



Tekstil

1-2

ČASOPIS ZA TEKSTILNU I ODJEVNU TEHNOLOGIJU
ZEITSCHRIFT FÜR TEXTILTECHNOLOGIE UND BEKLEIDUNGSTECHNIK
JOURNAL FOR TEXTILE AND CLOTHING TECHNOLOGY

Vol. 59 Zagreb, January/February 2010

No. 1-2

“Konoplja”, u početku trgovačka kuća, osnovana je prije više od jednog stoljeća i nalazila se u blizini današnje tvornice u Vlaškoj 109. Iskustvo u proizvodnji staro više desetljeća daje “Konoplji”, danas organiziranoj kao dioničko društvo vodeće mjesto na tržištu podnih obloga i otirača svih kvaliteta, užadi iz prirodnih i umjetnih materijala, raznih specijalnih vrpca, traka i mreža, vreća od umjetnih i prirodnih vlakana i ostalih užarskih proizvoda.

Danas su proizvodi tvrtke “Konoplja” poznati u svakom dijelu Hrvatske i to zahvaljujući velikom broju poslovnih partnera, koji su u imenu “Konoplja” d.d. prepoznali duh tradicije i kvalitete te joj ukazali povjerenje. Možete biti sigurni da će “Konoplja” d.d. nastaviti svoj razvoji da će anticipirati potrebu potrošača, ponuditi im još bolju uslugu i učiniti onaj dodatni napor koji stvara čvrstu i trajnu vezu u zadovoljavanju potreba potrošača u svakom kutku Hrvatske.

• • • • •
Zagreb, 10000
Vlaška 109
Hrvatska

Konoplja d.d.

www.konoplja.hr



J A D R A N
Č A R A P E

www.jadran-carapa.hr



Ove godine slavimo...





ČASOPIS ZA TEKSTILNU I ODJEVNU TEHNOLOGIJU

UREDNIŠTVO: HR-10001 Zagreb, Novakova ulica 8/II - p.p. 829 - telefon: +385 (01) 4818 252, 4818 253, telefaks: 4818 242, e-mail: hist@zg.t-com.hr, www.Tekstil.hist.hr
 IZDAVAČ I VLASNIK: HRVATSKI INŽENJERSKI SAVEZ TEKSTILACA, ZAGREB, ZEITSCHRIFT FÜR TEXTILTECHNOLOGIE UND BEKLEIDIGUNGSTECHNIK Herausgeber: Kroatisher Verband der Textilingenieure Zagreb, Kroatien, JOURNAL FOR TEXTILE AND CLOTHING TECHNOLOGY Publisher: Croatian Association of Textile Engineers, Zagreb, Croatia

Tekstil Vol. 59 br. 1-2 str. 1-58

Zagreb, siječanj-veljača 2010.

Glavni urednik/Editor in Chief: Zvonko Dragčević (Zagreb),
 e-mail: zvonko.dragcevic@ttf.hr
 Direktor / Director: Anđelko Švaljek (Zabok)
 Urednica / Editor: Agata Vinčić (Zagreb)
 Urednik on-line izdanja / On-line Editor: Željko Penava (Zagreb)

Savjet za izdavačku djelatnost /
 Publishing Council
 Predsjednik / President: Darko Ujević (Zagreb)

Uredništvo / Editorial Board: Maja Andrassy, Zvonko Dragčević, Zlatka Mencl-Bajs, Alka Mihelić-Bogdanić, Gojko Nikolić, Đurđica Parac-Osterman, Željko Penava, Dinko Pezelj, Emira Pezelj, Tanja Pušić, Nina Režek-Wilson, Dubravko Rogale, Zenun Skenderi, Ivo Soljačić, Darko Ujević, Agata Vinčić, Zlatko Vrljić, Edita Vujasinović, koji su ujedno i članovi Savjeta - svi iz Zagreba.
 Ostali članovi Savjeta časopisa: Sonja Bešenski (Duga Resa); Sonja Racan (Pula); Ivan Klanac (Osijek); Miroslav Rajčević (Omiš); Božo Tomić (Čakovec); Damir Vitez (Varaždin); Ivan Labaš (Varaždin); Marija Šutina (Pregrada); Mirjana Gambiroža-Jukić, Ivan Kovač, Zdenko Brodić, Mirsad Avdagić, Karlo Pavičić i Verica Čengić (svi iz Zagreba).

Članovi Međunarodnog savjeta za izdavačku djelatnost / Members of the International Publishing Council: Anton Marcinčin (Sk); George K. Stylios (UK); Larry C. Wadsworth (USA).

Lektorica / Language Editor: Alice Bosnar (Zagreb)

Časopis izlazi mjesečno u 800 primjeraka.

Časopis sufinancira Ministarstvo znanosti, obrazovanja i športa Republike Hrvatske

Časopis se referira u sjedećim publikacijama / Articles are abstracted by or indexed in: Research Alert, Materials Science Citation Index, Chemical Abstracts, World Textiles Abstracts, Textile Technological Abstracts, Textile Technology Digest, Art & Archaeology Technical Abstracts, Bulletin Signalétique, Referativny sbornik, Investigación e Información y de Tensioactivos, publikacije Institute of Textile Technology, CAB Abstracts, World Textiles, Energy Science & Technology, Pascal, Paperchem, PIRA, World Translations Index, EBSCO Publishing

Godišnja pretplata za ustanove i poduzeća 600,00 kn, za inozemstvo 110,- EUR, pojedinačno broj za: učenike i studente, članove DIT-a 10,00 kn, nečlanove DIT-a 190,00 kn.

Pretplata se plaća unaprijed, najkasnije 8 dana nakon primitka računa. Žiro-račun: 2360000-1101547886

Grafička priprema i tisak: Denona d.o.o., Zagreb

SADRŽAJ / CONTENTS

Izvorni znanstveni rad / Original scientific paper:

Zheng Laijiu, Du Bing:

Isolation, selection and characteristics of strain for enzymatic degumming on *Apocynum vernetum* L..... 1
 Izolacija, izbor i karakteristike bakterijske vrste za enzimatsko bioiskuhavanje biljke *Apocynum vernetum* L..... 6

Pregled / Review:

M. Gorjanc, M. Gorenšek:

Cotton functionalization with plasma 11
 Funkcionalizacija pamuka plazmom..... 20

Stručni rad / Professional paper:

D. Jemo, I. Soljačić, T. Pušić:

Čišćenje povijesnog tekstila..... 30

Prikazi:

D. Katović:

Održano 3. međunarodno znanstveno-stručno savjetovanje Tekstilna znanost i gospodarstvo 2010..... 42

A. Bosnar:

Predstavljanje kolekcija ženske mode za sezonu jesen/zima 2010./2011. na sajmu CDP u Düsseldorfu..... 46

Gospodarstvo i tržište:

E. Shehi, L. Prifti, J. Kacani:

Ekonomska analiza odjevne industrije u Albaniji 49

Prikazi strojeva:

Dornier na sajmu ITMA Asia + CITME 2010 predstavlja tkalačke strojeve za tehnički tekstil i dekorativne tkanine..... 53

Vrlo privlačan osnovno-prepletači stroj RS MSU S tvrtke Karl Mayer Malimo 53

Sustav direktnog tiska mlazom tinte MDP2 MÜPRINT2 tvrtke Jakob Müller 54

Domaće vijesti 56

Vijesti iz inozemstva 56

Upute autorima

Tematika časopisa Tekstil

Časopis objavljuje članke iz znanstvenog i stručnog područja tekstilne i odjevne tehnologije i modnog dizajna kao i članke iz područja koja su povezana s tekstilnom i odjevnom tehnologijom i ostalim djelatnostima tekstilne i odjevne industrije (npr. proizvodnja, primjena i svojstva prirodnih i kemijskih vlakana, primjena i svojstva bojila i tekstilnih pomoćnih sredstava, energetika, ekologija, ekonomika, gospodarstvo i tržište i dr.). U posebnim rubrikama objavljuju se članci o tržištu tekstila, poduzetništvu, kemijskom čišćenju i pranju, zatim prikazi o novim strojevima, novim aparatima i uređajima za ispitivanje, tekstilna bibliografija, prikazi knjiga i časopisa, nova vlakna i materijali, nova bojila i pomoćna sredstva, pitanja i odgovori, domaće vijesti i vijesti iz inozemstva.

Kategorizirani članci

Časopis kategorizira članke u sljedeće skupine:

Izvorni znanstveni članak (Original scientific paper) sadrži neobjavljene rezultate izvornih istraživanja. Znanstvene informacije valja iznositi na logičan, jasan i točan način tako da se opisana istraživanja mogu ponoviti i dobiti rezultat s jednakom točnošću ili unutar granica eksperimentalne pogreške, te omogućuju provjeru točnosti analiza i dedukciju na kojima se temelje rezultati. Takav rad mora sadržavati navode o korištenoj literaturi.

Prethodno priopćenje (Preliminary communication) sadrži nove znanstvene spoznaje, čiji karakter zahtijeva hitno objavljivanje. Ne mora omogućavati ponavljanje i provjeru iznesenih rezultata.

Pregledni članak (Review) je cjelovita obrada nekog problema ili područja na sustavan i metodičan način temeljen na već objavljenim rezultatima koji su u članku analizirani, sustavno i kritički raspravljani.

Izlaganje na znanstvenom ili stručnom skupu (Conference paper) bit će u pravilu objavljeno ako nije tiskano u cijelosti u zborniku na hrvatskom jeziku.

Stručni članak (Professional paper) predstavlja priloge iz područja struke čija problematika nije vezana za izvorna istraživanja, te ne mora predstavljati novost u svjetskim okvirima. To se npr. odnosi na reprodukciju u svijetu poznatih spoznaja koje predstavljaju vrijedan sadržaj u pogledu širenja znanja i prilagođavanja izvornih istraživanja potrebama industrije i znanosti. Takav rad temeljen je na vlastitim pogonskim iskustvima s postupcima, metodama rada i postrojenjima.

Ostali prilozi, koji se ne kategoriziraju svrstani su u sljedeće:

Iz stručnog tiska obuhvaćaju vrijedne radove koji se objavljuju kao dopuna stručnog sadržaja časopisa;

Prikazi predstavljaju prikaz djelovanja ili problematike pojedinih laboratorija, ustanova ili industrije i informativnog su karaktera;

Gospodarstvo i tržište prilozi u aktualnim zbivanjima i stanju u gospodarstvu iz područja tekstilne i odjevne industrije;

Prikazi strojeva; Komentari i razgovori; Nova vlakna i materijali; Nova bojila i pomoćna sredstva; Prikazi knjiga i časopisa; Domaće vijesti; Vijesti iz inozemstva.

Recenzija rukopisa članaka

Rukopisi članaka podliježu stručnoj, jezičnoj i uredničkoj recenziji u smislu općih stručnih i publicističkih normi časopisa. Stručne recenzente odabire Uredništvo.

Rukopis članka će se prihvatiti za objavljivanje na temelju povoljnih recenzija. Za slučaj nesuglasica u recenzijama Uredništvo će donijeti odluku o daljnjem postupku.

Ako Uredništvo ocijeni da postoje veći propusti u sadržaju ili načinu prezentiranja, rukopis će biti upućen autoru na preinake i dopune prije recenzije. Primjedbe recenzenata će se dostaviti autorima za dopunu i ispravljanje. Neprihvaćeni rukopisi se ne vraćaju autorima.

Posebne napomene

Autori su u potpunosti odgovorni za sadržaj članka. Članci se objavljuju na hrvatskom jeziku. Iznimno prema autorovoj želji, a u dogovoru s Uredništvom, mogu se izvorni znanstveni i pregledni radovi objaviti i na engleskom jeziku, pri čemu su autori dužni takve radove prirediti na hrvatskom i lektoriranom engleskom jeziku. Uredništvo pretpostavlja da je autor prije predaje rukopisa za objavu regulirao pitanje objavljivanja sadržaja prema pravilima ustanove ili poduzeća u kojem je zaposlen i da rukopis ne sadrži rezultate koje su autori već objavili u nekom drugom časopisu, ili su u postupku objavljivanja.

Vrijeme u kojem će se članak objaviti ovisit će i o tome koliko rukopis odgovara ovim uputama i u kojem roku će autor eventualno tražene izmjene i ispravke dostaviti Uredništvu.

Grafičko-tehnička oprema rukopisa

Autorima se preporučuje da u časopisu Tekstil pažljivo prouče onaj tip članka kakav žele pripremiti. To je najbolji način da se upoznaju neke specifične publicističke norme časopisa i da se dobiju predodžbe o potrebnoj grafičkoj opremi rukopisa članka. Rukopisi se predaju Uredništvu u tri primjerka (te u obliku elektroničkog zapisa na CD-u), otisnuti s dvostrukim proredom bez uvlačenja prvog retka odlomka.

Tipkarske pogreške bezuvjetno valja ispraviti. Sva tri primjerka rukopisa trebaju imati sve priloge.

Rukopis članka se dostavlja na adresu:

Uredništvo časopisa Tekstil

Novakova 8/II

P.p. 829

HR-10001 Zagreb

e-mail: hist@zg.t-com.hr

Tekst rukopisa valja pisati jasno i jezgrovito i u najkraćem obliku što ga dopušta jasnoća izlaganja. Uredništvo pridržava pravo skraćivanja teksta u slučaju ponavljanja, iznošenja općepoznatih činjenica i suvišnih riječi. Valja pisati u trećem licu (impersonalno) također i ako se opisuju vlastita istraživanja/ispitivanja.

Opseg rukopisa članka u pravilu ne bi smio prelaziti 20 autorskih kartica uključujući i sve priloge (slike, crteže i tablice). Svaki članak treba podijeliti na poglavlja i odlomke u logičnom redosljedju. Preporučuje se primjena decimalne klasifikacije. Svako poglavlje i svaki odlomak treba imati svoj naslov koji se ispisuje kao i ostali tekst (dakle ne velikim slovima, bez potcrtavanja i bez razmaknutih slova). Uredništvo će prilikom pregledavanja i pripreme rukopisa članka odrediti vrstu slova, sloga i sl.

Glava članka sadrži ove podatke: naslov članka, ime i titula autora, naziv i mjesto ustanove u kojoj autor radi, zemlje te e-mail adresu autora za korespondenciju. Kod većeg broja autora treba postupiti u istom smislu: jedan autor ispod drugog. Po mogućnosti sam autor treba odrediti i napisati UDK broj.

Sažetak - za kategorizirane članke treba izraditi sažetak, koji mora biti što kraći, tj. sastavljen najviše od 12 tipkanih redaka i treba sadržavati osnovnu informaciju o radu. Sažetak se piše na jeziku rukopisa i u prijevodu na engleskom i njemačkom jeziku. Prijevođe sažetaka može preuzeti i Uredništvo.

Ključne riječi - za kategorizirane članke uz sažetke autori su dužni istaknuti ključnije riječi, koje odgovarajuće predstavljaju tematiku članka.

Članci u pravilu imaju ovu strukturu: uvod, opći dio (teoretske osnove), eksperimentalni dio (rasprava) i zaključak. Uvodni dio članka treba prikazati narav i značenje odabranog područja s približim određivanjem svrhe i predmeta istraživanja ili opisivanja. Rezultati se najbolje prezentiraju u obliku dijagrama ili tablica. Mjerne jedinice se izražavaju u Međunarodnom sustavu mjernih jedinica (SI). Članke valja pisati uz pretpostavku da čitaoci već poznaju osnove područja o kojem se piše. Eksperimentalna tehnika i uređaji opisuju se detaljno samo onda ako znatno odstupaju od opisa već objavljenih u literaturi. Za poznate tehnike i uređaje navodi se izvor gdje se mogu naći potrebna objašnjenja.

Upotrebu kratica potrebno je izbjegavati u naslovu i sažetku članka, a kad se kratice spominju prvi puta valja ispisati cijeli izraz i kraticu navesti u zagradi.

Prilozi - tablice, slike i crteže (sheme, dijagrame, grafikone i sl.) valja sastaviti tako da budu razumljivi i bez čitanja teksta. Prilažu se izdvojeno iz teksta, ali je nužno u tekstu pozvati se na njih čime im se približno određuje smještaj u tiskanom članku. Isti podaci za istu vrstu ispitivanja neka se ne unose i u tablicama i u dijagramima, osim u iznimnim slučajevima.

Autor će tada navesti svoje razloge a njihova opravdanost podliježe konačnoj ocijeni Uredništva i recenzenata.

Priložene fotografije i crteži trebaju biti kvalitetni i u crno-bijeloj tehnici.

Kolor snimke se načelno ne objavljuju, samo u izuzetnim slučajevima uz dogovor s Uredništvom.

Složenije matematičke i kemijske izraze (formule i jednadžbe) valja isto priložiti rukopisu članka. Svaka formula mora imati svoj redni broj koji se označuje i u tekstu.

Sve znakove u formulama treba posebno objasniti ispod crteža ili u tekstu.

Citirana literatura treba biti selektivna, a ne ekstenzivna, osim kad se radi o preglednom članku. Literaturne izvore treba citirati onim redom kojim se navode u tekstu i označiti arapskim brojevima u uglatoj zagradi, a popis korištene literature priložiti kao poseban prilog. Literatura se citira u popisu na sljedeći način (primjeri):

- za časopise

[1] Schollmeyer E.: Primjena nanotehnologije na tekstilnim materijalima, *Tekstil* **56** (2007.) 2, 81-86

- za knjige

[2] Soljačić I., T. Pušić: Njega tekstila – čišćenje u vodenim medijima, *Tekstilno-tehnološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, 2005.*, ISBN 953-7105-08-3

- za zbornike

[3] Andrassy M.: Novi studijski programi na Tekstilno-tehnološkom fakultetu, *Zbornik radova 1. znanstveno-stručno savjetovanje Tekstilna znanost i gospodarstvo, Zagreb, Hrvatska, 26. siječanj 2008.*, 45-55, ISBN 978-953-7105-23-5

U popisu korištene literature za pojedinu referencu koja ima više od dva autora valja koristiti kraticu: i sur. ili et al. (za strane navode).

Ispravak probnih otisaka - autorima će Uredništvo po mogućnosti dostaviti probne otiske za ispravljanje slagarskih grešaka ili drugih grafičkih nedostataka. Pri ispravljanju probnih otisaka se u načelu ne smiju više unositi promjene ili dopune teksta. Za ispravljanje otisaka postoje standardizirane oznake koje osiguravaju ispravke i mogućnosti autorovih preporuka.

Uobičajeni znaci za ispravljanje teksta nalaze se u Općoj enciklopediji.

Uredništvo još jednom preporučuje potencijalnim autorima, da im radi načina pisanja, već objavljeni radovi u časopisu *Tekstil* služe kao uzorak. Time će se olakšati rad Uredništva, a za autore će biti najsigurniji način da se rukopis članka objavi u najkraćem mogućem roku.

Instructions for the Authors

Topics the journal “Tekstil” deals with

The journal publishes papers in the scientific and professional field of textile and garment technology, as well as the papers from the fields associated with textile and garment technique, fashion design, technology and other aspects of textile and garment industry (i.e. manufacture, application and properties of natural and man-made fibres, application and properties of dyestuffs and textile auxiliaries, energy management, environment protection, economy and marketing, markets etc.). Separate columns are dedicated to textile markets, entrepreneurship, dry-cleaning and care, new machinery, testing devices, bibliography in textiles, new books, new fibres and fabrics, new dyestuffs and auxiliaries, various comments and interviews, domestic news and news from abroad.

Categorisation of papers

The papers received are categorised into following groups:

Original scientific papers, dealing with the results of scientific investigations not previously published. Scientific data should be presented logically, clearly and precisely, so that the investigations described can be reproduced and results with the same level of accuracy obtained (within the margins of experimental error). The results published should allow for the checking of the accuracy of the analysis and deduction they are based upon. This type of paper should include the list of literature used.

Preliminary communication deals with new knowledge, the character of which asks for urgent publication. Reproducibility and checking the results need not be included.

Review is a comprehensive analysis of a problem or a field, given in a systematic and methodical way, based on previously published results, which are analysed, systematised and critically discussed in the paper.

Conference papers are, as a rule, published when and if they have not previously been published in its full form in a book of proceedings.

Professional papers are papers dealing with the professional field not closely connected with original scientific research. In this respect it need not describe and deal with global novelties in the field. It includes the reproduction of accepted knowledge, presenting a valuable contribution in practical application and adaptation of original research to the needs of industry and science in general. The paper should be based on in-plant experience with procedures, methods of work and equipment.

The papers that are not categorised include:

Presentations and communication from practical experience. These deal with solving the problems of particular laboratories, institutions or industry and serve to inform interested parties of the solutions applied.

Papers taken from other journals include valuable papers already published elsewhere, serving as a contribution to the contents of the journal.

Commentaries are papers connected with actual news and conditions in science and textile/garment industry.

Procedure of reviewing papers

The papers submitted are subject to professional, linguistic and editorial review, following the general professional and publishing standards of the journal. The reviewers are selected by the Editorial boards.

The manuscript of a paper submitted will be accepted for publication if the provided reviews are favourable. In case of diversified opinions of the reviewers the Editorial boards will take a final decision.

If the Editorial board considers the errors in the contents or manner of presentation of a paper are of a serious nature, the paper will be returned to the author to correct and complete it. The papers that have been refused will not be returned to the author.

Special notes

The authors take full responsibility for the contents of the papers submitted. The papers are published in Croatian language. Exceptionally according to the wish of the author, and by arrangement with the Editorial board, the original scientific papers and reviews can be published also in English. In this case the authors should submit their papers in language-edited English. The Editorial board will presume the author has, prior to submitting the paper for publication, regulated all the issues regarding the relations with his/her employee, as well as that the paper does not contain results previously published or in the process of publication elsewhere.

The time of publication will depend on the degree of the author following the above instructions and on how promptly he/she will make the changes and corrections necessary and submit them to the Editorial board.

Graphic and technical preparation

The authors are instructed to read carefully the type of paper they wish to submit to “Tekstil”. This is the best way to get to know some of the publishing standards of the journal and to see what kind of technical style should be applied in writing. The papers should be submitted in three hard copies and CD (original on paper and two copies: A-4 format) written double spaced, with no indentation of the chapter in electronic form or on.

Errors in writing should be corrected. All the three copies should be submitted with all the appendixes.

Editorial board of the journal “Tekstil”

Novakova 8/II

P.O.B. 829

HR-10001 Zagreb

E-mail: hist@zg.t-com.hr

The text of the manuscript should be clear and precise, as short as possible to make it understandable. The Editorial board has the right to shorten the text in case when facts are repeated, when well-known facts are stated or in case of wordiness. The text should be impersonal even when one's own research or investigation is described.

The paper should not, as a rule, contain more than twenty pages, including figures, drawings and tables. The paper submitted should be divided into heads and chapters in a logical sequence. Decimal classification is recommended. Each head and chapter should have a title, written as the rest of the text, not bold, underlined or in some other way accented. The Editorial board will select the font and everything else necessary.

The heading of the paper contains: title, the name of the author, institution/company he/she is employed by, together with the address and an e-mail address for corresponding author. If more than one author are involved, their names should be written one below the other. It is recommended that the author defines and writes the UDK number.

Summary. Original scientific papers, reviews and professional papers should have a summary. It should be as short as possible, twelve lines at the most, and should contain some basic information on the paper.

Key words. For categorised papers the authors should point out the key words next to the summary.

The structure of the papers should be as follows: introduction, general part (theoretical basis), experiment (discussion) and conclusion. The introductory part should present the nature and importance of the field, establishing the purpose and subject of investigation or description in more detail. The results are preferably presented as diagrams or tables. Measuring units used should be the ones stipulated by the International system of measuring units (SI). The papers should be of such a nature as to suppose that the readers are previously familiar with the basis of the field in question. The technique of the experiment and the equipment can be described in detail if they differ considerably from the ones previously described in literature. The source of necessary explanation should be given for the well-known techniques and equipment.

Abbreviations should be avoided in the title and the summary of the paper presented. When they are used for the first time, the whole of the expression should be used and the abbreviation should be given in brackets.

Appendixes – tables, figures and drawings (schemes, diagrams, graphs etc.) should be constructed so as to be easy to understand, even apart from the text. They should be submitted separately from the text, but should be mentioned in the text at proper place, so that they could be positioned adequately in the printed paper. As a rule, the same data for the same type of investigation should not be repeated in both tables and diagrams. If so, the author should give his reasons, which the reviewers and the Editorial board can either accept or refuse.

Letters and numerals should be such that they could be read easily even after being reduced in size. The photographs and drawings should be black and white, of as high quality as possible.

Colour photographs are published only exceptionally, with the agreement of the Editorial board.

More complex mathematical and chemical expressions (formulas and equations) should be written as clear as possible. They should not be incorporated into the body of the text, but submitted separately. The formulas should be numbered and the number should be clearly pointed out in the text.

Each sign in every expression should be explained separately, either below the expression or in the text.

The literature should be quoted selectively, not extensively, except in the case of a review paper. The sources should be quoted by the order of their appearance in the text and designated with Arabic numerals in square brackets. The list of the literature used should also be submitted separately. The literature in the list is quoted as follows:

- journals:

[1] Schollmeyer E.: Primjena nanotehnologije na tekstilnim materijalima, *Tekstil* **56** (2007.) 2, 81-86

- books:

[2] Soljačić I., T. Pušić: Njega tekstila – čišćenje u vodenim medijima, *Tekstilno-tehnološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb*, 2005., ISBN 953-7105-08-3

- books of proceedings:

[3] Andrassy M.: Novi studijski programi na Tekstilno-tehnološkom fakultetu, *Zbornik radova 1. znanstveno-stručno savjetovanje Tekstilna znanost i gospodarstvo, Zagreb, Hrvatska*, 26. siječanj 2008., 45-55, ISBN 978-953-7105-23-5

The abbreviation «et al.» should be used in the list of literature for the references where more than two authors are involved.

Corrections of proof-sheets. If possible, the Editorial board will send to the author proof-sheets of the paper submitted, for the purpose of correction. The text of the paper should not be altered or supplemented in any other way at this stage. Standardised signs should be used to implement corrections.

Once again, the Editorial board would like to recommend the papers published in «*Tekstil*» as a good model for potential authors. This practice will make our work easier and the time of waiting for publication will be reduced as much as possible.

Isolation, selection and characteristics of strain for enzymatic degumming on *Apocynum vernetum* L.

Zheng Laijiu

Du Bing

Dalian Ploytechnic University, Textile Engineering Key Laboratory

Dalian, China

e-mail: fztrwx@dlpu.edu.cn

Recived June 9, 2009

UDK: 677.021.151:677.027.254.21

Original scientific paper

The plant Apocynum vernetum L. retted in Chaidamu basin of Qinghai province as the test sample. Domesticated and isolated are two highly productive pectinase strain suitable for degumming on Apocynum vernetum L. and following that, one strains is determined to be a new Acinetobacter junii and another is Bacillus subtilis, both of which are produced by pectinase through identification on the basis of physiological and biochemical index as well as the shape index and 16S rDNA strain identification. The hydrolysis circle experiment finds that the H/C value for the former (H/C is the rations of ring diameter to that of bacterial colony) is 5, and that for the latter is 3; the test of enzyme activity tells that Acinetobacter junii will be at the peak (103.2 IU/ml) at 11h and Bacillus subtilis at 9h at the same temperature of 37 °C, moreover, the enzyme activity of the former is 12.5% higher than that of the latter.

