

UNIVERZA V LJUBLJANI
NARAVOSLOVNOTEHNIŠKA FAKULTETA

DIPLOMSKO DELO

NUŠA PERKIČ

LJUBLJANA, 2016

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

VRT SVETLOBE – ANTOTIPIJA NA BOMBAŽNI TKANINI

DIPLOMSKO DELO

NUŠA PERKIČ

Ljubljana, september 2016

UNIVERSITY OF LJUBLJANA
FACULTY OF NATURAL SCIENCES AND ENGINEERING
DEPARTMENT OF TEXTILES, GRAPHIC ART AND DESIGN

GARDEN OF LIGHT – ANTHOTYPE ON COTTON FABRIC

DIPLOMA THESIS

NUŠA PERKIČ

Ljubljana, September 2016

PODATKI O DIPLOMSKEM DELU:

Število listov: 38

Število strani: 27

Število slik: 16

Število preglednic: 4

Število literaturnih virov: 23

Število prilog: /

Študijski program: OBLIKOVANJE TEKSTILIJ IN OBLAČIL

Komisija za zagovor diplomskega dela:

Predsednik: *prof. Marija Jenko*

Mentor: *doc. dr. Marija Gorjanc*

Član: *prof. Darko Slavec*

Ljubljana,

ZAHVALA

Posebna zahvala je namenjena mentorici doc. dr. Mariji Gorjanc za njeno strokovno pomoč, napotke in svetovanje pri pripravi diplomskega dela.

Prav tako se zahvaljujem najbližjim za spodbujanje, razumevanje in oporo.

IZVLEČEK

V sklopu diplomske naloge je bilo raziskano barvanje surove in beljene bombažne tkanine z naravnim barvilom kurkume z namenom izvedbe starodavne in okolju prijazne tehnike razvijanja fotografij, imenovano antotipija. S ciljem izvedbe antotipije na bombažnih tkaninah različnih barv je bilo barvilo kurkume ekstrahirano v trdi in mehki vodi. Poleg tega so bile uporabljene različne obdelave, kot čimžanje (z železovim sulfatom, cinkovim kloridom in srebrovim nitratom), spreminjanje pH barvalne kopeli (s sodo) in obdelava z drugimi naravnimi barvili (borovnica in malina). Čimžanje je potekalo po barvanju, spreminjanje barvnega tona z naravnim barvilom borovnice in maline ter s spremembo pH pa pred oziroma med barvanjem. Barvne vrednosti barvanih vzorcev so bile določene z uporabo refleksijskega spektrofotometra. Ugotovljeno je bilo, da poleg uporabe različnih kovinskih soli, naravnih barvil in spremembe pH vplivata na končen barvni ton tudi trdota vode in uporabljen substrat. Dobljeni so bili različni rumeni, rdeči, zelenkasti in rjavkasti barvni toni tkanin. Barvne obstojnosti na svetlobo so bile določene po standardni metodi v Xenotestu. Rezultati so dokazali, da je kurkuma občutljiva na sončno svetlobo in tako primerna za ustvarjanje fotografskih motivov s tehniko antotipije, in da uporaba različnih kovinskih soli izboljša obstojnost pobarvanih vzorcev na svetlobo. Kljub temu da je kurkuma občutljiva na sončno svetlobo, so imeli vzorci, ustvarjeni po tehniki antotipije, premajhen kontrast med osvetljenimi in neosvetljenimi deli. Ker uporaba čimž izboljša obstojnost naravnih barvil na svetlobo, so imeli tudi ti vzorci premajhen kontrast in so bili slabo vidni. Ugotovljeno je bilo, da naravni barvili borovnice in maline bistveno nista vplivali na svetlobno obstojnost, obdelani vzorci so bili temnejši, s tem pa so bili doseženi večji barvni kontrasti med osvetljenimi in neosvetljenimi površinami tkanine.

ABSTRACT

Dyeing of raw and bleached cotton fabrics with a natural dye of curcuma was studied to implement the ancient and environmentally friendly technique of developing photos, called anthotype. With the aim of achieving different colors of dyed cotton fabrics several modifications were performed, such as curcuma dye extraction in hard and soft water, mordanting of cotton (with ferrous sulfate, zinc chloride, and silver nitrate), changing the pH of the dyebath (soda) and treatment with other natural dyes (blueberry and raspberry). The mordanting was carried out after the dyeing, the treatments with other natural dyes as well as changing the pH of dyebath were performed before or during dyeing. The color values of dyed samples were determined using a reflectance spectrophotometer. It has been found that the use of various metal salts, natural dyes, pH and hardness of water influence the color changes on the substrate. Results of different treatments were yellow, red, greenish and brownish colors of fabrics. Color stability to light was determined by the standard method in Xenotest. The results have shown that curcuma is sensitive to sunlight and thus suitable for making photographic motifs with the technology of anthotype, and that the use of various metal salts improves stability of the colored patterns of light. Despite the fact that curcuma is sensitive to sunlight the motifs on fabrics created by the technique of anthotype had an insufficient contrast between the exposed and unexposed parts of fabric. Since the use of mordants improves the stability of natural dyes to light, these patterns had too small contrast and were hardly visible. It was found that the natural dye of blueberries and raspberries did not significantly affect the light stability, the treated samples were darker, and consequently a larger color contrast between exposed and unexposed areas of the fabric was achieved.

KAZALO VSEBINE

IZVLEČEK	V
ABSTRACT	VI
SEZNAM SLIK	VIII
SEZNAM PREGLEDNIC	IX
1. UVOD	1
2. TEORETIČNI DEL	2
2.1 Bombaž.....	2
2.2 Naravna barvila	3
2.3 Kurkuma.....	4
2.4 Antotipija.....	5
2.5 Pregled raziskav	6
3. EKSPERIMENTALNI DEL	9
3.1 Material	9
3.2 Barvilo in priprava ekstrakta	9
3.3 Barvanje.....	9
3.4 Spreminjanje barvnega tona	10
3.5 Barvnometrične meritve	10
3.6 Fotografiranje s tehniko antotipije na tkanini.....	11
Izbor motivov za osvetljevanje.....	11
Osvetljevanje vzorcev	12
3.6 Barvna obstojnost na svetlobo.....	13
4. REZULTATI Z RAZPRAVO	14
5. ZAKLJUČKI	26
6. LITERATURA	27

SEZNAM SLIK

Slika 1: Bombaževec (20)	2
Slika 2: Kurkuma (24).....	4
Slika 3: Primeri antotipije (21, 22, 23).....	5
Slika 4: Diagram barvanja z naravnim barvilom kurkume	10
Slika 5: Vzorci folij za izdelavo fotografij s tehniko antotipije na s kurkumo pobarvani tkanini, pri kateri je bil barvni ton spremenjen z uporabo kovinskih soli oz. čimž	11
Slika 6: Vzorci folij za izdelavo fotografij s tehniko antotipije na s kurkumo pobarvani tkanini, pri kateri je bil barvni ton spremenjen z naravnim barvilom borovnice in maline	12
Slika 7: Barvne razlike (ΔE_{ab}^*) med neobdelanim in različno obdelanimi vzorci bombaža, barvanega z naravnim barvilom kurkume	17
Slika 8: Barvne razlike (ΔE_{ab}^*) med vzorci, barvanimi v ekstraktu pripravljenim v mehki in trdi vodi	18
Slika 9: Barvne razlike (ΔE_{ab}^*) med surovim in beljenim bombažem z naravnim barvilom kurkume.....	19
Slika 10: Po fotografskem procesu antotipije osvetljene tkanine, barvane s kurkumo	21
Slika 11: Po fotografskem procesu antotipije osvetljene tkanine, barvane s kurkumo in čimžane z železovim (II) sulfatom	22
Slika 12: Po fotografskem procesu antotipije osvetljene tkanine, barvane s kurkumo in čimžane s srebrovim nitratom	22
Slika 13: Po fotografskem procesu antotipije osvetljene tkanine, barvane s kurkumo in čimžane s cinkovim kloridom	22
Slika 14: Po fotografskem procesu antotipije osvetljene tkanine, barvane s kurkumo in obdelane s spremembo pH (soda)	23
Slika 15: Po fotografskem procesu antotipije osvetljene tkanine, barvane s kurkumo in obdelane z naravnim barvilom borovnice	24
Slika 16: Po fotografskem procesu antotipije osvetljene tkanine, barvane s kurkumo in obdelane z naravnim barvilom maline	25

SEZNAM PREGLEDNIC

Preglednica 1: Osnovne lastnosti surovega in beljenega bombaža	9
Preglednica 2: CIE L*a*b* barvne vrednosti in fotografije različno obdelanih vzorcev surove bombažne tkanine, barvane z barvilom kurkume.....	14
Preglednica 3: CIE L*a*b* barvne vrednosti in fotografije različno obdelanih vzorcev beljene bombažne tkanine, barvane z barvilom kurkume.....	15
Preglednica 4: Ocene obstojnosti na svetlobo po modri skali.....	19

SEZNAM OKRAJŠAV IN POSEBNIH SIMBOLOV

L^* - vrednosti barve na svetlostni osi

a^* - vrednosti barve na rdeče-zeleni osi

b^* - vrednosti barve na rumeno-modri osi

ΔE^* - barvna razlika

1. UVOD

Pred odkritjem in vpeljavo prvih sintetičnih barvil v 19. stoletju so ljudje za barvanje izdelkov uporabljali barvila, pridobljena iz rastlin, ki so biorazgradljiva in bolj kompatibilna z okoljem in človekom. Tako sega navdušenje nad naravnimi barvili že v daljno zgodovino. Zaradi vse večje ekološke ozaveščenosti je zanimanje za naravna barvila spet v porastu. Večina naravnih barvil je rastlinskega izvora, pridobljenih iz posameznih delov rastlin, stebel, listov, korenin in lubja. Z uporabo kovinskih soli oz. čimž, drugih naravnih barvil in spremembo pH lahko spreminjamo njihov barvni ton. V teku raziskovanja naravnih barvil so odkrili, da so le-ta občutljiva na sončno svetlobo in to je pripeljalo do fotografskega procesa razvijanja fotografij, imenovanega antotipija. Za proces nastajanja fotografij je poleg rastlinskega ekstrakta oziroma barvila pomembna sončna svetloba, pri tem se naravno barvilo kemično in fizikalno spremeni, barva začne bledeti. Eno takšnih, ki bledijo na soncu, je tudi barvilo korenine kurkume, ki daje živo rumene barvne tone, uporablja pa se predvsem za barvanje naravnih vlaken. Tehnika antotipije je bila do sedaj uporabljena le na papirju, zato je bil cilj diplomske naloge uporabiti tehniko na tekstilnem substratu. Namen diplomske naloge je bil ugotoviti, ali v različnih barvalnih kopelih ekstrakt kurkume, ki je bil pripravljen v mehki ali trdi vodi, in z uporabo surovega in beljenega bombaža dosežemo različna rumena obarvanja; ob dodatku kovinskih soli, naravnih barvil in spremembi pH pa doseči različne barvne tone in raziskati, ali so pobarvane tekstilije občutljive na fotodegradacijo in tako primerne za tehniko antotipije. Cilj naloge je doseči različna obarvanja z naravnim barvilom kurkume in izbrati tista, ki so najbolj primerna za izdelovanje motivov po fotografski tehniki antotipije.

