Bojadisanje pamuka prirodnim biljnim bojilima

Sagner Bajgot, Natalija

Undergraduate thesis / Završni rad

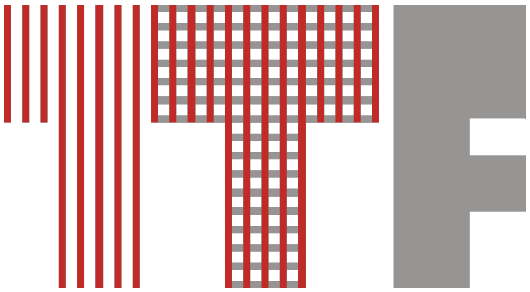
2017

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Textile Technology / Sveučilište u Zagrebu, Tekstilno-tehnološki fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:201:319623

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-28**



Repository / Repozitorij:

Faculty of Textile Technology University of Zagreb - Digital Repository







SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
TEKSTILNO-TEHNOLOŠKI FAKULTET
TEKSTILNO-TEHNOLOŠKO INŽENJERSTVO

ZAVRŠNI RAD

BOJADISANJE PAMUKA PRIRODNIM BILJNIM BOJILIMA

Natalija Sagner Bajgot

Zagreb, srpanj 2017.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

TEKSTILNO-TEHNOLOŠKI FAKULTET

TEKSTILNO-TEHNOLOŠKO INŽENJERSTVO

TEKSTILNA KEMIJA, MATERIJALI I EKOLOGIJA

ZAVRŠNI RAD

BOJADISANJE PAMUKA PRIRODNIM BILJNIM BOJILIMA

Mentorica:

dr. sc. Ana Sutlović, izv. prof.

Studentica:

Natalija Sagner Bajgot

8796/TTI/TKME

Zagreb, srpanj 2017.

Sveučilište u Zagrebu

Tekstilno-tehnološki fakultet

Prilaz baruna Filipovića 28a

10 000 Zagreb

Zavod za tekstilno-kemijsku tehnologiju i ekologiju

Broj stranica: 30

Broj tablica: 8

Broj slika: 24

Broj literaturnih izvora: 8

Članovi povjerenstva:

- Izv. prof. dr. sc. Sanja Ercegović-Ražić, Tekstilno-tehnološki fakultet, predsjednica
- Izv. prof. dr.sc. Ana Sutlović, Tekstilno-tehnološki fakultet, mentorica
- Dr. sc. Tihana Dekanić, Tekstilno-tehnološki fakultet, članica
- Doc. prof. dr. sc. Sandra Flinčec Grgac, zamjenik članice

SADRŽAJ

SAŽETAK

1. Uvod **1**

2. Teorijski dio **3**

2.1. Boja i svjetlo 3

2.2. Psihološki atributi boje – dimenzija boje 4

2.3. Brojčano vrednovanje boja 5

2.4. Povijest bojanja tekstila 6

2.5. Teorija bojadisanja 7

2.6. Bojadisanje celuloznih vlakana 8

2.7. Pamučno vlakno 9

2.8. Bojadisanje prirodnim bojilima 12

3. Eksperimentalni dio **15**

3.1. Izbor tekstilnog materijala 15

3.2. Priprema biljnog ekstrakta 15

3.3. Predobrada tekstilnog materijala metalnim solima 16

3.4. Bojadisanje 17

3.5. Ispitivanje postojanosti na Sunčevu svjetlost 17

3.6. Spektrofotometrijska analiza obojanih uzoraka 17

4. Rezultati i rasprava **18**

4.1. Analiza uzoraka bojadisanih u vodenom ekstraktu cvjetova kamilice 19

4.2. Analiza uzoraka bojadisanih u vodenom ekstraktu ljuski luka 24

5. Zaključci **29**

6. Literatura **30**

SAŽETAK

U ovom radu proučava se primjena prirodnih bojila dobivenih iz luka i kamilice na pamučnom vlaknu u obliku bojadisanja. Razmatrat će se učinkovitost obojenja i njezina postojanost bez i sa dodatkom metalnih soli i pri različitim pH vrijednostima biljnog ekstrakta. Tema rada je izabrana radi dostupnosti izvora pigmenata te rastućoj primjeni prirodnih bojila u industriji. Biljke su zasebno termički obrađene u mekanoj vodi.
U ovisnosti o procesnim parametrima dobiveno je šesnaest različitih tonova boje. Uzorci su izlagani sunčevom svijetlu. Dobiveni uzorci analizirani su spektrofotometrijskom metodom prije i nakon izlaganja sunčevoj svijetlosti. Dobiveni rezultati međusobno se uspoređuju te se iz njih dobiva zaključak.

Ključne riječi: pamuk, pamučno vlakno, prirodna biljna bojila

1. Uvod

Prirodna bojila su organski spojevi dobiveni iz različitih prirodnih materijala: biljaka, kukaca, minerala. Većina ih je dobivena iz biljnih izvora, poput korijena biljke, bobica, kore, lišća, drveta i drugih organskih izvora, kao što su gljivice i lišajevi. Prirodna se bojila dijele na direktna i indirektna bojila. Direktna bojila se samostalno fiksiraju na vlakna i druge prirodne materijale bez pomoći drugih kemikalija ili dodataka. Indirektna bojila zahtijevaju dodatak koji će sprječavati ispiranje i blijeđenje boje. Većina prirodnih bojila su indirektna bojila, i zahtijevaju dodavanje otopine metalnih soli u vlakna u procesu bojenja. Najčešći dodaci su aluminijeve i željezove soli, također se koristi bakar i krom [1-3].

Pri istraživanju prirodnih bojila, koriste se ekstrakti biljnih materijala, koji se skupljaju iz prirode. Pritom nisu potrebne velike količine biljaka, no kad je riječ o komercijalnoj upotrebi biljnih materijala u svrhu izrade bojila, potrebne su iznimno velke količine za proizvodnju i došlo bi do eksploatacije prirodnih izvora. Upravo iz tog razloga, provode se ispitivanja ekološke opravdanosti, dostupnost sirovina, svojstva proizvoda, obnovljivost i standardizaciju za masovnu proizvodnju prirodnih bojila, koji utječu na okoliš i ekonomsku održivost. Prema tome, glavni izvori za dobivanje prirodnih bojila mogu se podijeliti u tri skupine: primarni produkti iz agrokulture, otpad i nusprodukti iz poljoprivrede i šumarstva i otpadi iz prehrambene industrije [1].

Poznato je da industrijski sustav izbacuje puno otpadnih materijala i reciklira vrlo malo. Industrijski sektori su se suočili s izazovima izgradnje novih sustava koji imaju sposobnost reciklirati ili ponovno koristiti otpadne materijala uz minimalne troškove. Ideja nulte emisije, koja se temelji se na ideji da je svaki biološki otpad hrana za neki drugi organizam, dovodi do ideje da neka industrija uvijek može konzumirati otpad druge industrije. Iako to nije uvijek slučaj, vrlo je razumno rješenje u proizvodnji prirodnih bojila iz industrijskog otpada. Mogu se koristiti jeftini nusprodukti iz poljoprivrede i šumarstva, primjerice kora drveta iz drvne industrije. Industrijska proizvodnja hrane i pića proizvodi veliku količinu otpada, kao što su prešane bobice, destilacijski talog, i drugi zaostali nusprodukti koji sadrže znatne količine obojene tvari, koje mogu poslužiti kao obećavajući izvor prirodnih bojila za, primjerice, tekstilnu industriju. Otpadne vode iz mlinova za masline, koje su nusproizvod ekstrakcije maslinovog ulja, uzrokuju ozbiljne brige za okoliš u mediteranskim zemljama. Upravo

te otpadne vode mogu se koristiti kao potencijalni izvor prirodnih bojila u zemljama gdje se proizvodi maslinovo ulje. Bio bi to obnovljivi izvor bez gotovo ikakvih troškova [1].

Intenzivno korištenje industrijskog otpada kao obnovljivih sirovina za proizvodnju prirodnih bojila bi povećalo ekonomično korištenje otpadnog materijala, pridonijelo očuvanju okoliša i smanjila bi se upotreba fosilnih goriva. Osim toga, u svrhu smanjenja kemijskog opterećenja kod postupka ekstrakcije, istraživači su predložili korištenje isključivo vode kao otapala u iskorištavanju prirodnih boja iz različitih izvora. Upotreba drugih otapala može dovesti do velikog zagađenja voda [1-3].

