

UNIVERZA V LJUBLJANI  
NARAVOSLOVNOTEHNIŠKA FAKULTETA

# **DIPLOMSKO DELO**

ANJA JERMANČIČ

LJUBLJANA 2016

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

**POOPERATIVNA OBLOGA IZ VLAKEN TENCEL® IN  
NARAVNIH UČINKOVIN ZA NEGO RAN PO MASTEKTOMIJI**

DIPLOMSKO DELO

ANJA JERMANČIČ

LJUBLJANA, september 2016

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

**POSTOPERATIVE WOUND DRESSING MADE FROM  
TENCEL® FIBRES AND NATURAL ACTIVE INGREDIENTS  
FOR WOUND TREATMENT AFTER MASTECTOMY**

DIPLOMA THESIS

ANJA JERMANČIČ

LJUBLJANA, September 2016

## **PODATKI O DIPLOMSKEM DELU**

Število listov: 39

Število strani: 29

Število slik: 16

Število preglednic: 4

Število literaturnih virov: 41

Smer študija: univerzitetni študijski program (1. stopnja) Načrtovanje tekstilij in oblačil

Mentor: doc. dr. Marija Gorjanc

Somentor: dr. Ksenija Varga

Člani komisije za oceno in zagovor diplomskega dela:

Predsednik: red. prof. dr. Andrej Demšar

Član: doc. dr. Marija Gorjanc

Član: izr. prof. dr. Tatjana Rijavec

Ljubljana, september 2016

## ZAHVALA

*Diplomsko delo je bilo opravljeno na Katedri za tekstilno in oblačilno tehnologijo Oddelka za tekstilstvo, grafiko in oblikovanje Naravoslovnotehniške fakultete Univerze v Ljubljani.*

*Iskreno se zahvaljujem vsem, ki so sodelovali pri nastanku diplomskega dela, predvsem svojima mentoricama doc. dr. Mariji Gorjanc in dr. Kseniji Varga za vso pomoč in nasvete pri raziskavah in pisanju diplomskega dela.*

*Posebna zahvala je namenjena doc. dr. Mariji Gorjanc za vso pomoč, naklonjenost in bodrilnost pri izvedbi diplomske naloge. Maki, hvala za potrpežljivost.*

*Navsezadnje hvala moji družini, hvala Maticu, Iris, Sanji, Miji, Petri, Urši in Niki, ki so me vzpodbujali in verjeli vame.*

## IZVLEČEK

V sklopu raziskave za diplomsko delo je bila proučevana funkcionalizacija tekstilije, izdelane iz vlaken Tencel<sup>®</sup>, z naravnimi učinkovinami, za namen izdelave pooperativne obloge za nego ran po mastektomiji. Zaradi protimikrobnega delovanja so bili kot naravne učinkovine uporabljeni ekstrakti kurkume in žajblja. Vlakna so bila funkcionalizirana po izčrpalnem in impregnirnem postopku. Funkcionalizacija po izčrpalnem postopku je bila izvedena v laboratorijskem aparatu Launderometer z različnimi kombinacijami ekstrahiranih naravnih učinkovin v destilirani vodi in natrijevem karbonatu. Pri funkcionalizaciji po impregnirnem postopku pa je bila uporabljena kurkuma, ekstrahirana v destilirani vodi, tako da je vzorec potoval skozi impregnirno kopel z različnim številom potopov. Z refleksijskim spektrofotometrom so bile izmerjene barvne vrednosti CIE L\*a\*b\* in K/S vrednost globine obarvanja funkcionaliziranih vzorcev. Iz funkcionaliziranih vzorcev je bila izdelana barvna karta, na podlagi katere so se izprašanci odločili o primernosti barve, ki bi najbolje delovala kot pooperativna obloga. Za določitev razvoja neprijetnih vonjav na funkcionaliziranih vzorcih je bil izveden mlečni test. Iz rezultatov je razvidno, da pH medija vpliva na globino obarvanja, saj je globina obarvanja večja pri vzorcih, funkcionaliziranih v nevtralnem mediju kot v alkalnem. Vzorci, funkcionalizirani po impregnirnem postopku, so bili najsvetlejši in vzorci, funkcionalizirani s kurkumo in žajbljem, ekstrahiranimi v natrijevem karbonatu, najtemnejši. Glede na barvno karto je bil v 82 odstotkih izbran vzorec, ki je bil po barvi najbolj podoben koži. Rezultati mlečnega testa so pokazali, da vzorci, ki so bili funkcionalizirani z naravnimi učinkovinami, ekstrahiranimi v natrijevem karbonatu, niso razvili neprijetnega vonja, iz česar sledi, da imajo protimikrobno učinkovitost.

**Ključne besede:** Tencel<sup>®</sup>, kurkuma, žajbelj, naravne učinkovine, obloga za rane, mastektomija

## ABSTRACT

In the research for the diploma thesis the functionalization of textiles made from Tencel<sup>®</sup> fibres with natural active ingredients for the postoperative dressing for wound care after mastectomy was studied. Due to antimicrobial activity, turmeric and sage extracts were used as natural active ingredients. Fibres were functionalized by exhaust dyeing and impregnation dyeing process. The functionalization by exhaust dyeing was performed in a laboratory apparatus Launderometer with various combinations of the extracted natural active ingredients in distilled water and sodium carbonate. The impregnation dyeing was used for functionalization of fabric with turmeric water extract, with different number of dips. With reflectance spectrophotometer colour values CIE L\*a\*b\* and K/S value of colour depth of functionalized samples were measured. Colour chart was made from functionalized samples, where the examinees decided on the suitability of colours that would work best as a postoperative wound dressing. In order to determine the development of unpleasant scents of the functionalized samples, a test with milk was performed. It was evident that the different pH medium affects the dyeing. The colour depth was of the samples functionalized in the neutral pH medium was higher than for samples functionalised in alkaline medium. Samples functionalized with natural active ingredients by impregnation dyeing were the brightest and samples functionalized by exhaust dyeing with turmeric and sage extracted in sodium carbonate, were the darkest. According to the colour chart, the sample selected in 82-percent, had the colour most similar to skin. The results of the test with milk showed that samples functionalized with natural active ingredients extracted in sodium carbonate did not developed the unpleasant odour, therefore were antimicrobial effective.

**Key words:** Tencel<sup>®</sup>, turmeric, sage, natural ingredients, wound dressing, mastectomy

# KAZALO VSEBINE

<b>IZVLEČEK</b> .....	<b>i</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>ii</b>
<b>SEZNAM SLIK</b> .....	<b>iv</b>
<b>SEZNAM PREGLEDNIC</b> .....	<b>v</b>
<b>1 UVOD</b> .....	<b>1</b>
<b>2 TEORETIČNI DEL</b> .....	<b>2</b>
2. 1 VLAKNA TENCEL® .....	2
2. 2 NARAVNE FITOKEMIKALIJE .....	3
2. 2. 1 Kurkuma .....	3
2. 2. 2 Žajbelj .....	4
2. 3 RAK DOJK IN MASTEKTOMIJA.....	4
2. 4 CELJENJE POOPERATIVNE RANE .....	5
2. 5 PREGLED RAZISKAV .....	6
<b>3 EKPERIMENTALNI DEL</b> .....	<b>10</b>
3. 1 MATERIAL .....	10
3. 2 EKSTRAKCIJA NARAVNIH UČINKOVIN .....	10
3. 3 FUNKCIONALIZACIJA VLAKNOVINE .....	12
3. 4 BARVNA KARTA.....	14
3. 5 MLEČNI TEST.....	14
3. 6 SPEKTROFOTOMETRIČNE MERITVE .....	15
<b>4 REZULTATI IN RAZPRAVA</b> .....	<b>16</b>
<b>5 ZAKLJUČKI</b> .....	<b>24</b>
<b>6 LITERATURNI VIRI</b> .....	<b>25</b>



## SEZNAM SLIK

Slika 1: Prikaz zaprtega kroga izdelave vlaken Tencel <sup>®</sup> (1).	2
Slika 2: Kurkuma ( <i>Curcuma longa</i> ) v prahu (11).	3
Slika 3: Listi svežega žajblja ( <i>Salvia officinalis</i> ) (14).	4
Slika 4: Prikaz delne (levo) in radikalne (desno) mastektomije (18).	5
Slika 5: Obloga za rano z naravnimi učinkovinami, ki vsebujejo med (21).	6
Slika 6: Ekstrakcija kurkume v destilirani vodi med vrenjem a) in b) ter v mirovanju c).	10
Slika 7: Ekstrakcija kurkume v destilirani vodi in natrijevem karbonatu med vrenjem a) in b) ter v mirovanju c).	11
Slika 8: Ekstrakcija žajblja v destilirani vodi med vrenjem a) in b) ter v mirovanju c).	11
Slika 9: Ekstrakcija žajblja v destilirani vodi in natrijevem karbonatu med vrenjem a) in b) ter v mirovanju c).	11
Slika 10: Barvna karta funkcionaliziranih vzorcev tekstilije Tencel <sup>®</sup> .	14
Slika 11: Prikaz izvedbe mlečnega testa na nefunkcionaliziranem vzorcu K in funkcionaliziranih vzorcih 1–11.	15
Slika 12: K/S vrednosti Tencel <sup>®</sup> vlaknovin, funkcionaliziranih s kurkumo, ekstrahirano v destilirani vodi (Ku/H <sub>2</sub> O), in s kurkumo, ekstrahirano v natrijevem karbonatu (Ku/Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> ).	16
Slika 13: K/S vrednosti Tencel <sup>®</sup> vlaknovin, funkcionaliziranih z žajbljem, ekstrahiranim v destilirani vodi (Žu/H <sub>2</sub> O), in z žajbljem, ekstrahiranim v natrijevem karbonatu (Ža/Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> ).	17
Slika 14: K/S vrednosti Tencel <sup>®</sup> vlaknovin, funkcionaliziranih s kurkumo in žajbljem, obeh ekstrahiranih v vodi (Ku/H <sub>2</sub> O : Ža/H <sub>2</sub> O) ter natrijevem karbonatu (Ku/Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> : Ža/Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> ).	18
Slika 15: K/S vrednosti Tencel <sup>®</sup> vlaknovin, funkcionaliziranih s kombinacijo kurkume, ekstrahirane v natrijevem karbonatu, in žajblja, ekstrahiranega v vodi (Ku/Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> : Ža/H <sub>2</sub> O), ter Tencel <sup>®</sup> vlaknovin, funkcionaliziranih s kombinacijo kurkume, ekstrahirane v vodi, in žajblja, ekstrahiranega v natrijevem karbonatu (Ku/H <sub>2</sub> O : Ža/Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> ).	19
Slika 16: Izbrani vzorci po mnenju izprašancev o najbolj učinkoviti oblogi za celjenje ran...	21

## SEZNAM PREGLEDNIC

Preglednica 1: Opis in oznake vzorcev vlaknovine Tencel <sup>®</sup> funkcionaliziranih po izčrpalnem postopku z ekstrakti naravnih učinkovin in njihovimi kombinacijami .....	12
Preglednica 2: Opis in oznake vzorcev vlaknovine Tencel <sup>®</sup> , ki so bili funkcionalizirani po impregnirnem postopku z ekstraktom kurkume .....	13
Preglednica 3: CIEL*a*b* barvne vrednosti vzorcev Tencel <sup>®</sup> vlaknovin, funkcionaliziranih z naravnimi učinkovinami kurkume in žajblja .....	20
Preglednica 4: Ocena intenzivnosti vonja vzorcev po izvedbi mlečnega testa .....	22

# 1 UVOD

Rak dojke je v Sloveniji najpogostejši rak pri ženskah, nanje vpliva fizično in psihično. Psihično oporo bolnice dobijo v družini in pri bližnjih, naloga zdravnikov in terapevtov pa je, da jim kolikor le lahko pomagajo omiliti fizično bolečino, ki jo doživljajo po operaciji. Po mastektomiji lahko sledijo zapleti, kot so krvavitve in bolečine na mestu reza, vnetja pooperativne rane, limfodem in adhezija prsne stene. Bolnicam se zmanjša gibljivost operativnega predela in mišična moč zgornjega uda na operirani strani, prav tako pa lahko občutijo bolečine v vratnem, prsnem in hrbtnem predelu. Kljub vsem možnim zapletom ženske opisujejo proces celjenja rane kot najmočnejšo bolečino po operaciji. Proces celjenja rane je kompleksen in občutljiv proces, ki poteka po točno določenih fazah. Ko nastaja brazgotina in je rana sveža, je potrebno njeno mesto primerno zaščititi, da ne pride do vnetja in poslabšanja.

