pH 4-7. Uzimajući u obzir preporuku proizvođača i održivost procesa optičko bijeljenje je provedeno u kraćem vremenu, odnosno u vremenu od 30 min, u neutralnoj kupelji (pH 7), na 60 °C uz omjer kupelji 1:25. Nakon obrade tkanine su zračno osušene.

U svrhu istraživanja postojanosti optičkog bijeljenja proveden je jedan ciklus pranja u destiliranoj vodi na 60 °C u vremenu od 30 min.

2.2 . Metode ocjene učinaka obrada

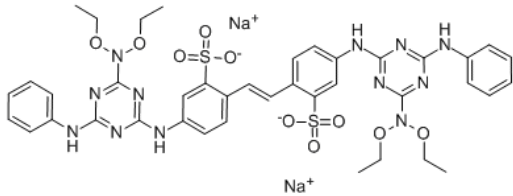
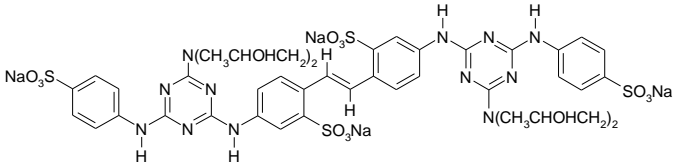
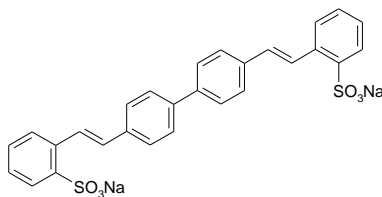
Tijekom provođenja ovog istraživanja provedena su sljedeća ispitivanja: određivanje fluorescencije otopina optičkog bjelila, određivanje bjelina ispitivanih tkanina (odstupanje tona od idealno bijele) te određivanje zaštitnog faktora od UV zračenja (UPF).

Intenzitet fluorescencije otopina optičkih bjelila (FL int.) izmjeren je na fluorimetru F-7000 FL, Hitachi.

Na remisijskom spektrofotometru Spectraflash SF 300, Datacolor izmjerena je spektralna remisija, R [%]. Stupanj bjeline prema CIE (WCIE) automatski je izračunat u skladu s ISO 105-J02:1997 *Textiles - Tests for colour fastness - Part J02: Instrumental assessment of relative whiteness*, kao i odstupanje tona boje od neutralno bijeloga uz koloristički opis prema [23].

Transmisije UV zračenja na 8 različitih mjesta na svakom uzorku izmjerene su na transmisijskom spektrofotometru Cary 50/Solascreeen, Varian. Rezultati su iskazani prema AS/NZS 4399:2017 *Sun protective Clothing - Evaluation and Classification* izračunom faktora zaštite od UV zračenja (UPF). UPF ukazuje na sposobnost tekstilnog materijala da zaštiti tijelo od nepovoljna UV zračenja kako ne bi došlo do opeklina.

Tab.1 Oznake, nazivi, strukturne formule i svojstva optičkih bjelila

Oznaka	Naziv, strukturna formula i svojstva
BHT	 <p>Uvitex BHT CI Fluorescent Brightener 113 Derivat diaminostilbendisulfonske kiseline $\lambda_{\text{max}} = 440 \text{ nm}$ Visok afinitet prema celuloznim vlaknima, PA, vuni, svili i mješavinama</p>
RSB	 <p>Uvitex RSB Derivat triazinstilbendisulfonske kiseline $\lambda_{\text{max}} = 435\text{-}440 \text{ nm}$ Srednji afinitet prema celuloznim vlaknima i mješavini s poliesterom</p>
NFW	 <p>Uvitex NFW CI Fluorescent Brightener 351 Derivat distirilbifenila $\lambda_{\text{max}} = 435\text{-}440 \text{ nm}$ Nizak afinitet prema celuloznim vlaknima; visok prema vuni, svili, PA; srednji prema mješavinama</p>

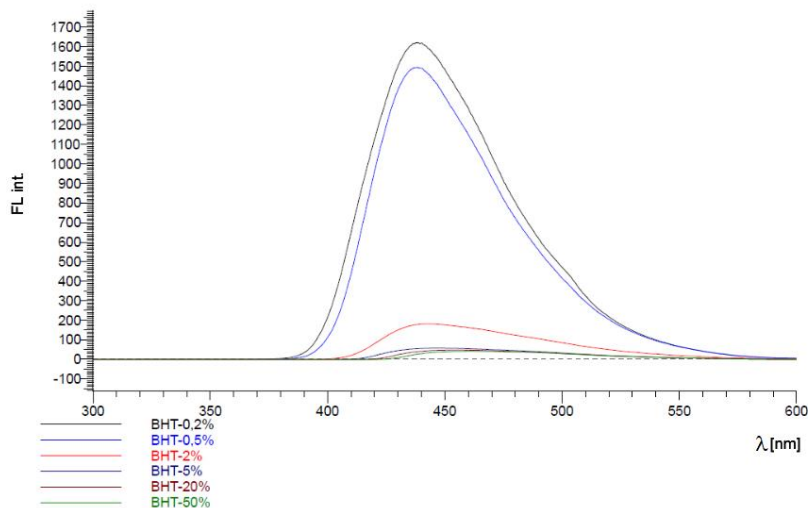
3. Rezultati s raspravom

Za potrebe izrade ovog rada pamučne tkanine su optički bijeljene s tri različita optička bjelila u različitom koncentracijskom rasponu. Prije obrada izmjerena je fluorescencija primjenjivanih otopina optičkih bjelila na fluorimetru, a rezultati intenziteta fluorescencije (FL int.) su prikazani na sl.1-3.

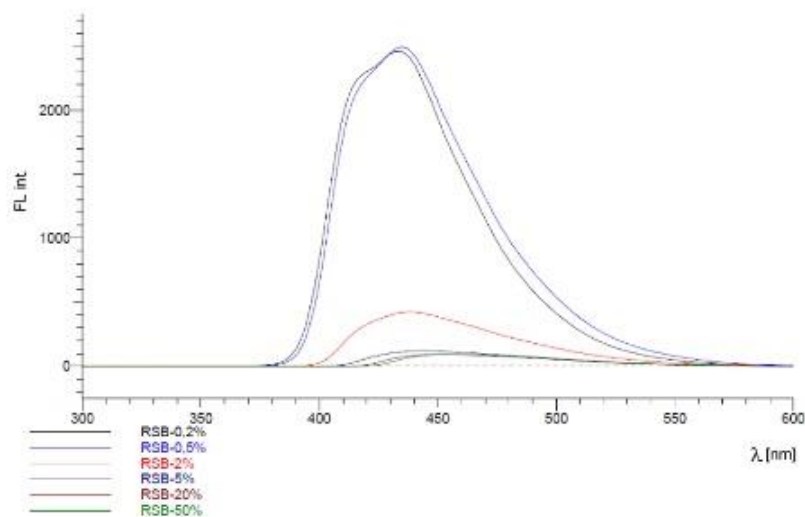
Iz rezultata prikazanih na sl.1 vidljivo je da je maksimalna emisija optičkog bjelila Uvitex BHT na 440 nm, što je područje emisije čiste plave boje. Najveću emisiju ima otopina optičkog bjelila koncentracije 0,2 % (1600), a potom 0,5 % (1400). Otopina Uvitex BHT koncentracije 2 % ima znatno nižu fluorescenciju (100). Kod koncentracija viših od 2 % vidljivo je gašenje fluorescencije te je emisija blizu 0. Istovremeno se može uočiti i batokromni pomak emisije.

