

Istraživanje utjecaja procesnih parametara na sitotisak tekstila prirodnim bojilima

Anić, Dorotea

Master's thesis / Diplomski rad

2022

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://um.nsk.hr/um:nbn:hr:201:535764>

Rights / Prava: [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2025-02-10**



Repository / Repozitorij:

[Faculty of Textile Technology University of Zagreb - Digital Repository](#)



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
TEKSTILNO – TEHNOLOŠKI FAKULTET

DIPLOMSKI RAD

**ISTRAŽIVANJE UTJECAJA PROCESNIH PARAMETARA
NA SITOTISAK TEKSTILA PRIRODNIM BOJILIMA**

DOROTEA ANIĆ

Zagreb, rujan 2022.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
TEKSTILNO – TEHNOLOŠKI FAKULTET
Zavod za tekstilnu kemiju i ekologiju

DIPLOMSKI RAD
**ISTRAŽIVANJE UTJECAJA PROCESNIH PARAMETARA
NA SITOTISAK TEKSTILA PRIRODNIM BOJILIMA**

Prof. dr. sc. Ana Sutlović

Dorotea Anić

Zagreb, rujan 2022.

Temeljna dokumentacijska kartica

- Zavod za tekstilnu kemiju i ekologiju
- Broj stranica: 65
- Boj tablica: 44
- Broj slika: 51
- Članovi povjerenstva:
 1. Izv. prof. dr. sc. Sanja Ercegović Ražić
 2. Prof. dr. sc. Ana Sutlović
 3. Izv. prof. dr. sc. Anita Tarbuk
 4. Prof. dr. sc. Martinia Ira Glogar
- Datum predaje rada: 19.09.2022.
- Datum obrane rada: 22.09.2022.

ZAHVALA

Od srca zahvaljujem svojoj mentorici prof. dr. sc. Ani Sutlović na velikodušnoj pomoći pri izradi diplomskog rada, te na podršci prilikom pisanja.

Zahvaljujem mag. ing. techn. text. Ivi Brlek na pruženoj prilici.

Zahvaljujem mag. ing. techn. text. Anji Ludaš i mag. ing. techn. text. Veronici Lovreškov na svim savjetima, te pomoći i podršci prilikom izrade rada.

Zahvaljujem cijeloj svojoj obitelji, posebno mami Dijani, tati Ivici i bratu Nikoli na podršci i pomoći tijekom svih godina studiranja. Posebno hvala Maku koji je sa mnom prolazio kroz lijepe i one manje lijepe trenutke ovih godina.

Posebno hvala svim prijateljima koji su mi podrška!

SAŽETAK

Obzirom na razvoj svijesti o zaštiti okoliša i kružnom gospodarstvu te povećanje interesa za prirodna bojila, cilj rada s naslovom „Istraživanje utjecaja procesnih parametara na sitotisak tekstila prirodnim bojilima“ bio je ispitati procesne parametre na sitotisku tekstila s prirodnim bojilima, odnosno biljnim ekstraktima luka, nara i oraha. Materijali koji su korišteni su pamuk, vuna i svila, a dodatne predobrade bile su argonova (Ar) plazma i kationiziranje radi bolje postojanosti na pranje. Svi uzorci su oprani u uređaju za mokro oplemenjivanje i bojadisanje Mathis Polycolor, te su se uzorci i prije i poslije pranja ispitivali spektrofotometrijski kako bi se dobili koloristički parametri. Reologija korištenih matičnih ugušćivača određena je na temelju njihove fluidnosti, rastezljivosti i viskoznosti. Rezultati istraživanja pokazuju da se tisak zadovoljavajuće postojanosti može provoditi korištenjem ugušćivača Prisulon DCA 90 uz dodatak metalnih soli u tiskarskoj pasti. Predobrada tekstilnim materijala kationiziranjem i/ili argonovom plazmom može zamijeniti korištenje močila.

Ključne riječi: sitotisak, prirodna bojila, reologija, matični ugušćivač, pH, fiksiranje

ABSTRACT

Considering the ongoing development of environmental protection awareness, circular economy and increase of interest in natural dyes, the aim of this work titled: "Investigation of the influence of process parameters on screen printing of textile with natural dyes" was to examine the process parameters of textile screen printing with natural dyes, i.e. plant extracts of onion, pomegranates and walnut. Materials used in this work were cotton, wool and silk, while additional pretreatments were made with argon (Ar) plasma and cationization, with desire to achieve better resistance to washing. All samples were washed in wet finishing and dyeing device, Mathis Polycolor and all samples were examined spectrophotometrically before and after washing in order to obtain color parameters. The rheology of used thickeners was determined based on their fluidity, extensibility and viscosity. The research results show that printing with satisfactory durability can be carried out using the thickener Prisulon DCA 90 with addition of metal salts mixed in printing paste. Pretreatment of textile materials by cationization and/or Ag plasma can replace the use of mordants.

Key words: Screen printing, natural dyes, rheology, thickener, pH, fixation

SADRŽAJ

1. UVOD	1
2. TEORIJSKI DIO	1
2.1. O boji	1
2.1.1. CIE sustav	3
2.2. Materijali	3
2.2.1. Pamuk	3
2.2.2. Vuna	5
2.2.3. Svila	7
2.3. Predobrada pamučnih materijala	8
2.3.1. Plazma	8
2.3.2. Kationiziranje	11
2.4. Prirodna bojila	12
2.4.1. Prirodna bojila biljnog podrijetla	13
2.5. Ekstrakcija prirodnih bojila	13
2.6. Močila	14
2.7. Biljke korištene u radu	15
2.7.1. Luk	15
2.7.2. Nar	16
2.7.3. Orah	16
2.8. Reologija i ugušćivači	17
2.8.1. Ugušćivači korišteni u radu	18
2.9. Tekstilni tisak	18
3. EKSPERIMENTALNI DIO	20
3.1. Priprema šablone za sito tisak	21
3.2. Izbor prirodnih biljnih bojila	22
3.3. Izbor tekstilnih materijala	23
3.3.1. Pamuk	23

3.3.2. Vuna.....	23
3.3.3. Svila	24
3.4. Predobrada materijala.....	25
3.4.1. Plazma	25
3.4.2. Kationiziranje	27
3.5. Ekstrakcija bojila.....	27
3.6. Izbor ugušćivača	28
3.7. Priprema tiskarske paste.....	29
3.8. Fiksiranje	30
3.9. Tisak.....	31
3.10. Spektrofotometrijska analiza.....	32
3.11. Ispitivanje postojanosti na pranje.....	32
4. REZULTATI	33
4.1. Reološka svojstva ugušćivača.....	33
4.2. Subjektivna i objektivna karakterizacija otisnutih uzoraka	37
4.3. Postojanost obojenja na pranje	51
5. RASPRAVA.....	56
6. ZAKLJUČAK	62
7. LITERATURA.....	63

1. UVOD

Tekstilna industrija jedna je od najvećih zagađivača okoliša na svijetu te je potrebno razvijati nove ekološke i ekonomske prihvatljive metode oplemenjivanja, bojadisanja, njege tekstila i dr. Prirodna bojila mogu se dobiti iz otpada, prehrambene industrije te poljoprivrednog i šumarskog otpada uz niže troškove. Ona su biorazgradiva i pogodna su za upotrebu u tekstilstvu kao i u prehrambenoj industriji. Bitno je da se u novim, ekološkim metodama koristi što manje vode i štetnih kemikalija, ali i da se stvara što manje otpadnih voda.

Korištenjem plazme za predobradu materijala može se skratiti vrijeme obrade i smanjiti upotrebu velike količine vode i kemikalija koje se koriste za postizanje određenih svojstava. Velika prednost plazme je što se može koristiti za sve vrste tekstilnih materijala i to bez negativnih mehaničkih utjecaja na svojstava materijala.

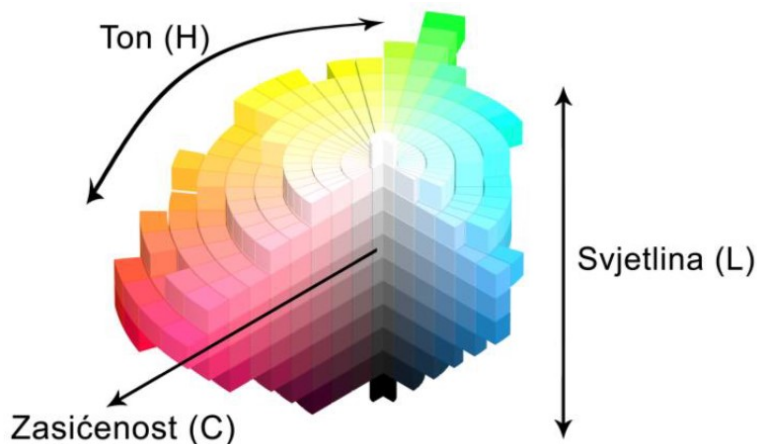
U ovom radu provedeno je istraživanje kako određeni procesni parametri utječu na sitotisk prirodni bojilima na prirodne materijale – pamuk, vunu i svilu. Ekstrahirana su bojila iz luka, nara i oraha te se bez i s dodatkom močila, uz različite pH vrijednosti tiskalo na ranije određene tekstilne materijale. Preliminarnim ispitivanjima, odlučeno je da će se koristiti jedan ugušćivač, a to je eter guare Prisulon DCA 90, dok Britanska guma nije imala povoljna reološka svojstva. Ispitivao se utjecaj pH, dodatak močila, postojanosti na pranje, reološka svojstva i predobrade materijala s argonovom plazmom i kationiziranjem. Otisnutim uzorcima spektrofotometrijski se određivala svjetlina, zasićenost i ton prema CIE $L^*a^*b^*$ sustavu te su se uzorci prali u uređaju za oplemenjivanje i bojadisanje Mathis Polycolor.

2. TEORIJSKI DIO

2.1. O boji

Boja je psihofizikalni osjet koji je induciran svjetlom ili osjećaj koji u mozgu izaziva svjetlost koja je emitirana od nekog izvora ili je reflektirana s površine nekog tijela. Za doživljaj boje potrebna su tri uvjeta, a to su izvor svjetla, osjet vida te objekt koji se promatra. Doživljaja boje neće biti ukoliko izostane jedan od navedenih uvjeta. Određivanjem psihofizičkih parametara za doživljaj boje bavi se znanost 'Metrika boje', koja mjerenjem boja određuje parametre koji su potrebni za njihovu karakterizaciju. Riječ je o preciznom vrednovanju boje, njezinoj reprodukciji i preciznom

razlikovanju boja, a to postizemo s kolorističkim parametrima koji su ton (H), svjetlina (L) i zasićenost (C) što se može vidjeti na slici 1 [1].



SI. 1. Psihološki atributi boja [2]

Ton boje je vizualni doživljaj pomoću kojega se točno definira pojedina boja kao plava, žuta, crvena i dr. Ton se definira kao kvaliteta kojom se jedna boja razlikuje od druge. Svjetlina je relativna količina svjetla koju boja prividno emitira, a označava koliko je boja tog tona tamna ili svijetla. Zasićenost/kromatičnost je količina čiste boje sadržane u ukupnom vizualnom doživljaju boje. Ton, svjetlina i zasićenost predstavljaju psihološke attribute boje.

Boje se mogu podijeliti u dvije osnovne skupine, a to su kromatske i akromatske boje (slika 2 i 3).



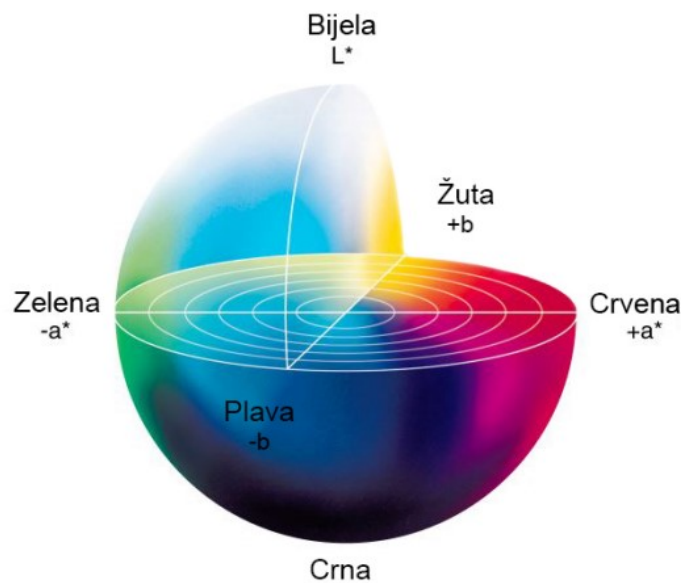
SI. 2. Kromatske boje [3]



SI.3. Akromatske boje [3]

2.1.1. CIE sustav

CIE sustav prvi je standardizirani sustav za brojčano vrednovanje boje i razlika među njima. Usvojen je 1931. godine i bio je najvažniji korak u razvoju moderne znanosti o boji. Sustav boja standardiziran je 1976. godine kao CIE $L^*a^*b^*$ (slika 4) sustav gdje je prostor boje definiran jednakim razmakom vrijednosti svjetline (L^* os), s pripadajućim koordinatama boje a^* i b^* . Koordinate L^* , a^* i b^* se izračunavaju pomoću matematičkih formula na temelju tristimulamskih vrijednosti X, Y i Z [1].



SI. 4. CIE $L^*a^*b^*$ sustav [4]

2.2. Materijali

2.2.1. Pamuk

Pamuk je biljaka iz porodice sljezova (*Malvaceae*), iz roda *Gossypium* koji obuhvaća 49 vrsta. Od 49 vrsta, njih 45 su divlje, a samo 4 vrste su kulturne, a to su *G. Herbaceum* (slika 5), *G. arboceum*, *G. hirsutum* i *G. barbadense*. Najznačajnija vrsta je *G. hirsutum*, od koje se dobiva više od 90% pamučnog vlakna u svijetu.



Sl. 5. Pamuk, *G. herbaceum* [5]

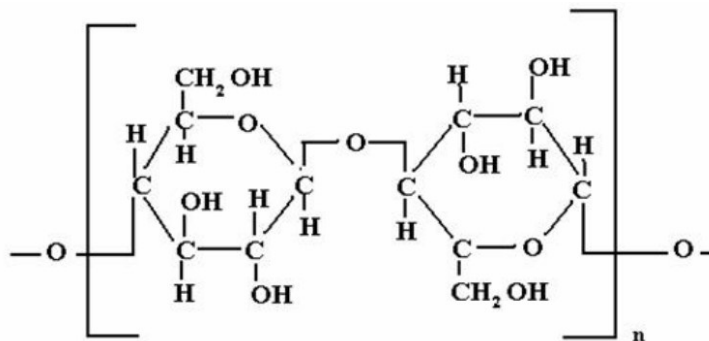
Pamuk je u prošlom stoljeću bio najviše upotrebljavano vlakno, dok ga sada nadmašuje samo poliester. Pamučno vlakno ima ekonomičnu proizvodnju i distribuciju, pa je najtraženije vlakno. Prvo je ušao na zapadno tržište u obliku skupocjenih tkanina, ali krajem 19. stoljeća, zbog svojih svojstava, postao je materijal univerzalne upotrebe. Ponekad se koristi kao najbolje vlakno za određenu stvrhu, a ponekad kao jeftina alternativa. Na slici br. 6 prikazan je plod pamuka.



Sl. 6. Plod pamuka [6]

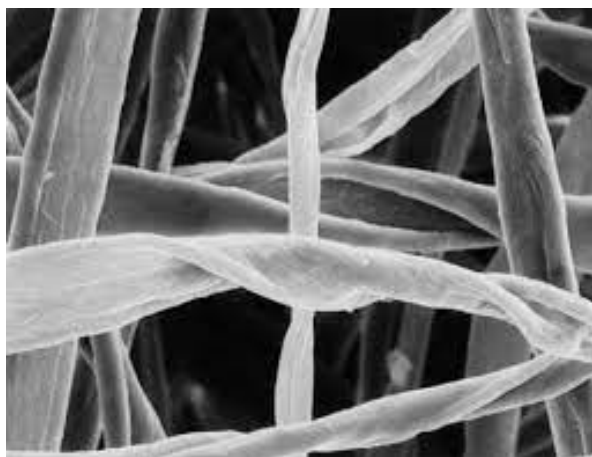
Pamučno vlakno uglavnom se sastoji od α -celuloze (88,00 – 96,55%). Necelulozni dijelovi se nalaze u kutikuli i primarnoj staničnoj stijenci ili unutar lumena vlakna, a sekundarna stanična stijenka je čista celuloza (slika 7). Kemijski sastav samog vlakna ovisi o sorti, uzgoju (tlo, voda, temperatura, pesticidi) i zrelosti. Necelulozni dijelovi vlakana su proteini, voskovi, pektini,

anorganske tvari i dr. Primarna stanična stijenka sadrži manje od 30% celuloze, a sama takva celuloza ima nižu molekularnu težinu sa stupnjem polimerizacije (DP) od 2000 do 6000. Sekundarna stijenka gotovo je 100% celuloza, a njegov DP je oko 14000. Necelulozne komponente najodgovorije su za hidrofobnost, odnosno za nisku vlažnost sirovih pamučnih vlakana.



Sl. 7. Kemijska struktura celuloze

Pamučno vlakno je fino, jednostanično vlakno s uvojima koji se lako prepoznaju pod mikroskopom (slika 8).



Sl. 8. Mikroskopska slika pamuka [7]

2.2.2. Vuna

Vuna je prirodno životinjsko vlakno, a dobiva se iz runa različitih vrsta ovaca. Vunena vlakna građena su od keratina. Vanjska površina vlakana je prekrivena ljuskama, a one su glavni razlog sklonosti pustenju [8]. Pustenje je neželjeni efekt na vunanim proizvodima (odjeći), a do njega

može doći prilikom pranja. Ukoliko materijal nije posebno obrađen, može doći do smanjivanja ili izobličenja do neupotrebljivosti. Što je vuna finija, sklonost pustenju je veća [9]. U usporedbi s mnogim drugim vlaknima, čvrstoća vune je mala, pa se od nje proizvode grublje pređe. Međutim, vlakna su jako elastična i imaju veliko prekidno produljenje (30-60%). Ovo vlakno posebno se ističe po svojim toplinskim svojstvima, odnosno vuneni proizvodi imaju izvrsnu moć zaštite od prevelike vanjske vrućine, ali imaju i moć utopljivanja što je prikazano na slikama 9 i 10.



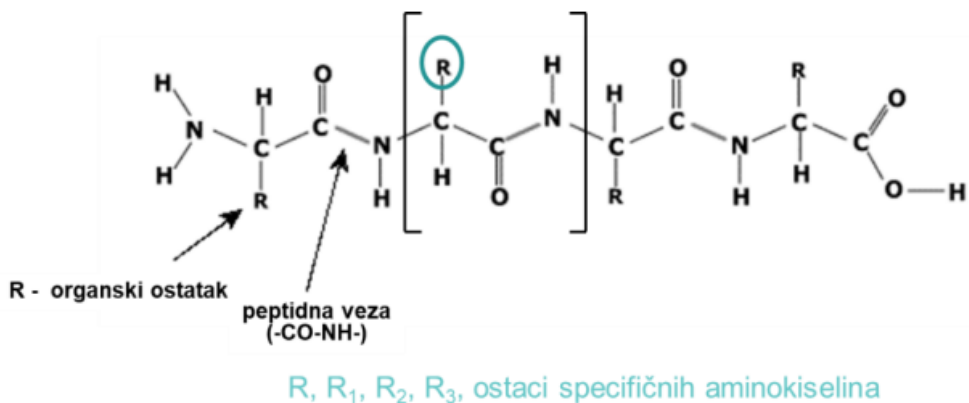
Sl. 9. Beduin koji nosi vunenu odjeću [10]



Sl. 10. Vuneni zimski kaput [11]

Najkvalitetnija vlakna dobivaju se striženjem ovaca, a takva vuna se naziva runska vuna, dok se manji dio dobiva skidanjem s kože uginulih ovaca. Takva vuna je manje kvalitetna od runske, a naziva se tabačka vuna. Ostrižena, odnosno skinuta sirova vuna osim vlakana sadrži i nečistoće kao što su znoj, masnoće, zemlja i dr.