Namen diplomske naloge je bil funkcionalizirati vlakna Tencel® z naravnimi učinkovinami in izdelati pooperativno oblogo za uporabo po mastektomiji, ki bi nudila protimikrobno okolje za celjenje pooperativne rane na naraven način. Učinkovine iz kurkume lajšajo vnetja, spodbujajo prekrvavitev, blažijo bolečine pri zvinih in hematomi, imajo antioksidantne in protivnetne lastnosti ter učinkujejo proti raku. Učinkovine iz žajblja razkužujejo in celijo rane, zdravijo vreznine in odrgnine, imajo antiseptične in adstringentne lastnosti, ki lajšajo vnetja ustne votline in grla. Cilji diplomskega dela so bil ugotoviti vpliv ekstrakcije naravnih učinkovin v destilirani vodi ali v natrijevem karbonatu na barvo, obarvljivost in protimikrobno delovanje vlaken Tencel®.

## 2 TEORETIČNI DEL

### 2.1 VLAKNA TENCEL®

Tencel® je blagovna znamka liocelnih vlaken, ki jih izdelujejo v podjetju Lenzing v Avstriji (1). Liocelna vlakna so kemična vlakna, izdelana iz regenerirane celuloze (2). Izdelava kemičnih vlaken poteka splošno v štirih fazah, in sicer priprava predilne tekočine, oblikovanje vlaken ali kemično predenje, preoblikovanje vlaken ali raztezanje in stabiliziranje nastale strukture ali toplotna obdelava vlaken (3).

Liocelna vlakna so izdelana neposredno iz lesnih vlaknin brez uporabe derivatov za pospešitev raztapljanja (4). Kot glavna surovina se uporablja vlaknina drevesa evkaliptus. Tehnologija temelji na sposobnosti raztapljanja celulozne mase v vodni raztopini organskega topila n-metilmorfolin n-oksida (NMMO). Po odvajanju odvečne vode se visoko viskozno raztopino filtrira in potiska skozi predilne šobe v vodno obarjalno kopel (5). V vodni kopeli se celuloza obori (koagulira) v obliki filamentov. Filamenti so paralelizirani in se jih nareže na kratka vlakna. V predilno kopel se lahko dodajajo različna sredstva (matirna, stabilizatorji, npr. natrijev karbonat in izo propil galat (6)) in po predenju avivirna sredstva za lažjo nadaljnjo preobdelavo vlaken. Vsa sredstva so biorazgradljiva. Proizvodnja vlaken Tencel® velja za okolju prijazno, saj temelji na procesu zaprtega kroga (slika 1). Topilo očistijo, koncentrirajo in ponovno uporabijo kot topilo za izdelavo vlaken (5).



Slika 1: Prikaz zaprtega kroga izdelave vlaken Tencel® (1).

Iz vlaken Tencel® se lahko izdelajo vlaknovine, pletiva in tkanine (7). Zaradi okolju prijaznega postopka izdelave vlaken in njihovih biorazgradljivih lastnosti so vlakna Tencel®

izrednega pomena za izdelavo kozmetičnih, higienskih in medicinskih tekstilij. Vlakna so okroglega prereza in imajo gladko površino, kar preprečuje draženje kože in rane.

## 2. 2 NARAVNE FITOKEMIKALIJE

Fitokemikalije so bioaktivne sestavine rastlin, katerim dajejo okus in barvo (8). Rastlinam pomagajo pri rasti, ščitijo jih pred škodljivci, rastlinojedci, boleznimi in soncem. Hrana, ki je oplemenitena s fitokemikalijami, dolgoročno vpliva na naše zdravje in zmanjšuje tveganje za dolgoročne težave z zdravjem. Fitokemikalije v hrani nas branijo predvsem pred boleznimi srca in ožilja, rakom, očesno mrežo, težavami z imunskim sistemom in osteoporozo.

### 2. 2. 1 Kurkuma

Kurkuma (*Curcuma longa*) je začimba, ki prihaja iz družine ingverjevok (9). Začimba prihaja iz vzhodne Indije, jugovzhodne Azije in Avstralije. Kurkuma ima rumene cvetove z blede zelenimi spodnjimi in rožnatimi površnimi listi v socvetjih, ki spominjajo na storže, ter dolgo gomoljasto korenino s stranskimi koreninami. Iz gomoljaste korenine dobimo začimbni prašek rumene barve (slika 2). Kurkumina kemična sestava obsega eterično olje s tumeroni, kurbon, zingiberen, grenčične snovi in barvilo kurkumin. Glavne lastnosti kurkume so, da lajša vnetja, spodbuja prekrvavitev in deluje protibakterijsko.

Klinični preskusi so pokazali, da je kurkuma učinkovita pri blaženju simptomov revmatoidnega artritisa in vnetij po operacijah ter ima številne potencialne učinke proti raku in zmanjšuje tveganje za razvoj nekaterih oblik raka (10).



Slika 2: Kurkuma (*Curcuma longa*) v prahu (11).

## 2. 2. 2 Žajbelj

Žajbelj (*Salvia officinalis*) uvrščamo v družino ustnatic (12). Začimba izvira iz Sredozemlja, danes pa jo gojijo po vsej Evropi in v ZDA. Žajbelj ima podlogovate, ovalne, srebrne in sivo zelene liste z žametno polstjo (slika 3) ter izrazitim vonjem. Kemična sestava žajblja vsebuje eterično olje s tujonom, borneolom, kafro in cineolom, grenčične snovi, čreslovine, rožmarinovo kislino, flavonoide, estrogenske spojine in saponine.

Žajbelj deluje protibakterijsko, lajša krče, razkužuje in celi rane, pospešuje znojenje in nastajanje mleka, pospešuje prebavo, lajša napenjanje, je protidepresiven in uravnava raven hormonov v telesu (13). Izvelčki iz žajblja ali žajbljevi obkladki zdravijo manjše vreznine in odrgnine, gnojne rane in čistijo kožo. Žajbeljvi listi imajo antiseptične lastnosti, tako da jih lahko uporabljamo kot ustno vodo pri vnetjih ustne votline in grla, pa tudi za vneto in obdrgnjeno kožo.



Slika 3: Listi svežega žajblja (*Salvia officinalis*) (14).

## 2. 3 RAK DOJK IN MASTEKTOMIJA

Rak dojk je danes najpogostejše maligno obolenje pri ženskah, za katero se predvideva, da bo v prihodnosti še bolj v porastu (15). Predvsem v zrelem obdobju se pri številnih ženskah pojavi drobna vozličavost dojk (16). Vozličavost je posledica sprememb v žleznih delih dojke. Spremembe dojke, ki so znak različnih bolezni, so zatrdline v dojki, izcedek iz bradavice, ugreznjene bradavice, oteklina in rdečina dojke.

Mastektomija je kirurška odstranitev celotnega tkiva dojke (17). Indicirana je pri bolnicah, ki niso primerne za ohranitveno kirurgijo, ali pri tistih, ki to vrsto operacije želijo, ter za preventivo zmanjšanja pojavnosti raka dojke pri visokorizičnih ženskah. Znanih je več vrst mastektomije, kot so preventivna, delna (parcialna) in radikalna (slika 4) (15).



Slika 4: Prikaz delne (levo) in radikalne (desno) mastektomije (18).

Po mastektomiji lahko prihaja do zapletov, kot so krvavitev, bolečina na mestu reza, vnetje pooperativne rane, poškodba dolgega prsnega živca in torakodorzalnega živca, limfдем (tj. pooperativni limfдем, ki se razvije takoj po operaciji in zbledi v nekaj tednih ali mesecih), adhezija prsne stene (ki nastane zaradi imobilizacije operiranega predela in je vzrok za zmanjšano gibljivost ramenskega obroča in asimetrijo telesa), zmanjšana gibljivost operativnega predela, spremenjena povrhnja in/ali globoka senzibiliteta, poškodbe interkostobrahialnih živcev pri odstranitvi vseh nivojev pazdušnih bezgavk, zmanjšana mišična moč zgornjega uda na operirani strani, bolečina v vratnem, prsnem in hrbtnem predelu (kot posledica spremembe drže) ter kronična bolečina po operativnem posegu (15).

## 2. 4 CELJENJE POOPERATIVNE RANE

Celjenje rane po operaciji je kompleksen in občutljiv proces (19). Faze celjenja ran so vnetna faza, proliferativna faza in remodeliranje oziroma maturacijska faza. Vnetna faza se začne takoj in traja dva do šest dni. V tem času se krvavitev zaustavi, krvne celice se borijo proti vdoru bakterij. Začne se formacija kolagena, iz katerega je zgrajena brazgotina. V tej fazi je rana toplejša na dotik, rdečkasta, otekla in zelo boleča. Po nekaj dnevih se začne proliferativna faza, ki traja tri do štiri tedne. V tej fazi ves čas nastaja kolagen, ki vleče skupaj

robove rane. K hitrejšemu celjenju prispevajo tudi na novo nastale kapilare. To lahko povzroči vidno odebelitev robov rane in rdečkaste vozličke, ki jim pravimo granulacijsko tkivo. Rana je v tej fazi vlažna, belkasta ali rumenkasta. Po proliferativni fazi sledi še maturacijska faza, ki lahko traja več tednov ali let. V maturacijski fazi nastaja in se odlaga še več kolagena, ki rano krepí. Preoblikovanje brazgotine je proces, pri katerem se zadebeljena, rdečkasta in dvignjena brazgotina spremeni v tanko, ploščato in belkasto brazgotino. Če je okrevanje in celjenje normalno, telo neha proizvajati kolagen, ko je dosežena zadostna moč.

Za prevezovanje rane uporabljamo različne obveze (20). Najboljše so tiste, katere so enostavne za nameščanje, se prilagajajo telesu, so elastične in dobro vpijajo. Obveze pri odstranjevanju ne smejo poškodovati tkiva in morajo imeti estetski videz. Najpogosteje se uporabljajo obveze iz gaze različnih velikosti, oblik in so najmanj škodljive ter dražeče za tkiva. Obveze na ranah, ki so pravilno nameščene zmanjšujejo bolečino, pospešujejo celjenje rane (vzdržujejo ustrezno temperaturo 30°C in s tem boljšo cirkulacijo), ščitijo rane pred zunanjo okužbo, zadržujejo krvavitev, zagotavljajo dobro počutje bolnika in dajejo estetski izgled.

Tržnih produktov obvez ali pooperativnih oblog samo za namen celjenja rane po mastektomiji ni. Obstajajo obloge za rane z naravnimi učinkovinami, ki vsebujejo med (slika 5) in srebro.



