

UNIVERZA V LJUBLJANI
NARAVOSLOVNOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA TEKSTILSTVO, GRAFIKO IN OBLIKOVANJE

**FUNKCIONALIZACIJA BOMBAŽNE TKANINE S SREBROVIM NITRATOM IN
ZELENIM ČAJEM ZA DOSEGANJE ZAŠČITE PRED UV-SEVANJEM**

COTTON FUNCTIONALIZATION WITH SILVER NITRATE AND GREEN TEA FOR
THE PROTECTION AGAINST UV RADIATION

DIPLOMSKO DELO

Marijana MEŠKO

Ljubljana, september 2016

POPRAVKI

Stran

Vrstica

Namesto

Beri

PODATKI O DIPLOMSKEM DELU

Ime in PRIIMEK: Marijana MEŠKO

Naslov diplomskega dela: Funkcionalizacija bombažne tkanine s srebrovim nitratom in zelenim čajem za doseganje zaščite pred UV-sevanjem

Kraj: Ljubljana

Leto: 2016

Število listov: 36; število slik: 5; število preglednic: 7; število literaturnih virov: 17

Smer študija: Visokošolski strokovni študijski program Tekstilna tehnika

Področje raziskovalnega dela: Plemenitenje tekstilij

Kraj izvajanja dela: Katedra za tekstilno in oblačilno inženirstvo, Oddelek za tekstilstvo, grafiko in oblikovanje, Naravoslovnotehniška fakulteta, Univerza v Ljubljani

Mentor: doc. dr. Marija Gorjanc

Člani komisije za oceno in zagovor diplomskega dela:

Predsednik: doc.dr. Mateja Kert

Član: doc.dr. Marija Gorjanc

Član: doc. dr. Brigita Tomšič

Ljubljana, september 2016

ZAHVALA

Diplomsko delo sem opravljala na Katedri za tekstilno in oblačilno inženirstvo, Oddelek za tekstilstvo, grafiko in oblikovanje, Naravoslovnotehniške fakultete Univerze v Ljubljani.

Za pomoč pri izbiri teme diplomske naloge ter za celovito vodenje skozi proces pisanja diplomske naloge, predvsem pa za obilico potrpljenja, ki ga je imela z menoj, se iskreno zahvaljujem doc. dr. Mariji Gorjanc.

Najbolj se zahvaljujem svoji ljubi mami, ki mi stoji ob strani pri vseh barvah mojega življenja.

IZVLEČEK

V diplomskem delu je bil proučevan vpliv funkcionalizacije bombažne tkanine s srebrovim nitratom (AgNO_3) in ekstraktom zelenega čaja (ZČ) na barvo in zaščitne lastnosti proti ultravijoličnemu (UV) sevanju. Srebrov nitrat v koncentraciji 0,01 M je bil uporabljen kot čimža pri barvanju z zelenim čajem (v koncentraciji 20 g/l). Čimžanje je bilo opravljeno med barvanjem z različnim volumenskim razmerjem med AgNO_3 in ekstraktom zelenega čaja, in sicer 1:1, 1:5, 1:10, 5:1, 10:1, 1:0 in 0:1. Za funkcionalizacijo sta bili izbrani dve tkanini surovega 100-odstotnega bombaža, ki sta se med seboj razlikovali v ploščinski masi in gostoti. Funkcionaliziranim tkaninam je bila izmerjena barva na refleksijskem spektrofotometru, UV-zaščitni faktor (UZF) pa z uporabo UV/VIS-spektrofotometra. Opravljena je bila tudi obstojnost na pranje. Rezultati raziskave so pokazali, da z višanjem volumenskega deleža AgNO_3 v barvalni kopeli postanejo vzorci temnejši, bolj rdeči in bolj rumeni. Barvne razlike (ΔE^*_{ab}) med obema tkaninama so vidne s prostim očesom, saj so bile vrednosti višje od 1. Odlične vrednosti UZF niso bile v korelaciji z barvo funkcionaliziranih tekstilij. Višje vrednosti UZF so imeli vzorci, ki so bili funkcionalizirani z večjim volumenskim deležem zelenega čaja. Poleg funkcionalizacije z zelenim čajem je na višjo vrednost UZF imela vpliv tudi večja ploščinska masa tkanine. Čimžanje z AgNO_3 ni bistveno prispevalo k izboljšanju pralne obstojnosti. Kljub temu so imeli vzorci po petkratnem pranju odlične UV-zaščitne lastnosti.

Ključne besede: čimžanje, srebrov nitrat, barvilo zelenega čaja, UV-zaščitni faktor.

ABSTRACT

The influence of functionalization of cotton fabrics with silver nitrate (AgNO_3) and green tea extract on colour and protective properties against ultraviolet (UV) radiation was studied in the framework of diploma thesis. Silver nitrate in concentration of 0.01 was used as a mordant during dyeing with green tea extract in concentration of 20 g/l. Mordanting was carried out during dyeing, with a different volume ratio between AgNO_3 and green tea extract, i.e. 1:1, 1:5, 1:10, 5:1, 10:1, 1:0 and 0:1. Two raw 100% cotton fabrics, with different density of threads and surface weight were selected for functionalization. Functionalized fabrics were measured for their colour on the reflective spectrophotometer and for their UV protection factor (UPF) by using a UV/VIS spectrophotometer. The fastness to washing was performed also. The research results show that by increasing the volume ratio of AgNO_3 in the dye bath, functionalized samples become darker, redder and more yellow. Colour difference (ΔE^*_{ab}) between the two fabrics were visibly detectable since values were higher than 1. Excellent UPF values were not correlated with the colour of functionalized textiles. Higher UPF values were calculated for samples functionalized with a higher volume ratio of green tea extract. In addition to functionalization with green tea, the higher values of UPF have been calculated for fabrics of higher weight. Mordanting with AgNO_3 did not significantly contribute to improving the wash fastness. Nevertheless, the samples had the excellent UV protective properties after five wash cycles.

Keywords: mordanting, silver nitrate, green tea dye, UV protection factor.

POVZETEK

Varstvo okolja je skupaj s trajnostno naravnanimi potrošniškimi vedenji pomemben razlog za uvedbo okoljskooznačevalnih shem, katerih namen je spodbujanje nastajanja izdelkov, ki skozi celoten življenjski cikel povzročajo zmanjšan negativen vpliv na okolje kot konvencionalno izdelani proizvodi. Glede na napredne tehnologije, ki jih je zaznati prav v tekstilni industriji, in tudi večjo okoljevarstveno skrb, je v porastu uporaba okolju prijaznih barvil za doseganje čim boljših barvnih obstojnosti ter tudi kot zaščita pred ultravijoličnim sevanjem. Torej, lahko bi rekli, da gre za skupek obojega: strogih okoljskih standardov ter višje osveščenosti prebivalcev v razvitem svetu. Naravna barvila so okolju prijazna ter so kljub slabšim obstojnostim v primerjavi s sintetičnimi pri ljudeh sprejemljivejša. Zeleni čaj je naravni produkt in njegov vpliv na človeka je dobrodošel z več vidikov. Nam je služil pri raziskavi za doseganje zaščite pred UV-sevanjem v kombinaciji z AgNO_3 , ki smo ju nanесли na bombažni tkanini. Zeleni čaj ima aktivni fenolni del, ki se imenuje katehin in izkazuje tudi UV-zaščitne lastnosti. Napitek zelenega čaja ima 30 do 42 % komponent katehina. V eni izmed zadnjih študij je bilo raziskano, da polifenoli v zelenem čaju, še posebej epigalokatehin, lahko zaščitijo človeški celični DNK. Presenetljivo je, da ima zeleni čaj izjemne lastnosti, ne samo pri zaužitju, temveč tudi pri površinski rabi. Celuloza ima nizko afiniteto do katehina, zato potrebuje čimžo, da se katehin lahko veže na celulozo. Pri barvanju bombažne tkanine z naravnim barvilom je bil kot čimža uporabljen srebrov nitrat (AgNO_3). Barvilo zelenega čaja je bilo ekstrahirano iz rastline *Camellia Sinensis*. Čimžanje je bilo opravljeno med barvanjem po izčrpalnem postopku pri sedmih volumenskih razmerjih med AgNO_3 in ekstraktom zelenega čaja, in sicer 0:1, 1:0, 1:1, 1:5, 5:1, 1:10, 10:1.