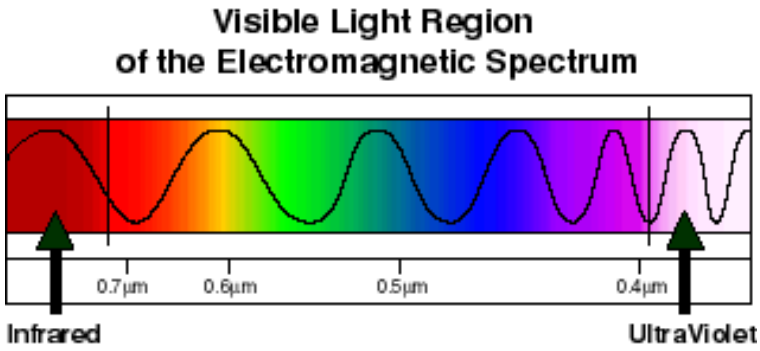
Za masovnu proizvodnju prirodnih bojila potrebne su jako velike količine biomaterijala. Zbog jako malog sadržaja bojila u jednoj biljci, nastaje velika količina otpada nakon ekstrakcije i to stvara dodatni teret zbrinjavanja. Iz tih razloga se prirodna bojila ne koriste u modernoj 7 industriji, ali koriste se u malim količinama od strane obrtnika ili iz hobija. Unatoč tome, mogućnosti primjene prirodnih bojila su velike te ovaj završni rad predstavlja doprinos u području optimiranja njihove primjene.

2. Teorijski dio

2.1. Boja i svjetlo

Boja je isključivo psihofizički osjet induciran svjetlom, odnosno osjet koji u oku izaziva svjetlost emitiranu iz nekog izvora svjetlosti i reflektiranu s neke obojene površine. Da je boja zaista psihofizički doživljaj, dokazuje činjenica da isti fizički podražaj (ista valna duljina) kod različitih ljudi izaziva različite osjete (doživljaje) boje. Za doživljaj boje potrebna su tri uvjeta: izvor svjetla koji je potreban za pobuđivanje osjeta vida, osjet vida gledatelja (čovjeka) i njegov vizualni sustav i objekt koji se promatra i njegove osobine koje moduliraju svjetlost (svojstva apsorpcije, refleksije i transmisije svjetla) [4].

Svjetlo je, općenito definirano, zračenje elektromagnetskih valova određenih valnih duljina od djelića nanometra do nekoliko kilometara. Ljudsko oko percipira elektromagnetsko zračenje samo u rasponu od 380 nm do 750 nm i svaku pojedinu valnu duljinu iz tog raspona doživljava kao određenu boju. Taj mali dio elektromagnetskog zračenja naziva se vidljivi dio svjetla (Sl. 1) [4].

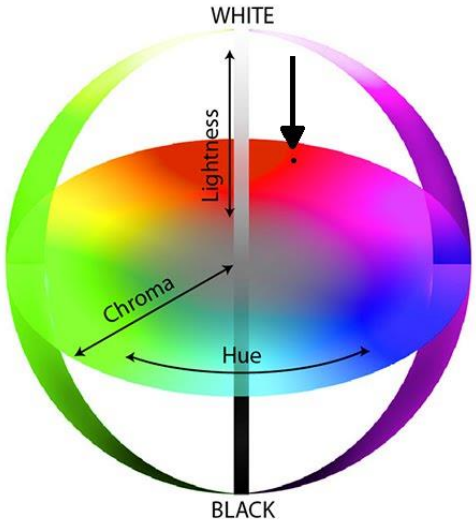


Slika 1. Vidljivi dio spektra [2]

Doživljaj neke boje ovisiti će i mijenjati se ovisno o promjeni parametara i uvjeta promatranja, kao što su promatrač, izvor svjetlosti, pozadinska obojenja, energetski nivo osvjetljenja i dr.

2.2. Psihološki atributi boje – dimenzija boje

Određivanjem psihofizičkih parametara za doživljaj boja bavi se bojena metrika. Osnova bojene metrike je mjerenjem boja (kolorimetrija) svakom bojenom doživljaju, kao kvaliteti, pridružiti parametre potrebne za njegovu jednoznačnu karakterizaciju. Ovo podrazumijeva točno i precizno vrednovanje boje, njezinu točnu reprodukciju i točno preciziranje razlika u boji. Dimenzije boje, odnosno psihološki atributi boje su ton (eng. *Hue* – **H**), svjetlina (eng. *Lightness* – **L**) i zasićenost (kromatičnost, eng. *Chroma* – **C**) (Sl. 2.) [2, 4, 5].



Slika 2. Definiranje psiholoških atributa boje [1, 3]

Ton boje (eng. Hue-H) je atribut vizualnog doživljaja na osnovi kojega točno definiramo pojedinu boju prema dominirajućoj valnoj duljini svake boje svjetla. Ova dimenzija ne ovisi je li boja tamna ili svijetla, „jaka“ ili „slaba“ , tj. nema količinsko značenje intenziteta.

Svjetlina (eng. Lightness-L) je atribut vizualnog doživljaja na osnovi kojega neka uspoređivana površina u odnosu na neku definiranu površinu emitira (reflektira) više ili manje svjetla. Svjetlina boje je karakteristika koja opisuje sličnost boje s nizom akromatskih boja, od crne preko sive do bijele. Svjetlina , L, je redoslijed svjetlosnih stupnjeva od 0 za apsolutno tamno crno do 100 za apsolutno bijelo i podrazumijeva koliko je neka boja istog tona svjetla ili tamna, odnosno slična bijeloj ili crnoj boji.

Zasićenost (eng. Chroma-C) – kromatičnost ukazuje na proporciju udjela čiste boje sadržane u ukupnom vizualnom doživljaju boje. Sa psiho-vizualne točke gledišta, zasićenost, odnosno kromatičnost, definira karakter boje svijetla ili neke površine u kontrastu s bijelim (akromatskim), koja po definiciji nema svijetlog tona. Promjena zasićenosti (kromatičnosti) neovisna je o tonu i kreće se linearno, od područja neutralne, akromatske, točke do čiste boje. Ako se neka boja miješa s akromatskom „bojom“ (bijelom, sivom ili crnom) jednakog stupnja svjetline, svjetlina boje ostaje ista. Nastala promjena u kvaliteti, odnosno čistoći boje, ovisi o relativnoj količini ovih dviju komponenata. To se naziva *Saturacija(S)* ili stupanj zasićenosti, odnosno stupanj do kojeg boja ima čisti ton.

2.3. Brojčano vrednovanje boja

Da bi se boja mogla znanstveno opisivati i precizno, instrumentalno definirati, potrebno je točno definirati izvor i energiju distribucije izvora svijetlosti pod kojim se određena boja promatra i definira. 1931.g CIE komisija definirala je i standardizirala izvor svijetlosti i njihove spektralne distribucije [4].

Prvi matematički standardni sustav za brojčano vrednovanje boje i razlike među njima ustanovila je CIE (1931.) COMMISION INTERNATIONALE L, ECLORAIGE internacionalna komisija za svjetlo. CIE komisija je definirala i standardizirala različite tipove bijelog svjetla i njihovu raspodjelu energije zračenja. Zbog nemogućnosti preciznog pozicioniranja boje u 2D sustavu ustanovljen je 1976.god. CIELAB prostor boja proširen prikazom svjetline koji je najbliži vizualnoj percepciji.

CIE standardne vrste svijetlosti imaju različitu emisiju energije (sl. 3) [2, 4, 5].:

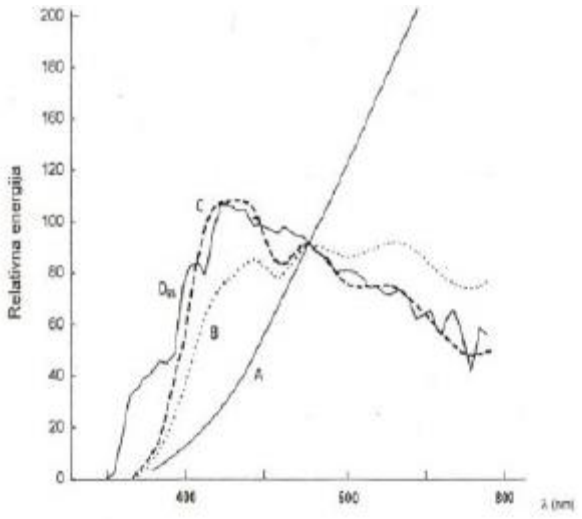
A - umjetno svjetlo

B - volframova žarulja

C - sunčevo svjetlo - podnevno svjetlo

D - prosječno dnevno svjetlo - D65 prosječna dnevna rasvjeta

E - izvedeni izvori svjetla



Slika 3. Raspodjela relativne energije različitih izvora svjetla [1, 3]

2.4. Povijest bojanja tekstila

Sve do druge polovice 19. stoljeća tkanine su se bojale samo prirodnim bojilima. Neka od njih dobivala su se od biljaka, kukaca i školjaka. Na primjer, od biljke koja se naziva vrbovnik dobivala se plava boja, od katanca ili rezede dobivala se žuta boja, a od pitomog broća crvena. Crna boja dobivala se od kampeševine, a ljubičasta od lišaja iz roda *Roccella.* Od puževa volaka proizvodila se skupocjena purpurna boja, koja se nazivala tirski purpur. Njome se bojala odjeća koju su nosili rimski carevi [3].