Slika 5: Obloga za rano z naravnimi učinkovinami, ki vsebujejo med (21).

## 2. 5 PREGLED RAZISKAV

Dokazano je, da imajo nekatere rastline in zelišča pomembno vlogo v procesu celjenja rane (22-31). Rastline spodbujajo zdravljenje na naraven način. Ugotovljeno je bilo, da zeliščna



(žajbelj, kopriva, plešec idr.) in začimbna (ingver, šetraj, timijan idr.) zdravila pri zdravljenju vključujejo razkuževanje rane in delujejo protibolečinsko (22). Raziskovalci verjamejo, da so naravna barvila varna zaradi netoksičnosti, nealergenosti in biorazgradljivosti.

Mirjalili et al. (23) so v raziskavi uporabili začimbo kurkume, ki je klasificirana kot zdravilo. Pokazala je izjemno protibakterijsko delovanje. V raziskavah Kumarasamyraja et al. (24) so dokazali, da ima kurkuma (*Curcuma longa*) protibakterijske, protiglivične, protivnetne, protibolečinske, terapevtske in proti rakotvorne lastnosti ter uravnava delovanje imunskega sistema. Kurkuma vsebuje beljakovine, maščobe in vitamine A, B in C, ki imajo pomembno vlogo pri regeneraciji in celjenju ran. Kurkuma se uporablja v gospodinjstvu, kozmetiki, medicini, je konzervans za živila in rumeno barvilo. Sestavine kurkume so kurkuminoidi, kurkumin, demetoksikurkumin in bisdemetoksikurkumin. Kemična struktura kurkume je 1,7-bis [4-hidroksi-3-metoksifenil]-1,6-heptadien-3, 5-dion, ki nosi ime C.I. naravno rumena 3. Protimikrobnost kurkume je povezana s prisotnostjo metoksi in hidroksilnih skupin v kemični strukturi kurkume. Ghoreishian et al. (25) so v raziskavi svileni tkanini podelili protibakterijske lastnosti z nanosom naravnega rumenega barvila iz izvlečka kurkume. Dokazali so, da je barvanje z izvlečkom kurkume enostavno in da višja koncentracija kurkuminega ekstrakta ter čimžanje povzročita boljše protibakterijske lastnosti. Svilena tkanina, ki je bila obarvana s kurkuminim ekstraktom, je imela po barvanju odlično barvno in svetlobno obstojnost ter obstojnost na pranje. Ghaheh et al. (26) so raziskovali kolorimetrično in protibakterijsko delovanje volnene tkanine, ki je bila barvana z naravnimi barvili, pridobljenimi iz zelenega čaja, kurkume, žafrana in kane ter čimžanimi z aluminijevim sulfatom. Volna je imela dobre obstojnosti na pranje. Ocenjen je bil vpliv naravnih barvil in aluminijevega sulfata, ki sta pokazala dobro adsorpcijo barvila, dobro obstojnost in protibakterijsko delovanje. Protibakterijska aktivnost se je znatno povečala zaradi aluminijevega sulfata. Kurkuma v postopku celjenja ran pozitivno deluje na vnetno fazo, proliferacijo in fazo preoblikovanja ter pripomore, da se rana zaceli v krajšem času (27). Učinkovitejša je, kadar je na rano nanešena lokalno, saj ima hidrofobni značaj in slabo absorbira v kri. To so dokazali v raziskavi Akbik et al. (27), kjer so na podganah rane zdravili lokalno in oralno. Pri lokalnem zdravljenju s kurkumo so bili rezultati celjenja ran naprednejši, ker je bilo zdravilo dostopnejše na mestu rane. Vnetna faza se začne takoj v prvih 24 urah in najkasneje v 48 urah po poškodbi. Faza vnetja poskrbi za vazokonstrikcijo in agregacijo trombocitov, da se čim hitreje začnejo tvoriti krvni strdki. To posledično sproži vazodilatacijo in fagocitozo, da se poškodovano mesto vname. Vnetni fazi sledi proliferativna faza, ki zajema fazo fibroblastov, epitalizacijo in krčenje. Proliferativna faza se začne 2 dni po

vnetni fazi in traja 3 tedne. Fibroblasti priskrbijo snovi, ki celijo rano, in sicer glikozaminoglikane in kolagen, ki ga odlagajo pri tvorbi granulacijskega tkiva, kjer nastajajo nove kapilare (28). Nato epitalizacija poskrbi, da matične celice z robov rane migrirajo v rano skozi lamelo ali s fibrinom. Začne se krčenje rane in fibroblasti pomikajo robove rane proti središču poškodbe. Sledi faza preoblikovanja, ki lahko traja od treh tednov do dveh let. Natezna trdnost tkiva se poveča zaradi medmolekulskih vezi med kolagenom in vitaminom C. Brazgotina na poškodbi se uravnava in tkivu povrne do 80 % prvotne moči. Mehrabani et al. (29) so v raziskavi določevali zdravilni učinek kurkume na opekline pri podganah. Sedemdeset podgan so razdelili v 5 enakih skupin in jih zdravili 21 dni. Skupine A–C so prejele 0,1 %, 0,5 % in 2 % kurkuminega ekstrakta v navedenem zaporedju, skupina D je prejela mazilo srebrovega sulfadiazina, skupina E, ki je bila kontrolna skupina, pa je prejela Eucerit. Po 21-ih dneh so bile opekline na podganah vidno zmanjšane: pri podganah v skupinah A–C so bile opekline v fazi regeneracije, in sicer najbolj napredna pri skupini C. Povrhnjica je imela lepo strukturirane plasti brez tvorbe kraste, medtem ko je bila povrhnjica pri kontrolni skupini E brez strukturiranih plasti in je imela začetno tvorbo kraste. Pri skupinah A–C so bili opazni fibroblasti, usmerjeni vzporedno na epitelno površino, kjer se je že začel odlagati kolagen. Dokazali so, da je ekstrakt kurkume primeren nadomestek za zdravljenje opeklin (30). Prav tako je pomembno dejstvo, da kurkuma nadzira bolečino, tako da neposredno deluje na nociceptivnih nevronih in zavira signal za bolečino. Najbolj cenjen učinek kurkume pa se kaže v novejših raziskavah, ki so dokazale, da odmerek kurkume pri kemoterapiji, ki se je izvajala na živalih, učinkuje (31). Kurkuma učinkuje na rast rakavih celic in zavira razširjenje. Uživanje kurkume med zdravljenjem za rakom zatire incidence in neinvazivne adenokarcinome ter tako postopoma ustavi razširjanje in rast rakavih celic. Tako kurkuma uravnava nastajanje vnetnih citokinov tumorske nekroze in inhibira aktivacijo transkripcijskih faktorjev in proteinov, ki uravnavajo gene vnetnih mediatorjev.

Različni ekstrakti žajblja, predvsem hidroalkoholni (mešanica vode in alkohola, npr. alkohol ali metanol) so bili raziskani za ugotavljanje protimikrobne učinkovitosti za izdelavo deodoranta, sira, filtrirnega papirja in prehrambenega konzervansa (32-34). Ugotovljeno je bilo, da imajo ekstrakti žajblja protimikrobno učinkovanje. Generalic et. al (35), so raziskali biološke lastnosti ekstraktov listov žajblja, ki so jih nabirali v različnih obdobjih rasti. Ugotovili so, da vsi ekstrakti vsebujejo visoko vsebnost fenolnih spojin, ki zagotavljajo dobro antioksidativne in protibakterijske lastnosti. Priporočajo pa, da se žajbljevi listi nabirajo v mesecu maju, ko vsebujejo najvišjo vsebnost fenolnih spojin in imajo visoko biološko aktivnost (36). Suntar et. al (37), so za namen izdelave kreme za celjenje kožnih ran v

tradicionalni turški medicini raziskali vpliv različnih esencialnih olj, med njimi tudi žajbljevo. Krema, ki je vsebovala esencialno olje žajblja in so jo testirali na podganah ter miših, je imela zadovoljivo delovanje na celjenje ran. Esencialno olje žajblja je bilo uporabljeno tudi v kombinaciji s čebeljim voskom in hitozanom, iz katerih so izdelali emulzijo in jo nanesli na bombažna pletiva (38). Funkcionalizirani vzorci bombažnega pletiva so imeli odlično protibakterijsko učinkovitost na *Staphylococcus aureus*, medtem ko na *Escherichia coli* niso imeli. Z ekstraktom žajblja so tudi barvali čimžana konopljina in volnena vlakna (39). Pobarvanim vlaknom so izmerili barvne koordinate in določili antioksidativno delovanje. Obarvanja so bila svetla, vendar so imela dobre obstojnosti na svetlobo. Pobarvana vlakna so imela dobro antioksidativno aktivnost. V drugi raziskavi barvanja bombažnega pletiva z ekstraktom žajblja so barvo določali s K/S vrednostmi (40). Ugotavljali so tudi obstojnost na svetlobo, pranje, drgnjenje in znojenje. Ugotovljeno je bilo, da čimžanje z bakrovim sulfatom da najgloblja obarvanja (K/S vrednost je višja od 5), čimžanje s citronsko kislino pa da najnižjo K/S vrednost. Pobarvani vzorci so imeli dobro obstojnost na svetlobo, zelo dobro obstojnost na pranje, odlično obstojnost na drgnjenje in dobro obstojnost na znoj.

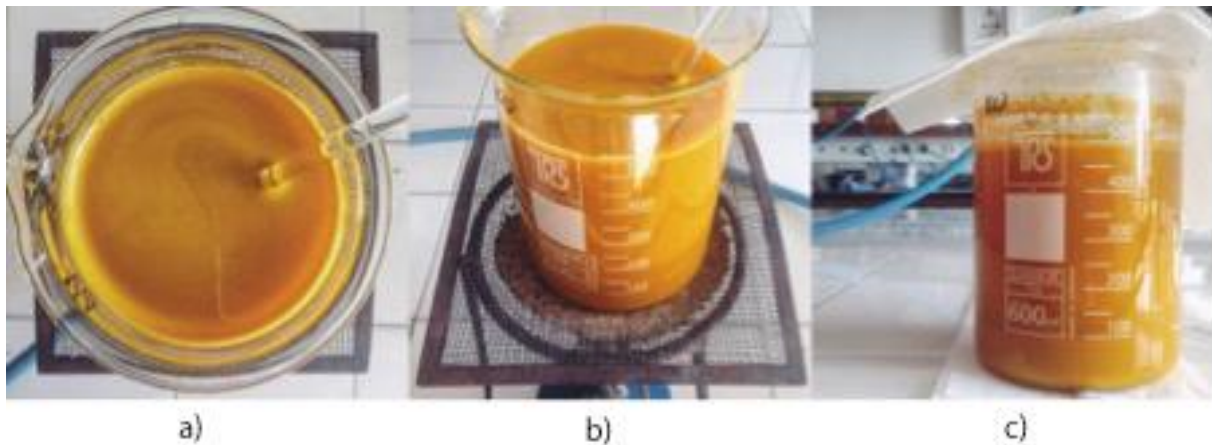
### 3 EKPERIMENTALNI DEL

#### 3. 1 MATERIAL

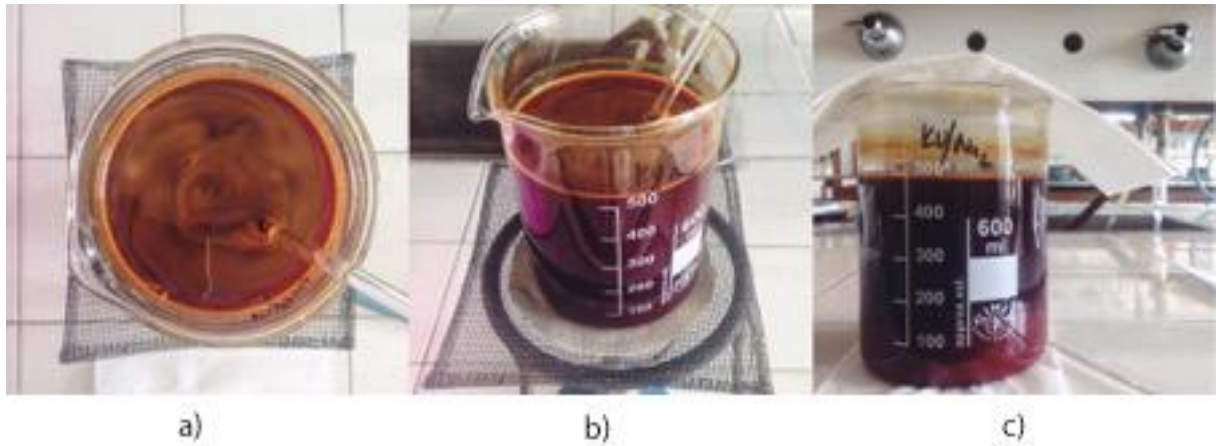
V raziskavi smo uporabili vlaknovino ploščinske mase  $50 \text{ g/m}^2$  iz 100 % Tencel<sup>®</sup> vlaken z dolžinsko maso 1,7 dtex, ki smo jo dobili od proizvajalca Lenzing.