Celuloza ima nizko afiniteto do katehina zaradi obeh komponent, ki obstajata v anionski obliki v vodni raztopini. Zaradi tega je potrebno bombažno tkanino čimžati, da bi se povečala adsorpcija katehina. Za raziskavo smo uporabili dve tkanini iz surovega 100-odstotnega bombaža. Tkanini se razlikujeta v ploščinski masi in gostoti niti. Funkcionalizacija bombažne tkanine je potekala po izčrpalnem postopku v laboratorijskem aparatu Launder-ometer. Funkcionalizacijo smo opravili s kombinacijo AgNO_3 in ekstrakta zelenega čaja pri različnih razmerjih volumna, kot so 1:1, 1:5, 1:10, 5:1, 10:1, 1:0,0:1. Po funkcionalizaciji je sledilo sušenje vzorcev na zraku pri sobni temperaturi. Nato smo vzorce prali v skladu s standardom SIST EN ISO 105-C06. Po pranju je sledilo dvakratno izpiranje v destilirani vodi in sušenje na zraku. Barvo (vrednosti *CIE L**, *a** in *b**) in UV-zaščitni faktor (UZF) pobarvanih

bombažnih vzorcev smo spektrofotometrično izmerili pred pranjem in po petih zaporednih pranjih.

Iz dobljenih rezultatov je razvidno, da višja kot je koncentracija srebrovega nitrata v raztopini, temnejša so obarvanja tkanin. Čimžanje z AgNO_3 ni bistveno prispevalo k izboljšanju pralne obstojnosti. Barvna razlika med tkanino 1 in tkanino 2 je v vseh primerih večja od 1, kar pomeni, da je barvna razlika med njimi vidna s prostim očesom. Na vzorcih tkanin, obdelanih z barvilom zelenega čaja in srebrovim nitratom kot čimžo, smo dosegli odlično zaščito pred UV-sevanjem.

KAZALO VSEBINE

IZVLEČEK	4
ABSTRACT	5
POVZETEK	6
SEZNAM SLIK	10
SEZNAM PREGLEDNIC	11
OKRAJŠAVE IN SIMBOLI	12
1 TEORETIČNI DEL	15
1.1 BOMBAŽ	15
1.2 KEMIJSKA SESTAVA BOMBAŽA	15
1.3 UV-SEVANJE	16
1.4 BARVNE LASTNOSTI IN ULTRAVIJOLIČNA ZAŠČITA BOMBAŽNE TKANINE Z UPORABO BARVILA IZ ZELENEGA ČAJA	17
1.5 ZELENİ ČAJ IN NJEGOVE SPLOŠNE LASTNOSTI	17
2.6 BARVANJE BOMBAŽNIH TKANIN Z ZELENIM ČAJEM OB UPORABI RAZLIČNIH POSTOPKOV ČIMŽANJA	19
2 EKSPERIMENTALNI DEL	21
2.1 PODATKI O MATERIALIH	21
2.1.1 Tkanina	21
2.1.2 Čimža	21
2.1.3 Barvilo	21
2.2 POSTOPEK DELA	22
2.2.1 Priprava ekstrakta zelenega čaja	22
2.2.2 Funkcionalizacija bombažne tkanine	22
2.2.3 Pranje	23
2.2.4 Barvnometrične meritve	23
2.2.5 Meritve prepustnosti tkanine za UV-žarke	24

3	REZULTATI Z RAZPRAVO	25
4	ZAKLJUČKI.....	33
5	LITERATURNI VIRI.....	34

SEZNAM SLIK

Slika 1: Molekula katehina	18
Slika 2: Barvna razlika (ΔE^*_{ab}) med tkanino 1 in tkanino 2 (AgNO_3 in ZČ)	26
Slika 3: Barvne razlike (ΔE^*_{ab}) med pranim in nepranim vzorcem tkanine 1 in tkanine 2	28
Slika 4: Vrednosti UZF med neprano in prano tkanino 1	31
Slika 5: Vrednosti UZF med neprano in prano tkanino 2	31

SEZNAM PREGLEDNIC

Preglednica 1: Lastnosti tkanin, uporabljenih v raziskavi.....	21
Preglednica 2: Oznake in opisi vzorcev glede na obdelavo	22
Preglednica 3: Kriteriji in ovrednotenje UV-zaščitnega faktorja po AS/NZ standardu.....	24
Preglednica 4: Vrednosti CIELAB neobdelanih, čimžanih in barvanih vzorcev	25
Preglednica 5: Vrednosti CIELAB pranih vzorcev tkanine 1 in tkanine 2	27
Preglednica 6: Rezultati meritev vzorcev tkanine 1 in tkanine 2 pred pranjem	29
Preglednica 7: Rezultati meritev vzorcev tkanine 1 in tkanine 2 po petih gospodinjskih pranjih	30

OKRAJŠAVE IN SIMBOLI

CIE	Commission Internationale d'Eclairage – Mednarodna komisija za razsvetljavo
UV	ultravijolično sevanje
VL	volumensko razmerje
a^*	rdeče-zelena os barvnega prostora CIELAB
b^*	rumeno-modra os barvnega prostora CIELAB
L^*	svetlost vzorca
$E(\lambda)$	solarna spektralna obsevanost
t	čas
T	temperatura
T (UVA)	transmisija v UVA-področju
T (UVB)	transmisija v UVB-področju
T (UVR)	transmisija v celotnem UV-področju
UZF	ultravijolični zaščitni faktor
ΔE^*_{ab}	barvna razlika
ZČ	zeleni čaj
AgNO ₃	srebrovinitrat

UVOD

Pojavnost kožnega raka po svetu narašča zaradi prevelikega izpostavljanja sončnim žarkom in neustrezne zaščite kože. Povišana izpostavljenost ultravijoličnemu sevanju je torej rezultat poškodb kože: opekline, prezgodnje staranje kože, alergije in kožni rak. Medicinski strokovnjaki predlagajo veliko sredstev, kako zaščititi kožo pred ultravijoličnim sevanjem: izogibanje sončnim žarkom med njihovo največjo intenziteto, pokrivanje kože z oblačili, nošenje zaščitnih očal (1).

Rezultati v Avstriji izdelane študije opozarjajo, da svetlo oblačilo sicer res vpija in zadržuje manj toplote kot temno, vendar pa v mnogih primerih prepušča zdravju nevarne UV-žarke. Koliko žarkov prepušča, je odvisno od več dejavnikov (2). Stopnja prepustnosti je odvisna od gostote in teže tekstilnega materiala (2, 3). Izdelki iz tanjših in bolj redkih materialov imajo večjo prepustnost. Najslabši zadržijo komaj petino žarkov nevarnih za kožo. Pri nekaterih izdelkih se po pranju prepustnost nekoliko zmanjša, ker se tekstilni materiali med pranjem skrčijo in zato zgostijo. Seveda pa je večje krčenje pri pranju tudi znak slabše kakovosti izdelka, saj oblačilo spremeni dimenzije in s tem najpogosteje tudi obliko (3).

UV-sevanje je tudi eden glavnih vzrokov slabšanja tekstilnega materiala. Ko molekulo zadene foton, lahko absorbira točno določeno količino – kvant svetlobe in preide iz nekega osnovnega v vzbujeno stanje, ki je energijsko višje stanje. Vzbujena molekula lahko odda na ta način pridobljeno odvečno energijo v obliki svetlobe s fluorescenco ali s fosforescenco ali v obliki toplote in preide v osnovno stanje. Lahko pa pride do kemijske reakcije – absorpcija sončne svetlobe pomeni v tem primeru začetek fotokemične reakcije. Pri celuloznih vlaknih pod vplivom UV-svetlobe pride do cepitve vezi C-C ali C-O. Ob prisotnosti kisika in vode nastane hidroperoksid, ki povratno povzroča oksidacijske poškodbe na celulozi (4).

Uporabljen tip vlaken znatno vpliva na vrednost UZF, saj različna vlakna različno absorbirajo UV-sevanje(2). Da bi zmanjšali prepustnost sončnih žarkov skozi tkanine, v tekstilnih tovarnah posebej obdelujejo tekstilna vlakna; le te tako do neke mere absorbirajo sončne žarke in s tem za nekaj odstotkov povečajo zaščito pred nevarnim ultravijoličnim sevanjem. Za tako obdelane materiale se je v nekaterih državah uveljavil poseben znak.