2. TEORETIČNI DEL

2.1 Bombaž

Bombaž je naravno celulozno vlakno, ki ga človek uporablja že tisočletja. Najstarejše ostanke bombaža so našli v dolini reke Ind v Indiji v obdobju okoli leta 3000 pr.n.št. Arabski trgovci so ga prinesli iz Indije na Bližnji vzhod, v srednjo Azijo in na Kitajsko, od tam pa se je preko Bizanca prenesel v Evropo. Semensko vlakno, kot je bombaž, se pridobiva iz rastline bombaževca, ki spada v družino slezovk in je enoletna rastlina z razvejanim stebлом. Bombažna vlakna so zaradi svoje strukture idealna za tekstilno predelavo, zato jih pridobivajo v več kot 75 državah na vseh petih celinah. Poznamo približno štirideset vrst bombažnih rastlin, vendar so samo štiri kultivirane za pridobivanje vlaken (*G. Barbadense*, *G. Hirsutum*, *G. Arboreum* in *G. Herbaceum*). Med seboj se razlikujejo po barvi, dolžini in finosti vlaken (1, 2).



Slika 1: Bombaževce (3)

Kemijske lastnosti bombaža so enake lastnostim celuloze, zato se zaradi velike vsebnosti hidroksilnih skupin obnašajo hidrofilno, kar prispeva k lažjemu navzemanju barvil in tekstilnih pomožnih sredstev. Vsa celulozna vlakna sestavljajo amorfna in kristalina področja. Amorfn področja so neurejena, prožna in dostopna za vodo, barvila in druge kemikalije, kristalina področja pa so toga, urejena in neprepustna za vodo. Navzemanje barvil lahko poteka samo v amorfnih področjih vlaken. Bombažna vlakna so odporna na delovanje alkalij in organskih topil, občutljiva pa na koncentrirane kisline in oksidante. Barva vlaken je po

večini belkasta, lahko tudi rjava ali siva. Dolžina vlaken je od 10 do 55 mm, finost pa od 1,2 do 2,3 dtex. Občutljiva so na prisotnost UV žarkov in mikroorganizmov, ki povzročijo zmanjšanje trdnosti in razteznosti bombažnih vlaken (1, 4, 5).

Ločimo surov in beljen bombaž. Surov bombaž poleg celuloze vsebuje še razne primesi, kot so bombažni vosek, proteini, pektini, hemiceluloze in anorganske snovi. Te snovi so večinoma v vlaknih nastale v času rasti bombaža. Nečistoče oziroma inkrusti se odstranijo z vlaken z mehanskim čiščenjem, izkuhavanjem in beljenjem. Bombaž običajno izkuhavamo s koncentrirano raztopino NaOH, lahko pa tudi z encimi. Za beljenje se uporabljajo različni oksidanti, med katerimi je najbolj pogost in okolju prijazen vodikov peroksid (6). Bombaž je najpomembnejši vir celuloznih vlaken, zato se uporablja na različnih področjih tekstilstva. Izdelki iz bombaža so lahki, prijetni na otip in dobro vpijajo vlago (pri standardnih pogojih navzamejo 8,5 % vode) (4). Največ se ga uporablja za oblačila in hišni tekstil, prav tako pa tudi v medicini, v vojski, v športu ter za industrijske izdelke (1).

2.2 Naravna barvila

Pred odkritjem in vpeljavo prvih sintetičnih barvil v 19. stoletju so ljudje za barvanje izdelkov, tako uporabnih kot umetniških, uporabljali barvila, pridobljena iz rastlin. Odkritje 30.000 let stare lanene tkanine, pobarvane z naravnimi barvili, priča, da se je človek spoznal z barvanjem že davno (7). Naravna barvila so v paleolitiku uporabljali za dekoracijo jamskih sten (ostanki v španski jami Altamira in v jami Lascaux na jugu Francije), kasneje pa so jih uporabljali za barvanje tekstilij, lončenih posod in v kozmetiki (8, 9, 10). Barvna paleta je zajemala rumeno, rdečo, rjavo in črno barvo. Zeleni toni so bili redkost, saj je klorofil kot zeleno barvilo preslabo obstojen, barvanje z modro pa je bilo omogočeno šele po odkritju indiga (9).

Zaradi številnih barvnih tonov, boljših barvnih obstojnosti, ugodnejše cene in lažje dostopnosti so sintetična barvila izrinila naravna. Poudariti pa je treba, da imajo sintetična barvila številne nezaželenje lastnosti, nekatera so tudi strupena in kancerogena, sama izvedba barvanja pa obremenjuje okolje. Zaradi ekološke ozaveščenosti je uporaba naravnih barvil spet v porastu. Le-ta so biorazgradljiva in veliko bolj kompatibilna z okoljem in s človekom (11).

Naravna barvila so lahko rastlinskega, živalskega ali mineralnega izvora. Večina jih je rastlinskega izvora in so pridobljena iz posameznih delov rastlin, stebel, listov, korenin in lubja. Rastlinske dele, ki vsebujejo barvila, prekuhavamo tako dolgo, da se vso barvilo ekstrahira. Ker pa so številna naravna barvila občutljiva na spremembe pH, lahko z dodatki

alkalij ali kislin spreminjamo njihov barvni ton, tako iz enega barvila dobimo več različnih barvnih tonov (12,13). Barvni ton tekstilijam spreminjamo tudi z uporabo čimž. Čimže so običajno kovinske soli, ki jih nanašamo pred, med ali po barvanju (12).

2.3 Kurkuma

Kurkuma (*Curcuma longa*) je začimba rumene barve in spada v družino ingverjev. Izvira iz Južne Azije, v Evropo pa je verjetno prispela prek arabskih trgovcev. V srednjem veku so jo imenovali »indijski žafran« in je še danes vsakodnevno uporabljena začimba na Daljnem vzhodu. Danes jo gojijo v tropskih in subtropskih krajih (Indija, Indonezija in Kitajska) (10). Korenina kurkume se uporablja za obarvanje hrane, v tradicionalni vzhodni medicini, kot barvilo v kozmetiki, poleg tega jo uporabljajo tudi za barvanje tkanin, vendar ni preveč obstojna, saj blede na sončni svetlobi (14). Najpomembnejša aktivna snov, ki sestavlja kurkumo in je glavna komponenta v barvnem ekstraktu, je kurkumin. Kurkurmin je kemično polifenol ($C_{12}H_{20}O_6$) in se lahko pojavlja v vsaj dveh oblikah, v keto in enolni. Kurkurmin poleg barvalnih lastnosti deluje protivnetno, protimikrobno in protirakavo, je antioksidant in antiseptik, poleg tega pa tudi pH indikator, saj se v kislem mediju obarva rumeno, v alkalnem pa rdeče.



Slika 2: Kurkuma (15)

Rumeno oranžno barvilo kurkume je v Colour Index–u opredeljeno pod oznako C.I. 75300 ali naravno rumena (*angl.* Natural Yellow). Z barvilom kurkume se običajno barvajo naravna vlakna (volna, svila in bombaž), lahko pa tudi nekatera sintetična, npr. poliamid. V kombinaciji z drugimi barvili daje rjave in olivno zelene odtenke. Na barvne tone kurkume vplivajo tudi različne čimže oz. kovinske soli, kot so železova, bakrova, srebrova, cinkova, itd. Če so le-te uporabljene v procesu predobdelave, pomagajo k boljšemu navzemanju barvil na vlakna (11, 14).

2.4 Antotipija

Navdušenje nad naravnimi barvili sega že v daljno zgodovino. Med raziskovanjem naravnih barvil so odkrili, da je barvni ekstrakt, pridobljen iz rastlin, občutljiv na sončno svetlobo (Henri August Vogel, l. 1816) in da absorbiranje sončnih žarkov privede do kemijskih sprememb v rastlinskem ekstraktu (Theodor Freiherr von Grotthuss, l. 1817). Nekaj let pozneje pa je fotografa, matematika, kemika, fizika, filozofa in botanika Sira Johna Fredericka Williama Herschela obširna raziskava naravnih barvil ob izpostavitvi sončne svetlobe pripeljala do fotografskega procesa razvijanja fotografij, ki se imenuje antotipija (*angl.* Anthotype; *gr.* Hortus Lucis).

Antotipija je starodaven in okolju prijazen način izdelovanja fotografij, in sicer z uporabo na svetlobo občutljivih naravnih barvil, pridobljenih iz različnih delov rastlin, kot so cvetje, jagode, listi in korenine. Za preprost proces nastajanja fotografij je poleg rastlinskega ekstrakta oziroma barvila pomembna sončna svetloba. Naravni pigment (barvilo) se ob izpostavitvi sončni svetlobi kemično in fizikalno spremeni, barva začne izginjati, bledeti. V primeru, ko so ekstrakti pripravljene iz jagod (borovnice, robide ...), pa začne temneti.