Vuneno vlakno sastoji se od 80% keratina, 17% nekeratinskih proteina. Osnovne jedinice proteina keratina su aminokiseline (slika 11), čak njih 23, a najzastupljenije su serin, glicin i leucin.



Sl. 11. Kemijska struktura vune

Unutrašnja građa vunenog vlakna, koji se može vidjeti pod mikroskopom, sastoji se od 3 sloja koji se nazivaju: kutikula, korteks i medula. Kutikula je vanjski sloj vlakna koji se sastoji od pločastih ljusaka koje se na dijelovima preklapaju. Izgled i oblik ljusaka ovise o finoći samog vlakna. Finija vlakna imaju prstenaste ljuske, dok će grublje vlakno imati pločaste i nepravilno raspoređene ljuske. Kutikula određuje neka osnovna svojstva vune kao što su izgled, otpor na prodor kemijskih reagensa i bojila. Korteks je glavni dio vlakna i on tvori oko 90% samog vlakna vune. Pošto je to najveći dio vlakna, o njemu ovise i kemijska i fizikalna svojstva vunenog vlakna. U središtu nekih vunenih vlakana nalazi se srž ili medula koja sadrži stanične ostatke i zrak [11].

2.2.3. Svila

Svila je prirodno proteinsko vlakno dobiveno od gusjenica imena dudov svilac (*Bombyx mori*) koji je prikazan na slici 12. Sastoji se od dvije niti fibroina spojene sericinom. Fibroin je glavni protein svile kojim je obavijen manji protein koji se ponaša poput ljepila, a to je sericin [12]. Svila se dobiva odmatanjem niti s čahure i jedino je prirodno filamentno vlakno, odnosno duljina mu može biti i nekoliko stotina metara. Kada gusjenice postignu maksimalni rast, iz dvaju otvora na glavi počnu izlučivati fibroinske niti koje su obavijene sericinom. Sericin čini oko 25% svilene mase te on ima ulogu ljepila pomoću kojega se sljepljuju dvije niti fibroina u jednu čvrstu nit. Na taj način nastaje čahura iz koje se unutar 14 dana gusjenica preobrazi u leptira. Kod uzgoja, leptiri se usmrćuju kako ne bi oštetili svilenu nit prilikom izlaska iz čahure. Na samom početku, čahure se omekšavaju u toploj vodi i odvaja se manje kvalitetan sloj u kojem se nalazi svilena nit koja je zamršena. Od tog dijela se dobivaju kratka vlasasta vlakna. Nakon uklanjanja vanjskog sloja, pronađe se početak niti i počne se s odmatavanjem pri čemu se može pridružiti još 5 do 10 niti iz drugih čahura kako bi dobili nit svile dugu čak do 1000 metara. Taj proces je prikazan na slici 13. Takva svilena nit, koja sadrži sericin, naziva se sirova svila i ona je neugledna izgleda, zelenkaste boje i gruba na dodir. Kako bi se dobila bolja estetska svojstva, svilenoj niti je potrebno ukloniti sericin, a to se postiže procesom degumiranja. Degumiranje svile je proces uklanjanja sericina, a to se postiže razbijanjem peptidnih veza između sericina i fibroina. Postoji više načina degumiranja, a to su degumiranje vodom, sapunom, alkalijama, kiselinom i dr. [13].



Sl. 12. Dudov svilac [14]



Sl. 13. Sviline niti [15]

2.3. Predobrada pamučnih materijala

2.3.1. Plazma

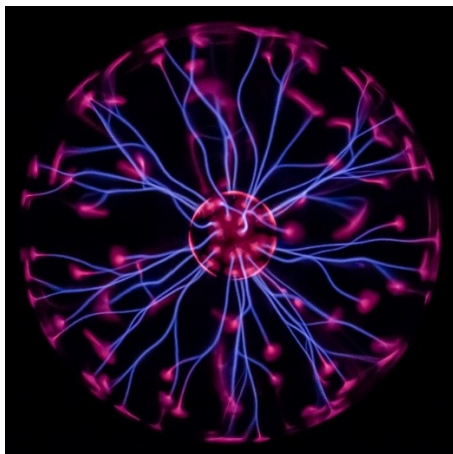
Plazma je ionizirani plin koji se sastoji od iona i elektrona koji su nosioci naboja. Smatra se da je plazma četvrto agregatno stanje i ima neutralni naboj. U prirodi je plazma najzastupljenije stanje u kojem se nalazi oko 99% materije svemira, ali prirodnu plazmu nije moguće iskoristiti nego ju je potrebno proizvesti. Sastav plazme uvelike ovisi o plinu koji se koristi za njezino dobivanje, ali i o kemijskim reakcijama koje se dešavaju prilikom nastajanja plazme. Nastaju slobodni elektroni, ioni, radikali, atomi i dr. Takve čestice mogu izazvati modifikaciju površine tekstilnog materijala. Plazma se smatra kvazineutralnom, što znači da sadrži jednak broj pozitivno nabijenih iona i negativno nabijenih elektrona.

Zbog specifičnog kemijskog, fizikalnog i toplinskog svojstva, plazma je priznat način obrade jer omogućuje stvaranje površinskih svojstava s velikom preciznošću. Pozitivna stvar je to što niske temperature ne oštećuju uzorak koji se obrađuje [16].

Tekstilna i odjevna industrija diljem svijeta suočavaju se s velikim izazovima kada su ekološki procesi oplemenjivanja u pitanju. S vremenom će se sve više mokrog oplemenjivanja zamijeniti sa suhim procesima, s minimalnim udjelom vode, radi uštede velike količine vode, energije te kako bi izbjegli nastajanje otpadnih voda. Obrada plazmom može se koristiti kao zamjena za konvencionalne procese, ali i za proizvodnju inovativnih materijala s različitim svojstvima.

Obrade plazmom su brze i nježnije, pa su zato i povoljne za okoliš. Ako bi se plazma koristila kao predobrada na materijalu, može se smanjiti količina kemikalija koje su potrebne za konvencionalni

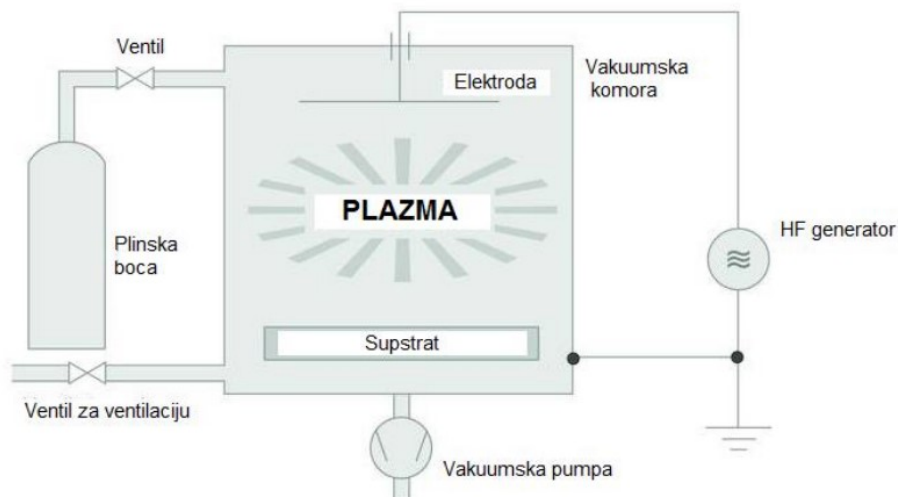
proces. Slika 14 prikazuje boje koje su rezultat relaksacije elektrona iz pobuđenog stanja u niži energetske nivo, nakon preslagivanja iona. Ovi procesi emitiraju svjetlost u spektru karakterističnom za plin koji se pobuđuje [17].



Sl. 14. Plazma [18]

Vrste plazma su brojne te se plazma može klasificirati prema više kriterija. Za nastanak plazme potreban je plin, a sami tlak plina ima veliki utjecaj na svojstva plazme, ali i na vrstu opreme koja je potrebna za stvaranje plazme, pa se plazma klasificira kao niskotlačna, visokotlačna te atmosferska plazma [19].

- Visokotlačne (ravnotežne, vruće) – postoji termalna ravnoteža između elektrona i ionskih čestica. To su plazme koje nisu prikladne u tekstilnoj industriji jer su njihove temperature od 1000 do 10000 K. Njihova karakteristika je da su elektroni, ioni i neutroni sličnih temperatura te su oni u termodinamičkoj ravnoteži
- Niskotlačna (neravnotežna, hladna) – obrade se provode u vakuumskoj komori uz primjenu vakuumske pumpe. U ovom procesu se koriste plemeniti plinovi i kemijski reaktivni plinovi kao što su kisik, dušik i zrak. Ovim procesom, plazma se proizvodi kada je plin pod dovoljno niskim tlakom te kada u volumenu plina ima dovoljno elektromagnetske energije. Na taj način, plin se djelomično raspada na ione, elektrone i neutralne čestice te će biti djelomično ioniziran [20]. Ova vrsta plazme koristiti će se za poboljšavanje različitih svojstava tekstilnih materijala, kao što su čišćenje, sterilizacija, bolja sposobnost kvašenja te hidrofilitnost [21]. Na slici 15 prikazan je shematski prikaz niskotlačne plazme.



Sl. 15. Shematski prikaz niskotlačne plazme [22]

- Atmosferska (neravnotežna, hladna) – dobiva se pri standardnom atmosferskom zraku, a postoje četiri različita tipa:
 - Pražnjenje koronom
 - Dielektrično barijerno pražnjenje
 - Pražnjenje tinjanjem

Kako bi došlo do nastajanja plazme, mora se osigurati prijenos energije iz vanjskog izvora do atoma i molekula plina. Stvaranju plazme doprinose i električni sudari te apsorpcija fotona.

Hladne plazme nastaju pri sobnoj temperaturi, te elektroni posjeduju više energije naspram iona i molekula te zbog niske gustoće plina, pa rijetko dolazi do sudara s ostalim tvarima tako da termalna ravnoteža nije postignuta. Stvaraju se dodatni elektroni i ioni, sudaranjem elektrona s neutralnim česticama. Ovakva vrsta plazme može se koristiti za obradu termički osjetljivijih tekstilnih materijala. Primjenom plazme postižu se modifikacije gornjeg sloja površine materijala prilikom čega dolazi do traženih svojstava, bez da se utječe na osnovna svojstva materijala kao što je čvrstoća, stupanj polimerizacija i sl. Unutar plazme, stvara se velika količina slobodnih radikala koji uzrokuju razaranje kemijskih veza na površini materijala te se na taj način stvaraju nove kemijske veze. Dolazi do stvaranja novih funkcionalnih skupina kao što je hidroksilna (-OH), karbonilna (-C=O) i karboksilna skupina (-COOH). Ove skupine daju hidrofilni efekt tekstilnim materijalima te se dobivaju tražene površinske modifikacije kao što su aktivacija površine, umrežavanje, oksidacija i sl. [20].

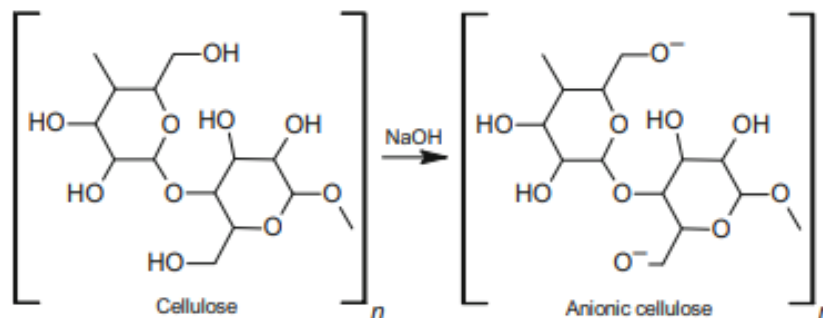
Djelovanje plazme na površinu tekstilnog materijala može se opisati kroz pet procesa:

- Čišćenje površine
- Nagrizanje površine
- Aktivacija površine
- Polimerizacija
- Funkcionalizacija površine

2.3.2. Kationiziranje

Sve je veća potreba za smanjivanjem potrošnje vode i upotrebe kemikalija u obradi tekstilnih materijala te je to dovelo do novih tehnologija koje se koriste za povećavanje učinkovitosti bojila. Jedna od tih tehnologija je kationizacija celuloze koja kemijski modificira molekule celuloze čineći ih snažno kationskim. Pamuk koji je inače negativnog naboja, kationiziranjem dobiva pozitivan naboj što olakšava interakciju s anionskim bojilima. Koristeći ove vrste predobrade tekstilnog materijala, pamučno vlakno može poprimiti intenzivnije i svjetlije tonove. Osim toga, uz kationiziranje je smanjeno korištenje lužina i soli koje su bitne za bojadisanje reaktivnim bojilima. Za proces bojadisanja pamuka često se koriste anionska bojila, kao što su reaktivna i direktna bojila i ona se koriste zbog svoje visoke postojanosti boje, briljantnosti i mogućnosti postizanja više nijansi. Međutim, ova bojila imaju nizak afinitet prema pamučnim tkaninama što zahtijeva dodatak elektrolita koji mogu neutralizirati negativne naboje na površini pamuka. Najčešće se dodaju natrijev klorid (NaCl) i natrijev sulfat (Na_2SO_4). Veliki uspjeh kationiziranja je eliminacija dodavanja soli, a neki autori proces kationiziranja nazivaju i bojadisanje bez soli ili s niskim udjelom soli. Velike količine soli podižu gustoću vode, smanjuju topljivost kisika te utječu na mikroorganizme pa su samim time nepoželjne u otpadnim vodama (slika 16). Konvencionalna obrada otpadnih voda je neučinkovita za uklanjanje soli, a sami proces desalinizacije nije moguće provesti zbog velikih troškova. Proces kationiziranja koristi se radi smanjenja vode, energije i kemikalija u procesima bojadisanja. Uvođenjem kationskih skupina u pamučno vlakno, dešava se ionsko privlačenje između kationiziranog pamuka i anionskih bojila, a samim time se povećava unos bojila. Najčešća metoda kationiziranja je uvođenje amino skupina na vlakna. Kvarterne ili tercijarne amino skupine vežu se za celulozu kako bi nastali nukleofilne skupine koji imaju veći afinitet prema anionskim bojilima, a samim time i bolju interakciju bojila – vlakno.

Kemikalije koje se koriste prilikom kationiziranja sadrže molekulu koja se sastoji od kvaternog amonija i reaktivne skupine koja je u interakciji s celulozom. Neke od tih kemikalija su CHPTAC (3-kloro-2-hidroksipropil trimetilamonijev klorid), PDDACI (poli dialildimetilamonijev klorid), PDMAEMA (2-(N,N-dimetilamino)etil metakrilat) i dr.



Sl. 16. Shematksi prikaz celuloze i anionske celuloze [23]

2.4. Prirodna bojila

Proces bojadisanja tkanina star je kao naša civilizacija. Prirodna bojila, za bojadisanje tekstila, koristila su se od antičkih vremena do 19. stoljeća. Ona potječu od prirodnih izvora, a mogu biti biljnog, životinjskog, mineralnog i mikrobnog izvora. Svaka regija svijeta imala je svoju tradiciju bojadisanja koristeći resurse koji su dostupni u toj regiji. Upotreba prirodnih bojila za bojadisanje tekstila počela je opadati kada su izumljena sintetska bojila krajem 19. stoljeća. Prve umjetne boje proizvodile su se u Engleskoj i Francuskoj, a ubrzo je i Njemačka postala vodeća država za proizvodnju bojila. Kemičari su 1868. godine uspjeli sintetizirati alizarin, što je postojana crvena boja koja ima isti sastav kao i boja koja se dobivala iz broća [24]. Početkom 21. stoljeća prirodna bojila počela su se ponovno koristiti među ekološki osviještenom populacijom. Ona su ekološki prihvatljivija jer se smatraju biorazgradivim i obnovljivim te su prikladne za ljudsku kožu. S njima možemo bojadisati sve prirodne materijale, ali i neke sintetske. Osim u tekstilstvu, prirodna bojila koriste se i za bojanje hrane, lijekova, za bojanje rukotvorina, a mnoge se biljke koriste i kao lijekovi u tradicionalnim medicinskim sustavima. Jedan od problema kod prirodnih bojila je njihova održivost budući da su poljoprivredna zemljišta namijenjena za prehranu stanovništva, a ne za ekstrakciju bojila.

2.4.1. Prirodna bojila biljnog podrijetla

Biljke su glavni izvor prirodnih bojila, a za dobivanje bojila može se koristiti korijen, lišće, stabljika, kora, cvijeće, ljuske i dr. u tablici 1 prikazane su biljke i koje boje se mogu dobiti iz njih.

Tab. 1: Biljka i dobivena boja

Biljak	Boja
<i>Indigofera tinctoria</i>	Indigo, plava
Broć	Crvena
Kurkuma	Žuta
Nar	Žuta
Kamala	Narančasto - crvena
Kana	Crvena
Šafran	Žuta

Prirodna bojila imaju složenu kemijsku strukturu. Za razliku od sintetskih bojila, oni nisu jedna cjelina već su mješavine blisko povezanih kemijskih spojeva. S obzirom na glavne kemijske spojeve, dijele se na: indigoidna, antrakinonska, benzokinonska, flavonoidna, karotenoidna i bojila na bazi tanina [25].

Po kemijskoj strukturi, bojila se dijele na organska i anorganska, a oni se još dijele na prirodna i umjetna bojila [24].

2.5. Ekstrakcija prirodnih bojila

Vodena ekstrakcija tradicionalno se koristila za ekstrakciju iz biljaka i drugih izvora bojila. U ovom slučaju, biljke se najprije usitne kako bi se poboljšala učinkovitost ekstrakcije, a zatim se namaču u vodi duže vrijeme. Nakon namakanja, biljka se prokuha kako bi se uklonili veliki komadi, a ostane samo obojena voda koja kasnije služi za bojadisanje. Ekstrakcija pomoću kiselina i lužina se može upotrijebiti kod svih bojilima koja su na bazi glikozida, na način da se pomoću kiselina i lužina hidrolizira glikozidna veza. Ova vrsta ekstrakcije se može upotrijebiti i za ekstrakciju bojila koja u sebi sadrže fenolne skupine koje su same po sebi topive u alkalijama, čime se poboljšava iskorištenje bojila. Nedostatak ove ekstrakcije je mogućnost oštećenja materijala s obzirom na osjetljivost određenih vrsta tkanina na alkalije. Ekstrakcija u kojoj se upotrebljavaju mikrovalovi i

ultrazvuk su ekstrakcije koje su potpomognute ovim procesima, na način da se smanjuje količina otapala, vrijeme i temperatura. Princip rada ovih metoda se temelji na stvaranju mjehurića u blizini obrađivanog materijala, koji u određenom trenutku pucaju te generiraju povećanje temperature i pritiska čime se poboljšava proces ekstrakcije. Ekstrakcija superkritičnim fluidom jedna je od novijih metoda ekstrakcije koja upotrebljava plin koji je doveden u stanje da postane superkritični fluid koji svoja fizikalna svojstva dijeli između tekućine i plina. Superkritični fluid ima manju površinsku napetost što mu omogućuje egalnije nanašanje na površinu materijala, ima nisku viskoznost i dobru difuznost zbog kojih ima bolju interakciju s površinom. Ugljikov dioksid je dobar primjer plina koji se upotrebljava za dobivanje superkritičnog fluida zbog toga što je za razliku od uobičajenih otapala lako dostupan, netoksičan, ne ostavlja tragove na tkanini od metala ili otapala, te se postiže se bolja egalnost obojenja. Nedostatak ove metode je visoka cijena uređaja i loša ekstrakcija polarnih otapala [25].