Ne gre za standard, ampak za znak zaupanja, ki ga lahko pridobijo proizvajalci na podlagi posebej opravljenih meritev. Tako opozarjajo potrošnike na zmanjšano prepustnost UV-žarkov; na znaku je namreč točno naveden odstotek zaščite pred UV-sevanjem (3).

Namen diplomske naloge je bil raziskati vpliv razmerja med srebrovim nitratom kot čimžo in zelenim čajem kot barvilom, za funkcionalizacijo bombažne tkanine, s ciljem doseganja odlične zaščite proti UV-sevanju.

1 TEORETIČNI DEL

1.1 BOMBAŽ

Bombaž je naravno semensko vlakno. Nahaja se na semenih v plodovih ali strokih, ki se v času zorenja razpočijo in tako postanejo vlakna enostavno dostopna za obiranje. Sama izvedba obiranja in odzrnjevanja (ločitev vlakna od semena) bombaža močno vpliva na končno kakovost bombažnega vlakna. Ročno obiranje je v primerjavi s strojnim zelo zamudno, vendar tako dobijo čistejša in kakovostnejša vlakna. Zaradi ekonomskih faktorjev je skoraj vsak pridelek (več kot 99%) v ZDA in Avstraliji obran mehansko. Drugje po svetu (75%) pa je ročno obiranje bombaža še vedno zelo razširjeno, še posebej v manj razvitih državah in v državah, kjer je delo ovrednoteno kot cenejše. Končna žetev sodi med najpomembnejši fazni postopek. Bombaž mora biti pobran, še preden neprimerno vreme oropa njegovo kakovost in zmanjša njegov izkoristek. Bombažna vlakna se uporabljajo v tekstilstvu v medicini, oblačilih za prosti čas, gospodinjstvu, za industrijske izdelke, bombažno olje, papir, živalsko krmo. Povišana temperatura in UVB-sevanje na bombažnih rastlinah povzročita hudo izgubo semenskih glavic (5, 6, 7).

Bombažno vlakno vsebuje največji odstotek celuloze med naravnimi vlakni.

1.2 KEMIJSKA SESTAVA BOMBAŽA

Celulozno bombažno vlakno ima naslednjo kemijsko sestavo:

94 % celuloze (88–96 %),

1,3% proteinov (1,1–1,9%),

1,2 % pepela (0,7–1,2 %),

0,9 % pektinskih snovi (0,7–1,2%),

0,6 % voskov (0,4–1,6 %),

0,8% malinske, citronske in drugih kislin (0,5–1,0%) in

0,9 % ostalih snovi–pigmentov oz. naravnih barvil (4).

Naravna celuloza, ki jo najdemo v vseh naravnih celuloznih vlaknih, je v večini običajnih topil netopna, čeprav vsebuje hidroksilne skupine, ki makromolekuli običajno podelijo

vodotopnost. Vzrok za to so številne vodikove vezi, ki povezujejo celulozne molekule v prečni smeri. Vodikove vezi ovirajo prodiranje topil v notranjost trdne snovi. Makromolekula celuloze je trakaste oblike. Zaradi vsebnosti šestčlenskih glukozinih obročev, ki so med seboj povezani s kisikovim mostom in vodikovimi vezmi, je toga (4).

1.3 UV-SEVANJE

Od vseh dejavnikov okolja, ki vplivajo na poslabšanje lastnosti vlaken, je najpomembnejši vpliv sončne svetlobe. Pod vplivom UV-svetlobe se večina makromolekul kemično spremeni: degradira oziroma zamreži. Degradacija pomeni nepovratne kemične reakcije in fizikalne spremembe, ki vodijo v razgradnjo polimerne snovi. Svetlobna obstojnost vlaken pomeni sposobnost ohranitve kemičnih in fizikalnih lastnosti vlaken pod vplivom sončne svetlobe. Pod vplivom UV-svetlobe pri celuloznih vlaknih pride do cepitve vezi C-C ali C-O. Ob prisotnosti kisika in vode nastane hidroperoksid, ki povratno povzroča oksidacijske poškodbe na celulozi (4).

UV-žarki ležijo glede na valovno dolžino med rentgenskimi žarki z valovno dolžino do 100 nm in vijoličnim delom vidne svetlobe z valovno dolžino nad 400 nm. Glede na fizikalne in fotobiološke lastnosti delimo UV-žarke na kratkovalovne UVC-žarke (200–290 nm), srednjevalovne UVB-žarke (290–320 nm) in dolgovalovne UVA-žarke (320–400 nm). UVC-žarke absorbira atmosfera oziroma njen zaščitni plašč ozona in ne dosežejo površine Zemlje. Za zdravljenje kožnih bolezni so pomembni UVA- in UVB-žarki. UVB-žarki so biološko najbolj aktivni del UV-spektra. Okensko steklo jih ne prepušča, lahko pa prehajajo skozi vodo. Po izpostavitvi UVB-žarkom po 12–24 urah pride do nastanka eritema (rdečine); prenašalec je prostaglandin. Temu sledi pigmentacija, ki se razvije po 48–72 urah. Vplivajo na pretvorbo 7-dehidroholesterol v biološki aktivni vitamin D₃. Dražijo veznico in roženico, zato moramo pri delu z njimi nositi zaščitna očala. Slaba stran UVB-žarkov je, da pri daljši izpostavljenosti povzročijo akutne in kronične okvare kože in delujejo rakotvorno. UVA-žarki v manjših odmerkih ne povzročajo niti eritema niti pigmentacije. V večjih odmerkih povzročijo, lahko tudi brez predhodnega eritema, dolgotrajno pigmentacijo. Ne dražijo veznice (razen v kombinaciji s fotosenzibilizatorji), absorbirajo pa se v leči očesa, kar lahko povzroči nastanek sive mreže. Okensko steklo jih prepušča, zato lahko pride do nastanka pigmentacije in nekaterih fotodermatoz za okenskim steklom ali pri vožnji avtomobila (8).

1.4 BARVNE LASTNOSTI IN ULTRAVIJOLIČNA ZAŠČITA BOMBAŽNE TKANINE Z UPORABO BARVILA IZ ZELENEGA ČAJA

Tekstil se šteje kot primarna zaščita pred UV-sevanjem. Ko ultravijolično sevanje doseže tekstilni material, se ga nekaj odbije, nekaj absorbira, nekaj pa ga tkanina oziroma vlakno na difuzen način prepusti. UV-prepustnost tekstilije je določena s prepustnostjo skozi prostore med nitmi in prepustnostjo skozi vlakna, kar pomeni, da je odvisna od tipa vlaken in uporabljene konstrukcije materiala. UV-prepustnost tekstilije lahko zmanjšamo s povečanjem absorpcijskih in odbojnih lastnosti vlaken. Ena izmed možnosti je uporaba barvil, katerih absorpcijski spekter se razteza v UV-območje. Tako kot UV-absorberji se morajo tudi ti z vlakni tesno povezati (2).

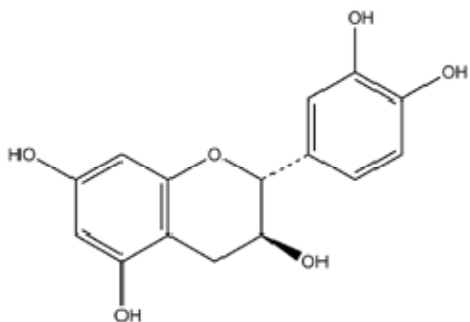
Obstaja povečan interes uporabe zelenega čaja kot naravnega barvila zaradi številnih koristnih vidikov pri uporabi le-tega. Ne samo, da ob zaužitju deluje na človeka protirakotvorno, protibakterijsko, protimutageno. Temveč se zeleni čaj zelo učinkovito uporablja kot naravno barvilo za tekstilni material in nudi odlično zaščito pred ultravijoličnim sevanjem (9). Tekstilni materiali so obarvani za dodajanje vrednosti oblačilom, videza ter seveda za izpolnjevanje želja kupcev. V antičnih časih so začeli uporabljati naravna barvila, ki so bila v uporabi vse do izuma sintetičnih barvil. Skoraj vsa sintetična barvila so se sintetizirala iz petrokemičnih virov prek nevarnih kemičnih procesov in dandanes še vedno predstavljajo nevarnost za okolje (10). Predvsem v razvitem delu sveta, sicer še vedno premalo, pa vendar, narašča zavedanje za varovanje okolja, zanimanje ljudi za uporabo naravnih izdelkov, na vseh področjih, kot tudi uporaba naravnih materialov za nošnjo ter da so ta barvana z naravnimi barvili. Za uspešno komercialno uporabo naravnih barvil je potrebno sprejeti ustrezne in standardizirane tehnike barvanja. Pomembne znanstvene študije in optimizacija barvalnih procesov, pa tudi študija barvne kinetike in preizkus združljivosti selektivnih naravnih barvil, so zelo pomembni dejavniki pri usvajanju znanosti in seveda tržišča pri uporabi naravnih barvil.