Slika 3: Primeri antotipije (16, 17, 18)

Za proces je potrebno pripraviti barvno emulzijo, podlago iz naravnega materiala (največkrat je uporabljen celulozni papir) in vzorec v obliki pozitiv. Papir se prebarva z barvno emulzijo, posuši, prekrije s pozitivom in izpostavi delovanju sončne svetlobe. Skozi svetle površine pozitivna prehaja sončna svetloba, ki razgradi barvilo na podlagi, jo posvetli ali potemni, medtem ko skozi temne površine pozitivna svetloba ne more prehajati. Tako ostanejo pokrita mesta enake barve, kot je bila barva podlage pred izpostavitvijo sončni svetlobi. Močnejša in bolj direktna je sončna svetloba ter bolj je nestabilna oblika barvila, hitreje izpostavljena mesta zbledijo. Vsaka barvna emulzija potrebuje različen čas osvetljevanja, nekatere

potrebujejo le nekaj ur, druge več tednov. Čas osvetljevanja je odvisen od moči sonca, letnega časa, vremena in geografske lege. Oče »anthotype« fotografije, Sir John Herscheln, je ugotovil, da ekstrakta, pripravljena iz rumene žametnice (*Tagetes Erecto*) in japonske kerije (*Corchorus Japonica*), najhitreje spremenita barvo (v desetih minutah na močnem soncu).

Glede na ustvarjanje fotografij s tehniko antotipije je jasno, da tudi končna fotografija s časoma zbledi. Trajnost fotografij se lahko podaljša z uporabo barvno obstojnih pigmentov (pigmenti, ki potrebujejo daljši čas izpostavljenosti svetlobi, da bledijo), ob primernem shranjevanju (fotografije izpostavljene direktni svetlobi zbledijo hitreje) in z uporabo UV fiksatorja, ki zaščiti fotografijo. Sir John Herschel je poskušal fiksirati fotografije z različnimi sredstvi, kot so solne kisline, amonijak in alkalije, toda ugotovil je, da uporaba teh sredstev spremeni odtenek in ostrino fotografije. Kljub svetlobni nestabilnosti slik so še danes ohranjeni nekateri njegovi poskusi iz leta 1839.

Čeprav fotografije morda niso trajne, ampak so šibke in monokromne in je njihov čas nastajanja precej dolg, je ta proces razvijanja fotografij okolju prijazen, saj v procesu ni uporabljenih agresivnih kemikalij, uporabljena so le naravna barvila, voda in sončna svetloba (19).

2.5 Pregled raziskav

Raziskave ekološko prijaznih postopkov barvanja z naravnimi barvili so vedno bolj pogoste. Posledično se odpirajo nova področja raziskav v tekstilstvu, kot so večje izčrpavanje naravnega barvila in njegovo vezanje z vlakni ter doseganje boljših barvnih obstojnosti. V dosedanjih raziskavah o barvanju z naravnim barvilom kurkume je bilo največ preučevano čimžanje (11, 20, 21). V raziskavah so bile uporabljene čimže oziroma kovinske soli, kot so železova, bakrova, aluminijeva, cinkova itd. ali pa naravna čimža, kot je tanin (11, 20, 21). S pomočjo kovinskih soli oziroma čimže se ustvari kemijska vez med barvilom in vlaknom, ki pripomore k boljšemu vezanju barvila na vlakna, poleg tega pa uporaba različnih kovinskih soli z enakim naravnim barvilom ustvari različne barvne odtenke (11). V dosedanjih raziskavah je bil postopek čimžanja ponavadi izveden pred barvanjem in v različnih koncentracijah (11, 20, 22).

Pri barvanju bombažne tkanine z naravnim barvilom kurkume so se uporabljale čimže, kot so železov sulfat, aluminijev sulfat, cinkov klorid in organska čimža tanin v nizkih koncentracijah (0,2 g/l). Čimžanje je potekalo pred, med in po barvanju. Iz CIE L*a*b* vrednosti je bilo razvidno, da so imeli različno čimžani vzorci različne barvne odtenke, kar je bila posledica uporabe različnih kovinskih soli. Najtemnejša in bolj rdeča obarvanja so bila

dosežena z uporabo železovega sulfata. Rumena obarvanja so nastala z uporabo aluminijevega sulfata, cinkovega klorida in tanina ali brez uporabe kovinskih soli. Poleg doseganja različnih barvnih odtenkov so bile z uporabo kovinskih soli izboljšane tudi barvne obstojnosti. Povečana barvna obstojnost na večkratno pranje in vroče likanje je bila dosežena z uporabo železovega sulfata, aluminijevega sulfata in tanina. Večje navzemanje barvila je povzročila uporaba čimž oziroma kovinskih soli pred barvanjem (11).

Z naravnim barvilom kurkume so bila pobarvana tudi bambusova, svilena, volnena in poliamidna vlakna. V primeru barvanja bambusovih vlaken se je pred barvanjem vlakna obdelalo s 5% koncentracijo aluminijevega sulfata in 5% koncentracijo tanina. Čimžanje je bilo izvedeno zaradi povečanja adsorpcije barvila na vlakna (20). Pri barvanju poliamidne tkanine so pred barvanjem uporabili kovinske soli, kot so aluminijev sulfat, bakrov sulfat in železov sulfat, pri tem se je izkazalo, da so najtemnejša obarvanja dosežena pri uporabi čimže iz železovega sulfata (23). Pri barvanju svilene tkanine se je pred barvanjem tkanino obdelalo z enakimi čimžami v 3% koncentraciji. Iz izmerjenih barvnih vrednosti je bila razvidna povečana adsorpcija barvila na vlakna, z uporabo različnih čimž pa so nastali različni barvni odtenki (22). Uporaba aluminijeve, kromove, bakrove in železove čimže je pred barvanjem volnene tkanine prav tako povzročila različne odtenke rumene barve. Največja barvna razlika je nastala z uporabo aluminijeve in kositrove čimže, najmanjša pa z uporabo kromove, bakrove in železove čimže (21).

Poleg povečanja adsorpcije naravnega barvila kurkume na vlakna so nas zanimala predvsem različna rumena obarvanja, ki nastanejo pod vplivom čimžanja, ki so pripomogla pri nastajanju vzorcev po fotografski tehniki antotipije. Antotipija je bila raziskana predvsem na področju barvnih ekstraktov, pridobljenih iz različnih delov rastlin. Največkrat so bili pripravljeni ekstrakti iz rdeče pese, robide, borovnice, rdečega zelja, blitve, bezgovih jagod, čebulnih olupkov, navadne barvilnice, malin, spiruline in špinače. Rdečo barvo dajejo barvila oziroma ekstrakti, pridobljeni iz rdeče pese in čebule, vijolično robide, borovnice in bezgove jagode, roza maline in navadna barvilnica, zeleno pa blitva, spirulina in špinača. V narejenih poskusih smo zasledili tudi uporabo rumenega barvila, pridobljenega iz kurkume, vendar je imel poskus premajhen barvni kontrast (19).

V prej omenjenih poskusih so ekstrakte, pridobljene iz različnih delov rastlin, nanašali na celulozen papir. Vzorci po principu antotipije še niso bili izdelani na tekstilijah. V raziskavah antotipije je bil do sedaj raziskan sam proces izdelave. Pri izdelavi barvnih emulzij so barvne

ekstrakte redčili z alkoholom (etanol), ki pomaga, da je emulzija temnejša in bolj barvita, in trdo ali mehko vodo (pri redčenju emulzij med njima ni razlike) (19). Učinek fotografij, izdelanih s tehniko antotipije, je odvisen od števila potegov barvne emulzije na celuloznem papirju oziroma podlagi, pa tudi od same metode nanašanja emulzije (19). Najboljši način za obarvanje podlage je namakanje podlage v barvni emulziji, priporočen čas namakanja ni podan. Za izdelavo vzorcev so bili uporabljeni pozitivni posnetih fotografij, ki se jih je pustilo obsevati na soncu. V procesu osvetljevanja vzorcev še ni bilo uporabljene UV-luči. Čas osvetljevanja vzorcev je bil različen - od 29 ur pa vse do 8 tednov. O obstojnosti fotografij, izdelanih s tehniko antotipije, ni bilo narejenih posebnih raziskav (19).

3. EKSPERIMENTALNI DEL

3.1 Material

V raziskavi smo uporabili surovo in beljeno 100 % bombažno tkanino (Tekstina d.d., Ajdovščina). Osnovne lastnosti tkanin so podane v preglednici 1.

Preglednica 1: Osnovne lastnosti surovega in beljenega bombaža

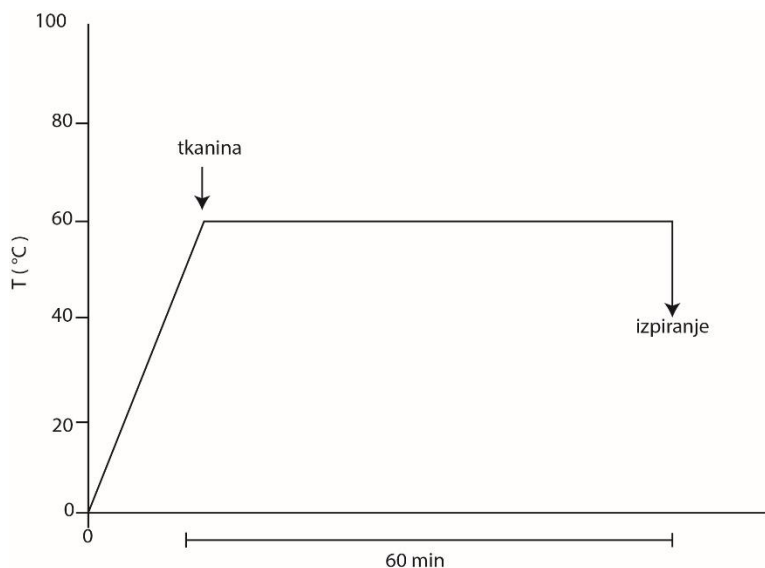
Tkanina	Ploščinska masa (g/m ²)	Gostota osnove (niti/cm)	Gostota votka (niti/cm)
Surov bombaž	136,8	53	29
Beljen bombaž	119,4	54	28

3.2 Barvilo in priprava ekstrakta

Za barvanje surove in beljene bombažne tkanine smo uporabili naravno barvilo kurkume (posušena korenina v prahu), ki smo ga ekstrahirali v trdi in mehki (deionizirani) vodi. Kurkumo v koncentraciji 20 g/l smo ekstrahirali pri vrenju 30 minut. Ekstrakt smo odstavili in pustili počivati nadaljnjih 30 minut. Mešanico smo precedili skozi gosto poliestrno tkanino, da v ekstraktu ni ostala usedlina, in tako pripravljen ekstrakt uporabili za barvanje tkanin.