#### 3. 2 EKSTRAKCIJA NARAVNIH UČINKOVIN

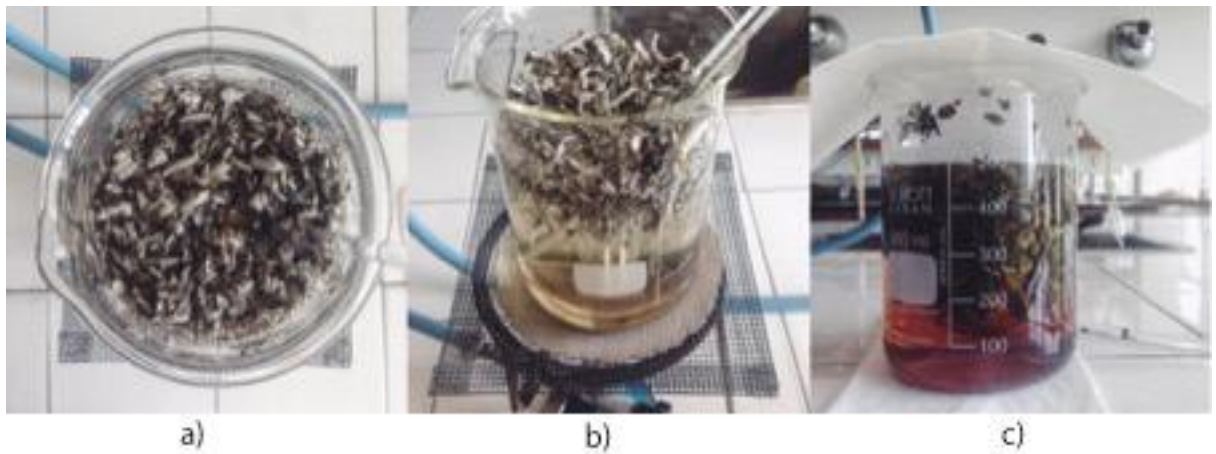
Za ekstrakcijo naravnih učinkovin smo uporabili mleto korenino kurkume, ki smo jo kupili v trgovini (*Curcuma longa*) in posušene liste žajblja z domačega vrta (*Salvia officinalis*), v koncentraciji 5 g/l. Ekstrakcijo smo izvedli v destilirani vodi in v destilirani vodi, ki ji je bil dodan natrijev karbonat ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) v koncentraciji 1,25 g/l. Ekstrakcijo smo izvedli tako, da smo pri vrenju ekstrahirali 5 minut, odstranili z vira toplote in pri sobni temperaturi pustili mirovati 30 minut. Nato smo mešanico precedili skozi gosto poliestrsko tkanino, da v ekstraktu ni ostala usedlina. Na slikah 6 do 9 so prikazani postopki ekstrakcije.



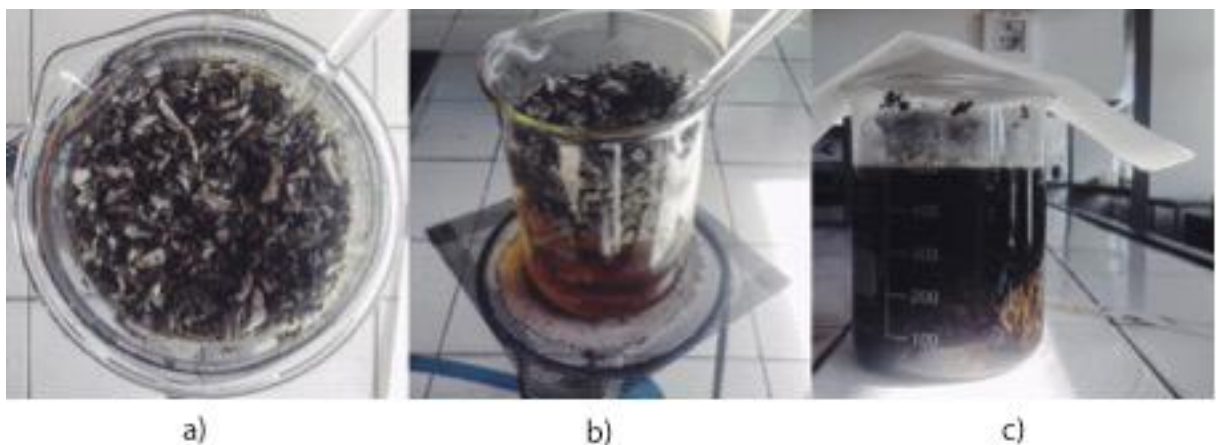
Slika 6: Ekstrakcija kurkume v destilirani vodi med vrenjem a) in b) ter v mirovanju c).



Slika 7: Ekstrakcija kurkume v destilirani vodi in natrijevem karbonatu med vrenjem a) in b) ter v mirovanju c).



Slika 8: Ekstrakcija žajblja v destilirani vodi med vrenjem a) in b) ter v mirovanju c).



Slika 9: Ekstrakcija žajblja v destilirani vodi in natrijevem karbonatu med vrenjem a) in b) ter v mirovanju c).

### 3. 3 FUNKCIONALIZACIJA VLAKNOVINE

Vlaknovino Tencel<sup>®</sup> smo funkcionalizirali z različnimi kombinacijami ekstrahiranih naravnih učinkovin po izčrpalnem postopku. V preglednici 1 so zapisane kombinacije funkcionalizacije. Vlaknovino smo funkcionalizirali v laboratorijskem aparatu Launder-o-meter, pri kopelnem razmerju 1 : 100, temperaturi 60 °C, 60 minut. Sledilo je ožemanje in sušenje na zraku pri sobni temperaturi. Izvedli smo tudi funkcionalizacijo vlaknovine po impregnirnem postopku, in sicer samo z ekstraktom kurkume v destilirani vodi. Impregniranje smo izvajali na dvovaljčnem fularju (Mathis, Švica), tako da je vzorec vlaknovine potoval skozi impregnirno kopel naravne učinkovine in skozi ožemalno valja, pri 100 % ožemalnem učinku. Vzorce smo impregnirali z različnim številom prehodov skozi impregnirno kopel, to je 1-krat, 3-krat in 5-krat, kot je zapisano v preglednici 2.

Preglednica 1: Opis in oznake vzorcev vlaknovine Tencel<sup>®</sup> funkcionaliziranih po izčrpalnem postopku z ekstrakti naravnih učinkovin in njihovimi kombinacijami

Številka vzorca	Vzorec	Opis vzorca
1	Ku/H <sub>2</sub> O	Ekstrakt kurkume v destilirani vodi
2	Ku/Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	Ekstrakt kurkume v destilirani vodi in natrijevem karbonatu
3	Ža/H <sub>2</sub> O	Ekstrakt žajblja v destilirani vodi
4	Ža/Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	Ekstrakt žajblja v destilirani vodi in natrijevem karbonatu
5	Ku/H <sub>2</sub> O : Ža/H <sub>2</sub> O	Ekstrakt kurkume v destilirani vodi in ekstrakt žajblja v destilirani vodi (v razmerju 1:1)

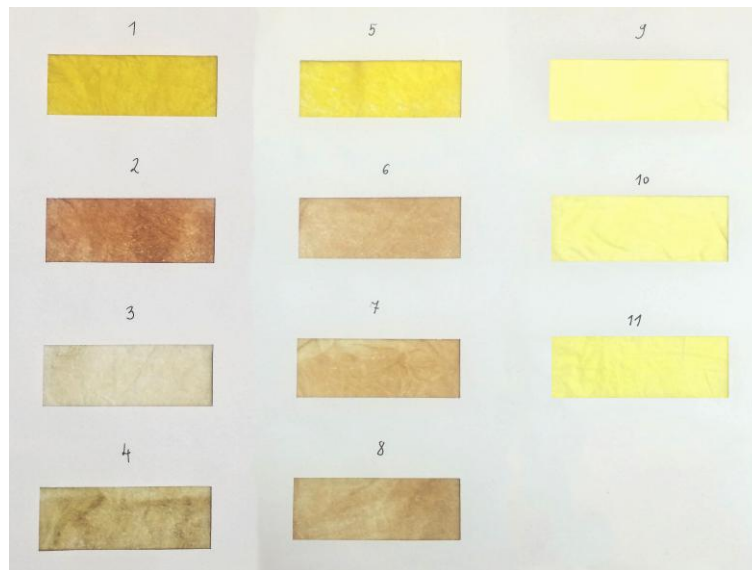
6	Ku/Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> : Ža/Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	Ekstrakt kurkume v destilirani vodi in natrijevem karbonatu ter ekstrakt žajblja v destilirani vodi in natrijevem karbonatu (v razmerju 1:1)
7	Ku/Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> : Ža/H <sub>2</sub> O	Ekstrakt kurkume v destilirani vodi in natrijevem karbonatu ter ekstrakt žajblja v destilirani vodi (v razmerju 1:1)
8	Ku/H <sub>2</sub> O : Ža/Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	Ekstrakt kurkume v destilirani vodi ter ekstrakt žajblja v destilirani vodi in natrijevem karbonatu (v razmerju 1:1)

Preglednica 2: Opis in oznake vzorcev vlaknovine Tencel<sup>®</sup>, ki so bili funkcionalizirani po impregnirnem postopku z ekstraktom kurkume

Številka vzorca	Vzorec	Opis vzorca
9	Ku 1x	Enkratni prehod skozi impregnirno kopel ekstrakta kurkume
10	Ku 3x	Trikratni prehod skozi impregnirno kopel ekstrakta kurkume
11	Ku 5x	Petkratni prehod skozi impregnirno kopel ekstrakta kurkume

### 3. 4 BARVNA KARTA

Izdelali smo barvno karto (slika 10), ki je vsebovala funkcionalizirane vzorce vlaknovine Tencel<sup>®</sup>, da bi ugotovili, kateri barvni odtenek tekstilije se zdi ljudem najbolj učinkovit kot pooperativna obloga za celjenje ran. Izprašali smo 50 ljudi, s povprečno starostjo 25 let. Razmerje med ženskami in moškimi je bilo 80 : 20.

