

Kristi Komel, Katja Burger Kovič, Marija Gorjanc
Univerza v Ljubljani, Naravoslovnotehniška fakulteta, Aškerčeva 12, 1000 Ljubljana

Razvoj trajnostnih kuhinjskih tekstilij iz lanene tkanine, potiskane s pigmentom kurkume

Development of sustainable kitchen textiles from linen printed with turmeric pigment

Strokovni članek/Professional article

Prispelo/Received 3-2022 • Sprejeto/Accepted 3-2022

Korespondenčna avtorica/Corresponding author:

izr. prof. dr. Marija Gorjanc

E-pošta: marija.gorjanc@ntf.uni-lj.si

ORCID ID: 0000-0002-3820-9761

Izvleček

Problematiske onesnaževanja okolja v tekstilnem okolju moramo začeti reševati že pri ideji izdelka ter združevati znanja tekstilne tehnologije in tekstilnega oblikovanja. V prispevku je predstavljen razvoj naravne tiskarske paste in trajnostnih kuhinjskih tekstilij, kot so pogrinjki, prti in torbe. Izdelane so bile iz lanene tkanine, potiskane s pigmentom kurkume, ki je na tkanino vezan prek hitozana, in sešite z bombažnim sukancem. Navdih za natisnjene vzorce izhaja iz kuhanja, ki se začne z izbiro sestavin. Vzorci predstavljajo raziskavo oblik in tekstur različnih vrst sadja in zelenjave.

Ključne besede: kuhinjske tekstilije, lan, tekstilni tisk, naravna barvila in pigmenti, trajnost, vzorci za sitotisk

Abstract

Solving the problem of the environmental pollution in the textile industry starts with the idea of a product, combining the knowledge of the textile technology and textile design. The paper presents the development of a natural printing paste and sustainable kitchen textiles, such as placemats, tablecloths and bags. Kitchen textiles were made of a linen fabric printed with a turmeric pigment bound to the fabric via chitosan and sewn with a cotton thread. The inspiration for printed patterns came from the process of cooking, which begins with the selection of ingredients. The patterns present the exploration of shapes and textures found in different types of fruits and vegetables.

Keywords: kitchen textiles, linen, textile printing, natural dyes and pigments, sustainability, printing patterns

1 Uvod

Tekstilna industrija proizvede letno 60 milijard kilogramov tekstila, za kar porabi 34 milijard litrov vode, pri čemer so največji problem odpadne vode iz tekstilnih tovarn, ki so pogosto neprimerno izpuščene v okolje [1]. V celotnem proizvodnem procesu, od pridobivanja ali izdelave vlaken do končnega izdelka, se največ kemikalij uporabi pri mokrih obdelavah: predobdelava, barvanje, pranje, tiskanje in apretira-

nje [2]. Vidik trajnosti v oblikovanju je v današnjem času nujen. Omogoča postopek od zamisli do končnega izdelka, ki je pravičen do vseh vpletenih glede na okolje in pomaga pri ohranjanju tako socialnega kot tudi naravnega okolja za naše zanamce. Trajnost temelji na štirih stebrih: socialnem, okoljskem, ekonomskem in kulturnem. Če želimo ustvariti trajnosten izdelek, moramo upoštevati vse štiri, in to pri zamisli, procesu izdelave, distribuciji, porabi in življenjski dobi izdelka, ko ga uporabnik ne potrebuje