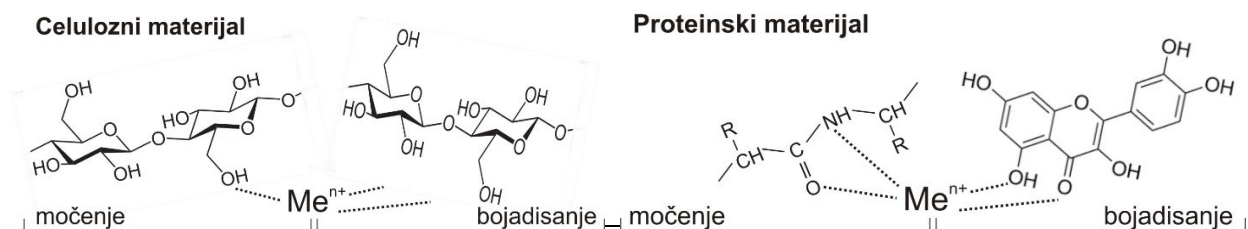
2.6. Močila

Postupak bojadisanja prirodnim bojilima razlikuje se od postupka bojadisanja sa sintetskim bojilima jer se samo neka bojila mogu izravno nanijeti na materijal, što znači da se materijal prije procesa bojadisanja mora obraditi određenim močilima. Tekstilna vlakna, a posebno celulozna nemaju afinitet za većinu prirodnih bojila, što znači da se takva vlakna moraju posebno obraditi. Močila su tvari koje imaju afinitet prema vlaknima, ali i prema bojilima pa djeluju kao veza između vlakna i bojila. Ukoliko određeno bojilo ima afinitet prema vlaknu, dodatkom močila povećat će se postojanost stvaranjem netopljivih kompleksa te će poboljšati i samo bojilo. Močila je bitno koristiti kod pamuka jer ga je teže bojadisati nego na primjer vunu ili svilu, jer on ne sadrži amino i karbonsilne skupine koje zapravo osiguravaju mjesta za koje će se vezati molekule bojila.

Metalne soli aluminija, kroma, kositra, bakra i željeza koriste se još od tradicionalnog bojadisanja. Krom se trenutno ne koristi zbog ekoloških propisa, odnosno ne treba se koristiti za ekološki prihvatljivo bojadisanje ili tisak, a treba biti oprezan i kod ispuštanja kroma u otpadne vode. Korištenjem močila mogu se dobiti različiti tonovi od istog bojila jer se stvara obojani netopivi kompleks bojila s močilom. Također se i kod tiska dodaju močila u tiskarsku pastu [25].

Na slici 17 vidljivo je stvaranje liganda: vlakno – metalni ion – prirodno bojilo. Prirodna bojila koja se koriste u Hrvatskoj za bojadisanje ili tisak većinom spadaju u skupinu kiselo – moćilskih bojila. Zbog toga dolazi do ionizacije na imidnim, karbonilnim i hidroksilnim skupinama te nastaju metalni

kompleksi različitih obojenja. To obojenje ovisi o izboru tekstilnog materijala, dodatku močila, ali i o samoj kemijskoj strukturi prirodnog bojila. Kod bojadisanja i tiska s prirodnim bojilima karakteristični su blagi tonovi, također za njih je karakteristično veliko odstupanje između stvarnog doživljaja i objektivnih mjerenja.

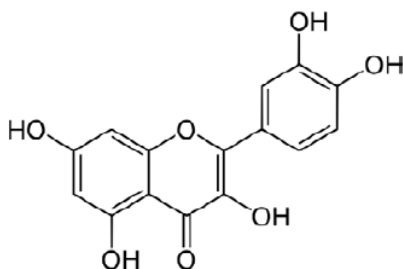


SI. 17. Shematski prikaz stvaranja liganada: vlakno, metalni ion i prirodno bojilo [26]

2.7. Biljke korištene u radu

2.7.1. Luk

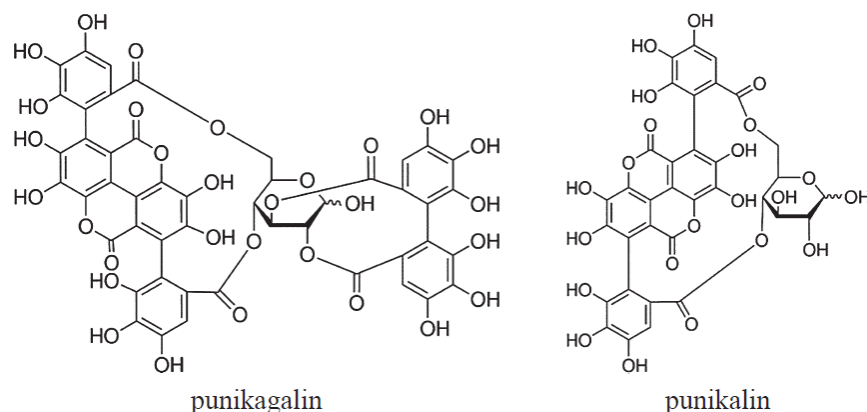
Luk (*Allium cepa* L.) podrijetlom je iz Bliskog Istoka i Azije, a smatra se da njegov uzgoj traje već preko 5000 godina. On je začinska biljka, nikse kalorične vrijednost. Bogat je sumporom i od toga potječe njegov karakterističan miris [27]. Bio je iznimno popularan u medicinskim krugovima gdje se koristio za liječenje niza bolesti, a Grci su ga često konzumirali jer su vjerovali da čisti krv od toksina, što je danas potvrđeno znanstvenim studijama. Sastoji se od 89% vode, 9% ugljikohidrata, 1,7% vlakana te minerala, proteina i masti, a dobar je izvor i vitamina C, B6, folne kiseline, kalija i mangana. Ljuske luka bogate su flavonoidima, a najzastupljeniji je kvercetin (slika 18) te od njih dobivamo bojila žutog tona [28].



SI. 18. Kemijska struktura kvercetina [26]

2.7.2. Nar

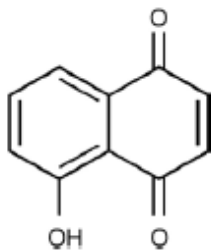
Nar/mogranj (*Punica granatum L.*) niže je stablo iz porodice mogranja koji naraste i do 4 metra visine. Raste na području Mediterana, Azije, Australije i Južne Amerike. Cvate u lipnju i srpnju. Plod je velik, okrugli i sadrži brojne crvene sjemenke koje su skupljene u gromade, a međusobno su ograđene bijelom pregradom. Dobra je medonosna biljka, pčene skupljanu nektar i pelud. Sjemenke su ukusne, kiselkaste, ali su bogate vitaminom C [29]. Na slici br. 19 prikazane su kemijske strukture taninskih derivata u kori nara.



Sl. 19. Kemijske strukture taninskih derivata u kori nara [26]

2.7.3. Orah

Orah (*Juglans regia L.*) biljka je iz porodice orahovki. Stablo može narasti do 40 metara, listovi su aromatičnog mirisa, a kora je srebrna. Plodovi se nalaze unutar velikih zelenih sfera koje mogu biti veličine do 5 centimetara. Unutar njih nalazi se tvrda ljuska u kojoj se nalazi ukusna sjemenka. Plodovi su bogati omega – 3 masnim kiselinama, sadrže antioksidanse, vitamin B, E i K, ali i minerale poput kalcija, magnezija i željeza. Također i orah ima određena ljekovita svojstva poput poboljšavanja kognitivnih sposobnosti, štiti organizam od upala, ali i štiti mozak i srce [30]. Orahove ljuske i mlado lišće sadrže juglon, ali i druge kromofora kao što su tanini (slika 20).



Sl. 20. Kemijska struktura juglona [26]

2.8. Reologija i ugušćivači

Reologija je grana fizike, opisuje deformaciju i ponašanje tečenja bilo koje vrste materijala. Potječe od grčke riječi 'rhei' što znači 'teći'. Obuhvaća viskoznost, elastičnost i plastičnost.

Ugušćivači igraju veliku ulogu u formuliranju tiskarskih pasta. Kroz različita reološka svojstva osiguravaju oštre i čiste uzorke, sprječavaju migraciju boja, homogenu raspodjelu tiskarske paste na situ te ravnomjerni protok kroz sito. Najčešći ugušćivači koji se koriste su na bazi polisaharida i njihovih derivata, a sami odabir ugušćivača ovisi o vrsti materijala, uvjetima tiska i bojilom koje se koristi za tisak. Ovisno o kemijskoj strukturi samih ugušćivača, bojilo može reagirati s ugušćivačima i stvarati komplekse ili izazvati kemijsku reakciju koja može uzrokovati varijaciju reoloških svojstava tiskarske paste.

Natrijev alginat vrlo je važan kao ugušćivač jer ima dobru topljivost, čak i nakon fiksiranja materijala na visokoj temperaturi. Posebno su važni zbog reaktivnih bojila jer je interakcija mala zbog odsutnosti hidroksilnih skupina i zbog odbojnosti aniona boje od strane ioniziranih karboksilnih skupina polimera u lužnatom mediju. Alginatni film nakon sušenja i fiksacije bojila lako se ispituje, pa se manje boje uklanja tijekom pranja. Zbog visoke cijene i ograničene ponude, potrebno je pronaći alternativu za alginat. Neke od alternativa koje su se pokazale dobro su derivati celuloze: guar i šrob. S obzirom na cijenu, najpovoljniji prirodni ugušćivač je guar guma.

Karboksimetilceluloza dobila je na važnosti u tekstilnoj industriji zbog svoje lake topivosti i izvrsnih svojstava stvaranja filma. Stabilan je i u kiselom i lužnatom mediju te se koristi s raznim bojilima [31].

Ugušćivač je najosnovniji i najodgovorniji sastojak svake tiskarske paste, on omogućuje nanošenje bojila i dodataka na tekstilni materijal. U tiskarskoj pasti ne smije doći do kemijske reakcije između komponenata tiskarske paste. U tiskarskoj pasti, i ugušćivači i dodaci djeluju kao

pomoćna sredstva, odnosno poboljšavaju vezivanje bojila s vlaknima. Oni osiguravaju maksimalni iskorištenje bojila, ali su također i odgovorni za stabilnost tiskarske paste i za konačan izgled bojila.

Njegova najvažnija svojstva:

- Djeluje kao mehanički nosilac bojila i dodataka
- Savladava kapilarne sile tkanine
- Zadržava bojilo i ostale sastojke tiskarske paste u homogenoj cjelini [32]

2.8.1. Ugušćivači korišteni u radu

Za sitotisak prirodnim bojilima odabrana su dva ugušćivača:

- Prisulon DCA 90
- Britanska guma

Prisulon DCA 90, CHT, ugušćivač je prirodnog podrijetla, odnosno eter guara. Njegova svojstva su: stabilan na elektrolite, lako se ispire, oštri obrisi, visoka čistoća [33]. Ugušćivač je praškasti te je pogodan za sve vrste tkanina.

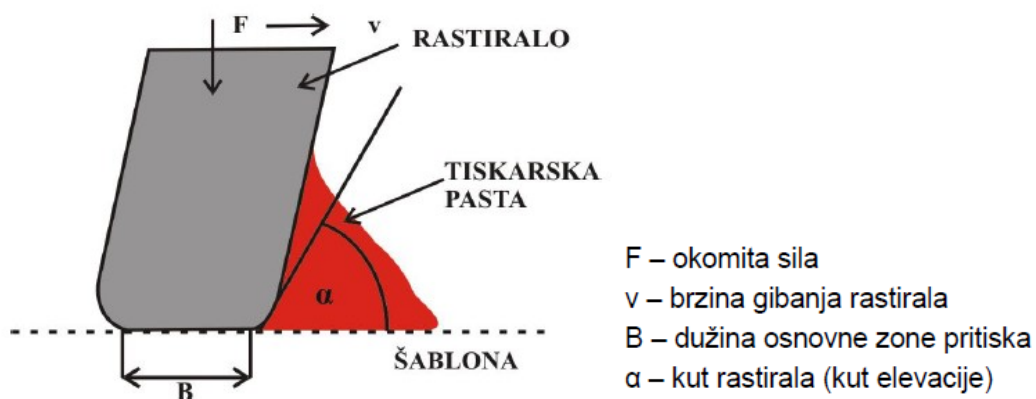
Britanska guma, Santosh, modificirani je škrobni prah koji se koristi u tekstilnoj industriji za tekstilni tisak, a ima dobro prijanjanje i sjaj te se brzo suši. Njegova svojstva su: djeluje kao izvrsno vezivo za pigmenti tisak, lako se uklanja pranjem, ne utječe negativno na opip gotovog proizvoda, koristi se u lužnatom mediju za tiskarsku pastu [34].

2.9. Tekstilni tisak

Tisak je proces mjestimičnog bojadisanja, odnosno bojilo se mjestimično nanosi na tkaninu u određenom dizajnu. Smatra se najraznovrsnijom i najznačajnijom metodologijom primjene bojila i dizajna na tekstilstvu. Tisak seže iz davnina, a dokazi su pronađeni dijelovi pamučne tkanine koja je bojana prirodnim pigmentom dobivenom od biljke broć, čak 3000 godina prije Krista. U Kini se razvio proces bojanja svile, od tamo i potječe tehnika tiska rezbarenim šablonama razvijena za papir (ubrzo je prenesena na svilu).

Osnovne tehnike tiska su komadni sitotisk, kontinuirani sitotisk, rotacijski sitotisk i digitalni tisk. Tehnika koje je korištena u ovom radu je sitotisk.

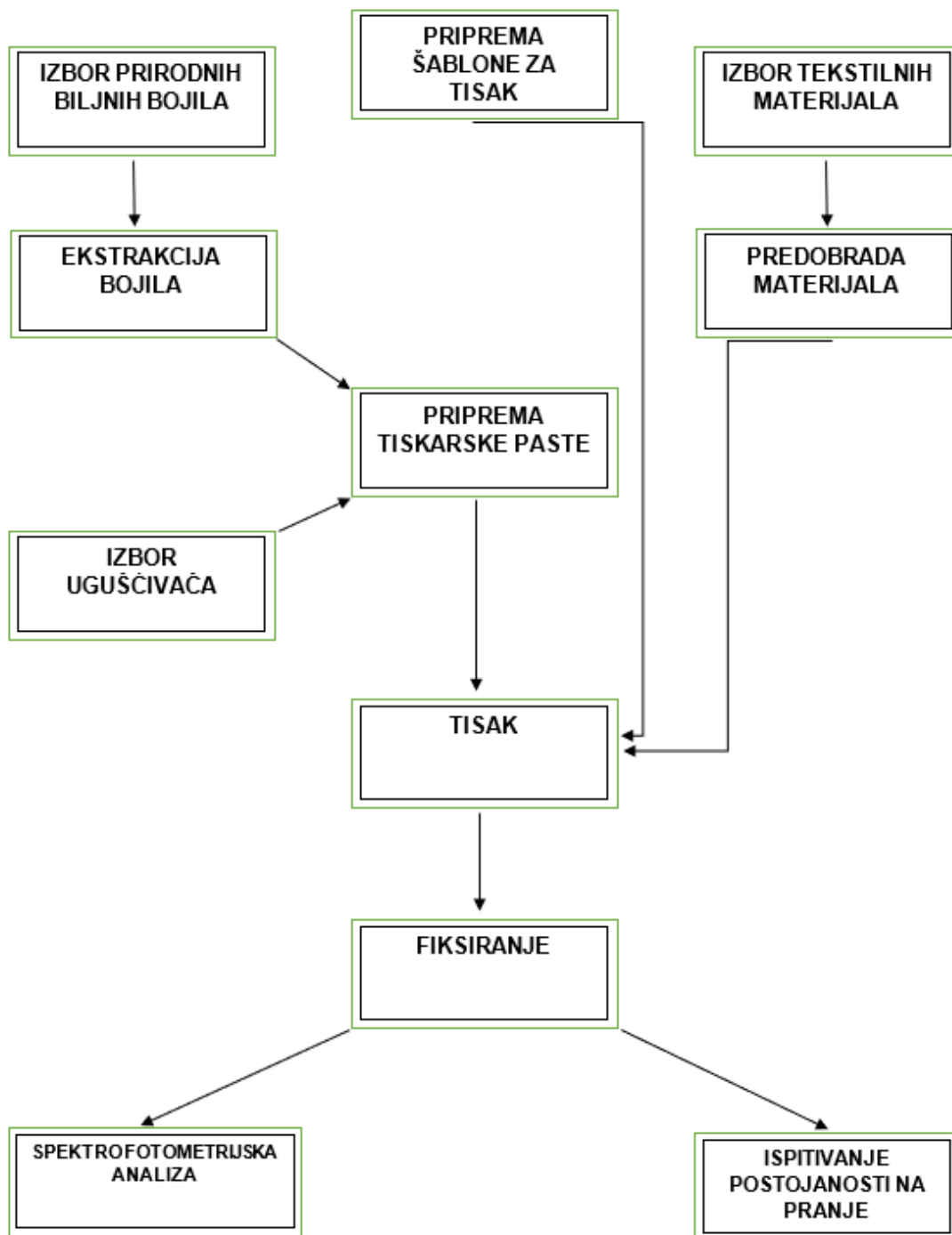
Osnovni alati za tisk su podloga, rastiralo, sito i šablona. Podloga je čvrsti dio na koji se stavlja tekstilni materijal koji se tiska, ona može biti statična ili pomična. Podloga treba biti periva, ne smije upijati vodu i mora osigurati dobro prijanjanje tekstilnog materijala. Pomoću rastirala (slika 21.) se protiskuje tiskarska pasta kroz šablona na tekstilni materijal. Postoji klasično i magnetsko rastiralo, a pritisak rastirala na podlogu ovisi o samoj finoći uzorka koji se tiska. Sito se izrađuje od PA ili PES materijala i konstruirana su poput fine mreže. Mora biti propusno za tiskarsku pastu koja služi kao nosač blokirajućih emulzija. Finoća sita ovisit će o veličini otvora sita ali i o promjeru PA ili PES vlakna. Šablona je tiskovna forma s definiranim dizajnom kroz koju se potiskuje tiskarska pasta. Na taj način se prenosi željeni uzorak na tekstilni materijal.



SI. 21. Mehanizam otiska kroz šablona [32]

3. EKSPERIMENTALNI DIO

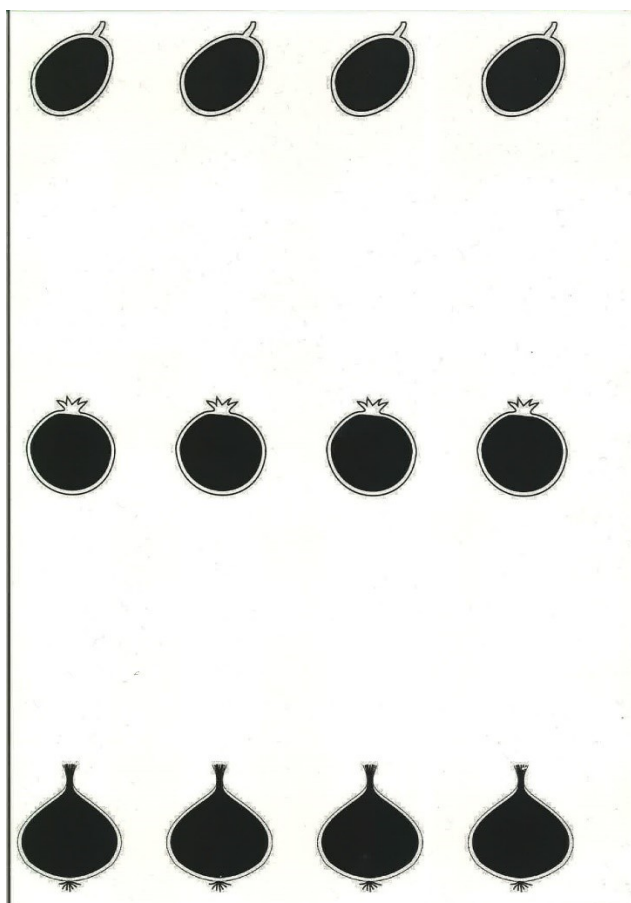
Eksperimentalni dio rada realiziran je u sljedećim fazama (slika 22):



SI.22. Shematski prikaz eksperimentalnog dijela

3.1. Priprema šablone za sito tisk

Pripremljeno i oprano sito se premazuje fotoemulzijom te se osvjetljava preko folija na kojima je crnom bojom iscrtan uzorak koji će se tiskati. Fotoemulzija se polimerizira na mjestima prolaza svjetlosti. Na mjestima gdje je prolaz svjetlosti bio blokiran, fotoemulzija se ne polimerizira i ne fiksira se za sito nego se ispire mlazom vode. Tako pripremljena šablona spremna je za tisk. Slika 23 prikazuje predložak za izradu ravne šablone koja se koristila u ovom radu.