Iz rezultata prikazanih na sl.2 vidljivo je da je maksimalna emisija optičkog bjelila Uvitex RSB također na 440 nm. Podjednaku emisiju fluorescencije oko 2500 imaju otopine optičkog bjelila koncentracije 0,2 % i 0,5 %. Otopina Uvitex RSB koncentracije 2 % ima na znatno manji intenzitet fluorescencije (400). Kod koncentracija viših od 2 % vidljivo je gašenje fluorescencije te se emisija približava 0. Vidljiv je batokromni pomak prema višim valnim duljinama kao posljedica gašenja fluorescencije.

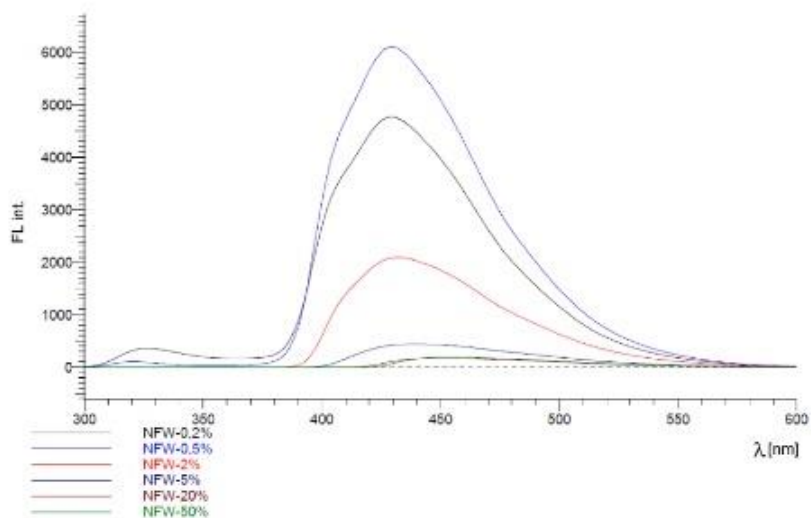
Na sl.3 može se vidjeti je da je maksimalna emisija optičkog bjelila Uvitex NFW na 430 nm, plavo-ljubičasta. Optičko bjelilo koncentracije 0,2 % ima intenzitet fluorescencije od 4900. S porastom koncentracije raste fluorescencija, pa najveću intenzitet fluorescencije ima otopina optičkog bjelila koncentracije 0,5 % i to 6000. Otopina koncentracije 2 % ima intenzitet fluorescencije manji od 2000.



Sl.1 Fluorescencija otopina optičkog bjelila Uvitex BHT



Sl.2 Fluorescencija otopina optičkog bjelila Uvitex RSB

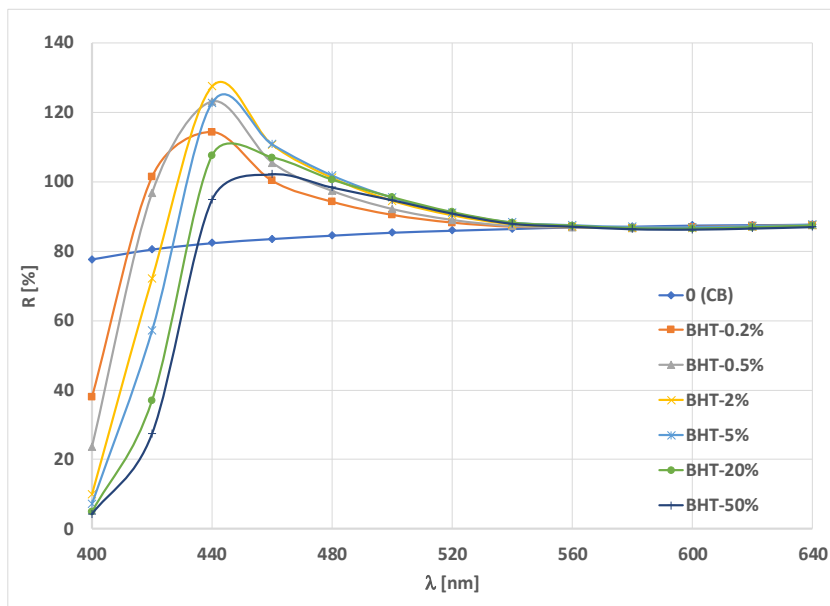


Sl.3 Fluorescencija otopina optičkog bjelila Uvitex NFW

S porastom koncentracije jasno je vidljivo gašenje fluorescencije i pomak maksimalne emisije na 440 nm. Kod koncentracije 5 % intenzitet fluorescencije je 300, a s daljnjim povećanjem koncentracije intenzitet fluorescencije bliži se 0. Usporedbom intenziteta fluorescencije između primijenjenih optičkih bjelila vidljivo je kako Uvitex NFW ima dvostruko veći intenzitet od Uvitex BHT i RSB. Budući da ima slab afinitet prema celuloznim vlaknima, istražene su spektralne karakteristike nakon obrade pamučne tkanine ispitivanim otopinama optičkih bjelila. Provedena su mjerenja remisije u području spektra od 400 do 640 nm, te su izračunati stupnjevi bjeline i odstupanje tona u odnosu na bijeli standard. Rezultati su prikazani na sl.4-8 i u tab.2-4.

Kemijskim bijeljenjem uklonjene su primjese pamučnim vlaknima i razoreni pigmenti. Za ovo istraživanje je korištena standardna kemijski bijeljena pamučna tkanina sa stupnjem bjeline prema CIE - W_{CIE} 74,4. Optičkim bijeljenjem postignuti su veći stupnjevi bjeline tkanina.

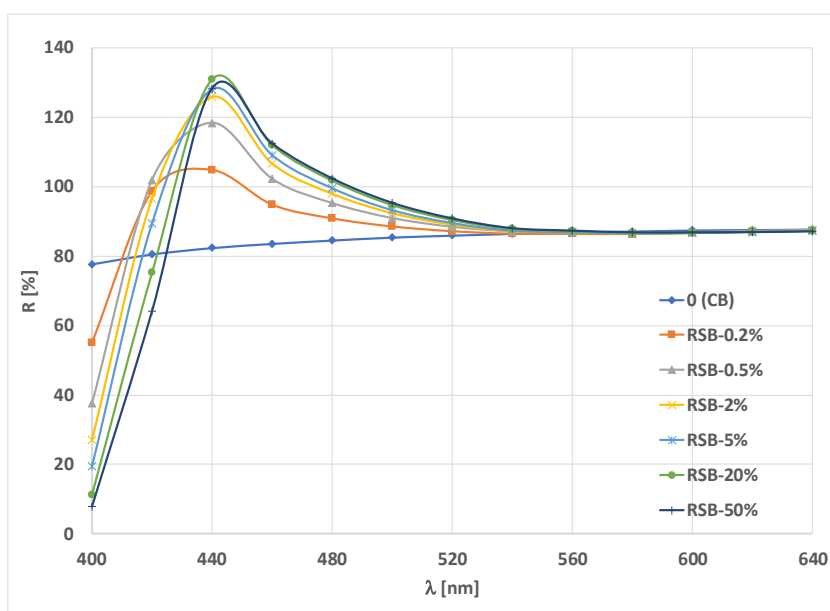
Već i vrlo mala koncentracija optičkog bjelila Uvitex BHT od 0,2 % jako povećava stupanj bjeline na 131,8. S povećanjem koncentracije optičkog bjelila povećava se i spektralna remisija s obrađenih tkanina. Najveći stupanj bjeline postiže se pri koncentraciji od 0,5 i 2 %. Prema rezultatima optimalna koncentracija Uvitex BHT je 0,5 %. Povećanjem koncentracije optičkog bjelila na vrijednosti veće od 2 % remisija uzoraka u ispitivanom spektru se smanjuje, a vidljive su nešto veće vrijednosti remisije kod većih valnih duljina. Što ukazuje da je došlo do pojave gašenja fluorescencije. Vrijednosti odstupanja tona to potvrđuju. Prava neutralna bjelina postignuta je kod uzoraka obrađivanih s optičkim bjelilom u koncentraciji 0,5 i 2 %, a s povećanjem koncentracije optičkog bjeli-