več. Pomemben vidik trajnosti v tekstilnem oblikovanju je ponovno odkrivanje naravnih barvil in pigmentov. Čeprav je njihova uporaba padala obratno sorazmerno z vzponom sintetičnih barvil vse od njihovega odkritja, nikoli ni zares zamrla. Ohranjala se je v manjših delavnicah in obratih, še zlasti na območjih z bogato barvarsko tradicijo. Danes se zanimanje za starodavne tehnike in surovine za barvanje tekstila povečuje skupaj z globljo ozaveščenostjo potrošnika o pomembnosti skrbi za okolje. Vračanje k naravnim barvilom in pigmentom je čedalje pogostejše med sodobnimi oblikovalci. Mnogi od njih navdih črpajo iz starodavnih tehnik, vezanih na kulturno dediščino domačega okolja. Ena najbolj poznanih rastlin v povezavi z barvanjem in tiskanjem tekstilij je kurkuma z latinskim imenom *Curcuma Longa* ali *Curcuma Tinctoria*. Spada v družino ingverjev (*Zingiberaceae*) in izhaja iz JV Azije [3]. Ime izvira iz arabske besede *kurkum*, kar pomeni žafran, ki ravno tako vsebuje barvila rumene barve. Barvo ji dajejo kurkuminoidi, od katerih je najbolj prisoten kurkumin, ki se nahaja v koreniki rastline. Ima protivnetne, protiglivične in protitumorne lastnosti in se najpogosteje uporablja kot začimba ali prehrabno barvilo (E100) [4, 5]. Spada med direktna barvila, saj za barvanje tekstilnih substratov iz celuloznih vlaken ne potrebuje čimž [1]. Hitozan je linearni polisaharid, pridobljen z deacetilacijo hitina [6]. Hitin je, takoj za celulozo, drugi najpogostejše prisoten naravni material na svetu. Njegova prednost je ta, da je obnovljiv, najdemo pa ga v oklepih rakov. Hitozan je kot material zanimiv za raziskave na različnih področjih, med drugim v tekstilni industriji zaradi netoksičnosti in biorazgradljivosti ter protimikrobnih in drugih lastnosti, ki sodelujejo pri vezavi barvila na tekstilni substrat [6]. Hitozan lahko pri barvanju uporabljamo kot čimžo, saj poveča afiniteto barvil do celuloznih vlaken, pri tisku pa deluje kot zgostilo in vezivo obenem. Težava hitozana v tekstilnem tisku pa je tog film, ki ga ustvari tiskarska pasta, zaradi česar se v paste dodaja škrob [7]. Izbira tekstilnega substrata je tudi pomemben del oblikovanja trajnostnega izdelka. Lan je celuložno stebelno vlakno, ki zaradi majhne porabe vode in fitofarmaceutskih sredstev pri pridelavi pomeni trajnostno tekstilno izbiro [8]. Ker je postopek za predelavo lanu v vlakna zahteven in je za predelavo potrebnega veliko ročnega dela, ustvarja nova delovna mesta.

Odgovor na problematiko netrajnosti tekstila je zamisel za razvoj popolnoma biorazgradljive tiskarske paste, ki bi omogočala direkten tisk s pigmentom

kurkume na laneno tkanino in oblikovanje trajnostnega tekstilnega izdelka. Kot glavna sestavina tiskarske paste, ki služi kot zgostilo in vezivo obenem, je bil izbran hitozan, ki je s svojo vsestransko uporabnostjo med drugim zanimiv za plemenitenje tekstilij. Kot stranski proizvod živilske industrije in obnovljiv naravni vir je odlična izbira glede na zahteve po trajnosti in biorazgradljivosti tiskarske paste.

2 Eksperimentalni del

Tkanina

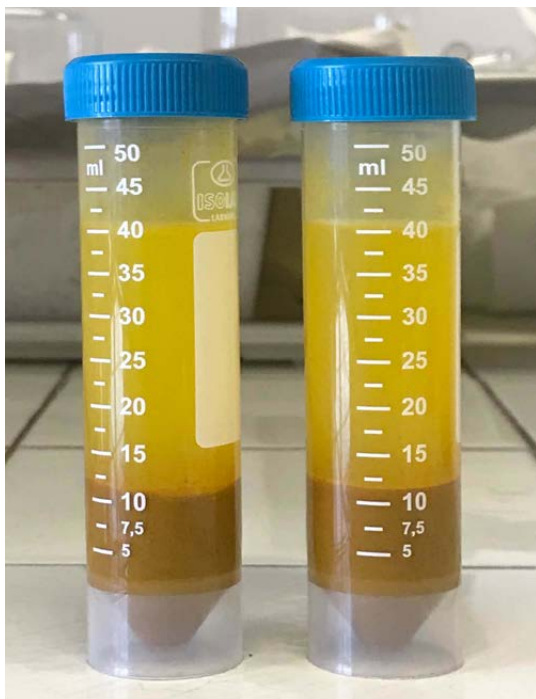
V raziskavi smo za tisk izbrali beljeno laneno tkanino. Vezava tkanine je platno, ploščinska masa materiala je 260 g/m².