No još davno prije rimskih careva bilo je istaknutih i bogatih ljudi koji su nosili tkanine obojane prirodnim bojama. Na primjer, razne nijanse crvene boje dobivale su se od ženki hrastovog crvca, ili kermesa. Od tog se insekta dobivao i kermesov grimiz, koji je u starom Izraelu bio upotrijebljen za bojanje tkanina koje su se nalazile u svetom šatoru te tkanina od kojih se izrađivala odjeća koju je nosio izraelski veliki svećenik. (Sl. 4) [3].



Slika 4. Prirodna bojila od biljaka, kukaca i školjaka

Istraživanje tradicije bojanja tekstila pokazuje da je bojanje pređe i gotovih tkanina u većini slučajeva prilično složen proces, koji se nipošto ne svodi samo na to da se materijale uroni u otopinu s bojom. Pri bojanju tkanina često se koristi i sredstvo za fiksiranje boje. Ono omogućava da se boja čvrsto veže za vlakna i da ne bude topiva u vodi. U tu se svrhu koriste razne kemijske tvari, a neke od njih mogu biti opasne, pa s njima treba pažljivo rukovati [3].

Kod nekih procesa bojanja stvara se neugodan miris. Jedan od njih je dugačak i složen proces u kojem se koristilo tursko crvenilo. Ta se svjetlocrvena boja koristila za bojanje pamuka, a bila je vrlo postojana, tako da nije blijedjela na suncu niti se ispirala pranjem i čak je bila otporna na sredstva za izbjeljivanje. Svojevremeno se proces bojanja tkanina turskim crvenilom sastojao od 38 različitih faza i trajao je čak četiri mjeseca [3].

2.5. Teorija bojadisanja

Bojadisanje je složeni , heterogeni proces u kojemu kemijske reakcije ovise o sastavu i strukturi reaktanata, kao i o uvjetima pod kojima se reakcije odvijaju.

Proces bojadisanja se odvija u tri faze [6]:

- Migriranje bojila iz otopine na granicu faze i adsorpcija na površinu vlakna
- Difuzija bojila s površine prema središtu vlakna
- Vezanje bojila na polimerni lanac – fiksiranje

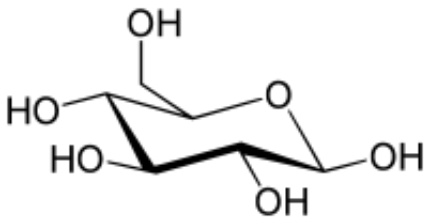
Migriranje bojila iz otopine na granicu faza i adsorpcija na površini vlakna ovise o elektrokinetičkom potencijalu vlakna, temperaturi i miješanju. Dakle, sva tekstilna vlakna, nakon što ih uronimo u vodu ili vodenu otopinu, dobivaju na površini električni naboj, koji se može mjeriti, a najčešće se označava kao *zeta potencijal* ili *elektrokinetički potencijal.* Može imati pozitivni ili negativni predznak, što ovisi o prirodi molekula, odnosno iona koji se nalaze u otopini i koji se adsorbiraju na površini tekstilnog supstrata. Povišenjem temperature i dodatkom elektrolita ubrzava se (olakšava) migracija bojila do površine vlakna.

Difuzija molekula bojila prema središtu vlakna definirana je koeficijentom difuzije i često je mjera, ne samo sposobnosti difuzije nekog bojila, već i mjera propustljivosti vlakna. Na difuziju utječe veličina molekule bojila i veličina pore u vlaknu.

Vezivanje molekula bojila na polimerni lanac vlakna – fiksiranje može biti ionskim vezama, vodikovim vezama, kovalentnim vezama ili Van der Waalsovim privlačnim silama [6].

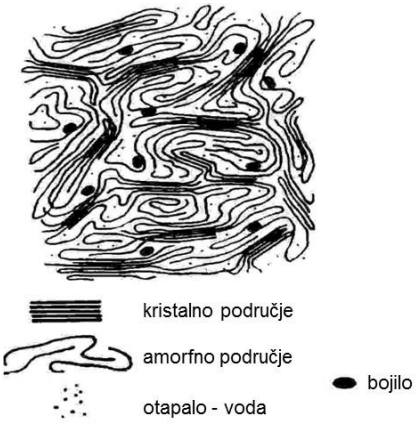
2.6. Bojadisanje celuloznih vlakana

Utvrđeno je da je *poli-β-glukozidna* struktura tzv. sedlaste konformacije i da se sve skupine nalaze u ekvatorijalnom položaju (u ravnini prstena) (Sl. 5).



Slika 5. Sedlasta konformacija celuloze [6, 7]

U procesima mokre obrade celuloze, bojadisanju i ostalim doradama, otapalo (najčešće voda) s dodacima (bojilo i dr.) ulazi u nesređena-amorfna područja vlakna, u kojima se odvijaju svi fizikalno-kemijski procesi (Sl.3).



Slika 6. Amorfna područja u vlaknu [6]

Količina vode u vlaknu raste uz povećanje promjera, volumena i specifične površine pora. Veličina pore odgovorne za apsorpciju bojila kreće se oko 2,5-6,0 nm [6].

2.7. Pamučno vlakno

Pamuk je najšire i najviše upotrebljavano tekstilno vlakno te jedna od najvažnijih sirovina za izradu tekstilija za raznovrsna područja upotrebe. Unatoč razvitku brojnih novih vrsta vlakana izvrsnih svojstava, milijuni ljudi diljem svijeta oblače se u pamučnu odjeću i danomice koriste ugodne pamučne tekstilije. Pamuk je po mnogo čemu najvažnije vlakno za izradbu tkanina. Ponajprije, pamuk je jeftin, savitljiv i lako se može upresti u konac. Ne zahtijeva posebnu njegu, dobro se pere i dugo traje. Proizvodi od pamuka bili su poznati u Indiji i Srednjoj Americi već prije 5000 godina. Kad su prvi puta vidjeli pamuk (slika 7), Europljani su ga opisali kao vlakno slično vuni. Tada je, zbog svoje skupoće, bio dostupan samo bogatim slojevima stanovništva. Kad je Kolumbo krenuo pronaći put za Indiju, jedan od ciljeva mu je bio da, uz ostale dragocjenosti pronađe i pamuk [7].



Slika 7. Cvijet pamuka [6]

Za suvremenu proizvodnju pamuka karakterističan je monokulturni uzgoj na velikim površinama uz primjenu brojnih agrotehničkih mjera, što sve zajedno omogućuje velike prinose i proizvodnost [7].

Berba pamuka može se obavljati ručno i strojno. Ručnim branjem dobivaju se kvalitetnija vlakna, jer se odabiru samo zrele čahure, a pamuk sadrži svega oko 1,5 % nečistoća. Takav odabir nije moguć pri strojnoj berbi, a količina nečistoća je deset puta veća (13 do 15%) . Nakon berbe vlakna valja odvojiti od sjemenaka , što se obavlja

strojevima koji se zovu egrenaljke, te se i postupak odvajanja vlakana od sjemena naziva egreniranje.

Nakon egreniranja slijedi čišćenje pamuka od ostataka čahura, lišća i sličnih nečistoća te pakiranje u bale. Zbog velikog volumena pamučnih vlakana u rastresitom stanju, odrađena masa vlakana oblikuje se u balu prešanjem, bale se zaštićuju jutenom tkaninom i steže čeličnim trakama [5].

Najznačajnija svojstva i značajke pamučnih vlakana su čistoća, boja, duljina, finoća, zrelost, čvrstoća, upijanje vlage, gustoća, otpornost na toplinu, otpornost na mikroorganizme i insekte, otpornost na sunčevo svijetlo i starenje, otpornost na kemikalije.

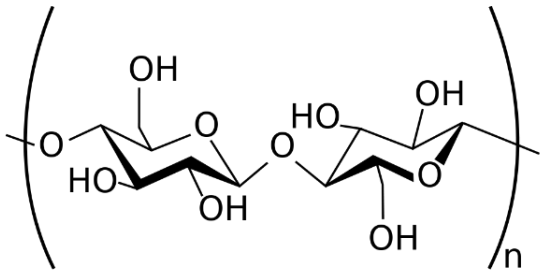
Prvenstveno zbog udobnosti pri nošenju i lakoće higijenskog održavanja, glavno područje primjene pamučnih vlakana je za izradu odjeće-bilo da se radi o tkaninama ili pletivima, te za raznovrsni kućni tekstil. Od pamučnih materijala izrađuje se gornja i donja periva odjeća-košulje, bluze, ljetne haljine, raznovrsne pletene majice, rupci i rupčići, odjeća za dojenčad i malu djecu, udobne pidžame i dr.