Sl.4 Remisijske krivulje za područje valnih duljina 400-640 nm kemijski i optički bijeljenih pamučnih tkanina s Uvitex BHT različitim koncentracijama

Tab.2 Stupanj bjeline prema CIE (W_{CIE}) i odstupanje tona boje od neutralno bijelog standarda kemijski bijeljene pamučne tkanine (KB) i pamučnih tkanina bijeljenih optičkim bjelilom Uvitex BHT različitim koncentracijama

Uzorak	W_{CIE}	TV, TD [23]	
		TV	TD
0.0 (CB)	74,4	G1	U tragovima zelenije od bijelog standarda
BHT-0.2%	131,8	R1	U tragovima crvenije od bijelog standarda
BHT-0.5%	142,6	R1	U tragovima crvenije od bijelog standarda
BHT-2%	142,0	G1	U tragovima zelenije od bijelog standarda
BHT-5%	131,5	G3	Jasno zelenije od bijelog standarda
BHT-20%	105,1	GG	Obojeno zeleno
BHT-50%	83,0	GG	Obojeno zeleno



Sl.5 Remisijske krivulje za područje valnih duljina 400-640 nm kemijski i optički bijeljenih pamučnih tkanina s Uvitex RSB različitim koncentracijama

la dolazi do njegovog naslojavanja na tkaninu koja dobiva zeleni ton. Uzorci bijeljeni optičkim bjelilom koncentracija manjih od 2 % pokazuju pomak tona boje od neutralno bijelog standarda prema crvenkasto-ljubičastom dijelu spektra, dok uzorci bijeljeni koncentracijom većom od 2 % pokazuju pomak prema plavo-zelenom dijelu spektra.

Iz rezultata mjerenja spektralnih karakteristika pamučnih tkanina bijeljenih optičkim bjelilom Uvitex RSB u rasponu koncentracija od 0,2 % do 50 % najveće vrijednosti remisije zabilježene su kod uzoraka bijeljenih optičkim bjelilom u koncentraciji od 20 %, pri valnoj duljini 440 nm. Valja istaknuti da se slična remisija postiže već pri koncentraciji od 2 % i gotovo ostaje ista do 50 % (za 2 % 146,6 do 20 % 147,3).

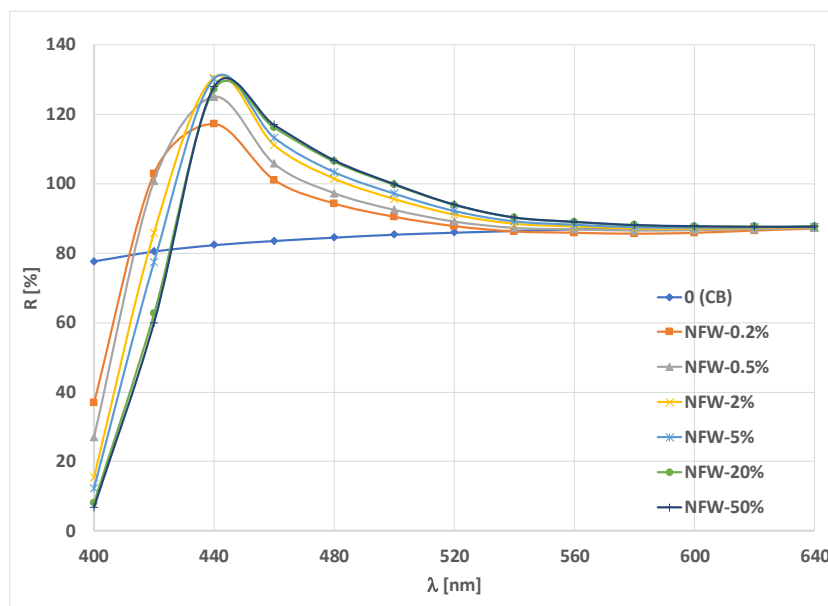
Tkanine bijeljene optičkim bjelilom Uvitex RSB u koncentracijama manjim od 5 % su u tragovima crvenije, a u koncentracijama većim od 20 % u tragovima zelenije od neutralno bijelog standarda. Budući da se slični rezultati bjeline postižu i pri koncentraciji od 2 %, iz ekonomskih razloga preporuča se ova koncentracija kao optimalna, sl.5 i tab.3.

Iz prikazanih rezultata mjerenja spektralnih karakteristika na pamučnim tkaninama bijeljenim optičkim bjelilom Uvitex NFW u rasponu koncentracija od 0,2 do 50 % vidljivo je da se remisija za područje valnih duljina 400-640 nm ispitivanih uzoraka tkanina povećava s povećanjem koncentracije optičkog bjelila. Granična koncentracija za ovo optičko bjelilo iznosi 2 % i pri toj koncentraciji izmjerena je najveća remisija na valnoj duljini 440 nm, sl.6.

Međutim, i primjenom najmanjih koncentracija 0,2 i 0,5 % vidljiv je značajno povećanje bjeline u odnosu na kemijski bijeljeni uzorak, a neznatno manji stupanj bjeline u odnosu na bijeljenje uz koncentraciji optičkog bjelila Uvitex

Tab.3 Stupanj bjeline prema CIE (W_{CIE}) i odstupanje tona boje od neutralno bijelog standarda kemijski bijeljene i pamučnih tkanina bijeljenih optičkim bjelilom Uvitex RSB različitih koncentracija

Uzorak	W_{CIE}	TV, TD [23]	
0,0 (KB)	74,4	G1	U tragovima zelenije od bijelog standarda
RSB-0,2%	117,8	R1	U tragovima crvenije od bijelog standarda
RSB-0,5%	137,7	R2	Malo crvenije od bijelog standarda
RSB-2%	146,6	R1	U tragovima crvenije od bijelog standarda
RSB-5%	148,4	R1	U tragovima crvenije od bijelog standarda
RSB-20%	147,3	G1	U tragovima zelenije od bijelog standarda
RSB-50%	141,0	G2	Malo zelenije od bijelog standarda



Sl.6 Remisijske krivulje za područje valnih duljina 400-640 nm kemijski i optički bijeljenih pamučnih tkanina s Uvitex NFW različitih koncentracija

Tab.4 Stupanj bjeline prema CIE (W_{CIE}) i odstupanje tona boje od neutralno bijelog standarda kemijski bijeljene pamučne tkanine i pamučnih tkanina bijeljenih optičkim bjelilom Uvitex NFW različitih koncentracija

Uzorak	W_{CIE}	TV, TD [23]	
0.0 (CB)	74,4	G1	U tragovima zelenije od bijelog standarda
NFW-0.2%	137,0	R1	U tragovima crvenije od bijelog standarda
NFW-0.5%	145,8	R1	U tragovima crvenije od bijelog standarda
NFW-2%	148,5	G1	U tragovima zelenije od bijelog standarda
NFW-5%	146,0	G2	Malo zelenije od bijelog standarda
NFW-20%	139,3	G5	Vrlo intenzivno zelenije od bijelog standarda
NFW-50%	139,7	G5	Vrlo intenzivno zelenije od bijelog standarda