Sl. 23. Predložak za izradu ravne šablone

3.2. Izbor prirodnih biljnih bojila

Biljke korištene za pripremu biljnih ekstrakata su luk, nar i orah. Karakteristike korištenih biljaka opisane su u poglavlju 2.7.



Sl. 24. Kora luka [35]



Sl. 25. Kora nara [36]

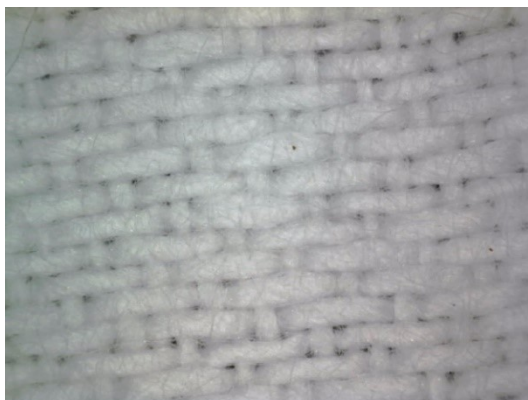


Sl. 26. Kora oraha [37]

3.3. Izbor tekstilnih materijala

U radu je korištena tekstilna tkanina sirovinskog sastava 100% pamuk, 100% vuna i 100% svila.

3.3.1. Pamuk

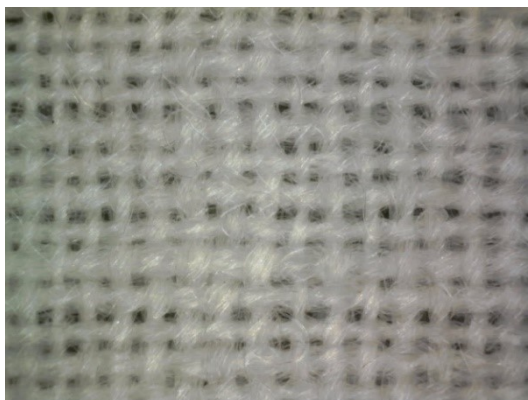


Sl. 27. Uzorak pamuka snimljen Dino-Lite-om

Tab. 2: Karakteristike pamučnog materijala

Karakteristike	Pamuk
Plošna masa (g/m ²)	191,45
Gustoća osnove (broj niti/cm)	26
Gustoća potke (broj niti/cm)	25

3.3.2. Vuna



Sl. 28. Uzorak vune snimljen Dino-Lite-om

Tab. 3: Karakteristike vunenog materijala

Karakteristike	Vuna
Plošna masa (g/m ²)	118,16
Gustoća osnove (broj niti/cm)	22
Gustoća potke (broj niti/cm)	22

3.3.3. Svila



Sl. 29. Uzorak svile snimljen Dino-Lite-om

Tab. 4: Karakteristike svilenog materijala

Karakteristike	Svila
Plošna masa (g/m ²)	71,2
Gustoća osnove (broj niti/cm)	69
Gustoća potke (broj niti/cm)	61

3.4. Predobrada materijala

3.4.1. Plazma

U ovom radu, za obradu tekstilnih materijala, koristila se niskotlačna argonova plazma.

Prije same obrade plazmom, uzorci pamuka, vune i svile predušeni su na 60°C u trajanju od 24 sata kako bi se uklonio višak vlage s materijala te kako bi se ubrzao sami proces postizanja niskog radnog tlaka. Obrade su provedene na niskotlačnom plazma uređaju tipa Nano LF-40kHz, tt. Diener Electronic GmbH. Ovaj tip plazme ima niskofrekventni generator frekvencije 40 kHz, maksimalnu snagu 1000 W, raspon plina od 0,1 do 10 mbara, dok je protok plina 400 cm³/min. Vrijeme obrade je podesivo i varira o željenim učincima, ali i o vrsti uzorka koji se obrađuje. Slika 30 prikazuje niskotlačnu plazmu koja pamučni materijal obrađuje s argonom.



Sl. 30. Niskotlačna plazma

Nakon predušenja materijala, svakom materijalu smo ispitali hidrofobnost s Testom kapi. Na svaki materijal, kapnuli smo kap vode te smo mjerili vrijeme koliko je potrebno da materijal upije tu kap vode. Slika 31 prikazuje materijal od vune koji nije upio kap vode što znači da je materijal hidrofoban. Nakon obrade materijala s plazmom, on postaje hidrofilan.



Sl. 31. Hidrofoban materijal vune prije obrade plazmom

Prije samog procesa sito tiska, materijali pamuka, vune i svile predobrađivali smo plazmom kako bi osigurali čistoću materijala, hidrofilnost i bolje kvašenje materijala. U tablici 5 prikazani su uvjeti koji su korišteni prilikom predobrade materijala niskotlačnom argonovom plazmom, dok su u tablici 6 prikazani inicijalni i radni tlakovi za svaki obrađeni materijal.

Tab. 5: Uvjeti predobrade niskotlačnom plazmom

Plin	Argon
Snaga, P	300 W
Vrijeme, t	5 min
Protok, q	50%, 200 cm ³ /min
Inicijalni tlak, p	0,2 mbar
Radni tlak, p	0,3 mbar

Tab. 6: Inicijalni i radni tlak za različite materijale

	Pamuk	Vuna	Svila
Inicijalni tlak	0,20 mbar	0,20 mbar	0,20 mbar
Radni tlak	0,30 mar	0,28 mbar	0,28 mbar

3.4.2. Kationiziranje

Za kationiziranje korištena su sljedeća sredstva: 24% natrijev hidroksid (NaOH) i kationski reaktivni poliamonijev spoj tvrtke CHT – Bezema Rewin OS. Rewin OS je svijetložuta prozirna kapljevina koja ima kationski karakter, a mu je pH 4-5. Koristi se za oplemenjivanje celuloznih vlakana sa svrhom poboljšanja postojanosti na pranje.

Tab. 7: Receptura za kationiziranje pamuka

Receptura za kationiziranje pamuka	
Masa materijala	398,74 g
Volumen kupelji	3,98 L
Volumen Rewin OS	199,37 mL
Volumen NaOH	99,68 mL

Uzorci se obrađuju na 90°C, 45 minuta u aparatu za oplemenjivanje i bojadisanje Mathis, Turbomat P4502, te se peru na način:

- Vruća destilirana voda
- Mlaka destilirana voda
- Hladna destilirana voda
- Octena kiselina (neutralizacija, 15 minuta)
- Hladna tvrda voda x4
- Hladna destilirana voda x2

Nakon procesa pranja, uzorci se suše na zraku te su spremni za korištenje.

3.5. Ekstrakcija bojila

Biljke koje su se koristile za pripremu pigmenata su:

- Nar
- Luk
- Orah

Ekstrakcija bojila provedena je u mekoj vodi, na 100°C u vremenu od 60 minuta. Kupelj je ohlađena te je odstajala 12 sati prije dekantiranja. Slika 33 prikazuje ekstrakciju bojila prije i nakon

dekantiranja. Iz tako pripremljenih bojila, u sušioniku je isparavala voda oko 12 sati te su nastali kristalići biljnih ekstrakata koji su se koristili u tiskarskim pastama. Tablica 8 prikazuje recepturu za izradu biljnog ekstrakta luka.

Tab. 8: Receptura za dobivanje ekstrakta luka

Biljka: luk	
Masa biljke	56 g
Volumen vode	2,5 L
Temperatura	100 °C
Vrijeme	60 min



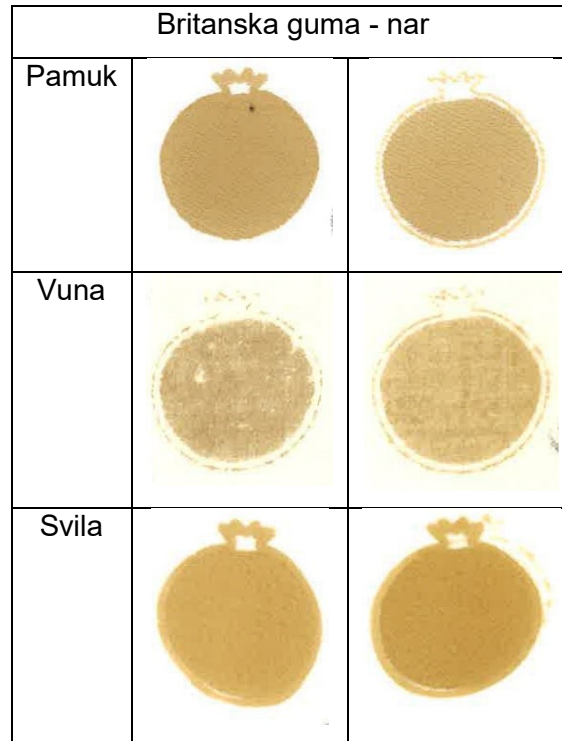
Sl. 32. Ekstrakcija bojila luka

3.6. Izbor ugušćivača

Preliminarna ispitivanja provedena s oba ugušćivača. Nakon analize preliminarnih ispitivanja, eliminiran je matični ugušćivač Britanska guma.

U tablici 9 prikazani su rezultati dobiveni tiskani s tiskarskom pastom u kojem je matični ugušćivač Britanska guma, dok je pigment nar. Na temelju ovih rezultata, i rezultata reologije, Britanska guma kao matični ugušćivač je odbačena. Uzorci su tiskani na pamuku, vuni i svili te nisu pokazali zadovoljavajuće rezultate. Vidljivo je kako je u procesu sitotiska došlo do razlijevanja tiskarske paste po tekstilnom materijalu te se nije mogla postići dobra oštrina otiska, odnosno tanke linije.

Tab. 9: Uzorci otisnuti s britanskom gumom kao matičnim ugušćivačem



3.7. Priprema tiskarske paste

Za izradu tiskarske paste izabran je ugušćivač trgovačkog naziva Prisulon DCA 90. U tablici 10 prikazana je receptura tiskarske paste na 100 g matičnog ugušćivača. U tiskarsku pastu se po potrebu dodavala voda, kako bi se biljni pigment otopio (2-3 mL).

Tab. 10: Receptura tiskarske paste

Tiskarska pasta na bazi ugušćivača Prisulon DCA 90	
Sastojak	Masa [g]
matični ugušćivač	100
pigment	2
urea	0,5
glicerol	0,2

Tisak je proveden pri različitim pH vrijednostima: 5, 7 i 10.

pH je podešen uz dodatak:

- pH 5 – octena kiselina (CH_3COOH), 2,5 g na 100 g MU
- pH 10 – natrijev karbonat (Na_2CO_3), 0,5 g na 100 g MU

3.8. Fiksiranje

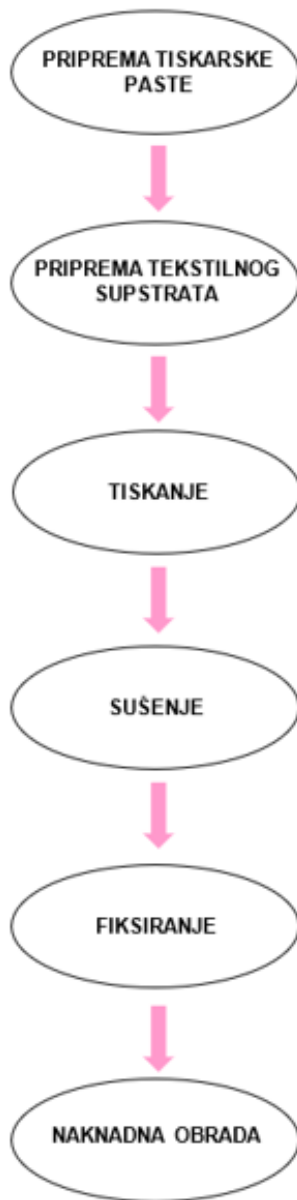
Uvjeti fiksiranja definirani su nakon preliminarnih ispitivanja koji su provedeni fiksiranjem parom i termoprešom. Vrijeme fiksiranja parom iznosilo je 90 minuta, dok je probno ispitivanje fiksiranja termoprešom provedeno na 120°C i 120 sekundi. Zadovoljavajući rezultati fiksiranja postignuti su termoprešom (slika 33.) i to na 120°C u trajanju od 300 sekundi.



Sl. 33. Termopreša [38]

3.9. Tisak

Na sljedećoj shemi prikazane su faze tiskanja.



Sl. 34. Shematski prikaz faza tiskanja

3.10. Spektrofotometrijska analiza

Spektrofotometrijsko ispitivanje uzoraka vršilo se na spektrofotometru Datacolor 850. Pomoću programa DataColor Tools definirane su vrijednosti spektralnih karakteristika, a to su svjetlina L^* , zasićenost C^* , ton h° i ukupna razliku u boji dE prema CIEL*a*b* sustavima.

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

Gdje je:

dL^* - razlika u vrijednosti svjetline

dC^* - razlika u vrijednosti kromatičnosti

dh - razlika u vrijednosti tona



Sl. 35. Spektrofotometar Datacolor 850

3.11. Ispitivanje postojanosti na pranje

Ispitivanje postojanosti na pranje provodilo se u uređaju za procese mokrog oplemenjivanja i bojadisanja Mathis, Turbomat P4502.

Pranje je provedeno s 0,5 g/L sredstva za pranje Kemopon 30 (Kemo, Zagreb) na 30°C i 30 minuta.



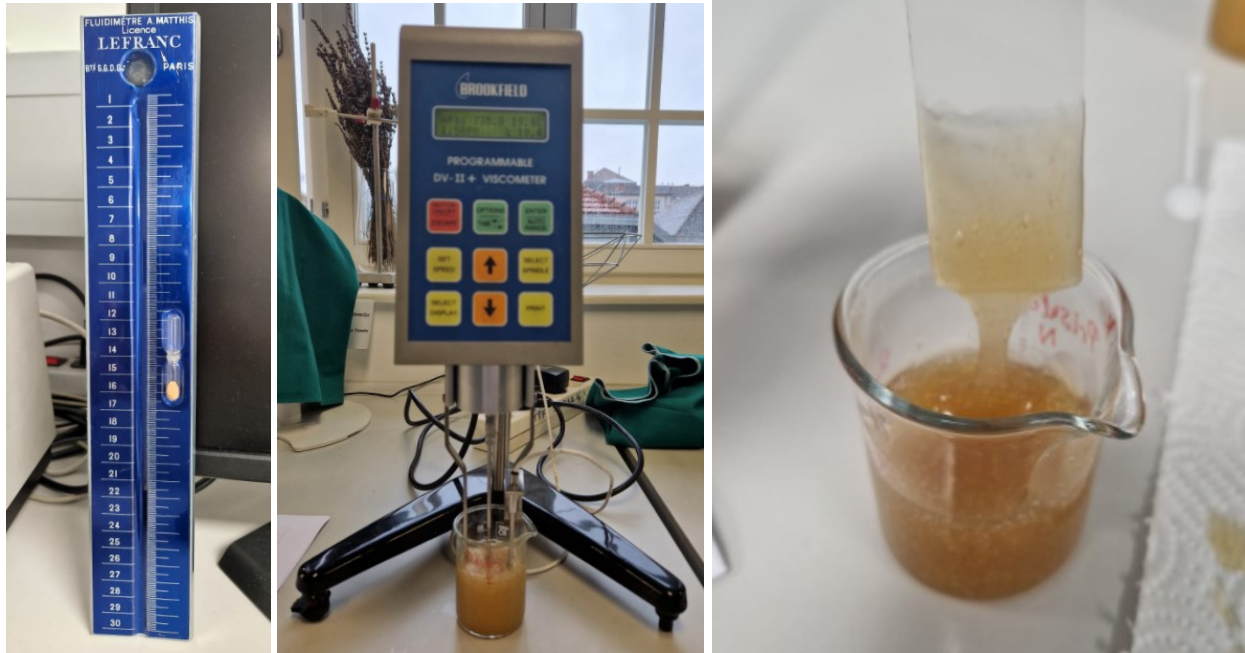
Sl. 36. Uređaj za oplemenjivanje i bojadisanje, Mathis

4. REZULTATI

4.1. Reološka svojstva ugušćivača

U ovom radu, reološka svojstva ispitana su za ugušćivač Prisulon DCA 90 i Britanska guma. Svojstva koja su ispitana su fluidnost, rastezljivost i viskoznost.

Viskoznost je ispitana na uređaju viskozimetar, DV II+, Brookfield, SAD.



Sl. 37. Ispitivanje fluidnosti, viskoznosti i rastezljivosti

Tab. 11: Fluidnost ugušćivača Prisulon DCA 90

FLUIDNOST (cm)	UGUŠĆIVAČ – PRISULON		
	pH 5	pH 7	pH 10
1.	0	0	0
2.	0	0	0
3.	0	0	0
4.	0	0	0
5.	0	0	0
Σ	0	0	0

Tab. 12: Fluidnost ugušćivača Britanske gume

FLUIDNOST (cm)	UGUŠĆIVAČ – BRITANSKA GUMA		
	pH 5	pH 7	pH 10
1.	18,5	15,5	16,5
2.	18,2	17,5	16,8
3.	17,9	16,0	15,0
4.	17,5	16,5	17,0
5.	18,2	16,2	17,2
Σ	18,06	16,34	16,5

Tab. 13: Rastezljivost ugušivača Prisulon DCA 90

RASTEZLJIVOST (cm)	UGUŠIVAČ - PRISULON		
	pH 5	pH 7	pH 10
1.	5,0	4,5	5,0
2.	4,8	5,0	4,8
3.	5,0	4,8	4,8
4.	4,7	4,8	4,8
5.	5,0	4,0	5,0
Σ	4,9	4,62	4,88

Tab. 14: Rastezljivost ugušivača

Britanske gume

RASTEZLJIVOST (cm)	UGUŠIVAČ – BRITANSKA GUMA		
	pH 5	pH 7	pH 10
1.	0	0	0
2.	0	0	0
3.	0	0	0
4.	0	0	0
5.	0	0	0
Σ	0	0	0

Tab. 15: Viskoznost ugušivača Prisulon DCA 90

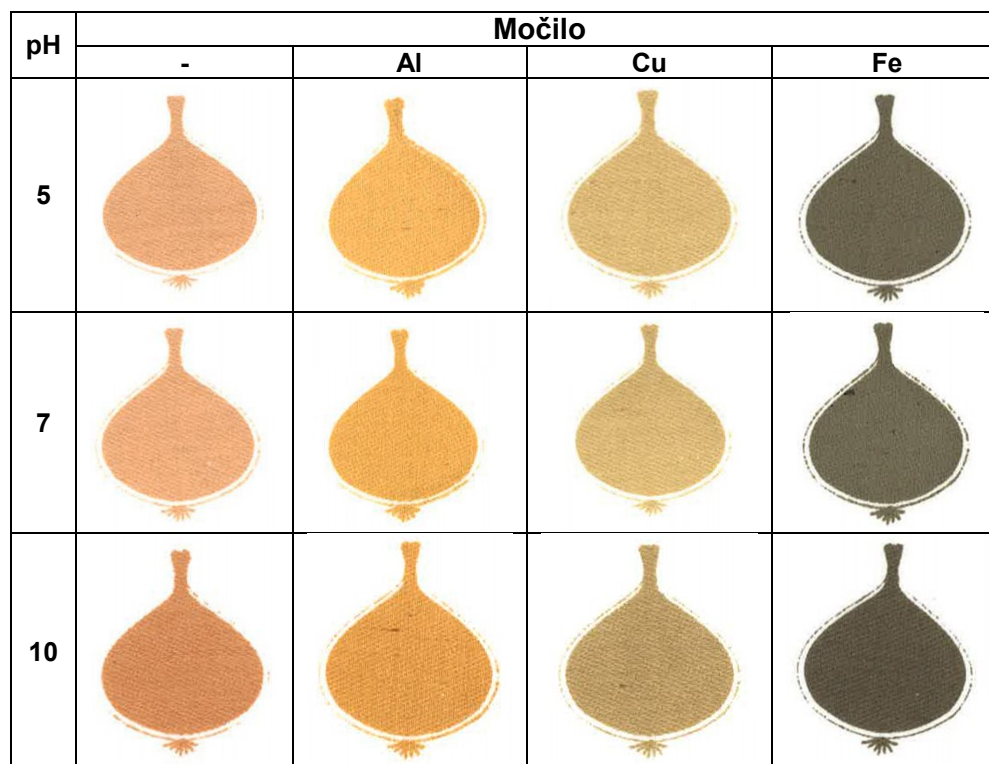
RPM	UGUŠIVAČ – PRISULON								
	pH 5			pH 7			pH 10		
	η /mPas	τ /%	T/°C	η /mPas	τ /%	T/°C	η /mPas	τ /%	T/°C
0,3	439,9	2,1	19,7	379,9	1,9	19,9	419,9	2,1	20,1
0,6	539,9	5,5	19,7	459,9	4,6	20,0	579,9	5,7	20,2
1,5	515,9	12,9	19,8	387,9	9,7	20,0	515,9	12,9	20,2
3	433,9	21,6	19,8	323,9	16,3	20,1	441,9	22,1	20,2
6	355,9	35,7	19,9	267,9	26,9	20,1	365,9	36,6	20,3
12	283,9	56,8	19,9	216,5	43,4	20,1	292,9	58,9	20,3
30	E	E	E	160,9	80,0	20,1	E	E	E
60	E	E	E	E	E	E	E	E	E