Key words: *Apocynum vernetum L.*, pectinase; enzymatic degumming; *Acinetobacter junii*, *Bacillus subtilis*, selection and sign

1. Introduction

Mainly distributed in Xinjiang and Qinghai of China, *Apocynum vernetum L.* are the distinctive natural fiber source of China. The content of fiber in the bast fiber is up to 81.4%, and the fiber gets the title of "The Best Wild Fiber" for its cold-proof and ventilative properties, anti-bacterial properties, far-infrared function and functions of medical health. The *Apocynum vernetum L.* fabric is mainly used in apparel fabrics, and its applications for house textiles and industry textiles are becoming wider. However, the *Apocynum vernetum L.* gives rise to the severe environmental pollution due to its use of chemical

degumming process, consequently, its applications are limited to some extent. In recent years, research regarding the *Apocynum vernetum L.* degumming experiment have been conducted by Xuhong etc. [1], and the biological degumming of *Apocynum vernetum L.* biology by use of existing strains has been achieved results. Zheng Laijiu etc. [2] have conducted large amount of research on biologicaldegumming of crudefiber crop, but the biological degumming of *Apocynum vernetum L.* is still in the period of researching. In this paper, the *Apocynum vernetum L.* retted in Chaidamu basin of Qinghai province is taken as the test sample, and

deomesticate and isolate two highly productive pectin's strain suitable for degumming on *Apocynum vernetum L.*, and following that, one strain is determined to be a new *Acinetobacter junii* and another is *Bacillus subtilis*, both of which are produced by pectinase through identification on the basis of physiological and biochemical index as well as the shape index and 16S rDNA strain identification, and then determine the type of strain through V-P detection, test of methyl red and sugar ferment as well as features of contact enzyme, by use of *Bergey's Manual of Determinative Bacteriology* and by considering the blast comparison results.

2. Materials and methods

2.1. Materials

Apocynum vernetum L: Chaidamu basin of Qinghai province.

2.2. Culture medium

Seed culture medium: beef extract of 3g/L, peptone of 10g/L, NaCl of 5 g/L, agar of 20 g/L, pH 7.0~7.2, and sterilization for 20 min at 121°C.

Isolation culture medium I: pectin of 4 g/L, peptone of 10g/L, NaCl of 5 g/L, agar of 20 g/L, pH 7.0~7.2, and sterilization for 20 min at 115 °C.

Isolation culture medium II: pectin of 4 g/L, peptone of 10 g/L, NaCl of 5g/L, 20 g/L of agar, 0.2 g/L Congo red, pH 7.0~7.2, and sterilization for 20 min at 115 °C.

Enrichment culture medium: peptone of 10 g/L, NaCl of 5 g/L, beef extract and pectin of 4 g/L, agar of 20 g/L, pH 7.0~7.2, and sterilization for 20 min at 115 °C.

2.3. Methods of selection

Preparing retting water of hemp: place a straight *Apocynum vernetum* L stem into the retting water, take it out 2 days later, put the bast fiber into the aseptic physiological saline aseptically, and conduct the gradient dilution.

Primary selection: Put the said dilution strain on the seed culture medium plate, incubate it for 48 h at 37 °C, put the consequent strain colony on the enrichment culture medium plate to incubate for 72 h, reduce the amount of beef extract gradually till the pectin replaces it completely. It is required to transfer 3 times. Select the strain with the larger hydrolysis circle by use of light red hydrolysis circle produced from pectin degradation and Congo red.

Comparison of hydrolysis circle: Inoculate the strain from primary selection into the same isolation culture medium II by means of spot inoculation, and choose the strain of the higher H/C value (H/C is the ration of

circle diameter to strain colony diameter C) for the sequent work.

2.4. Degumming test

Determine the degumming performance of microorganism tentatively and further determine the suitability of microorganism for degumming of *Apocynum vernetum* L. through measurement of residual gum rate.

Put 4-gram hemp bast into the conical flask with the liquor ratio of 1:25, and sterilize it for 20 min at 120°C; inoculate the selected strain into the conical flask aseptically, place it still in water for 24 h at 34 °C, and then sterilize it for 20 min at 120 °C to determine the residual gum rate.

Determination of residual gum rate: put the degummed bast fiber into NaOH of 2% with the liquor ratio of 1:10, take it out after boiling for 3 h, wash with the clean water (care should be taken to avoid the loss of fiber), dry and weigh, take the average value with the formula of residual gum rate (%) = [(Weight of degumming fiber before treatment - 2% NaOH Weight of degumming fiber after treatment)/weight of degumming fiber before treatment]/100.

2.5. Measurement of growth curve

Take a few of cultivation liquid every 2 h, and measure the OD value at the wavelength of 600nm by use of 722 S spectrophotometer to draw the strain growth curve [3] and determine the logarithmic growth period [4].

2.6. Determination of enzyme activity

Making standard curve: Prepare the D-galacturonic acid standard solution of 1 mg/ml⁻¹ and prepare the DNS chromogenic solutions [5]. Number 6 color tubes, put into D-galacturonic acid standard solution of 0, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8 and 1.0 ml respectively and distilled water of 2.0, 1.8, 1.6, 1.4, 1.2 and 1.0 ml correspondingly. Put DNS color developing agent of 1.5 ml into each tube, and mix it, heat for 5 min in the boiling water immediately,

take the tube out for quick cooling, and put into the distilled water till the location of 25 ml is reached. Take the standard solution in which the D-galacturonic acid is put as the blank zero returning, use 722 Spectrophotometer to measure the absorbance at 520 nm wavelength, and then take the absorbance as horizontal ordinate and mass of D-galacturonic acid as vertical ordinate to make the standard curve. The equation of standard curve is: $Y=1575.3X-2.2719$, and its relevant coefficient $r = 0.9997$.

Preparation of pectinase: the pectinase is prepared through such flow as follows:

single bacterial colony → primary culture medium for liquid seeds → secondary culture medium for liquid seeds → liquid isolation culture medium I

Take strains for 2 cultures of seeds during the logarithmic growth period; conduct the centrifugalization for 10 min [5] for the enzyme at the speed of 3000 r/min⁻¹, and the consequent supernatant is pectinase. The main carbon source [6] of culture medium for strain culture should be the pectin in the determination of enzyme activity.

Determination of enzyme activity: dissolve the pectin power (from Beijing Aoboxing Biotech Co., Ltd.) into the acetic acid-sodium acetate buffer solution of pH 4.8 to make substrate solution with the concentration of 0.5%, and then take 1ml substrate solution every 2 h, pre-heat the solution for 1min at 50 °C, then add 1ml enzyme to react for 30 min; and take another 1ml enzyme, inactivate it, and following that, put 1ml substrate into the enzyme for comparison. Put into DNS chromogenic solutions of 1.5 ml respectively, and after the color development in boiling water for 5 minutes, cool down with ice quickly, determine the volume at 25 ml by use of distilled water, and then measure OD₅₂₀ value with 722 Spec-

trophotometer. Take the enzyme amount for the hydrolysis of substrate to produce D-galacturonic acid monohydrate for 1 minute as one unit of enzyme activity, which is expressed as IU to calculate the pectinase activity [7].

Calculation of enzyme activity:

Enzyme activity (U/L) = D-galacturonic acid monohydrate / (30×194.14)/1000.

Where, the number of 30 represents the reaction duration between enzyme and substrate, while the number of 194.14 represents the relative molecular weight of D-galacturonic acid monohydrate. Make the curve of relative enzyme activity by taking the highest enzyme activity as the standard.

2.7. Physiological and biochemical experiment

Conduct physiological and biochemical experiment such as sugar ferment test, and liquefaction test of contact enzyme, methyl red and gelatin for reference of reference documents [8].

2.8. Identification of strains

Select the strain from the culture medium, put it into sterilizing water of 10 µl, denature through the water bath at 100 °C, and conduct centrifugation, and then, take the supernatant as the template. Use the TaKaRa 16S rDNA Bacterial Identification PCR Kit (Code No.D310) to amplify the target fragment while taking Forward primer/Reverse primer2 as the primer. Take 5 µl supernatant to conduct agarose gel electrophoresis.

Use TaKaRa Agarose Gel DNA Purification Kit Ver.2.0 (Code No. DV805A) to recover the target fragment, and then take another 1 µl supernatant to conduct agarose gel electrophoresis. TaKaPa Co., Ltd. (Dalian) is responsible for DNA sequencing for the target fragment.

3. Results and discussion

3.1. Results

Select 13 pectinase producing strains from the retting epidermis, and then select 4 of them by transferring 3 times through the enrichment culture medium while inoculating those 4 strains into the same isolation culture medium II by means of spot inoculation, finally, select 2 strains having larger H/C ratio (as shown in Fig.1 and Fig.2). In the following figures, H/C value for No.1 strain is 3 and that for No.2 strain is 5. Results of selection indicate that taking the first-selected culture medium as the seed culture medium can raise the survival rate of selected strains, while replacing the beef extract with pectin gradually is conducive to get the pectinase producing strain.

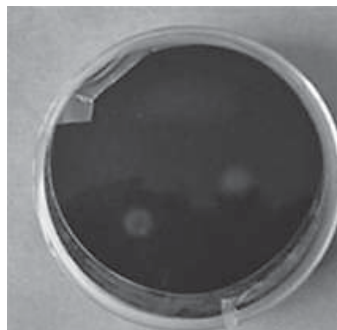


Fig.1 Hydrolysis circle of No.1 strain



Fig.2 Hydrolysis circle of No.2 strain
Note: incubated for 72 h at 37 °C

3.2. Determination of residual gum rate

The determination of residual gum rate finds: residual gum rate of No.1 strain is 18.47%, and that of No.2

strain 17.31%. That indicates both of strains produce remarkable effects upon the degumming on *Apocynum venetum L.*

3.3. Test results of the enzyme activity curve

Following conclusion is reached through analysis of OD value of 600 nm culture fluid for two strains: the logarithmic growth period for No.1 strain is the period of 4~10 h; the logarithmic growth period for No.2 strain is the period of 6~13 h. Take the fluid for two strains at logarithmic growth period, inoculate by 1% into the liquid isolation culture medium to test the enzyme activity, and draw the relative enzyme activity curve (as shown in Fig.3).

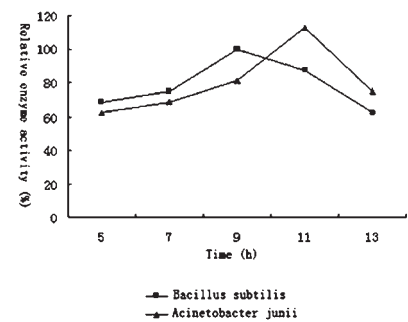


Fig.3 The curves of Special pectinase activity of two pectinase producing strains

It is shown that No.1 strain reaches the peak of enzyme production (91.6 IU/ml) at 9h, while No.2 reaches the peak of enzyme production (103.2 IU/ml) at 11h. The enzyme activity of No.2 is 12.5% higher than that of No.1, so No.2 bacteria has a certain potential of optimization.

3.4. Identification of the bacterial 16S rDNA amplification

Carry out bacterial colony PCR for the selected stains by Forwardprimer/Reverseprimer2, the results are shown in Fig.4.

That figure indicates that both strains can amplify into the target DNA fragment with the size of 1600 bp or so. Recycle the target fragment with

DNA purification kit, carry out PCR and electrophoresis once again, finally a single band is obtained (as shown in Fig.5).

After sequencing and comparison of sequence homology based on blast software, analyze the sequence with the highest homology. That comparison indicates that the homology between 16S rRNA of No.1 strain and *Bacillus subtilis* is up to 100%, and that 16S rRNA gene order of No.2 strain and *Acinetobacter junii* reaches 99%. However, to determine the bacterial names the physiological and biochemical tests for identification are required.

3.5. Characteristic identification

We carried out physiological and biochemical tests and morphology observation for these two strains, and see Tab.1 and Tab.2 for the results. Those results indicate that the No.1 strain is bacillus with spores, being

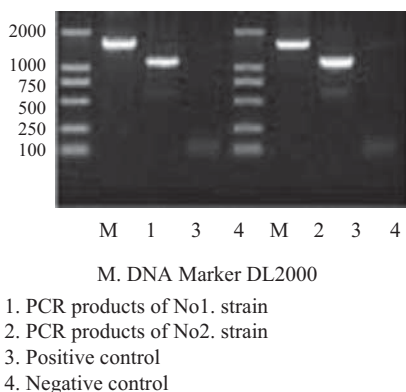


Fig.4 Gel Electrophoresis of 16S rDNA

Gram-positive and aerobic microorganism; and No.2 is bacillus without spore, being Gram-negative and aerobic microorganism.

On the basis of such characteristic as V-P detection, methyl red, sugar fermentation test and contact enzyme of the two bacterial strains, the No.1 strain is determined to be *Bacillus subtilis* and No.2 is *Acinetobacter*

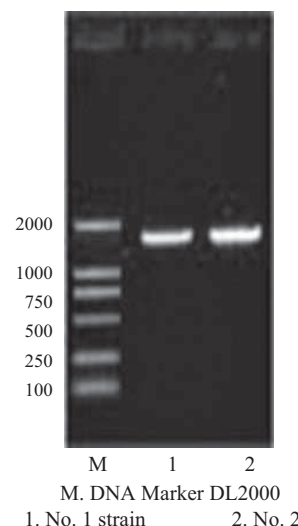


Fig.5 Gel Electrophoresis for Recycled Fragment

junii by referring to *Bergey's Manual of Determinative Bacteriology* and combining blast comparison results.

4. Conclusions

These two pectinase high productive strains are *Bacillus subtilis* and *Acinetobacter junii* through selections, both of which exert a favorable effect upon degumming on *Apocynum venetum* L. As a new pectinase production strain from the selection, *Acinetobacter junii* changes the limits of *Fungi Imperfecti*, *Bacillaceae* and *Erwinia persicina* being taken as the main pectinase production strain. The hydrolysis circle experiment shows that the pectinase produced by the two strains have a higher enzyme activity. *Acinetobacter junii* of new pectinase production strain takes a longer time (2 hours) to reach the peak of enzyme production than the traditional pectinase selected by this experiment, but the highest enzyme activity also exceeds the later for 12.5%, thus, *Acinetobacter junii* can be used to improve the enzyme production speed through optimizing its growth and enzyme production conditions, consequently, making it an excellent degumming strain.

Besides, following results are found in the experiment: putting Congo red

Tab.1 Physiological and biochemical characteristics of two pectinase producing strains

Detection test	No.1 strain	No.2 strain
Pectinase	+	+
Cellulase	-	-
Growth at 50 °C	-	-
Glucose producing acid	+	-
Glucose producing gas	-	-
V-P detection	+	-
Anaerobic growth	-	-
Gelatin liquefaction test	+	+
Contact enzyme	+	+
Methyl red	-	-

Tab.2 Morphological characteristics of two pectinase producing strains

Characteristics of strains	No.1 strain	No.2 strain
Diameter (mm)	4~6	1~2
Morphology	Round	Round
Edge	Uneven	Even
Surface	Unsmooth	Smooth
Gloss	Ungloss	Glossy
Color	Milky	Light yellow
Characteristics of cells	No. 1 strain	No. 2 strain
Size (nm)	0.7~0.8×2~4	0.8~1.2×1.2~2.0
Morphology	Bacillus	Bacillus
Gram-staining	G+	G-
Spore	Yes	No

Note: incubated for 24 h at 37 °C

prior to sterilization by high pressure steam can make the hydrolyzed circle clearer; the alternating transfer between seed culture medium and separation culture medium I is favorable to maintain the property of the strain production pectinase; the pectin is an inducer for gene expression of pectinase, therefore, the culture medium for bacteria culture shall adopt the pectin as the major carbon source at the time of assaying the enzyme activity so as to obtain favorable measurement effects.

References:

- [1] Xu Hong et al.: Bacteriological Retting and Combing of *Apocynum*. *Journal of Textile Research* (2006) 102-104
- [2] Bao Mingdong et al.: A Preliminary Report of Bacteriological Retting of *Apocynum*. *Shandong Agricultural Sciences* (2002)11-13
- [3] Zheng Laijiu et al.: Research on Pectase Secreted by *Aspergillus Niger* Degumming Kenaf Bast Fiber. *Journal of Donghua University* (2007) 404-407
- [4] Zhang Fei et al.: Research on Methods of Determining Pectinase Activity, *Journal of Northwestern Agricultural University* (2004) 134-137
- [5] Nicole H.C. et al.: Environmental Conditions Affect Transcription of the Pectinase Genes of *Erwinia chrysanthemi*, *Journal of Bacteriology* (1992) 7807-7818
- [6] Richard T.Z., K.C. Arun: Cloning and Expression in *Escherichia coli* of Pectinase Genes of *Erwinia carotovora* subsp. *Carotovora*, *Applied and Environmental Microbiology* (1985)714-715
- [7] Wang Xiaomin et al.: Research on Testing Pectinase Activity by Spectrophotometer Method, *Science and Technology of Food Industry* (2007) 227-229
- [8] Shen Ping et al.: *Microbiology Experiment*, Beijing: China Higher Education Press, 3rd edition of June, 116 (1999) 120

Izolacija, izbor i karakteristike bakterijske vrste za enzimatsko bioiskuhavanje biljke *Apocynum vernetum L.*

Zheng Laiju

Du Bing

Textile Engineering Key Laboratory, Dalian Ploytechnic University

Dalian, Kina

e-mail: fztrwx@dlpu.edu.cn

Prispjelo 09.06.2009.

UDK: 677.021.151:677.027.254.21

Izvorni znanstveni rad

Biljka Apocynum vernetum L. (kendir) obrađena je močenjem kao ispitni uzorak u Chaidamu u kineskoj pokrajini Qinghai. Kultivirane su i izolirane dvije vrlo učinkovite bakterijske vrste pektinaze prikladne za bioiskuhavanje Apocynum vernetum L., za jednu vrstu utvrđeno je da je novi Acinetobacter junii, a druga Bacillus subtilis. Ove bakterije su proizvodi pektinaza, a identificirane su na osnovi fiziološkog i biokemijskog indeksa, indeksa oblika te identifikacije bakterijske vrste 16S rDNA. U eksperimentalnom dijelu hidrolizom je utvrđeno da je vrijednost H/C za prvu (H/C je omjer prstenastog omjera prema promjeru bakterijske kolonije) 5, a za drugu je 3; ispitivanje enzimatske aktivnosti pokazuje da će Acinetobacter junii imati maksimum (103.2 IU/ml) kod 11 h a Bacillus subtilis kod 9 h na jednakoj temperaturi (37 °C), također je utvrđeno da je enzimatska aktivnost prve vrste 12,5% veća nego kod druge vrste.

Ključne riječi: *Apocynum vernetum L.*, pektinaza, enzimatsko iskuhavanje, *Acinetobacter junii*, *Bacillus subtilis*, izbor

1. Uvod

Apocynum vernetum L. je uglavnom rasprostranjen u pokrajinama Xinjiangu i Qinghaiu u Kini. On je prirodni izvor vlakana u Kini. Sadržaj vlakana u biljci je do 81,4% i vlakno se naziva "najbolje divlje vlakno" zbog svojih ventilacijskih svojstava i otpornosti na hladnoću, antibakterijskih svojstava, infracrvene funkcije i funkcije za zdravlje. Tkanina od *Apocynum vernetum L.* uglavnom se upotrebljava kao tkanina za izradu odjeće, a sve se više koristi i za kućanske i industrijske tekstilije. Međutim, *Apocynum vernetum L.* uzrokuje veliko zagađivanje okoliša zbog procesa bioiskuhavanja, pa je zato njegova

upotreba donekle ograničena. Posljednjih godina Xu Hong i sur. [1] provode istraživanje vezano za eksperimente bioiskuhavanja *Apocynum vernetum L.*, te je bioiskuhavanje *Apocynum vernetum L.* upotrebom postojećih vrsta dalo rezultate. Zheng Laiju i sur. [2] proveli su velik broj istraživanja bioiskuhavanjem sirovih vlakana, ali je bioiskuhavanje *Apocynum vernetum L.* još uvijek u fazi istraživanja. U ovom radu je *Apocynum vernetum L.*, močen u Chaidamu u pokrajini Qingzai, uzet kao ispitni uzorak: kultivirane su i izolirane dvije vrlo učinkovite vrste pektinaze prikladne za bioiskuhavanje *Apocynum vernetum L.* Utvrđeno je da je jedna vrsta novi *Acinetobacter junii*,

a druga je *Bacillus subtilis*, s time da pektinaza proizvodi obje prema identifikaciji na osnovi fiziološkog i biokemijskog indeksa, indeksa oblika kao i identifikacije vrste 16S rDNA. Zatim je određen tip vrste V-P otkrivanjem, testom metilno crvenim indikatorom i fermentom šećera kao i karakteristikama kontaktnog enzima, primjenom *Bergeyevog priručnika determinativne bakteriologije* i razmatranjem rezultata usporedbe.

2. Materijali i postupci

2.1. Materijali

Istraživanja su provedena na biljci *Apocynum vernetum L.* iz područja Chaidamu u kineskoj pokrajini Qinghai.

2.2. Medij kulture

Medij kulture za razvoj bakterija: goveđi ekstrakt 3 g/l, pepton 10 g/l, NaCl 5 g/l, agar 20 g/l, pH 7,0~7,2, i sterilizacija 20 min na 121 °C.

Medij kulture za izolaciju I: pektin 4 g/l, pepton 10 g/l, NaCl 5 g/l, agar 20 g/L, pH 7,0~7,2, i sterilizacija 20 min na 115 °C.

Medij kulture za izolaciju II: pektin 4 g/l, pepton 10g/l, NaCl 5 g/l, 20 g/l agara, 0,2 g/l kongo crveno (Congo red), pH 7,0~7,2 i sterilizacija 20 min na 115 °C.

Medij kulture za obogaćivanje: pepton 10 g/l, NaCl 5 g/l, goveđi ekstrakt i pektin 4 g/l, agar 20 g/l, pH 7,0~7,2 te sterilizacija 20 min na 115 °C.

2.3. Postupci izbora

Priprema vode za močenje: ravna stabiljka *Apocynum vernetum* L. stavlja se u vodu za močenje; odležava dva dana, nakon čega se vadi i likovo vlakno se stavlja u aseptičku fiziološku slanu otopinu i provodi se stupnjevito razrjeđivanje.

Primarni izbor: Spomenuta vrsta za razrjeđivanje se stavi na podlogu medija za razvoj kulture, inkubira se 48 h na 37 °C. Sljedeća kolonija vrste stavlja se na podlogu medija kulture za obogaćivanje i inkubira 72 h, postupno je smanjivana količina goveđeg ekstrakta dok ga pektin nije potpuno zamijenio. Potrebno je provesti prenošenje tri puta. Odabrana je bakterijska vrsta s većim krugom hidrolize primjenom svjetlocrvenog kruga hidrolize proizvedenog iz razgradnje pektina i kongo crvenog.

Usporedba kruga hidrolize: Nacijepljena je vrsta iz prvog izbora u isti medij kulture za izolaciju II pomoću točkastog cijepljenja, te je uzeta vrsta veće H/C vrijednosti (H/C je omjer promjera kruga prema promjeru kolonije bakterijske vrste C) za sljedeći rad.

2.4. Ispitivanje bioiskuhavanja

Eksperimentalno je određen učinak bioiskuhavanja te određena prikladnost mikroorganizma za bioiskuhavanje *Apocynum vernetum* L. mjerenjem ostatka.

U stožastu bocu stavi se 4 g ispitivanih vlakana u omjeru kupelji 1:25, te se sterilizira 20 min na 120 °C; odabrana vrsta se nacijepkuje u stožastu bocu aseptički, stavlja se u vodu 24 h na 34 °C i zatim se sterilizira 20 min na 120 °C da se odredi ostatak.

Određivanje ostatka: biološki iskuhanom likovo vlakno stavlja se u 2% NaOH uz omjer kupelji od 1:10, nakon 3 h iskuhavanja se izvadi i ispire čistom vodom (treba paziti da se izbjegne gubitak vlakna), suši i važe. Zatim se određuje prosječna vrijednost iskorištenja (%) koja se izračuna iz sljedeće jednadžbe:

$$I (\%) = m_1 - m_2 / m_1 \cdot 100$$

m_1 - masa vlakana za bioiskuhavanje prije obrade.

m_2 - masom vlakana nakon obrade

2.5. Mjerenje krivulje rasta

Svaka 2 sata uzima se nešto tekućine za kultiviranje te se mjeri vrijednost OD pri valnoj duljini od 600 nm pomoću spektrofotometra 722 kako bi se isrcitala krivulja rasta vrste [3] i odredilo logaritamsko vrijeme rasta [4].

2.6. Određivanje enzimatske aktivnosti

Za određivanje, odnosno isrcrtavanje standardne krivulje pripremaju se standardna otopina D-galakturonske kiseline od 1 mg/ml⁻¹ i DNS kromogenske otopine [5]. U označenih se šest epruveta stavlja standardna otopina D galakturonske kiseline u količinama od 0, 0,2, 0,4, 0,6, 0,8 i 1,0 ml te destilirane vode 2,0, 1,8, 1,6, 1,4, 1,2 i 1,0 ml. Zatim se u svaku epruvetu stavi 1,5 ml DNS sredstva za razvijanje boje, uz miješanje i zagrijavanje 5 min u vodenoj kupelji. U ohlađene epruvete se dodaje destilirana voda do postizanja volumena od 25 ml. Za određivanje nulte vrijednosti uzima se standardna otopina u koju se dodaje D galakturonska kiselina. Mjerenja apsorbancije pri valnoj duljini od 520 nm provode se na spektrofotometru 722 za mjerenje. Za crtanje standardne krivulje vrijednosti apsorbancija uzima se kao os

apscisa, a masa D-galakturonske kiseline kao ordinata. Dobivena jednadžba standardne krivulje je: $Y=1575.3X-2.2719$, a koeficijent korelacije je 0,9997.

Priprema pektinaze: Pektinaza je pripremljena na sljedeći način:

kolonija pojedinačnih bakterija → medij primarne kulture za tekuće sjemenke → medij sekundarne kulture za tekuće sjemenke → medij kulture za tekuću izolaciju I

Ispitivanje kultura dviju bakterijskih vrsta provedeno je logaritmom tijeka vremena rasta; za dobivanje sloja pektinaza provodi se centrifugiranje 10 min [5] kod brzine 3000 o/min⁻¹. Pektin bi kod određivanja enzimatske aktivnosti trebao biti glavni izvor ugljika [6] koji je medij za razvoj kulture bakterijske vrste.