Priprava pigmenta

Prah iz korenike kurkume, ki ga večinoma poznamo kot kuhinjsko začimbo, vsebuje tako barvilo kot pigment, zato moramo za potrebe pigmentnega tiska barvilo odstraniti. Ker je barvilo topno v vodi, pigment pa ne, ju lahko ločimo s filtracijo pripravka kurkume, predhodno kuhane v vodi (slika 1). Separacija poteka v centrifugi, kjer se pigment iz pripravka usede na dno centrifugirke, medtem ko v vodi topno barvilo ostane nad usedlino (slika 2).



Slika 1: Kuhanje priprava



Slika 2: Po centrifugiranju se pigment in topno barvilo ločita

Priprava tiskarske paste

V preglednici 1 sta zapisani recepturi za pripravo tiskarske paste, ki vsebujeta pigment kurkume, hitozan za zgostilo in vezivo ter ocetno kislino za raztapljanje hitozana. Voda, ki smo jo uporabili za pripravo tiskarske paste, je bila deionizirana. Razlika med recepturama je v dodanem škrobu pri tiskarski pasti 2, saj smo predvidevali, da bodo imeli odtisi mehkejši otip. Postopek priprave tiskarske paste je bil pri obeh pastah zelo podoben, začel se je z raztapljanjem hitozana v manjši količini vode, sledilo je dodajanje kisline in 30-minutno mešanje (slika 3). Pri tiskarski pasti 1 je nato sledilo dodajanje pigmenta, ponovno 30-minutno mešanje in pasta je bila pripravljena. Pri tiskarski pasti 2 je po prvem koraku sledilo dodajanje tapiokinega škroba, 30-minutno mešanje, dodajanje pigmenta in ponovno 30-minutno mešanje, s čimer je bila pasta pripravljena.

Preglednica 1: Recepturi za pripravo tiskarske paste

Tiskarska pasta 1	Tiskarska pasta 2
28 g/kg hitozana	20 g/kg hitozana
12 ml/kg	10 ml/kg CH ₃ COOH (80 %)
CH ₃ COOH (80 %)	40 g/kg tapiokinega škroba
30 g/kg pigmenta kurkume	30 g/kg pigmenta kurkume



Slika 3: Mešanje tiskarske paste

Izbira primerne tiskarske paste in pogojev fiksiranja za tiskanje končnih izdelkov

Za oblikovanje čim bolj trajnostnega tekstilnega izdelka smo v prvi fazi na laneno tkanino tiskali vzorce v obliki prog, velikih 15 cm x 4 cm (slika 4), da smo preizkusili, kako se obneseta obe tiskarski pasti in katera temperatura fiksiranja potiskov je optimalna. Tiskali smo v tehniki sitotiska z dvakratnim ročnim potegom tiskarskega noža vzdolž sita. Sledilo je 5-minutno fiksiranje pri dveh različnih temperaturah, 100 °C in 150 °C. Na sliki 5 je prikazana potiskana tkanina.

Merjenje barve in testi obstojnosti pri pranju in drgnjenju

Nepranim in pranim potiskanim vzorcem smo na refleksijskem spektrofotometru SF 600 PLUS-CT (Datacolor, Švica) pri velikosti merilne odprtine 6,6 milimetra z vključenim zrcalnim odbojem pri standardni osvetlitvi D65 (dnevna svetloba) na štirih plasteh vzorca hkrati (dvakrat prepognjen) izmerili barvo. Za vsak vzorec smo opravili pet meritev. Iz vrednosti barvnih koordinat CIELAB smo po enačbi iz literature [9] izračunali barvno razliko ΔE_{ab}^* . Obstojnost pri pranju smo izvedli po standardu ISO 105-C06:2010, A1M, kjer smo namesto standardiziranega praška uporabili 4 g/l pralnega sredstva za občutljivo perilo (Perwoll, Henkel). Potiskane