Tab. 16: Viskoznost ugušćivača Britanske gume

RPM	UGUŠĆIVAĆ – BRITANSKA GUMA								
	pH 5			pH 7			pH 10		
	η /mPas	τ /%	T/°C	η /mPas	τ /%	T/°C	η /mPas	τ /%	T/°C
0,3	0,0	0,0	17,5	0,0	0,0	17,3	0,0	0,0	18,4
0,6	0,0	0,0	17,6	0,0	0,0	17,4	0,0	0,0	18,5
1,5	0,0	0,0	17,6	0,0	0,0	17,4	0,0	0,0	18,5
3	0,0	0,0	17,7	0,0	0,0	17,4	0,0	0,0	18,6
6	0,0	0,0	17,9	0,0	0,0	17,5	0,0	0,0	18,7
12	0,0	0,0	17,9	0,0	0,0	17,5	0,0	0,0	18,8
30	0,2	0,1	18,1	0,8	0,4	17,6	0,8	0,4	18,8
60	0,6	0,6	18,1	1,0	1,0	17,7	1,0	1,0	18,9

4.2. Subjektivna i objektivna karakterizacija otisnutih uzoraka

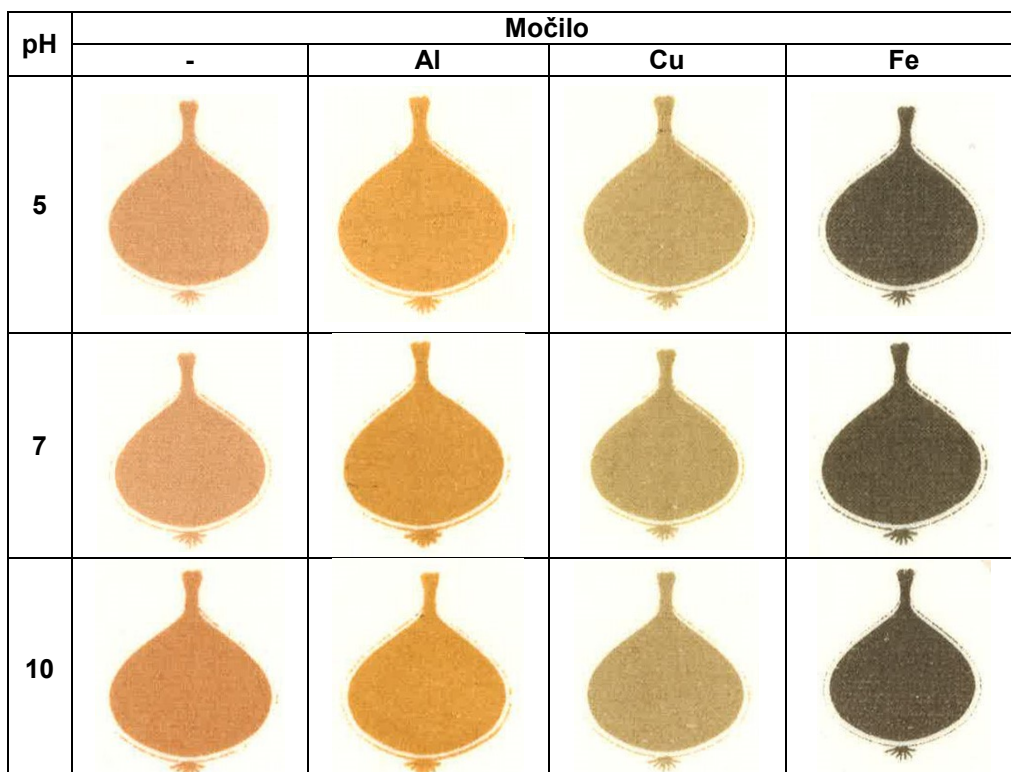
Tab. 17: Otisnuti uzorci pamuk – luk



Tab. 18: Koloristički parametri uzoraka pamuk – luk

Močilo	L*	a*	b*	C*	h°
pH 5					
-	71,03	18,38	24,33	30,49	52,93
Al	74,50	11,39	36,42	38,16	72,63
Cu	66,05	11,38	28,04	30,26	67,92
Fe	48,27	2,21	10,59	10,82	78,23
pH 7					
-	73,04	17,71	23,66	29,56	53,18
Al	70,99	13,34	38,45	40,70	70,86
Cu	66,66	10,31	25,74	27,73	68,18
Fe	50,83	2,03	9,89	10,09	78,39
pH 10					
-	71,03	18,38	24,33	30,49	52,93
Al	69,14	16,85	36,26	39,98	65,08
Cu	63,42	9,03	23,98	25,62	69,36
Fe	42,66	3,00	9,66	10,12	72,75

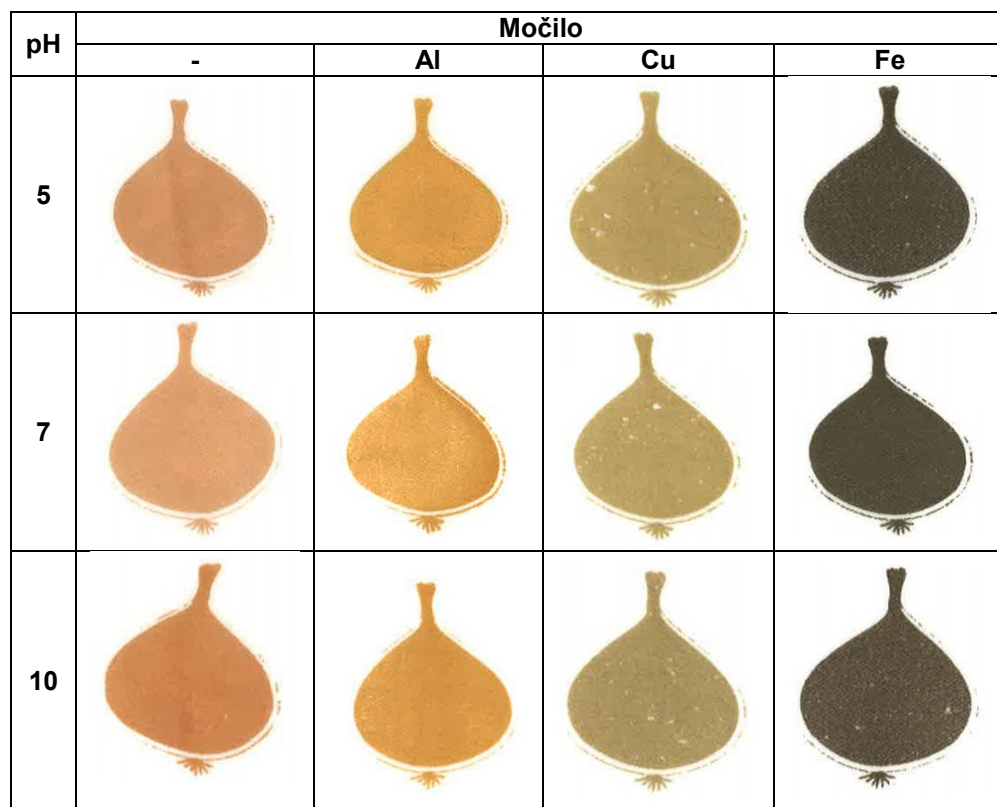
Tab. 19: Otisnuti uzorci vuna – luk



Tab. 20: Koloristički parametri uzoraka vuna – luk

Močilo	L*	a*	b*	C*	h°
pH 5					
-	68,54	18,35	28,97	34,29	57,66
Al	68,93	16,23	43,51	46,44	69,55
Cu	61,87	10,04	26,65	28,48	69,36
Fe	43,28	2,63	10,49	10,81	75,91
pH 7					
-	69,47	17,54	28,20	33,21	58,12
Al	69,92	15,38	42,71	45,40	70,20
Cu	62,30	9,57	26,96	28,61	70,45
Fe	42,99	3,09	11,85	12,25	75,40
pH 10					
-	63,73	22,05	33,87	40,41	56,94
Al	65,43	18,61	46,03	49,65	67,99
Cu	63,69	9,77	28,45	30,08	71,04
Fe	44,78	3,39	12,65	13,10	75,00

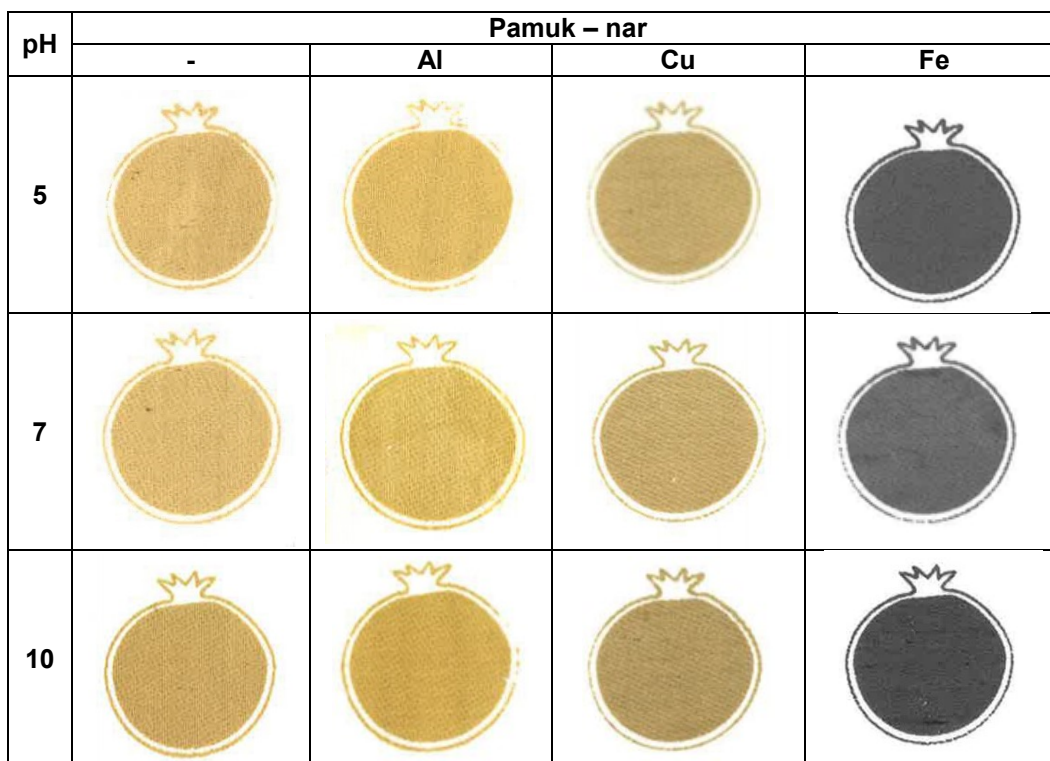
Tab. 21: Otisnuti uzorci svila – luk



Tab. 22: Koloristički parametri uzoraka svila – luk

Močilo	L*	a*	b*	C*	h°
pH 5					
-	63,75	20,48	27,93	34,64	53,75
Al	67,03	16,76	41,94	45,17	68,22
Cu	62,16	9,11	27,31	28,79	71,54
Fe	38,07	2,39	10,05	10,33	76,60
pH 7					
-	67,58	19,11	27,93	33,84	55,62
Al	70,83	14,47	40,64	43,14	70,40
Cu	61,06	8,91	26,69	28,14	71,54
Fe	39,33	2,38	10,24	10,51	76,93
pH 10					
-	60,89	22,03	29,64	36,93	53,38
Al	63,76	18,55	39,48	43,62	64,84
Cu	62,68	6,94	24,07	25,05	73,92
Fe	42,06	3,57	11,22	11,77	72,35

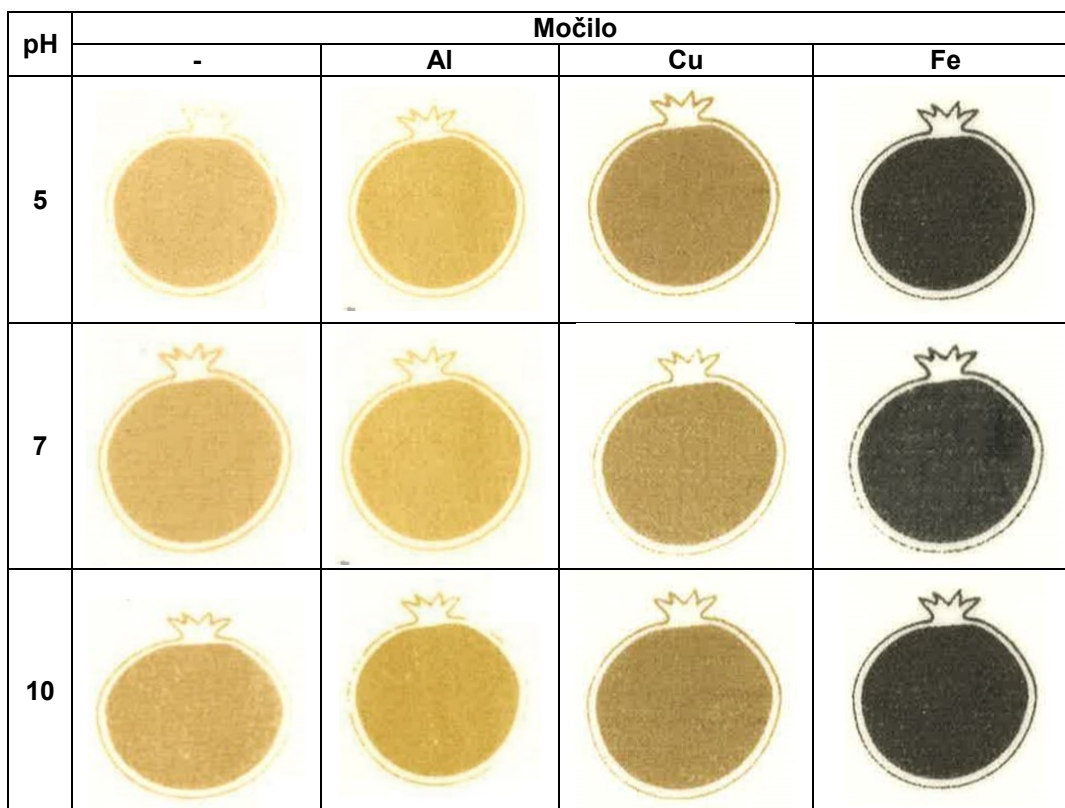
Tab. 23: Otisnuti uzorci pamuk – nar



Tab. 24: Koloristički parametri uzoraka pamuk – nar

Močilo	L*	a*	b*	C*	h°
pH 5					
-	75,65	5,01	30,88	31,29	80,79
Al	75,93	3,69	36,29	36,48	84,20
Cu	63,06	6,23	26,02	26,75	76,54
Fe	45,95	-0,60	4,31	4,35	97,90
pH 7					
-	75,47	5,30	30,62	31,08	80,19
Al	75,22	4,15	37,94	39,16	83,92
Cu	63,75	5,81	25,67	26,32	77,25
Fe	51,30	-0,50	6,16	6,18	94,68
pH 10					
-	70,09	6,90	32,82	33,54	78,12
Al	71,33	5,34	39,66	40,02	82,34
Cu	64,29	5,36	24,24	24,73	77,48
Fe	40,57	0,38	6,11	6,12	86,47













Tab. 25: Otisnuti uzorci vuna - nar



Tab. 26: Koloristički parametri uzoraka vuna – nar

Močilo	L*	a*	b*	C*	h°
pH 5					
-	76,16	4,96	35,53	35,87	82,05
Al	75,24	3,61	44,02	44,17	85,31
Cu	58,42	8,27	28,29	29,48	73,70
Fe	38,37	-0,10	5,28	5,28	91,06
pH 7					
-	74,06	5,98	36,46	36,95	80,68
Al	75,65	3,38	42,64	42,77	85,46
Cu	62,29	7,59	29,90	30,85	75,75
Fe	37,69	-0,05	5,72	5,72	90,45
pH 10					
-	71,86	6,72	36,54	37,16	79,59
Al	71,09	5,24	44,51	44,82	83,29
Cu	60,93	6,35	29,15	29,83	77,70
Fe	34,95	0,56	6,65	6,68	85,22













Tab. 27: Otisnuti uzorci svila – nar

pH	Močilo			
	-	Al	Cu	Fe
5				
7				
10				

Tab. 28: Koloristički parametri uzoraka svila – nar

Močilo	L*	a*	b*	C*	h°
pH 5					
-	74,30	5,85	35,36	35,84	80,61
Al	77,29	2,77	42,96	43,05	86,31
Cu	55,46	6,87	26,98	27,84	75,72
Fe	31,83	0,19	5,58	5,59	88,01
pH 7					
-	70,30	7,77	37,32	38,12	78,25
Al	73,02	4,96	44,81	45,08	83,69
Cu	55,45	6,40	26,83	27,58	76,58
Fe	34,94	0,15	6,32	6,32	88,64
pH 10					
-	69,35	7,74	37,44	38,23	78,32
Al	70,16	5,31	42,77	43,10	82,92
Cu	58,84	4,47	26,29	26,66	80,34
Fe	35,35	0,88	7,12	7,17	82,94