Određivanje enzimatske aktivnosti: Pektin (iz Beijing Aoboxing Biotech Co., Ltd.) se otapa u pufernu otopinu octene kiseline i natrijevog acetata pri pH vrijednosti od 4,8 u koncentraciji od 0,5%. Zatim se uzima 1 ml otopine supstrata svaka 2 sata, zagrijava 1 min na 50 °C, dodaje 1 ml enzima, te se ostavi da reagira 30 min. Nakon toga se uzima još jednom 1 ml enzima, deaktivira se te se 1 ml supstrata stavlja u enzim zbog usporedbe. Dodaje se u 1,5 ml DNS kromogenske otopine, koja se nakon stvaranja boje zagijavanjem u vodenoj kupelji 5 min, brzo hladi ledom, nakon čega se pri konstantnom volumenu od 25 ml (koji se podese dodatkom destilirane vode) mjeri vrijednost OD₅₂₀ spektrofotometrom 722. Dodana količina enzima je potrebna za hidrolizu supstrata kako bi se dobio monohidrat D galakturonske kiseline za 1 min, kao jedinica enzimatske aktivnosti, a koja se izražava u IU za proračun aktivnosti pektinaze [7].

Proračun enzimatske aktivnosti:

$$\text{Enzimatska aktivnost (U/L)} = \text{monohidrat D galakturonske kiseline} / (30 \times 194,14) / 1000$$

gdje broj 30 predstavlja trajanje reakcije između enzima i supstrata, dok broj 194,14 predstavlja relativnu molekulu masu monohidrata D galakturonske kiseline. Nakon tog proračuna izrađuje se krivulja relativne enzimatske aktivnosti tako da se kao standard uzima najveća enzimatska aktivnost.

2.7. Fiziološki i biokemijski eksperiment

Fiziološki i biokemijski eksperimenti provedeni su ispitivanjem fermenta šećera i ispitivanjem pretvaranja u tekućinu (likvefakcije) kontaktnog enzima, metilenskog crvenog i želatine [8].

2.8. Identifikacija bakterijskih vrsta

Bakterijska vrsta uzima se iz medija kulture, stavlja se u 10 μ l vode za sterilizaciju, denaturira se u vodenoj kupelji kod 100 °C. Nakon toga se provodi centrifugiranje, te uzima bistra tekućina iznad taloga kao predložak. Upotrijebljen je PCR komplet šifre br. D310 za bakterijsku identifikaciju TaKaRa 16S rDNA radi pojačanja ciljnog fragmenta, dok se Forward primer/Reverse primer2 uzimaju kao primeri (početak, klica). 5 μ l bistre tekućine uzete iznad taloga uzima se za provođenje elektroforeze agaroze gela.

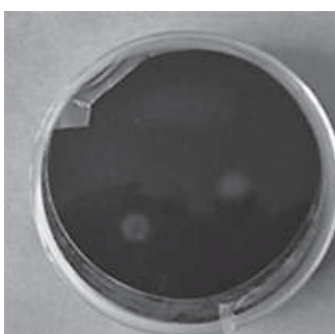
Za pročišćavanje TaKaRa agaroze gela verzija 2,0 (broj šifre DV805A) upotrijebljava se DNA komplet a kako bi se obnovio ciljni fragment. Također se uzima još 1 μ l bistre tekućine iznad taloga za provođenje elektroforeze agaroze gela. TaKaPa Co., Ltd. (Dalian) je odgovoran za sekvenciranje DNA ciljnog fragmenta.

3. Rezultati i analiza

3.1. Rezultati

Iz epiderme za močenje izdvaja se 13 bakterijskih vrsta koje proizvode pektinazu, a od njih je odabrano 4 bakterijske vrste prenošenjem 3 puta kroz medij kulture za obogaćivanje, te ih se naciepljuje u isti medij kul-

ture za izolaciju II pomoću točkastog naciepljivanja. Konačno su odabrane dvije bakterijske vrste koje imaju veći H/C omjer, sl.1 i 2. Na sl.1 i 2 H/C vrijednost za vrstu br. 1 je 3 a za vrstu br. 2 je H/C vrijednost 5. Rezultati izbora pokazuju da uzimanje prvo odabranog medija kulture kao medija za razvoj kulture bakterija može povećati stupanj preživljavanja odabranih vrsta, dok postupna zamjena goveđeg ekstrakta s pektinom pomaže u dobivanju bakterijske vrste koja proizvodi pektinazu.



Sl.1 Krug hidrolize bakterijske vrste br. 1



Sl.2 Krug hidrolize bakterijske vrste br. 2

3.2. Određivanje ostatka ljepljive tvari

Određivanjem ostatka ljepljive tvari pokazalo se da je ostatak ljepljive tvari bakterijske vrste br. 1 18,47%, a vrste br. 2 17,31%. To dokazuje da obje bakterijske vrste značajno utječu na bioiskuhavanje *Apocynum vernetum L.*

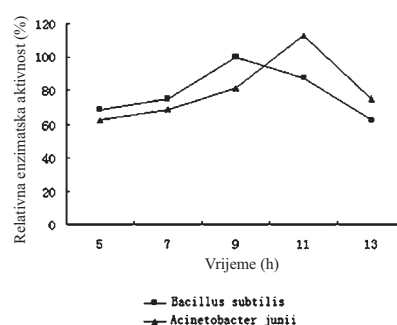
3.3. Rezultati ispitivanja krivulje enzimatske aktivnosti

Rezultati dobiveni analizom OD vrijednosti tekućine kulture kod 600

nm za dvije bakterijske vrste su sljedeći:

- vrijeme logaritamskog rasta za vrstu br. 1 je od 4 do 10 h,
- vrijeme logaritamskog rasta vrste br. 2 je od 6 do 13 h.

Tekućine dviju bakterijskih vrsta kod logaritamskog vremena rasta uzete su i naciepljene (1%) u tekući medij kulture za izolaciju za ispitivanje enzimatske aktivnosti te je izrađena krivulja relativne enzimatske aktivnosti, sl.3.



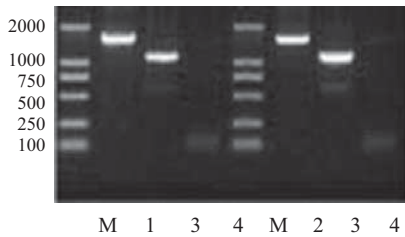
Sl.3 Krivulje aktivnosti specijalnih pektinaza produkta dviju ispitanih vrsta

Rezultati su pokazali da bakterijska vrsta br. 1 postiže maksimum enzimatske proizvodnje, odnosno aktivnosti (91.6 IU/ml) nakon 9 h, a vrsta br. 2 postiže maksimum enzimatske aktivnosti (103.2 IU/ml) nakon 11 h. Enzimatska aktivnost vrste br. 2 je 12,5% veća nego enzimatska aktivnost vrste br.1. Prema tome se može reći da bakterija br. 2 ima izvjesni potencijal optimiranja.

3.4. Identifikacija pojačavanja 16S rDNA

Načini se bakterijska kolonija PCR za odabrane boje pomoću Forward primer/Reverse primer2, a rezultati su prikazani na sl.4.

Iz sl.4 se može vidjeti da se obje vrste mogu proširiti u ciljni DNA fragment u veličini od 1600 bp. Ciljni fragment se reciklira sa sredstvom za pročišćavanje DN, provedeni su PCR i elektroforeza još jedanput te je dobivena konačna pojedinačna vrpca, sl.5.



Sl.4 Gel elektroforeza 16S rDNA
M. DNA Marker DL2000
1. PCR products of No1. strain
2. PCR products of No2. strain
3. Positive control
4. Negative control

Sl.4 Gel elektroforeza 16S rDNA

Nakon sekvenciranja i usporedbe sekvencijske homologije temeljene na blast softveru, analizirana je sekvenca s najvećom homologijom. Usporedba je pokazala da je homologija između 16S rRNA vrste broj 1 i *Bacillus subtilis* oko 100%, a kod 16S rRNA gena vrste broj 2 i *Acinetobacter junii* oko 99%. Međutim, da

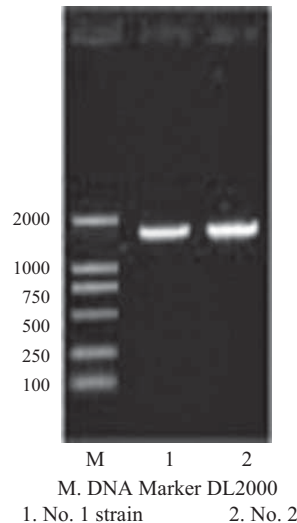
Tab.1 Fiziološke i biokemijske karakteristike dviju bakterijskih vrsta za proizvodnju pektinaze

Test otkrivanja	Bakterijska vrsta broj 1	Bakterijska vrsta broj 2
Pektinaza	+	+
Celulaza	-	-
Rast na 50 °C	-	-
Kiselina za dobivanje glukoze	+	-
Plin za proizvodnju glukoze	-	-
V-P otkrivanje	+	-
Anaerobni rast	-	-
Ispitivanje likvefakcije želatine	+	+
Kontaktni enzim	+	+
Metilno crveno	-	-

Tab.2 Morfološke karakteristike dviju bakterijskih vrsta za dobivanje pektinaze

Karakteristike bakterijskih vrsta	Vrsta br. 1	Vrsta br. 2
Promjer (mm)	4~6	1~2
Morfologija	okrugla	okrugla
Rub	neravan	ravan
Površina	gruba	glatka
Sjaj	bez sjaja	sjajna
Boja	mliječna	svijetlo žuta
Karakteristike stanica	vrsta broj 1	vrsta broj 2
Veličina (nm)	0.7~0.8×2~4	0.8~1.2×1.2~2.0
Morfologija	bacil	bacil
Gram-obojenost	G+	G-
Spore	da	ne

Primjedba: inkubirano 24 h na 37 °C



Sl.5 Gel elektroforeza recikliranog fragmenta
M. DNA Marker DL2000
1. No. 1 strain 2. No. 2

bi se odredili nazivi bakterija, potrebno je provođenje fizioloških i biokemijskih testova za identifikaciju.

3.5. Karakteristična identifikacija

Provedena su fiziološka i biokemijska ispitivanja i morfološko promatranje navedenih dviju bakterijskih vrste, tab.1 i 2.

Rezultati pokazuju da je vrsta broj 1 bacil sa sporama, da je gram pozitivna i aerobni mikroorganizam; a vrste broj 2 bacil bez spora, gram negativan i aerobni mikroorganizam.

Na osnovi karakteristika kao što je V-P otkrivanje, metilensko crveno i ispitivanje fermentacije šećera te kontakti enzima dviju bakterijskih vrsta, za vrstu broj 1 je utvrđeno da je *Bacillus subtilis*, a vrsta broj 2 *Acinetobacter junii* prema Bergeyevom priručniku determinativne bakteriologije i kombinaciji rezultata usporedbe.

4. Zaključci

Dvije bakterijske vrste koje učinkovito proizvode pektinazu su *Bacillus subtilis* i *Acinetobacter junii* prema izboru i obje imaju povoljno djelovanje na bioiskuhavanje *Apocynum vernetum L.* Kao nova bakterijska vrsta za proizvodnju pektinaze iz izbora *Acinetobacter junii* mijenja granice *Fungi Imperfecti*, *Bacillaceae* i *Erwinia persicina* koje se uzimaju kao glavna vrsta za dobivanje pektinaze.

Eksperiment s krugom hidrolize pokazuje da pektinaza koju proizvode dvije bakterijske vrste imaju veću enzimatsku aktivnost. *Acinetobacter junii* nove bakterijske vrste za proizvodnju pektinaze treba više vremena (2 sata) da postigne maksimum proizvodnje enzima nego tradicionalna pektinaza odabrana ovim eksperimentom, ali najveća enzimatska aktivnost također je veća za 12,5%. *Acinetobacter junii* se može koristiti za poboljšanje brzine proizvodnje enzima tako da se optimira njegov rast i uvjeti proizvodnje enzima, pa je zato izvrsna bakterijska vrsta za bioiskuhavanje.

Osim toga, eksperimentom su utvrđeni sljedeći rezultati: dodavanje kongo crvenog prije sterilizacije

visokotlačnom parom omogućuje da hidrolizirani krug bude bistriji; alternativni transfer između medija sjeemenske kulture i medija kulture za razdvajanje I je prikladan za zadržavanje svojstva vrste za proizvodnju pektinaze; zato pektin potiče genski izraz pektinaze, a medij za bakterijsku kulturu prihvatit će pektin kao glavni izvor ugljika u trenutku ispitivanja enzimatske aktivnosti da bi se dobili povoljni efekti mjerenja.

(Preveo M. Horvatić)

Literatura:

- [1] Xu Hong et al.: Bacteriological Retting and Combing of *Apocynum*. Journal of Textile Research (2006) 102-104
- [2] Bao Mingdong et al.: A Preliminary Report of Bacteriological Retting of *Apocynum*. Shandong Agricultural Sciences (2002) 11-13
- [3] Zheng Laiju et al.: Research on Pectase Secreted by *Aspergillus Niger* Degumming Kenaf Bast Fiber. Journal of Donghua University (2007) 404-407
- [4] Zhang Fei et al.: Research on Methods of Determining Pectinase Activity, Journal of Northwestern Agricultural University (2004) 134-137
- [5] Nicole H.C. et al.: Environmental Conditions Affect Transcription of the Pectinase Genes of *Erwinia chrysanthemi*, Journal of Bacteriology (1992) 7807-7818
- [6] Richard T.Z., K.C. Arun: Cloning and Expression in *Escherichia coli* of Pectinase Genes of *Erwinia carotovora* subsp. *Carotovora*, Applied and Environmental Microbiology (1985) 714-715
- [7] Wang Xiaomin et al.: Research on Testing Pectinase Activity by Spectrophotometer Method, Science and Technology of Food Industry (2007) 227-229
- [8] Shen Ping et al.: Microbiology Experiment, Beijing: China Higher Education Press, 3rd edition of June, 116 (1999) 120

Isolation, selection and characteristics of strain for enzymatic degumming on *Apocynum Vernetum L.*

Zheng Laiju, Du Bing

The plant *Apocynum vernetum L.* retted in Chaidamu basin of Qinghai province as the test sample. Domesticated and isolated two highly productive pectinase strains suitable for degumming on *Apocynum vernetum L.* and following that, one strains is determined to be a new *Acinetobacter junii* and another is *Bacillus subtilis*, both of which are produced by pectinase through identification on the basis of physiological and biochemical index as well as the shape index and 16S rDNA strain identification. The hydrolysis circle experiment finds that the H/C value for the former (H/C is the ratio of ring diameter to that of bacterial colony) is 5, and that for the latter is 3; the test of enzyme activity tells that *Acinetobacter junii* will be at the peak (103.2IU/ml) at 11h and *Bacillus subtilis* at 9h at the same temperature of 37 °C, moreover, the enzyme activity of the former is 12.5% higher than that of the latter.

Key words: *Apocynum vernetum L.*, pectinase, enzymatic degumming; *Acinetobacter junii*, *Bacillus subtilis*, selection and sign

Dalian Ploytechnic University, Textile Engineering Key Laboratory

Dalian, China,

e-mail: fztrwx@dlpu.edu.cn

Recived June 9, 2009

Isolierung, Selektion und Eigenschaften des Bakterienstammes zum Degummieren der Pflanze *Apocynum vernetum L.*

Die Pflanze *Apocynum vernetum L.* wurde als Probe durch Rösten in Chaidamu in der chinesischen Provinz Qinghai behandelt. Zwei sehr effiziente Bakterienstämme, geeignet zum Degummieren von *Apocynum vernetum L.*, wurden kultiviert und isoliert. Für den einen Stamm wurde festgestellt, dass er ein neuer *Acinetobacter junii* ist und für den anderen Stamm, dass er *Bacillus subtilis* ist. Diese Bakterien sind Produkte von Pektinasen und wurden auf der Grundlage des physiologischen und biochemischen Indexes, des Formindexes und der Identifizierung des Bakterienstammes 16S rDNA identifiziert. Im experimentellen Teil wurde durch die Hydrolyse bestimmt, dass der Wert von H/C für den ersten Stamm (H/C ist das Verhältnis des Ringdurchmessers zu dem Durchmesser der Bakterienkolonien) 5 ist, und für den anderen Stamm 3; Untersuchung der Enzymaktivität zeigt, dass *Acinetobacter junii* das Maximum (103.2 IU/ml) nach 11 Stunden und *Bacillus subtilis* nach 9 Stunden bei der gleichen Temperatur (37 °C) erreicht hat. Es wurde auch festgestellt, dass die enzymatische Aktivität des ersten Stammes 12,5% höher als bei dem anderen Stamm ist.

Cotton functionalization with plasma

Marija Gorjanc, Ph.D.

Prof. **Marija Gorenšek**, Ph.D.

University of Ljubljana, Faculty of Natural Sciences and Engineering

Department of Textiles

Ljubljana, Slovenia

e-mail: marija.gorjanc@ntf.uni-lj.si

Received August 20, 2009

UDK: 677.016:677.21:537.56

Review

The paper presents various researches of functionalization of cellulosic textile materials with plasma, as well as the basis of cellulosic textile fibers and cotton as the representative of the purest form of cellulose in nature. Due to its favorable characteristics, cotton is still highly valued in the textile industry. The existing chemical technologies for the modification of cotton textiles are time-consuming, and economically and ecologically problematic. Therefore, the search for new technologies and ways of functionalizing textile materials is in progress. This paper offers an insight into new plasma technologies and possibilities for their use to achieve and change cotton properties. Plasma technologies can be used for changing hydrophilic and hydrophobic characteristics of cotton, cleaning and bleaching cotton, achieving different physical properties and for the adhesion enhancement of nanoparticles.

Key words: cotton, plasma, hydrophilicity, hydrophobicity, cleaning and bleaching, nanostructured surfaces, nanoparticle adhesion

1. Introduction

Most of the chemical textile-finishing processes are applied in wet media. Finishing baths contain various chemicals (i.e. acids, alkali, salts), surface active agents – surfactants, dyes and other finishing agents [1]. The purpose of finishing is to gain new aesthetic features and comfort of textile materials. Moreover, textile finishing renders effects for better durability and easy care of textiles, resistance to soil and burning, antimicrobial protection etc. [2]. The chemical modification is defined as a direct chemical reaction of a solvent on a substrate. This process includes the usage of special solvents that exploit interactions between a liquid

and polymer, and consequently modify surface functionality of a polymer [3]. The depth of such a modification is controlled by the relationship between diffusion and reaction speeds [4]. The consequence of a long-lasting exposure of a textile material to chemicals can damage the fibers and impair the mechanical properties of the material. Along with the wet process, heat is also used for drying and crosslinking of finishes, which can damage the appearance and mechanical properties of the material if an inappropriate temperature or drying time is applied [5]. Apart from the aesthetic and mechanical changes, wet-chemical modifications of textiles have other drawbacks as well,

e.g. the use of large quantities of chemicals, water and energy, increased costs and ecological problems. Due to water and air pollution problems, costs of water and chemical consumption etc, different industrial branches, among other also the textile industry, are trying to replace the existing conventional methods by introducing new technologies. The textile industry is a large consumer of water. Its consumption depends on the range and type of production, e.g. 30 m³ of water is required for the finishing of 100 kg of cotton [1]. By introducing new technologies into textile finishing, e.g. coatings, microencapsulation, insolubilization or plasma process, water and energy

consumption can be minimized [5–15].

2. Cotton

Cellulose is the most common organic polymer. The reaction required for the polymer formation is a simple photosynthesis [16]. For centuries, cellulose has been used in various forms in the paper and textile industry (e.g. cotton, flax, hemp), for chemical fibers (e.g. viscose, acetate) and other cellulosic derivatives [17]. The research of physical and chemical properties of cellulose started relatively late. In 1838, Payen [18] used the word *cellulose* to name the material which accompanies all plants. Later on, knowledge on cellulose was investigated by many researchers [19–21]. The largest quantity and the purest cellulose in nature can be found in cotton. Cotton fibers, which have a fibril structure, present the longest uniform cells in nature [22]. Morphology of cotton is illustrated in Fig.1, showing the cuticle, the primary and secondary walls, and the lumen.

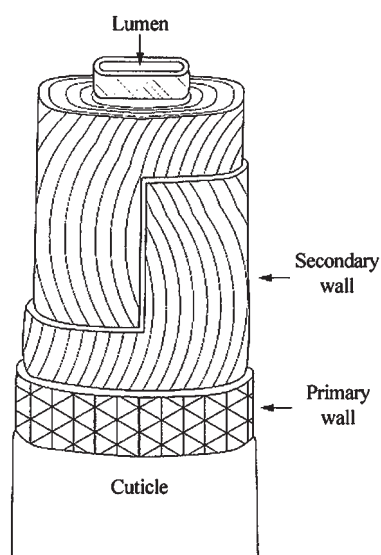


Fig.1 Idealized morphological scheme of cotton

The primary cell wall consists of a cellulosic fibril web covered with a cuticle layer, pectins, proteins, minerals and waxes. The primary cell

wall contains less than 30% of cellulose with a lower molecular mass and a polymerization level between 2000–6000 [23]. The secondary cell wall presents the basis of mature cotton fibers and consists of cellulosic chains linked into fibril elements of the spiral structure. The polymerization level of the secondary cell wall is approximately 14000 [24]. Microfibrils are made of even smaller fibrils. The primary cell wall is a part of a cotton fiber, which needs to be properly prepared before dyeing or printing. The chemical structure of cellulose is well known and is illustrated in Fig.2.

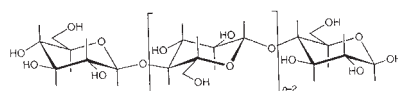


Fig.2 Cellulose

Cellulose is a carbohydrate polymer of β -1,4-D(+)-glucopyranose with 1,4 glucosidal chains. In general, the molecular arrangement of cellulose in the fiber is denoted by the supramolecular or crystalline cellulosic structure. There are five amorphous cellulosic forms; however, only cellulose I and cellulose II are relevant to the textile industry. Cellulose I is of natural origin and when treated with alkali, it can be formed into cellulose II, which is thermodynamically a more stable cellulosic form. To understand the dyeing or printing process, it is necessary to understand the fine cellulosic structure. Chemicals penetrate into the amorphous parts of the cotton fiber, which are more accessible than the crystalline parts. During the wet processing of textile materials, it is the first contact with the wet media that is of the essence. Despite the unpleasant negative zeta potential of the cellulose substrate in water, researches have shown that polysaccharide cellulose is an almost inexhaustible source of raw material with a fascinating structure and properties [25]. According to Klemm D. et al., cellulose is char-

acterized by hydrophilicity, chirality, biodegradability, broad chemical modifying capacity and the capability to form versatile semicrystalline fiber morphologies. The perspectives of cellulose research and its applications are evident, e.g. producing environment-friendly cellulose fiber technologies, bacterial cellulose biomaterials, high-performance materials etc. The fact is that with cellulose there is no need for using oil as a resource. Thus, the researches of using different types of plasma for the functionalization of cellulose surfaces have gained a higher meaning. Moreover, bleaching and dyeing represent time-consuming processes which are economically and ecologically wasteful due to a large water, time and energy consumption. Consequently, the textile industry has also been in search of the new possibilities and technologies which would shorten the existing processes, one of these new technologies being the use of plasma. A novelty in the plasma technology is the possibility to form a nanostructured textile surface. The advantage of such a surface is the large surface area which is favorable to the deposition of different nanoparticles or nano-compounds.

3. Plasma

Investigations in the use of plasma technology on textile substrates started 30 years ago and today, the research achievements are put into practice. The majority of investigations of using plasma technology in the textile industry have been made on synthetic textile materials, while a few less have been made on natural materials. There are still unclear and open questions about the use of this kind of technique to functionalize textiles, since there are different ways of using plasma and every treatment has a unique effect on the material. A plasma treatment can change the surface properties of textiles, e.g. the material surface can be activated by breaking bonds and

making new functional groups, the etching effect can occur on the material, the material surface can be cleaned and a deposition of some other material can be achieved etc. [26]. The term *plasma* is used in physics and chemistry for an ionized gas with properties quite unlike those of solids, liquids, or gases and is considered a distinct physical state of matter. The plasma treatment of textile materials has an advantage over wet-chemical treatments, since with plasma, the use of water and other chemicals is not necessary; therefore, a plasma treatment is a more economical and ecological process [27]. There are several different types of plasma, e.g. plasma that is in complete thermodynamic equilibrium and exists only in space (i.e. stars, sun wind, nebula etc). The latter has no practical importance, for it does not exist under controlled laboratory conditions (Fig.3).



Fig.3 Lighting - plasma in nature

Plasma that is in local thermodynamic equilibrium, i.e. 'hot' plasma (e.g. Tokamak fusion reactors, plasma used in metallurgy for smelting ores etc), has gas temperature up to 30,000 K (Fig.4).

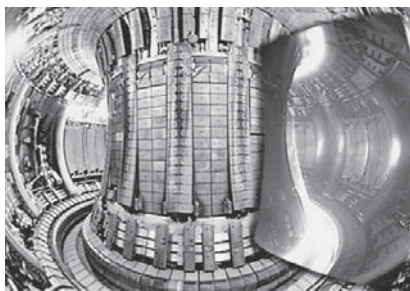


Fig.4 Tokamak fusion reactor – hot plasma

Plasma that is not in any local thermodynamic equilibrium, i.e. 'cold' plasma, can be subdivided into highly ionized, where the relationship between electron density and density of neutral molecules is 10^{-2} (used in ion etching, thin layer deposition, synthesis of new materials) and into weakly ionized plasma, where the relationship between electron density and density of neutral molecules is 10^{-4} (used in chemical etching, surface activation, plasma cleaning, polymerization, plasma sterilization). The use of cold plasma is widespread and put into practice in a variety of fields, from microelectronics to textile engineering and other areas (Fig.5) [28, 29].



Fig.5 Pretreatment of mobile phone

Below, the term *plasma* will be used only for cold plasma. Plasma is a partially ionized gas with electron temperatures much higher than ion temperatures, which is the reason for reactions taking place in the plasma volume without excessive heat, which causes substrate degradation. Due to textile materials being heat sensitive, plasma is particularly suitable for the application in the textile processing. It is usually excited and sustained electrically with the direct current DC, radio frequency RF, or microwave MW power applied to gas [28]. For a textile treatment, there are three discharges in most common use, i.e. glow discharge at low-pressure, corona and barrier discharge at

atmospheric pressure [30]. The systems are schematically shown in Fig.6 to 8.