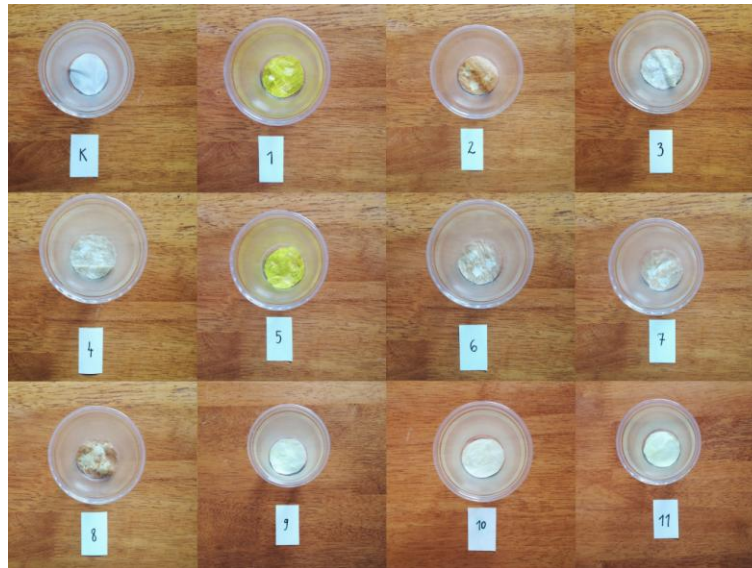


Slika 10: Barvna karta funkcionaliziranih vzorcev tekstilije Tencel<sup>®</sup>.

### 3. 5 MLEČNI TEST

Mlečni test smo izvedli za določitev razvoja neprijetnih vonjav na tekstilnih vzorcih. Mlečni test je hitri test za predvidenje protimikrobnega delovanja tekstilije, ki ga priporoča proizvajalec protimikrobnega sredstva RucoBac AGP Rudolf Group (41). Mlečni test smo izvedli na funkcionaliziranih vzorcih vlaknovine, ki so označeni od 1 do 11, in na vzorcu nefunkcionalizirane vlaknovine Tencel<sup>®</sup>, ki je označen s črko K. Vzorce smo narezali na enako velikost in jih namestili na dno plastičnih kozarcev, kot je prikazano na sliki 11. S pipeto smo na vsak vzorec nanegli tri kapljice kravjega nepastiriziranega domačega mleka, ki smo ga dobili na kmetiji Petrič, Jelovec 12, 8294 Boštanj. Vzorce v plastičnih kozarcih smo prekrili s prozorno folijo in jih pustili stati 2 dni pri sobni temperaturi 22 °C. Po preteklem času smo izprašali petnajst ljudi (ocenjevalcev), naj ocenijo intenzivnost vonja vzorcev. Oceniti so morali po lestvici od 0 (ni izrazitega vonja) do 5 (zelo močno izrazit vonj).





Slika 11: Prikaz izvedbe mlečnega testa na nefunkcionaliziranem vzorcu K in funkcionaliziranih vzorcih 1–11.

### 3. 6 SPEKTROFOTOMETRIČNE MERITVE

Barvne vrednosti CIE  $L^*a^*b^*$  in refleksijo (R) proučevanih vzorcev smo izmerili na refleksijskem spektrofotometru SF 600+ PLUS – CT (Datacolor). Meritve smo opravili pri naslednjih pogojih:

- območje meritev: 400–700 nm,
- korak meritev: 10 nm,
- zrcalni odboj: vključen,
- premer odprtine: 20 mm,
- število meritev na vsakem vzorcu: 10.

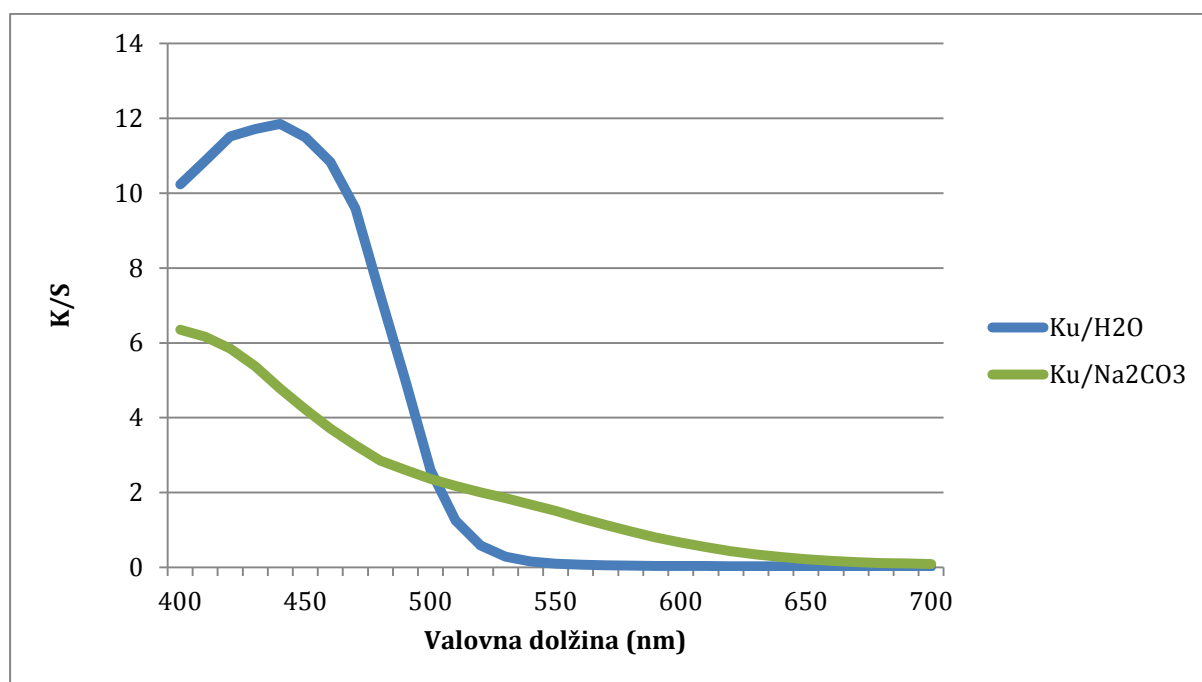
K/S vrednosti smo izračunali po enačbi 1:

$$K/S = \frac{1 - R}{1 + R} \quad (1)$$

kjer je K absorpcija svetlobe, S sipanje svetlobe in R refleksija svetlobe z vrednostmi od 0 do 1.

## 4 REZULTATI IN RAZPRAVA

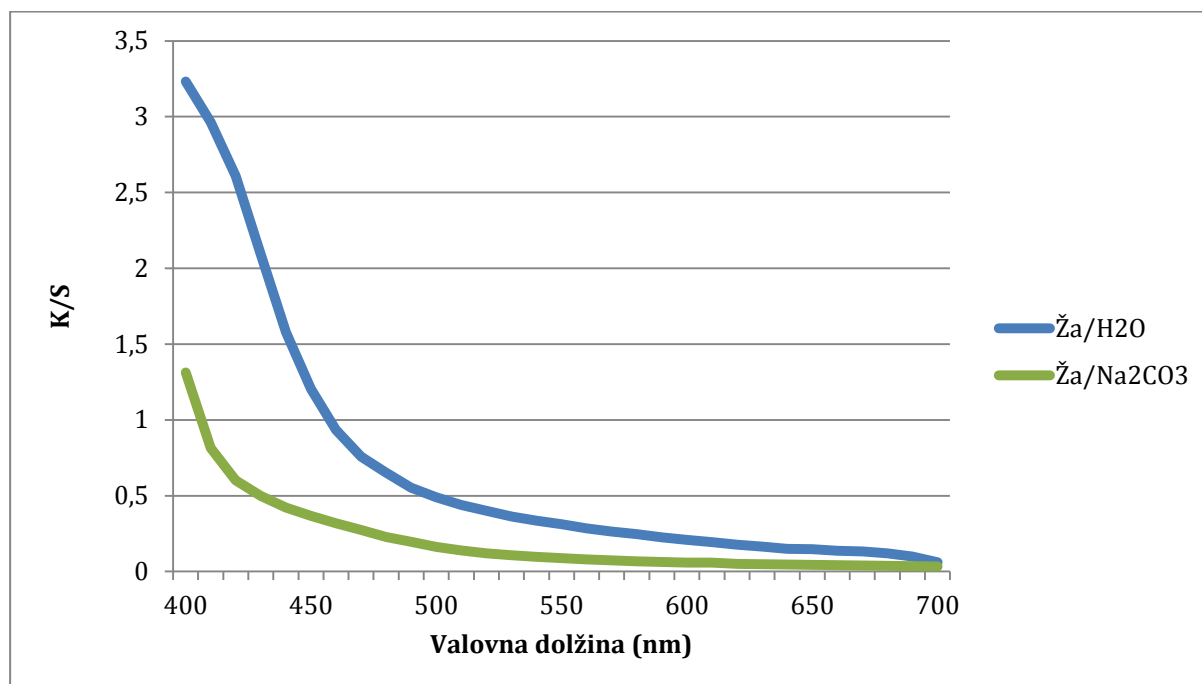
Na slikah 12–15 so predstavljeni rezultati K/S vrednosti vzorcev vlaknovine Tencel<sup>®</sup>, funkcionaliziranih z različnimi naravnimi učinkovinami. S slike 12 je razvidno, da je K/S vrednost vzorca, funkcionaliziranega s kurkumo, ekstrahirano v vodi (Ku/H<sub>2</sub>O), višja kot K/S vrednost vzorca, funkcionaliziranega s kurkumo, ekstrahirano v natrijevem karbonatu (Ku/Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>). To pomeni, da ima vzorec Ku/H<sub>2</sub>O višjo globino obarvanja kot vzorec Ku/Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>. Torej lahko sklepamo, da je absorpcija barvila kurkume na Tencel<sup>®</sup> vlakna višja pri barvanju v nevtralnem pH mediju kot pa v alkalnem pH mediju. Opazimo tudi premik vrha, in sicer je ta pri vzorcu Ku/H<sub>2</sub>O pri valovni dolžini 440 nm, pri vzorcu Ku/Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> pa pri 400 nm. Premik  $\lambda_{\max}$  z višje k nižji valovni dolžini imenujemo hipsokromni premik.



Slika 12: K/S vrednosti Tencel<sup>®</sup> vlaknovin, funkcionaliziranih s kurkumo, ekstrahirano v destilirani vodi (Ku/H<sub>2</sub>O), in s kurkumo, ekstrahirano v natrijevem karbonatu (Ku/Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>).