Slika 4: Sitotisk na laneno tkanino



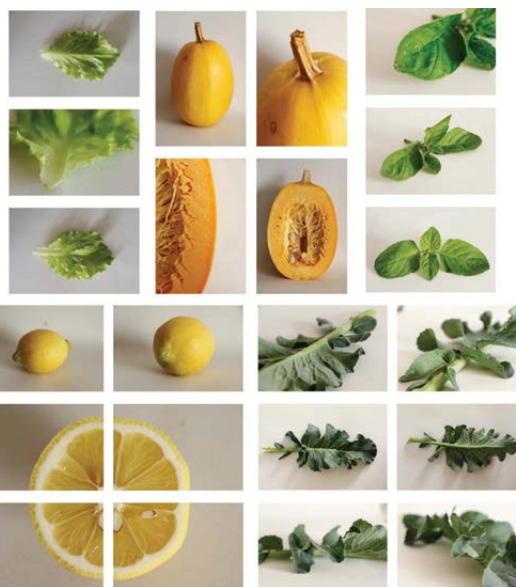
Slika 5: Potiskana lanena tkanina

in posušene vzorce, velike 10 cm x 4 cm, smo prali v laboratorijskem aparatu Gyrowash (James Heal, Velika Britanija) pri 40 °C z dodanimi 10 nerjavečimi kroglicami, ki simulirajo pet gospodinskih pranj. Pranje je potekalo 45 minut, sledilo je izpiranje z destilirano vodo in sušenje vzorcev pri sobni temperaturi. Obstočnost pri pranju je bila kot sprememba barve vzorca po pranju po sivi lestvici ocenjena instrumentalno na refleksijskem spektrofotometru SF 600 PLUS-CT.

Obstočnost pri drgnjenju smo izmerili po standardu ISO 105-X12:2016 na aparatu crockmeter (Electronic Crockmeter M238BB, SDL Atlas, ZDA), kjer smo preizkušane v smeri osnove 10-krat podrgnili s suho in mokro spremljevalno tkanino. Prenos pigmenta s testne tkanine na spremljevalno tkanino smo vizualno ocenili po sivi skali z oceno od 1 do 5, kjer ocena 1 pomeni najslabšo obstojnost.

Grafična priprava vzorcev za tisk

Zamisel za razvoj kolekcije vzorcev za trajnostne tekstilne izdelke je izhajala iz pigmenta za pripravo tiskarske paste, torej kurkume, poznane začimbe iz marsikateri kuhinje. Tako je navdih prišel iz kuhanja in priprave hrane na kuhanje. Izbrana in fotografirana je bila hrana, ki ima različne oblike in teksture, npr. zelena solata, buča, meta, limona in listi brokolija (slika 6).



Slika 6: Fotografije/portreti sestavin

S pomočjo fotografij sestavin so nastale enobarvne risbe, katerih namen je v ploski grafiki povzeti teksturo in bistvo sestavine (slika 7). Sledilo je urejanje nastalih slik v variacije ponavljajočih se vzorcev, primernih za sitotisk. Priprava risb in vzorcev je potekala v programu Adobe Illustrator.



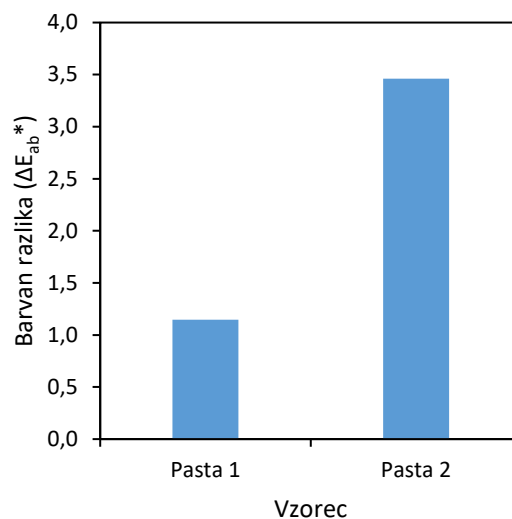
Slika 7: Fotografija in iz nje izhajajoča risba lista brokolijskega cvčka in buče

3 Rezultati z razpravo

Potiski s pripravljeno biorazgradljivo tiskarsko pasto imajo tog otip, ki je posledica uporabe hitozana, dodatek škroba pri recepturi pa otipa ni občutno izboljšal.