3.3 Barvanje

Vzorci surovega in beljenega bombaža smo barvali z barvilom kurkume, ekstrahiranega v trdi in mehki vodi, pri kopelnem razmerju 1:20, temperaturi 60 °C in času 60 minut. Da smo dosegli enakomernost obarvanja, smo barvalno kopel ves čas mešali. Po barvanju smo vzorce izpirali, in sicer smo vzorce, barvane v barvalni kopeli z mehko vodo, izpirali v mehki vodi, vzorce, barvane v kopeli s trdo vodo, pa smo izpirali v trdi vodi. Z izpiranjem smo odstranili površinsko nevezano barvilo. Sledilo je sušenje vzorcev na zraku. Diagram barvanja je predstavljen na sliki 4.



Slika 4: Diagram barvanja z naravnim barvilom kurkume

3.4 Spreminjanje barvnega tona

Barvni ton s kurkumo obarvani tkanini smo spreminjali s kovinskimi solmi oz. čimžanjem, naravnima barviloma borovnice in maline ter spreminjanjem pH barvalne kopeli. Čimžanje s kovinskimi solmi je sledilo barvanju. Uporabili smo 1 mM koncentracijo železovega (II) sulfata ($\text{FeSO}_4 \times 7\text{H}_2\text{O}$) in srebrovega nitrata (AgNO_3) ter 1M koncentracijo cinkovega klorida (ZnCl_2). Čimžanje je potekalo pri sobni temperaturi 10 minut in kopelnem razmerju 1:20. Sledilo je sušenje pri 100°C, 10 minut.

Doseganje drugačnih barvnih tonov z barvilom borovnice in maline je potekalo pred barvanjem s kurkumo, pri temperaturi 60°C, 30 minut in kopelnem razmerju 1:10.

Za spremembo barve tkanin, pobarvanih s kurkumo, smo uporabili tudi sodo (Na_2CO_3) v koncentraciji 10g/l.

3.5 Barvnometrične meritve

Pobarvane vzorce smo številčno ovrednotili z merjenjem CIE $L^*a^*b^*$ vrednosti na refleksijskem spektrofotometru (Datacolor Spectraflash). Barvnometrične meritve proučevanih vzorcev barvnih tkanin so bili opravljeni pri naslednjih pogojih:

- zrcalna komponenta: vključena
- velikost merilne odprtine: 6,6 mm
- število plasti tkanine: 4
- število meritev na posameznem vzorcu: 5

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

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

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

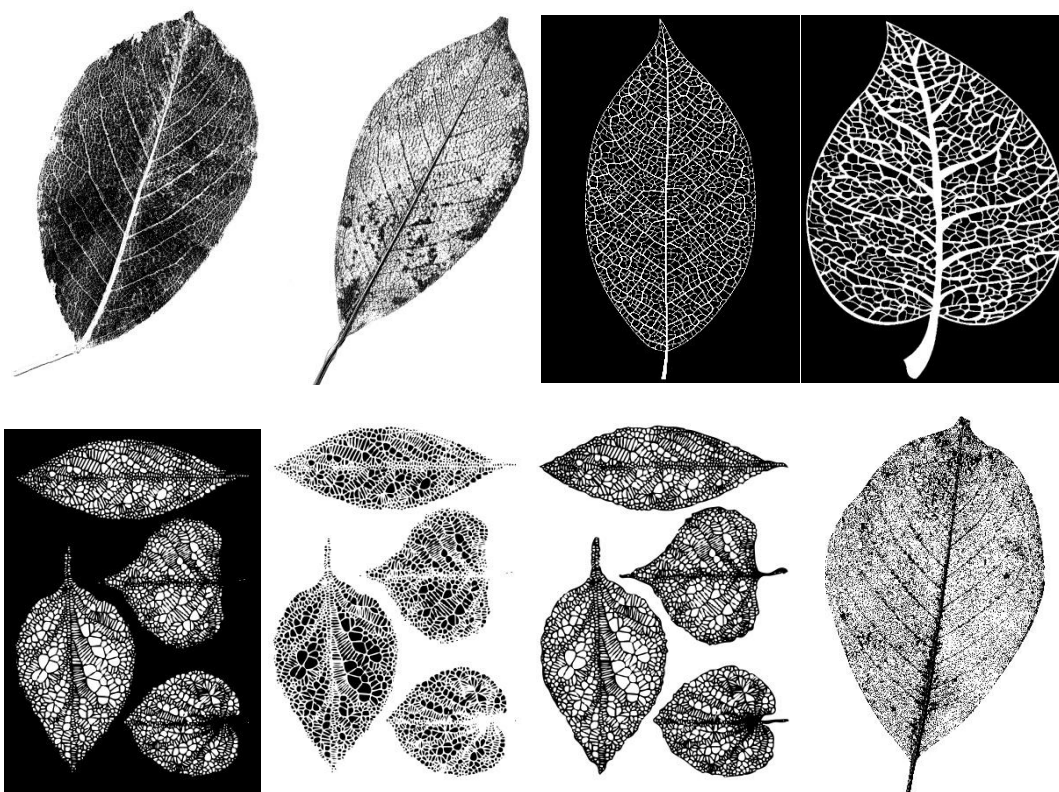
3.6 Fotografiranje s tehniko antotipije na tkanini

Izbor motivov za osvetljevanje

Za izdelovanje vzorcev na tkanini po fotografskem procesu antotipije smo pripravili fotografije v obliki pozitiv in negativ, tiskane na prozorno folijo. Na fotografijah so bile podobe rastlin. Fotografije smo pripravili v programu Adobe Photoshop.



Slika 5: Vzorci folij za izdelavo fotografij s tehniko antotipije na s kurkumo pobarvani tkanini, pri kateri je bil barvni ton spremenjen z uporabo kovinskih soli oz. čimž



Slika 6: Vzorci folij za izdelavo fotografij s tehniko antotipije na s kurkumo pobarvani tkanini, pri kateri je bil barvni ton spremenjen z naravnim barvilom borovnice in maline

Osvetljevanje vzorcev

Za osvetljevanje naših vzorcev smo izkoriščali dnevno sončno svetlobo in svetlobo ultravijolične žarnice, ki simulira sončno svetlobo. Njena jakost je primerljiva z jakostjo sončne svetlobe sredi junijskega dne.

Pri osvetljevanju s pomočjo ultravijolične žarnice smo uporabili žarnico ULTRA VITALUX 300W E27, ki seva v vidnem, UVA in UVB območju. Svetilko smo namestili v posebej za ta namen izdelan zaboj iz vezane plošče dimenzij 50×60×80 cm. Folije z motivi smo položili na pobarvane vzorce bombažne tkanine z 2 mm debelim steklom, ki je zagotavljalo tesen stik med podlago in vzorcem. Vzorce smo osvetljevali 14 ur.

Vzorce, ki smo jih osvetljevali s pomočjo sončne svetlobe, pa smo direktno postavili na sonce. Prav tako smo na pobarvane tkanine položili folije z vzorci in 2mm debelo steklo. Vzorce smo osvetljevali 24 ur na direktnem soncu.

3.6 Barvna obstojnost na svetlobo

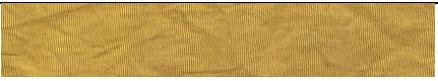
Svetlobno obstojnost naravnega barvila kurkume na bombažnih tkaninah smo preučevali po standardni metodi SIST EN ISO 105 – BO2 1999. Pobarvane nečimžane in čimžane vzorce smo osvetljevali 20 ur v aparatu Xenotest (velja, da je ena ura osvetljevanja v aparatu enaka 10 uram osvetljevanja na soncu). Ocena svetlobne obstojnosti je bila podana vizualno glede na bledenje modre skale od 1 do 8, kjer nižja številka pomeni dobro barvno obstojnost, višja pa slabo barvno obstojnost.

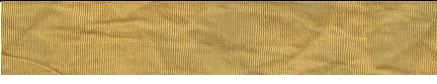
4. REZULTATI Z RAZPRAVO

V preglednicah 2 in 3 so predstavljene CIE $L^*a^*b^*$ barvne vrednosti in fotografije vzorcev surovega in beljenega bombaža, pobarvanega z naravnim barvilom kurkume. S fotografij je razvidno, da so obarvanja bombažnih tkanin rumena, oranžna, rdeča, zelena in rjava. Iz CIE $L^*a^*b^*$ vrednosti je razvidno, da spreminjanje barvnih tonov z uporabo kovinskih soli oz. čimž, naravnih barvil in spreminjanjem pH (soda) vpliva na končni barvni ton pobarvane bombažne tkanine. Prav tako so barvni toni različni glede na trdoto vode, s katero je bila izvedena ekstrakcija barvila kurkume.

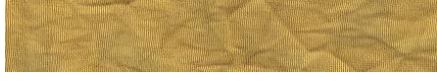
Iz rezultatov barvne svetlosti oz. L^* osi je razvidno, da imajo vzorci, pobarvani v trdi vodi, nižje vrednosti, vzorci so temnejši. Rezultati izmerjenih barvnih vrednosti na rdeče-zeleni osi, vrednost a^* , kažejo, da imajo vzorci, barvani v mehki vodi, nižje vrednosti, vsebujejo več zelene kot rdeče, vendar še vedno na rdečem področju kot pa vzorci, ki so barvani v trdi vodi. Ti vzorci vsebujejo več rdeče. Na rumeno-modri osi opazimo, da se vrednost b^* zviša vzorcem, ki so barvani v mehki vodi, torej ti vzorci vsebujejo več rumene kot modre barve.