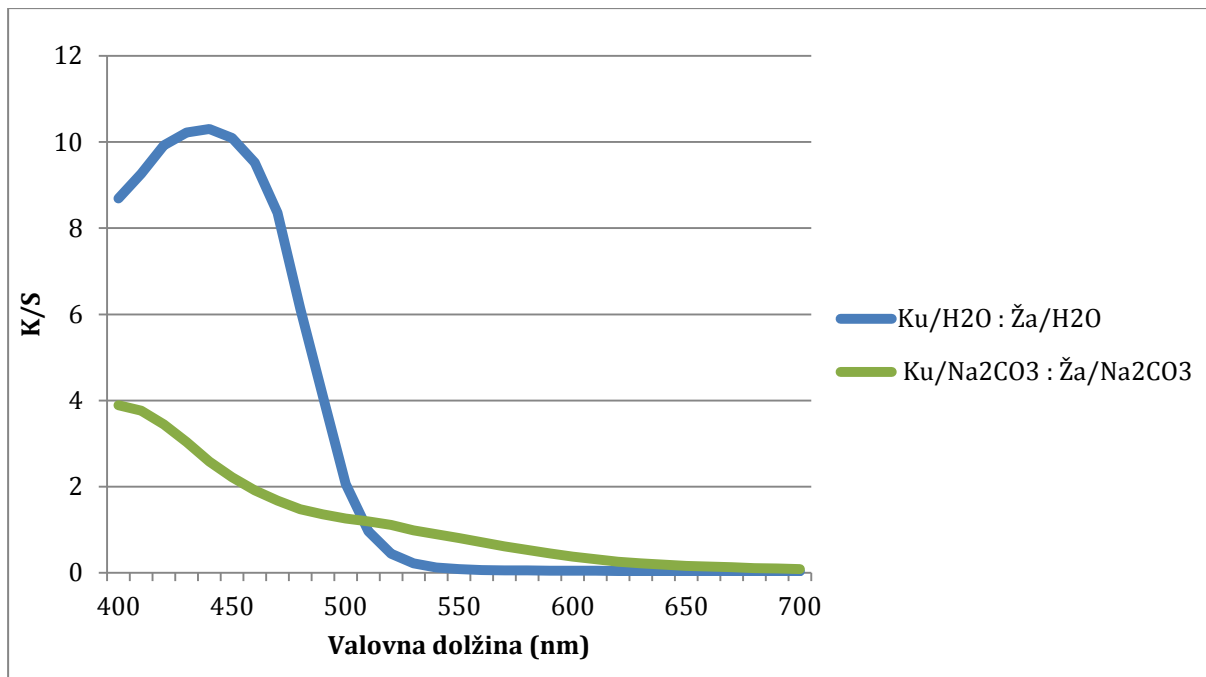
Na sliki 13 so prikazani rezultati K/S vrednosti vzorcev, funkcionaliziranih z ekstrakti žajblja. Opazimo, da funkcionalizacija vzorca z žajbljem, ekstrahiranim v vodi ali v natrijevem karbonatu, ne vpliva na premik  $\lambda_{\max}$ , saj je le-ta v obeh primerih pri valovni dolžini 400 nm. Kljub temu pa ima vzorec, ki je funkcionaliziran z žajbljem, ekstrahiranim v vodi (Ža/H<sub>2</sub>O), višjo K/S vrednost kot vzorec, funkcionaliziran z žajbljem, ekstrahiranim v natrijevem karbonatu (Ža/Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>). Torej ima tudi v primeru funkcionalizacije z ekstraktom žajblja na

globino obarvanja (K/S vrednost) vpliv pH medij.



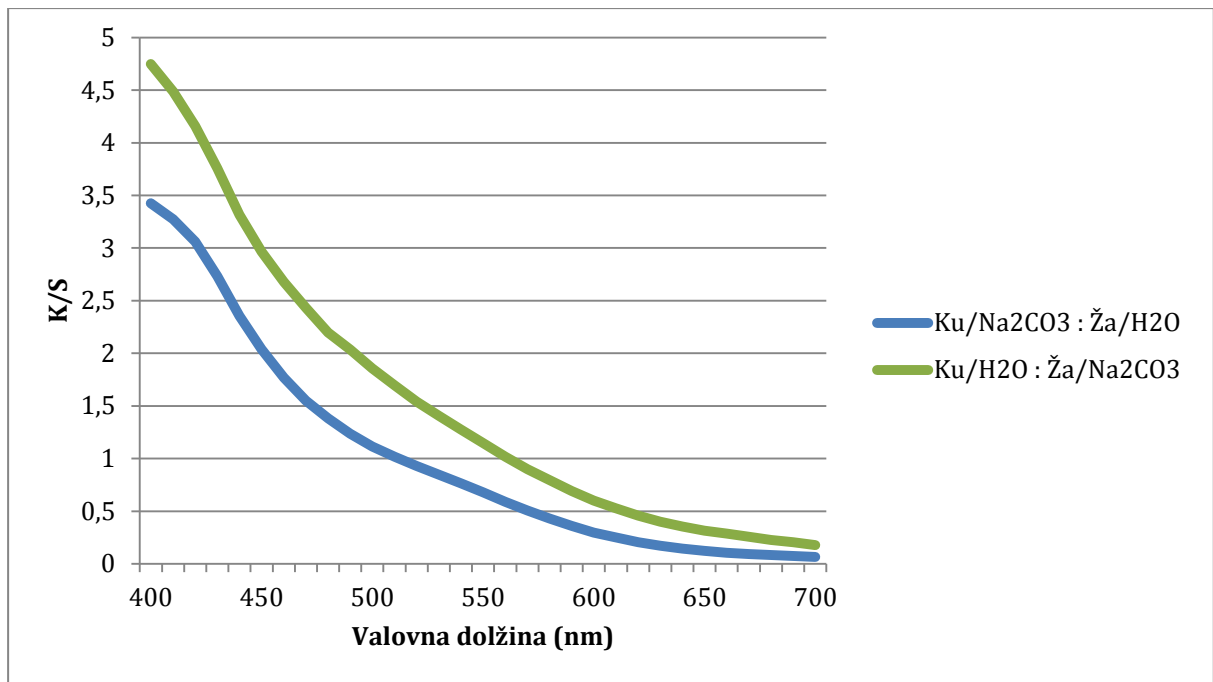
Slika 13: K/S vrednosti Tencel<sup>®</sup> vlaknovin, funkcionaliziranih z žajbljem, ekstrahiranim v destilirani vodi (Žu/H<sub>2</sub>O), in z žajbljem, ekstrahiranim v natrijevem karbonatu (Ža/Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>).

Na sliki 14 so prikazani rezultati K/S vrednosti vzorcev, funkcionaliziranih s kurkumo in žajbljem, obeh ekstrahiranih v vodi ter natrijevem karbonatu. V primeru funkcionalizacije vzorcev s kurkumo in žajbljem, obeh ekstrahiranih v vodi (Ku/H<sub>2</sub>O : Ža/H<sub>2</sub>O) je  $\lambda_{\max}$  440 nm, medtem ko je v primeru funkcionalizacije vzorcev s kurkumo in žajbljem, ekstrahiranih v natrijevem karbonatu (Ku/Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> : Ža/Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>), 400 nm. K/S vrednost vzorca Ku/H<sub>2</sub>O : Ža/H<sub>2</sub>O je precej višja kot K/S vrednost vzorca Ku/Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> : Ža/Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>. Iz tega je razvidno, da ima vzorec Ku/H<sub>2</sub>O : Ža/H<sub>2</sub>O višjo globino obarvanja kot vzorec Ku/Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> : Ža/Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> in je adsorpcija barvila kurkume in žajblja na Tencel<sup>®</sup> vlakna višja pri barvanju v ekstraktu, pripravljenem v destilirani vodi.



Slika 14: K/S vrednosti Tencel<sup>®</sup> vlaknovin, funkcionaliziranih s kurkumo in žajbljem, obeh ekstrahiranih v vodi (Ku/H<sub>2</sub>O : Ža/H<sub>2</sub>O) ter natrijevem karbonatu (Ku/Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> : Ža/Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>).

Na sliki 15 so prikazani rezultati K/S vrednosti vzorcev, funkcionaliziranih s kurkumo in žajbljem, ekstrahiranih v različnem mediju, in sicer kurkuma, ekstrahirana v natrijevem karbonatu, in žajbelj, ekstrahirana v vodi, (Ku/Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> : Ža/H<sub>2</sub>O) ter kurkuma, ekstrahirana v vodi, in žajbelj, ekstrahirana v natrijevem karbonatu (Ku/H<sub>2</sub>O : Ža/Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>). Višjo K/S vrednost ima vzorec Ku/H<sub>2</sub>O : Ža/Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, kar pomeni, da ima višjo globino obarvanja kot vzorec Ku/Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> : Ža/H<sub>2</sub>O. Torej lahko sklepamo, da je adsorpcija naravnih učinkovin na Tencel<sup>®</sup> vlakna višja pri barvanju s kurkumo, ekstrahirano v vodi, in žajbljem, ekstrahiranim v natrijevem karbonatu. Opazimo tudi, da pH vrednost medija pri obeh primerih vzorcev, (Ku/H<sub>2</sub>O : Ža/Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>) in (Ku/Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> : Ža/H<sub>2</sub>O), ne vpliva na premik vrha K/S, saj je v obeh primerih pri valovni dolžini 400 nm.



Slika 15: K/S vrednosti Tencel<sup>®</sup> vlaknovin, funkcionaliziranih s kombinacijo kurkume, ekstrahirane v natrijevem karbonatu, in žajblja, ekstrahiranega v vodi (Ku/Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> : Ža/H<sub>2</sub>O), ter Tencel<sup>®</sup> vlaknovin, funkcionaliziranih s kombinacijo kurkume, ekstrahirane v vodi, in žajblja, ekstrahiranega v natrijevem karbonatu (Ku/H<sub>2</sub>O : Ža/Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>).

V preglednici 3 so prikazani rezultati CIE L\*a\*b\* barvnih vrednosti vzorcev Tencel<sup>®</sup> vlaknovin, funkcionaliziranih z naravnimi učinkovinami kurkume in žajblja.

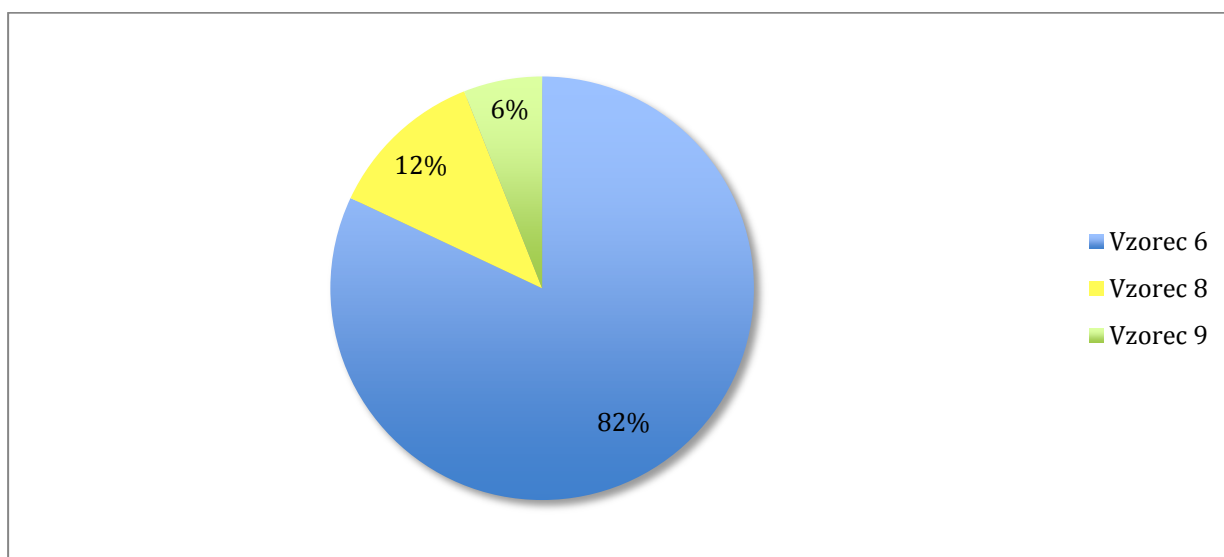
Preglednica 3: CIE L\*a\*b\* barvne vrednosti vzorcev Tencel® vlaknovin, funkcionaliziranih z naravnimi učinkovinami kurkume in žajblja