1.5 ZELENI ČAJ IN NJEGOVE SPLOŠNE LASTNOSTI

Zeleni čaj je mešanica različno pridelanih listov zimzelenega grma *Camellia sinensis*. Polifenol je najpomembnejša sestavina zelenega čaja. V glavnem je sestavljen iz katehinov.

Primarne štiri spojine v katehinu so: epikatehin (EC), epigalokatehin (EGC), epikatehin galat (ECG) in epigalokatehin galat (EGCG) (11). EGCG je najbolj raziskana in najbolj aktivna polifenolna komponenta v zelenem čaju. Raziskave kažejo, da polifenoli v zelenem čaju lahko zaščitijo človeški celični DNA pred ultravijoličnim in vidnim sevanjem pred poškodbami v človeških celicah kot tudi periferne krvne celice po zaužitju zelenega čaja. Polifenol v zelenem čaju zmanjša penetracijo UV-sevanja in tudi zmanjša fotopoškodbe DNA in tudi prizadetost fotoimunologije. Poleg zaščite pred UV-sevanjem je bil ekstrakt zelenega čaja obširno raziskan tudi zaradi njegove moči pred rakotvornimi, alergijskimi, bakterijskimi, mutagenimi in antioksidativnimi aktivnostmi. Katiyar in Muktar sta raziskovala povezavo med uživanjem zelenega čaja in različnimi oblikami raka ter odkrila, da je bil kožni rak, induciran na podlagi UV-sevanja, uspešneje zdravljen kot ostale vrste rakavih obolenj (9, 12).

Uporaba ekstrakta zelenega čaja kot barvila bi se lahko učinkovito uporabljala tudi pri zaščiti bombažne tkanine pred UV-sevanjem ter s tem postala nova metoda mnogih prednosti, med drugim tudi glede velike okoljske prijaznosti pri uporabi le-tega kot barvila.



Slika1: Molekula katehina (13)

Molekula katehina ima dva kiralna centra, na C2 in C3 atomu, zato ima štiri diastereoizomere. Dva izomera imata trans-konfiguracijo in sta katehina, izomera s cis-konfiguracijo pa sta epikatehina. Katehin je antioksidativen polifenolski sekundarni rastlinski metabolit. Z izrazom katehini pogosto poimenujemo tudi sorodno družino flavonoidov in podskupino flavan-3-olov (oziroma preprosto flavanolov). Ime katehin izhaja iz kemijske družine Catechu, kar je sok oziroma kuhan ekstrakt drevesa Acacia catechu. Tipi katehinov, ki jih najdemo v listih čajevca, so znani tudi kot katehini polifenoli. So del molekularne družine flavonoidov, ki so

sekundarni rastlinski metaboliti. To pomeni, da niso ključnega pomena za rast rastline, vendar pa so pomembni za njeno zdravje (13, 14).

2.6 BARVANJE BOMBAŽNIH TKANIN Z ZELENIM ČAJEM OB UPORABI RAZLIČNIH POSTOPKOV ČIMŽANJA

Pri barvanju bombažnih tkanin se vse bolj uporabljajo naravna barvila, prijazna okolju, z majhno toksičnostjo in alergijskimi reakcijami. Vendar je najti tudi nekaj neprednosti pri barvanju celuloznih vlaken z zelenim čajem, kot naravnim barvilom, kot je nepopolna penetracija barvila v tkanino, enotno barvanje tkanine in zapleten nadzor barvanja tkanin iz različnih vrst vlaken.

Ker ima celuloza zelo nizko afiniteto do katehina, je nujna uporaba čimže za učinkovito vezanje katehina na vlakna. Običajno kot čimžo uporabljajo kovinske soli bakra, železa in aluminija. Ioni težkih kovin obremenilno vplivajo na okolje, predstavljajo pa tudi težave pri samem stiku s kožo (9, 15).

V raziskavi so Satindar in sodelavci (10) preučevali vpliv med zelenim čajem kot barvilom ter bakrovim sulfatom kot čimžo. Pri barvanju bambusovih vlaken so bile uporabljene tri vrste zelenega čaja različnih kakovosti, in sicer: Hyson, IHBT in KAWA. Ekstrakt zelenega čaja je bil uporabljen v štirih različnih volumenskih razmerjih: 100-odstotna voda, voda-aceton (9:1), voda-metanol (9:1), voda-acetonitril (9:1). Barvanje je bilo izvedeno na dva načina, in sicer na predčimžani bambusovi tkanini in na bambusovi tkanini brez čimžanja. Prvi vzorec bambusove tkanine je bil predhodno čimžan z obdelavo 5,0 % bakrovega sulfata. Nato je bil vzorec spran z vodo, da se je odstranil presežek jedkalnega sredstva. Pri predhodno čimžani tkanini je bila bistveno povečana adsorpcija barvila na prav vseh vzorcih, kar pa nečimžana tkanina ne izkazuje. Raziskava je pokazala, da se je volumensko razmerje (9:1) med vodno raztopino z listi zelenega čaja in acetonom izkazala kot najboljša metoda pri barvanju bambusovih vlaken. Barvni vzorci so imeli svetlo rjave do temno rjave odtenke in tudi izkazali sprejemljive obstojne lastnosti. Ugotovljeno je bilo, da sta čaja Hyson in IHBT ustvarila največjo globino barve med tremi sortami čaja. Za sorto čaja Kawa je bilo ugotovljeno, da razvije boljše svetlobne obstojnosti na bambusovih vlaknih.

Sin-Hee Kim (9) je v raziskavi predstavil uporabo hitozana, kot naravnega polimera, uporabljenega kot čimžo. Hitozan je naravni proizvod, pridobljen iz hitina, celulozi podobnemu ogljikovemu hidratu, ki je osnovna sestavina ogrodja rakov, školjk in drugih lupinarjev. Proces nastajanja hitozana obsega v grobem drobljenje teh lupin do finega prahu in deacetilacijo le-tega. Hitozan je bil raztopljen v očetni kislini, v katero se je za 10 minut potopila bombažna tkanina. Primarni amini v hitozanu v kationski obliki ($-NH_3^+$) naj bi privlačili anionske fenolne skupine v raztopini zelenega čaja. Bombažna tkanina, barvana samo z raztopino zelenega čaja brez predhodnega čimžanja kaže rdeča-rumena obarvanja. Barva postaja temnejša ob povečani koncentraciji čimže (9, 16).

2 EKSPERIMENTALNI DEL

2.1 PODATKI O MATERIALIH

2.1.1 Tkanina

Za raziskavo smo uporabili dve tkanini iz surovega 100-odstotnega bombaža, proizvajalca Tekstina, d.d., iz Ajdovščine, v vezavi platno. Lastnosti tkanin so podane v preglednici 1.

Preglednica 1: Lastnosti tkanin, uporabljenih v raziskavi

Tkanina	Ploščinska masa (g/m ²)	Gostota (število niti/cm)	
		Osnova	Votek
Tkanina 1	106	52	30
Tkanina 2	134	110	64

2.1.2 Čimža

Za čimžanje bombažne tkanine smo uporabili srebrov nitrat (AgNO₃) v koncentraciji 0,01 M.

2.1.3 Barvilo

Za barvanje bombažne tkanine smo uporabili ekstrakt zelenega čaja (ZČ) v koncentraciji 20 g/l.