NFW od 2 %. Razlog tomu je dvostruko veći intenzitet fluorescencije nego kod drugih bjelila. Na sl.6 se uočava da je maksimalna remisija uzoraka bijeljenih u ovim koncentracijama na 430 nm, što odgovara emisiji fluorescencije izmjerene na fluorometru (sl.3). Pri koncentraciji od 0,5 %

postiže se visok stupanj bjeline 145,8, a najviši je kod 2 % 148,5. Kod koncentracija viših od 2 % maksimum remisije je pri 440 nm, no intenzitet remisija se smanjuje. Iz rezultata je vidljivo da je tkanina bijeljena koncentracijom 2 % optičkog bjelila postigla najveću spektralnu remisiju i stupanj bje-

line, dok se kod koncentracija većim od 5 % uočava smanjenje remisije i stupanj bjeline uzoraka. Uzorak bijeljen s 2 % Uvitex NFW pokazuje odstupanje tona od neutralno bijelog standarda i to prema plavom dijelu spektra. Uzorci obrađeni manjom koncentracijom optičkog bjelila pokazuju neznatno odstupanje tona od neutralno bijelog standarda prema crvenoljubičastom dijelu spektra.

Prema dobivenim i analiziranim rezultatima za primjenu optičkog bjelila Uvitex NFW, kao optimalno se preporuča uzeti koncentracija optičkog bjelila od 0,5 %, jer iako pri toj vrijednosti nije postignuta najveća vrijednost remisije, postignut je približno jednak stupanj bjeline. Valja istaknuti da je ovo bjelilo imalo duplo veći intenzitet fluorescencija (FL int.) te je postignuta izvrsna bjelina iako je bjelilo slabog afiniteta prema celuloznim vlaknima.

U ovom radu korištena su tri optička bjelila različite konstitucije i tona emisije: Uvitex BHT, Uvitex RSB te Uvitex NFW. Po kemijskom sastavu su derivati stilbena: Uvitex BHT koji ima visok afinitet prema pamuku (2 sulfonatne skupine) i Uvitex RSB koji ima srednji afinitet (4 sulfonatne skupine) te Uvitex NFW niskog afiniteta koji je distirilbifenilni derivat. Usporedbom stupnjeva bjeline vidljivo je da se visoka bjelina pamučne tkanine postiže bez obzira na kemijski sastav primijenjenog optičkog bjelila pri koncentraciji od 2 %. Ujedno, za sva bjelila dovoljna je koncentracija od 0,5 % za postizanje izvrsne bjeline. Obzirom na postignute maksimume remisije primjenom 0,5 i 2 %, za Uvitex BHT na 440 nm i za Uvitex NFW na 430-440 nm, radi se plavom tonu. To potvrđuju i rezultati prikazani u CIE dijagramu kromatičnosti (sl.7).

Remisija tkanina obrađenih s Uvitex RSB odgovara crvenoljubičastom tonu te se pri višim

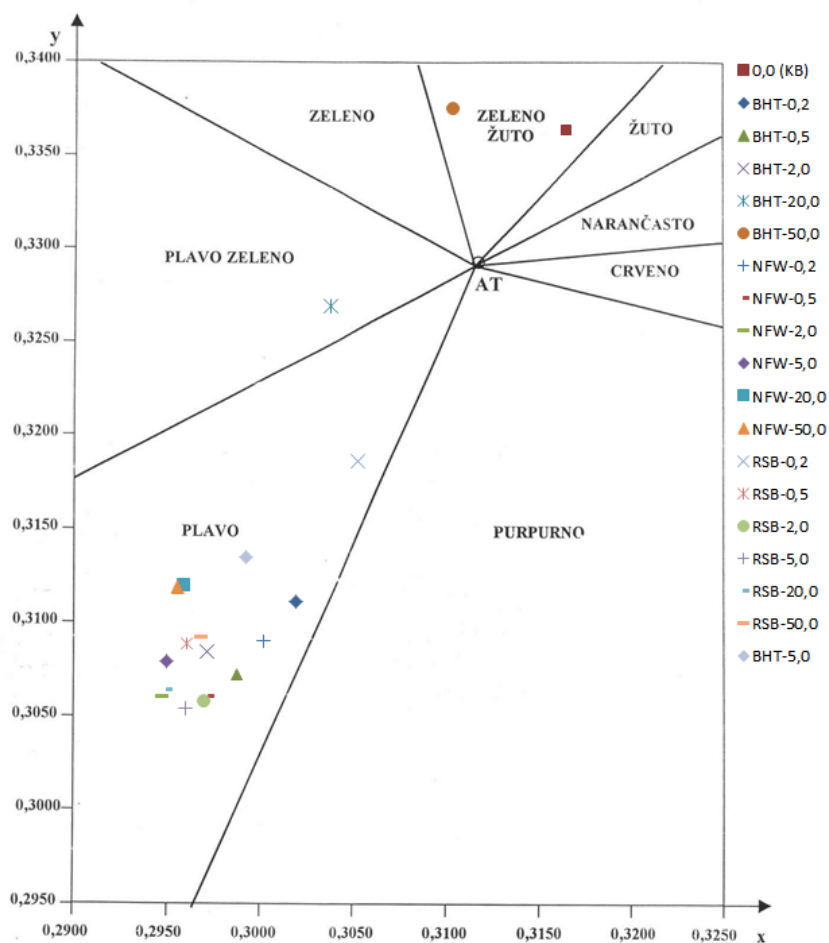


Figure 7. Part of the CIE chromaticity diagram

koncentracijama pomiču u plavo, odnosno pri 20 % u neutralno. Kod optičkih bjelila plavog tona, Uvitex BHT i Uvitex NFW uočava se koncentracijsko gašenje fluorescencije (smanjenje bjeline i remisije te pomak u plavo-zeleno). To se može objasniti prevelikom koncentracijom molekula optičkog bjelila na tkanini. Naslojavanjem molekula optičkog bjelila ne mogu se pobuditi svi slojevi te zbog toga nema fluorescencije koja direktno utječe na smanjenje bjeline. Dodatno, molekule optičkih bjelila pri velikim koncentracijama grade dimere koji nemaju sposobnost fluoresciranja.

Utjecaj koncentracije optičkih bjelila na UV zaštitu praćen je putem UV-A i UV-B transmisije te srednje vrijednosti zaštitnog faktora od UV zračenja (UPF). Rezultati izmjereni prema

AS/NZS 4399:2017 su prikazani u tab.5-7. Iz rezultata je vidljivo da kemijski bijeljena tkanina pruža samo dobru UV zaštitu (UPF =20,998). Već primjena male koncentracije optičkog bjelila dovodi do povećanja stupnja bjeline, a time i UV zaštite. Bez obzira na primijenjeno optičko bjelilo primjenom najniže koncentracije od 0,2 % postiže se izvrsna UV zaštita. Primjenom koncentracije 0,5 % postiže se maksimalna moguća UV zaštita (UPF=1000) bez obzira koje je optičko bjelilo korišteno. Treba napomenuti kako postignuta UV zaštita zadovoljava i najstrože standarde jer za zemlje s visokim UV indeksom (7-10+) za zaštitu osoba koje na otvorenom provedu osam sati dnevno preporuča se UPF>105, odnosno UPF=15*UV indeks [1-3].