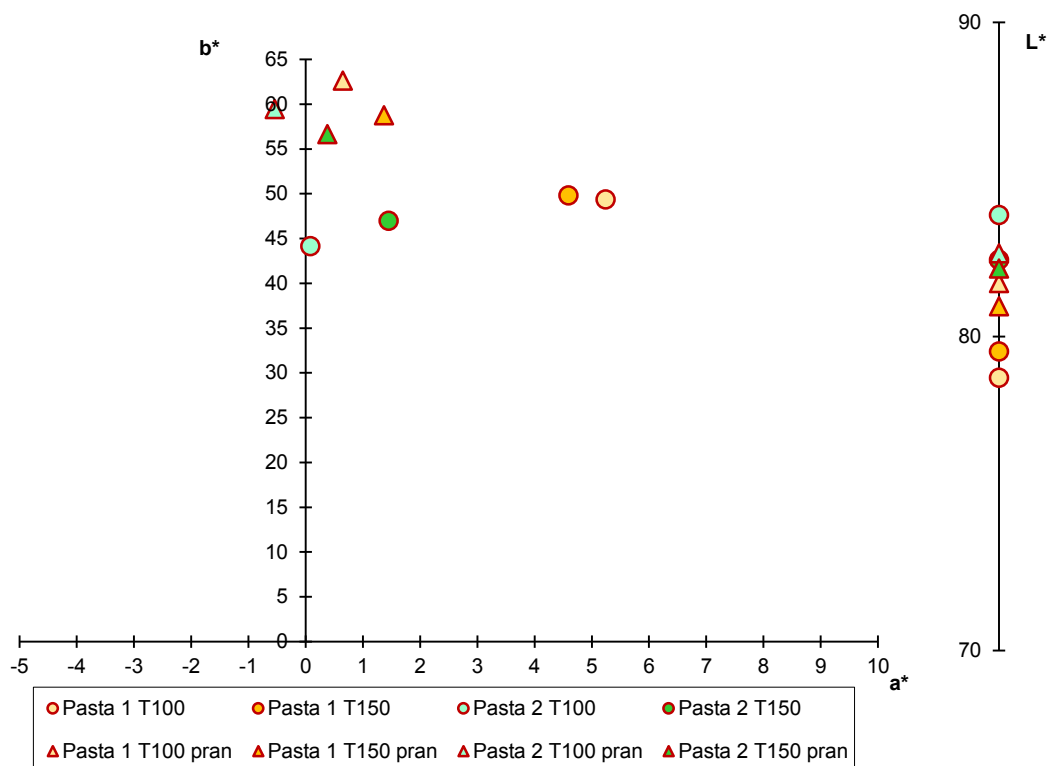
Barvna razlika med vzorci, ki so bili fiksirani pri 100 °C ali 150 °C, je večja pri potiskih s tiskarsko pasto 2 ($\Delta E_{ab}^* = 3,46$) kot pri potiskih s tiskarsko pasto 1 ($\Delta E_{ab}^* = 1,15$) (slika 8). Pri zadnjih barvna razlika ni opazna s prostim očesom. Temperatura fiksiranja vpliva na bistveno spremembo barve samo pri vzorcih, potiskanih s tiskarsko pasto 2. Torej fiksiranje tiskarske paste lahko pri pasti 1 izvedemo

pri nižji temperaturi kot pri pasti 2, kar vpliva na bolj ekonomično in ekološko izvedbo tiskanja.



Slika 8: Barvna razlika (ΔE_{ab}^*) med vzorci, fiksiranimi pri 100 °C in 150 °C

Na sliki 9 so predstavljene barvne koordinate CIELAB pranih in nepranih potiskanih vzorcev. Tiskanje s tiskarsko pasto 1 najtemneje obarva



Slika 9: Barvne koordinate CIELAB vzorcev lanu, tiskanih s pigmentom kurkume v dveh tiskarskih pastah

tekstil, kar je razvidno z osi L*, saj imajo vzorci nižje vrednosti. Vzorci, potiskani s pasto 1, imajo najvišje vrednosti CIE a* (zeleno-rdeča os), kar pomeni, da so bolj rdeči glede na vzorce, potiskane s tiskarsko pasto 2. Pri pasti 2 barva vzorca, ki je bil fiksiran pri nižji temperaturi, prehaja že v zeleno območje barvne osi CIE a*, medtem ko pri vzorcu, fiksiranem pri višji temperaturi, ostaja v rdečem območju barvne osi. Na modro-rumeni osi (CIE b*) imajo vzorci, potiskani z obema pastama, podobne visoke vrednosti – te so v rumenem območju. Višja temperatura fiksiranja omogoča bolj rumene tone kot nižja temperatura fiksiranja, in to ne glede na izbrano pasto. Po pranju se svetlost vzorcev, tiskanih s pasto 1 zviša, s pasto 2 pa zniža. To pripisujemo slabši obstojnosti vezanega pigmenta na površini tkanine, ki se je po pranju prenesel tudi na nepotiskan, hrbtni del tkanine, kar smo opazili po pranju. Po pranju imajo vzorci, tiskani s pasto 1, ne glede na temperaturo fiksiranja nižje vrednosti CIE a* in višje vrednosti CIE b*. To pomeni, da so ti vzorci manj rdeči in bolj rumeni kot neprani, kar je s stališča oblikovanja oziroma estetike ugodno. Tiskanje s pasto 2 pa po pranju pomakne vrednosti CIE a* proti zeleni osi oziroma na zeleno os, CIE b* pa se zviša, kar pomeni, da so prani vzorci, tiskani s pasto 2, bolj zeleni in bolj rumeni kot neprani. To spremembo v barvi pranih vzorcev lahko zaznamo tudi s prostim očesom kot spremembo na hladnejši barvni odtenu.