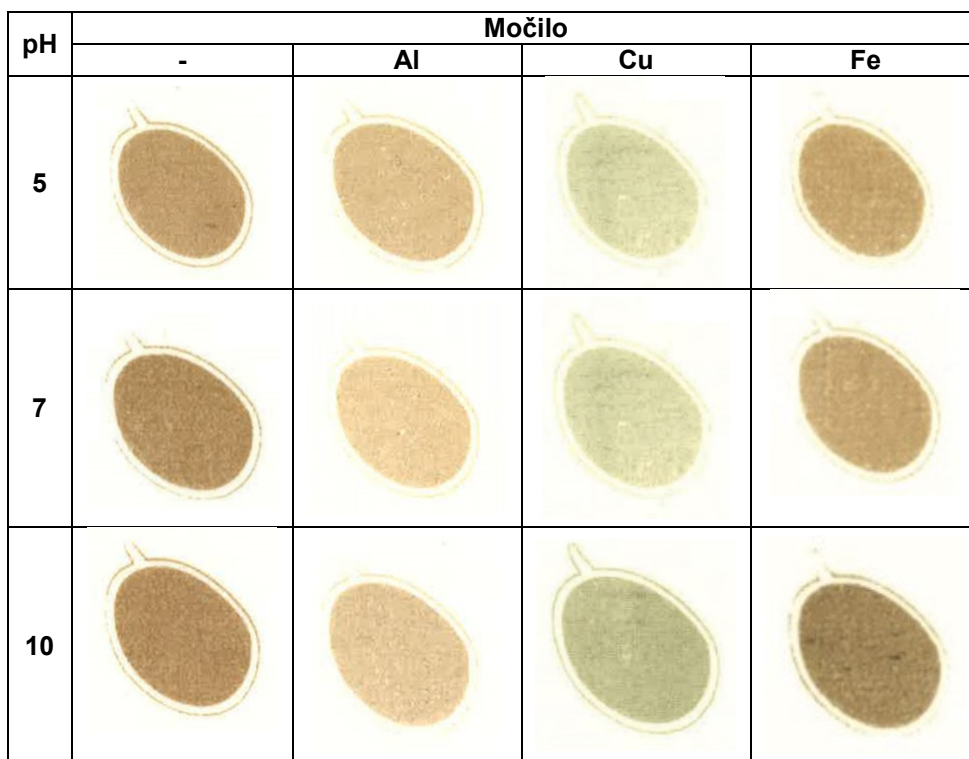
Tab. 29: Otisnuti uzorci pamuk – orah

pH	Močilo			
	-	Al	Cu	Fe
5				
7				
10				

Tab. 30: Koloristički parametri uzoraka pamuk – orah

Močilo	L*	a*	b*	C*	h°
pH 5					
-	67,58	7,80	17,12	18,81	65,51
Al	78,54	5,31	14,35	15,30	69,69
Cu	83,51	-2,14	14,17	14,33	98,59
Fe	71,38	6,82	23,66	24,62	73,93
pH 7					
-	62,89	9,16	19,01	21,10	64,26
Al	80,05	4,96	13,73	14,60	70,13
Cu	81,34	-2,00	15,45	15,58	97,38
Fe	72,36	6,15	21,82	22,67	74,26
pH 10					
-	61,60	8,79	18,24	20,25	64,27
Al	80,15	4,99	13,39	14,29	69,56
Cu	78,35	-2,38	12,70	12,92	100,60
Fe	58,48	4,55	18,60	19,15	76,25

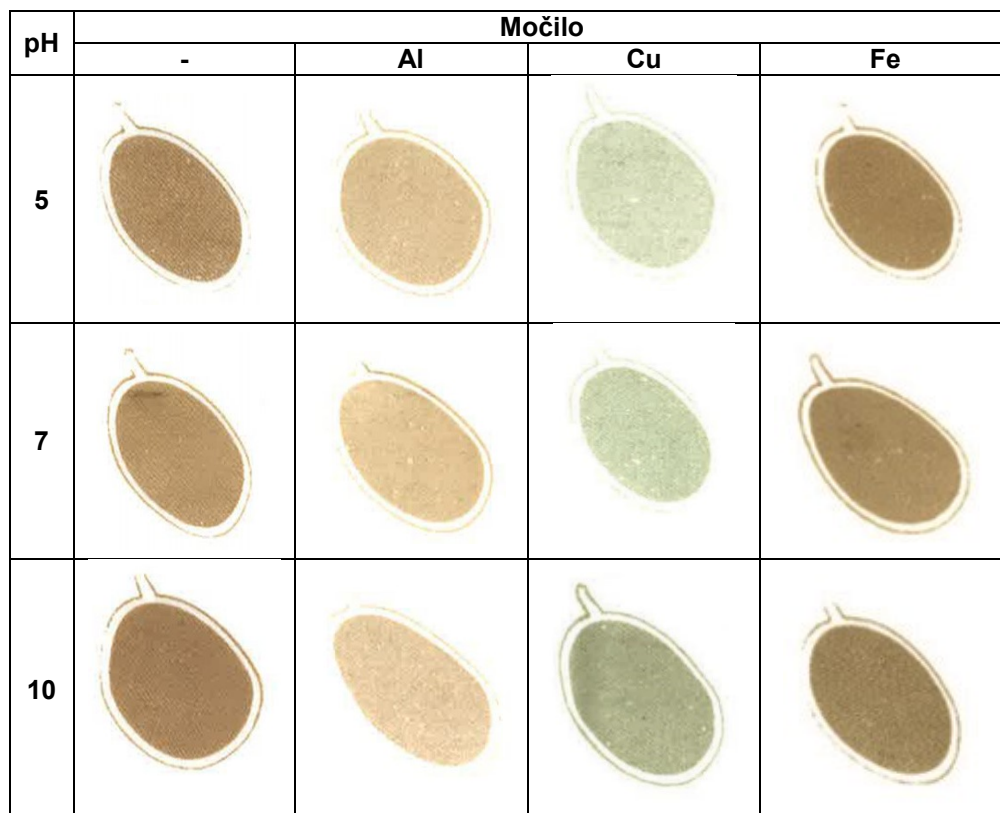
Tab. 31: Otisnuti uzorci vuna – orah



Tab. 32: Koloristički parametri uzoraka vuna – orah

Močilo	L*	a*	b*	C*	h°
pH 5					
-	67,29	7,93	23,37	25,25	71,69
Al	76,33	4,89	23,63	24,13	78,31
Cu	80,60	-2,78	19,53	19,73	98,11
Fe	66,39	6,31	26,62	27,26	76,67
pH 7					
-	63,45	8,73	24,60	26,10	70,45
Al	79,65	3,70	23,34	23,63	80,99
Cu	79,53	-1,91	20,27	20,36	95,37
Fe	67,16	5,74	25,95	26,58	77,53
pH 10					
-	62,95	9,19	24,83	26,47	69,69
Al	77,81	4,23	22,25	22,65	79,24
Cu	73,33	-2,12	19,72	19,83	96,13
Fe	58,84	4,67	23,55	24,01	78,79

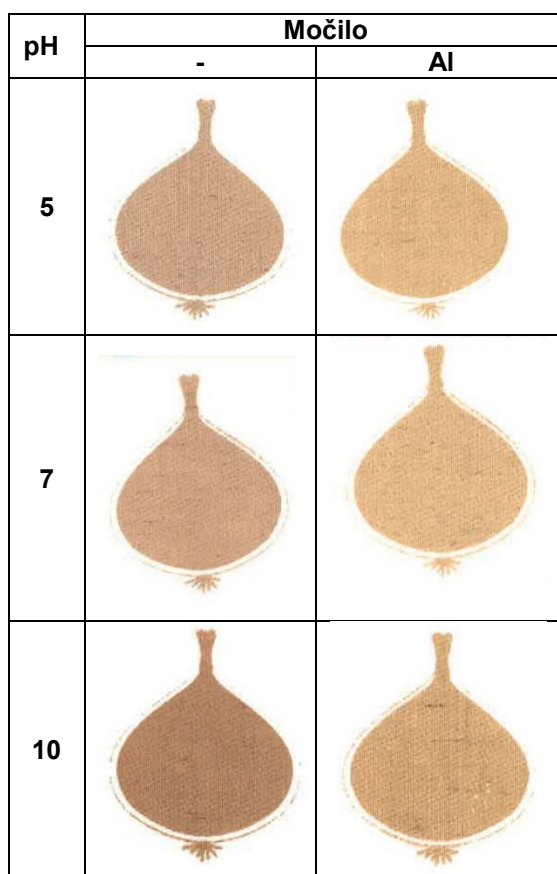
Tab. 33: Otisnuti uzorci svila – orah



Tab. 34: koloristički parametri uzoraka svila – orah

Močilo	L*	a*	b*	C*	h°
pH 5					
-	63,63	8,74	23,43	25,01	69,55
Al	76,55	5,12	22,43	23,01	77,14
Cu	78,77	-4,19	15,15	15,72	105,46
Fe	56,89	6,65	23,51	24,43	74,19
pH 7					
-	63,61	8,39	22,30	23,83	69,37
Al	76,55	5,12	22,43	23,01	77,14
Cu	77,93	-3,87	15,24	15,72	104,26
Fe	59,59	5,96	21,53	22,34	74,53
pH 10					
-	58,84	9,03	21,60	23,42	67,31
Al	78,35	4,63	20,25	20,77	77,11
Cu	72,35	-1,91	15,92	16,04	96,85
Fe	58,95	5,07	22,39	22,95	77,23

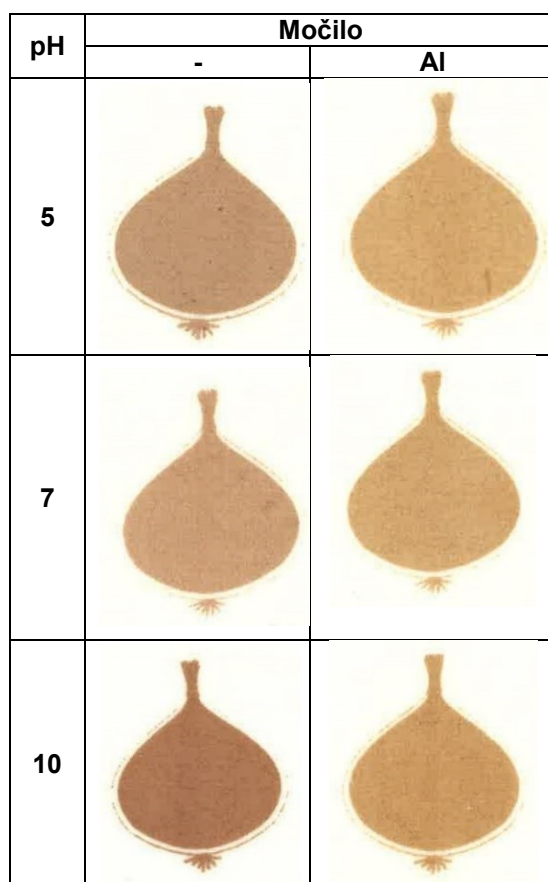
Tab. 35: Otisnuti uzorci na plazmom obrađenom materijalu pamuk – luk



Tab. 36: Koloristički parametri uzoraka plazma - pamuk – luk

Močilo	L*	a*	b*	C*	h°
pH 5					
-	70,11	11,47	14,24	18,29	51,14
Al	75,25	10,38	18,96	21,61	61,30
pH 7					
-	70,15	12,82	14,92	19,67	49,33
Al	74,17	10,73	19,54	22,29	61,23
pH 10					
-	60,30	13,90	17,70	22,51	51,86
Al	70,77	11,63	19,05	22,32	58,60

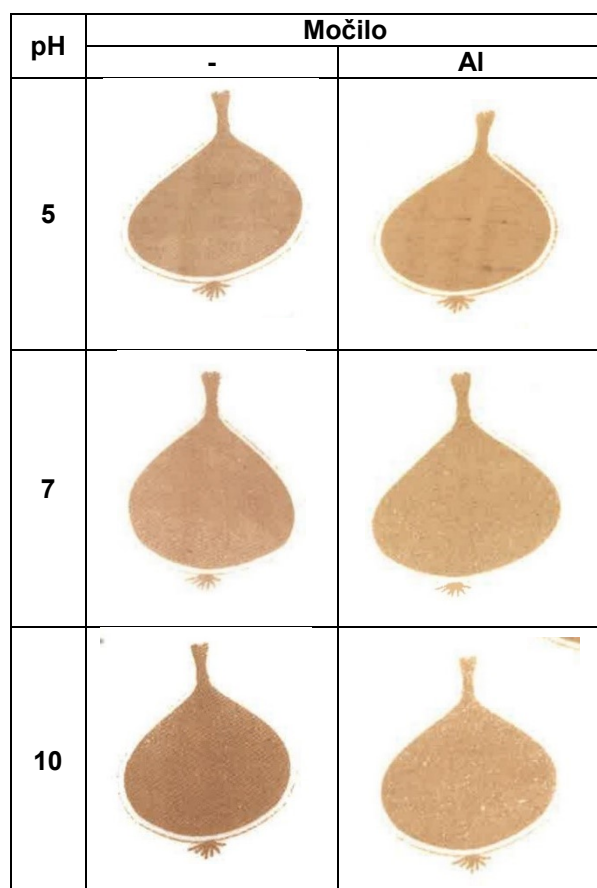
Tab. 37: Otisnuti uzorci na plazmom obrađenom materijalu vuna – luk



Tab. 38: Koloristički parametri plazma - vuna – luk

Močilo	L*	a*	b*	C*	h°
pH 5					
-	64,58	11,48	20,08	23,13	60,24
Al	69,65	11,42	27,71	29,97	67,60
pH 7					
-	66,96	13,02	22,71	26,28	60,17
Al	69,87	11,08	27,09	29,27	67,76
pH 10					
-	56,82	15,21	20,71	25,69	53,71
Al	66,93	12,39	26,95	29,66	65,30

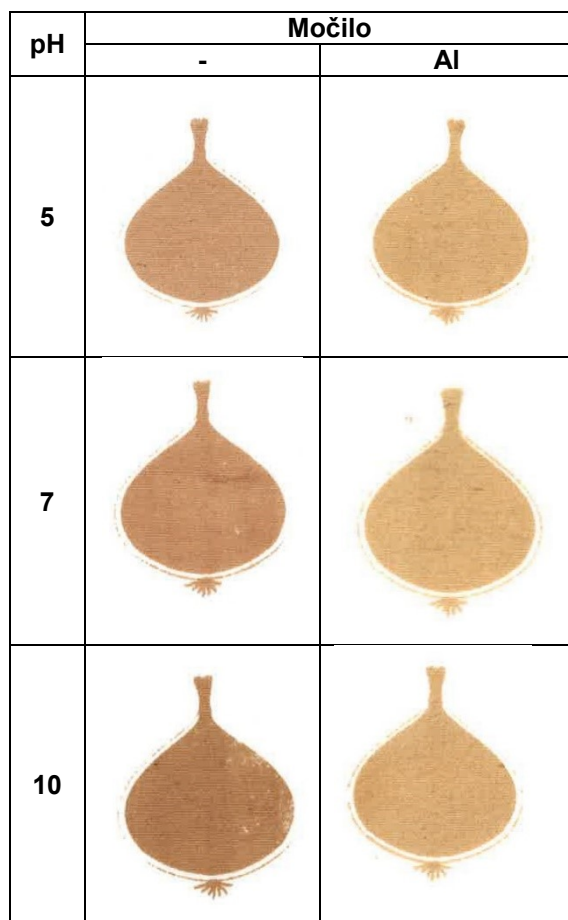
Tab. 39: Otisnuti uzorci na plazmom obrađenom materijalu svila – luk



Tab. 40: Koloristički parametri uzoraka plazma - svila – luk

Močilo	L*	a*	b*	C*	h°
pH 5					
-	66,58	12,85	20,19	23,93	57,52
Al	69,79	10,83	22,78	25,22	64,56
pH 7					
-	68,02	13,53	20,14	24,26	56,11
Al	70,81	10,24	22,89	25,08	65,90
pH 10					
-	60,74	13,46	20,39	24,43	56,57
Al	70,27	10,68	22,02	24,47	64,12

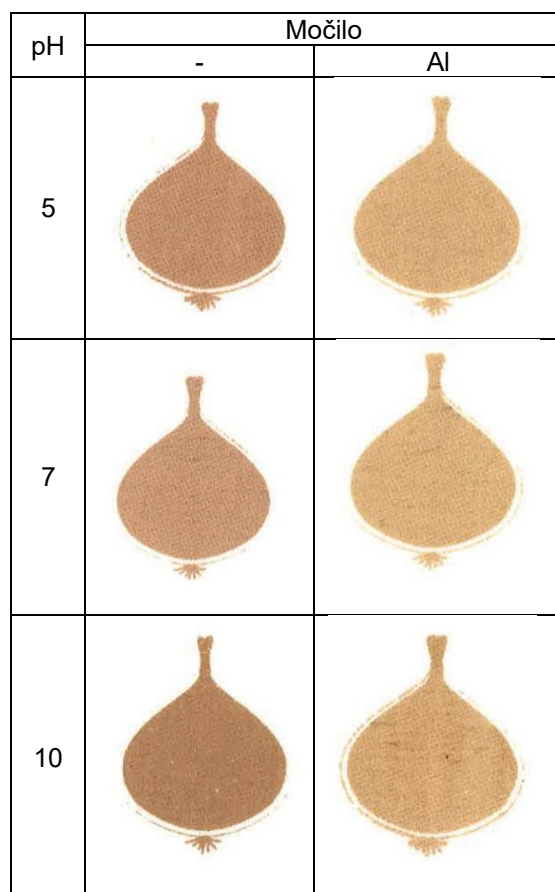
Tab. 41: Otisnuti uzorci na kationiziranom materijalu pamuk – luk



Tab. 42: Koloristički parametri uzoraka kationizirani pamuk – luk

Močilo	L*	a*	b*	C*	h°
pH 5					
-	66,67	14,47	21,17	25,64	55,64
Al	71,96	11,48	25,25	27,74	65,54
pH 7					
-	63,91	16,55	22,23	27,80	53,45
Al	73,72	10,99	26,11	28,33	67,17
pH 10					
-	59,50	15,17	24,01	28,40	57,72
Al	71,67	11,49	25,65	28,11	65,86

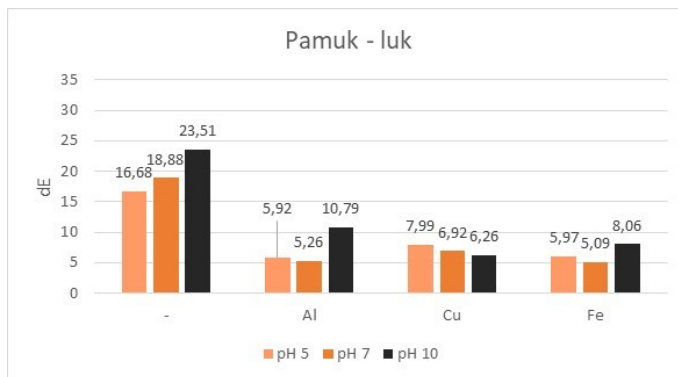
Tab. 43: Otisnuti uzorci na karioniziranom i plazmom obrađenom materijalu pamuk – luk



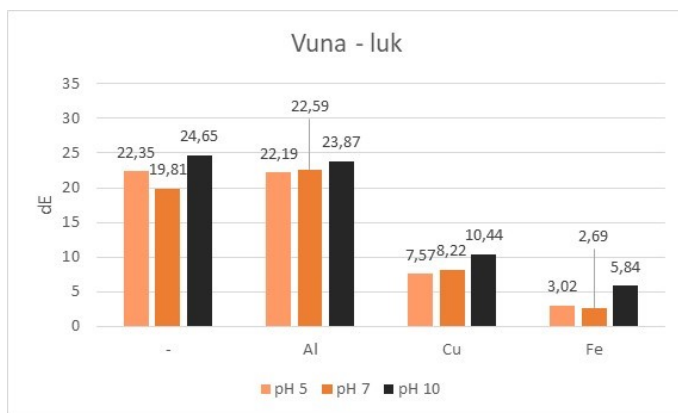
Tab. 44: Koloristički parametri uzorka kationizirani pamuk – plazma – luk

Močilo	L*	a*	b*	C*	h°
pH 5					
-	66,61	14,00	17,83	22,67	51,85
Al	74,69	10,30	19,73	22,25	62,43
pH 7					
-	64,51	15,20	17,88	23,47	49,63
Al	72,22	11,33	22,35	25,05	63,12
pH 10					
-	59,29	14,63	22,62	26,94	57,10
Al	71,34	11,17	20,92	23,71	61,89