Tab.5 UV-A i UV-B transmisija, standardna devijacija, standardna pogreška, te UV zaštita kemijski bijeljene pamučne tkanine i tkanine bijeljene optičkim bjelilom Uvitex BHT različitih koncentracija

Uzorak	srednja UPF	τ_{UVA}	τ_{UVB}	standardna devijacija	standardna pogreška	UV zaštita	
0.0 (CB)	20,998	3,406	7,376	2,335	2,895	15	dobra zaštita
BHT-0.2%	734,958	0,149	0,111	226,559	280,933	50+	izvrсна zaštita
BHT-0.5%	1000,000	0,100	0,100	0,000	0,000	50+	izvrсна zaštita
BHT-2%	1000,000	0,100	0,100	0,000	0,000	50+	izvrсна zaštita
BHT-5%	1000,000	0,100	0,100	0,000	0,000	50+	izvrсна zaštita
BHT-20%	1000,000	0,100	0,100	0,000	0,000	50+	izvrсна zaštita
BHT-50%	1000,000	0,100	0,100	0,000	0,000	50+	izvrсна zaštita

Tab.6 UV-A i UV-B transmisija, standardna devijacija, standardna pogreška, te UV zaštita kemijski bijeljene pamučne tkanine i tkanine bijeljene optičkim bjelilom Uvitex RSB različitih koncentracija

Uzorak	srednja UPF	τ_{UVA}	τ_{UVB}	standardna devijacija	standardna pogreška	UV zaštita	
0.0 (CB)	20,998	3,406	7,376	2,335	2,895	15	dobra zaštita
RSB-0.2%	144,281	0,770	0,724	103,690	128,576	50+	izvrсна zaštita
RSB-0.5%	1000,000	0,100	0,100	0,000	0,000	50+	izvrсна zaštita
RSB-2%	1000,000	0,100	0,100	0,000	0,000	50+	izvrсна zaštita
RSB-5%	1000,000	0,100	0,100	0,000	0,000	50+	izvrсна zaštita
RSB-20%	1000,000	0,100	0,100	0,000	0,000	50+	izvrсна zaštita
RSB-50%	1000,000	0,100	0,100	0,000	0,000	50+	izvrсна zaštita

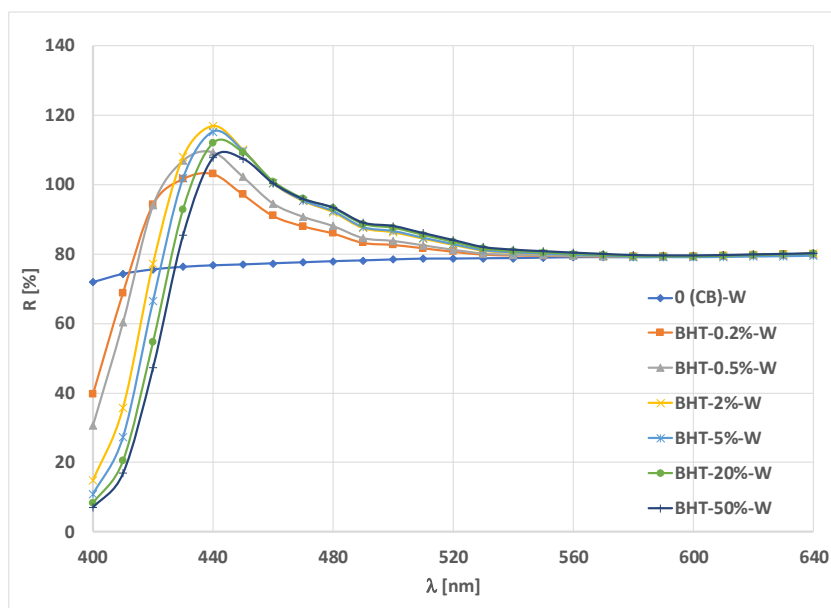
Table 7. UV-A and UV-B transmission, standard deviation, standard error, and UV protection of chemically bleached (CB) and optically brightened cotton fabrics with Uvitex NFW in a wide concentration range

Uzorak	srednja UPF	τ_{UVA}	τ_{UVB}	standardna devijacija	standardna pogreška	UV zaštita	
0.0 (CB)	20,998	3,406	7,376	2,335	2,895	15	dobra zaštita
NFW-0.2%	614,747	0,212	0,103	363,942	451,288	50+	izvrсна zaštita
NFW-0.5 %	1000,000	0,100	0,100	0,000	0,000	50+	izvrсна zaštita
NFW-2%	1000,000	0,100	0,100	0,000	0,000	50+	izvrсна zaštita
NFW-5%	1000,000	0,100	0,100	0,000	0,000	50+	izvrсна zaštita
NFW-20%	1000,000	0,100	0,100	0,000	0,000	50+	izvrсна zaštita
NFW-50%	1000,000	0,100	0,100	0,000	0,000	50+	izvrсна zaštita

Uspoređujući primijenjena optička bjelila, vidljivo je da bjelila plavog tona Uvitex BHT i NFW pri najnižoj koncentraciji daju viši UPF, nego bjelilo crvenog tona Uvitex RSB.

Valja istaknuti da se maksimalna UV zaštita ne smanjuje s pojavom gašenja fluorescencije, odnosno sa smanjenjem bjeline i vrijednosti remisije pri višim koncentracijama optičkog bjelila.

S obzirom da korištena bjelila imaju različit afiniteta prema pamuku istražena je promjena remisije, bjeline i UV zaštite nakon jednog ciklusa pranja u destiliranoj vodi na 60 °C u vremenu od 30 min. Rezultati remisije i bjeline uzoraka nakon pranja prikazani su



S1.8 Remisijske krivulje za područje valnih duljina 400-640 nm opranih kemijski i optički bijeljenih pamučnih tkanina s Uvitex BHT različitih koncentracija

na sl.8-10 i u tab.8-10, a UV zaštite u tab.11-13.

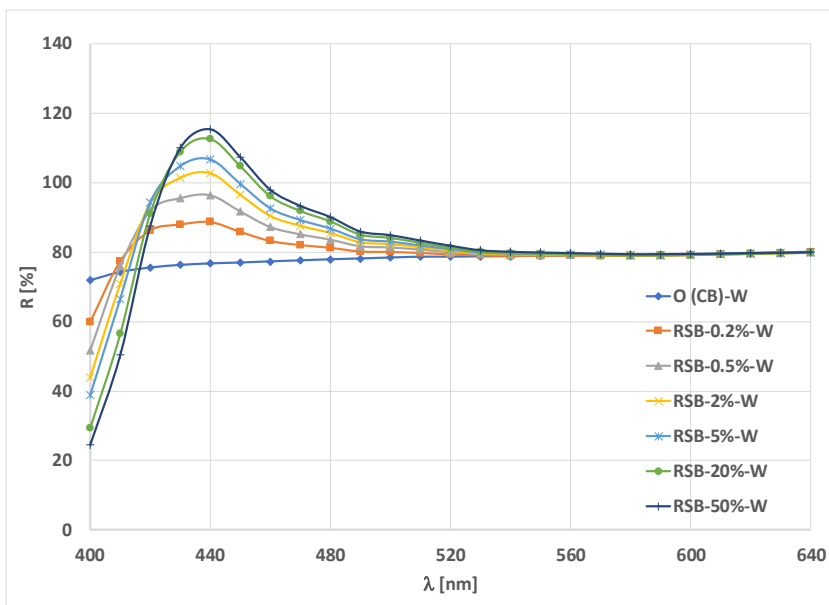
Prema dobivenim rezultatima, vidljivo je da u pranju dolazi do skidanja slojeva optičkog bjelila sa svih ispitivanih uzoraka tkanina, što rezultira smanjenjem vrijednosti remisije i stupnja bjeline tkanina. Može se pretpostaviti da dolazi do skidanja podjednake količine pojedinog optičkog bjelila jer je promjena vrijednosti stupnja bjeline i remisije jače naglašena pri manjim koncentracijama optičkog bjelila. Međutim, vidljive su značajne razlike u promjeni vrijednosti remisije i stupnja bjeline u ovisnosti o tipu (afinitetu) optičkog bjelila.