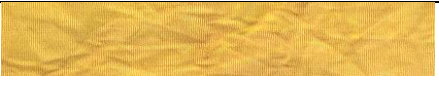
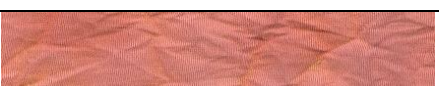
Preglednica 2: CIE $L^*a^*b^*$ barvne vrednosti in fotografije različno obdelanih vzorcev surove bombažne tkanine, barvane z barvilom kurkume

Trdota vode ekstrakta	Obdelava	L^*	a^*	b^*	C^*	Fotografija vzorca
Mehka	Brez	79,68	6,68	81,78	82,05	
	FeSO ₄	61,14	10,31	45,23	46,39	
	AgNO ₃	79,29	5,66	80,07	80,27	
	ZnCl ₂	72,37	17,97	74,01	76,16	
	Na ₂ CO ₃	48,21	30,76	22,92	38,36	
	Borovnica	63,05	2,58	55,73	55,79	
	Malina	72,39	4,19	64,40	64,54	

Trda	Brez	72,10	11,44	58,20	59,31	
	FeSO ₄	57,62	9,70	38,31	39,52	
	AgNO ₃	66,61	12,18	55,20	56,53	
	ZnCl ₂	74,06	16,57	68,27	70,26	
	Na ₂ CO ₃	49,55	29,75	22,04	37,02	
	Borovnica	59,53	0,18	36,53	36,53	
	Malina	67,08	5,90	66,24	66,50	

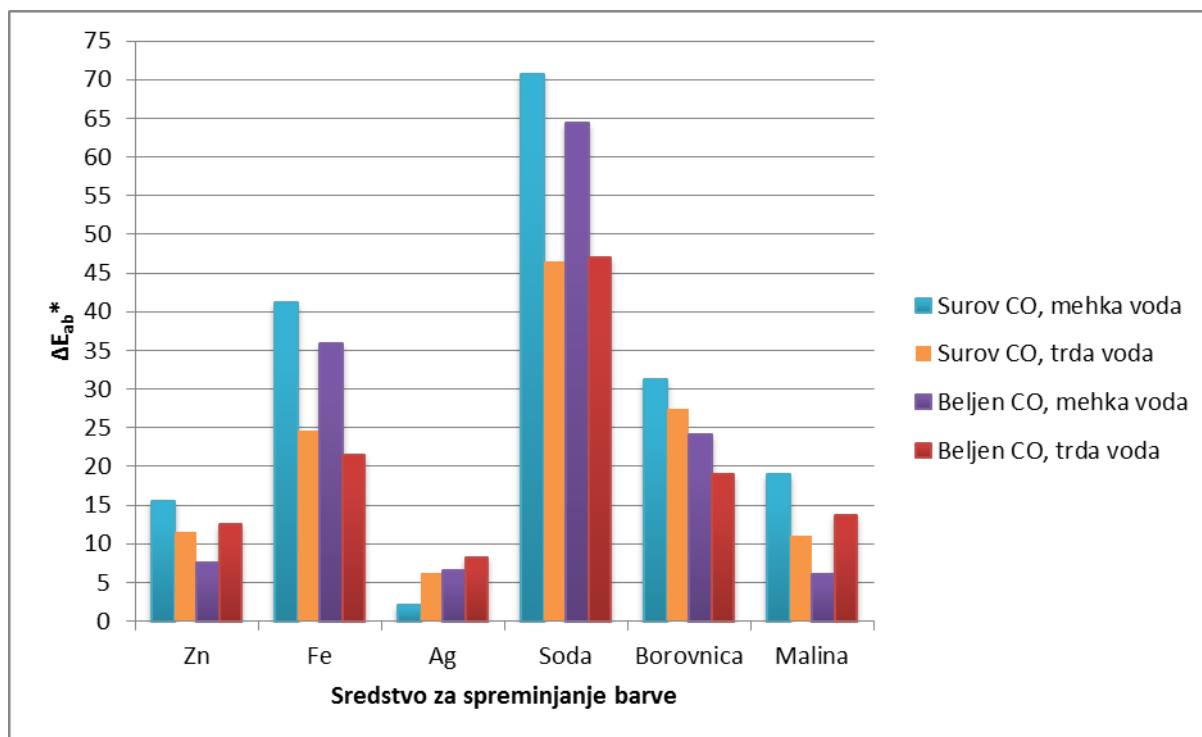
Preglednica 3: CIE L*a*b* barvne vrednosti in fotografije različno obdelanih vzorcev beljene bombažne tkanine, barvane z barvilom kurkume

Trdota vode ekstrakta	Čimžanje	L*	a*	b*	C*	Fotografija vzorca
Mehka	Brez	75,82	10,55	72,3	73,06	
	FeSO ₄	58,7	9,95	40,69	41,89	
	AgNO ₃	74,37	6,01	67,79	68,05	
	ZnCl ₂	75,89	18,01	71,75	73,98	
	Na ₂ CO ₃	45,78	29,52	18,58	34,88	
	Borovnica	63,05	2,58	55,73	55,79	
	Malina	76,87	4,83	70,89	71,05	
Trda	Brez	74,22	12,1	57,83	59,08	
	FeSO ₄	62,53	8,54	40,11	41,01	

	AgNO ₃	68,04	11,83	52,33	53,65	
	ZnCl ₂	77,77	15,65	69,33	71,07	
	Na ₂ CO ₃	52,50	26,49	18,78	32,48	
	Borovnica	63,36	0,41	47,52	47,52	
	Malina	71,60	0,17	51,69	51,70	

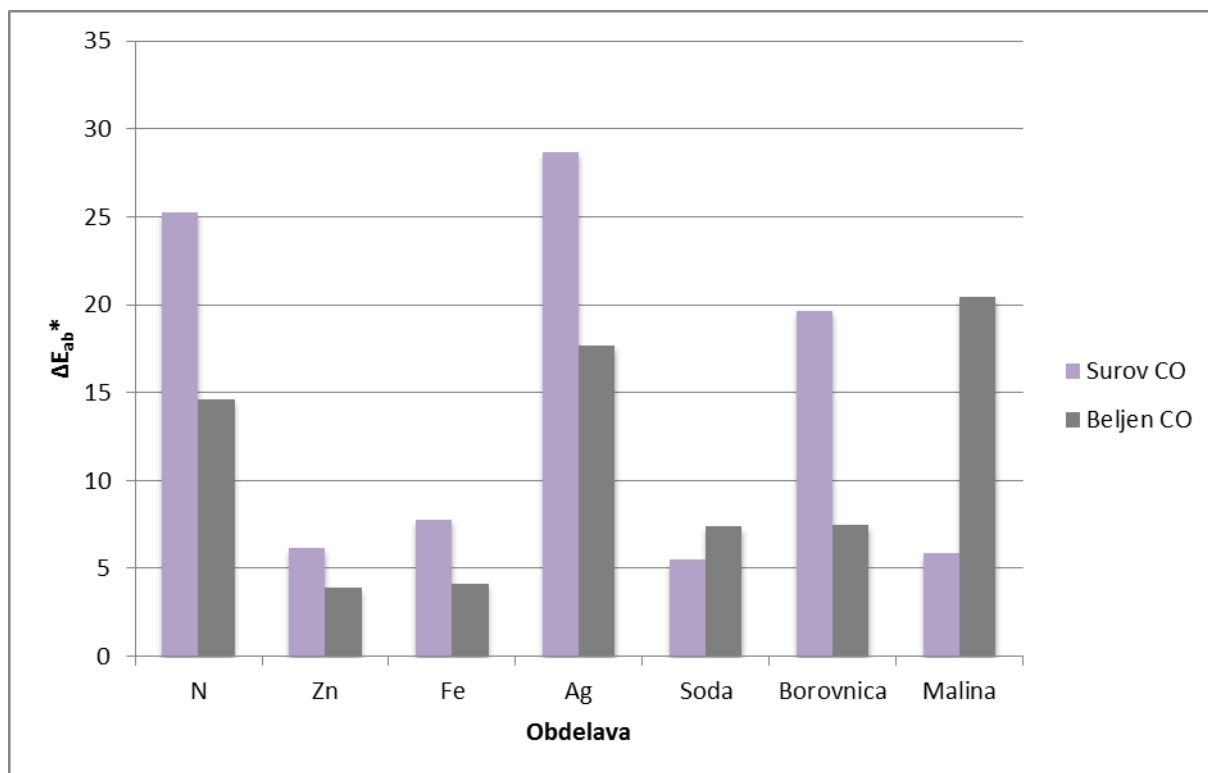
V primeru čimžanja z železovim (II) sulfatom (FeSO₄) so pobarvani vzorci na svetlostni osi temnejši, manj rdeči (razen surovi bombaž, barvan v mehki vodi, ta je bolj rdeč) in manj rumeni. S čimžanjem dobimo obarvanja motnih barv. Čimžanje s srebrovim nitratom (AgNO₃) da temnejša obarvanja, z odtenki, ki vsebujejo več zelene in modre barve, vendar so še vedno v rdečem in rumenem področju CIE L*a*b* barvnega prostora. Po čimžanju z AgNO₃ se vrednosti C* rahlo znižajo, torej so barve bolj motne. V primeru čimžanja s cinkovim kloridom (ZnCl) so pobarvani vzorci temnejši in bolj rdeči. V primeru čimžanja surovega in beljenega bombaža, barvanega v mehki vodi, se vrednosti b* na modro-zeleni osi znižajo (vzorci so manj rumeni), v primeru čimžanja surovega in beljenega bombaža, barvanega v trdi vodi, pa se vrednosti b* zvišajo, vzorci so bolj rumeni. Barve so bolj čiste (vrednosti C* se zvišajo), razen v primeru čimžanja surovega bombaža, barvanega v mehki vodi. Zvišanje pH barvalne kopeli s sodo (Na₂CO₃) povzroči potemnitev vzorcev, vzorci pa postanejo rdeči, so bolj modri in barva je bolj motna. Z obdelavo s kurkumo barvnih vzorcev surovega in beljenega bombaža z naravnim barvilom borovnice in maline dosežemo temnejša, bolj zelena in bolj modra motna obarvanja.