V preglednici 2 so predstavljeni rezultati testa obstojnosti pri pranju in drgnjenju. Na splošno so ocene spremembe barve vzorca po pranju slabe do srednje dobre, z ocenami od 2 do 3/4. Oceno obstojnosti pri pranju zviša temperatura fiksiranja pri 150 °C in tiskanje s pasto 1. Kuhinjske tekstilije se najpogosteje perejo pri višjih temperaturah in z bolj koncentriranimi pralnimi sredstvi, saj je treba odstraniti trdovratne madeže. Glede na to, da so bile v naši raziskavi uporabljene naravne snovi, lahko predvidevamo, da

bi bila obstojnost pri pranju pri višji temperaturi slabša. V literaturi ni omenjeno, pri kateri temperaturi pranja so bili opravljeni testi na tekstilijah, ki so bile tiskane z naravnimi barvili [10, 11], razen v primeru Ahmed et al., kjer so prali pri 60 °C [12]. Vendar v omenjenih raziskavah ni bila uporabljena povsem naravna tiskarska pasta, tako da tega ne moremo primerjati z našimi rezultati. Obstojnost pri pranju lahko izboljšajo snovi, ki zamrežijo pigmente na površini tekstilije [13], vendar te niso naravne, kar pa ni v skladu z našim namenom izdelave trajnostne tekstilije. Pralna obstojnost se izboljša tudi pri čimžanju tekstilije s kovinskimi solmi ali biočimžami [11, 12]. Pri obstojnosti proti drgnjenju med vzorci glede na uporabljeno pasto ali temperaturo fiksiranja ni bistvenih odstopanj. Ocene prehoda barvila na suho spremljevalno tkanino so 4 in 4/5, kar pomeni odlično obstojnost. Prehod barvila na mokro spremljevalno tkanino pa je bil večji, kar se kaže z nižjimi ocenami barvne obstojnosti proti drgnjenju, z oceno 2/3 in 3.

Oblikovanje in izdelava končnih tekstilnih izdelkov

Na podlagi zgornjih rezultatov smo se odločili, da bomo za izdelavo končnih tekstilnih izdelkov uporabili recepturo za tiskarsko pasto 1 in temperaturo fiksiranja pri 100 °C.

Simulacija potiskov izbranih in izdelanih grafičnih vzorcev je predstavljena na sliki 10. Potiski izhajajo iz risb sestavin, ki opisujejo njihovo teksturo. Zaradi omejitve na eno barvo je pri nekaterih vzorcih uporabljena kontura risbe, ki s tanjšo črto daje vtis svetlejše barve. Variacije vzorcev so nastale z uporabo različnih zaporedij ponavljanja in velikostjo raporta.

Izbrana vzorca buče in mete smo prenesli na sita za ploski filmski tisk. Sledilo je tiskanje vzorcev s tiskarsko pasto iz hitozana in pigmenta kurkume na lane-no tkanino. Iz potiskanega blaga so nastali tekstilni

Preglednica 2: Obstojnost vzorcev pri pranju in drgnjenju, ocenjena po sivi lestvici

Oznaka vzorca	Instrumentalna ocena obstojnosti pri pranju	Vizualna ocena obstojnosti pri drgnjenju	
	Sprememba barve vzorca	Prehod barvila na suho spremljevalno tkanino	Prehod barvila na mokro spremljevalno tkanino
Pasta 1 T100	3	4	2/3
Pasta 1 T150	3/4	4/5	2/3
Pasta 2 T100	2	4/5	3
Pasta 2 T150	2/3	4/5	2/3