Številka vzorca	Vzorec	CIE L*	CIE a*	CIE b*
1	Ku/H <sub>2</sub> O	78,19	12,32	88,12
2	Ku/Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	55,57	17,18	30,11
3	Ža/H <sub>2</sub> O	84,31	0,07	20,85
4	Ža/Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	73,46	0,91	28,65
5	Ku/H <sub>2</sub> O : Ža/H <sub>2</sub> O	79,26	8,39	86,66
6	Ku/Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> : Ža/Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	63,76	12,46	28,00
7	Ku/Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> : Ža/H <sub>2</sub> O	65,94	12,69	29,43
8	Ku/H <sub>2</sub> O : Ža/Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	58,22	12,19	26,41
9	Ku 1x	93,83	-4,71	31,35
10	Ku 3x	93,40	-5,81	38,42
11	Ku 5x	93,23	6,24	45,76

Ko primerjamo vzorca, funkcionalizirana s kurkumo, ekstrahirano v vodi ali natrijevem karbonatu, vidimo, da je vzorec Ku/H<sub>2</sub>O svetlejši kot vzorec Ku/Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, manj rdeč in precej bolj rumen. Vzorec, funkcionaliziran z žajbljem, ekstrahiranim v vodi (Ža/H<sub>2</sub>O), je svetlejši, manj rdeč in manj rumen od vzorca, funkcionaliziranega z žajbljem, ekstrahiranim v natrijevem karbonatu (Ža/Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>). Sledijo primerjave kombinacij ekstraktov, in sicer, ko primerjamo vzorec Ku/H<sub>2</sub>O : Ža/H<sub>2</sub>O z vzorcem Ku/Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> : Ža/Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, vidimo, da je vzorec, funkcionaliziran s kombinacijo obeh naravnih učinkovin, ekstrahiranih v natrijevem karbonatu, temnejši, bolj rdeč in manj rumen. Pri vzorcih, ki so bili funkcionalizirani s kombinacijo naravnih učinkovin, ekstrahiranih pri različnih pogojih (Ku/Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> : Ža/H<sub>2</sub>O in Ku/H<sub>2</sub>O : Ža/Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>), smo ugotovili, da je vzorec, funkcionaliziran s kombinacijo ekstrakta kurkume, ekstrahirane v natrijevem karbonatu, in ekstrakta žajblja, ekstrahirane v vodi, svetlejši, malenkost bolj rdeč in bolj rumen kot vzorec, funkcionaliziran s kombinacijo

ekstrakta kurkume, ekstrahirane v vodi, in ekstrakta žajblja, ekstrahiranega v natrijevem karbonatu. Na koncu smo primerjali še svetlost in barvni odtенок vzorcev, ki so bili barvani po impregnirnem postopku. Število potopov (1x, 3x ali 5x) ne vpliva bistveno na koordinato svetlosti (CIE L\*), vpliva pa na rdeče-zeleno in modro-rumeno koordinato (CIEa\* in b\*). Tako sta vzorca, ki sta bila impregnirana 1x oziroma 3x, bolj zelena in manj rumena kot vzorec, ki je bil impregniran s petimi prehodi skozi impregnirno kopel. Slednji vzorec je celo bolj rdeč ( $a^* > 0$ ). Izmed vzorcev, ki so bili impregnirani z različnim številom prehodov skozi impregnirno kopel, je vzorec Ku 1x najmanj rumen, vzorec Ku 5x pa najbolj.

Da bi ugotovili, katero barvo funkcionalizirane tekstilije ljudje dojemajo kot najbolj učinkovito za celjenje ran po operativnem posegu, smo s pomočjo barvne karte (slika 10) izprašali petdeset ljudi. Iz barvne karte (slika 10) so bili izbrani trije vzorci (vzorec 6, vzorec 8 in vzorec 9). Večina, tj. kar 82 % vseh izprašanih, je kot najbolj učinkovito barvo izbralo vzorec 6 (slika 16), saj jih najbolj spominja na barvo kože. Poleg tega so nam ženske zaupale, da jih barva pomirja, izgleda naravna in ne izstopa. Ta vzorec je bil funkcionaliziran s kombinacijo kurkume in žajblja, obeh ekstrahiranih v natrijevem karbonatu. Vzorec 8, ki je bil funkcionaliziran s kombinacijo kurkume, ekstrahirane v vodi, in žajblja, ekstrahiranega v natrijevem karbonatu je izbralo 12 % izprašanih. Ta vzorec je nekoliko temnejši kot vzorec 6, vendar še vedno spominja na barvo kože. Vzorec 9, ki je bil funkcionaliziran s kurkumo po impregnirnem postopku z enkratnim prehodom skozi impregnirno kopel je izbralo 6 % izprašanih, zaradi nežno rumene barve, ki je prijetna na pogled.



Slika 16: Izbrani vzorci po mnenju izprašancev o najbolj učinkoviti oblogi za celjenje ran.

V preglednici 4 so predstavljeni rezultati ocene intenzivnosti vonja vseh vzorcev po izvedbi mlečnega testa. Z mlečnim testom, ki ga kot hitri test oziroma hitro analizo protimikrobne učinkovitosti priporoča proizvajalec sredstva RucoBac AGP (41), zelo hitro ugotovimo, kateri od vzorcev ima boljšo protimikrobno učinkovitost. Omeniti moramo, da je to test, ki ne more nadomestiti standardnih testov za ugotavljanje protimikrobne učinkovitosti tekstilij, je pa zelo dober pokazatelj njihove protimikrobnosti. Pri mlečnem testu je pomembno uporabiti surovo nepasterizirano mleko, saj je kot takšen izvrsten medij za rast in razmnoževanje različnih mikroorganizmov. V primeru, da se je na tekstiliji razvil inteziven, smrdeč vonj, pomeni, da tekstilija nima protimikrobne učinkovitosti oziroma je le-ta nizka.

Preglednica 4: Ocena intenzivnosti vonja vzorcev po izvedbi mlečnega testa

Številka vzorca	Ime vzorca	Intenzivnost vonja
K	Kontrolni vzorec neobdelane tekstilije Tencel®	2
1	Ku/H <sub>2</sub> O	3
2	Ku/Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	0
3	Ža/H <sub>2</sub> O	1
4	Ža/Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	0
5	Ku/H <sub>2</sub> O : Ža/H <sub>2</sub> O	3
6	Ku/Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> : Ža/Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	1
7	Ku/Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> : Ža/H <sub>2</sub> O	1
8	Ku/H <sub>2</sub> O : Ža/Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	3
9	Ku 1x	4
10	Ku 3x	4
11	Ku 5x	4

Lestvica: 0 – ni izrazitega vonja, 1 – slabo izrazit vonj, 2 – izrazit vonj, 3 – srednje izrazit vonj, 4 – močno izrazit vonj, 5 – zelo močno izrazit vonj.

Večina ocenjevalcev je z oceno 0 oziroma vzorce brez izrazitega vonja ocenila vzorca, funkcionalizirana s kurkumo (Ku/Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>) in žajbljem, ekstrahiranima v natrijevem karbonatu (Ža/Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>). Ocenjevalci so z oceno 1 oziroma vzorce s slabo izrazitim vonjem



ocenili tri vzorce, in sicer vzorec, funkcionaliziran z žajbljem, ekstrahiranim v vodi ( $\check{Z}a/H_2O$ ); vzorec, funkcionaliziran s kombinacijo kurkume in žajblja, obeh ekstrahiranih v natrijevem karbonatu ( $Ku/Na_2CO_3 : \check{Z}a/Na_2CO_3$ ), ter vzorec, funkcionaliziran s kombinacijo kurkume, ekstrahirane v natrijevem karbonatu, in žajbljem, ekstrahiranim v vodi ( $Ku/Na_2CO_3 : \check{Z}a/H_2O$ ). Oceno 2 oziroma vzorec z izrazitim vonjem je prejel le kontrolni vzorec neobdelane tekstilije Tencel<sup>®</sup> (K). Oceno 3, ki označuje vzorce s srednje izrazitim vonjem, so ocenjevalci podelili trem vzorcem, in sicer vzorcu, funkcionaliziranim s kurkumo, ekstrahirano v vodi ( $Ku/H_2O$ ); vzorcu, funkcionaliziranim s kombinacijo kurkume in žajblja, obeh ekstrahiranih v vodi ( $Ku/H_2O : \check{Z}a/H_2O$ ), in vzorcu, funkcionaliziranim s kombinacijo kurkume, ekstrahirane v vodi, in žajblja, ekstrahiranega v natrijevem karbonatu ( $Ku/H_2O : \check{Z}a/Na_2CO_3$ ). Prav tako so bili trije vzorci ocenjeni z močno izrazitim vonjem oziroma oceno 4, in sicer vzorci, funkcionalizirani s kurkumo po impregnirnem postopku. Izprašanci vonj opisujejo kot moteč, smrdeč in kisel. Z oceno 5 oziroma kot vzorec z zelo močno izrazitim vonjem ni bil ocenjen noben vzorec. Iz ocen tako ugotovimo, da imajo vzorci, funkcionalizirani z naravnimi učinkovinami, ekstrahiranimi v natrijevem karbonatu, protimikrobno učinkovitost. Le-ta se zmanjša, če vzorce funkcionaliziramo s kombinacijo naravnih učinkovin, kjer je ena izmed njiju ekstrahirana v natrijevem karbonatu in druga ekstrahirana v vodi. To pomeni, da nevtralni pH medij zmanjša protimikrobno učinkovitost na funkcionaliziranih vzorcih, ker vzorci po določeni izpostavitvi s surovim mlekom dobijo neprijeten smrdeč vonj. Iz rezultatov vidimo tudi, da funkcionalizacija s kurkumo, ekstrahirano v destilirani vodi po impregnirnem postopku, nima protimikrobne učinkovitosti, saj ti vzorci razvijejo najbolj neprijeten vonj, ki ga ocenjevalci poleg smrdečega opišejo tudi kot kislega. Prav tako vidimo, da neobdelana tekstilija Tencel<sup>®</sup> ne zagotavlja zadostne protimikrobne učinkovitosti.

## 5 ZAKLJUČKI

Rezultati kažejo, da imajo vzorci, funkcionalizirani z naravnima učinkovinama, ekstrahiranimi v vodi, večjo globino obarvanja, saj so K/S vrednosti pri teh vzorcih precej višje kot pri vzorcih, ki so bili funkcionalizirani z natrijevim karbonatom. Najvišjo globino obarvanja ima vzorec, funkcionaliziran s kurkumo, ekstrahirano v vodi (Ku/H<sub>2</sub>O), najnižjo pa vzorec, funkcionaliziran z žajbljem v natrijevem karbonatu (Ža/Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>). Ugotovili smo, da funkcionalizacija naravnih učinkovin v vodi daje svetlejša barvna odtenke, manj rdeča in manj rumena; funkcionalizacija vzorcev, ekstrahiranih v natrijevem karbonatu pa daje temnejša barvna odtenke, ki so bolj rumeni in bolj rdeči. Tudi pri vzorcih, funkcionaliziranih s kombinacijo obeh naravnih učinkovin, so vzorci, ki so ekstrahirani v vodi, svetlejši od vzorcev, ekstrahiranih v natrijevem karbonatu. Ugotovimo tudi, da funkcionalizacija po impregnirnem postopku bistveno ne vpliva na svetlost vzorcev. Vzorca, ki sta skozi impregnirno kopel potovala enkrat in trikrat, sta bolj zelena in vzorec, ki je skozi impregnirno kopel potoval petkrat, je bolj rdeč ter izmed vseh treh najbolj rumen. S pomočjo barvne karte funkcionaliziranih vzorcev Tencel<sup>®</sup> tekstilije smo ugotovili, da ljudje za najbolj učinkovito barvo funkcionalizirane tekstilije za celjenje ran po operativnem posegu dojemajo barve, ki se najbolj približajo odtenku kože. To sta bila dva vzorca, in sicer vzorec, ki je bil funkcionaliziran s kombinacijo kurkume in žajblja, ekstrahiranimi v natrijevem karbonatu, in vzorec, funkcionaliziran s kombinacijo kurkume, ekstrahirane v vodi, in žajblja, ekstrahirane v natrijevem karbonatu, saj izgledata naravna, sta prijetna na pogled in ljudi pomirjata. Prav tako smo z izvedbo mlečnega testa ugotovili, da funkcionalizacija vzorcev z naravnimi učinkovinami, ekstrahiranimi v natrijevem karbonatu, ne povzroča izrazitega vonja in da imajo vzorci protimikrobno učinkovitost, nasprotno pa funkcionalizacija vzorcev z naravnimi učinkovinami, ekstrahiranimi v vodi, obdelanimi po izčrpalnem in impregnirnem postopku, povzroča izrazito smrdeč vonj, kadar so vzorci izpostavljeni surovemu mleku za določen čas. To pomeni, da ti vzorci nimajo protimikrobne učinkovitosti.