2.2 POSTOPEK DELA

2.2.1 Priprava ekstrakta zelenega čaja

Ekstrakt zelenega čaja smo pripravili v koncentraciji 20 g/l, tako da smo posušene in zdrobljene liste čaja dali v hladno deionizirano vodo, jo segreti do vrenja in zdrobljene liste pri vrenju ekstrahirali 1 uro pri temperaturi 60°C. Po tem času smo mešanico prelili skozi gosto poliestrno tkanino, tako da smo ločili lističe čaja od ekstrakta. Tako pripravljen ekstrakt je služil kot barvalna kopel.

2.2.2 Funkcionalizacija bombažne tkanine

Funkcionalizacija bombažnih tkanin je potekala po izčrpalnem postopku, v laboratorijskem aparatu Launder-ometer, pri temperaturi 60 °C 60 minut. Funkcionalizacijo smo opravili z mešanjem AgNO₃ in ZČ pri različnih razmerjih volumna, kot so 1:0, 1:1, 1:5, 1:10, 5:1, 10:1, 0:1. Po funkcionalizaciji je sledilo sušenje vzorcev na zraku pri sobni temperaturi. V preglednici 2 so opisane oznake vzorcev glede na njihovo obdelavo.

Preglednica 2: Oznake in opisi vzorcev glede na obdelavo

Oznaka vzorca	Opis vzorca
Tk1	Tkanina z manjšo ploščinsko maso
Tk2	Tkanina z večjo ploščinsko maso
Tk1_ne, Tk2_ne	Vzorec, ki ni bil funkcionaliziran.
0:1 1:0 1:1 1:5 1:10 5:1 10:1	Volumenska razmerja med AgNO ₃ in ZČ, s katerimi so bili funkcionalizirani bombažni vzorci.

2.2.3 Pranje

Pranje funkcionaliziranih vzorcev bombažne tkanine smo opravili po standardni metodi SIST EN ISO 105-C06:1997 v laboratorijskem aparatu Launder-ometer. Vzorce smo prali pri koncentraciji standardnega pralnega sredstva 4 g/l. Volumen pralne kopeli je bil 150 ml. Prali smo 45 minut pri temperaturi 40 °C. V vsako čašo smo dodali 10 nerjavnih jeklenih kroglic, da smo simulirali petkratno gospodinjsko pranje. Po pranju je sledilo dvakratno izpiranje vzorcev v destilirani vodi in sušenje na zraku pri sobni temperaturi.

2.2.4 Barvometrične meritve

Barvo vzorcev smo številčno ovrednotili s pomočjo refleksijskega spektrofotometra Spectraflash 600 Plus – CT, proizvajalca Datacolor, in uporabo barvnega sistema CIELAB. Barvometrične meritve so bile opravljene pred pranjem in tudi po njem.

Barvometrične meritve smo opravili pri naslednjih pogojih:

- svetlobni vir: standardna svetloba D65
- merska geometrija: D/8
- standardni opazovalec: 10°
- zrcalna komponenta: vklopljena
- območja meritev: $\lambda = 360\text{--}750$ (400–700) nm
- korak meritev: 10 nm
- število plasti tkanine: 2
- število meritev na posameznem vzorcu: 6

Barvno razliko (ΔE^*_{ab}) smo izračunali po enačbi 1:

$$\Delta E^*_{ab} = \sqrt{\Delta L^*{}^2 + \Delta a^*{}^2 + \Delta b^*{}^2}, \quad (1)$$

kjer je ΔL^* razlika v svetlosti med standardom in vzorcem, Δa^* razlika med standardom in vzorcem na rdeče-zeleni osi barvnega prostora CIELAB in Δb^* razlika med standardom in vzorcem na rumeno-modri osi barvnega prostora CIELAB.

2.2.5 Meritve prepustnosti tkanine za UV-žarke

UV-prepustnost proučevanih vzorcev smo merili na spektrofotometru Cary E 1UV/VIS, proizvajalca Varian. Aparat ima vgrajeno integracijsko kroglo. Vzorce tkanine smo pred izvedbo meritev 24 ur klimatizirali pri standardnih pogojih ($T = 20 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$, $\phi_{\text{rel}} = 65 \pm 2\%$).

Vzorce smo vstavili v nosilec spektrofotometra ter merili prepustnost UV-žarkov pod kotom 45° , 0° , 90° , glede na osnovo oziroma votek. Meritve so potekale v območju valovnih dolžin od 280 nm do 400 nm. Na vsakem vzorcu smo izvedli šest meritev vrednosti UZF, transmisije (T) v UVA- in UVB-področju, radiacije v celotnem spektru (UVR) ter odstotni delež blokiranih UVA- in UVB-žarkov.

Vrednost UZF smo izračunali iz enačbe 2:

$$\text{UZF} = \frac{\sum_{280}^{400} E_{\lambda} \cdot S_{\lambda} \cdot \Delta\lambda}{\sum_{280}^{400} E_{\lambda} \cdot S_{\lambda} \cdot T_{\lambda} \cdot \Delta\lambda}, \quad (2)$$

kjer je E_{λ} solarna spektralna obsevanost, S_{λ} relativna eritemska učinkovitost, T_{λ} prepustnost vzorca (%) in $\Delta\lambda$ interval valovne dolžine.

Učinkovitost tekstilije pri zaščiti kože pred UV-sevanjem se izraža z UV-zaščitnim faktorjem (UZF). V preglednici 3 so zapisani kriteriji in ovrednotenje UZF po avstralsko/novo zelandskem standardu (AS/NZ 4399:1996).

Preglednica 3: Kriteriji in ovrednotenje UV-zaščitnega faktorja po AS/NZ standardu.

Zaščitna kategorija	Vrednost UZF	Delež blokiranih UV-žarkov
Odlična zaščita	40, 45, 50, 50+	Več kot 97,5 %
Zelo dobra zaščita	25, 30, 35	Od 95,9 do 97,4 %
Dobra zaščita	15, 20	Od 93,3 do 95,8 %

3 REZULTATI Z RAZPRAVO

V preglednici 4 so prikazani rezultati vrednosti CIELAB neobdelanih in funkcionaliziranih vzorcev dveh bombažnih tkanin. Iz rezultatov je razvidno, da se pri obeh tkaninah kaže enak trend, in sicer višji ko je volumenski delež srebrovega nitrata v kopeli, temnejša, bolj rdeča ali bolj rumena so obarvanja tkanin. Ta ugotovitev sicer ne velja za vzorce, ki so bili funkcionalizirani samo z AgNO₃ (vzorci Tk1_1:0 in Tk2_1:0). Ti vzorci so svetlejši, manj rdeči in manj rumeni kot vzorci, ki so bili funkcionalizirani samo z ekstraktom zelenega čaja (vzorci Tk1_0:1 in Tk2_0:1). Znano je, da čimžanje s kovinskimi solmi poleg povečane adsorpcije tudi zniža svetlost obarvanja tekstilije (11).

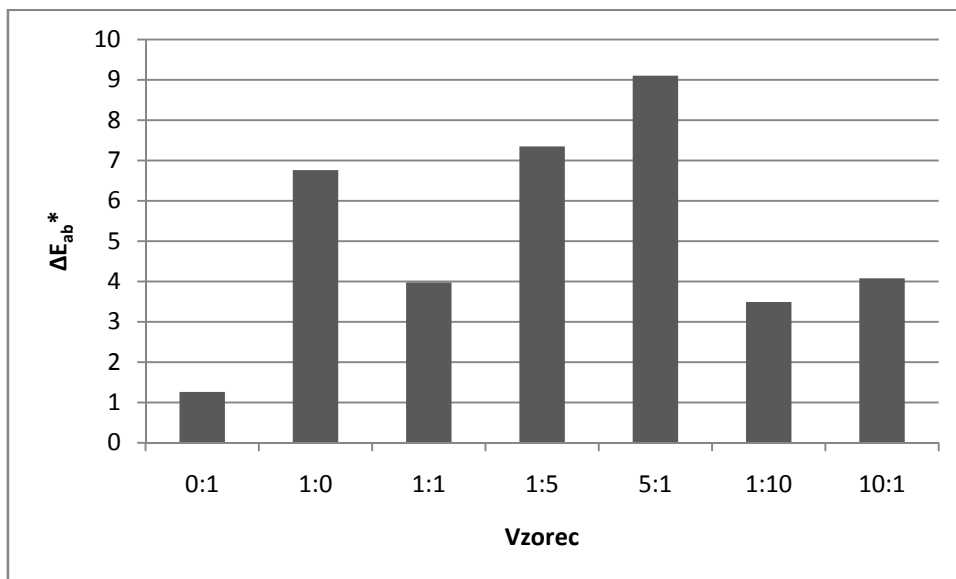
Preglednica 4: Vrednosti CIELAB neobdelanih, čimžanih in barvanih vzorcev