Na sliki 7 so prikazane barvne razlike (ΔE_{ab}^*) med neobdelanim in različno obdelanimi vzorci surovega in beljenega bombaža, ki je bil barvan z naravnim barvilom kurkume. Iz rezultatov je razvidno, da so barvne razlike največje po obdelavi s sodo, najnižje pa pri obdelavi (čimžanju) s srebrovim nitratom. V vseh primerih obdelav za spreminjanja barvnega tona so vrednosti ΔE_{ab}^* višje od 1, kar pomeni, da je barvna razlika vidna s prostim očesom.



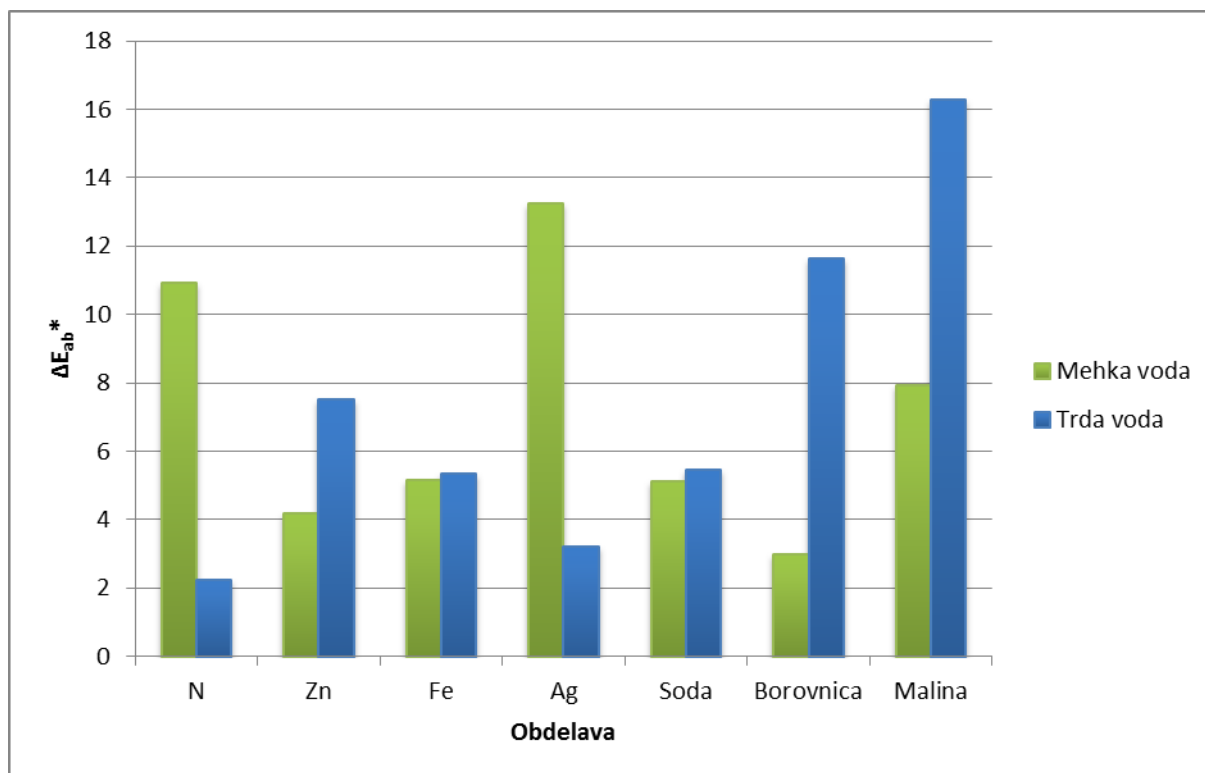
Slika 7: Barvne razlike (ΔE_{ab}^*) med neobdelanim in različno obdelanimi vzorci bombaža, barvanega z naravnim barvilom kurkume

Na sliki 8 so prikazane barvne razlike (ΔE_{ab}^*) med vzorci, barvanimi v ekstraktu, ki je bil pripravljen v mehki in trdi vodi. Največje barvne razlike pri barvanju surovega bombaža z ekstraktom, pripravljenim v mehki ali trdi vodi, so dosežene pri vzorcu, čimžanem s srebrovim sulfatom, sledi neobdelani vzorec in vzorec, ki je obdelan z naravnim barvilom borovnice. Najnižje barvne razlike pa so bile izračunane za vzorce, ki smo jih obdelali s sodo, malino in železovim (II) sulfatom. Pri barvanju beljenega bombaža z ekstraktom, pripravljenim v mehki ali trdi vodi, so bile najvišje ΔE_{ab}^* izračunane za vzorce, obdelane z malino, sledijo vzorec, ki smo ga obdelali s srebrovim nitratom in neobdelan vzorec. Najnižje ΔE_{ab}^* pa so bile izračunane za vzorce, obdelane s cinkovim kloridom in železovim sulfatom. Razlog za barvne razlike vzorcev, ki smo jih barvali v ekstraktu, pripravljenim v mehki ali trdi vodi, so trdotne soli, ki so prisotne v trdi vodi. Trda voda vsebuje veliko mineralnih snovi (največ magnezijevega in kalcijevega hidrogen karbonata), kar pa deluje na podoben način kot kovinska čimža. Posledica so temnejše obarvani barvni toni oziroma svetlejši, če so tkanine obarvane v destilirani vodi, ki ne vsebuje teh ionov (preglednica 2 in 3).



Slika 8: Barvne razlike (ΔE_{ab}^*) med vzorci, barvanimi v ekstraktu, pripravljenim v mehki in trdi vodi

Na sliki 9 so prikazane barvne razlike (ΔE_{ab}^*) med surovim in beljenim bombažem, barvanim z naravnim barvilom kurkume. Največje razlike med surovim in beljenim bombažem so bile izračunane za vzorce, barvane v ekstraktu, ki smo ga pripravili v trdi vodi in obdelali z naravnim barvilom maline, najmanjše pa za neobdelane vzorce, barvane v ekstraktu kurkume, ki je bil pripravljen v trdi vodi. Razlog za razlike med surovim in beljenim bombažem je v tem, da surov bombaž, poleg celuloze, vsebuje še druge primesi, kot so voski, proteini, pektini, pigmenti, hemiceluloze in anorganske snovi.



Slika 9: Barvne razlike (ΔE_{ab}^*) med surovim in beljenim bombažem z naravnim barvilom kurkume

V preglednici 4 so prikazani rezultati obstojnosti obarvanj na svetlobo po standardni metodi v Xenotestu. Iz rezultatov je razvidno, da imajo neobdelani vzorci slabo obstojnost na svetlobo, kar dokazuje, da je kurkuma občutljiva na sončno svetlobo. Med testiranimi vzorci so imeli najboljše ocene vzorci, čimžani s srebrovim nitratom (ocena 5). V splošnem je čimžanje izboljšalo obstojnost na svetlobo, medtem ko obdelava z naravnim barvilom borovnice ali maline ni imela bistvenega vpliva na obstojnost.

Preglednica 4: Ocene obstojnosti na svetlobo po modri skali

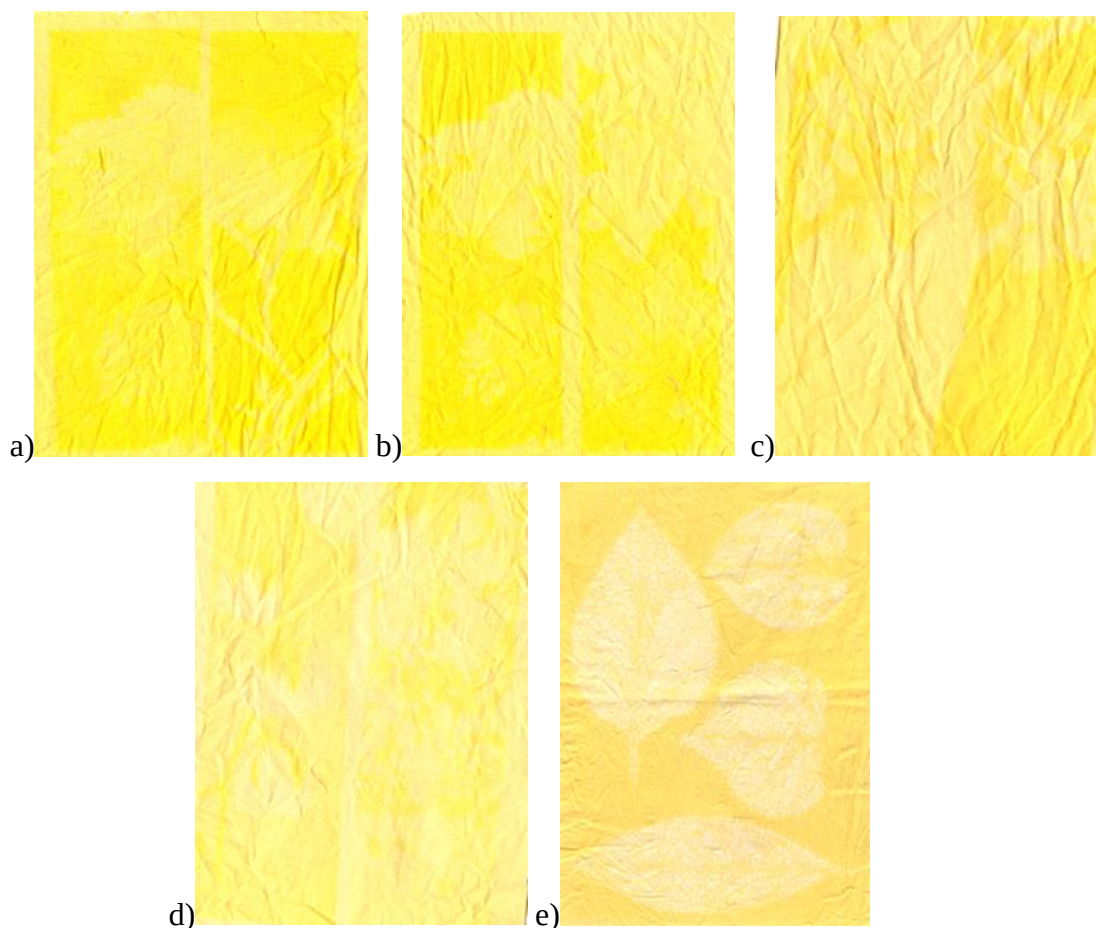
Substrat	Trdota vode ekstrakta	Obdelava	Ocena po modri skali
Surov bombaž	Mehka	Brez	8
		FeSO ₄	6
		AgNO ₃	6
		ZnCl ₂	6
		Na ₂ CO ₃	6

		Borovnica	7
		Malina	7
	Trda	Brez	8
		FeSO ₄	6
		AgNO ₃	5
		ZnCl ₂	6
		Na ₂ CO ₃	6
		Borovnica	7
		Malina	7
Beljen bombaž	Mehka	Brez	8
		FeSO ₄	6
		AgNO ₃	6
		ZnCl ₂	6
		Na ₂ CO ₃	6
		Borovnica	7
		Malina	7
	Trda	Brez	8
		FeSO ₄	6
		AgNO ₃	5
		ZnCl ₂	6
		Na ₂ CO ₃	6
		Borovnica	7
		Malina	7

V nadaljevanju so podani rezultati osvetljenih pobarvanih vzorcev, na katerih so motivi, ki smo jih ustvarili po fotografskem procesu antotipije.