Pamuk je nezamjenjiv u proizvodnji kvalitetnog i udobnog donjeg rublja, denima i džins odjeće i još je uvijek najvažniji materijal za kvalitetno stolno i posteljno rublje, dobro upijajuće frotirne ručnike te za sanitetski materijal. Od pamuka se izrađuju i kvalitetni šivaći konac te konac za vezenje, kukičanje i čipkanje.

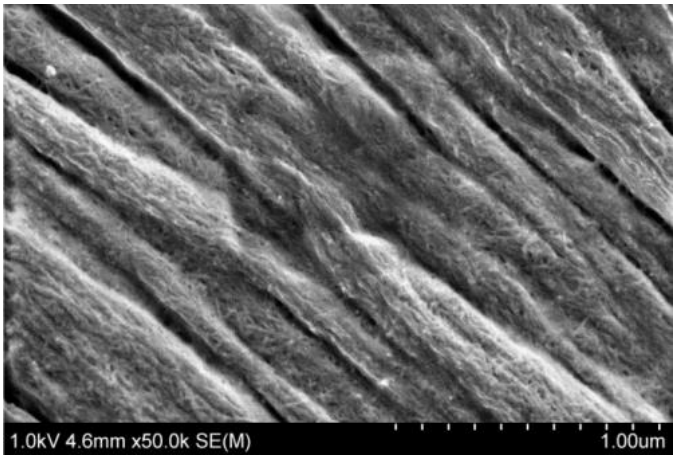
U tekstilnoj preradi i izradi raznovrsnih proizvoda pamučna se vlakna upotrebljavaju ili sama, ili u mješavini s poliesterom, viskozom i drugim vlaknima [7].

Pamuk je prirodno celulozno vlakno izgrađeno pretežito od celuloze I, a nalaze se u prirodi kao sastavni dijelovi biljaka. Uz celulozu u vlaknima se nalazi manja ili veća količina nevlaknatih tvari kao što su lignini, pektini, voskovi i anorganske tvari. Sjemenska vlakna su vlakna koja izrastaju iz pokožice sjemenke. Glavni sastojak je celuloza uz koju se u neznatnim količinama nalaze i nevlaknate tvari, voskovi, pigmenti i dr. [7].

Celuloza je složeni polisaharid koji je sastavljen od linearno povezanih jedinica D-glukoze. Ne rastvara se u vodi i nema okusa. Pripada grupi nereducirajućih ugljikohidrata. Formula celuloze je $(C_6H_{10}O_5)_n$ (sl. 8). Potpunom hidrolizom daje D-glukozu. Tu reakciju katalizira enzim celulaza. Celuloza je glavni sastojak drveta i biljnih vlakana. U gotovo čistom stanju nalazi se u pamuku (98 %), a u drvetu je ima od 40 % do 50 %, uz lignin i druge primjese (sl. 9) [7].



Slika 8. Strukturna formula celuloze [7]



Slika 9. SEM mikroskopska slika pamuka [1]

2.8. Bojadisanje prirodnim bojilima

Bojilo je obojana tvar s afinitetom kemijskog vezivanja na supstrat na koji se nanosi. Bojila se uglavnom primjenjuju kao vodena otopina. Obojane tvari koje se kemijski ne vežu za supstrat zovu se pigmenti [5, 7].

Za bojenje prirodnim bojilima se najčešće koristi korijenje, orašasti plodovi, latice cvijeća i bobičasto voće. Uvijek upotrebljavajte svjež i zreli biljni materijal jer boja osušene biljke može bitno varirati u odnosu na boju svježe, a usto neće dati jarke nijanse, nego prigušene. Bojite prirodne materijale poput lana, svile, pamuka ili vune jer se na njih prirodna boja bolje prima, a što je tkanina svjetlija, to će bojenje biti uspješnije [5, 7, 8].



Slika 10. Izbor prirodnih biljnih bojila [3]

Podjela prirodnih bojila *prema porijeklu* najstarija je podjela koja danas ima tek povijesno značenje. Tehnike bojanja prirodnim bojilima bile su poznate i prije 5000 godina u području Indije i Bliskog istoka. Bojila su se dobivala od životinja, biljki ili mineralnih sirovina. Biljne boje najbolje prianjaju uz vunu i svilu, no mogu se upotrebljavati i na pamuku ili lanu, ali to najčešće zahtijeva složeniji postupak i upotrebu kemijskih pomoćnih sredstava, kao što su stipsa i željezo. Umjetna vlakna, osim umjetne svile (rayon), ne mogu se bojati prirodnim bojama. Obzirom na bojadisarska svojstva, većinu prirodnih bojila ubrajamo u kiselo močilska bojila, neka u redukcijska, a rjeđe u skupinu supstantivnih i baznih bojila. Močilska bojila kompleksiranjem s metalnim solima (močilima) daju različita obojenja, te se kaže da ova bojila imaju poligenetska svojstva. Kao močilo najčešće se koriste soli aluminija, bakra, željeza i kositra. Ova bojila najčešće se koriste za proteinska vlakna uz: prethodno močenje vlakana (prije bojadisanja), istovremeno močenje i bojadisanje (zajedno s bojilom) ili naknadno močenje (nakon bojadisanja). Često korišteni izvor ovih bojila su broć (*Rubia tinctorum*), kukac košenil (*Dactylopius coccus*), kao i sve biljke iz kojih se mogu dobiti najviše korištena močilska bojila - flavonoidna bojila. Druga važna skupina prirodnih tekstilnih prirodnih bojila su u vodi netopiva redukcijska bojila, koja se prije bojadisanja dodatkom redukcijskog sredstva i alkalije prevode u topivi oblik. Najpoznatiji predstavnici ove skupine su indigo i purpurno 6,6'-dibromindigo bojilo dobiveno iz morskih puževa volaka (bodljikavi (*Murex brandaris*) i kvrgavi (*Murex trunculus*)). Među najznačajnija supstantivna prirodna bojila spadaju kurkuma ili žuti korijen (*Curcuma longa*, sastojak currya) i kora ili korijen obične žutike (*Berberis vulgaris*). Nejasno je kako je nastao relativno kompliciran proces bojanja, ali po svemu sudeći to je rezultat slučajnog bojenja odjeće bobičastim voćem čiji sok je obojan. Sljedeći korak bio je istražiti prirodu i pronaći materijale koji su davali briljantna i postojana bojila s kojima su ukrašavali odjeću. Bojila su se mogla dobiti iz materijala s kojim se čovjek susretao u prirodi. To međutim, nije bilo jednostavno. Rijetki su primjeri bojila koje se u prirodi nalaze u takvom obliku da se odmah mogu upotrijebiti. To je moguće sa zemljanim bojilima žutim okerom, narančastocrvenom ili bijelom glinom. Zemlja bi se usitnila i pomiješala s tekućinom pa bi se kao gusti sloj nanijela na podlogu: kamen, drvo, platno ili kožu. Zemljanim se bojama u ritualne svrhe i danas ukrašavaju pripadnici nekih australskih i afričkih plemena [1-3].

Mnogim eksperimentima ustanovilo se da su pojedina bojila topiva u vodi, dok druga nisu, stoga se tkanina prije bojenja morala posebno prirediti. Većina prirodnih organskih bojila ne može se vezati za tkaninu bez fiksira ili močila. U tu su se svrhu koristile lužnate ili kisele tvari, što je zavisilo o vrsti bojila i nijanse koja se željela postići. Izbor močila za tkanine životinjskog podrijetla, a to su uglavnom vuna i svila, razlikovao se od onoga podesnog za biljne materijale – lan, konoplju i pamuk. Od lužina obično se koristio urin ili lug od pepela, a od kiselina sokovi citrusa i kiselih bobica. Tkanina se prvo potopila u močilo, iako se fiksir mogao i dodati u boju u postupku bojenja ili se koristio nakon bojenja. U kasnijim razdobljima kao močila se najčešće rabe stipsa (kalijev aluminij sulfat), odnosno metalne soli željeza, bakra i kositra. U stipsu se dodavao vinski kamen kako bi boji pojačao sjaj. S obzirom na željeni ton boje, tkanine su se uranjale u otopinu bojila nekoliko puta i sušile na zraku, pa je cijeli postupak znao potrajati od nekoliko dana do više mjeseci. Samo je bojadisanje trebalo izvesti vrlo pažljivo, jer su o tome ovisile jednoličnost nijanse i postojanost boje, pa je samim time bila osigurana kvaliteta obojene tkanine [1-3].