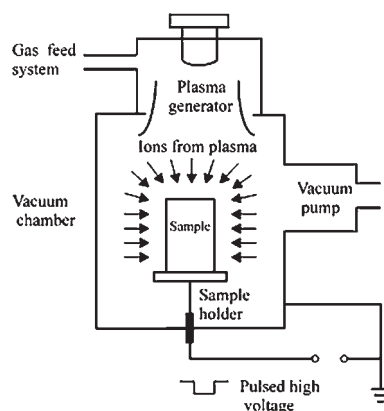


Fig.6 Scheme of glow discharge system

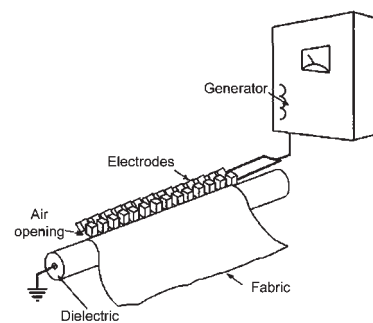


Fig.7 Scheme of corona system

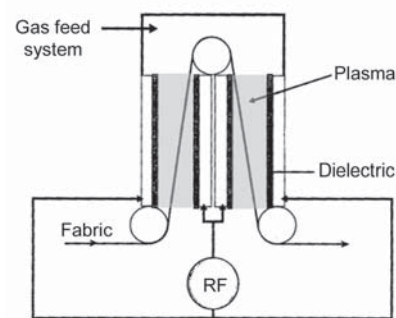


Fig.8 Scheme of barrier discharge system

Plasma can operate at either atmospheric pressure or low pressure. Low-pressure plasma generates a high concentration of reactive species that can etch and deposit films at rates up to $10 \mu\text{m}/\text{min}$. The gas temperature is usually below 150°C ; hence, the thermally sensitive substrates do not get damaged. The gas ionization is reached at low pressure

with an electromagnetic energy input [31]. In low-pressure plasma, reactive atoms have two influences, i.e. atoms react with organic impurities of the substrate and on a clean surface, they form carbonyl, carboxyl or hydroxyl functional groups; therefore, it can be said that the surface is chemically functionalized. Low-pressure plasma can be used to etch the material by bombarding the material with charged particles (ions or electrons). Moreover, it can be used for polymerization on the material. The pressure used for gas ionization in atmospheric plasma is 1 bar (760 torr/101.3 kPa) and arching often occurs between the electrodes. There are several atmospheric plasma systems, e.g. corona, DBD etc. With atmospheric plasma, there is also the possibility to etch, clean and activate the processed material, or to polymerize on it.

With a proper selection of gas and other plasma reactor conditions, numerous effects can be achieved with the plasma technology, e.g. improvement of dyeing and printing properties, increasing water resistance etc. [32, 33]. Gases used in the plasma technology can be of organic or inorganic origin. When an organic gas such as C_2F_6 is introduced into plasma, polymer-like products deposit on the substrate surfaces [34]. If an inorganic gas such as O_2 is introduced into plasma, etching and ablation effects take place on the substrate surface [35]. The formation of nanostructured surfaces has gained a high interest due to their large surface area, which might yield a highly functional surface [36]. The plasma treatment of textiles modifies the uppermost atomic layers of the material surface and leaves bulk characteristics unaffected [37]. When comparing the plasma effects with chemical agents, it is clear that plasma has a great advantage in the textile modification. Below, researches in the plasma technology and its effect on cotton fabrics are presented.

4. Cotton functionalization with plasma

4.1. Increasing hydrophilicity

When a better hydrophilic character of a textile material is required, an introduction of water-compatible functional groups such as $-COOH$, $-OH$ and $-NH_2$ is required [38]. The dyeability of a material improves by increasing its hydrophilicity. Carniero et al. [27] treated a raw cotton fabric in a corona plasma system to determine the influence of a discharge power, number of passages and velocity on the hydrophilicity of the fabric. To achieve the hydrophilic character of raw cotton, the fabric needed to pass at least four times through corona plasma (Fig.9), while for achieving better hydrophobic character of bleached cotton it was necessary for fabric to pass only two times through plasma. Dyeing with direct dyes was performed for both substrates, corona-treated and for a comparison untreated fabric, using different dyeing temperatures. Exhaustion curves when dyeing at 40 °C were very similar for all substrates except for a raw, untreated fabric. For dyeings at higher temperature (90 °C) the differences in exhaustion levels are less apparent. Corona treatment has an important effect when used as a pretreatment for dyeing, especially at lower temperatures and reduced salt concentrations.

Navaneeta et al. [39] investigated different time exposures (0-10 min),

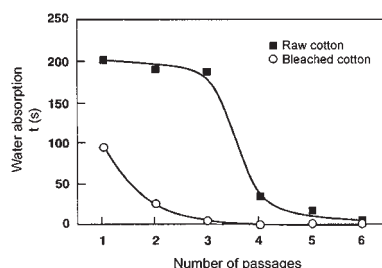


Fig.9 Correlation between water absorption [t (s)] and number of passages through plasma of cotton samples

discharge potentials (240–420 V) and pressure levels (0.10–0.30 mbar) of a raw cotton fabric to glow discharge air plasma and its effects. The hydrophilicity of plasma-treated samples was proved by measuring the contact angle and dyeing with reactive dyes. The results show an increased hydrophilicity (Fig. 10) and increased dyeability of plasma-treated fabrics. Longer treatment times in plasma lead to shifting contact angle to lower values. The contact angle changed from 120° to 0° after 5 min of plasma treatment. After the dyeing, the color change of untreated and plasma-treated samples was $\Delta E = 7.555$. Similar results of wettability were achieved when discharge potentials and pressure levels were changed.

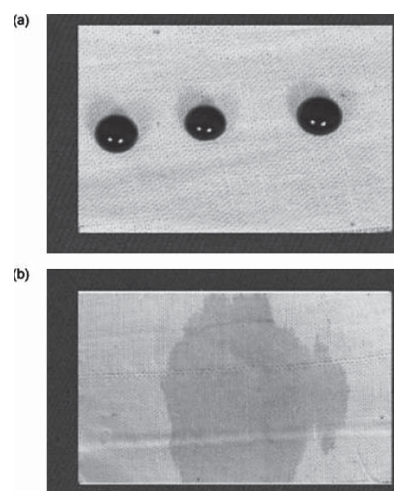


Fig.10 Wettability plasma-treated fabrics: a) untreated fabric, b) treated fabric

In another study of changing the hydrophobic character of a raw cotton fabric [40], researchers exposed cotton to a dielectric barrier discharge using air and argon as working gases. Hydrophilicity was proved by measuring the contact angle. When air plasma was used, the contact angle reduced from 107.83° to 0° at 130 W of discharge power and exposure time 130 sec. When argon plasma was used, the contact angle reduced already after 40 sec of exposure time and 50 W of discharge power. Argon

plasma was more effective than the air plasma. This was attributed to the significant etching effect of the noble gas. Dyeing of cotton with a reactive dye resulted in visible changes of the color when bleached/mercerized cotton fabric (M) was treated in low-pressure water vapor plasma [41]. L^* , a^* , b^* and K/S values of dyed untreated and plasma-treated samples are presented in Tab.1.

An interesting study was made on a bleached cotton fabric [42], where plasma-treated fabrics were dyed with acid dyes. Acid dyes have an anionic character and are used to dye fibers within cationic groups, such as wool, silk and PA, but they usually have very low substantivity for cotton fibers. Cotton has an anionic character, but when plasma grafted they can exhibit a cationic character. For the plasma treatment of cotton samples, argon and air plasma was used. The K/S values increased at samples treated with argon plasma, but not at those treated with air plasma.

4.2. Increasing the hydrophobic character of cotton

Hydrophilic character of cotton can be achieved with Ar, O₂ or air plasma. But to achieve the hydrophobic character of cotton, fluorine rich gases (i.e. CF₄, C₂F₄, C₃F₆, SF₆...) need to be introduced to the plasma system. Hydrophobization of textiles is often explained by grafting of non-polar functional groups, CF_x, onto the surface of organic materials [43]. The most straightforward way to increase the hydrophobic character of textiles is the treatment of a fabric with C_xF_y plasma, which grafts single-fiber polymer atoms with hydrophobic groups such as fluorine groups [38]. Tsafack et al. [44] concluded in their work that a complete hydrophobicity of cotton cannot be achieved with CF₄ at 0.66 mbar of pressure, 300 W of discharge power and 5 min of treatment. But in the graft-polymerization process using CF₄ plasma on cotton fabric and after heating for 1 hour, the Schmerber

Tab.1 L^* , a^* , b^* and K/S values of dyed fabrics (¹ - untreated, ² - plasma treated)

Sample	ΔE^*	L^*	a^*	b^*	K/S	λ_{max}
M ¹	-	69.80	31.07	-5.12	0.86	550
M ²	5.14	66.60	35.08	-5.28	1.17	550

pressures doubled. McCord et al. [45] treated a cotton fabric in CF₄ and C₃F₆ plasma at different time exposures, pressures and discharge powers. The results showed that all treatments gave satisfactory hydrophobicity of the cotton surface. The best results were achieved with 50 mTorr of pressure, 50 W of discharge power and 60 sec of exposure time when C₃F₆ plasma was used. The contact angle increased from 0° to 150.3°, while in other cases, the contact angle increased to 130°. C₃F₆ plasma treatment resulted in higher hydrophobicity than CF₄ plasma treatment, which is explained by a higher deposition rate. There was another research on the use of C₃F₆ plasma at different time exposures, discharge powers and pressures [46]. The hydrophobic character of cotton fabrics treated in hexafluoropropene plasma is much better than for non-treated fabrics. The maximum contact angle was achieved when the cotton fabric was exposed for 10 min to 100 W of discharge power and 50 Pa of pressure. When SF₆ plasma was used [47], the contact angle of the cotton fabric was 30° prior to the exposure. After 1 min of exposure of cotton to plasma at 100 W of discharge power and 0.2 Pa of pressure, the contact angle of the sample increased to 145°. Fluorocarbon plasma can change surface properties via either surface treatment or polymerization and deposition of a thin film [48-50].

4.3. Cleaning and bleaching

During the textile production, fibers or yarn need to be protected against tearing and friction, and the electrostatic charge needs to be reduced, all of which is achieved by starch, mi-

neral oils etc, which form a thin-layer film on the material surface. For textile finishing, this protective layer needs to be removed where the plasma technology can be used. The use of plasma for desizing cotton is described in a study from 1973, where the process was described as ecologically suitable [51]. The gases used were O₂, N₂ and air. Cotton was treated at low pressure and atmospheric pressure. The oxygen-plasma treatment was most effective and the nitrogen-plasma treatment had no effect at all. Cai et al. [52] made a comparison of desizing cotton with plasma and a classical method with H₂O₂. For the plasma treatment, a mixture of air/O₂/He was used as the working gas. 5 min of plasma treatment followed by rinsing in cold water gave the same results as the H₂O₂ treatment. Even better results were achieved when the time of plasma treatment was 8 min. For bleaching cotton, ozone plasma was used [53]. The cotton fabric was humidified with distilled water and then ozone-treated for 60 min. The plasma-treated samples were compared to raw, scoured and peroxide-bleached cotton fabrics. The CIE whiteness degree proves how effective a plasma treatment is (Tab.2).

4.4. Physical properties of plasma-treated cotton

When using plasma for a surface treatment of textiles it is necessary to select such plasma parameters that do not damage the structure of a fiber. In the study of air corona-plasma treated cotton [54], tenacity (mN/tex) and extension (%) of yarn was investigated at different number of passages through plasma. The tenacity of cotton yarn increases with the number of passages, e.g. tenacity of

Tab.2 CIE whiteness degrees of cotton samples

	Cell	NT	NT _(CCl₄)	NaOH	NaOH _(CCl₄)	O ₃	H ₂ O ₂
CIE WD	-	14.5	15.4	61.8	62.6	95.3	94.5

CIE whiteness degree (CIE WD) of cotton fabrics; Cell (Cellulose, theoretical), NT (raw), NT (CCl₄) (extracted-raw), NaOH (scoured), NaOH (CCl₄) (extracted-scoured), O₃ (ozone treated), H₂O₂ (peroxide bleached)

untreated yarn is 116 mN/tex, of 1 passage plasma-treated yarn it is 128 mN/tex and of 5 passages plasma-treated yarn it is 142 mN/tex. The differences in the extension values of yarns were not noticeable. Torsen [55] researched how corona plasma affects the modification of cotton and the findings show that this kind of treatment affects only the cuticle and the primary cell wall of cotton. The results of strength, crystallinity and crosslinking of cotton yarn show that there is little or no effect on the secondary wall component of the fiber. Sun and Stylios [56, 57] investigated the effect of low-pressure plasma on a cotton fabric. Gases which were introduced into plasma were organic (C₂F₆) and inorganic (O₂). The researchers noticed a loss of elasticity, an increase in strength and reduction in the extension of plasma-treated cotton. In the study of physical properties of a bleached cotton fabric after an air and argon plasma treatment [58], samples were tested to pilling, thermal resistance, thermal conductivity, water vapor permeability and air permeability. The results show that resistance to pilling increased without using any chemicals or water and without any significant decrease in the tensile strength. Since no significant difference was found between the air- and argon-plasma treated samples in terms of thermal conductivity, air permeability and relative water vapor permeability, expenses can be minimized by using air as the progress gas instead of argon without compromising the effect. The morphology changes of cotton surfaces treated with water vapor low-pressure plasma are visible from SEM images (Fig.11) [41].

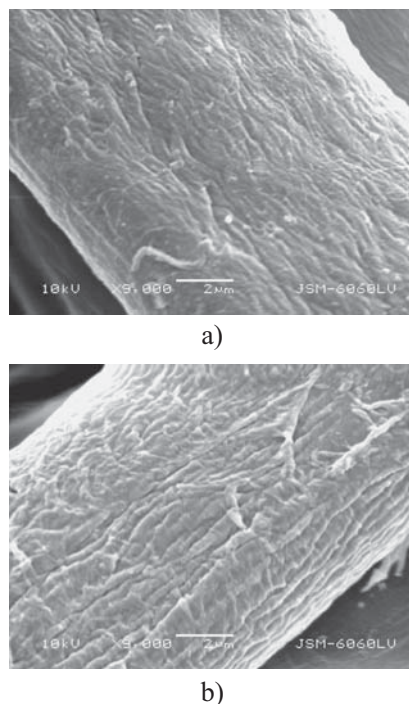


Fig.11 SEM images of: a) untreated and b) plasma treated cotton

4.5. Enhanced adhesion of nanoparticles

Investigations of nanotechnology have already delivered good results in electronics. However, in the field of textiles, the research of the application of nano-compounds to textile materials has not been researched enough. As researches were orientated in the past towards the synthesis of new materials that have been used in the textile industry for over half a century now, science is at present trying to mimic nature and use its favorable properties for technological purposes. It is well known that nature holds different kinds of material exhibiting extraordinary properties and one of these materials is silver which has excellent antimicrobial properties [59, 60]. Nanotechnology provides new ways of silver

production in a pure form having dimensions of nano-size. Extremely small dimensions of particles poses special physical and chemical properties, and they have a biological activity which is why their use has increased over the last years [61-63]. Thereby, nanoparticulate silver is used for achieving antimicrobial and anti-inflammatory properties, mostly in medicine [64-68]. However, before applying nanoparticles to any material, its surface needs to be adequately prepared. Only good conditions on the substrate surface can provide a qualitative deposition of particles [69]. The substrate surface can be prepared by using an appropriate plasma system [70-75]. The formation of nanostructured surfaces has gained a large interest due to the high functionality of such surfaces [36]. The main reason for forming such structures is the incorporation of nanoparticles on the textile material and especially because in that way, agglomeration of particles reduces, their fastness to washing increases etc. [76]. Different plasma systems and different gas inputs can be used for this purpose [77-79]. Shahidi et al. [80] applied aluminum particles to cotton fabrics to achieve hydrophobicity of cotton. Cotton was treated in argon and oxygen plasma. Samples treated in argon plasma for 30 min gave best results and their concentration of aluminum was the highest. RF plasma was used to enhance the TiO₂ deposition on cotton for biomedical purpose [81]. If a higher power of plasma was used, more titanium was deposited on cotton and those samples gave better antibacterial results than the samples treated under low-power conditions of plasma. A raw and bleached cotton fabric was treated in air atmospheric and air low-pressure plasma [82]. After the plasma treatment, nano-silver was loaded onto samples. To determine the concentration of silver on cotton, ICP-MS tests were performed. The results demonstrate that the plasma treatment enhanced

concentration of nano-silver up to 4 times. In this case, the treatment of cotton with air atmospheric plasma gave better results. Adhesion of nanosilver onto cotton (P) was increased after low-pressure water vapor plasma treatment. [41] Better adsorption was noticeable with smaller nano particulate silver (Tab.3).

Tab.3 Silver concentration (ppm) on cotton samples

Sample	ICP-MS (ppm)
P ¹ 30 nm Ag	32
P ² 30 nm Ag	50
P ¹ 80 nm Ag	13
P ² 80 nm Ag	17

1...untreated, 2...plasma treated

5. Conclusions

Cotton, the world's most popular and most commonly used natural fiber in the textile industry, is in chemical finishing processes subjected to uneconomical and unecological manufacture stages. The key role of researchers is to change old technologies and initialize new, more perspective technologies, one of which is the plasma technology. An overview of the literature about the influences of different types of plasma on cotton shows how such a material functionalization can make various changes in the thin surface layers. Plasma technology can be helpful for the already existent technologies or can in the future completely replace them. By using plasma, cotton properties can alter. The hydrophilic nature of cotton can be changed mostly through the incorporation of new functional groups, while the hydrophobic nature of cotton can be changed through the plasma incorporation of fluoride or its compounds. Wettability and dyeability of cotton fabric, XPS analysis and contact angle measurement are the main methods for determining the hydrophobic or hydrophilic character of treated cotton. With plasma, also the cleaning and bleaching of cotton can

be performed, where the ozone plays a significant role. Using the colorimetric method to determine and specify color or whiteness of a fabric is an appropriate tool to confirm if a cotton fabric has been cleaned and/or bleached after the plasma treatment. A very interesting effect of plasma on the material is achieving nano-structured surfaces and consequently, adhesion of nanoparticles or nanocompounds on the material enhances. The morphological changes in cotton surface can be detected with a scanning electron microscope, while the adhesion of nanoparticles can be evaluated indirectly using the ICP-MS method. The described surface changes with plasma have been used in the electronic industry for years, while in the textile field, the researches have been mostly limited to laboratory or half-industrial level.

This review was supported within the framework of research programs Young researcher Marija Gorjanc, P2-0213 and Eureka Nanovision project.

Literature:

- [1] Stana-Kleinscek K. et al.: Osnove plemenitenja tekstilij, Fakulteta za strojništvo, Maribor, 2002, ISBN 86-435-0475-0
- [2] Grancarić A.M. et al.: Osnove oplemenjivanja tekstila. Knj. 2, Procesi mokre apreture, bojadisanja i tiska, Tekstilno-tehnološki fakultet, Zagreb, 1995., ISBN 953-96183-8-X
- [3] Garbassi F. et al.: Polymer surfaces: from physics to technology, John Wiley and Sons Ltd., Chichester, 1998, ISBN 0-471-97100-6
- [4] Jagur-Grodzinski J.: Heterogenous modification of polymers: matrix and surface reactions, John Wiley and Sons Ltd., Chichester, 1997, ISBN 0471942871
- [5] Vigo T.L.: Textile processing and properties: preparation, dyeing, finishing and performance, Elsevier, Amsterdam, 1997, ISBN 0-444-82623-8
- [6] Chancler F.X.: Formulation and application considerations to con-

serve energy in textile coatings, *Journal of coated fabrics* **7** (1977) 2, 79-84

- [7] Nathanson C.: Textile coatings, present and future, *Journal of coated fabrics*, **7** (1979) 2, 94-100
- [8] Collier J.G.: Textile substrates and coatings in industrial applications, *Rubber chemistry and technology* **60** (1987) 1, 193-193
- [9] Dubey R. et al.: Microencapsulation technology and applications, *Defence science journal* **59** (2009) 1, 82-95
- [10] Giraud S.: Flame retarded polyurea with microencapsulated ammonium phosphate for textile coating, *Polymer degradation and stability* **88** (2005) 1, 106-113
- [11] Nelson G.: Application of microencapsulation in textiles, *International journal of pharmaceutics* **242** (2002) 1-2, 55-62
- [12] Ilic V. et al.: Antifungal efficiency of corona pretreated polyester and polyamide fabrics loaded with Ag nanoparticles, *Journal of materials science* **44** (2009) 15, 3983-3990
- [13] Yaman N. et al.: Plasma treatment of polypropylene fabric for improved dyeability with soluble textile dyestuff, *Applied surface science* **255** (2009) 15, 6764-6770
- [14] Canal C. et al.: Studies on antibacterial dressings obtained by fluorinated post-discharge plasma, *International journal of pharmaceutics* **367** (2009) 1-2, 155-161
- [15] Gorenšek M. et al.: Functionalization of PET fabrics by corona and nano silver, *Textile research journal* **80** (2010) 3, 253-262
- [16] Ott E., H.G. Tennen: *Cellulose and cellulose derivatives*, 2nd ed, Part 1, New York, Wiley-Interscience, 1954
- [17] Jovanović R.S.: *Celulozna prirodna i hemijska vlakna*, Građevinska knjiga, Beograd 1989, ISBN 86-395-0192-0
- [18] Payen A.: *Comptes Rendus* **7** (1838) 1052
- [19] Purves C.B.: *Cellulose and cellulose derivatives*, 2nd ed, Part 1, New York, Wiley-Interscience, 1954
- [20] Kennedy J.F., C.A. White: *Bioactive carbohydrates: Chemistry, Biochemistry and Biology*, Chichester: Ellis Horwood, 1983, ISBN 0853122016
- [21] Phillips G.O., H. Inagaki: Preface to *Cellulose: structural and func-*

- tional aspects, Proceedings of Cel-lucon-88, Japan, Chicester: Ellis Horwood, 1989
- [22] Gordon S., Y-L. Hsieh: Cotton: Science and technology, Woodhead Publishing Limited, 2007, ISBN 1845690265
- [23] Meinert M.C., D.P. Delmer: Changes in biochemical composition of cell-wall of cotton fiber during development, *Plant physiology* **59** (1977) 1088-109
- [24] Timpa J.D., B.A. Triplett: Analysis of cell-wall polymers during cotton fiber development, *Planta* **189** (1993) 1, 101-108
- [25] Klemm D. et al.: Cellulose: Fascinating biopolymer and sustainable raw material, *Angewandte Chemie-international edition* **44** (2005) 3358-3393
- [26] Shishoo R.: Plasma technologies for textiles, Woodhead publishing limited, England, 2007, ISBN 1 84569 073 7
- [27] Carneiro N. et al.: Dyeability of corona-treated fabrics, *Coloration technology* **117** (2001) 5, 298-302
- [28] Grill A.: Cold plasma in materials fabrication, IEEE Press, New York, 1994, ISBN 0-7803-1055-1
- [29] Bellan P.M.: Fundamentals of plasma physics, UK at the University Press, Cambridge, 2006, ISBN 13 798-0-521-8216-2
- [30] Radetić M. et al.: Modificiranje vune niskotemperaturnom plazmom, *Tekstil* **54** (2005.) 6, 266-278
- [31] Schutze A. et al.: The atmospheric-pressure plasma jet: review and comparison to other plasma sources, *IEEE Transactions on plasma science* **26** (1998) 6, 1685-1693
- [32] Radetić M. et al.: Environmental impact of plasma application to textiles, Workshop on nonequilibrium processes in plasma physics and studies of the environment, *Journal of Physics: Conference series* **71** (2005) art. no. 012017
- [33] Gorjanc M. et al.: Impact of low-pressure plasma on dyeability of cotton. 4th International Textile, Clothing & Design Conference ITC&DC, Magic world of textiles : book of proceedings (2008) 359-363
- [34] Grill A.: Cold plasma in materials fabrication: From fundamentals to applications, IEEE Press, New York, 1994, ISBN 0-7803-1055-1
- [35] Sun D., G.K. Stylios: Fabric surface properties affected by low temperature plasma treatment, *Journal of materials processing technology* **173** (2006) 2, 173-177
- [36] Champion Y., H.-J. Fecht: Nano-architected and nanostructured materials: fabrication, control and properties., Wiley-VCH, Weinheim, 2004, ISBN 3-527-31008-8
- [37] Poll H.U. et al.: Penetration of plasma effects into textile structures, *Surface and coatings technology* **142** (2001), 489-493
- [38] Morent R. et al.: Non-thermal plasma treatment of textiles, *Surface and coatings technology* **202** (2008) 14, 3427 – 3449
- [39] Navaneetha Pandiyaraj K., V. Selvarajan: Non-thermal plasma treatment for hydrophilicity improvement of grey cotton fabrics, *Journal of materials processing technology* **199** (2008) 1-3, 130-139
- [40] Karahan H.A., E. Özdoğan: Improvements of surface functionality of cotton fibers by atmospheric plasma treatment, *Fibers and polymers* **9** (2008) 1, 21-26
- [41] Gorjanc M. et al.: The influence of water vapor plasma treatment on specific properties of bleached and mercerized cotton fabric, *Textile research journal* **80** (2009) 6, 557-567
- [42] Karahan H.A. et al.: Effects of atmospheric plasma treatment on the dyeability of cotton fabrics by acid dyes, *Coloration technology* **124** (2008) 2, 106-110
- [43] Poncin-Epaillard F., D. Debarnot: Plasma fluorination for improving of the permeability, wetting, biocompatibility and optical absorption of different polymers, *Informacije midem - Journal of microelectronics, electronic components and materials*, **38** (2008) 4, 252-256
- [44] Tsafack M.J., J. Levalois-Grutzmacher: Towards multifunctional surfaces using the plasma-induced graft-polymerization (PIGP) process: Flame and waterproof cotton textiles, *Surface and coatings technology* **201** (2007) 12, 5789-5795
- [45] McCord M.G. et al.: Surface analysis of cotton fabrics fluorinated in radio-frequency plasma, *Journal of applied polymer science* **88** (2003) 8, 2038-2047
- [46] Li S., D. Jinjin: Improvement of hydrophobic properties of silk and cotton by hexafluoropropane plasma treatment, *Applies surface science* **253** (2007) 11, 5051-5055
- [47] Selli E. et al.: Characterisation of poly(ethylene terephalate) and cotton fibres after cold SF6 plasma treatment, *Journal of materials chemistry* **11** (2001) 8, 1985-1991
- [48] Wang J. et al.: An XPS investigation of polymer surface dynamics: a study of surface modified by CF₄ and CF₄/CF₄ plasmas, *Journal of applied polymer science*, **50** (1993) 4, 585-599
- [49] Haque Y., B.D. Ratner: Preparation and properties of plasma-deposited films with surface energies varying over a wide range, *Journal of applied polymer science* **32** (1986) 4, 4369-4381
- [50] Hockart F. et al.: Plasma surface treatment of poly (acrylonitrile) films by fluorocarbon compounds, *Applied surface science* **142** (1999) 474-578
- [51] Riccobono P.X. et al.: Plasma treatment of textile: A novel approach to the environment problems of desizing, *Textile chemist and colorist* **5** (1973) 11, 239-248
- [52] Cai Z.S., Y.P. Qiu: The mechanism of air/oxygen/helium atmospheric plasma action on PVA, *Journal of applied polymer science* **99** (2006) 5, 2233-2237
- [53] Navarro A., L. Bautista: Surface modification and characterization in cotton fabric bleaching, Proceedings of 5th World wide conference Autex 2005, Portorož, Slovenia, 27-29 June 2005, 188-194
- [54] Abbott G.M., G.A. Robinson: The corona treatment of cotton; Part II: yarn and fabric properties, *Textile research journal* **47** (1977) 3, 199-202
- [55] Thorsen W.J.: Modification of the cuticle and primary wall of cotton by corona treatment, *Textile research journal* **44** (1974) 6, 422-428
- [56] Sun D., G.K. Stylios: Fabric surface properties affected by low temperature plasma treatment,