Kod Uvitex BHT vidljivo je smanjenje maksimuma remisije i stupnja bjeline za desetak jedinica, primjerice za BHT-0,5% remisija se smanjila sa 127 na 116 a bjelina sa 142 na 132. Zanimljivo je da nakon jednog ciklusa pranja tkanine imaju veći stupanj bjeline i manje odstupanje tona od bijelog standarda što ukazuje kako je skidanje naslojenog optičkog bjelila dovelo do smanjenja učinka gašenja fluorescencije.

Kod Uvitex RSB vidljivo je smanjenje maksimuma remisije i stupnja bjeline za čak dvadesetak jedinica, primjerice kod uzorka obrađenog s optičkim bjelilom Uvitex RSB u koncentraciji od 2 % nakon pranja remisija se smanjila sa 125 na 103, a stupanj bjeline sa 146 na 122. Najviši stupnjevi bjeline postignuti su primjenom optičkog bjelila u koncentracijama višim od 2 % na m.m. i za razliku od druga dva primijenjena optička bjelila nisu se smanjivali s povećanjem koncentracije. Pranjem uzoraka tkanina dolazi do skidanja sloja optičkog bjelila, ali se bilježi povećanje stupnja bjeline svih uzoraka pamučne tkanine proporcionalno s višim koncentracijama optičkih bjelila na obrađenim tkaninama.

Table 8. Degree of whiteness according to CIE (W_{CIE}) and tint deviation from the white standard of washed chemically bleached (CB) and optically brightened cotton fabrics with Uvitex BHT in a wide concentration range

Uzorak	W_{CIE}	TV, TD [23]	
0.0 (CB)-W	71,7	R1	U tragovima crvenije od bijelog standarda
BHT-0.2%-W	122,9	R1	U tragovima crvenije od bijelog standarda
BHT-0.5%-W	132,2	R1	U tragovima crvenije od bijelog standarda
BHT-2%-W	138,2		
BHT-5%-W	132,5	G2	Malo zelenije od bijelog standarda
BHT-20%-W	124,0	G3	Jasno zelenije od bijelog standarda
BHT-50%-W	115,2	G4	Intenzivno zelenije od bijelog standarda



Sl.9 Remisijske krivulje za područje valnih duljina 400-640 nm opranih kemijski i optički bjeljenih pamučnih tkanina s Uvitex RSB različitih koncentracija

Tab.9 Stupanj bjeline prema CIE (W_{CIE}) i odstupanje tona boje od neutralno bijelog standarda opranih kemijski bjeljene i pamučnih tkanina bjeljenih optičkim bjelilom Uvitex RSB različitih koncentracija

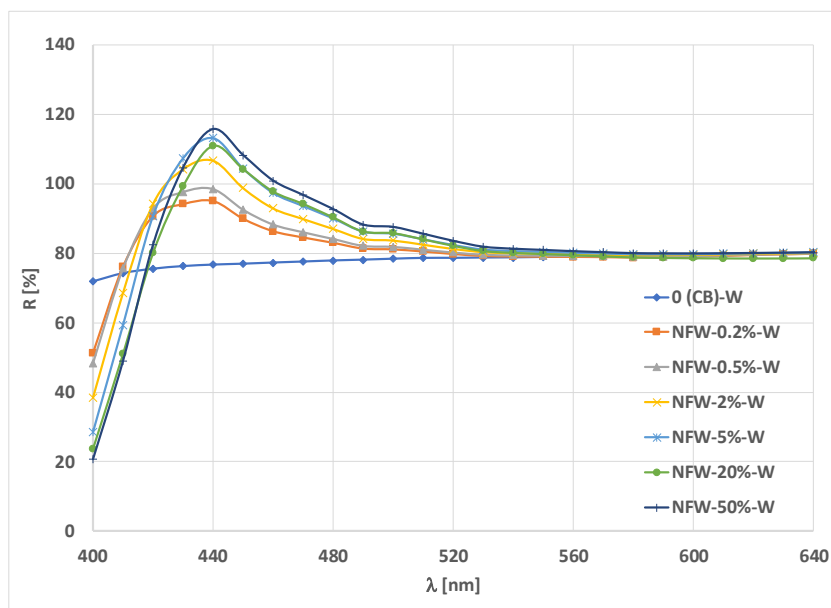
Uzorak	W_{CIE}	TV, TD [23]	
0.0 (CB)-W	71,7	R1	U tragovima crvenije od bijelog standarda
RSB-0.2%-W	97,3	R1	U tragovima crvenije od bijelog standarda
RSB-0.5%-W	111,9	R1	U tragovima crvenije od bijelog standarda
RSB-2%-W	122,4	R1	U tragovima crvenije od bijelog standarda
RSB-5%-W	128,2	R1	U tragovima crvenije od bijelog standarda
RSB-20%-W	136,3	R1	U tragovima crvenije od bijelog standarda
RSB-50%-W	138,8	R1	U tragovima crvenije od bijelog standarda

Tab.10 Stupanj bjeline prema CIE (W_{CIE}) i odstupanje tona boje od neutralno bijelog standarda opranih kemijski bjeljenih i pamučnih tkanina bjeljenih optičkim bjelilom Uvitex NFW različitih koncentracija

Uzorak	W_{CIE}	TV, TD [23]	
0.0 (CB)-W	71,7	R1	U tragovima crvenije od bijelog standarda
NFW-0.2%-W	109,1	R1	U tragovima crvenije od bijelog standarda
NFW-0.5%-W	115,1	R1	U tragovima crvenije od bijelog standarda
NFW-2%-W	127,4	R1	U tragovima crvenije od bijelog standarda
NFW-5%-W	135,6		
NFW-20%-W	130,8	G1	U tragovima zelenije od bijelog standarda
NFW-50%-W	137,2	G1	U tragovima zelenije od bijelog standarda

Razmatranjem promjene tona ispitivanih tkanina, jasno je vidljivo da se ovim optičkim bjelilom nije postignut bijeli ton već da svi uzorci pokazuju u tragovima crveniji ton.

Kod obrade optičkim bjelilom Uvitex NFW vidljivo je smanjenje maksimalne remisije i stupnja bjeline uzoraka za više od dvadesetak jedinica, npr. kod koncentracije od 0,5 % remisija se smanjila sa 125 na 98 a bjelina sa 146 na 115 dok se kod koncentracije od 2 % remisija smanjila sa 130 na 106 a bjelina sa 148 na 127. Kod uzoraka obrađenih ovim optičkim bjelilom u koncentracijama većim od 2 % smanjivao se stupanj bjeline a odstupanje tona je bilo izraženo, odnosno jako zelenije od standarda. Provedenim ciklusom pranja došlo je do skidanja naslojenog bjelila i poboljšanja stupnja bjeline kod uzoraka obrađenih bjelilom u koncentracijama većim od 2 %, odnosno eliminiranje učinka gašenja djelovanja optičkog bjelila.