3. Eksperimentalni dio

3.1. Izbor tekstilnog materijala

Kao tekstilni materijal korištena je pamučna vitica.

Podaci o koncu:

- N/m 16/2

-100% pamuk

- Merceriziranо predbijeljeno

3.2. Priprema biljnog ekstrata

U radu su korištene ljuske crvenog luka i cvjetovi kamilice. Biljke su zasebno tretirane u mekanoj vodi pri 100°C u razdoblju od 2 sata.

Ekstrakcija je provedena kod pH 4 (podešeno CH_3COOH) i pH8 (podešeno Na_2CO_3).

3.3. Predobrada tekstilnog materijala metalnim solima

Kao močila su korištene metalne soli :

Kalijev alumunijev sulfat dodekahidrat p.a.

$KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$ Mr= 474,4 g/mol Kemika, Zagreb

Bakrov(II) sulfat pentahidrat p.a.

$CuSO_4 \cdot 5H_2O$ Mr= 249,7 g/mol Kemika, Zagreb

Željezov(II) sulfat heptahidrat p.a.

$FeSO_4 \cdot 7H_2O$ Mr= 278,0 g/mol Kemika, Zagreb

Proces predobrade je proveden u aparatu Polycolor Mathis (sl. 11) uz koncentraciju močila 3%, na temperaturi 100°C, u vremenu od 30 minuta.

Polycolor Mathis je uređaj za procese mokrog oplemenjivanja i bojadisanja, sa mogućnošću računalnog podešavanja procesnih parametara. Rad uređaja temelji se na principu pokreta kupelji i materijala.



Slika 11. Polycolor, Mathis

3.4. Bojadisanje

Predobrađena pamučna vitica bojadisana je u pripremljenim biljnim ekstraktima u aparatu Polycolor Mathis na 100°C, u vremenu od 60 minuta.

Nakon bojadisanja uzorci su isprani pod mlazom vode kako bi se uklonio višak bojila koji se nije vezao na pamučni uzorak, te su sušeni na zraku.

3.5. Ispitivanje postojanosti na Sunčevu svjetlost

S ciljem određivanja postojanosti obojenja na Sunčevu svjetlost obojadisani uzorci su izlagani djelovanju sunčevih zraka na zapadnoj strani u razdoblju od 30 dana.

3.6. Spektrofotometrijska analiza obojanih uzoraka

Bojadisanim uzorcima su spektrofotometrijski određeni koloristički parametri prije i nakon izlaganja sunčevim zrakama. Mjerenje je provedeno na remisijskom spektrofotometru DataColor Spectra Flash 600 PLUS-CT (slika 12).



Slika 12. DataColor Spectra Flash 600 PLUS-CT

Remisijski spektrofotometar je namijenjen za mjerenje bjeline, fluorescencije i boje sa plošnih površina. Uzorak se postavlja na mjerni otvor instrumenta te se učvršćuje posebnim držačem. U instrument je ugrađen izvor svijetlosti iz kojeg se osvjetljava postavljeni uzorak. Instrument mjeri valne duljine reflektiranog i apsorbiranog dijela upadne svjetlosti. Izmjereni podaci su pohranjeni u bazu podataka u računalu. Iz tih podataka se pomoću specijaliziranog računalnog programa izračunavaju daljnji parametri potrebni za definiranje boje.

4. Rezultati i rasprava

U tablicama od 1 do 4 i na slikama od 13 do 16 prikazani su koloristički parametri uzorka bojadisanih u kiselom i alkalnom vodenom ekstraktu cvjetova kamilice, a u tablicama od 5 do 8 i na slikama od 19 do 22. dana je analiza uzoraka bojadisanih u kiselom i alkalnom vodenom ekstraktu ljuski luka.

Provedena je spektrofotometrijska analiza obojadnisanih uzoraka:

- u ovisnosti o izvoru biljnog bojila,
- u ovisnosti o uvjetima ekstrakcije (pH),
- u ovisnosti o korištenim močilima,
- prije i nakon izlaganja Sunčevoj svjetlosti te
- usporedaba uzoraka prije i nakon izlaganja Sunčevoj svjetlosti parametrom dE:

$$dE = ((dL)^2 + (dC)^2 + (dh)^2)^{1/2}$$

dE predstavlja ukupnu razliku u boji, a obuhvaća razliku u svim koloristočkim parametrima:

dL – razliku u svjetlini

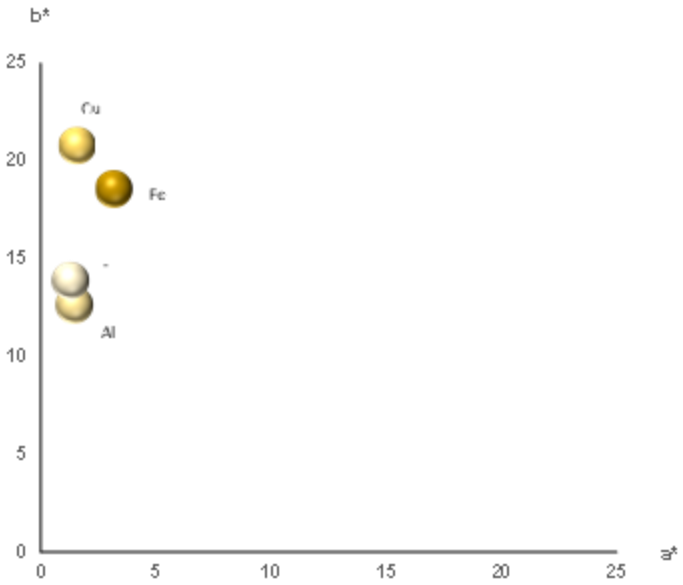
dC – razliku u kromatičnosti

dh – razliku u vrijednosti tona boje

4.1. Analiza uzoraka bojadisanih u vodenom ekstraktu cvjetova kamilice

Tablica 1. Koloristički parametri pamučnih uzoraka bojadisanih u kiselom vodenom ekstraktu cvjetova kamilice (pH 4) uz predobradu različitim močilima

Oznaka uzorka	L*	a*	b*	C*	h	X	Y	Z	x	y
kam pH4 -	82,24	1,28	13,87	13,93	84,72	63,66	60,74	30,84	0,4101	0,3913
kam pH4 Al	81,97	1,47	12,63	12,71	83,35	63,23	60,25	31,31	0,4085	0,3892
kam pH4 Cu	76,94	1,51	20,78	20,83	85,85	54,03	51,44	22,25	0,4231	0,4028
kam pH4 Fe	72,97	3,22	18,56	18,84	80,15	48,06	45,12	20,11	0,4242	0,3983

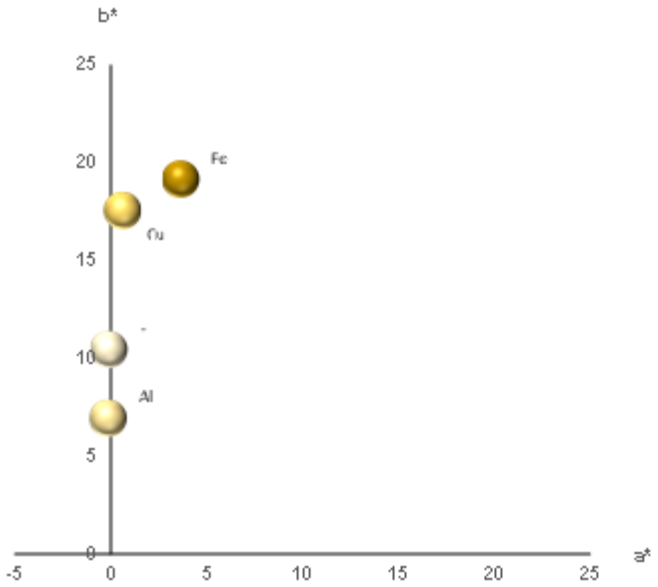


Slika 13. a*/b* grafikon uzoraka bojadisanih u kiselom vodenom ekstraktu cvjetova kamilice (pH4) uz predobradu različitim močilima

U tablici 4 i slici 13 iz koloristički parametara uzoraka bojadisanih u kiselom vodenom ekstraktu cvjetova kamilice (pH4) uz predobradu različitim močilima uočava se da su dobiveni svjetlo žuti uzorci (h poprima vrijednosti između 80 i 84). Veću kromatičnost (C*) imaju uzorci predobrađani solima bakra i željeza.