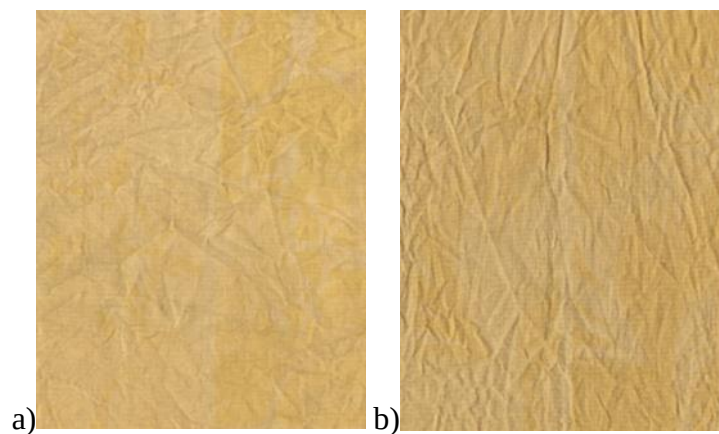
Različne obdelave in obstojnost na svetlobo vplivajo na razvoj slike po fotografskem procesu antotipije. Na slikah 10-16 so prikazane slike vzorcev, narejenih po postopku antotipije.

Na sliki 10 so s kurkumo barvani vzorci surovega in beljenega bombaža, ki so bili izdelani po fotografskem procesu antotipije. Ugotovili smo, da kurkuma hitro degradira na sončni svetlobi, saj ima zelo slabo obstojnost na svetlobo. Ker so vzorci rumene barve, je kontrast med zbledelim (svetlo rumenim oz. skoraj belim) območjem in območjem, ki je ostalo rumeno, zelo majhen. Vzorci niso tako izraziti, razen vzorec na sliki 10 e), kjer gre za surovi bombaž, barvan z ekstraktom kurkume v trdi vodi.

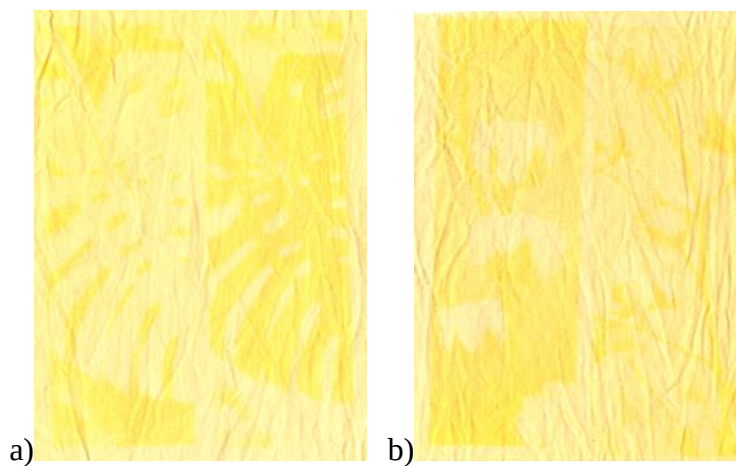


Slika 10: Po fotografskem procesu antotipije osvetljene tkanine, barvane s kurkumo

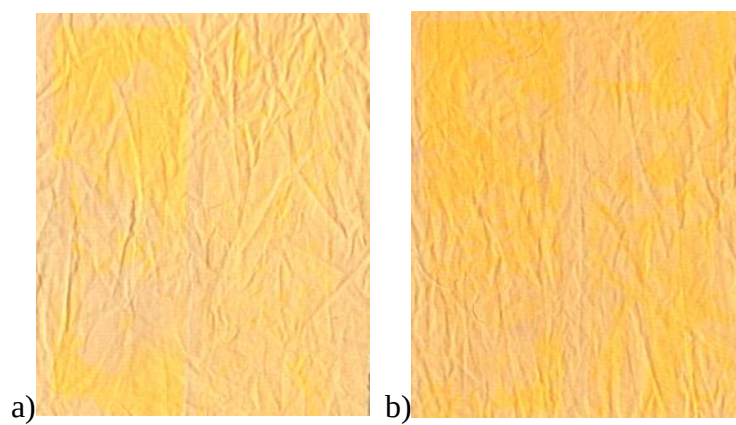
Na slikah 11-13 so prikazani osvetljeni vzorci, izdelani po fotografskem procesu antotipije, ki smo jim spreminjali barvni ton s kovinskimi solmi oz. čimžami (železove, srebrove in cinkove). Ugotovili smo, da uporaba različnih kovinskih soli oz. čimž izboljša obstojnost pobarvanih vzorcev na svetlobo, vendar ne pripomore k boljšim rezultatom osvetljevanja po procesu antotipije. Zaradi tega imajo osvetljevani vzorci premajhen kontrast med neosvetljevanim in osvetljevanim delom in je motiv po procesu antotipije slabo viden. Kljub dobri obstojnosti na svetlobo čimžanih vzorcev se pri vzorcu na sliki 12 a) motiv vidi.



Slika 11: Po fotografskem procesu antotipije osvetljene tkanine, barvane s kurkumo in čimžane z železovim (II) sulfatom

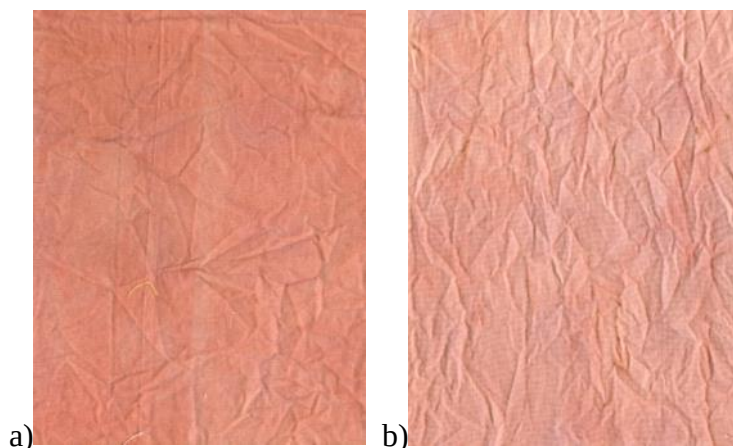


Slika 12: Po fotografskem procesu antotipije osvetljene tkanine, barvane s kurkumo in čimžane s srebrovim nitratom



Slika 13: Po fotografskem procesu antotipije osvetljene tkanine, barvane s kurkumo in čimžane s cinkovim kloridom

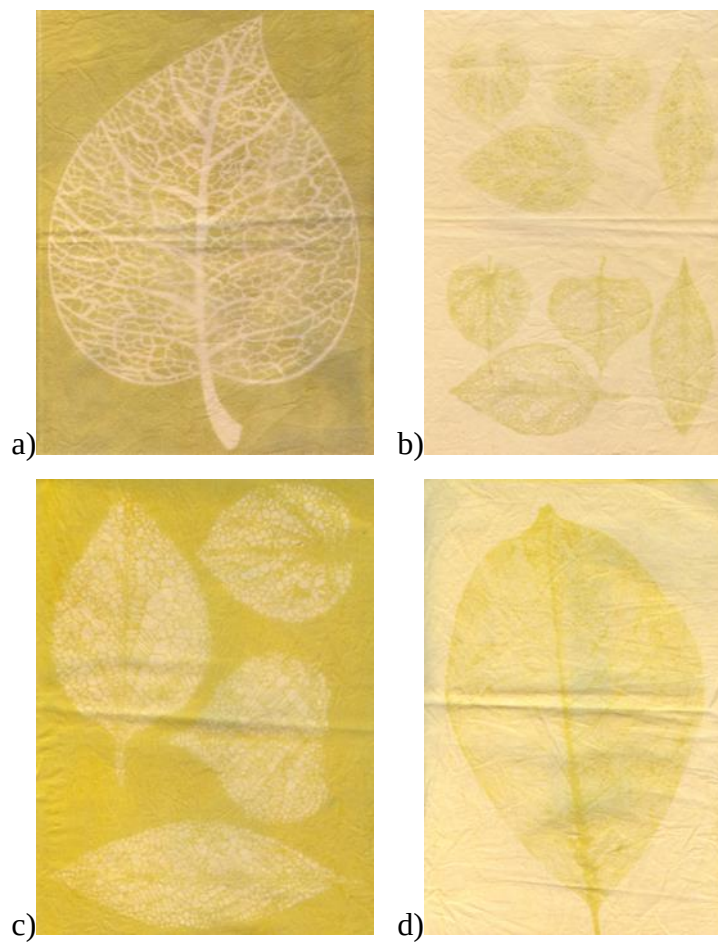
Na sliki 14 so prikazani vzorci, izdelani po fotografskem procesu antotipije, ki smo jim spreminjali barvni ton s pomočjo sode bikarbone. Prav tako kot uporaba različnih čimž tudi uporaba sode bikarbone izboljša obstojnost pobarvanih vzorcev na svetlobo in ne pripomore k vidnosti motivov.