- Journal of materials processing technology **173** (2006) 2, 172-177
- [57] Sun D., G.K. Stylios: Investigating the plasma modification of natural fiber fabrics -the effect on fabric surface and mechanical properties, *Textile research journal* **75** (2005) 9, 639-644
- [58] Karahan H.A. et al.: Effects of atmospheric pressure plasma treatments on certain properties of cotton fabrics, *Fibres and textiles in Eastern Europe* **17** (2009) 2, 19-22
- [59] Russell A.D., W.B. Hugo: Antimicrobial activity and action of silver, *Progress in medicinal chemistry* **31** (1994) 351-370
- [60] Spencer W.H. et al.: Endogenous and exogenous ocular and systemic silver deposition, *Transactions of the ophthalmological societies of the United Kingdom* **100** (1980) 171-178
- [61] Lee K.S., M.A. El-Saywd: Gold and silver nanoparticles in sensing and imaging: Sensitivity of Plasmon response to size, shape, and metal composition, *The journal of physical chemistry B* **110** (2006) 39, 19220-19225
- [62] Evanoff D.D.Jr., G. Chumanov: Synthesis and optical properties of silver nanoparticles and arrays, *ChemPhysChem* **6** (2005) 7, 1221-1231
- [63] Makarava N. et al.: Water-soluble hybrid nanoclusters with extra bright and photostable emissions: a new tool for biological imaging, *Biophysical journal* **89** (2005) 1, 572-580
- [64] Shanmukh S. et al.: Identification and classification of respiratory syncytial virus (RSV) strains by surface-enhanced Raman spectroscopy and multivariate statistical techniques, *Analytical and bioanalytical chemistry* **390** (2008) 6, 1551-1555
- [65] Wright J.B. et al.: Wound management in an era of increasing bacterial antibiotic resistance: A role for topical silver treatment, *American journal of infection control* **26** (1998) 6, 572-577
- [66] George S. et al.: Antiseptic impregnated central venous catheters reduce the incidence of bacterial colonization and associated infection in immunocompromised transplant patients, *European journal of anaesthesiology* **14** (1997) 4, 428-431
- [67] Alt V. et al.: An in vitro assessment of the antibacterial properties and cytotoxicity of nanoparticulate silver bone cement, *Biomaterials* **25** (2004) 18, 4383-4391
- [68] Brady M.J. et al.: Persistent silver disinfectant for the environmental control of pathogenic bacteria, *American journal of infection control* **31** (2003) 4, 208-214
- [69] Doering R., Y. Nishi: *Handbook of semiconductor manufacturing technology*, Taylor & Francis Group, Boca Raton, 2008, ISBN 978-1-57444-675-3
- [70] Cvelbar U. et al.: Reactive oxygen plasma-enabled synthesis of nanostructured CdO: Tailoring nanostructures through plasma-surface interactions, *Nanotechnology* **19** (2008) 40, art. no. 405605
- [71] Cvelbar U. et al.: Increased surface roughness by oxygen plasma treatment of graphite/polymer composite, *Applied surface science* **210** (2003) 3-4, 255-261
- [72] Nourbakhsh S. et al.: Dyeability improvement of cationized corona discharge treated cotton fabric, *Asian journal of chemistry* **20** (2008) 5, 3543-3548
- [73] Wielen L.C.V. et al.: Surface modification of cellulosic fibers using dielectric-barrier discharge, *Carbohydrate polymers* **65** (2006) 2, 179-184
- [74] Bhoj A.N. et al.: Repetitively pulsed atmospheric pressure discharge treatment of rough polymer surfaces: I. Humid air discharges, *Plasma sources science and technology* **17** (2008) 3, art. no.: 035024
- [75] Temmerman E., C. Leys: Surface modification of cotton yarn with a DC glow discharge in ambient air, *Surface and coatings technology* **200** (2005) 1-4, 686-689
- [76] Hegeman D. et al.: Nanostructured plasma coatings to obtain multifunctional textile surfaces, *Progress in organic coatings* **58** (2007) 2-3, 237-240
- [77] Yuranova T. et al.: Antibacterial textiles prepared by RF-plasma and vacuum-UV mediated deposition of silver, *Journal of photochemistry and photobiology A: Chemistry* **161** (2003) 1, 27-34
- [78] Gorjanc M. et al.: Nano silver on cotton, *Abstract book: Hot nano topics 2008: Incorporating SLONANO 2008*, 3 overlapping workshops on current hot subjects in nanoscience, Portorož, Slovenia 23-30 May 2008, 239
- [79] Gorjanc M. et al.: Priprava bombažne tkanine z nizkotlačno plazmo za boljšo adhezijo nanosrebro (Low-pressure plasma for pretreatment of cotton fabric for better adhesion of nanosilver), *Tekstilec* **52** (2009) 10/12, 263-269
- [80] Shahidi S. et al.: Aluminum coatings on cotton fabrics with low temperature plasma of argon and oxygen, *Surface and coatings technology* **201** (2007) 9-11, 5645-5650
- [81] Szymanowski H. et al.: Plasma enhanced CVD deposition of titanium oxide for biomedical applications, *Surface and coatings technology* **200** (2005) 1-4, 1036-1040
- [82] Gorjanc M. et al.: Study of adsorption of nano silver on cotton pretreated with plasma, *Proceedings of the 9th Autex Conference*, Izmir, Turkey, 26-28. May 2009, 1029-1032, ISBN 978-975-483-787-2

Funkcionalizacija pamuka plazmom

Dr.sc. **Marija Gorjanc**, dipl.ing.

Prof.dr.sc. **Marija Gorenšek**, dipl.ing.

Naravoslovnotehniška fakulteta Univerze v Ljubljani, Oddelek za tekstilstvo

Ljubljana, Slovenija

e-mail: marija.gorjanc@ntf.uni-lj.si

Prispjelo 20.8.2009.

UDK: 677.016.677.21:537.56

Pregled

Prikazan je pregled istraživanja na području funkcionalizacije pamučnih tekstilnih materijala plazmom. Navedene su osnove o celuloznim tekstilnim vlaknima i o pamuku kao primjeru najčišćeg oblika celuloze koji se može naći u prirodi, a koji se zbog svojih povoljnih svojstava nalazi na visokom mjestu u tekstilnoj industriji. Postojeće kemijske tehnologije modifikacije tekstilnih materijala od pamuka postaju skupe zbog dugotrajnosti procesa, odnosno zbog ekonomskih i ekoloških razloga. Zato se za obradu ovih tekstilnih materijala traže nove tehnologije i novi načini funkcionalizacije njihovih površina. Opisan je pregled tehnologija plazme za primjenu na pamučnim materijalima. Navedene su mogućnosti upotrebe različitih vrsta plazme za mijenjanje hidrofилnih i hidrofobnih svojstava pamuka, za čišćenje i bijeljenje, za postizanje različitih fizikalnih svojstava i za povećanje adhezije nano-čestica na površinama pamučnih materijala obrađenih plazmom.

Ključne riječi: pamuk, plazma, hidrofилiranje, hidrofobiranje, čišćenje i bijeljenje, nanostrukturiranje površina, adhezija nano-čestica

1. Uvod

Većina kemijskog procesa oplemenjivanja tekstila provodi se u mokrom mediju. Kupelji sadrže različite kemikalije (kiseline, baze, soli), površinski aktivna sredstva - tenzide, bojila i druga apreturna sredstva [1]. Svrha oplemenjivanja je u postizanju novog estetskog izgleda i udobnosti tekstilnog materijala, ali i efekata koji omogućavaju veću trajnost materijala, otpornost na uvjete njege, hidrofobnost, otpornost na prljanje, na gorenje, antimikrobnost i dr. [2]. Kemijska modifikacija je definirana kao direktna kemijska reakcija nekog otopljenog sredstva na supstrat. Ovaj proces uključuje upotrebu posebnih otapala koja koriste interakcije

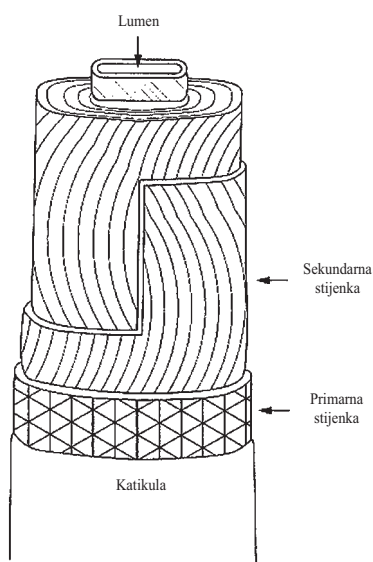
tekućina-polimer i time modificiraju funkcionalnost površine polimera [3]. Razina djelovanja, odnosno dubina takve modifikacije je kontrolirana odnosom difuzije i brzine reakcije [4]. Posljedica predugog izlaganja tekstilnog materijala kemijskom sredstvu uzrokuje oštećenje vlakana i pogoršanje mehaničkih svojstava materijala. Uz procese obrade tekstila u mokrom stanju upotrebljavaju se i obrade toplinom, npr. za sušenje i za umrežavanje. Toplinskim obradama može doći do pogoršanja izgleda i mehaničkih svojstava materijala, ako se primijeni pogrešna temperatura obrade ili loše odredi vrijeme obrade [5]. Uz estetske i mehaničke promjene mikro-kemijski modificiranog tekstila

pojavljuju se i drugi problemi, kao što su upotreba velikih količina kemikalija, energije za zagrijavanje, povećani troškovi i ekološki problemi. Sve grane industrije, uključivši i tekstilnu, trude se zamijeniti konvencionalne metode obrade materijala uvođenjem novih tehnologija radi smanjenja zagađenja voda i zraka i smanjenja troškova vezanih s vodom, kemikalijama, energijom, itd. Tekstilna industrija je veliki potrošač vode, potrošnja vode ovisi o opsegu i vrsti proizvodnje. Tako se npr. za oplemenjivanje 100 kg pamučnog materijala potroši do 30 m³ vode [1]. Uvođenjem novih tehnologija oplemenjivanja tekstilnih materijala kao što su premazi, mikroenkapsuliranje, insolubilizacija ili upotreba plazme

potrošnju vode i energije može se znatno smanjiti [5-15].

2. Pamuk

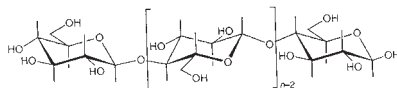
Celuloza je najčešći prirodni organski polimer. Reakcija kojom se polimer stvara je fotosinteza [16]. Celuloza se u različitim oblicima upotrebljava već stoljećima, npr. u industriji papira, tekstila (pamuk, lan, ramija, konoplja), proizvodnji kemijskih vlakana (viskoza, acetat) i drugih celuloznih derivata [17]. Fizikalna i kemijska istraživanja celuloze započela se relativno kasno. Tako je 1838. god. Payen [18] prvi put celulozom nazvao materijal koji se veže uz biljke. Kasnije su se proučavanjem celuloze bavili mnogi istraživači [19-21]. Na taj način se došlo i do spoznaje da je pamuk biljka s najvećim sadržajem celuloze, odnosno da se najčišći oblik celuloze u prirodi nalazi u pamuku. Pamučna vlakna predstavljaju najdužu jednoliku stanicu [22]. Pamuk ima fibrilnu strukturu. Morfologija pamuka shematski je prikazana na sl.1, iz koje je vidljivo da je sastavljen od kutikule, primarne i sekundarne stanične stijenke



Sl.1 Idealizirani shematski prikaz morfologije pamuka

Primarna stanična stijenka sastoji se od mreže celuloznih fibrila prekrivenih vanjskom kutikulom, od pektina,

bjelančevina, minerala i voskova. Sadrži manje od 30% celuloze sa nižom molekulnom masom i manjim stupnjem polimerizacije, između 2000-6000 [23]. Sekundarna stanična stijeka predstavlja osnovu zrelih pamučnih vlakana i sastoji se od celuloznih lanaca povezanih u fibrilne elemente spiralne strukture. Stupanj polimerizacije u sekundarnoj stijenci približno je 14 000 [24]. Mikrofibriili su građeni od još manjih elementarnih fibrila. Primarna stijenka dio je pamučnog vlakna koji se mora prije postupaka bojadisanja ili tiska primjereno obraditi. Kemijska struktura celuloze danas je dobro poznata, sl.2.



Sl.2 Kemijska struktura celuloze

Celuloza je kondenzacijski polimer β -1,4- D(+)-glukopiranoze s 1,4 glukoziidnim vezama. Općenito je raspored molekula celuloze u vlaknu označen supramolekulnom strukturom celuloze ili kristalnom strukturom celuloze. Poznato je pet amornih oblika celuloze. Za tekstilnu industriju važne su celuloza I i celuloza II. Celuloza I je iz prirodnog izvora, a celuloza II nastaje bilo obradom celuloze I alkalijama, bilo reagiranjem iz otopine. Celuloza II je termostabilni oblik celuloze. Za razumijevanje procesa bojadisanja ili tiska potrebno je dobro poznavanje fine strukture celuloze. Kemijski reagensi ne prodiru u kristalne dijelove vlakna, već samo u one dostupne, tzv. amorfne dijelove vlakna. U tekstilnoj industriji je tijekom procesa bojadisanja važan prvi kontakt površine vlakana s medijem. Bez obzira na negativni zeta potencijal celuloznog substrata u vodi, najnovija istraživanja pokazuju da je polisaharidna celuloza neiscrpan polimerni sirovi materijal s fascinantnom strukturom i svojstvima [25]. Prema D. Klemmu i sur.

svojstva celuloze kao što su hidrofilnost, kiralnost, biorazgradljivost i mogućnost kemijske modifikacije, pružaju perspektivu za istraživanje i upotrebu celuloze u mnogim područjima. U istraživanju primjene celuloze i celuloznih materijala važna je i činjenica da kao sirovina nemaju veze s naftom. Također istraživanja upotrebe različitih vrsta plazme za funkcionalizaciju površina celuloze ima sve veće značenje, budući da su konvencionalni procesi bijeljenja i bojadisanja neekonomični i neekološki zbog velike potrošnje vremena, vode i energije.

Primjena novih tehnologija, sve se više istražuje i u tekstilnoj industriji kako bi se postojeći procesi znatno skratili i ostvarile uštede na uporijebnim kemikalijama, i to npr. upotrebom obrada različitim vrstama plazme. Novost pri upotrebi plazme je mogućnost nanostrukturiranja površina tekstila, koje su zbog povećane površine pogodne za nanošenje različitih nano-čestica ili spojeva.

3. Plazma

S istraživanjem upotrebe plazme na tekstilnim materijalima započelo se prije 30-ak godina, ali tek se u novije vrijeme rezultati istraživanja počinju prenositi u praksu. Najviše istraživanja je provedeno na sintetskim i nešto manje na prirodnim tekstilnim materijalima. Još je mnogo otvorenih i nerazjašnjenih pitanja u vezi s obradom tekstila plazmom jer postoji mnogo načina upotrebe plazme, a svaka obrada daje svojstven efekt na materijalu. Obrada plazmom mijenja svojstva površine tekstilnog materijala, npr. aktivira se površina materijala prekidanjem veza i stvaranjem novih reaktivnih mjesta, stvaraju se odgovarajuće funkcionalne skupine na površini vlakana, može doći do nagrizanja materijala, čisti se površina i deponira željeni materijal na tu površinu [26].

Plazma je u fizici i kemiji naziv za ionizirani plin i uobičajeno je da se

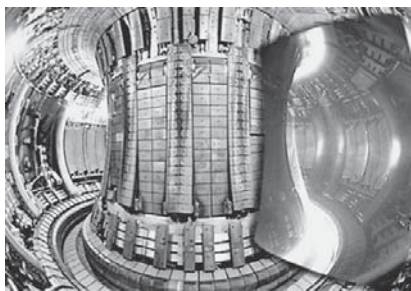
zbog različitih svojstava u odnosu na krutine, tekućine i plinove smatra posebnim agregatnim stanjem tvari. Obradom tekstilnih materijala plazmom postižu se prednosti u odnosu na postupke obrada u mokrom, u smislu ušteda na vodi i kemikalijama, a time i pozitivnog ekonomskog i ekološkog djelovanja [27].

Poznate su različite vrste plazme, npr. plazma u potpunoj termodinamičkoj ravnoteži. To je plazma koja postoji u prirodi: zvijezde, Sunčev vjetar, nebula, itd. (sl.3) i nema praktičnog značenja za primjenu u industriji jer se ne može postići u laboratorijskim uvjetima.



Sl.3 Strijele - plazma u prirodi

Plazma koja je u djelomično termodinamičkoj ravnoteži naziva se „vruća“ plazma: Tokomak fuzijski reaktori, plazma za upotrebu u metalurgiji za taljenje rude, itd. sa temperaturom do 30 000 °K, sl.4.



Sl.4 Tokamak fuzijski reaktor - vruća plazma

Plazma koja nije u termodinamičkoj ravnoteži, odnosno „hladna“ plazma može se podijeliti još na jako ioniziranu, gustoće elektrona u odnosu na gustoću neutralnih molekula 10^{-2} koja se upotrebljava za ionsko nagrizanje, depoziciju tankih slojeva, sintezu novih materijala, te na slabo ioniziranu plazmu, gustoće iona u odnosu na gustoću elektrona 10^{-4}

koja se upotrebljava za kemijsko nagrizanje, čišćenje plazmom, aktivaciju površina, polimerizaciju i sterilizaciju plazmom. Takva plazma ima široku upotrebu od mikroelektronike do tekstila i drugih područja tehnologija, sl.5 [28, 29].

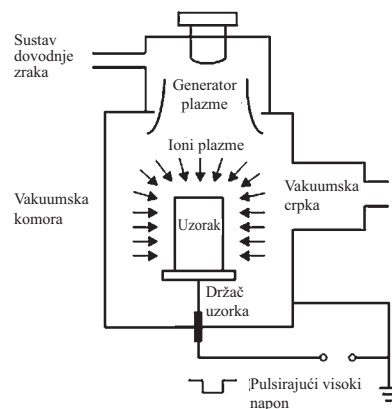


Sl.5 Predobrada mobilnog telefona

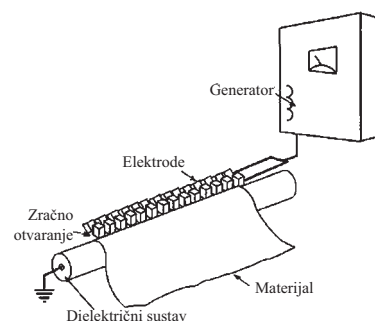
U daljem tekstu izraz *plazma* će se odnositi na hladnu plazmu. U plazmi se nalaze elektroni koji imaju višu temperaturu nego ioni i zato se u hladnoj plazmi vrše reakcije bez degradacije supstrata. Takav izbor plazme je povoljan jer je tekstilni materijal temperaturno osjetljiv. Plazma je obično pobuđena i održavana direktnim tokom DC (*engl.* direct current), radio-frekventnim RF (*engl.* radio frequency) ili mikrovalnim MW (*engl.* microwave) tokom električne snage aplicirane u plin [28].

Za obradu tekstila najviše se koriste tri oblika električnog pražnjenja: pražnjenje tinjanjem (*engl.* glow discharge) pri niskom tlaku, korona (*engl.* corona) i dielektrično barierno pražnjenje (*engl.* barrier discharge) [30]. Svi sustavi su shematski prikazani na sl.6, 7 i 8.

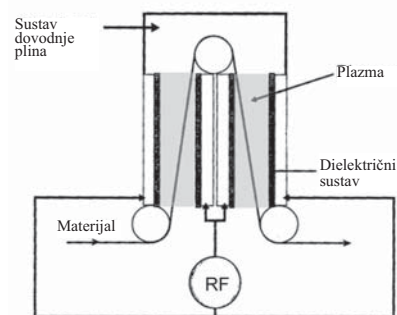
Plazma može djelovati pri niskom ili pri atmosferskom tlaku. Niskotlačna plazma proizvodi visoku koncentraciju reaktivnih čestica, koje mogu nagrizati površinu supstrata ili na njega nanositi tanke naslage brzinom od 10 $\mu\text{m}/\text{min}$. Temperatura plina je ispod 150 °C, tako da se termički



Sl.6 Shema sustava plazme pražnjenja tinjanjem



Sl.7 Shema korona sustava



Sl.8 Shema sustava plazme dielektričnim barijernim pražnjenjem

osjetljivi materijali ne mogu oštetiti. Ionizacija plina se postiže pri niskom tlaku i dovođenjem elektromagnetske energije [31]. Kod niskotlačne plazme reaktivni atomi plazme imaju dvostruki utjecaj na tekstilni supstrat: atomi reagiraju s organskim nečistoćama supstrata i očiste površinu, a potom na toj površini tvore karbonilne, karboksilne ili hidroksilne funkcionalne skupine. To znači da je površina bila kemijski funkcionalizirana. Niskotlačnom plazmom može se

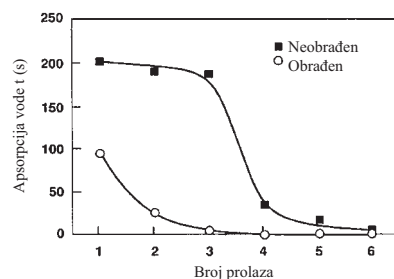
nagrizati i materijal, pri čemu se tekstilni materijal „bombardira“ nabije-nim česticama (ionima ili elektroni-ma), a može se upotrijebiti i za poli-merizaciju na materijalu. Za ioniza-ciju plina atmosferske plazme upo-trebljava se tlak 1 bar (760 torr/101,3 kPa). Zbog toga plazma ima oblik luka. Poznati su različiti sustavi atmosferske plazme: korona, DBD sustav, itd. Atmosferskom plazmom također se može nagrizati materijal, čistiti ga od nečistoća, aktivirati površinu, provoditi polimerizaciju, itd. Primjerenim odabirom plina i ostalih uvjeta reaktora plazme, tehnologi-jom plazme postižu se razni efekti na tekstilu, kao što je poboljšanje svoj-stava bojadisanja, tiska, povećanje vodootpornosti, itd. [32, 33]. Plinovi koji se uporebljavaju u tehnologiji obrada plazmom mogu biti anorgan-ski ili organski. Ako se koristi organ-ski plin, kao npr. C_2F_6 , na površini materijala deponira se produkt sličan polimeru [34]. Ali ako se upotrijebi anorganski plin, kao npr. O_2 , na površini materijala primijetiti će se nagrizajuće djelovanje [35]. Oblikova-njem nanostrukturiranih površina dobiva se visoka funkcionalnost novonastale površine [36], a tijekom obrade modificira se samo gornji dio atomskog sloja tekstita i ne utječe na ostali dio vlakna [37]. Osnovna svoj-stva materijala obično ostaju nepromijenjena. Usporedbom utjecaja plazme i utjecaja kemijskih sredstava može se vidjeti da plazma za potrebe u tekstilu ima veliku prednost. U sljedećem dijelu ovoga rada predstavlja-ju se istraživanja na području obrade i utjecaja različitih vrsta plazme na tekstil i materijal od pamučnih vla-kana.

4. Funkcionalizacija pamuka plazmom

4.1. Hidrofiliranje

Postizanje hidrofilnog svojstva tekstilnog materijala vrši se uvođenjem funkcionalnih skupina koje lako reagiraju s vodom, npr. $-COOH$, $-OH$ i

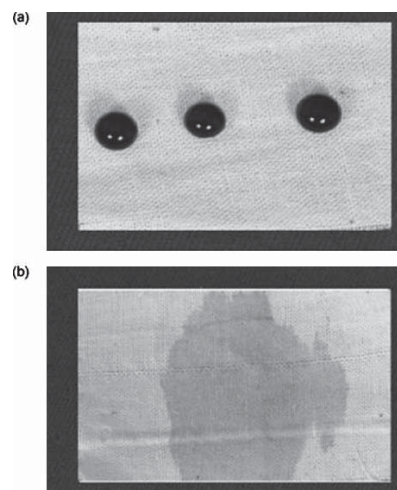
$-NH_2$ [38]. N. Carneiro i sur. u svo-jim istraživanjima [27] su sirovu pamučnu tkaninu tretirali u aparatu korona plazme, utvrđujući pri kojoj snazi generatora, broju i brzini prolaza materijala kroz plazmu dolazi do hidrofilnog učinka. Tako je za postizanje hidrofilnog učinka na sirovu pamučnoj tkanini potrebno četiri prolaza kroz korona plazmu, sl.9, dok je za postizanje bolje hidrofilnosti bijeljene pamučne tkanine potrebno samo dva prolaza kroz plazmu. Također su ispitivana svojstva bojadisanja uzoraka obrađivanih korona plazmom u odnosu na neobrađene. Neobrađeni i koronom obrađeni uzorci bojadisani su direktnim bojilom pri različitim temperaturama. Krivulje iscrpljenja bojila pri $40^\circ C$ bile su slične za sve uzorke, osim za sirovu neobrađenu pamučnu tkaninu, dok su pri temperaturi od $90^\circ C$ dobivene manje razli-ke u iscrpljenju bojila na različitim uzorcima. Obrada korona plazmom prije bojadisanja ima značajan učinak, koji posebno dolazi do izražaja bojadisanjem pri nižim temperatura-ma i uz samanje dodatka soli u kupelj za bojadisanje.



Sl.9 Korelacija apsorpcije vode i broja prolaza pamučnog materijala kroz plazmu

Povećanje hidrofilnosti istraživali su K. Navaneeta Pandiyaraj i V. Selvarajan [39] na sirovu pamučnoj tkanini tako da su je izložili zračnoj plazmi pražnjenjem tinjanjem u različitim vremenima izlaganja plazmi (0-10 min), potencijalima pražnje-nja (240-420 V) pri različitim tlaku (0,10-0,30 mbar). Hidrofilnost je bila dokazana mjerenjem kontaktnog

kuta i bojadisanjem reaktivnim boji-lom. Rezultati dokazuju povećanu hidrofilnost, sl.10 i povećanje dubine obojenja nakon obrade tkanine plazmom. Duljim izlaganjem djelovanju plazme na uzorcima su dobivene manje vrijednosti kontaktnog kuta. Tako se kontaktni kut smanjio sa 120° za neobrađenu tkaninu na 0° za tkaninu 10 min obrađivanu plazmom, a razlika u dubini obojenja neobra-đenih i obrađenih uzoraka bila je $\Delta E = 7,555$. Slični rezultati dobiveni su ispitivanjem efekata primjenom različitih vrijednosti potencijala pražnjenja ili tlaka sustava.