Tablica 2. Koloristički parametri pamučnih uzoraka bojadisanih u alkalnom vodenom ekstraktu cvjetova kamilice (pH 8) uz predobradu različitim močilima

Oznaka uzorka	L*	a*	b*	C*	h	X	Y	Z	x	y
kam pH8 -	82,43	-0,15	10,45	10,45	90,81	63,38	61,09	33,12	0,4022	0,3876
kam pH8 Al	84,73	-0,11	6,94	6,94	90,91	67,97	65,49	38,02	0,3964	0,3819
kam pH8 Cu	73,49	0,59	17,56	17,57	88,08	47,91	45,91	20,96	0,4174	0,4000
kam pH8 Fe	80,11	3,60	19,16	19,50	79,35	60,63	56,88	25,81	0,4230	0,3969

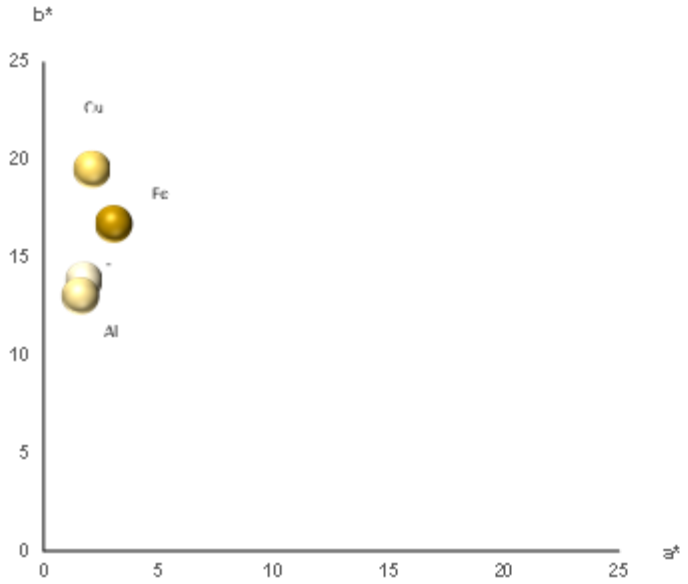


Slika 14. a*/b* grafikon uzoraka bojadisanih u alkalnom vodenom ekstraktu cvjetova kamilice (pH 8) uz predobradu različitim močilima

Za razliku od kiselog medija, u alkalnom mediju (tablica 2 i slika 14) uočava se da su dobiveni uzorci još čišćeg žutog tona (h između 79 i 90). Međutim ovi uzorci su veće svjetline (L* = 80 – 85) i manje kromatičnosti (C* = 6 – 20) u odnosu na uzorke bojadisane u kiselom mediju. Također, veću kromatičnost (C*) imaju uzorci predobrađani solima bakra i željeza.

Tablica 3. Koloristički parametri pamučnih uzoraka bojadisanih u kiselom vodenom ekstraktu cvjetova kamilice (pH 4) nakon izlaganja sunčevoj svjetlosti

Oznaka uzorka	L*	a*	b*	C*	h	X	Y	Z	x	y
S kam pH4 -	80,87	1,59	13,04	13,14	83,06	61,19	58,24	29,94	0,4096	0,3899
S kam pH4 Al	81,96	1,69	13,83	13,93	83,02	63,31	60,23	30,58	0,4108	0,3908
S kam pH4 Cu	74,37	2,03	19,51	19,61	84,06	49,88	47,28	20,77	0,4230	0,4009
S kam pH4 Fe	72,69	3,00	16,72	16,99	79,82	47,52	44,69	20,71	0,4208	0,3958

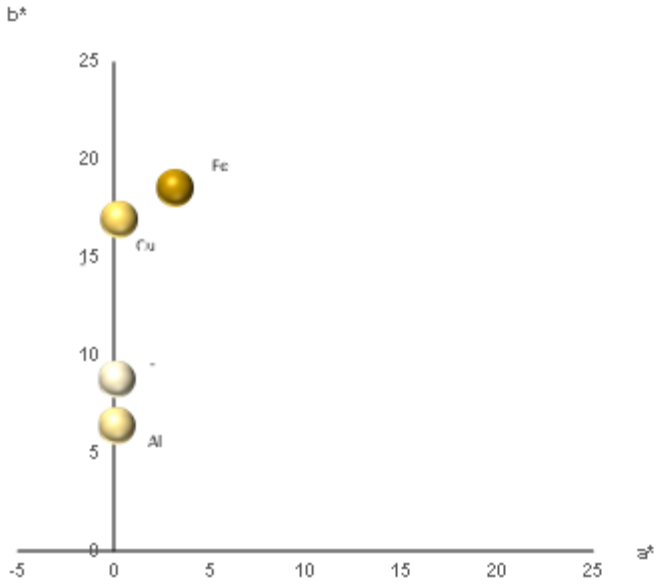


Slika 15. a*/b* grafikon uzoraka bojadisanih u kiselom vodenom ekstraktu cvjetova kamilice (pH4) nakon izlaganja sunčevoj svjetlosti

Analizom vrijednosti koloristićkih parametara (tablica 3, slika 14) uočava se da se vrijednosti bitno ne mijenjaju nakon izlaganja uzoraka Sunčevoj svjetlosti. Razlike između uzoraka u tablici 1 i 3 su zanemarive.

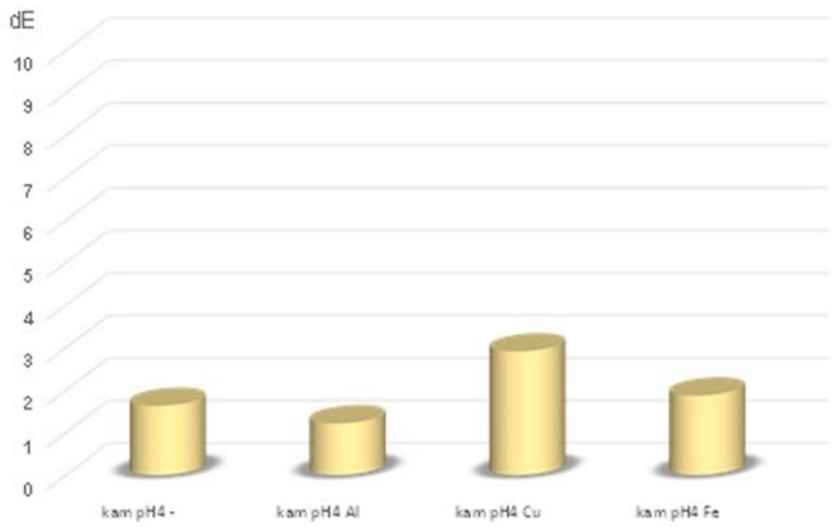
Tablica 4. Koloristički parametri pamučnih uzoraka bojadisanih u alkalnom vodenom ekstraktu cvjetova kamilice (pH 8) nakon izlaganja sunčevoj svjetlosti

Oznaka uzorka	L*	a*	b*	C*	h	X	Y	Z	x	y
S kam pH8 -	83,66	0,23	8,77	8,78	88,49	65,97	63,41	35,55	0,4000	0,3845
S kam pH8 Al	83,82	0,30	6,40	6,41	87,30	66,32	63,72	37,31	0,3963	0,3808
S kam pH8 Cu	72,88	0,94	16,95	16,98	86,82	47,07	44,99	20,76	0,4172	0,3987
S kam pH8 Fe	73,92	5,34	22,39	23,01	76,59	50,41	46,58	19,14	0,4341	0,4011

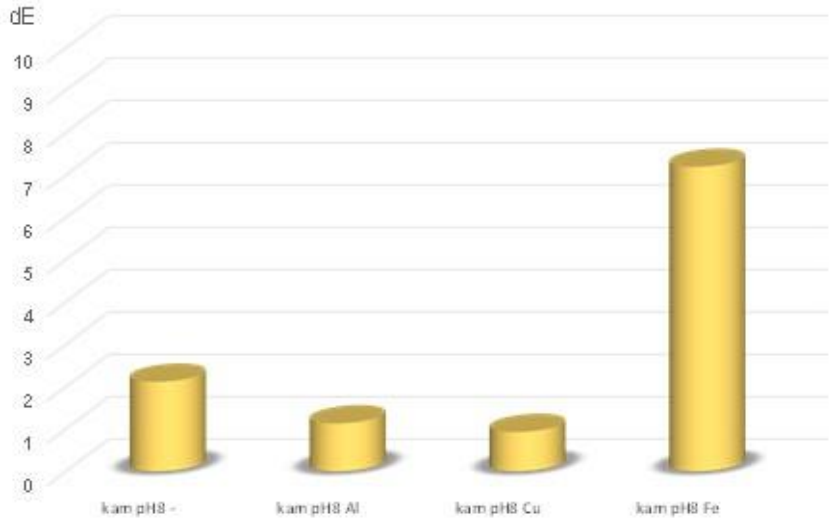


Slika 16. a*/b* grafikon uzoraka bojadisanih u alkalnom vodenom ekstraktu cvjetova kamilice (pH 8) nakon izlaganja sunčevoj svjetlosti

Nakon izlaganja Sunčevoj svjetlosti uzorci bojadisani u alkalnom vodenom ekstraktu cvjetova kamilice zadržavaju svjetlo žuti ton (tablica 4, slika 16). Najveća odstupanja uočavaju se kod uzorka predobrađenog sa soli željeza kod kojeg vrijednost svjetline raste za 7 jedinica (tablica 4).