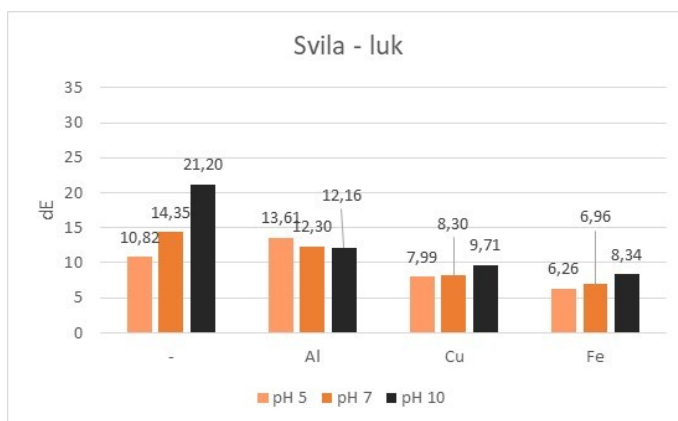
4.3. Postojanost obojenja na pranje



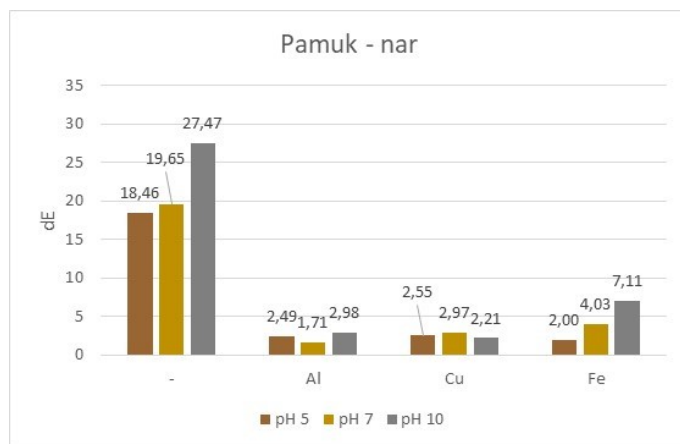
SI. 38. Analiza postojanosti na pranje pamuka tiskanog s lukom



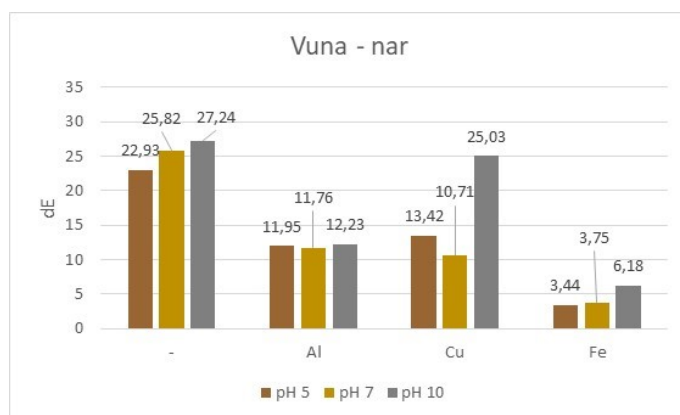
SI. 39. Analiza postojanosti na pranje vune tiskane s lukom



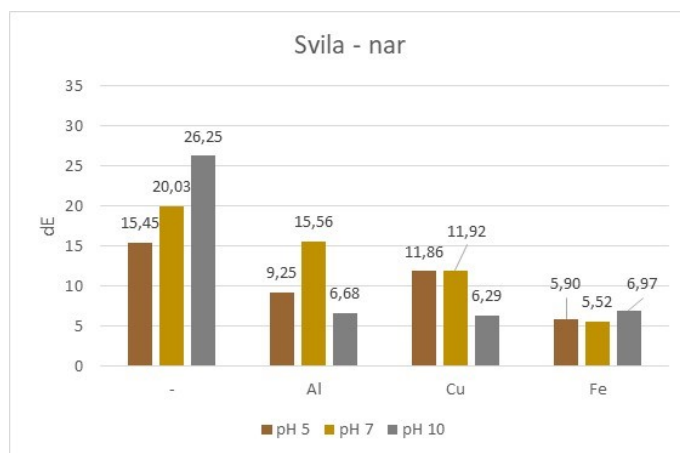
SI. 40. Analiza postojanosti na pranje svile tiskane s lukom



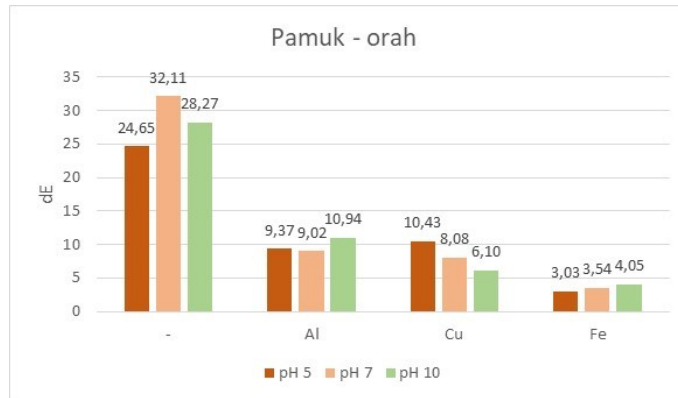
SI. 41. Analiza postojanosti na pranje pamuka tiskanog s narom



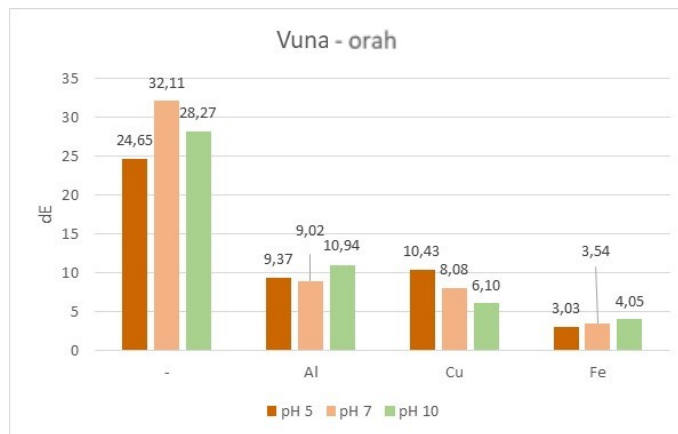
SI. 42. Analiza postojanosti na pranje vune tiskane s narom



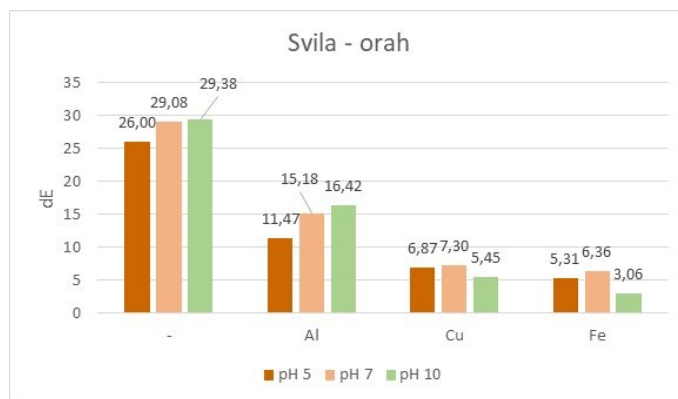
SI. 43. Analiza postojanosti na pranje svile tiskane s narom



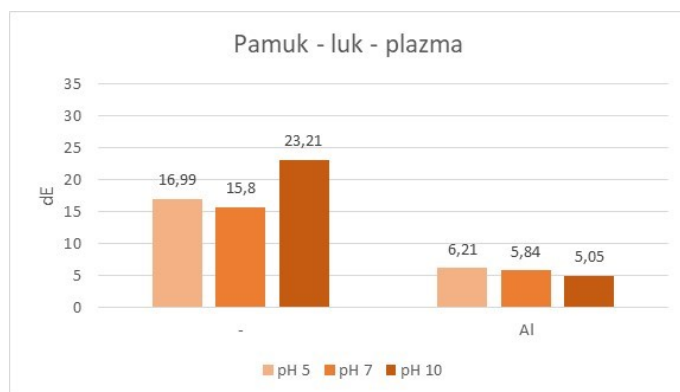
SI. 44. Analiza postojanosti na pranje pamuka tiskanog s orahom



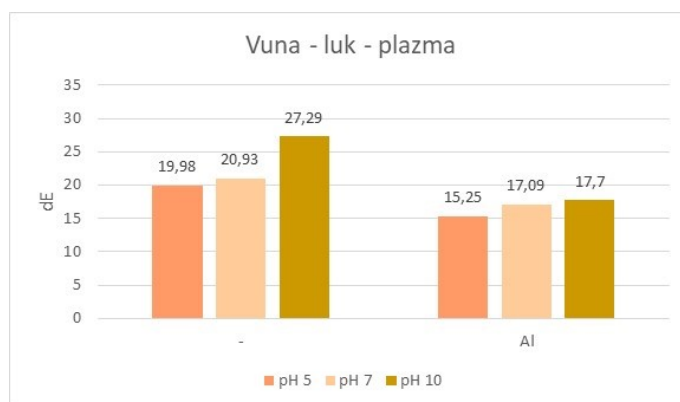
SI. 45. Analiza postojanosti na pranje vune tiskane s orahom



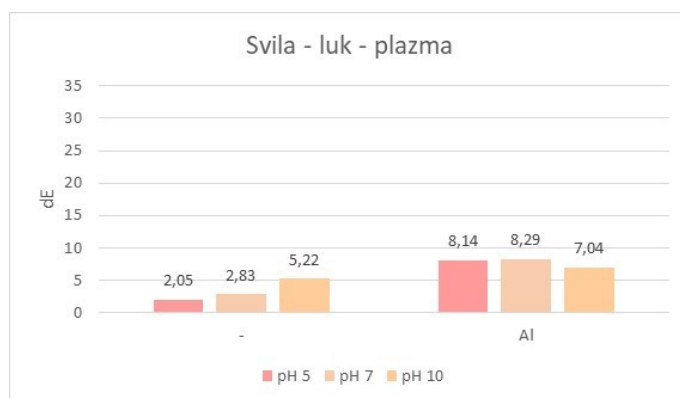
SI. 46. Analiza postojanosti na pranje svile tiskane s orahom



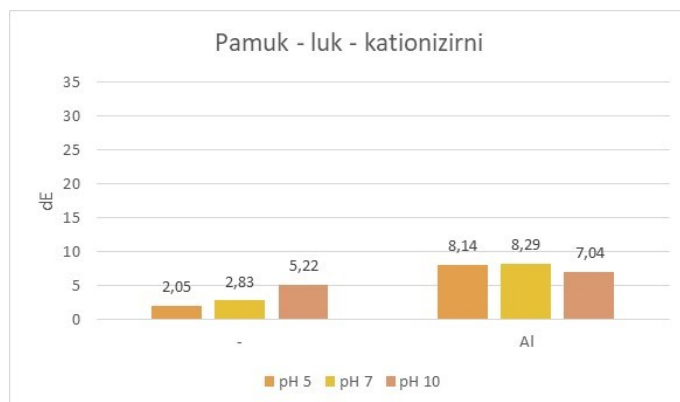
SI. 47. Analiza postojanosti na pranje plazmom obrađenog pamuka tiskanog s lukom



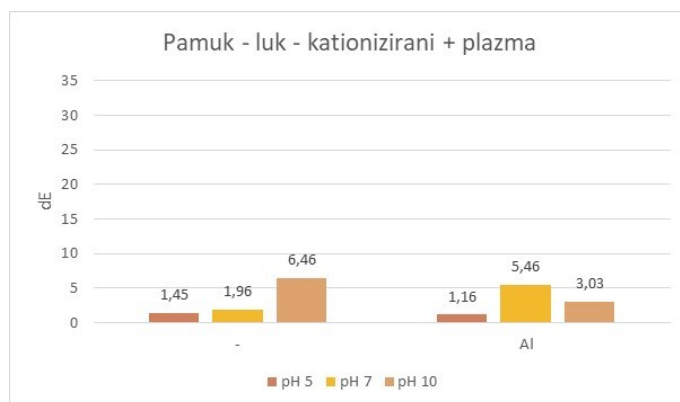
SI. 48. Analiza postojanosti na pranje plazmom obrađene vune tiskane s lukom



SI. 49. Analiza postojanosti na pranje plazmom obrađene svile tiskane s lukom



SI. 50. Analiza postojanosti na pranje kationiziranog pamuka tiskanog s lukom



SI. 51. Analiza postojanosti na pranje kationiziranog pamuka tiskanog s lukom

5. RASPRAVA

U ovom radu proveden je klasični ručni sitotisk na pamuku, vuni i svili, a tiskano je na neobrađenim uzorcima i uzorcima obrađenim s plazmom i kationiziranjem. Tiskalo se s vodenim ekstraktima luka, nara i oraha, a parametri koji su ispitivani su:

- predobrada materijala,
- izbor matičnog ugušćivača,
- pH tiskarske paste i
- dodatak močila.

Kvaliteta otiska vrednovana je:

- subjektivnom vizualnom procjenom,
- definiranjem kolorističkih parametara te
- određivanjem postojanosti na pranje.

- Na početku ovog istraživanja, odabranu su dva matična ugušćivača Prisulon DCA 90 i Britanska guma. Nakon provedenih ispitivanja rastezljivosti, fluidnosti, viskoznosti i nekoliko otisnutih uzorka, odlučno je da se Britanska guma neće koristiti u daljnjem procesu jer su dobiveni loši rezultati obzirom na oštrinu otiska, pokrivenost plohe i postojanost (tablica br. 9).
- Navedeno je u korelaciji s vrijednostima rastezljivosti, fluidnosti i viskoznosti. Za ugušćivač Britanska guma dobiveni rezultati su prikazani u tablicama 12., 14. i 16. Iz tablice za fluidnost vidljivo je da Britanska guma ima dobru fluidnost što proizlazi iz toga što je tekuća što nije pogodno za izradu tiskarske paste, također to je problem i kod rastezljivosti i viskoznosti. Iz tablice za rastezljivost vidimo da je u svim slučajevima jednaka vrijednost, a to je nula što znači da ugušćivač nije rastezljiv.
- Vrijednosti za ugušćivač Prisulon DCA 90 prikazane su u tablicama br. 11., 13. i 15., vidljivo je da su vrijednosti fluidnosti jednake nuli što znači da je matični ugušćivač iznimno gust, dok su vrijednost rastezljivosti i viskoznosti dosta veće od vrijednosti za ugušćivač Britanska guma što znači da je puno pogodniji za pripravu tiskarske paste te za sitotisk. Navedena svojstva proizlaze iz sirovinskog sastava navedenih ugušćivača. Britanska guma je škrob dok je Prisulon DCA 90 eter guare.

- Tiskom bojilom ekstrahiranim iz luka na pamučnu tkaninu dobiveni su uzorci od narančastog, svijetlo smeđeg do tamno smeđeg tona (subjektivno vrednovanje, tablica br. 17.), a tonovi koji su dobiveni objektivnim spektroskopskim mjerenjem su iz područja narančasto – žutih tonova što se vidi u tablici br. 18. ($h^\circ = 52,93 - 78,39$). S obzirom na pH, nema prevelikih odstupanja u svjetlini, tonu i zasićenosti. S obzirom na dodatak močila, iz tablice br.18. vidljivo je da uzorak, kojem je dodan aluminij kao močilo, ima najvišu svjetlinu ($L^* = 74,50$ pri pH 5), a najmanju svjetlinu ima uzorak kojem je dodano željezo ($L^* = 48,27$ pri pH 5). Najveću zasićenost ima uzorak kojima je dodan aluminij kao močilo ($C^* = 40,70$ pri pH 7), dok je najmanja zasićenost kod uzorka uz dodatak željeza ($C^* = 10,09$ pri pH 7). Uz dodatak željeza postiže se najveća vrijednost tona, a ona iznosi 78,39 ($a^* = 2,03$ i $b^* = 9,89$) pri pH 7, dok je najmanja vrijednost tona 52,39 ($a^* = 18,38$ i $b^* = 24,33$) pri pH 10 i pH 5 koji su tiskani bez dodatka močila.
- Vuneni materijal tiskan je bojilom koje je ekstrahirano iz luka te su dobiveni uzorci od narančastog, svijetlo smeđeg do tamno smeđeg tona (subjektivno vrednovanje, tablica br. 19.), a tonovi koji su dobiveni objektivnim spektroskopskim mjerenjem su iz područja narančasto – žutih tonova što je vidljivo u tablici br. 20. ($h^\circ = 56,94 - 75,91$). Najveću zasićenost ima uzorak tiskan uz dodatak aluminija ($C^* = 49,65$ pri pH 10), dok najmanju zasićenost ima uzorak koji je tiskan uz dodatak željeza ($C^* = 10,81$ pri pH 5). S obzirom na dodatak močila, najveću svjetlinu ima uzorak bez dodatka močila ($L^* = 69,47$ pri pH 7), dok najmanju svjetlinu ima uzorak tiskan uz dodatak željeza ($L^* = 42,99$ pri pH 7). Najveća vrijednost tona ima uzorak koji je tiskan uz dodatak željeza, a ona iznosi 75,91 ($a^* = 2,63$ i $b^* = 10,49$ pri pH 5), dok najmanja vrijednost tona iznosi 56,94 ($a^* = 22,05$ i $b^* = 33,87$ pri pH 10). Također nema prevelikih odstupanja u svjetlini, tonu i zasićenosti s obzirom na promjenu pH.
- Tiskom bojilom ekstrahiranim iz luka na svileni materijal također su dobiveni tonovi od narančastog, svijetlo smeđeg do tamno smeđeg tona (subjektivno vrednovanje, tablica br. 21.), a tonovi koji su dobiveni spektroskopskim mjerenjem su iz područja narančasto – žutih tonova što je vidljivo u tablici br. 22. ($h^\circ = 53,38 - 76,93$). S obzirom na dodatak močila, najveću svjetlinu ima uzorak koji je tiskan uz dodatak aluminija ($L^* = 70,83$ pri pH 7), dok najmanju svjetlinu ima uzorak koji je tiskan uz dodatak željeza ($L^* = 38,07$ pri pH 5). Najveću zasićenost imaju uzorak tiskan s aluminijem ($L^* = 45,17$ pri pH 5), dok najmanju zasićenost ima uzorak s dodatkom željeza kao močila ($L^* = 10,33$ pri pH 5).

Najveća vrijednost tona ima uzorak koji je tiskan uz dodatak željeza, a ona iznosi 76,93 ($a^* = 2,38$ i $b^* = 10,24$ pri pH7), dok najmanja vrijednost tona iznosi 53,38 ($a^* = 22,03$ i $b^* = 29,64$ pri pH 10).

- Pamučni materijal tiskan je s bojom ekstrahiranim iz nara te su dobiveni svijetlo smeđi i crni tonovi (subjektivno vrednovanje, tablica br. 23.), a tonovi koji su dobiveni spektroskopskim mjerenjem su iz žutog područja što je vidljivo u tablici br. 24. ($h^\circ = 76,54 - 97,90$). S obzirom na dodatak močila, najveću svjetlinu ima uzorak tiskan uz dodatak aluminijsa ($L^* = 75,93$ pri pH 5), dok najmanju svjetlinu ima uzorak uz dodatak željeza ($L^* = 40,57$ pri pH 10). Najveća vrijednost tona ima uzorak koji je tiskan uz dodatak željeza, a ona iznosi 97,90 ($a^* = 0,60$ i $b^* = 4,31$ pri pH 5), dok najmanja vrijednost tona iznosi 76,54 ($a^* = 6,23$ i $b^* = 25,02$ pri pH 5). S obzirom na promjenu u pH, nema velike razlike u svjetlini, tonu i zasićenosti. Najveću zasićenost imaju uzorci koji su tiskani uz dodatak aluminijsa ($C^* = 40,02$ pri pH 10), dok najmanju zasićenost ima uzorak tiskani uz dodatak željeza ($C^* = 4,35$ pri pH 5).
- Tiskom biljnim ekstraktom nara na vuneni materijal dobiveni su svijetlo smeđi i crni tonovi (subjektivno vrednovanje, tablica br. 25.), a tonovi koji su dobiveni spektroskopskim mjerenjem su iz žutog područja što je vidljivo u tablici br. 26. ($h^\circ = 73,70 - 91,06$). S obzirom na dodatak močila, najveću svjetlinu ima uzorka koji je tiskan bez močila ($L^* = 76,16$ pri pH 5), a najmanju svjetlinu ima uzorak tiskan uz dodatak željeza ($L^* = 34,95$ pri pH 10). Najveću zasićenost ima uzorak koji su tiskan uz dodatak aluminijsa ($C^* = 44,82$ pri pH 10), a najmanju zasićenosti ima uzorak uz dodatak željeza ($C^* = 5,28$ pri pH 5). Najveća vrijednost tona ima uzorak koji je tiskan uz dodatak željeza, a ona iznosi 91,08 ($a^* = -0,10$ i $b^* = 5,28$ pri pH 5), dok najmanja vrijednost tona iznosi 73,70 ($a^* = 8,27$ i $b^* = 28,29$ pri pH 5). S obzirom na promjenu u pH, nema velike razlike u svjetlini, tonu i zasićenosti.
- Tiskom biljnim ekstraktom nara na svileni materijal dobiveni su svijetlo smeđi i crni tonovi (subjektivno vrednovanje, tablica br. 27.), a tonovi dobiveni spektroskopskim mjerenjem su iz žutog područja što je vidljivo u tablici br. 28. ($h^\circ = 75,72 - 88,64$). Najveća vrijednost tona ima uzorak koji je tiskan uz dodatak željeza, a ona iznosi 88,46 ($a^* = 0,15$ i $b^* = 6,32$ pri pH 7), dok najmanja vrijednost tona iznosi 75,72 ($a^* = 6,87$ i $b^* = 26,98$ pri pH 5). Najveću zasićenost ima uzorak tiskan uz dodatak aluminijsa ($C^* = 45,08$ pri pH 7), dok najmanju zasićenost ima uzorak tiskan uz dodatak željeza ($C^* = 5,59$ pri pH 5). Najveću

svjetlinu ima uzorak koji je tiskan uz dodatak aluminija ($L^* = 77,29$ pri pH 5), dok najmanju svjetlinu ima uzorak koji je tiskan uz dodatak željeza ($L^* = 31,83$ pri pH 5). S obzirom na promjenu pH, nema velike razlike u svjetlini, tonu i zasićenosti.