Sl.10 Ispitivanje svojstva kvasivosti: a) neobrađene tkanine i b) tkanine obrađene plazmom

Povećanje hidrofilnosti sirove pamuč-ne tkanine [40] postignuto je dielektrično barijernim pražnjenjem, gdje je kao plin upotrijebljen zrak i argon. Hidrofilnost je dokazana mjerenjem kontaktnog kuta. U slučaju upotrebe zračne plazme, kontaktni kut se smanjio sa $107,83^\circ$ na 0° , nakon 40 s obrade plazmom i uz 130 W snage generatora. U slučaju upotrebe argonske plazme, kontaktni kut je smanjen sa $107,83^\circ$ na 0° već nakon 40 sek i uz 50 W snage generatora. Argonska plazma bila je povoljnija nego zračna, pri čemu argon ima znatan nagrizajući učinak. Povećanje obojenosti bijeljene/mercerizirane pamučne tkanine (M) s reaktivnim bojilom postignuto je nakon obrade

pamuka u niskotlačnoj plazmi vode-ne pare [41]. U tab.1 su prikazane L^* , a^* , b^* i K/S vrijednosti obojenja tkanina uzoraka neobrađenih i obrađenih plazmom.

Zanimljiva istraživanja provedena su na bijeloj pamučnoj tkanini [42], neobrađena tkanina i tkanina obrađena plazmom bojadisana je s kiselim bojilima. Kisela bojila imaju anionski karakter te se upotrebljavaju za bojadisanje vune, svile i PA, odnosno vlakana s kationskim reaktivnim skupinama. Takva bojila imaju slabi afinitet prema pamuku zbog njegovog anionskog karaktera. Izlaganjem djelovanju plazme pamuk može dobiti kationski karakter. Za obrađivanje pamučne tkanine upotrijebljene su argonska i zračna plazma. Obradom zračnom plazmom razlike u obojenosti tkanina nisu primijećene, dok je obrada argonskom plazmom rezultirala povećanjem dubine obojenja, odnosno K/S vrijednosti.

4.2. Hidrofobiranje

Hidrofilnost tkanine se može povećati obradom Ar, O₂ i zračnom plazmom, a za postizanje hidrofobnosti tkanine primjenjuje se plazma fluoriranog plina. Za postizanje hidrofobnosti pamuka mora se upotrijebiti plin koji je bogat fluorom (npr. CF₄, C₂F₄, C₃F₆, SF₆,...).

Hidrofobizacija tekstila je objašnjena kao cijepanje nepolarnih funkcionalnih skupina, CF_x, na površinu organskih materijala [43]. Neposredan način hidrofobizacije tekstila je obrada C_xF_y plazmom, gdje dolazi do cijepanja atoma polimera vlakna s hidrofobnim fluornim skupinama [38]. Upotrebom plazme CF₄ Tsafack i sur. [44] su zaključili da obrada pamuka samo plazmom CF₄ pri tlaku 0,66 mbar, 300 W i u vremenu od 5 min nije dovoljna za postizanje potpune hidrofobnosti pamučne tkanine. Ali kada se nakon polimerizacije CF₄ plazmom provede sušenje tkanine 1 sat, Schmerberov tlak se udvostručuje. McCord i sur. [45] su obrađivali pamučnu tkaninu u CF₄ i

Tab.1 L^* , a^* , b^* i K/S vrijednosti obojenja neobrađenog uzorka tkanina - M¹ i plazmom obrađenih uzoraka tkanina - M²

Uzorak	ΔE^*	L^*	a^*	b^*	K/S	λ_{\max}
M ¹	-	69.80	31.07	-5.12	0.86	550
M ²	5.14	66.60	35.08	-5.28	1.17	550

C₃F₆ plazmi u različitom trajanju, tlaku i snazi generatora. Rezultati su pokazali da se u svim ispitivanim obradama plazmom postiže hidrofobna površina, ali najbolja hidrofobnost postignuta je upotrebom C₃F₆ plazme pri tlaku 50 mTorr, snage 50 W i vremenu od 60 s. U tom se slučaju kut kvašenja, odnosno kontaktni kut povećava sa 0° na 150,3°. U ostalim uvjetima obrade plazmom kontaktni kut se povećava na oko 130°. Obrada C₃F₆ plazmom imala je bolji rezultat na hidrofobnost pamuka nego obrada CF₄ plazmom. Li i sur. [46] su ispitali djelovanje heksafluorpropilenske (C₃F₆) plazme u različitim vremenima, uz različitu snagu reaktora i pri različitom tlaku. Pamučne tkanine obrađene u heksafluorpropilenskoj plazmi imaju bolja hidrofobna svojstva nego neobrađene tkanine. Najveći kontaktni kut su dobili obrađivanjem pamučne tkanine 10 min, snagom 100 W i pri tlaku od 50 Pa. Obradom SF₆ plazmom [47] na prethodno obrađivanoj pamučnoj tkanini s vrijednostima kontaktnog kuta od 30° postignute su vrijednosti kontaktnog kuta od 145°, obradom plazmom u vremenu od 1 min; 100 W; 0,2 Pa. Obradama u CF_x plazmama površinska svojstva se mijenjaju modifikacijom površine ili polimerizacijom i depozicijom tankih filmova [48-50].

4.3. Čišćenje i bijeljenje

Tijekom proizvodnje tekstilnih proizvoda, posebno radi smanjenja pre-

kida pređa tijekom tkanja, odnosno za smanjenje trenja i elektrostatičnog naboja upotrebljavaju se škrobni nanosi, mineralna ulja i sl. koja tvore tanak film na pređi ili vlaknima. Te zaštitne slojeve potrebno je ukloniti za daljnje postupke obrada tekstilnih materijala, posebno za postupke oplemenjivanja. U tu svrhu čišćenja površina tekstilnih materijala može se upotrijebiti obrada plazmom. Upotreba plazme (plinova O₂, N₂ i zraka) pri niskom i atmosferskom tlaku za odškrobljavanje pamuka opisana je u članku iz 1973. godine [51] kao nova ekološki povoljna obrada. Rezultati postignuti obradom O₂ plazmom bili su najbolji, a obrada N₂ plazmom nije pokazala nikakvih promjena. Z.S. Cai i Y.P. Qiu [52] su usporedili učinkovitost odškrobljavanja pamuka plazmom i konvencionalnom postupkom s H₂O₂. Upotrijebili su plazmu mješavine plinova zrak/O₂/He, pri atmosferskom tlaku, u trajanju od 5 min, uz jedno ispiranje hladnom vodom, a rezultati su bili jednaki i za nijansu bolji od rezultata obrade pamuka s H₂O₂, u vremenu od 8 min. Za bijeljenje pamuka može se upotrijebiti i plazma koja koristi ozon za obradu materijala [53]. Pamučna tkanina ovlažena destiliranom vodom izlagana je djelovanju plazme 60 min. Tako obrađen uzorak uspoređivan je s uzorcima obrađivanim sa NaOH i H₂O₂. Vrijednosti CIE bjeline dokazuju učinkovitost obrade pamuka plazmom, tab.2.

Tab.2 Vrijednosti CIE WD bjeline pamuka

	Cell	NT	NT _(CCl4)	NaOH	NaOH _(CCl4)	O ₃	H ₂ O ₂
CIE WD	-	14.5	15.4	61.8	62.6	95.3	94.5

Cell (celuloza, teorija), NT (sirovi pamk), NT (CCl4) (ekstrahiran-sirovi), NaOH (iskuhan pamuk), NaOH (CCl₄) (ekstrahiran-iskuhan), O₃ (obrađen ozonom), H₂O₂ (bijeljen peroksidom)

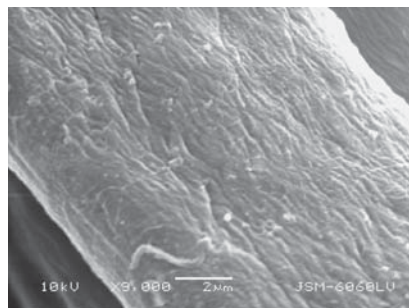
4.4. Fizikalna svojstva pamuka obrađenog plazmom

Pri upotrebi plazme u obradi tekstila treba paziti na izbor plazme i njenih parametara kako ne bi došlo do oštećenja strukture vlakna. Obradom pamučne pređe zračnom korona plazmom [54] uspoređivani su rezultati čvrstoće (mN/tex) i prekidnog istezanja (%) uzoraka pri različitom broju prolaza kroz koronu. Rezultati su pokazali da se s povećanjem broja prolaza pamučne pređe povećava njena čvrstoća. Tako je npr. čvrstoća neobrađene pređe 116 mN/tex, pređe obrađene u jednom prolazu 128 mN/tex, a pređe obrađene u pet prolaza 142 mN/tex. Prekidno istezanje nije se bitnije razlikovalo kod svih uzoraka. Prema W.J. Torsenu [55] korona plazma utječe na modifikaciju pamuka na način da se utječe samo na kutikulu i primarnu staničnu stijenkiju pamuka.

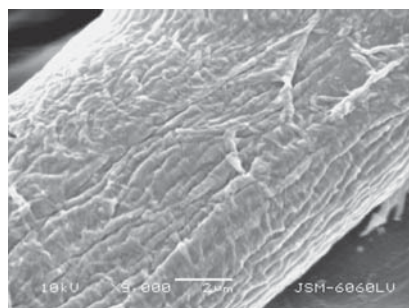
Prema rezultatima dobivenim za čvrstoću pređe i prekidnog istezanja, kristaličnosti i umrežavanja može se zaključiti da obrada koronom ne utječe ili utječe vrlo malo na sekundarnu staničnu stijenkiju pamuka.

D. Sun i G.K. Stylios [56, 57] su istraživali učinak niskotlačne plazme s organskim i anorganskim plinom (C_2F_6 i O_2) na pamučnoj tkanini. Utvrđen je gubitak elastičnosti pamuka, povećana čvrstoća i smanjeno rastezanje materijala nakon obrade plazmom. Za ispitivanje fizikalnih svojstava bijeljene pamučne tkanine nakon obrade zračnom i argonskom atmosferskom plazmom [58] uzorcima je ispitivano svojstvo pilinga, sposobnosti zadržavanja topline i toplinske vodljivosti, propusnosti vodene pare i zraka. Rezultati su pokazali da se otpornost na piling povećala bez upotrebe kemikalija ili vode, a da se čvrstoća uzoraka nije smanjila. Budući da nije bilo razlike u rezultatima toplinske vodljivosti, propusnosti zraka i vodene pare između uzoraka obrađenih argonskom ili zračnom plazmom autori članka predložili su upotrebu zračne plazme

radi manjih troškova. Promjene u morfologiji pamučnih površina nakon obrade s niskotlačnom plazmom vidljive su na SEM slikama, sl.11 [41].



a)



b)

Sl.11 SEM slike pamučnog vlakna:
a) neobrađenog i b) obrađenog plazmom

4.5. Povećanje adhezije nano-čestica na pamuku obradom plazmom

Istraživanja u području nanotehnologije dala su dobre i primjenjive rezultate na području elektronike. U tekstilnoj praksi primjenjivost nano-spojeva još se istražuje. Kao što su početkom 20. st. istraživanja bila usmjerena na sintetiziranje što više novih materijala, koja se u praktičnoj primjeni u tekstilnom području upotrebljavaju više od pola stoljeća, u ovom stoljeću znanstvena istraživanja su usmjerena oponašanju prirode i upotrebe njenih svojstava. U prirodi je poznat cijeli niz materijala izuzetnih svojstava. Jedan od tih materijala je srebro, koje ima odlična antimikrobna svojstva [59, 60]. Nanotehnologija daje nove načine proizvodnje srebra u čistom obliku, čije su čestice nano dimenzija. Ekstremno male dimenzije čestica imaju poseb-

na fizikalno-kemijska svojstva i biološku aktivnost, što je posljednjih godina ubrzalo njihovu upotrebu [61-63]. Tako se danas upotrebljava nano-čestice srebra za postizanje antimikrobnih i antiupalnih svojstava, posebno u medicini [64-68]. Poznata je upotreba nano-čestica u elektronici, gdje jednako kao u tekstilu važi pravilo, potrebe primjerene pripreme površine supstrata. Samo dobri i povoljni uvjeti na površini supstrata mogu jamčiti kvalitetu nanosa [69]. Priprema površine supstrata može se provesti primjerenom vrstom plazme [70-75]. Tako je za oblikovanje nanostrukturiranih površina pobudilo veliko zanimanje zbog novih funkcionalnosti površina [36]. Glavni razlog za oblikovanje takvih površina je nanošenje nano-čestica na tekstilni materijal, a posebno zbog toga što adhezijom nano-čestica na tekstilni materijal dolazi do njihove aglomeracije, što rezultira nepostojećom obradom, npr. za pranje i sl. [76]. Zato se u takvom slučaju mogu upotrijebiti različite plazme i plinovi [77-79]. S. Shahidi i sur. [80] su za postizanje hidrofobnosti pamuka upotrijebili čestice aluminija, a pamučna tkanina bila je obrađena u argonskoj i kisikovojoj plazmi. Utvrdili su da je najbolje rezultate hidrofobnosti dala 30 min obrada argonskom plazmom, odnosno na tom uzorku je izmjerena najviša koncentracija aluminija. Za biomedicinsku primjenu RF plazma je upotrijebljena za povećanje depozicije titanovog oksida na pamuk [81]. Upotrebom plazme veće snage, više se je titana deponiralo na pamuk, a i antibakterijski testovi dali su bolje rezultate nego pri upotrebi plazme manje snage. Sirova i bijeljena pamučna tkanina obrađene su zračnom atmosferskom i zračnom niskotlačnom plazmom [82]. Nakon obrade plazmom nanosene su nano-čestice srebra i provedeni su ICP-MS testovi koncentracije srebra na neobrađenom i obrađenom pamuku. Na temelju podataka vidljivo je da se obradom plazmom povećava adhezija nano-česti-

ca čak do četiri puta, i to pri atmosferskoj zračnoj plazmi. Povećanje adhezije nano-čestica srebra utvrđeno je na pamuku obrađenim niskotlačnom plazmom vodene pare [41]. Bolja adsorpcija na pamuk postignuta je s manjim dimenzijama nano-čestica (30 nm) nego većih (80 nm), tab.3.

Tab.3 Koncentracija srebra (ppm) na neobrađenim - P¹ i obrađenim plazmom - P² pamučnim uzorcima

Uzorak	ICP-MS (ppm)
P ¹ 30 nm Ag	32
P ² 30 nm Ag	50
P ¹ 80 nm Ag	13
P ² 80 nm Ag	17

5. Zaključak

Pamuk, jedno od prirodnih vlakana, koje tekstilna industrija najviše prerađuje, tijekom kemijskog oplemenjivanja podvrgava se neekonomskim i neekološkim proizvodnim postupcima. Ključna zadaća istraživača je mijenjati postojeće, stare tehnologije i uvoditi nove. Jedna od takvih tehnologija je plazma, četvrto agregatno stanje. Pregled objavljenih istraživanja utjecaja različitih vrsta plazme na tekstil od pamuka, pokazuje da se takvom funkcionalizacijom postižu različite promjene u tankim slojevima površine materijala. Funkcionalizacija materijala obrađenih plazmom može biti od pomoći postojećim tehnologijama ili ih čak u potpunosti zamijeniti. Tako se plazmom mogu mijenjati hidrofилна svojstva pamuka uvođenjem novih funkcionalnih skupina, a mogu se mijenjati i hidrofobna svojstva upotrebom plazme koja koristi fluor ili fluorove spojeve. Hidrofilna ili hidrofobna svojstva pamuka mogu se proučavati na temelju svojstava kvašenja i bojadanja tkanine, XPS analizom i mjerenjem kontaktnog kuta. Plazmom se može čistiti i bijeliti pamuk, pri čemu ozon ima posebnu ulogu. Kolorimetrija se upotrebljava za određivanje boje, dubine

obojenja ili bjeline tkanine i dobar je instrument za potvrđivanje da li je bila pamučna tkanina nakon obrade plazmom očišćena ili izbijeljena. Plazmom se postiže vrlo zanimljiv efekt, a to je nanostrukturiranje površina pamuka i povećanje adhezije nano-čestica ili spojeva nano veličine na pamučne materijale. Morfološke promjene na pamučnoj površini prate se elektronskim mikroskopom, dok se adhezija nano-čestica kvantitativno utvrđuje ICP-MS metodom. Opisane promjene površina već se godinama upotrebljavaju u nanoelektronici, a u tekstilstvu se većina takvih metoda provodi u laboratoriju ili poluindustrijski.

Ovaj rad je podržan u okviru istraživačkih programa Mladi istraživač Marije Gorjanc, P2-0213 i Eureka Nanovision.

Literatura:

- [1] Stana-Kleinscek K. et al.: Osnove plemenjenja tekstilij, Fakulteta za strojništvo, Maribor, 2002., ISBN 86-435-0475-0
- [2] Grancarić A.M. i sur.: Osnove oplemenjivanja tekstila. Knj. 2, Procesi mokre apreture, bojadanja i tiska, Tekstilno-tehnološki fakultet, Zagreb, 1995., ISBN 953-96183-8-X
- [3] Garbassi F. et al.: Polymer surfaces: from physics to technology, John Wiley and Sons Ltd., Chichester, 1998, ISBN 0-471-97100-6
- [4] Jagur-Grodzinski J.: Heterogenous modification of polymers: matrix and surface reactions, John Wiley and Sons Ltd., Chichester, 1997, ISBN 0471942871
- [5] Vigo T.L.: Textile processing and properties: preparation, dyeing, finishing and performance, Elsevier, Amsterdam, 1997, ISBN 0-444-82623-8
- [6] Chancler F.X.: Formulation and application considerations to conserve energy in textile coatings, Journal of coated fabrics **7** (1977) 2, 79-84
- [7] Nathanson C.: Textile coatings, present and future, Journal of coated fabrics, **7** (1979) 2, 94-100
- [8] Collier J.G.: Textile substrates and coatings in industrial applications, Rubber chemistry and technology **60** (1987) 1, 193-193
- [9] Dubey R. et al.: Microencapsulation technology and applications, Defence science journal **59** (2009) 1, 82-95
- [10] Giraud S.: Flame retarded polyurea with microencapsulated ammonium phosphate for textile coating, Polymer degradation and stability **88** (2005) 1, 106-113
- [11] Nelson G.: Application of microencapsulation in textiles, International journal of pharmaceutics **242** (2002) 1-2, 55-62
- [12] Ilic V. et al.: Antifungal efficiency of corona pretreated polyester and polyamide fabrics loaded with Ag nanoparticles, Journal of materials science **44** (2009) 15, 3983-3990
- [13] Yaman N. et al.: Plasma treatment of polypropylene fabric for improved dyeability with soluble textile dyestuff, Applied surface science **255** (2009) 15, 6764-6770
- [14] Canal C. et al.: Studies on antibacterial dressings obtained by fluorinated post-discharge plasma, International journal of pharmaceutics **367** (2009) 1-2, 155-161
- [15] Gorenšek M. et al.: Functionalization of PET fabrics by corona and nano silver, Textile research journal **80** (2010) 3, 253-262
- [16] Ott E., H.G. Tennet: Cellulose and cellulose derivatives, 2nd ed, Part 1, New York, Wiley-Interscience, 1954
- [17] Jovanović R.S.: Celulozna prirodna i hemijska vlakna, Građevinska knjiga, Beograd 1989, ISBN 86-395-0192-0
- [18] Payen A.: Comptes Rendus **7** (1838) 1052
- [19] Purves C.B.: Cellulose and cellulose derivatives, 2nd ed, Part 1, New York, Wiley-Interscience, 1954
- [20] Kennedy J.F., C.A. White: Bioactive carbohydrates: Chemistry, Biochemistry and Biology, Chichester: Ellis Horwood, 1983, ISBN 0853122016
- [21] Phillips G.O., H. Inagaki: Preface to Cellulose: structural and functional aspects, Proceedings of Cellucon-88, Japan, Chichester: Ellis Horwood, 1989

- [22] Gordon S., Y-L. Hsieh: *Cotton: Science and technology*, Woodhead Publishing Limited, 2007, ISBN 1845690265
- [23] Meinert M.C., D.P. Delmer: Changes in biochemical composition of cell-wall of cotton fiber during development, *Plant physiology* **59** (1977) 1088-109
- [24] Timpa J.D., B.A. Triplett: Analysis of cell-wall polymers during cotton fiber development, *Planta* **189** (1993) 1, 101-108
- [25] Klemm D. et al.: Cellulose: Fascinating biopolymer and sustainable raw material, *Angewandte Chemie-international edition* **44** (2005) 3358-3393
- [26] Shishoo R.: *Plasma technologies for textiles*, Woodhead publishing limited, England, 2007, ISBN 1 84569 073 7
- [27] Carneiro N. et al.: Dyeability of corona-treated fabrics, *Coloration technology* **117** (2001) 5, 298-302
- [28] Grill A.: *Cold plasma in materials fabrication*, IEEE Press, New York, 1994, ISBN 0-7803-1055-1
- [29] Bellan P.M.: *Fundamentals of plasma physics*, UK at the University Press, Cambridge, 2006, ISBN 13 798-0-521-8216-2
- [30] Radetić M. et al.: Modificiranje vune niskotemperaturnom plazmom, *Tekstil* **54** (2005.) 6, 266-278
- [31] Schutze A. et al.: The atmospheric-pressure plasma jet: review and comparison to other plasma sources, *IEEE Transactions on plasma science* **26** (1998) 6, 1685-1693
- [32] Radetic M. et al: Environmental impact of plasma application to textiles, *Workshop on nonequilibrium processes in plasma physics and studies of the environment*, *Journal of Physics: Conference series* **71** (2005) art. no. 012017
- [33] Gorjanc M. et al.: Impact of low-pressure plasma on dyeability of cotton, 4th International Textile, Clothing & Design Conference ITC&DC, Magic world of textiles : book of proceedings (2008) 359-363
- [34] Grill A.: *Cold plasma in materials fabrication: From fundamentals to applications*, IEEE Press, New York, 1994, ISBN 0-7803-1055-1
- [35] Sun D., G.K. Stylios: Fabric surface properties affected by low temperature plasma treatment, *Journal of materials processing technology* **173** (2006) 2, 173-177
- [36] Champion Y., H.-J. Fecht: Nano-architected and nanostructured materials: fabrication, control and properties., Wiley-VCH, Weinheim, 2004, ISBN 3-527-31008-8
- [37] Poll H.U. et al.: Penetration of plasma effects into textile structures, *Surface and coatings technology* **142** (2001), 489-493
- [38] Morent R. et al.: Non-thermal plasma treatment of textiles, *Surface and coatings technology* **202** (2008) 14, 3427 – 3449
- [39] Navaneetha Pandiyaraj K., V. Selvarajan: Non-thermal plasma treatment for hydrophilicity improvement of grey cotton fabrics, *Journal of materials processing technology* **199** (2008) 1-3, 130-139
- [40] Karahan H.A., E. Özdoğan: Improvements of surface functionality of cotton fibers by atmospheric plasma treatment, *Fibers and polymers* **9** (2008) 1, 21-26
- [41] Gorjanc M. et al.: The influence of water vapor plasma treatment on specific properties of bleached and mercerized cotton fabric, *Textile research journal* **80** (2009) 6, 557-567
- [42] Karahan H.A. et al.: Effects of atmospheric plasma treatment on the dyeability of cotton fabrics by acid dyes, *Coloration technology* **124** (2008) 2, 106-110
- [43] Poncin-Epaillard F., D. Debarnot: Plasma fluorination for improving of the permeability, wetting, biocompatibility and optical absorption of different polymers, *Informacije midem - Journal of microelectronics, electronic components and materials*, **38** (2008) 4, 252-256
- [44] Tsafack M.J., J. Levalois-Grutzmacher: Towards multifunctional surfaces using the plasma-induced graft-polymerization (PIGP) process: Flame and waterproof cotton textiles, *Surface and coatings technology* **201** (2007) 12, 5789-5795
- [45] McCord M.G. et al.: Surface analysis of cotton fabrics fluorinated in radio-frequency plasma, *Journal of applied polymer science* **88** (2003) 8, 2038-2047
- [46] Li S., D. Jinjin: Improvement of hydrophobic properties of silk and cotton by hexafluoropropane plasma treatment, *Applies surface science* **253** (2007) 11, 5051-5055
- [47] Selli E. et al.: Characterisation of poly(ethylene terephthalate) and cotton fibres after cold SF₆ plasma treatment, *Journal of materials chemistry* **11** (2001) 8, 1985-1991
- [48] Wang J. et al.: An XPS investigation of polymer surface dynamics: a study of surface modified by CF₄ and CF₄/CF₄ plasmas, *Journal of applied polymer science*, **50** (1993) 4, 585-599
- [49] Haque Y., B.D. Ratner: Preparation and properties of plasma-deposited films with surface energies varying over a wide range, *Journal of applied polymer science* **32** (1986) 4, 4369-4381
- [50] Hockart F. et al.: Plasma surface treatment of poly (acrylonitrile) films by fluorocarbon compounds, *Applied surface science* **142** (1999) 474-578
- [51] Riccobono P.X. et al.: Plasma treatment of textile: A novel approach to the environment problems of desizing, *Textile chemist and colorist* **5** (1973) 11, 239-248
- [52] Cai Z.S., Y.P. Qiu: The mechanism of air/oxygen/helium atmospheric plasma action on PVA, *Journal of applied polymer science* **99** (2006) 5, 2233-2237
- [53] Navarro A., L. Bautista: Surface modification and characterization in cotton fabric bleaching, *Proceedings of 5th World wide conference Autex 2005*, Portorož, Slovenia, 27-29 June 2005, 188-194
- [54] Abbott G.M., G.A. Robinson: The corona treatment of cotton; Part II: yarn and fabric properties, *Textile research journal* **47** (1977) 3, 199-202
- [55] Thorsen W.J.: Modification of the cuticle and primary wall of cotton by corona treatment, *Textile research journal* **44** (1974) 6, 422-428
- [56] Sun D., G.K. Stylios: Fabric surface properties affected by low temperature plasma treatment,