Slika 17. Usporedba uzoraka bojadisanih u kiselom vodenom ekstraktu cvjetova kamilice (pH 4) prije i nakon izlaganja sunčevoj svjetlosti



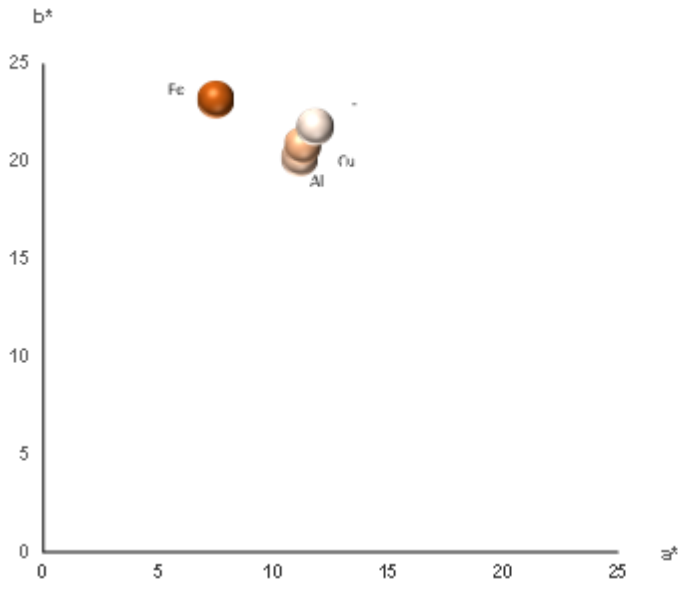
Slika 18. Usporedba uzoraka b nih u alkalnom vodenom ekstraktu cvjetova kamilice (pH 8) prije i nakon izlaganja sunčevoj svjetlosti

Određivanjem vrijednosti dE (sl. 17 i 18) tj. usporedbom uzoraka nakon izlaganja Sunčevoj svjetlosti sa uzorcima prije izlaganja uočava se da uzorci imaju dobru postojanost na Sunčevu svjetlost. U kiselom mediju najveće odstupanje dobiveno je kod uzorka predobrađenog sa soli bakra (dE > 3), a u alkalnom mediju kod uzoraka predobrađenog sa soli željeza (dE > 7).

4.2. Analiza uzoraka bojadisanih u vodenom ekstraktu ljuski luka

Tablica 5. Koloristički parametri pamučnih uzoraka bojadisanih u kiselom vodenom ekstraktu *ljuski luka* (pH 4) uz predobradu različitim močilima

Oznaka uzorka	L*	a*	b*	C*	h	X	Y	Z	x	y
luk pH4 -	61,77	11,81	21,78	24,78	61,52	34,73	30,14	11,62	0,4541	0,3940
luk pH4 Al	53,26	11,09	20,19	23,03	61,21	24,66	21,28	8,01	0,4571	0,3944
luk pH4 Cu	63,84	11,34	20,80	23,69	61,39	37,33	32,61	13,09	0,4496	0,3928
luk pH4 Fe	70,39	7,44	23,18	24,34	72,20	45,53	41,31	16,32	0,4414	0,4005

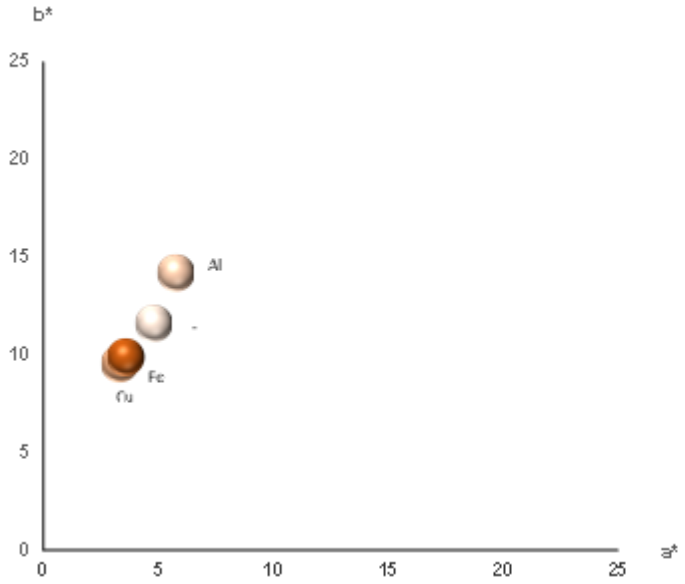


Slika 19. a*/b* grafikon uzoraka bojadisanih u kiselom vodenom ekstraktu *ljuski luka* (pH4) uz predobradu različitim močilima

Bojadisanjem pamučnih vitica u kiselom vodenom ekstraktu ljuski luka dobiveni su uzorci narančastog tona. U tablici 5 i na slici 19 također se uočava da se bitna razlika u vrijednosti tona dobiva jedino uz predobradu sa soli željeza. Briljantnosti tona doprinosi vrijednost kromatičnosti veća od 23.

Tablica 6. Koloristički parametri pamučnih uzoraka bojadisanih u alkalnom vodenom ekstraktu *ljuski luka* (pH 8) uz predobradu različitim močilima

Oznaka uzorka	L*	a*	b*	C*	h	X	Y	Z	x	y
luk pH8 -	56,92	4,74	11,60	12,53	67,80	26,98	24,84	12,19	0,4215	0,3881
luk pH8 Al	55,85	5,70	14,19	15,29	68,12	26,07	23,76	10,82	0,4298	0,3918
luk pH8 Cu	81,28	3,27	9,54	10,08	71,09	62,70	58,98	32,46	0,4068	0,3826
luk pH8 Fe	78,44	3,53	9,88	10,49	70,35	57,52	53,97	29,35	0,4084	0,3832

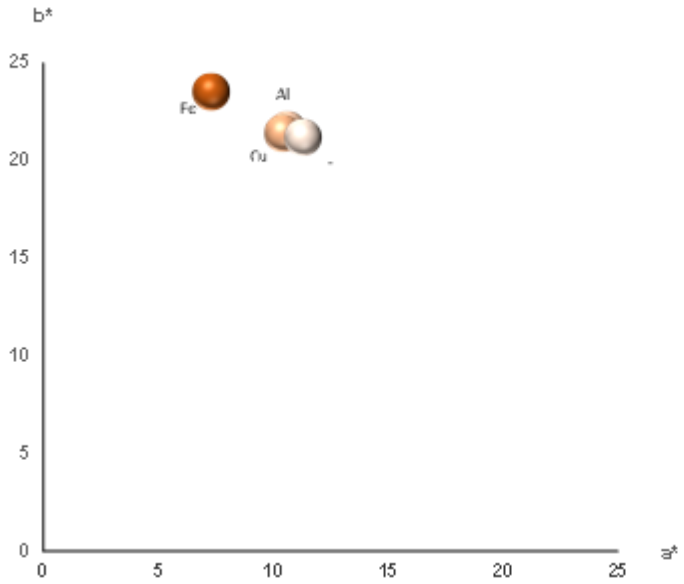


Slika 20. a*/b* grafikon uzoraka bojadisanih u alkalnom vodenom ekstraktu *ljuski luka* (pH 8) uz predobradu različitim močilima

U tablici 6 i na slici 20 uočava se da se i u alkalnom mediju dobivaju uzorci narančastog tona. Međutim, uzorci su subjektivno vizualno tamniji zbog manje vrijednosti kromatičnosti (C* < 15). Na slici 20 naglašeno da svi uzorci imaju istu vrijednost tona bez obzira na močilo.