Slika 10: Variacije vzorcev za sitotisk iz risb limone, lista brokolija, buče, mete in lista solate

izdelki, kot sta dve torbi (sliki 11 in 16), pogrinjki (sliki 12 in 13) in dve večji potiskani tekstiliji (sliki 14 in 15). Za pogrinjke so bili uporabljeni trakovi potiskane tkanine, na katerih smo testirali obstojnost, s čimer so se porabili prav vsi kosi potiskanega tekstila. Tekstilna torba je oblikovana tako, da se lahko uporabi kot vreča za nakupovanje in košara za sadje in zelenjavo obenem. Je trajnostna alternativa plastičnim vrečkam za enkratno uporabo in spodbuja bolj premišljeno nakupovanje. Večji tekstiliji sta nastali kot primer uporabe večjega vzorca in imata več možnosti uporabe, kot so na primer prt, okrasno preginjalo za oblazinjeno pohištvo in podloga za piknik. Motivi sestavin, ki jih uporabljamo pri kuhi, poudar-

jajo namen izdelkov in njihovo uvrstitev v kategorijo kuhinjskega tekstila. Linija izdelkov s premišljenim izborom materialov in tehnik spodbuja razmislek o trajnosti tekstila. Poleg izdelave je pomemben tudi vidik življenjskega cikla izdelkov, pri čemer je glavni cilj ohraniti jih čim dlje v uporabi. Po izteku življenjske dobe izdelka, ko predelava ali ponovna uporaba ni več mogoča, je pomembno vprašanje, kaj se zgodi z materiali. Celotna linija izdelkov je sešita iz lanene tkanine, potiskana z biorazgradljivo tiskarsko pasto in sešita z bombažnim sukancem, s čimer je zagotovljeno, da so izdelki popolnoma biorazgradljivi. Ob pravilni negi in pravilnem skladiščenju lanenih in bombažnih tekstilij se jim po 50 letih trdnost zniža minimalno [14]. Ob stiku z zemljo, kjer na tekstilije delujejo mikroorganizmi, se bombažna in lanena tekstilija popolnoma razgradita v treh mesecih [15].

4 Sklepi

Rešitve za bolj trajnostno proizvodnjo tekstilnih izdelkov lahko najdemo v načelih trajnostnega oblikovanja in tehnološkega raziskovanja. Pomemben del je tekstilna dediščina plemenitenja z naravnimi barvili in pigmenti, ki je kljub prevladi sintetičnih barvil še vedno prisotna. Povpraševanje po trajnostnih tekstilnih izdelkih se povečuje, zato je pomembno raziskati čim več možnosti za oblikovanje tovrstnih izdelkov. Zato so bili za izdelavo kuhinjskih tekstilij uporabljeni biorazgradljivi materiali. Lanena tkanina je bila uporabljena kot nosilec sporočila, natisnjene s pigmentom kurkume, ki je bil na tkanino vezan prek hitozana v tiskarski pasti. Hitozan je stranski proizvod v živilski industriji in obnovljiv naravni vir, torej dobra izbira za izdelavo biorazgradljive tiskarske paste. Dodatek tapiokinega škroba v tiskarski pasti



Slika 11: Potiskani laneni torbi



Slika 12: Pogrnjena miza in manjši pogrinjek



Slika 13: Pogrinjki



Slika 14: Večja tekstilija, potiskana z vzorcem mete



Slika 15: Večja tekstilija, potiskana z vzorcem buče



Slika 16: Potiskani laneni torbi

ni izboljšal otipa odtisov, vzorci so imeli tudi slabšo pralno obstojnost. Inspiracija za izdelavo grafičnih vzorcev za tiskanje na laneno tkanino je izhajala iz kuhinje, kjer se najprej izberejo sestavine. Na podlagi fotografij sadja in zelenjave so nastale risbe, ki raziskujejo obliko in teksturo, nato pa različne variacije ponavljajočih se enobarvnih vzorcev. Izbrana dva motiva buče in mete smo s tehniko sitotiska in tiskarsko pasto iz hitozana in pigmenta kurkume prenesli na laneno tkanino, iz katere je nastala linija izdelkov kuhinjskega tekstila, izdelanih po načelih trajnostnega oblikovanja. Pri nadaljnjih raziskavah uporabe naravnih tiskarskih past je treba izboljšati obstojnost pri različnih dejavnikih, npr. pranje pri višji temperaturi, na svetlobi in vročem likanju.