Vzorec	<i>L</i> *	<i>a</i> *	<i>b</i> *
Tk1_ne	85,04	2,54	13,10
Tk1_0:1	75,25	5,52	21,56
Tk1_1:0	77,39	4,56	18,54
Tk1_1:1	62,52	8,20	28,78
Tk1_1:5	69,01	8,15	23,25
Tk1_5:1	57,62	13,69	31,25
Tk1_1:10	73,00	6,46	21,68
Tk1_10:1	58,37	13,98	38,10
Tk2_ne	87,57	1,74	11,21
Tk2_0:1	74,80	5,41	20,39
Tk2_1:0	78,10	4,44	11,82
Tk2_1:1	59,93	6,46	26,32
Tk2_1:5	74,83	4,33	20,89
Tk2_5:1	58,96	12,89	40,22
Tk2_1:10	75,02	4,48	19,63

Rezultate, da so bombažne tkanine temnejše pri uporabi večjega deleža AgNO₃, lahko razložimo tako, da se pri večjem deležu čimže lahko veže večja koncentracija barvila zelenega čaja na celulozni material. To trditev dokazujejo tudi naši rezultati funkcionalizacije bombažnih tkanin z višanjem deleža zelenega čaja v kopeli. Višji ko je delež zelenega čaja v

kopeli, bolj so obarvanja svetla (primer za Tk1: $L^*(0:1) = 75,25 > L^*(1:1) = 62,52 < L^*(1:5) = 69,01 < L^*(1:10) = 73,00$).

Na sliki 2 so predstavljene vrednosti ΔE^*_{ab} med vzorci tkanine 1 in 2, obdelanih v različnih volumenskih razmerjih AgNO_3 in ZČ.



Slika 2: Barvna razlika (ΔE^*_{ab}) med tkanino 1 in tkanino 2 (AgNO_3 in ZČ)

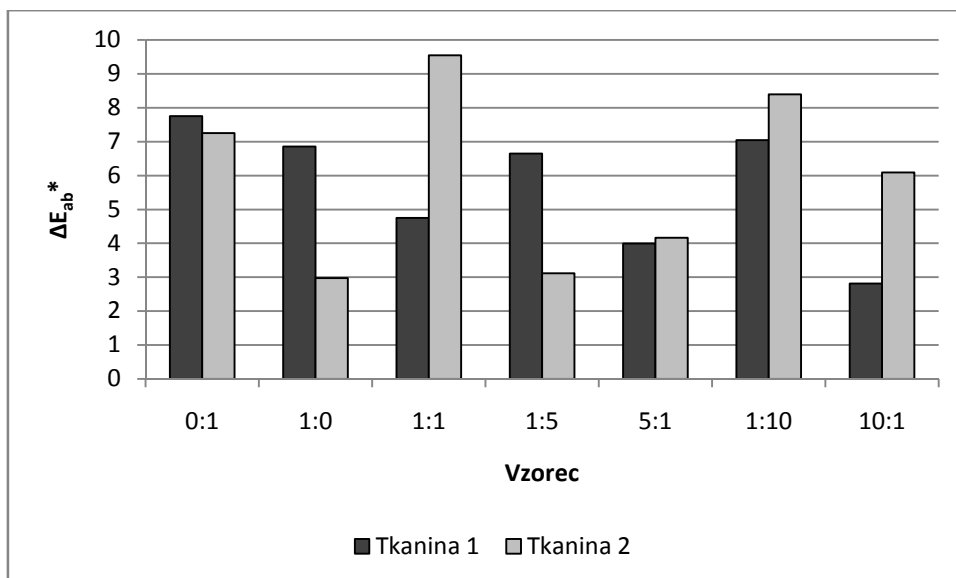
Barvne vrednosti med tkanino 1 in 2 kažejo, da je največja barvna razlika izračunana med vzorcema Tk1_5:1 in Tk2_5:1 ter vzorcema Tk1_1:5 in Tk2_1:5. Z večanjem koncentracije čimže postajajo vzorci čedalje temnejši. Barvna razlika v volumenskem razmerju 5:1 in 1:5 pri tkanini 1 povzroči poleg temnejšega tudi bolj rdeče in bolj rumeno obarvanje. Pri tkanini 2 pri enakih volumenskih razmerjih dobimo podobna obarvanja, razlika se poveča edino na rumeno-modri osi. Torej s povečanjem koncentracije čimže. Najmanjšo barvno razliko vidimo pri razmerju 0:1, ko smo tkanini 1 in 2 pobarvali samo z ekstraktom ZČ. Z višanjem koncentracije zelenega čaja postaja tkanina svetlejša. V preglednici 5 sta predstavljeni barvni vrednosti CIELAB tkanine 1 in tkanine 2 po pranju.

Preglednica 5: Vrednosti CIELAB pranih vzorcev tkanine 1 in tkanine 2

Vzorec	L^*	a^*	b^*
Tk1_0:1_p	78,50	5,64	14,52
Tk1_1:0_p	77,39	4,56	18,54
Tk1_1:1_p	66,33	9,15	26,10
Tk1_1:5_p	73,11	6,87	18,17
Tk1_5:1_p	61,10	12,16	32,48
Tk1_1:10_p	76,67	5,79	15,71
Tk1_10:1_p	60,35	12,95	36,38
Tk2_0:1_p	78,46	5,61	14,13
Tk2_1:0_p	80,53	3,56	13,30
Tk2_1:1_p	68,14	7,66	21,60
Tk2_1:5_p	76,60	5,59	18,65
Tk2_5:1_p	61,41	11,74	37,05
Tk2_1:10_p	80,58	5,05	13,37
Tk2_10:1_p	61,87	11,27	39,59

Iz preglednice 5 je razvidno, da se vrednost svetlosti (L^*) po pranju zviša tako pri tkanini 1 kot tudi pri tkanini 2, v primerjavi z vzorci nepranih obarvanih tkanin 1 in 2. Prani vzorci so svetlejši od nepranih vzorcev. Barvne vrednosti a^* na rdeče-zeleni osi se prav tako bistveno ne razlikujejo pred in po pranju za tkanino 1 in tkanino 2. Največje skupne barvne razlike med nepranimi in pranimi vzorci so vidne na rumeno-modri osi. Pri volumenskih razmerjih, kjer je bila dodana višja koncentracija ZČ, se barvna obstojnost po petih gospodinjskih pranjih zniža.

Obstojnost obarvanj, glede na obdelavo barvanih vzorcev, je prikazana na sliki 3 kot barvna razlika med nepranimi in pranimi vzorci.



Slika 3: Barvne razlike (ΔE^*_{ab}) med pranim in nepranim vzorcem tkanine 1 in tkanine 2

Iz rezultatov na sliki 3 je razvidno, da so ΔE^*_{ab} pri treh vzorcih, in sicer pri volumenskih razmerjih 0:1, 1:1, 1:10, višje od 7. Največja ΔE^*_{ab} med pranim in nepranim vzorcem nastane pri vzorcu tkanine 2, ki je bil obdelan v volumenskem razmerju 1:1 (AgNO_3 in ZČ). Najmanjša ΔE^*_{ab} pa pri tkanini 1 pri volumenskem razmerju 10:1 (AgNO_3 in ZČ).