Tablica 7. Koloristički parametri pamučnih uzoraka bojadisanih u kiselom vodenom ekstraktu *ljuski luka* (pH 4) nakon izlaganja sunčevoj svjetlosti

Oznaka uzorka	L*	a*	b*	C*	h	X	Y	Z	x	y
S luk pH4 -	62,58	11,31	21,18	24,01	61,91	35,63	31,09	12,25	0,4512	0,3937
S luk pH4 Al	60,21	10,59	21,58	24,04	63,86	32,39	28,35	10,86	0,4523	0,3960
S luk pH4 Cu	64,32	10,44	21,39	23,80	63,99	37,69	33,19	13,16	0,4484	0,3949
S luk pH4 Fe	70,62	7,30	23,52	24,63	72,76	45,83	41,64	16,34	0,4415	0,4011

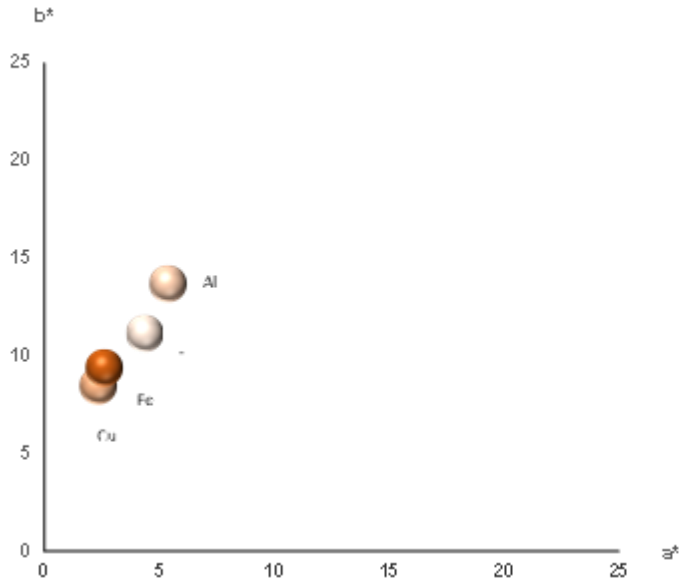


Slika 21. a*/b* grafikon uzoraka bojadisanih u kiselom vodenom ekstraktu *ljuski luka* (pH4) nakon izlaganja sunčevoj svjetlosti

Nakon izlaganja Sunčevom svjetlu (tablica 7, slika 21) uzorci zadržavaju vrijednosti koloristićkih parametara bez bitnih odstupanja. Veće odstupanje u vrijednosti svjetline (više od 7 jedinica) uočava se kod uzoraka predobrađenih sa soli aluminija koji su tamniji nakon izlaganju Sunčevoj svjetlosti.

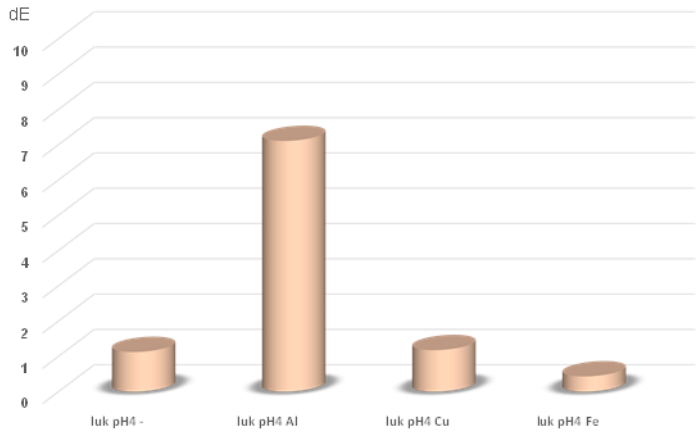
Tablica 8. Koloristički parametri pamučnih uzoraka bojadisanih u alkalnom vodenom ekstraktu *ljuski luka* (pH 8) nakon izlaganja sunčevoj svjetlosti

Oznaka uzorka	L*	a*	b*	C*	h	X	Y	Z	x	y
S luk pH8 -	55,30	4,31	11,14	11,94	68,85	25,15	23,23	11,46	0,4203	0,3881
S luk pH8 Al	52,71	5,39	13,68	14,71	68,51	22,79	20,79	9,44	0,4299	0,3921
S luk pH8 Cu	73,38	2,34	8,46	8,78	74,53	48,39	45,75	25,34	0,4050	0,3829
S luk pH8 Fe	77,34	2,60	9,38	9,73	74,49	55,18	52,11	28,55	0,4062	0,3836

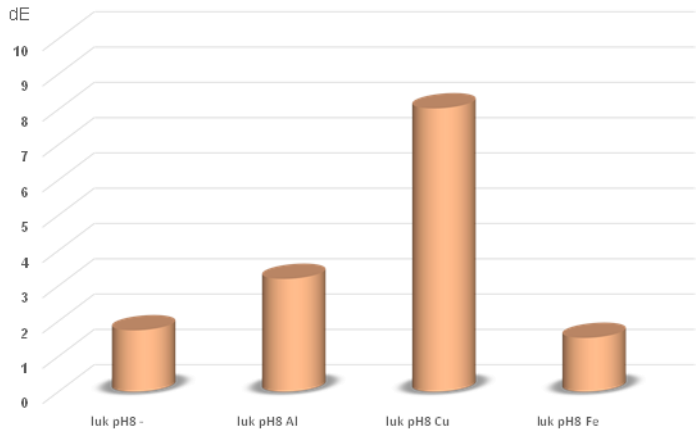


Slika 22. a*/b* grafikon uzoraka bojadisanih u alkalnom vodenom ekstraktu *ljuski luka* (pH 8) nakon izlaganja sunčevoj svjetlosti

Kod uzoraka pamuka bojadisanih u alkalnom vodenom ekstraktu ljuski luka nakon izlaganja Sunčevoj svjetlosti (tablica 8, slika 22) dolazi do promjene u nekoliko jedinica sa sva tri atributa boje. Iako promjena nije velika odražava se u subjektivnom doživljaju uzoraka.



Slika 23. Usporedba uzoraka bojadisanih u kiselom vodenom ekstraktu ljuski luka (pH 4) prije i nakon izlaganja sunčevoj svjetlosti



Slika 24. Usporedba uzoraka bojadisanih u alkalnom vodenom ekstraktu ljuski luka (pH 8) prije i nakon izlaganja sunčevoj svjetlosti

Određivanjem vrijednosti dE (sl. 23 i 24) tj. usporedbom uzoraka nakon izlaganja Sunčevoj svjetlosti sa uzorcima prije izlaganja uočava se da uzorci imaju lošiju postojanost na Sunčevu svjetlost u odnosu na uzorke bojadisane bojilom ekstrahiranim iz cvjetova kamilice (sl. 17 i 18). U kiselom mediju najveće odstupanje dobiveno je kod uzorka predobrađenog sa soli aluminija (dE > 7), a u alkalnom mediju kod uzoraka predobrađenog sa soli bakra (dE > 8).

5. Zaključci

- Potvrđeno je da se široka paleta tonova boje pamučnih materijala može dobiti korištenjem lako obnovljivih (cvjetovi kamilice) i otpadnih (ljuske luka) izvora.

- Bojadisanjem bez predobrade metalnih soli (močila) dobivaju se harmonična, vizualno lijepa obojenja dobrih uporabnih postojanosti.

- Proširenje palete tonova može se dobiti predobradom tekstilnih materijala metalnim solima.

- Optimiranjem procesnih parametara mogu se poboljšati uporabne postojanosti obojenja tekstilnih materijala.

- Obzirom na paletu tonova, svojstva i ekološku opravdanost, pamučni materijali bojadisani prirodnim biljnim bojilima mogli bi na tržištu ostvariti komercijalnu vrijednost.

Literatura

[1] Parac-Osterman, Đ.: *Osnove o boji i sustavi vrednovanja*, Tekstilno – tehnološki fakultet, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb, 2007, ISBN 978-953-7105-11-2

[2] https://science.hq.nasa.gov/kids/imagers/ems/visible.html . pristupljeno: 27. 6. 2017

[3] http://1.bp.blogspot.com/_lNzlqVMcIj8/S88ujq-xwyI/AAAAAAAABvo/DnuVgcJYJtc/s1600/Color+identified.jpg , pristupljeno: 4. 7. 2017.

[4] Bojanje tkanina – nekad i danas: Bojila koja se se koristila u prošlosti, http://wol.jw.org/hr/wol/d/r19/lp-c/102007129 , Pristupljeno: 12. 6. 2016.

[5] Prof .dr. sc. Parac-Osterman, Đ.: Bojadisanje tekstila, nastavni materijali s predavanja iz kolegija Bojadisanje tekstila, Sveučilište u Zagrebu, Tekstilno-tehnološki fakultet, ak. god. 2010./2011.

[6] Čunko, R., Andrassy, M.: Vlakna, Zrinski d.d., ISBN 953-155-089-1, Čakovec, 2005.

[7] https://algebra.adobeconnect.com/asp2/ **,** pristupljeno: 3. 7.2017.

[8] http://www.sensaklub.hr/clanci/moda/bojenje-tkanina-prirodnim-bojama , pristupljeno: 3. 7. 2017.