Viri

1. PERIYASAMY, Aravin Prince, MILITKY, Jiri. Sustainability in textile dyeing: recent developments. In *Sustainability in the textile and apparel industries. sustainable textiles: production, processing, manufacturing & chemistry*. Edited by S. Muthu and M. Gardetti. Cham : Springer, 2020, 37–74, doi: 10.1007/978-3-030-38545-3_2.
2. CHOUDHURY, Asim Kumar Roy. Environmental impacts of the textile industry and its assessment through life cycle assessment. In *Roadmap to sustainable textiles and clothing: environmental and social aspects of textiles and clothing supply chain*. Edited by S. S. Muthu. Singapore : Springer, 2014, str. 1–39.
3. Turmeric [dostopno na daljavo]. Wikipedia : the free encyclopedia [citirano 10. 6. 2021]. Dostopno na svetovnem spletu: <<https://en.wikipedia.org/wiki/Turmeric>>.
4. RAGHEB, A, TAWFIK, J., THALOUTH, A.-E., MOSAAD, M.M. Development of printing natural fabrics with curcuma natural dye. *International Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*, 2017, 8(2), 611–620, doi: 10.13040/IJPSR.0975-8232.8(2).611-20.
5. SOLYMOSI, Katalin, LATRUFFE, Norbert, MANCEAU, Annick, SCHOEFS, Benoit. Food colour additives of natural origin. In *Colour additives for foods and beverages*. Edited by M. J. Scotter. Cambridge : Elsevier; Woodhead Publishing, 2015, 16–17, doi: 10.1016/B978-1-78242-011-8.00001-5.
6. ZHOU, Chang-E, KAN, Chi-Wai, SUN, Chang, DU, Jinmei in XU, Changhai. A review of chitosan textile applications. *AATCC Journal of Research*, 2019, 6(1), 8–14, doi: 10.14504/ajr.6.S1.2.
7. ABDON, Entsar, EL-HENNAWI, Heba M. in AHMED, K. A. Preparation of novel chitosan-starch blends as thickening agent and their application in textile printing. *Journal of Chemistry*, 2013, article ID 595810, 8–9, doi: 10.1155/2013/595810.
8. The wonders of linen, new study reveals the secrets behind its natural sustainability [dostopno na daljavo]. Lifegate [citirano 25. 2. 2022]. Dostopno na svetovnem spletu: <<https://www.lifegate.com/linen-fibre-ancient-sustainable>>.
9. MULEC, Irena, GORJANC, Marija. The influence of mordanting on the dyeability of cotton dyed with turmeric extract. *Tekstilec*, 2015, 58(3), 199–208, doi: 10.14502/Tekstilec2015.58.199-208.
10. FADHEL, Ben, MILED, Wafa, HADDAR, Wafa, MEKSI, Nizar. Clean printing process of cotton

- with natural dyes: effect of paste formulation components on printing performances. *Chemical Industry and Chemical Engineering Quarterly*, 2021, **27**(1), 1–13, doi: 10.2298/CICEQ191004019B.
11. REKABY, Manal, ABDULLAH, Asmaa, NASSAR, S. H. Eco-friendly printing of natural fabrics using natural dyes from alkanet and rhubarb. *Journal of the Textile Institute*, 2009, **100**(6), 486–495, doi: 10.1080/00405000801962177.
12. AHMED, Nahed, NASSAR, Sahar, EL-SHISHYAWY, Reda M. Novel green coloration of cotton fabric. Part II: effect of different print paste formulations on the printability of bio-mordanted fabric with madder natural dye. *Egyptian Journal of Chemistry*, 2020, **63**(5), 1669–1677, doi: 10.21608/ejchem.2020.22637.2345.
13. AKCALI, Kadri, BULUT, Meliha O. A new finishing process of cotton fabrics. *Industria Textila*, 2019, **70**(2), 101–110, doi: 10.35530/IT.070.02.1513.
14. RANA, Soheli, PICHANDI, Subramani, PARVEEN, Shama, FANGUEIRO, Raul. Biodegradation studies of textiles and clothing products. In *Roadmap to sustainable textiles and clothing: environmental and social aspects of textiles and clothing supply chain*. Edited by: S. S. Muthu. Singapur : Springer Singapore, 2014, 83–123, doi: 10.1007/978-981-287-110-7_4.
15. MARCZAK, Daria, LEJCUŚ, Krzysztof, MISIEWICZ Jakub. Characteristics of biodegradable textiles used in environmental engineering: A comprehensive review. *Journal of Cleaner Production*, 2020, **268**, 1–17, doi: 10.1016/j.jclepro.2020.122129.