Sl.10 Remisijske krivulje za područje valnih duljina 400-640 nm opranih kemijski i optički bjeljenih pamučnih tkanina s Uvitex NFW različitih koncentracija

Dobivene razlike u maksimalnim vrijednostima remisije i stupnja bjeline primijenjenih optičkih bjelila, od desetak za Uvitex BHT do dvadesetak jedinica za Uvitex RSB i NFW, mogu se tumačiti različitim afinitetom prema celuloznim vlaknima. Uvitex BHT koji ima izrazit afinitet prema

celuloznim vlaknima manje se skida u pranju od bjelila srednjeg do slabog afiniteta.

Iz rezultata stupnja zaštite od UV zračenja prikazanih u tab.11-13 vidljivo je da u pranju dolazi do porasta stupnja zaštite kemijski bjeljenom standardnom tkaninom.

Tab.11 UV-A i UV-B transmisija, standardna devijacija, standardna pogreška, te UV zaštita opranih kemijski bjeljene pamučne tkanine i tkanine bjeljene optičkim bjelilom Uvitex BHT različitih koncentracija

Uzorak	srednja UPF	τ_{UVA}	τ_{UVB}	standardna devijacija	standardna pogreška	UV zaštita	
0.0 (CB)-W	37,048	1,451	5,403	2,697	7,876	30	dobra zaštita
BHT-0.2%-W	976,115	0,100	0,102	27,719	80,940	50+	izvrсна zaštita
BHT-0.5%-W	1000,000	0,100	0,100	0,000	0,000	50+	izvrсна zaštita
BHT-2%-W	1000,000	0,100	0,100	0,000	0,000	50+	izvrсна zaštita
BHT-5%-W	1000,000	0,100	0,100	0,000	0,000	50+	izvrсна zaštita
BHT-20%-W	1000,000	0,100	0,100	0,000	0,000	50+	izvrсна zaštita
BHT-50%-W	1000,000	0,100	0,100	0,000	0,000	50+	izvrсна zaštita

Tab.12 UV-A i UV-B transmisija, standardna devijacija, standardna pogreška, te UV zaštita opranih kemijski bjeljene pamučne tkanine i tkanine bjeljene optičkim bjelilom Uvitex RSB različitih koncentracija

Uzorak	srednja UPF	τ_{UVA}	τ_{UVB}	standardna devijacija	standardna pogreška	UV zaštita	
0.0 (CB)-W	37,048	1,451	5,403	2,697	7,876	30	dobra zaštita
RSB-0.2%-W	80,185	0,782	1,565	9,035	26,381	50+	izvrсна zaštita
RSB-0.5%-W	245,123	0,300	0,311	14,641	42,751	50+	izvrсна zaštita
RSB-2%-W	1000,000	0,100	0,100	0,000	0,000	50+	izvrсна zaštita
RSB-5%-W	1000,000	0,100	0,100	0,000	0,000	50+	izvrсна zaštita
RSB-20%-W	1000,000	0,100	0,100	0,000	0,000	50+	izvrсна zaštita
RSB-50%-W	1000,000	0,100	0,100	0,000	0,000	50+	izvrсна zaštita

Tab.13 UV-A i UV-B transmisija, standardna devijacija, standardna pogreška, te UV zaštita opranih kemijski bijeljene pamučne tkanine i tkanine bijeljene optičkim bjelilom Uvitex NFW različitih koncentracija

Uzorak	srednja UPF	τ_{UVA}	τ_{UVB}	standardna devijacija	standardna pogreška	UV zaštita	
0.0 (CB)	37,048	1,451	5,403	2,697	7,876	30	dobra zaštita
NFW-0.2%-W	103,495	0,716	0,539	29,599	86,430	50+	izvrсна zaštita
NFW-0.5%-W	329,730	0,241	0,159	91,222	266,367	50+	izvrсна zaštita
NFW-2%-W	1000,000	0,100	0,100	0,000	0,000	50+	izvrсна zaštita
NFW-5%-W	1000,000	0,100	0,100	0,000	0,000	50+	izvrсна zaštita
NFW-20%-W	1000,000	0,100	0,100	0,000	0,000	50+	izvrсна zaštita
NFW-50%-W	1000,000	0,100	0,100	0,000	0,000	50+	izvrсна zaštita

Srednja vrijednost UPF za kemijski bijeljenu tkaninu bila je 21 a pranjem je porasla na 37. Razlog tomu je poznato skupljanje pamučne tkanine u procesu pranja radi bubrenja i sušenja (dobivanje kompaktnije strukture tkanine nakon pranja). Skidanjem optičkog bjelila dolazi i do smanjenja UV zaštite iako je ona i dalje izvršna (50+). Budući da je skidanje kod Uvitex BHT najmanje, nema značajnije promjene u vrijednostima UPF. Međutim, kod bjelila koja imaju slabiji afinitet za celulozna vlakna i čiji se stupanj bjeline i remisije smanjio za više od 20 jedinica vidljivo je i smanjenje srednje vrijednosti UPF-a. Primjenom koncentracije od 0,5 % optičkog bjelila bile su postignute maksimalne moguće vrijednosti UPF 1000, no sada su smanjene za Uvitex RSB na 245, a za Uvitex NFW 329. Pri većim koncentracijama, bez obzira na smanjene vrijednosti su i dalje na vrlo visoke.

4. Zaključak

U radu je istražena utjecaj koncentracije optičkih bjelila na bjelinu i UV zaštitu pamučne tkanine nakon obrada i nakon jednog ciklusa pranja u vodi. Primijenjena optička bjelila su različite konstitucije, afiniteta i tona emisije: derivati stilbena Uvitex BHT i Uvitex RSB, te derivat distirilbifenila Uvitex NFW te su ima dodatno ispitana svojstva fluorescencija u koncentracijskom rasponu od 0,2 do 50 % na m.m.

Usporedbom optičkih bjelila pokazalo se da optička bjelila Uvitex NFW i Uvitex BHT emitiraju u plavom, dok Uvitex RSB emitira u crveno-ljubičastom, pri čemu Uvitex NFW ima duplo veći intenzitet fluorescencije. Kod bjelila plavog tona, optimalna koncentracija je 0,5 % iako se najveća bjelina postiže pri 2 %. Pri višim koncentracijama dolazi do gašenja fluorescencije. Za razliku od Uvitex BHT i Uvitex NFW, kod Uvitex RSB bjelina raste s povećanjem koncentracije i pri koncentraciji od 20 % pokazuje najveću bjelinu. Međutim, već koncentracija od 2 % daje podjednaku bjelinu i UV zaštitu te se može smatrati optimalnom.

Sve optički bijeljene tkanine već pri najnižoj koncentraciji doprinose povećanju UV zaštite, a pri 0,5 % i višoj koncentraciji pokazuju maksimalnu moguću UV zaštitu (UPF=1000). Optička bjelila plavog tona pri koncentraciji 0,2 % daju nešto višu zaštitu od bjelila crvenog tona, no postignuta maksimalna UV zaštita pri višim koncentracijama ne smanjuje se s pojavom gašenja fluorescencije, odnosno smanjenjem bjeline i remisije pri višim koncentracijama optičkog bjelila.

Pokazalo se da razlika u afinitetu optičkih bjelila utječe na ponašanje u pranju – Uvitex BHT koji ima izrazit afinitet prema celuloznim vlaknima manje se skida od bjelila srednjeg do slabog afiniteta. Skidanjem optičkog bjelila dolazi i do smanjenja UV zaštite iako je ona i dalje izvršna.