## 6 LITERATURNI VIRI

1. Tencel<sup>®</sup>. V *Lenzing.com* : leading fiber innovation [dostopno na daljavo]. Obnovljeno 2015 [citirano 20. 2. 2016]. Dostopno na svetovnem spletu: <<http://lenzing-fibers.com/en/tencel/>>.
2. KLJUN, A. *Raziskava udobja nošenja vrhunsko obdelanih Tencel<sup>®</sup> in bombažnih tkanin : diplomsko delo*. Ljubljana, 2008, 186 str.
3. RIJAVEC, T. *Tekstilne surovine – osnove*. Ljubljana : Naravoslovnotehniška fakulteta, oddelek za tekstilstvo, 2000, str. 26.
4. Botanical principles. V *Lenzing.com* : revolutionary and eco-friendly [dostopno na daljavo]. Obnovljeno 2015 [citirano 20. 2. 2016]. Dostopno na svetovnem spletu: <<http://www.lenzing.com/sites/botanicprinciples/website/sustainability04.html>>.
5. BREDERECK, K., HERMANUTZ, F. Man-made cellulose. *Rev. Prog. Color.*, 2005, str. 1 – 17.
6. Technical bulletin : *tehnična dokumentacija proizvajalca podjetja Lenzing*, 2015, str. 1.
7. Ecological responsibility. V *Lenzing.com* : Responsibility – Ecological responsibility – Wood-based cellulose fibers [dostopno na daljavo]. Obnovljeno 2015 [citirano 20. 2. 2016]. Dostopno na svetovnem spletu: <<http://www.lenzing.com/en/responsibility/ecological-responsibility/wood-based-cellulose-fibers.html>>.
8. COSTAIN, L. *Zdrava prehrana : priročnik*. Tržič, Učila International, 2004, str. 23 – 24.
9. ZILLIKEN, M. *Začimbe : priročnik*. 2. izdaja. Tržič, Učila International, 2012, str. 178 – 179.

10. LONČAR, S., TOPOLOVEC, S., KOČEVAR FETAH, M., BAČAC, N. *Ščepec vedenja : zamolčane zdravilne moči začimb : priročnik*. Ljubljana, Jasno in glasno, 2013, str. 145.
11. Was ist Kurkuma. V *Krebsliga.npage.de*: [dostopno na daljavo]. Obnovljeno 2015 [citirano 12. 7. 2016]. Dostopno na svetovnem spletu: <<http://krebsliga.npage.de/wundermittel.html>>.
12. KOTHE, W. H. *Zelišča : opisi, učinkovanje, uporaba: priročnik*. 2. izdaja. Tržič, Učila International, 2012, str. 214.
13. SEVER, V. *Velika knjiga o zeliščih : priročnik*. 1. izdaja. Ljubljana, Mladinska knjiga, 2014, str. 148.
14. Žajbelj. V *Jazkuham.si* : [dostopno na daljavo]. Obnovljeno 2016 [citirano 12. 7. 2016]. Dostopno na svetovnem spletu: <<http://jazkuham.si/zajbelj-clanek-494>>.
15. MATKOVIĆ, M. Pacientke z rakom dojk – trendi in novosti : *zbornica zdravstvene in babiške nege Slovenije : 40. strokovni seminar: konferenčni zbornik*. Ljubljana, Zveza strokovnih društev medicinskih sester, babic in zdravstvenih tehnikov Slovenije, 2013, str. 40 – 48.
16. BORŠTNAR, S., ČUFER, T., PAJK, B. *Rak dojke : kaj morate vedeti : priročnik*. Ljubljana, AstraZeneca, 2004, str. 18 – 26.
17. ZAVRŠNIK, J. *Bolezni dojke : konferenčni zbornik*. Maribor, Zdravstveni dom dr. Adolfa Drolca, 2014, str. 134 – 142.
18. Vrste mastektomije: V *demetra.rs* : [dostopno na daljavo]. Obnovljeno 16. 5. 2015 [citirano 12. 7. 2016]. Dostopno na svetovnem spletu: <<http://www.demetra.rs/index.php/zdravlje/zdravstveni-problemi/1115-vrste-masektomije-hirusko-uklanjanje-tumora-dojke>>.

19. MATKOVIĆ, M. Izzivi sodobnih pristopov onkološke zdravstvene nege in zdravljenja. *Oskrba ran pri bolnikih z rakom : konferenčni zbornik*. Ljubljana, Onkološki inštitut, 2010, str. 34 – 40.
20. IVANUŠA, A., ŽELEZNIK, D. *Standardi aktivnosti zdravstvene nege*. Maribor : Fakulteta za zdravstvene vede, 2008, str. 527.
21. Obloga z medom: *V lekarna 24 ur* : [dostopno na daljavo]. Obnovljeno 24. 8. 2016 [citirano 24. 8. 2016]. Dostopno na svetovnem spletu: <<https://www.lekarna24ur.com/si/zascitna-sredstva-in-oskrba-rane/rane/vivamel-alginatna-obloga-z-medicinskim-medom>>.
22. SHARMA, Y., JEYABALAN, G., SINGH, R., SEMWAL, A. Current Aspects of Wound Healing Agents From Medicinal Plants. *Journal of Medical Plants Studies*, 2013, vol. 1(3), str. 1–11.
23. MIRJALILI, M., KARIMI, L. Antibacterial dyeing of polyamide using turmeric as a natural dye. *AUTEX research Journal*, 2013, vol. 13, no. 2, str. 51–56.
24. KUMARASAMYRAJA, D., JEGANATHAN, N. S., MANAVALAN, R. A review on Medical Plants with Potential Wound Healing Activity. *International Journal of Pharma Sciences*, 2012, vol. 2, no. 4, str. 105–111.
25. GHOREISHIAN, S. M., MALEKNIA, L., MIRZAPOUR, H., NOROUZI, M. Properties and Color Fastness of Slik Fabric Dyed with Turmeric Extract. *Fibers and Polymers*, 2013, vol. 14, no. 2, str. 201–207.
26. GHAHEH, F. S., MORTAZAVI, S. M., ALIHOSSEINI, F., FASSIHI, A., NATERI, A. S., ABEDI, D. Assessment of antibacterial activity of wool fabrics dyed with natural dyes. *Journal of Cleaner Production*, 2014, str. 139–145.

27. AKBİK, D., GHADIRI, M., CHRZANOWSKI, W., ROHANIZADEH, R. Curcumin as a wound healing agent. *Life Sciences*, 2014, str. 1–7.
28. RAWAT, S., SINGH, R., THAKUR, P., KAUR, S., SEMWAL, A. Wound healing Agents from Medicinal Plants. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, 2012, str. 1910–1917.
29. MEHRABANI, D., FARJAM, M., GERAMIZADEH, B., TANIDEH, N., AMINI, M., PANJEHSHAHIN, M. R. The healing effect of curcumin on burn wounds in rat. *World J Plast Surg*, 2015, vol. 4(1), str. 29–35.
30. CHEPPUDIRA, B., FOWLER, M., MCGHEE, L., GREER, A., MARES, A., PETZ, L., DEVORE, D., LOYD, D. R., CLIFFORD, J. L. Curcumin: a novel therapeutic for burn pain and wound healing. *Brooke Army Medical Center*, 2013, vol. 22(10), str. 1295–1303.
31. MAHESHWARI, R. K., SINGH, A. K., GADDIPATI, J., SRIMAL, R. C. Multiple biological activities of curcumin. *Life Sciences*, 2006, str. 2081–2087.
32. SHAHTALEBI, M. A., GHANADIAN, M., FARZAN, A., SHIRI, M., SHOKRI, D., FATEMI, S. A. Deodorant effects of a sage extract stick: Antibacterial activity and sensory evaluation of axillary deodorancy. *Journal of research in medical sciences*, 2013, vol. 18(10), str. 833–839.
33. GAMMARIOLO, D., CONTE, A., DEL NOBILE, M. A. Assessment of chitosan and extracts of lemon and sage as natural antimicrobial agents during fior di latte cheesemaking. *International journal of dairy technology*, 2010, vol. 63, no. 4, str. 530–537.
34. ROYO, M., FERNANDEZ-PAN, I., MATE, J. I. Antimicrobial effectiveness of oregano and sage essential oils incorporated into whey protein films or cellulose-based filter paper. *Journal of the science of food and agriculture*, 2010, vol. 90, no. 9, str. 1513–1519.

35. STANOJEVIC, D., COMIC, L., STEFANOVIC, O., SOLUJIC-SUKDOLAK, S. In vitro synergistic antibacterial activity of saliva officinalis L. and some preservatives. *Archives of biological sciences*, 2010, vol. 62, no. 1, str. 167–173.
36. GENERALIC, I., SKROZA, D., SURJAK, J., MOZINA, S. S., LJUBENKOV, I., KATALINIC, A., SIMAT, V., KATALINIC, V. Seasonal variations of phenolic compounds and biological properties in sage (*salvia officinalis* L.) *Chemistry & biodiversity*, 2012, vol. 9, no. 2, str. 441–457.
37. SUNTAR, I., AKKOL, E., KELES, H., OKTEM, A., BASER, K. H. C., YESILADA, E. A novel wound healing ointment: A formulation of *Hypericum perforatum* oil and sage and oregano essential oils based on traditional Turkish knowledge. *Journal of ethnopharmacology*, 2011, vol. 134, no. 1, str. 89–96.
38. CEREMPEI, A., GUGUIANU, E., MURESAN, E. I., HORHOGEA, C., RIMBU, C., BORHAN, O. Antimicrobial controlled release system for the knitted cotton fabrics based on natural substances. *Fibers and polymers*, 2015, vol. 16, no. 8, str. 1688–1695.
39. GUINOT, P., BENONGE, I., NICOLETT, G., GARGADENNEC, A., ANDRY, C., RAPIOR, S. Combined dyeing and antioxidative properties of some plant by-products. *Acta botanica gallica*, 2013, vol 15(1), str. 43–52.
40. TUTAK, M., KORKOMAZ, N. E. Environmentally friendly natural dyeing of organic cotton. *Journal of natural fibers*, 2012, vol. 9, no. 1, str. 51–59.
41. The Ultimate Hygienic finish for textiles : *tehnična dokumentacija proizvajalca Rudolf Chemie*, 2007, 12 str.