Za ocenitev vpliva funkcionalizacije z AgNO_3 in zelenim čajem na zaščitne lastnosti bombaža proti UV-sevanju smo opravili meritve prepustnosti vzorcev za UV-žarke. Rezultati ultravijoličnega zaščitnega faktorja (UZF) nepranih in pranih vzorcev tkanin 1 in 2 so predstavljeni v preglednicah 6 in 7. Neobdelana tkanina 1 ne nudi zadovoljive zaščite pred UV-sevanjem, saj znaša vrednost UZF 10,229. Neobdelana tkanina 2 pa že sama po sebi nudi dobro zaščito pred UV-sevanjem (vrednost UZF znaša 16,50), kar lahko pripišemo večji gostoti tkanine in s tem posledično večji ploščinski masi tkanine. Ugotovljeno je bilo, da pigmenti, ki so prisotni v vlaknih surovega bombaža, vplivajo na višjo UV-zaščito (17). Poleg tega pa ima vpliv na višji UZF tudi večja gostota tkanine 2.

V preglednicah 6 in 7 so predstavljeni tudi meritve transmisije v UVA- in UVB-področju, transmisija celotnega spektra (UVR), odstotek blokiranja UVA- in UVB-žarkov ter ultravijolični zaščitni faktor (UZF) nepranih in pranih proučevanih vzorcev.

Preglednica 6: Rezultati meritev vzorcev tkanine 1 in tkanine 2 pred pranjem

Vzorec	UZF	T (UVA) [%]	T (UVB) [%]	T (UVR) [%]	UVA blokiran [%]	UVB blokiran [%]	Vrednost UZF	Zaščitna kategorija
Tk1_ne	10,229	14,678	8,973	12,816	85,321	91,027	/	/
Tk1_0:1	37,159	4,596	2,377	3,890	95,404	97,623	40	Zelo dobro
Tk1_1:0	12,863	11,330	7,111	9,954	88,670	92,888	/	/
Tk1_1:1	26,303	4,967	3,454	4,455	95,032	96,546	25	Zelo dobro
Tk1_1:5	28,709	5,362	3,152	4,646	94,637	96,848	30	Zelo dobro
Tk1_5:1	23,272	4,744	4,010	4,457	95,256	95,989	20	Dobra
Tk1_1:10	30,691	5,368	2,901	4,579	94,632	97,098	30	Zelo dobro
Tk1_10:1	25,523	3,946	3,613	3,786	96,053	96,386	25	Zelo dobro
Tk2_ne	16,500	10,10	4,978	9,109	89,021	95,022	15	Dobra
Tk2_0:1	155,585	1,666	0,491	1,305	98,334	99,509	50+	Odlična
Tk2_1:0	22,640	7,672	3,587	6,219	92,328	96,413	20	Dobra
Tk2_1:1	140,355	1,219	0,542	1,006	98,780	99,457	50+	Odlična
Tk2_1:5	152,090	1,619	0,496	1,273	98,380	99,504	50+	Odlična
Tk2_5:1	129,741	0,903	0,631	0,810	99,097	99,368	50+	Odlična
Tk2_1:10	170,289	1,551	0,438	1,043	98,449	99,561	50+	Odlična
Tk2_10:1	93,271	1,116	0,882	1,031	98,883	99,118	50+	Odlična

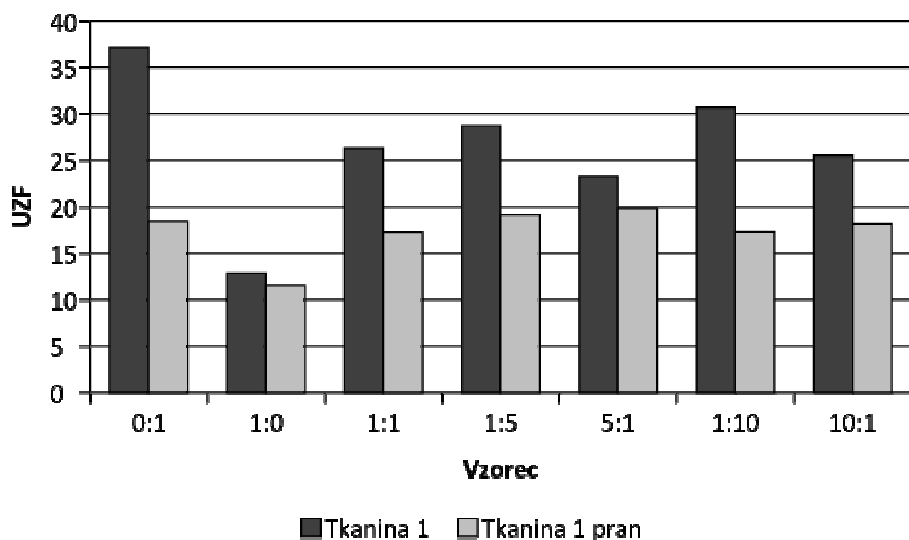
Najvišji UZF pri tkanini 1 dosežemo pri funkcionalizaciji bombažne tkanine samo z ekstraktom zelenega čaja (vzorec Tk1_0:1). Dosežena vrednost je 37, kar po AS/NZ standardu predstavlja zelo dobro zaščito pred UV-sevanjem. Vzorcem tkanin, funkcionaliziranih z ZČ in AgNO₃, se vrednost zaščite pred UV-sevanjem prav tako viša, vendar ne dosegamo tako visoke zaščite pred UV-sevanjem kot pri tkanini, obdelani samo z ZČ. Delež blokiranih UVA- in UVB-žarkov pri tkanini 1, obdelani v volumenskem razmerju (0:1), znaša 97,623 % oziroma 95,404 %. Neobdelana tkanina 2 pa v primerjavi z neobdelano tkanino 1 izkazuje dobro zaščito pred UV-sevanjem. Najvišji UZF pri tkanini 2 dosežemo pri volumenskem razmerju 1:10 (AgNO₃ in ZČ). Izračunana vrednost je 170, kar po AS/NZ standardu pomeni odlično zaščito pred UV-sevanjem. Delež blokiranih UVB- in UVA-žarkov pri tkanini 2, obdelani v volumenskem razmerju 1:10, znaša 99,561 % in 98,449 %. Delež blokiranih UVB- in UVA-žarkov je pri meritvah za tkanino 2 kar v šestih primerih večji od 97,5 %, prav tako v šestih primerih dosegamo odlično zaščito pred UV-sevanjem. Glede na

primerljivost rezultatov s tkanino 1 bi tako velike razlike v rezultatih pripisali prav različni gostoti tkanine.

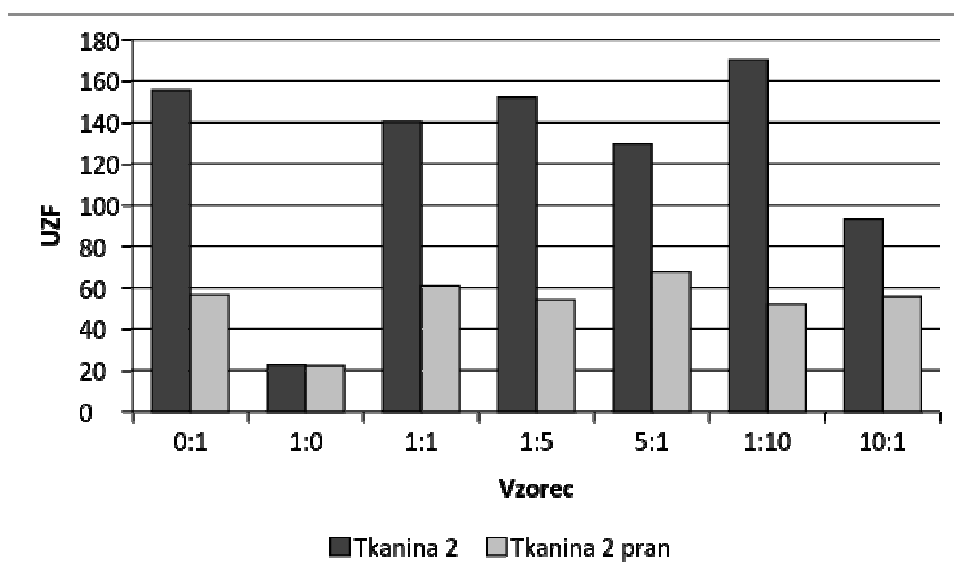
Preglednica 7: Rezultati meritev vzorcev tkanine 1 in tkanine 2 po petih gospodinjskih pranjih