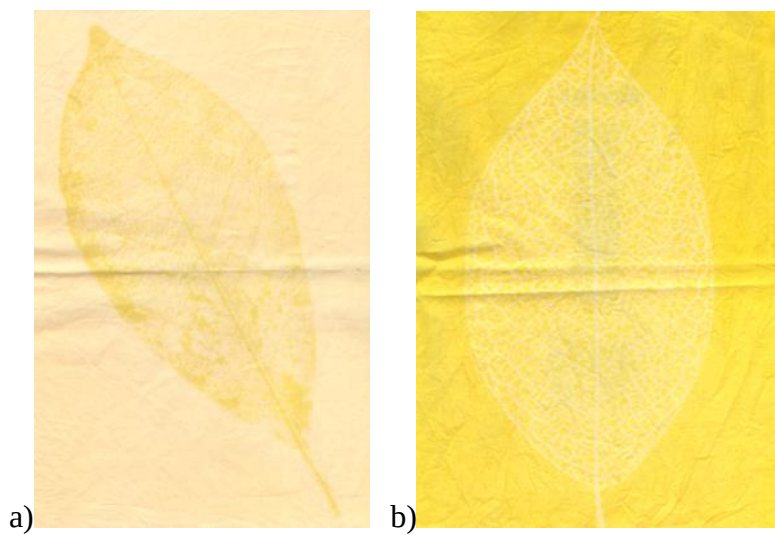
Slika 14: Po fotografskem procesu antotipije osvetljene tkanine, barvane s kurkumo in obdelane s spremembo pH (soda)

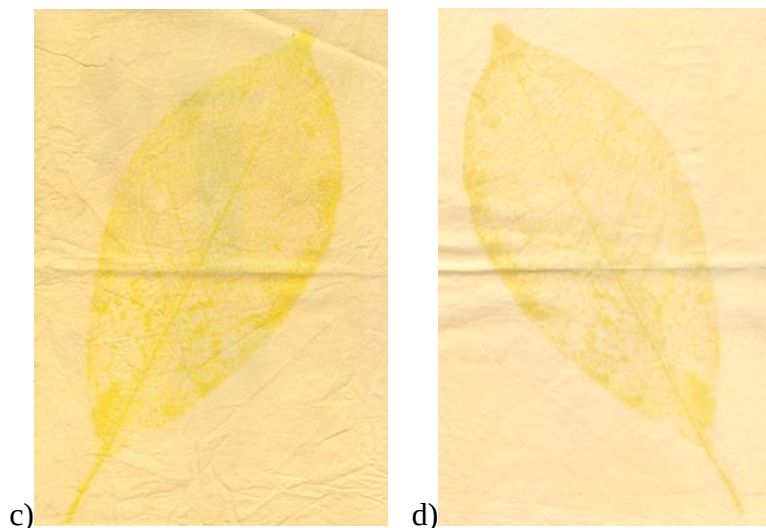
Ker so imeli vzorci pri prejšnjih poskusih osvetljevanja prešibak barvni kontrast in so bili slabo vidni, smo osvetljevali še vzorce, ki smo jim barvni ton spremenili z uporabo naravnih barvil borovnice in maline.

Na slikah 15 in 16 so prikazani vzorci, izdelani po fotografskem procesu antotipije, ki smo jim spreminjali barvni ton z naravnima barviloma borovnice in maline. Tako kot naravno barvilo kurkume tudi naravno barvilo borovnice in maline degradira na sončni svetlobi (barve zbledijo), kar je pripomoglo k dobrim rezultatom vzorčenja z osvetljevanjem. Naravni barvili borovnice in maline, s katerima smo spreminjali barvni ton barvila kurkume, sta pripomogli, da smo dobili temnejše barvne tone, s katerimi smo dosegli večje barvne kontraste med osvetljenimi in neosvetljenimi površinami.



Slika 15: Po fotografskem procesu antotipije osvetljene tkanine, barvane s kurkumo in obdelane z naravnim barvilom borovnice





Slika 16: Po fotografskem procesu antotipije osvetljene tkanine, barvane s kurkumo in obdelane z naravnim barvilom maline

Vzorci, ki so nastali po procesu antotipije, so rastlinskih motivov. Le-te smo izbrali zaradi tega, ker je sam proces izdelave po tej tehniki vezan na naravo, kjer je poleg barvnega ekstrakta, pridobljenega iz rastlin, potrebna tudi sončna svetloba. »Pregrado« za sončne žarke so predstavljale žile listov, skozi ostale dele pa je prehajala sončna svetloba ter kemično in fizikalno spreminjala barvo tkanine. Nastale so različne variacije vzorcev v obliki pozitiv in negativ.

5. ZAKLJUČKI

Iz rezultatov raziskave smo ugotovili, da:

- z barvanjem bombažne tkanine v različnih barvalnih kopelih ekstrakta kurkume, pripravljenih v mehki ali trdi vodi, dosežemo različna rumena obarvanja,
- z uporabo čimž, spremembo pH in obdelavo z drugimi naravnimi barvili dosežemo različne barvne odtenke, od rdečih do zelenih,
- se z uporabo čimž izboljša obstojnost na svetlobo, zato so motivi po tehniki antotipije slabo vidni,
- s spreminjanjem barvnega tona z drugimi naravnimi barvili dosežemo dobro vidne motive po tehniki antotipije na bombažni tkanini.

6. LITERATURA

1. MALEJ KVENDER, Sonja. 1987. Tekstilne surovine: Vlakna I. Ljubljana: Zavod SR Slovenije za šolstvo.
2. MOTNIKAR, Ana. 2010. Priročnik za nego predmetov kulturne dediščine - Tekstil, Ljubljana : Slovenski etnografski muzej : Skupnost muzejev Slovenije, str. 57.
3. http://aaj.tv/wp-content/uploads/2015/12/Cotton_history.jpg.
4. STANKOVIČ ELESINI, Urška. 2002. Vlakna tekstilnih talnih oblog. Del 4. Naravna vlakna – bombaž. Korak, 2002, let. 3, št. 1, str. 50-51.
5. RIJAVEC, Tatjana. 2000. Tekstilne surovine – osnove. Ljubljana: Naravoslovnotehniška fakulteta, Oddelek za tekstilstvo.
6. Resnica o bombažnih pripomočkih za nego.2012. Žurnal. [online]. (30.marec 2016; 11:26). Dostopno na spletnem naslovu: <http://www.zurnal24.si/resnica-o-bombaznih-pripomockih-za-nego-clanek-151387>.
7. Oldest-known fibers to be used by humans discovered. [online]. (10. April 2016; 17:35). Dostopno na spletnem naslovu: <http://news.harvard.edu/gazette/story/2009/09/oldest-known-fibers-discovered/>.
8. KERT, Mateja, in GORENŠEK, Marija. 2010. Osnove barvarsta: učbenik s praktičnimi vajami. Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Naravoslovnotehniška fakulteta, Oddelek za tekstilstvo.
9. BOH PODGORNIK, Bojana, FERK SAVEC, Vesna, in CVIRN PAVLIN Tanja. 2000. Barvila in naravna barvila: Priročnik za učitelje izbirnih vsebin kemije v gimnazijah in srednjih strokovnih šolah. Ljubljana: Tehniška založba Slovenije.
10. LAMBERT, Eva, in KENDALL, Tracy. 2010. The complete guide to natural dyeing : techniques and recipes for dyeing fabrics, yarns, and fibers at home. Loveland : Interweave Press.
11. MULEC, Irena, in GORJANC, Marija. 2015. The influence of mordanting on the dyeability of cotton dyed with turmeric extract. Tekstilec : glasilo slovenskih tekstilcev, Letn. 16, št. 1, str. 199 – 208.
12. DEAN, Jenny. 2010. Wild colour: how to grow, prepare and use natural plant dyes. London: Mitchell Beazly.
13. FAKIN, Darinka, TEPEŠ, Darinka, idr. 2010. Barvanje volne z rastlinskimi barvili in vrednotenje vzorcev z uporabo barvnega sistema CIE. Tekstilec : glasilo slovenskih tekstilcev, Letn. 53, št. 7/9 (2010), str. 179-193.

14. Kurkuma, čudežna rumena začimba z Daljnega vzhoda. 2011. Bodi eko. [online] .(29. Marec 2016; 16:45) Dostopno na spletnem naslovu: <http://www.bodieko.si/kurkuma-cudezna-zacimba-z-daljnega-vzhoda>.
15. <http://bgg2wlplugins.bgg2wl.netdna-cdn.com/wp-content/uploads/2014/06/turmeric.jpg>.
16. <https://arts343nonsilverphoto.files.wordpress.com/2012/08/daly.jpg>.
17. <https://hortuslucis.files.wordpress.com/2014/07/20140720-172403->
18. http://1.bp.blogspot.com/-EXFU4RYm7Bk/T3HFqN374II/AAAAAAAAANGs/Zhlp05LN_3I/s1600/IMG_0051.jpg.
19. FABBRI, Malin. 2012. Anthotypes: Explore the darkroom in your garden and make photographs using plants. Švedska: AlternativePhotography.com.
20. KAUR, Varinder, CHATTOPADHYAY,D.P., in KAUR, Satindar.2014. Studies on the effect of mordants on dyeing behaviour of bamboo fibres using natural dyes. International Journual of Engineering Innovation & Research. Vol.3, No.5., str. 666 – 671.
21. COX CREWS, Patricia. 1982. The influence of mordant on the lightfastness of yellow natural dyes. University of Nebraska, Faculty Publications - Textiles, Merchandising and Fashion Design, str. 43-58.
22. GHORANNEVISS, Seyed Majid, MALEKNIA, Laleh, MIRZAPOUR, Hamid, NOROUZI, Mohammad. 2013. Antibacterial properties and color fastness of silk fabric dyed with turmeric extract. Vol.14, No.2, Str. 201-207.
23. MIRJALILI, Mohammad, in KARIMI, Loghman. 2013. Antibacterial dyeing of polyamide using turmeric as a natural dye. Autex Research Journal, Vol.13, No. 2., str. 51-56.