- Journal of materials processing technology **173** (2006) 2, 172-177
- [57] Sun D., G.K. Stylios: Investigating the plasma modification of natural fiber fabrics -the effect on fabric surface and mechanical properties, *Textile research journal* **75** (2005) 9, 639-644
- [58] Karahan H.A. et al.: Effects of atmospheric pressure plasma treatments on certain properties of cotton fabrics, *Fibres and textiles in Eastern Europe* **17** (2009) 2, 19-22
- [59] Russell A.D., W.B. Hugo: Antimicrobial activity and action of silver, *Progress in medicinal chemistry* **31** (1994) 351-370
- [60] Spencer W.H. et al.: Endogenous and exogenous ocular and systemic silver deposition, *Transactions of the ophthalmological societies of the United Kingdom* **100** (1980) 171-178
- [61] Lee K.S., M.A. El-Saywd: Gold and silver nanoparticles in sensing and imaging: Sensitivity of Plasmon response to size, shape, and metal composition, *The journal of physical chemistry B* **110** (2006) 39, 19220-19225
- [62] Evanoff D.D.Jr., G. Chumanov: Synthesis and optical properties of silver nanoparticles and arrays, *ChemPhysChem* **6** (2005) 7, 1221-1231
- [63] Makarava N. et al.: Water-soluble hybrid nanoclusters with extra bright and photostable emissions: a new tool for biological imaging, *Biophysical journal* **89** (2005) 1, 572-580
- [64] Shanmukh S. et al.: Identification and classification of respiratory syncytial virus (RSV) strains by surface-enhanced Raman spectroscopy and multivariate statistical techniques, *Analytical and bioanalytical chemistry* **390** (2008) 6, 1551-1555
- [65] Wright J.B. et al.: Wound management in an era of increasing bacterial antibiotic resistance: A role for topical silver treatment, *American journal of infection control* **26** (1998) 6, 572-577
- [66] George S. et al.: Antiseptic impregnated central venous catheters reduce the incidence of bacterial colonization and associated infection in immunocompromised transplant patients, *European journal of anaesthesiology* **14** (1997) 4, 428-431
- [67] Alt V. et al.: An in vitro assessment of the antibacterial properties and cytotoxicity of nanoparticulate silver bone cement, *Biomaterials* **25** (2004) 18, 4383-4391
- [68] Brady M.J. et al.: Persistent silver disinfectant for the environmental control of pathogenic bacteria, *American journal of infection control* **31** (2003) 4, 208-214
- [69] Doering R., Y. Nishi: *Handbook of semiconductor manufacturing technology*, Taylor & Francis Group, Boca Raton, 2008, ISBN 978-1-57444-675-3
- [70] Cvelbar U. et al.: Reactive oxygen plasma-enabled synthesis of nanostructured CdO: Tailoring nanostructures through plasma-surface interactions, *Nanotechnology* **19** (2008) 40, art. no. 405605
- [71] Cvelbar U. et al.: Increased surface roughness by oxygen plasma treatment of graphite/polymer composite, *Applied surface science* **210** (2003) 3-4, 255-261
- [72] Nourbakhsh S. et al.: Dyeability improvement of cationized corona discharge treated cotton fabric, *Asian journal of chemistry* **20** (2008) 5, 3543-3548
- [73] Wielen L.C.V. et al.: Surface modification of cellulosic fibers using dielectric-barrier discharge, *Carbohydrate polymers* **65** (2006) 2, 179-184
- [74] Bhoj A.N. et al.: Repetitively pulsed atmospheric pressure discharge treatment of rough polymer surfaces: I. Humid air discharges, *Plasma sources science and technology* **17** (2008) 3, art. no.: 035024
- [75] Temmerman E., C. Leys: Surface modification of cotton yarn with a DC glow discharge in ambient air, *Surface and coatings technology* **200** (2005) 1-4, 686-689
- [76] Hegeman D. et al.: Nanostructured plasma coatings to obtain multifunctional textile surfaces, *Progress in organic coatings* **58** (2007) 2-3, 237-240
- [77] Yuranova T. et al.: Antibacterial textiles prepared by RF-plasma and vacuum-UV mediated deposition of silver, *Journal of photochemistry and photobiology A: Chemistry* **161** (2003) 1, 27-34
- [78] Gorjanc M. et al.: Nano silver on cotton, *Abstract book: Hot nano topics 2008: Incorporating SLONANO 2008, 3 overlapping workshops on current hot subjects in nanoscience*, Portorož, Slovenia 23-30 May 2008, 239
- [79] Gorjanc M. et al.: Priprava bombažne tkanine z nizkotlačno plazmo za boljšo adhezijo nanosrebra (Low-pressure plasma for pretreatment of cotton fabric for better adhesion of nanosilver), *Tekstilec* **52** (2009) 10/12, 263-269
- [80] Shahidi S. et al.: Aluminum coatings on cotton fabrics with low temperature plasma of argon and oxygen, *Surface and coatings technology* **201** (2007) 9-11, 5645-5650
- [81] Szymanowski H. et al.: Plasma enhanced CVD deposition of titanium oxide for biomedical applications, *Surface and coatings technology* **200** (2005) 1-4, 1036-1040
- [82] Gorjanc M. et al.: Study of adsorption of nano silver on cotton pretreated with plasma, *Proceedings of the 9th Autex Conference, Izmir, Turkey, 26-28. May 2009, 1029-1032*, ISBN 978-975-483-787-2

SUMMARY

Cotton functionalization with plasma

M. Gorjanc, M. Gorenšek

The paper presents various researches of functionalization of cellulosic textile materials with plasma, as well as the basis of cellulosic textile fibers and cotton as the representative of the purest form of cellulose in nature. Due to its favorable characteristics, cotton is still highly valued in the textile industry. The existing chemical technologies for the modification of cotton textiles are time-consuming, and economically and ecologically problematic. Therefore, the search for new technologies and ways of functionalizing textile materials is in progress. This paper offers an insight into new plasma technologies and possibilities for their use to achieve and change cotton properties. Plasma technologies can be used for changing hydrophilic and hydrophobic characteristics of cotton, cleaning and bleaching cotton, achieving different physical properties and for the adhesion enhancement of nanoparticles.

Key words: cotton, plasma, hydrophilicity, hydrophobicity, cleaning and bleaching, nanostructured surfaces, nanoparticle adhesion

University of Ljubljana, Faculty of Natural Sciences and Engineering

Department of Textiles

Ljubljana, Slovenia

e-mail: marija.gorjanc@ntf.uni-lj.si

Received August 20, 2009

Plasmafunktionalisierung von Baumwolle

Die Arbeit präsentiert verschiedene Forschungen der Plasmafunktionalisierung von Zellulosetextilien sowie die Grundlage von Zellulosetextilfasern und von Baumwolle als ein Beispiel der reinsten, in der Natur vorliegenden Form der Zellulose, die aufgrund ihrer günstigen Eigenschaften eine sehr hohe Stelle in der Textilindustrie einnimmt. Die bestehenden Chemietechnologien der Modifizierung von Baumwolltextilstoffen werden teuer als Folge von zeitaufwändigen Prozessen bzw. von wirtschaftlichen und ökologischen Gründen. Daher wird nach neuen Technologien und neuen Verfahren zur Funktionalisierung der Textilstoffe gesucht. Eine Übersicht über die Plasma-Technologie für den Einsatz auf Baumwollstoffen wird gegeben. Plasma-Technologien können zur Modifizierung von hydrophilen und hydrophoben Eigenschaften von Baumwolle, zur Reinigung und Bleichen, zum Erreichen verschiedenartiger physikalischer Eigenschaften und zur Verbesserung der Adhäsion von Nanopartikeln auf den Plasma-behandelten Baumwoll-Flächengebilden verwendet werden.

Čišćenje povijesnog tekstila

Danijela Jemo, dipl.ing.*

Prof. emeritus **Ivo Soljačić**, dipl.ing.**

Prof.dr.sc. **Tanja Pušić**, dipl.ing.**

*Odjel za umjetnost i restauraciju, Sveučilište u Dubrovniku

**Dubrovnik, Hrvatska

Tekstilno-tehnološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu

Zavod za tekstilno-kemijsku tehnologiju i ekologiju

Zagreb, Hrvatska

e-mail: danijela.jemo@unidu.hr

Prispjelo 5.10.2009.

UDK: 677.027:677.6

Stručni rad

Povijesni tekstil može biti djelomično oštećen i zaprljan najraznovrsnijim prljavštinama nastalima u upotrebi, ali i onima koje su nastale dugotrajnim odležavanjem. Čišćenje povijesnog tekstila je vrlo specifičan proces i zahtijeva posebnu pažnju, stručnost i iskustvo. Često se radi kompromis između želje da se predmet očisti i potrebe da ne dođe do daljnjeg oštećivanja pri čišćenju. Specifične mrlje, koje mogu imati povijesne značajke, ne smiju se uklanjati. Odabir sredstava za čišćenje mora biti vrlo pažljiv da se ne bi narušio izgled adekvatan vremenu u kojem je predmet izrađen. Npr. optička bjelila ne smiju se dodati u kupelj za pranje povijesnih predmeta izrađenih u doba u kojem ona nisu postojala.

Ključne riječi: *povijesni tekstil, konzerviranje, restauriranje, čišćenje*

1. Uvod

Istraživanje i zaštita kulturne tekstilne baštine iziskuje multidisciplinarni i interdisciplinarni pristup, koji uz konzervatore i restauratore uključuje i tehnologe, a ponekad i povjesničare. Konzervacija tekstila podrazumijeva cjelokupan opseg njege i obrade vrijednih predmeta, a da se pritom ne zadire direktno u samu strukturu predmeta i da se ne promijeni oblik. Pri tome su obuhvaćena dva aspekta:

- kontrola okoline u svrhu sprječavanja propadanja materijala i predmeta,
- ciljana obrada da bi se spriječilo propadanje, stabiliziralo stanje i konsolidirala struktura predmeta.

Restauriranje se nadovezuje na konzerviranje i predstavlja metode i zahvate koji se izravno primjenjuju, s ciljem da se neki tekstilni predmet ili materijal dovede u zadovoljavajuće stanje u kojem je čitljiv njegov izvorni oblik, te sačuvana estetska, povijesna i fizička cjelovitost.

Konzervatorsko-restauratorska obrada često je vrlo kompleksna i uključuje određene rizike za predmet. Važno je poštivati načela reverzibilnosti procesa i cjelovitosti objekta (dijelovi koji su propali trebaju se konzervirati, a ne zamijeniti), a posljedice starenja originalnog materijala (npr. patina) ne smiju se prikrivati ili otklanjati. Sve radnje trebaju biti primjereno dokumentirane.

Određivanje prikladne konzervatorsko-restauratorske obrade temelji se na detaljnoj povijesno-umjetničko-tehnološkoj analizi. Važno je poznavanje materijala od kojih je neki tekstilni predmet izrađen (sirovinski sastav), konstrukcije (tehnologija izrade) i funkcije. Kvalitativne i kvantitativne metode se primjenjuju za identifikaciju i određivanje sirovinskog sastava materijala/vlakana, nevlaknatog sadržaja, prisutnosti škroba, smola, sredstava za otežavanje, pigmenta, itd. Određuje se stupanj degradacije, pri čemu je važno odrediti što i kako se može čistiti, te načine skladištenja i pohrane. Određuje se također prisutnost bojila ili obojenih tvari, apreture, prljavštine tj. stra-

nih tvari na materijalu, taloga, obezbojenja, bez obzira na izvor, a koje može ili ne mora biti vidljivo, a može se otkriti po mirisu ili promjeni teksture. Dobiveni podaci mogu pomoći u određivanju porijekla, vremena kad je predmet nastao, stanja, uzroka propadanja i određivanju prikladne obrade.

Pregled objekta i provođenje odgovarajućih analiza prvi su korak u određivanju sastava, strukture i tehnologije izrade. U toj fazi ključnu ulogu imaju znanje i iskustvo konzervatora-restauratora. Također je važno praćenje relevantne literature (važni povijesni podaci) i svih ostalih dostupnih podataka o predmetu, što značajno utječe na donošenje odluke o metodama i konzervatorsko-restauratorskom zahvatu. Procjena stanja objekta obuhvaća određivanje i bilježenje mjesta i opsega oštećenja, te po mogućnosti, određivanje uzroka njihova nastanka. Potrebno je odrediti da li su oštećenja nastala u prošlosti ili je objekt još uvijek ugrožen i izložen uzroku njihova nastanka [1].

U očuvanju i pravilnom održavanju povijesnog tekstila, čišćenje ima bitnu ulogu te mu se u konzervatorsko-restauratorskim postupcima i procesima treba posvetiti posebna pažnja. Čišćenje se dijeli na suho, tj. mehaničko, mokro i čišćenje u otapalima, tj. kemijsko čišćenje. Djelotvornost čišćenja ovisi o mehaničkom djelovanju, deterdžentu ili drugom sredstvu za čišćenje, temperaturi, vremenu, ispiranju, cijeđenju i sušenju.

Čišćenje povijesnog tekstila je kompromis između očuvanja dokaza i dugoročnog očuvanja konstitutivnih materijala tekstilnog predmeta, te između učinkovitog uklanjanja prljavštine i oštećenja na materijalu koje može biti uzrokovano procesom čišćenja.

Čišćenje je ireverzibilan proces i potencijalno agresivna obrada materijala, koja ga može trajno oštetiti. Zbog toga je prije čišćenja potrebno provesti detaljne analize i razmotriti prednosti i nedostatke postupka za pred-

met ili materijal koji se obrađuje. Potrebno je:

- provesti *ispitivanje materijala* radi određivanja i dokumentiranja kemijskih i fizikalnih svojstava vlakana, bojila, pigmenata, apretura, veziva i dr.,
- odrediti *strukturne karakteristike* kao što je uvojitost pređe, vez u tkanju itd.,
- *dokumentirati* dimenzije i nabore/gužvanje materijala, prisutne mrlje, tragove upotrebe ili određene povijesne dokaze,
- zabilježiti i vrednovati *trenutno/zatečeno stanje tekstilnog materijala/predmeta*.

Prije čišćenja potrebno je proanalizirati sve učinke koji bi mogli uzrokovati fizikalne i kemijske promjene na vlaknima i drugim materijalima prisutnima na tekstilu. Na malom uzorku potrebno je ispitati postojanost obojenja i odrediti otpornost impregnacija i ostalih apreturinih sredstava u procesu čišćenja. Nužno je također utvrditi približno vrijeme izrade tekstilnog predmeta i paziti pritom da se primjenom sredstva za pranje ili kemijsko čišćenje predmetu ne daju neka svojstva koja on po vremenu izrade u originalnom stanju ne bi smio imati. Tipičan primjer za to su optička bjelila uvedena u primjenu oko 1940.

Specijalnost pri čišćenju povijesnog tekstila je da se prije uklanjanja prljavštine treba procijeniti ima li ona dokumentarnu vrijednost, jer prljavština na predmetu može sadržavati informacije važne povjesničarima, umjetnicima, etnografima... i u tom slučaju je se ne smije uklanjati.

2. Prljavštine

Na tekstilu se tijekom opće uporabe i rukovanja mogu deponirati raznolike prljavštine uvjetovane habanjem ili prijenosom. Nihova prisutnost je evidentna na haljinama, modnim dodacima, kućanskom i ceremonijalnom tekstilu. Prljavštine mogu biti od kozmetike, masti, mineralnih ulja, ostataka hrane, krvi, tekućine tijela, sta-

nica kože, raznih produkata korozije, mrlja od vode, prašine, čađe, dima, boja, tinte, ljepila, plijesni i gljivica ili prijenosom pigmenata i bojila. Analize pokazuju da odjeća u kontaktu s ljudskom kožom pokupi mjerljive količine masnog sebuma.

Onečišćujuće tvari iz atmosfere su posebno uočljive na izloženim zastavama, zastorima, zavjesama, tepisima i presvlakama. Ove prljavštine, filtrirane iz gradskog zraka, u svom sastavu obično sadrže soli, krute čestice, ulja, voskove, glinu i čađu.

Specifične prljavštine mogu potjecati s mjesta pronalaska/iskapanja, a karakteristične su za podvodne i arheološke nalaze tekstila.

Najčešći postupci uklanjanja prljavština s tekstila su:

1. mehaničko čišćenje: usisavanje i četkanje,
2. lokalizirano pranje samo na područjima na kojima je prljavština; a kao posljedica ove obrade mogu nastati mrlje ili vodeni prstenovi,
3. namakanje,
4. ekstrakcija tekućine: apsorbirati višak tekućine ručnikom, kondicioniranje ishlaplivanjem viška tekućine s materijala.

Prljavštine se mogu razlikovati prema obliku i veličini čestica:

Prva skupina obuhvaća *površinske prljavštine*, čestice koje uključuju: prašinu, pijesak, glinu, silikate, zemljane materijale, čađu i crni ugljen, pigmente, produkte korozije, kristalične materijale i krute soli. Njihov oblik i veličina omogućavaju im samo površinski dodir s tekstilom, koji sprječavaju dublji prodor unutar strukture tekstila, gdje bi se lako mogle zaglaviti među vlaknima. *Površinske prljavštine* su slabim elektrostatskim silama vezane za površinu vlakna ili druge materijale prisutne na tekstilu. Mogu se ukloniti mehaničkim čišćenjem površine, tj. pažljivim usisavanjem (mikrousisavač) i četkanjem (mekane četke od prirodnih vlakana). Uklanjanje takvih čestica prljavštine u velikoj mjeri ovisi o njihovoj veličini.

Druga skupina obuhvaća *molekularne čestice prljavština* koje se obično otapaju u vodi ili u organskim otapalima. To su produkti razgradnje tekstila, tj. oksidirani šećeri ili oligomeri šećera, proteinski produkti niske molekularne mase. U tu se skupinu također ubrajaju masnoće iz tijela, znoj, produkti razgradnje apretura i ljepila, mrlje od vode, boje i mrlje od voća i mikroglijivica.

Treća skupina odnosi se na *vezane prljavštine* koje na tekstilu tvore veće nakupine i ostaju nakon mehaničkog čišćenja površine. To su masne ili uljne prljavštine, proteini ili polisaharidi, sintetička ljepila i bojila. Takva prljavština može biti topljiva u vodi ili organskim otapalima ili pak može biti potpuno netopljiva. Takva se prljavština može ukloniti čišćenjem vodom, pomoću određenih otapala u procesu kemijskog čišćenja, ili nekim drugim metodama čišćenja koje uključuju upotrebu kemijskih sredstava. Obrade oksidacijskim ili redukcijskim sredstvima, kiselinama, lužinama ili enzimima mogu razgraditi većinu takvih netopljivih prljavština na manje topljive dijelove. Međutim, ponekad je ipak nemoguće ukloniti sve vezane prljavštine bez oštećenja materijala. Temeljni proces uklanjanja štetne prljavštine s tekstilnog materijala tijekom čišćenja vodom ili kemijskog čišćenja uključuje odvajanje neželjenog materijala iz kompleksne fibrilne strukture vlakana i njegovo odvođenje u tekućem mediju uz minimalnu redepoziciju na tekstilu. Međusobno privlačenje prljavštine i vlakana uzrokuju [1, 2]:

- sekundarne veze (adhezije) između vlakana i prljavštine,
- sekundarne veze (kohezije) među molekulama prljavštine,
- kohezija (primarne i sekundarne veze) između čestice prljavštine ako se ona ne može razgraditi na sastavne molekule.

Ove privlačne sile moraju se smanjiti i oslabiti tijekom čišćenja da bi se prljavština odvojila s tekstila.

Privlačne sile između prljavštine i tekstila, te među molekulama prljav-

štine, definirane su mnogim čimbenicima, uključujući:

- Polarnost funkcionalnih skupina na površini vlakana koje određuju površinsku energiju polimera vlakana. Celulozna vlakna sadrže brojne hidroksilne funkcionalne skupine i snažnije vežu polarne molekule prljavštine, nego npr. polipropilenska vlakna koja imaju nepolarne bočne skupine. Poliesterska vlakna i masti te ulja imaju slinu polarnost, što objašnjava činjenicu da poliestar brže apsorbira masne prljavštine [1].
- Morfologija vlakana kao npr. ljuske na vlaknima vune ili uvojniti oblik pamučnih vlakana pružaju više mjesta za nakupljanje čestica prljavštine i masne prljavštine nego glatka filamentna svila.
- Struktura pređa i tkanina utječe na prodor prljavština. Npr., prljavština može prodrijeti dublje u neupredena vlakna, u labavo predene pređe ili labavo tkane plošne proizvode. Prisustvo nekih apretura može inhibirati prljavštine, npr. sredstva koja ispunjavaju mjesta na kojima bi se mogla nakupljati prljavština.
- Polarnost molekula prljavštine, koji u osnovi određuje njeno vezanje za funkcionalne skupine na površinu vlakana sekundarnim vezama. Neke apreture imaju tzv. soil release učinak. Npr. škrobni nanosi se djelomično uklanjaju u pranju i pritom u kuplje odnose i prljavštine koje su na njih vezane.
- Morfologija i sastav prljavština (npr. da li su čvrste čestice ovalnog oblika, ili je ljepljiva masa) imaju ulogu u određivanju adhezije prljavštine na tekstil.
- Starost prljavštine također ima važnu ulogu, npr. masna ili uljna

prljavština može difundirati sve dublje u vlakna i tijekom vremena proći proces umrežavanja.

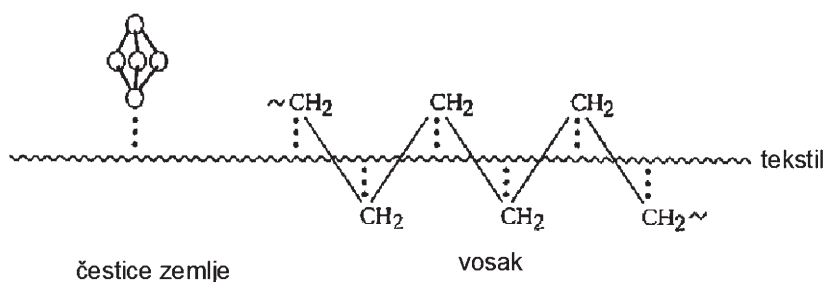
- Uvjeti okoline u kojoj se nalaze i tekstil i prljavština (npr. kisela ili alkalna sredina), utječu na jakost sekundarnih veza između prljavštine i vlakana te drugih materijala u ili na tekstilu.

Kako se prljavštine za vlakno vežu sekundarnim vezama, polarnost predstavlja najvažniji čimbenik vezan za topljivost prljavštine i njeno uklanjanje.

2.1. Nopolarna prljavština

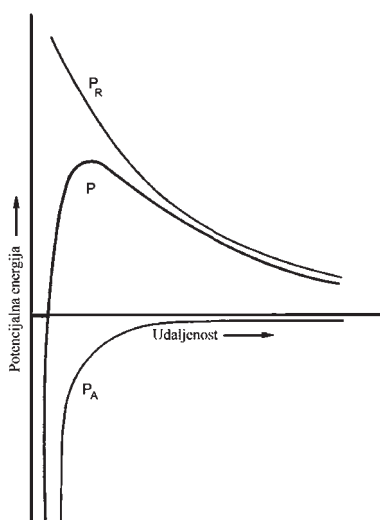
Anorganske prljavštine nedipolnog karaktera (npr. čađa, crni ugljik ili čestice željeza) i organske prljavštine bez dipolnog karaktera (neki voskovi s parafinskom bazom) za vlakno se vežu uglavnom najslabijim sekundarnim vezama, tj. van der Waalovim vezama, koje su također poznate kao disperzne veze. Jačina veze između prljavštine i tekstila ovisi i o fizičkom obliku prljavštine, tj. o kontaktnoj površini među njima (čestice prašine i voska na površini tekstila), sl.1.

Neke od ovih vrsta prljavština mogu se ukloniti mehaničkim, površinskim čišćenjem ili čišćenjem vodom. Kada se tekstil uroni u vodu, na dodirnoj površini oblikuju se električni dvostruki sloj. On se nalazi na graničnoj površini između vode i vlakana, te vode i čestice prljavštine. Djelovanjem električnog dvosloja stvara se sila odbijanja (P_R), suprostavljena privlačnim van der Waalovim silama (P_A) između prljavštine i tekstila. Privlačne i odbojne sile daju zajedno rezultirajuću krivulju za potencijalnu energiju čestice prljavštine (P) kao



Sl.1 Nopolarna prljavština na tekstilu [1]

funkciju njene udaljenosti od površine vlakna, sl.2 Krivulja ima minimum i maksimum. Minimum leži u što većem približenju čestice vlaknu. Maksimum daje energetska barijera ili brijeg koji mora biti prevladan da bi se čestica odvojila od vlakna. Ovaj brijeg je to lakše postići što su sile elektrostatskog odbijanja vlakna i čestica veće. To omogućuje uklanjanje netopljive prljavštine u vodi [4, 5].



Sl.2 Potencijalna energija čestice prljavštine u ovisnosti o udaljenosti od površine vlakna

2.2. Ionska i polarna prljavština

Ionski anorganski spojevi, kao što su soli i produkti korozije, sastoje se od pozitivno i negativno nabijenih iona. Većina ionskih spojeva otapa se u vodi. Polarni spojevi, kao što su mnoge organske vrste prljavština, sadrže funkcionalne polarne skupine koje su, oko svog heteroatoma, djelomično negativno ili pak pozitivno nabijene. Polarne molekule imaju nejednaku raspodjelu elektrona (dipolne molekule).

Osim van der Waalsovih sila, polarni spojevi također mogu oblikovati dipolne, ionske i/ili sekundarne vodikove veze unutar svojih molekula i s polarnim funkcionalnim skupinama vlakana. Vrsta i jakost veza ovisi o prisutnim funkcionalnim skupinama,

o strukturi molekula koje su u međusobnom dodiru, i o udaljenosti među njihovim funkcionalnim skupinama.

Šećeri i spojevi na bazi šećera, kao što su polisaharidi (npr. škrob i gumiarabika), proteini (npr. životinjsko ljepilo, želatina i mrlje od mlijeka), boje, produkti razgradnje vlakana i mnoge druge polarne molekule prljavštine, vežu se za polarne funkcionalne skupine vlakna vodikovim vezama.

2.3. Složena prljavština

Kombinacije polarne i nepolarne prljavštine mogu se pojaviti na povijesnom tekstilu na dva različita načina: kao polarni i nepolarni dijelovi jedne molekule, ili kao nepolarne molekule ugrađene u polarni materijal odnosno polarne molekule ugrađene u nepolarni materijal.

Organske prljavštine, kao što su masti, ulja, biljna i životinjska ljepila, proteini, voskovi i bojila sadrže: nepolarne ugljikove lance i polarne funkcionalne skupine. Dok se nepolarni dio prljavštine za tekstil veže van der Waalsovima silama, heteroatomima polarnih funkcionalnih skupina stvaraju dipolne vodikove veze s polarnim skupinama tekstila. Također postoji i fizički dodir između dugih lanaca ugljikovodika iz masnih prljavština, što uzrokuje dodatnu koheziju unutar materijala. Zbog toga, odvajanje tih molekula postaje teže nego što bi bilo da se radi samo o van der Waalsovima vezama.

Nepolarne molekule (kao što su prašina, čađa, pigmenti i produkti korozije metala) često se zadržavaju na površini tekstila pomoću polarnih molekula prljavštine (kao što su šećeri) ili združenim polarnim i nepolarnim molekulama prljavštine (kao što su masti, ulja, bjelanjčevine i sintetička ljepila). U tim slučajevima, uklanjanje polarnih molekula ili miješane prljavštine, obično je preduvjet za oslobađanje ugrađenih nepolarnih molekula prljavštine.

Većina materijala koja se pojavljuje u prirodi je polarna. Proteini i mine-

rali u svojoj su prirodi polarni. Ulja, masti i voskovi na životinjskoj i biljnoj bazi imaju umjerenu (srednju) polarnost, dok su prirodna guma i naftni derivat još manje polarni.

3. Štetanost prljavština na povijesnom tekstilu

Mnoge prljavštine mogu uzrokovati uništenje i raspadanje vlakana, bojila, apretura i ostalih konstitutivnih materijala na nekom predmetu.

Štetne učinke na tekstilna vlakna i druge materijale mogu imati *krute prljavštine*, koje uzrokuju napetost i mehanička oštećenja trenjem između vlakana ili pusta, ili između pređe u tkanju ili vezu. Kristalni materijali su naročito štetni jer svojim ostrim rubovima mogu rezati vlakna.

Prašina (fina prašina ili krute čestice iz zraka) može uzrokovati obezbojenje ili promjenu tona obojenja tekstila (često požucenje ili posivljenje), koje je obično nemoguće ukloniti, pogotovo ako je uzrokovano česticama prašine koje sadrže metalne ione. Na vlaknu mogu nastati spojevi nepoznatog kemijskog sastava, koji selektivno apsorbiraju svjetlo dajući materijalu žuto, sivo ili smeđe obojenje.