Može se zaključiti kako je moguće postići zadovoljavajuću bjelinu i učinkovitu UV zaštitu primjenom niske koncentracije optičkih bjelila od 0,5 % i pri sniženoj temperaturi od 60 °C, u kraćem vremenu obrade od 30 min i pri neutralnom pH, što obradu čini ekološki i ekonomski održivijom.

Zahvala



Ovaj rad je sufinancirala Hrvatska zaklada za znanost projektom UIP-2017-05-8780 Bolničke zaštitne tekstilije, HPROTEX.

Literatura:

- [1] Tarbuk A. *et al*: UV Clothing and Skin Cancer, Collegium Antropologicum **34** (2010.) S2, 179-183.
- [2] Tarbuk A. *et al*: Skin cancer and UV Protection, Autex Research Journal **16** (2016.) 1, 19-28.
- [3] Tarbuk A. i sur.: Zaštita od ultraljubičastog zračenja površinski modificiranom poliesterom tkaninom, Tekstil **55** (2006.) 8, 383-394.
- [4] Dekanić T. *et al*: Impact of artificial light on optical and protective effects of cotton after washing with detergent containing fluorescent compounds, Tenside Surfactants Detergents **51** (2014.) 5, 451-459

- [5] Dekanić T. *et al.*: Light Conversion for UV Protection by Textile Finishing and Care, in *Sunscreens: Properties, Role in Skin Cancer Prevention and Health Effects* (Ed. S. H. Sharp), New York : Nova Science Publishers, 2015, 143-172, ISBN 978-1-63482-160-5
- [6] Zhou Y., P. Cox Crews: Effect of OBAs and repeated launderings on UVR transmission through fabrics, *Textile Chem. Color.* 30 (1998) 11, 19-24
- [7] Gambichler T. *et al.*: Protection against ultraviolet radiation by commercial summer clothing: need for standardised testing and labelling, *BMC Dermatology* 1 (2001) 6, doi:10.1186/1471-5945-1-6
- [8] Reinert G. *et al.*: UV-protecting properties of textile fabrics and their improvement. *Text Chem Color* 29 (1997) 12, 36-43
- [9] Soljačić I.: O optičkim bjelilima, *Tekstil* 21 (1972) 5, 377-398
- [10] Soljačić I., A. M. Grancarić: Vježbe iz procesa oplemenjivanja tekstila, Sveučilište u Zagrebu, Tekstilno-tehnološki fakultet, Zagreb, 1995.
- [11] Grancarić A. M., A. Tarbuk: Quenching of Fluorescence in World of Whiteness; Book of Papers of 11th AIC 2009, Sydney, Australia, The Colour Society of Australia, 2009. 395-401
- [12] Soljačić I.: Optička bjelila u sredstvima za pranje, *Tekstil* 21 (1972) 5, 415-421
- [13] Grancarić A. M., I. Soljačić: Einfluss der Konzentration optischer Aufheller auf Fluoreszenz und Weissgrad von Baumwollgeweben, *Melliand Textilber* 62 (1981) 11, 876-882
- [14] Tarbuk A. *et al.*: Discrepancy of Whiteness and UV Protection in Wet State. *Collegium antropologicum* 38 (2014) 4, 1099-1105
- [15] Dekanić T. i sur.: Funkcionalizacija pamučnih tekstilija za UV zaštitu, 7. Međunarodni stručno-znanstveni skup "Zaštita na radu i zaštita zdravlja" ZBORNIK RADOVA / Kirin, Snježana (ur.). Karlovac : Veleučilište u Karlovcu, 2018. 463-469
- [16] Discover Uvitex World – The Handbook of Fluorescent Whitening of Textiles, Ciba Specialty Chemicals, 1999
- [17] Čunko R., Andrassy M.: Vlakna, Zrinski d.d., Čakovec, 2005.
- [18] Grancarić A. M. i sur.: Osnove oplemenjivanja tekstila, Knjiga II. Procesi mokre apreture, bojadisanja i tiska, Sveučilište u Zagrebu, Tekstilno-tehnološki fakultet, Zagreb, 1994.
- [19] Zulić D., A. M. Grancarić: Alkalne pektinaze za iskuhavanje pamuka, *Tekstil* 51 (2002.) 1, 128-135
- [20] Soljačić I.: Problematika bijeljenja pamuka vodikovim peroksidom, *Tekstil* 26 (1977.) 11, 707-718
- [21] Kuzmek B.: Bijeljenje pamuka vodikovim peroksidom uz prisutnost organskih stabilizatora, *Tekstil* 23 (1974.) 2, 153-165
- [22] Tarbuk A. i sur.: Optimiranje postupka iskuhavanja pamučne tkanine kiselim i neutralnim pektinazama. *Tekstil* 62 (2013.) 9-10, 353-360
- [23] Griesser R.: Assessment of whiteness and tint of fluorescent substrates with good inter-instrument correlation; *Color Res. Appl.* 19 (1994) 6, 446-460.

SUMMARY

The influence of the optical brighteners concentration on the degree of whiteness and UV protection of cotton fabric

T. Dekanić, I. Čorak, A. Tarbuk, J. Hofmann, N. Marković

Chemically bleached cotton fabrics were optically brightened in a wide concentration range with optical brighteners (fluorescent brightening agents, FWAs) of different constitution, affinity and emission tone: stilbene derivatives Uvitex BHT and Uvitex RSB, and distyrylbiphenyl derivative Uvitex NFW with the purpose of process sustainability. The fluorescence of FWA solutions was investigated, and then cotton fabrics were optically brightened in these solutions. The influence of the FWA concentration on cotton fabric whiteness and the UV protection was researched after treatment and one cycle of washing in water. It has been shown that it is possible to achieve satisfactory whiteness and effective UV protection by applying a low concentration of FWA at a reduced temperature of 60°C, in a shorter treatment time of 30 min and at a neutral pH, which makes this treatment sustainable.

Keywords: cotton, optical brightening, fluorescence, whiteness, UV protection

University of Zagreb

Faculty of Textile Technology

Zagreb, Croatia

e-mail: anita.tarbuk@ttf.unizg.hr

Received February 10, 2020

Der Einfluss der Konzentration optischer Aufheller auf den Weißgrad und den UV-Schutz von Baumwollgewebe

Chemisch gebleichte Baumwollgewebe wurden in einem weiten Konzentrationsbereich mit optischen Aufhellern unterschiedlicher Zusammensetzung, Affinität und Emissionstönung optisch aufgehellt: mit Stilben-Derivaten Uvitex BHT und Uvitex RSB und Distyrylbiphenyl-Derivat Uvitex NFW mit dem Ziel der Prozessnachhaltigkeit. Die Fluoreszenz von optischen Bleichlösungen wurde untersucht, und anschließend wurden Baumwollgewebe in diesen Lösungen optisch aufgehellt. Getestet wurde der Einfluß der Konzentration des optischen Aufhellers auf den Weißgrad von Baumwollgewebe und den Schutzgrad gegen UV-Strahlung nach der Behandlung und einem Waschgang in Wasser. Es hat sich gezeigt, dass ein zufriedenstellender Weißgrad und ein effektiver UV-Schutz durch die Anwendung einer geringen Konzentration an optischen Aufhellern bei einer reduzierten Temperatur von 60 °C, einer kürzeren Behandlungszeit von 30 min und einem neutralen pH-Wert erreicht werden können, was diese Behandlung nachhaltig macht.