Vzorec	UZF	T (UVA) [%]	T (UVB) [%]	T (UVR) [%]	UVA blokiran [%]	UVB blokiran [%]	Vrednost UZF	Zaščitna kategorija
Tk1_0:1	18,460	9,190	5,128	7,886	90,810	94,87	20	Dobro
Tk1_1:0	11,550	12,564	7,908	11,035	87,436	92,092	/	/
Tk1_1:1	17,282	7,124	5,600	6,573	92,876	94,400	20	Dobro
Tk1_1:5	19,187	7,863	4,929	6,900	92,137	95,07	20	Dobro
Tk1_5:1	19,823	5,092	4,828	4,932	94,908	95,17	20	Dobra
Tk1_1:10	17,307	9,198	5,456	7,984	90,801	94,54	20	Dobro
Tk1_10:1	18,191	5,297	5,200	5,181	94,702	94,80	20	Dobro
Tk2_0:1	56,492	4,497	1,508	3,575	95,502	98,491	50 +	Odlična
Tk2_1:0	22,291	7,233	3,653	6,098	92,765	96,347	22	Dobra
Tk2_1:1	60,958	2,503	1,439	2,159	97,496	98,561	50+	Odlična
Tk2_1:5	54,208	3,405	1,617	2,841	96,595	98,383	50+	Odlična
Tk2_5:1	67,618	1,491	1,280	1,406	98,509	98,719	50+	Odlična
Tk2_1:10	51,891	4,465	1,622	3,585	95,535	98,381	50+	Odlična
Tk2_10:1	55,600	1,708	1,498	1,620	98,291	98,502	50+	Odlična

Za lažjo predstavitev vrednosti, napisanih v preglednicah 6 in 7 za UZF, smo želeli prikazati razliko vrednosti UZF pred in po pranju za vzorce tkanine 1 in tkanine 2. Razlika je prikazana na slikah 4 in 5.



Slika 4: Vrednosti UZF med neprano in prano tkanino 1



Slika 5: Vrednosti UZF med neprano in prano tkanino 2

Tako pri vzorcih tkanine 1 in vzorcih tkanine 2 se je UZF po petih gospodinjskih pranjih znižal. Vrednost UZF pri tkanini 1 se je najbolj znižala pri volumenskem razmerju 0:1 (AgNO_3 in ZČ), kar za 19 enot. Najmanj pa pri volumenskem razmerju 5:1 (AgNO_3 in ZČ), za 4 enote. Kljub petim gospodinjskim pranjem se je UZF resda znižal, vendar še vedno dosegamo zelo dobro zaščito pred UV-sevanjem. Prav tako deleži blokiranih UVA- in UVB-žarkov proučevanih vzorcev tkanin 1 in 2 pred in po pranju ne kažejo velikih odstopanj. Torej, največjo razliko po petih gospodinjskih pranjih zaznamo prav pri tkanini, ki je bila obdelana samo z zelenim čajem v volumenskem razmerju 1:10 (AgNO_3 in ZČ).

Pri vzorcih tkanine 2 pa se je vrednost UZF po pranju prav tako najbolj znižala vzorcu, obdelanim v volumenskem razmerju 1:10 (AgNO_3 in ZČ), najmanj pa vzorcu, obdelanim v volumenskem razmerju 10:1 (AgNO_3 in ZČ). Kljub temu pa šest vzorcev tkanine 2 po pranju še vedno dosega odlično UZF-zaščito. Prav tako ni zaznati večjih odstopanj v deležih blokiranih UVA- in UVB-žarkov pred in po pranju oziroma so te razlike zanemarljive.

4 ZAKLJUČKI

- Ekstrakt zelenega čaja se uspešno adsorbira na bombažno tkanino v prisotnosti čimže AgNO_3 .
- Višji ko je volumenski delež ekstrakta zelenega čaja v kopeli, svetlejša so obarvanja tkanin.
- Višji ko je volumenski delež srebrovega nitrata v kopeli, temnejša so obarvanja tkanin.
- Čimžanje z AgNO_3 ni bistveno prispevalo k izboljšanju pralne obstojnosti pobarvanih bombažnih tkanin.
- Največja barvna razlika (ΔE^*_{ab}) med tkanino 1 in tkanino 2 je bila izračunana pri volumenskem razmerju med AgNO_3 in ZČ 5:1 in 1:5.
- Najmanjša barvna razlika (ΔE^*_{ab}) med tkanino 1 in tkanino 2 je bila izračunana pri volumenskem razmerju med AgNO_3 in ZČ 0:1.
- Po petkratnem pranju postanejo vzorci svetlejši.
- Večja gostota tkanine in večja ploščinska masa neobdelane tkanine 2 pomembno vpliva na zaščito pred UV-sevanjem.
- Uporaba zelenega čaja kot barvila povečuje UV-zaščito na bombažnih tkaninah.
- Tudi po petkratnem pranju imajo barvani vzorci v različnih volumenskih razmerjih visoke vrednosti UZF (50+).

5 LITERATURNI VIRI

1. DAS, B. R. UV Radiation Protective Clothing. *The Open Textile Journal*, 2010, no. 3, str.14–21.
2. URBAS, R., SLUGA, F. in BARTENJEV, I. Vpliv konstrukcijskih parametrov na UV zaščitni učinek tkanin. *Tekstilec*, 2000, letn. 47, št. 9–12, str. 308–314.
3. ŽGAVEC, B. Vpliv UV-žarkov na kožo. *Revija Vita*. Dostopno na naslovu: https://www.revija-vita.com/vita/59/Vpliv_UV-_%C5%BEarkov_na_ko%C5%BEo
4. RIJAVEC, T. *Tekstilne surovine*: 1. izd. Ljubljana. Naravoslovnotehniška fakulteta, Oddelek za tekstilstvo, 2000, str. 74 in 121–124.
5. STANKOVIČ ELESINI, U. Po sledih bombaža. *Tekstilec*, 1995, letn. 38, št. 7–8, str. 205–206.
6. KRESE, M. Bombaž. *Revija Gea*, 2002, februar, str. 44.
7. Handbook of Fiber Chemistry, ISBN 0-8247-2565-4, Cotton fibres, str. 521–555.
8. ZAGORIČNIK, B. Fototerapija in fotokemoterapija v dermatologiji. *Medicinski razgledi*, 2001, št. 40, str. 192.
9. SIN-HEE, K. Dyeing characteristic and uv protection property of green tea dyed cotton fabrics – Focusing on the effect of chitosan mordanting condition. *Fibers and polymers*, 2006, vol. 7, no. 3, str. 255–261.
10. SATINDAR, K., CHATTOPADHAYAY, D. P. in KAUR, V. Dyeing of bamboo with tea as a natural Dye. *Research journal of engineering sciences*, 2012, vol. 1, no. 4, str. 21–26.
11. GORJANC, M., SLUGA ŠTIH, R., VRHOVSKI, I. in CURK, M. The influence of mordanting with silver nitrate on the dyeability and UV-protection of cotton dyed with green tea. *Tekstilec*, 2015, letn. 58, št. 3, str. 191–198.
12. SIN-HEE, K. Ultraviolet protection property of green tea extract dyed fabric. *Journal of the Korean Society of Dyers and Finishers*, 2006, vol. 18, no. 6, str. 80–87.
13. OVEN, P., VEK, V. in POLJANŠEK, I. Flavonoids of wood and bark in trees. *Revija o lesu in pohištvu*, 2011, letn. 63, št. 11-12, str. 416.
14. WIKI FKKT UL. Dostopno na naslovu: <http://wiki.fkkt.uni-lj.si/index.php/Katehin>
15. TANG, R.C., TANG, H. in YANG, C. Adsorption isotherms and mordant dyeing properties of tea polyphenols on wool, silk and nylon. *Industrial & Engineering Chemistry Research*, 2010, vol. 49, no. 19, str. 8894–8901.

16. JUNG, H-K. in KIM, S-H. Physical property evaluation of chitosan mordanted green tea dyed cellulose. *Journal of Fashion Business*, 2008, vol. 12, no. 6, str.61–72.
17. IBRAHIM, N. A., GOUDA, M., HUSSEINY, Sh. M. et.al. UV-Protecting and antibacterial finishing of cotton knits. *Journal of Applied Polymer Science*, 2009, vol. 112, no. 6, str. 3589–3596.