- Tiskom biljnim ekstraktom oraha na pamučni materijal dobiveni su zeleni, svijetlo smeđi i smeđi tonovi (subjektivno vrednovanje, tablica br. 29.), a tonovi dobiveni spektroskopskim mjerenjem su iz žutog područja što je vidljivo u tablici br. 30. ($h^\circ = 64,27 - 100,60$). S obzirom na dodatak močila, najveću svjetlinu ima uzorak tiskan uz dodatak bakra ($L^* = 83,51$ pri pH 5), a najmanju svjetlinu ima uzorak koji je tiskan uz dodatak željeza ($L^* = 58,48$ pri pH 10). Najveća vrijednost tona ima uzorak koji je tiskan uz dodatak bakra, a ona iznosi 100,60 ($a^* = -2,38$ i $b^* = 12,70$ pri pH 10), dok najmanja vrijednost tona iznosi 64,26 ($a^* = 6,82$ i $b^* = 23,66$ pri pH 5). Najveću zasićenost ima uzorak koji je tiskan uz dodatak močila željeza ($C^* = 24,62$ pri pH 5), a najmanju uzorci koji su tiskani uz dodatak bakra ($C^* = 12,92$ pri pH 10). S obzirom na pH, nema velike razlike u svjetlini, tonu i zasićenosti.
- Vuneni materijal tiskan je biljnim ekstraktom oraha te su dobiveni zeleni, svijetlo smeđi i tamno smeđi tonovi (subjektivno vrednovanje, tablica br. 31.), a tonovi koji su dobiveni spektroskopskim mjerenjem su u žutom području što je vidljivo u tablici br. 32. ($h^\circ = 69,69 - 98,11$). Najveću svjetlinu ima uzorak koji je tiskan uz dodatak bakra ($L^* = 80,60$ pri pH 5), dok najmanju svjetlinu ima uzorak koji je tiskan uz dodatak željeza ($L^* = 58,84$ pri pH 10). Najveću zasićenost imaju uzorak koji je tiskan uz dodatak željeza ($C^* = 27,26$ pri pH 5), dok najmanju imaju uzorci tiskani s bakrom ($C^* = 19,73$ pri pH 5). Najveća vrijednost tona ima uzorak koji je tiskan uz dodatak željeza, a ona iznosi 98,11 ($a^* = -2,78$ i $b^* = 19,75$ pri pH 5), dok najmanja vrijednost tona iznosi 69,69 ($a^* = 9,19$ i $b^* = 24,83$ pri pH 10). S obzirom na pH, nema velike razlike u svjetlini, zasićenosti i tonu.
- Tiskom biljnim ekstraktom oraha na svileni materijal dobiveni su zeleni, svijetlo smeđi i tamno smeđi tonovi (subjektivno vrednovanje, tablica br. 33.), a tonovi koji su dobiveni spektroskopskim mjerenjem su iz žutog područja što je vidljivo u tablici br. 34. ($h^\circ = 67,31 - 105,46$). Najveću svjetlinu imaju uzorci koji je tiskan uz dodatak močila bakra ($L^* = 78,77$ pri pH 5), dok je najmanja svjetlina uz dodatak željeza ($L^* = 56,89$ pri pH 5). Najveća zasićenost ima uzorak koji je tiskan uz dodatak željeza ($C^* = 24,43$ pri pH 5), dok najmanju ima uz dodatak bakra ($C^* = 15,72$ pri pH 5 i 7). Najveća vrijednost tona ima uzorak koji je tiskan uz dodatak bakra, a ona iznosi 105,45 ($a^* = -4,19$ i $b^* = 15,15$ pri pH 5), dok

najmanja vrijednost tona iznosi 67,31 ($a^* = 9,03$ i $b^* = 21,60$ pri pH 10). S obzirom na pH, nema velike razlike u svjetlini, zasićenosti i tonu.

- Pamučni materijal predobrađen plazmom tiskan je s biljnim ekstraktom luka, te su dobiveni svijetlo smeđi tonovi (subjektivno vrednovanje, tablica br. 35.), dok su spektroskopskim mjerenjem dobiveni narančasti tonovi što je vidljivo iz tablice br. 36. ($h^\circ = 49,33 - 61,30$). Najveća svjetlina dobivena je uz dodatak aluminijskog močila ($L^* = 75,25$ pri pH 5), dok je najmanja svjetlina bez dodatka močila pri pH 10 ($L^* = 60,30$). Najveću zasićenost ima uzorak koji je tiskan bez dodatka močila ($C^* = 22,51$ pri pH 10), a najmanja zasićenost je kod uzorka tiskanog bez dodatka močila ($C^* = 18,29$ pri pH 5). Najveća vrijednost tona ima uzorak koji je tiskan uz dodatak aluminijskog močila, a ona iznosi 61,30 ($a^* = 10,38$ i $b^* = 18,96$ pri pH 5), dok najmanja vrijednost tona iznosi 49,33 ($a^* = 12,73$ i $b^* = 14,92$ pri pH 7). S obzirom na pH, nema velike razlike u svjetlini, tonu i zasićenosti.
- Tiskom biljnim ekstraktom luka na vuneni materijal predobrađen plazmom dobiveni su svijetlo smeđi tonovi (subjektivno vrednovanje, tablica br. 37.), a spektroskopskim mjerenjem dobiveni su narančasti tonovi što je vidljivo iz tablice br. 38. ($h^\circ = 53,71 - 67,76$). Najveća vrijednost tona ima uzorak koji je tiskan uz dodatak aluminijskog močila, a ona iznosi 67,76 ($a^* = 11,08$ i $b^* = 27,09$ pri pH 7), dok najmanja vrijednost tona iznosi 53,71 ($a^* = 15,21$ i $b^* = 20,71$ pri pH 10). Najveću svjetlinu ima uzorak koji su tiskani uz dodatak aluminijskog močila ($L^* = 69,87$ pri pH 7), dok je najmanja kod uzorka bez dodatka močila ($L^* = 56,82$ pri pH 10). Najveća zasićenost je kod uzorka koji je tiskan s dodatkom aluminijskog močila pri pH 5 ($C^* = 29,97$), a najmanja je kod uzorka bez dodatka močila ($C^* = 23,13$ pri pH 5). S obzirom na pH, nema velike razlike u svjetlini, zasićenosti i tonu.
- Tiskom biljnim ekstraktom luka na svileni materijal predobrađen plazmom dobiveni su smeđi tonovi (subjektivno vrednovanje, tablica br. 39.), a spektroskopskim mjerenjem dobiveni su narančasti tonovi što je vidljivo u tablici br. 40. ($h^\circ = 56,11 - 65,90$). Najveću zasićenost ima uzorak koji je tiskan uz dodatak aluminijskog močila pri pH 5 ($C^* = 25,22$), dok najmanju ima uzorak koji je tiskan bez dodatka močila ($C^* = 23,93$ pri pH 5). Najveću svjetlinu ima uzorak koji je tiskan uz dodatak aluminijskog močila pri pH 7 ($L^* = 70,81$), a najmanju ima uzorak koji je tiskan bez dodatka močila ($L^* = 60,74$ pri pH 10). Najveća vrijednost tona ima uzorak koji je tiskan uz dodatak aluminijskog močila, a ona iznosi 65,90 ($a^* = 10,24$ i $b^* = 22,89$ pri pH 7), dok najmanja vrijednost tona iznosi 56,11 ($a^* = 13,53$ i $b^* = 20,14$ pri pH 7). S obzirom na pH, nema velike razlike u svjetlini, zasićenosti i tonu.

- Pamučni uzorak koji je predobrađen kationiziranjem i tiskan je s biljnim ekstraktom luka, dobiveni su smeđi tonovi (subjektivno vrednovanje, tablica br. 41.), a spektroskopskim mjerenjem dobiveni su narančasti tonovi što je vidljivo iz tablice br. 42. ($h^\circ = 54,45 - 67,17$). Najveća vrijednost tona ima uzorak koji je tiskan uz dodatak aluminijske soli, a ona iznosi 67,17 ($a^* = 10,99$ i $b^* = 26,11$ pri pH 7), dok najmanja vrijednost tona iznosi 53,45 ($a^* = 16,55$ i $b^* = 22,23$ pri pH 7). Najveću svjetlinu ima uzorak koji je tiskan uz dodatak aluminijske soli ($L^* = 73,72$ pri pH 7), a najmanju pri pH 10 ($L^* = 59,50$). Najveću zasićenost ima uzorak koji je tiskan bez dodatka močila pri pH 10 ($C^* = 28,40$), a najmanju ima uzorak koji je tiskan također bez dodatka močila pri pH 5 ($C^* = 25,64$). S obzirom na pH, nema velike razlike u svjetlini, zasićenosti i tonu.
- Pamučni materijal predobrađen kationiziranjem i plazmom tiskan je s biljnim ekstraktom luka, te su dobiveni smeđi tonovi (subjektivno vrednovanje, tablica br. 43.), a spektroskopskim mjerenjem dobiveni su narančasti tonovi što je vidljivo iz tablice br. 44. ($h^\circ = 49,63 - 63,12$). Najveća vrijednost tona ima uzorak koji je tiskan uz dodatak aluminijske soli, a ona iznosi 63,12 ($a^* = 11,33$ i $b^* = 22,35$ pri pH 7), dok najmanja vrijednost tona iznosi 49,63 ($a^* = 15,20$ i $b^* = 17,88$ pri pH 7). Najveću zasićenost ima uzorak koji je tiskan bez dodatka močila pri PH 10 ($C^* = 26,94$), a najmanja zasićenost je kod uzorka koji je tiskan s aluminijskom soli pri pH 5 ($C^* = 22,25$). Najveća svjetlinu ima uzorak koji je tiskan uz dodatak aluminijske soli ($L^* = 74,69$ pri pH 5), a najmanju uzorak koji je također tiskan uz dodatak aluminijske soli ($L^* = 59,29$ pri pH 10). S obzirom na pH, nema velike razlike u svjetlini, zasićenosti i tonu.
- Analizom postojanosti na pranje, svi materijali tiskani uz dodatak močila su pokazali dobru postojanost. Uz dodatak močila, uzorci imaju puno bolju postojanost na pranje usporedno s uzorcima tiskanim bez dodatka močila što je i očekivano, a vidljivo je na grafovima br. 38. – 51. Od neobrađenih uzoraka, najbolje rezultate postigli su uzorci koji su tiskani s biljnim ekstraktom nara na pamučnom materijalu (slika br. 41.), dok je kod obrađenih uzoraka najbolji rezultat vidljiv kod pamučnih uzoraka koji su obrađeni i plazmom i kationiziranjem, a biljni ekstrakt kojim je tiskano je luk (slika br. 51.).

6. ZAKLJUČAK

Na temelju provedenih ispitivanja može se zaključiti da se pamučne, vunene i svilene tkanine mogu uspješno tiskati biljnim bojilima ekstrahiranim iz ljuski luka, ljuski nara i zelenih orahovih ljuski korištenjem ugušćivača Prisulon DCA 90, etera guare.

Variranjem pH vrijednosti tiskarske paste i dodatka metalnih soli aluminija, barka ili željeza dobivaju se uzorci širokog spektra tonova uz vrlo dobru postojanost na pranje.

Predobrada argonovom plazom najviše je utjecala na svilene tkanine. Postojanost obojenja na pranje kod uzoraka tiskanih bez dodatka močila bitno je poboljšana tj. razlika u boji uzoraka prije i nakon pranja iznosi kao slijedi:

pH	5	7	10
svila – luk	dE = 10,82	dE = 14,35	dE = 21,20
plazma – svila - luk	dE = 2,05	dE = 2,83	dE = 5,22

Najveći utjecaj na postojanost obojenja ima predobrada pamučnih tkanina kationiziranjem što je dodano naglašeno u kombinaciji s predobradom argonovom plazmom.

Obzirom da se pri obradama tekstila treba voditi ekološkim odredbama kako sa normativnog tako i sa moralnog aspekta buduća istraživanja ove teme trebala bi ići u smjeru primjene isključivo kisikove plazme.



7. LITERATURA

- [1] Mijač J.: Trikromija u procesu bojadisanja poliamidnog pletiva kiselim bojilima, Sveučilište u Zagrebu, Tekstilno – tehnološki fakultet, završni rad (2017.)
- [2] Ljubić V.: Analiza svojstava celuloznih tekstilnih materijala bojadisanih prirodnim bojilom životinjskog podrijetla ekstrahiranim iz *Dactylopius coccus*, Sveučilište u Zagrebu, Tekstilno – tehnološki fakultet, završni rad (2017.)
- [3] Boja i atributi boje; http://racunala.ttf.unizg.hr/files/Boja_i_atributi_boje.pdf, 01.09.2022.
- [4] Grigić E.: Svjetlostabilnost reprodukcije boja pri različitim vrstama podloge za ispis fotografija, Sveučilište u Zagrebu, Grafički fakultet – završni rad (2014.)
- [5] Hrvatska enciklopedija; <https://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?id=46363> – 10.08.2022.
- [6] Ljekovito i medonosno bilje; <https://www.agroinfo.rs/lekovito-i-medonosno-bilje/pamuk-prvo-mesto-medu-kulturama-za-proizvodnju-vlakna-7620> - 10.08.2022.
- [7] Gordon S. i Hsieh Y-L. (ur.): Cotton: Science and technology, Woodhead publishing in textiles – 2007.
- [8] Hrvatska enciklopedija; <https://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?ID=51154> – 10.08.2022.
- [9] Hrvatska enciklopedija; <https://www.enciklopedija.hr/Natuknica.aspx?ID=65693> – 10.08.2022.
- [10] Beduini;
https://www.google.com/search?q=beduini&rlz=1C1CHBD_enHR910HR910&sxsrf=ALiCzsYiwLT9PWjAixdzEkGxoXe4HSjZA:1661977640397&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=2ahUKEwi-j-oSX9fH5AhVti_0HHaI- - 10.08.2022.
- [10] Vuneni kaput;
<https://www.google.com/search?q=wool+jacket+for+winter&tbm=isch&ved=2ahUKEwjgoO2u9vH5AhULsxoKHbtZC9cQ2-cCegQIABAA#imgsrc=HPFh1KwZ9m8mUM> – 10.08.2022.
- [11] Miktić A.: Identifikacija vunениh vlakana - forenzični pristup, Sveučilište u Zagrebu, Tekstilno – tehnološki fakultet – diplomski rad (2020.)

- [12] Rastogi S. i Kandasubramanian B.: Processing trends of silk fibers: Silk degumming, regeneration and physical functionalization - The Journal of The Textile Institute (2020.)
- [13] Hrvatska enciklopedija; <https://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?id=59076> – 16.08.2022.
- [14] Dudov svilac; https://hr.wikipedia.org/wiki/Dudov_svilac, 01.08.2022.
- [15] Svila; <http://www.lagea.net/materijali-svila>, 01.08.2022.
- [16] Ercegović Ražić S., Čunko R.: Modifikacija svojstava tekstilija primjenom plazme, Tekstil : časopis za tekstilnu tehnologiju i konfekciju, 58 (2009), 3; 55-74
- [17] Čunko R., Ercegović Ražić S.: Use of Plasma Technology for Modification of Textiles, Annual of the Croatian Academy of Engineering, 11 (2012), 199-212
- [18] Plazma; https://en.wikipedia.org/wiki/Plasma_globe, 05.08.2022.
- [19] Buyle, G.: Nanoscale finishing of textiles via plasma treatment, Materials Techno. 24 (2009)1, 46-51
- [20] Shishoo, R.: Plasma technologies for textiles, Published by Woodhead Publishing Limited in association with Textile Institute, Abington Hall, Abington (2007), Cambridge, England
- [21] Choudhary U., Dey E., Bhattacharyya R. and Ghosh S.K.: A Brief Review on Plasma Treatment of Textile Materials, (2018.)
- [22] Ištef K.: Ciljane modifikacije svojstava govedih koža primjenom plazme i ekološki prihvatljivog antimikrobnog sredstva, Sveučilište u Zagrebu, Tekstilno – tehnološki fakultet (2019.)
- [23] Correia J. i sur.: Cationization of cotton fiber: an integrated view of cationic agents, processes variables, properties, market and future prospects (2020.)
- [24] Brenko, A.; Randić, M.: Katalog izložba „Moć boje“, Etnografski muzej, ISBN 978-953-6273-40-9, Zagreb, 2009
- [25] Sujata S. i A. S. M. Raja: Natural Dyes: Sources, Chemistry, Application and Sustainability Issues - Roadmap to Sustainable Textiles and Clothing (2014.)
- [26] Sutlović A. I sur.: Prirodna bojila za tekstil - doprinos kreativnosti i održivosti – Tekstil 69 (2020.)

- [27] Pliva zdravlje; <https://www.plivazdravlje.hr/centar/prehrana/19/namirnica/115/Luk.html>, 15.08.2022.
- [28] Alternativa za Vas; <https://alternativa-za-vas.com/index.php/clanak/article/luk>, 15.08.2022.
- [29] Plantea; <https://www.plantea.com.hr/nar/>, 15.08.2022.
- [30] Vrtlarica; <https://www.vrtlarica.com/orah/>, 15.08.2022.
- [31] Fijan R., Basile M., Lapasin R., Šoštar – Turk S.: Rheological properties of printing pastes and their influence on quality-determining parameters in screen printing of cotton with reactive dyes using recycled polysaccharide thickeners - Carbohydrate Polymers 78 (2009) 25–35
- [32] prof. dr. sc. Matrinia Ira Gloga: bilješke s predavanja Tekstilni tisak, Sveučilište u Zagrebu Tekstilno – tehnološki fakultet, ak. god. 2019./2020.
- [33] CHT; https://solutions.cht.com/cht/web.nsf/id/pa_en_productdetail.html?Open&pID=PDE-TUEB-BAPEE4-EN, 20.08.2022.
- [34] Santhos, Starch products LTD.: British gum
- [35] Lifestyle; <https://lifestyle-hr.cosmetius.com/zdorove/chem-polezna-lukovaya-sheluha-lechebnye-svoystva-i-protivopokazaniya.html>, 05.08.2022.
- [36] Zdravija; <https://zdravija.com/nar-voce-bogova-koje-podmladjuje-recepti/>, 05.08.2022.
- [37] Orah; <https://www.hercegovina.info/zanimljivo/zdravlje/orah-je-carobna-biljka-125379/125379/>, 05.08.2022.
- [38] Termopreša; <https://laser-bih.com/termo-prese-za-sublimaciju/775-termo-presa-za-tekstil-i-pr-17.html>, 05.08.2022.