Čestice čađe, prašine i drugih krutih tvari na površini tekstila mogu privući i apsorbirati kisele ili alkalne tvari, ili oksidacijske ili redukcijske reagense iz atmosfere, kao što su sumporov dioksid, dušikov dioksid, vodikov sulfid (sumporovodik) i formaldehid. Djelovanjem vlage iz atmosfere ili materijala na apsorbirane tvari, mogu nastati kiseline koje uzrokuju hidrolitičko cijepanje molekula vlakana, kao i reakcije oksidacije ili redukcije. Ove reakcije mogu dovesti do obezbojenja ili promjene tona obojenja tekstilnog materijala i do propadanja ostalih materijala na predmetu [6].

Prljavštine koje sadrže metalne ione (npr. željezo, bakar, mangan i olovo), kao što su prašina, tinta, bojila i produkti korozije koji imaju katalitičko djelovanje, pospješuju fotodegradaciju vlakana izloženih ultraljubi-

bičastom zračenju i svjetlosti. Takva prljavština djeluje kao katalizator za mnoge negativne procese koji uzrokuju propadanje vlakana.

Zemlja, morski materijali i proizvodi korozije, kao što su anorganske soli, oksidi, sulfidi, karbonati, nitrati, silikati, metasilikati i hidroksidi natrija, kalija, kalcija, magnezija i mangana te drugih metala kao i amonijev hidroksid. U vlažnim uvjetima mogu prouzročiti promjenu pH, u alkalno ili kiselo područje, što rezultira degradacijom vlakana pod utjecajem raznih kemijskih procesa.

Vapno (kalcijev hidroksid i kalcijev oksid), *komercijalni vapnenac* (sadrži kalcijev karbonat, kalcijev i magnezijev oksid i okside željeza) i neočvrnuti *cement*, koji nije homogen proizvod, ali može sadržavati vodo-topljive vapnenaste i aluminatne materijale, koji mogu uzrokovati promjene pH prema alkalnom području.

Produkti razgradnje i propadanja konstitutivnih vlakana se manifestiraju najčešće kao tamna požučenja koja utječu na promjenu tona obojenja tekstila. Ovi obojeni produkti razgradnje povećavaju osjetljivost tekstila na svjetlo. Oni su obično kiseli i pri vlažnim uvjetima mogu prouzročiti kiselu hidrolizu vlakana.

Apreturna sredstva prirodnog podrijetla, kao što su škrob, želatina, tutkala i smole na biljnoj bazi, mogu zbog svoje neotpornosti na starenje uzrokovati fizička oštećenja tekstila. Također, neka od njih tijekom vremena mogu postati kisela, što u vlažnim uvjetima rezultira kiselom hidrolizom vlakana. Određena sredstva hidrofobnog karaktera mogu inhibirati kvašenje i tako direktno utjecati na proces čišćenja tekstila vodom.

Masti, ulja i ostale masne tvari mogu na sebe vezati druge vrste prljavštine te mogu sadržavati slobodne kiseline. Uljne prljavštine koje sadrže nezasićene dvostruke veze, mogu oksidirati i umrežiti stvarajući čvrste mrlje koje uzrokuju naprezanja, što dovodi do slabljenja i pucanja materijala na rubnim područjima oko mrlje.

Proteinske prljavštine, krv, kazein, žumanjak i bjelanjak i sl., tijekom procesa starenja mogu oblikovati tvrde i krute mrlje.

Obojene organske tvari, boje, tinte, pigmenti, i obojeni produkti kemijskog i mikrobiološkog propadanja vlakana mogu imati kiseli ili alkalni karakter, čineći tekstil osjetljivijim na svjetlo, a mogu ga i deformirati.

Mikroorganizmi - bakterije i plijesni/mikrogljivice su biološki uzročnici propadanja i svojim enzimskim djelovanjem mogu uzrokovati teške nepovratne degradacije vlakna. Produkti njihova metabolizma su kiseli i često uzrokuju obezbojenje tekstila.

Ljepila na tekstilu, tijekom vremena i starenja ili zbog djelovanja povišenih temperatura i/ili vlažnih uvjeta, mogu postati ljepljiva. Zbog toga na sebe mogu vezati čestice prljavštine. Neka ljepila, uključujući biljna i životinjska ljepila, te prirodne i sintetske smole, mogu starenjem postati kruta, pa čak i krta, uzrokujući mehanička oštećenja tekstila. Tijekom **vremena** mogu postati kisela, što u vlažnim uvjetima dovodi do kisele hidrolize vlakana.

4. Otapala

Izbor otapala ima značajnu ulogu. Postoji velik raspon dostupnih otapala, ali treba napomenuti da jedno otapalo može imati nekoliko različitih naziva.

U otopini dolazi do miješanja otopljenih tvari i otapala na molekularnoj razini. Topljivost se postiže tek kada se razbiju sekundarne veze između molekula prljavštine (topljive tvari). Pucanje veza odvija se spontano onda kada su u otopini sile privlačenja (sekundarne veze) među različitim molekulama (molekula otapala i molekula topljive tvari) veće od privlačnih sila unutar molekula otapala i molekula otopljene tvari. Glavni zakon otapanja je sličnost otapala i tvari za otapanje. Općenito, polarni spojevi otapaju se u polarnim otapalima, a nepolarni spojevi u nepolarnim otapalima. Nepolarne molekule pokazuju pretežno slabe van der Waalsove

privlačne sile među molekulama, a polarne (dipolne) molekule zbog neujednačene raspodjele električnog naboja imaju pojačane elektrostatske privlačne sile.

Međutim, pravilo da slično otapa slično, vrijedi samo za slučajeve kada su otapalo i tvar za otapanje (prljavština) istog naboja. U praksi, ista polarost je samo jedan od uvjeta za učinkovito otapanje prljavštine. Stvarna topljivost prljavštine određena je:

- kemijskim sastavom prljavštine, uključujući stereokemijsku strukturu molekule;
- veličinom molekula prljavštine (molekulna masa), njihova stereokemijska struktura i veličina čestica prljavštine, utječu na prodiranje otapala. Kroz umrežene polimere (velikih molekularnih masa) kao što su epoksi ili poliesterske smole, ne može prodrijeti otapalo, već samo izaziva bubrenje njihove površine. Dugolančani polimeri (kao što su životinjska ili biljna ljepila, nitroceluloza ili polivinil acetat) mogu se otopiti u odgovarajućim otapalima, no prodiranje otapala između dugih lanaca je sporo, što proces čini dugotrajnim;
- polarnošću molekula - većina organskih molekula prljavštine sastoji se i od nepolarnih područja i od polarnih funkcionalnih skupina ili lanaca. Topljivost organske prljavštine u osnovi ovisi o omjeru polarnih (hidrofilnih) i nepolarnih (hidrofobnih) dijelova;
- temperaturom – topljivost se uglavnom povećava s povećanjem temperature.

Među molekulama otapala djeluju van der Waalsove, dipolne i vodikove sekundarne veze različite jakosti i udjela, ovisno o polarosti otapala, pa se tako razlikuju tri skupine:

1. *Otapala jako izražene polarnosti* u koju se ubraja većina polarnih otapala, kao što su voda, alkoholi ili organska otapala na bazi dušika, koja ovisi uglavnom o vodikovim

vezama koje povezuju njihove molekule.

2. *Otapala srednje izražne polarnosti* kao što su molekule etera, estera, ketona i nekih kloriranih ugljikovodika, koja stvaraju pretežno dipolne veze. Obično otapaju materijale koji sadrže funkcionalne skupine slične polarnosti kao i otapalo, kao što su masti, ulja, smole ili voskovi.

3. *Otapala slabe polarnosti ili nepolarna otapala*, gdje je raspodjela elektrona ujednačena i simetrična, mogu se definirati kao nepolarna otapala, npr. čvrsti parafin, perklor etilen i ugljikovodikova otapala.

S praktične strane, na topljivost još utječe temperatura, trajanje procesa, tj. vremensko djelovanje otapala.

Otapalo je “jako” ili “slabo” samo kada se gleda u odnosu na materijal koji se otapa i u odnosu na materijal koji se ne želi otopiti. Ovaj je koncept od ključne važnosti za sigurnu primjenu otapala u konzervatorsko-restauratorske svrhe. Ako se u procesu čišćenja pojavi potreba za primjenom “jakog” otapala (jer su “jaka otapala” više polarna od “blagih”), ako je to moguće, preporučuje se upotreba mješavine otapala koja je manje agresivna i manje opasna za materijal. Tako npr. ako je na materijalu mrlja od smole koja je oksidirala, upotrebom mješavine otapala (ksilena) i vode, stabiliziranih s neionskim tenzidima u deterdžentu, dolazi do miješanja ulja i vode te otapanja mrlje od smole. Sposobnost restauratora da prilagodi sustav otapanja specifičnoj prirodi supstrata omogućava mu daleko veću kontrolu nad procesom zaštite.

4.1. Voda

U konzerviranju i restauriranju tekstila voda ima široku primjenu. Osobito se koristi u procesu čišćenja povijesnog tekstila, ali i za druge postupke npr. kao otapalo za mnoge kemikalije, za modificiranje otopina, u procesu bojadisanja novog materijala koji se upotrebljava za konsolidiranje

oštećene strukture. U procesu mokrskog čišćenja, voda služi kao otapalo i kao medij za čišćenje.

Voda privlači **hidrofilne** otopljene tvari, koje se zbog hidratacije brže otapaju u vodi (male organske molekule: šećeri, organske kiseline i neke aminokiseline). To su specifične neutralne molekule, koje elektrostatski međudjeluju s molekulama vode.

Hidrofobne tvari sastavljene od nepolarnih molekula, npr. lipidi i većina proteina, netopljivi su u vodi, jer ne mogu uspostaviti vodikove veze.

Voda je učinkovito otapalo za mnoge vrste prljavština. Većina anorganskih prljavština, kao što su ionske soli, lako se otapaju u čistoj vodi. Toplji-
vost u vodi ionskih spojeva uzrokovana je električnim privlačenjem negativno nabijenih iona prljavštine pozitivnim polovima molekula vode (atomi vodika), a pozitivno nabijenih iona prljavštine negativnim polom molekule vode (atom kisika). Dakle, molekule vode postupno uzrokuju raspadanje ionskih kristala prljavštine tako da molekularni dipoli vode okružuju ione i elektrostatskim ion-dipolnim privlačenjima stvaraju hidratacijsku ovojniciu.

Mnoge soli koje potječu iz ukopnih materijala (grobnih tekstila) mogu biti otopljene u čistoj vodi; ioni željeza [željezo (III) soli] pripadaju u izuzetke jer nisu vodotopljivi. Polarne organske prljavštine, kao što su šećeri (ponekad prisutni kao apreturna sredstva ili mrlje), neke vrste polisaharida (npr. gumiarabika) i proteina (npr. ljepila životinjskog podrijetla), također su topljive u vodi i mogu se pranjem učinkovito ukloniti.

Čistoća vode koja se koristi u procesu važan je faktor i ovisi o izvoru vode. Voda je agresivno otapalo jer je za vodu energetski povoljnije da sadrži neke vodotopive spojeve. Ovi spojevi imaju karakterističnu topljivost (ukupan iznos određenog spoja koji se otapa na određenoj temperaturi u 100 cm³ vode). Destilirana voda može otopiti visoki postotak količine određenog spoja.

Celulozni i mnogi drugi materijali biološkog podrijetla, kao što su drvo, vuna (dlake), papir i koža, vrlo su osjetljivi na vodu, koja uzrokuje bubrenje i narušava njihovu strukturu. U nekim slučajevima ovo bubrenje je neprimjereno. Da bi se izbjeglo oštećenje već degradiranog objekta, konzervator će ponekad morati izbjeći vodene otopine. Međutim, polarna otapala, kao što su alkoholi, mogu također biti štetni. U konzervatorsko-restauratorskoj obradi, konzervator će svjesno koristiti najslabiji (efikasniji) polarni sustav, da bi sačuvalao predmet i njegovu strukturu.

4.2. Organska otapala

Organska otapala mogu otopiti ili barem izazvati bubrenje određene vrste prljavštine. Pored toga često je potrebno mehaničko djelovanje da bi se prljavština uklonila. Ponekad se u procesu čišćenja organskim otapalima dodaju površinsko aktivne tvari (tenzidi) i voda.

U čišćenju povijesnog tekstila otapala se primjenjuju za uklanjanje:

- prljavštine topljive samo u organskim otapalima, npr. katran, bitumenski materijal ili vosak,
- uljne ili masne prljavštine, koja zahtijeva manje mehaničkog djelovanja nego u procesu čišćenja vodom.

Otapala se također upotrebljavaju kada u procesu čišćenja vodom može doći do razlijevanja ili promjene tona obojenja tekstilnog supstrata te kada zbog bubrenja vlakana, može doći do raspada oštećenog tekstilnog materijala, a i kada proces čišćenja vodom može prouzročiti dodatna oštećenja vlakna koja su već prošla proces hidrolize i/ili oksidacije.

Organska otapala se upotrebljavaju i u čišćenju tekstila impregniranih osjetljivim apreturama, štirkom, ili osjetljivih površina, kao što je baršun i pliš, reljefni vez, ili tkanina s ukrasima koje se mogu oštetiti djelovanjem vode. Njihova primjena se posebno preporuča kod čišćenja materijala s ukrasnim faldama, naborima, pregibima ili gužvanim mjestima, koja su načinjena

specifičnim postupcima izrade određenog tekstilnog predmeta. Također, kada kao posljedicom čišćenja vodom može doći do skupljanja ili bubrenja tekstila, npr. kod vune, celuloznih vlakana i sl. Kod podstavljenog, višeslojnog tekstila ili onog s punjenjem (npr. nošnje, kostimi i presvlake) gdje su prisutni različiti materijali, koji različito mogu reagirati na vodu i time uzrokovati i različite promjene dimenzija. Kada je na tekstilnom materijalu prisutno perje, krzno ili neki drugi materijal osjetljiv na vodu, kao što su životinjska ljepljiva ili želatina/tutkalo, koji onemogućavaju korištenje vode u procesu čišćenja.

Otapala za čišćenje su neučinkovita ili se ne bi trebala primjenjivati za otapanje najpolarnijih produkata propadanja i razgradnje vlakana (obično žute ili smeđe boje), jer se ne mogu otopiti u organskim otapalima, za razliku od procesa čišćenja vodom. Također nisu pogodna za čišćenje prljavština od šećera, škroba, biljne gume, proteina visokog polarnog karaktera, zemlje, gline i soli (uključujući 'vapneni/kalcijev sapun').

Kemijskim čišćenjem se ne relaksiraju ili ne uklanjaju nabore i izgužvanost na tekstilu. Organska otapala otapaju ili izazivaju bubrenje nekih vlakana, npr. aceton može otopiti acetatna vlakna. Mogu uzrokovati razlijevanje ili promjenu obojenja postignutim nekim bojilima i pigmentima. Vezivna sredstva koja se nalaze npr. na oslikanom ili tiskanom tekstilu, kao i sintetska ljepljiva, mogu nabubriti ili se otopiti u organskom otapalu, a isto se može dogoditi i s ukrasima, pucetima ili materijalom za punjenje, izrađenih od materijala osjetljivih na otapala.

Također se ne upotrebljava za čišćenje osjetljivih tekstila i onih koji su već prošli određenu fazu propadanja, te nisu u mogućnosti izdržati mehaničko djelovanje i visoke temperature karakteristične za neke procese čišćenja otapalima.

5. Čišćenje

Probe čišćenja u restauriranju tekstila često uključuju testove s nizom čistih

otapala, kao što su npr.: bijeli špirit-white spirit (alifatsko otapalo), toluen (aromatično otapalo), perkloretilen (halogenirani ugljikovodik), aceton ili metiletilketon (keton), dioksan ili tetrahidrotiofen (eter), dimetilformamid (dušični spoj), piridin (organska baza), metanol ili etanol (alkohol) i voda. Rezultati ovih testova (topljivosti i netopljivosti) pružaju zaključke o ispitivanoj vrsti prljavštine. Npr., ako se uzorak otapa u vodi, alkoholu, eteru, esteru i ketonu, ali je netopljiv u spojevima s dušikom, organskim bazama, kloriranim ugljikovodicima, aromatskim i alifatskim otapalima, onda on pripada skupini polisaharida ili proteinskoj skupini, a može se zaključiti kako se sigurno ne radi o vosku.

Ovi testovi razvijeni su s ciljem da bi se olakšala identifikacija prirodnih vezivnih sredstava i lakova na slikama, ali se mogu primijeniti i za analizu u konzerviranju i restauriranju tekstila.

Identifikacija prljavštine, ili barem određivanje skupine kojoj ona pripada, može se postići na temelju njene topljivosti i netopljivosti primjenom jednostavnih testova. Pritom treba imati na umu činjenicu da sintetski polimeri na graničnom području topljivosti bubre, ali se ne otapaju. Probe prikladnosti određenog otapala koje se provode kod identifikacije prljavštine na povijesnom tekstilu, ne smiju se provoditi bez prethodnog testiranja kojim bi se utvrdila osjetljivost vlakana, boje, apreturinih sredstava i drugih materijala prisutnih na tekstilu u odnosu na određeno otapalo.

Testove topljivosti potrebno je provoditi na malim uzorcima. Ovi su testovi destruktivni, pa se zato koriste mali, podjednake veličine, jednokratni uzorci materijala koji se ispituje. Načelo testiranja je jednostavno; uzorak se stavi u epruvetu koja sadrži određeni volumen otapala. Preporučljivo je raditi u standardnim uvjetima temperature i relativne vlažnosti. Potrebno je redovno protresti epruvetu te pratiti i zabilježiti svaku promjenu kao što je bubrenje, potpuno ili djelomično otapanje.

Prilikom uklanjanja sintetskog ljepljiva potrebno je izbjegavati uranjanje u

otopinu, da ne bi došlo do njegova potpunog otapanja, prodiranja u strukturu tekstila, te impregnacije tekstila koje samo djelomično otapa prljavštinu. Takvo će otapalo izazvati samo njegovo bubrenje, a onda se ljepljivo lako može mehanički ukloniti.

Mnoga otapala koja se koriste imaju značajne zdravstvene i sigurnosne rizike, a neka su i zabranjena, kao npr. benzen, kloroform, piridin i ugljiktetraklorid. Treba voditi računa da najučinkovitije otapalo može proizročiti isušavanje vlakana, otopiti komponente tekstilnog objekta (vlakna, apreture ili ukrase), uzrokovati razlijevanje ili promjenu boje, kao i bubrenje vezivnog sredstva na oslikanom ili tiskanom tekstilu. Prodor i zadržavanje otapala u strukturi materijala te njegovi učinci na zdravlje i sigurnost, također predstavljaju ograničavajući faktor pri izboru prikladnog otapala.

Parametri topljivosti prljavštine prema Horieu, Kristu i Baniku opisani su u stručnoj literaturi [1].

5.1. Čišćenje vodom/mokro čišćenje

U procesu čišćenja tekstila otklanjaju se prljavštine koje svojim djelovanjem ubrzavaju njegovo propadanje. Kiseo karakter prljavštine pospješuje propadanje tekstila, a neke vrste prljavštine mogu i mehanički proizročiti oštećenja vlakana. Čišćenjem tekstila se regulira pH materijala i poboljšava ukupni izgled.

Voda otapa većinu produkata koji uzrokuju propadanje prirodnih vlakana a koji materijalu daju žuto obojenje i imaju kiseo karakter. Njihovim uklanjanjem ne doprinosi se samo estetskom poboljšanju tekstila, nego i njegovom očuvanju i njezi. Voda uklanja nabore i izgužvanost (elastične deformacije) tekstila relaksirajući naprezanja u vlaknima, pređi i tkanini. Voda djeluje kao omekšivač ili plastifikator na polimere vlakana, čime se poboljšava fleksibilnost i mekoća tekstila, a time omogućava i ponovna uspostava originalnog oblika i dimenzija kod starog, zgužvanog i deformiranog materijala. Ograni-

čenja procesa čišćenja vodom su u tome što voda može izazvati promjenu ili razlijevanje boja na tekstilu. Vlakna, koja se nalaze u lošem stanju, mogu pretrpjeti daljnja pogoršanja tijekom čišćenja vodom. Uklanjanje prevelike količine produkata razgradnje vlakana može također rezultirati prevelikim gubitkom mase, te tako uzrokovati raspadanje tekstila. Može uzrokovati promjene na površini tkanina, kao npr. otapanje apretura ili mehanička oštećenja zbog nestručnog rukovanja. Kod vunjenih tkanina može se pojaviti pustenje. Baršuni i pliševi mogu se deformirati i izgubiti karakterističan efekt površine. Voda može imati znatan utjecaj na materijal za punjenje i podlaganje, podstave, krzna i perje, kod kojih može doći do skupljanja, deformacija ili bubrenja.

Voda može razgraditi jako degradirana vlakna koja su osjetljiva na vodu, kao i fine životinjske membrane prisutne na nekim metalnim nitima. Tijekom čišćenja, mehaničkim djelovanjem ili bubrenjem vlakana koja se nalaze u središtu niti srme, može doći do uklanjanja tankog sloja pozlate prisutnog na nekim metalnim nitima. Dimenzijske promjene tekstila mogu nastati bubrenjem, skupljanjem ili istezanjem vlakana. Važni nabori mogu se znatno smanjiti ili ukloniti, kao posljedica elastičnog stanja polimera vlakana u vodi. Mogu nastati mehanička oštećenja zbog povećane mase pređe i vlakana uzrokovana upijanjem vode, i nespretnim rukovanjem predmetom tijekom procesa čišćenja.

U čišćenju tekstila koristi se otopina tenzida, a otklanjanje prljavštine pospješuje se pažljivim gibanjem materijala.

U nazočnosti tenzida smanjuje se površinska napetost vode i granična napetost između vode i tekstila, čime se olakšava kvašenje tekstilnog materijala.

Čišćenje se odvija u tri faze: prva je kvašenje tekstila, druga faza je otpuštanje prljavština u kupelj, i treća faza je stabiliziranje i sprječavanje redpozicije prljavštine na tekstil.

Skinute prljavštine s tekstila u kupelj, treba zadržati u kupelji da ne dođe do ponovnog taloženja na tekstil, koje bi moglo prouzročiti posivljenje.

Anionski tenzidi vrlo su učinkoviti u djelovanju na polarne prljavštine sličnog naboja, zbog negativno nabijene glave. Hidrofobni repovi tenzida prodiru u hidrofobnu prljavštinu, dok polarni dijelovi prodiru u polarnu prljavštinu. Zbog takvog prodiranja molekula tenzida, prljavština na površini tekstila se usitnjava i razbija na male čestice.

Neionski tenzidi jednako dobro prodiru u nepolarne i polarne prljavštine budući da nemaju naboja. Oni se polarnim dijelom vežu na polarne prljavštine dipolnim i vodikovim sekundarnim vezama, a za nepolarne prljavštine nepolarnim dijelom van der Waalsovima.

Primjena mješavine anionskog i neionskog tenzida poboljšava učinak pranja, jer anionski tenzid gura prljavštinu iz vlakna, dok istodobno neionski tenzid prodire unutar različite vrste prljavštine. Ova metoda koristi se kod viših temperatura, gdje je masna/uljna prljavština pokretljivija [4, 7].

Tenzidi obično ne uspijevaju vezati prljavštine koje sadrže *aromatični* benzenov prsten (npr. prirodne smole ili derivati naftalena). Međutim, oni su u stanju dispergirati masti koje imaju dugačke ravne hidrofobne lance. To objašnjava činjenicu zašto se masne prljavštine lako uklanjaju, dok, primjerice, fumiganti na bazi naftalina mogu ostati na tekstilu, čak i nakon nekoliko pranja.

Tenzidi imaju moć da prljavštine solubiliziraju, dispergiraju i emulgiraju u vodi i otežavaju njihovo ponovno taloženje na tekstil (redpozicija). Bolji uspjeh se postiže dodatkom inhibitora posivljenja u malim količinama, kao što su natrijeva karboksimetilceluloza, polivinil alkohol, polietilenglikol, polivinilpirolidon, hidrofilni polimeri i sekvestranti.

Temperatura pranja znatno utječe na topljivost tenzida u kupelji i odvijanje procesa pranja. Temperatura kupelji, koja se preporučuje za pranje povijesnog tekstila, kreće se u rasponu

između 21 i 38 °C i treba biti usklađena s temperaturom topljivosti tenzida, koja za anionske tenzide iznosi oko 40 °C, a za neionske tenzide 20-30 °C [8]. To se odnosi na tenzide koji su namijenjeni isključivo za pranje povijesnog tekstila i prilagođeni pranju na tim temperaturama.

Topljivost anionskog tenzida u osnovi ovisi o duljini hidrofobnog lanca i povećava se s povećanjem temperature kupelji. Tenzidi s dugim polarnim lancima, npr. neionski tenzidi, otapaju se već u hladnoj vodi, a njihova je topljivost maksimalna na temperaturama od 60 do 80 °C.

Anionski tenzid, npr., alkilsulfat s 14-16 ugljikovih atoma u lancu, ima izvrsnu moć pranja s dobrom formacijom micela i disperznim svojstvima. Njegova upotreba zahtijeva temperaturu pranja iznad 40 °C da bi postigao kritičnu koncentraciju micela. Povijesni tekstil valja prati na niskim temperaturama za pranje tekstila, jer povišene temperature uzrokuju štetan efekt bubrenja, skupljanja, pustenja ili hidrolize degradiranih vlakana te razlijevanje boje ili otpuštanje previše produkata degradacije.

Za postizanje učinkovitog uklanjanja prljavštine na niskim temperaturama postoji nekoliko načina:

- korištenje deterdženta koji sadrži neionske tenzide i koji se otapa u vodi na sobnoj temperaturi,
- dodatak sekvestranta, što uzrokuje porast topljivosti anionskih tenzida i na nižim temperaturama, međutim, njihova primjena ima mnogo ograničenja,
- uporaba mješavine anionskog i neionskog tenzida u pranju. Njihova kombinirana uporaba potiče nastajanje mješovite površinski aktivne tvari na nižim temperaturama.

Anionski tenzidi zahtijevaju potpunu ionizaciju da bi postigli optimalnu učinkovitost pranja. U obliku natrijeve soli ioniziraju bolje u lužnatim uvjetima, dok u kiselim uvjetima teško ioniziraju ili ne mogu ionizirati. Izuzetak je metilni ester masne kiseline α -sulfonat jer je stabilan kod pH između 3 i 10, što ga čini odličnim za

čišćenje tekstila koji imaju kisela svojstva.

Sekvestranti mogu u pranju djelovati kao puferi jer često daju blago alkalne uvjete koji pospješuju ionizaciju anionskog tenzida. Stupanj ionizacije ovisi o prisutnosti aniona u kupelji (npr. hidrogenkarbonatnog iona), što uzrokuje slabu kiselost, kao i brojnih iona anionskog tenzida (npr. natrijevog iona), koji daju jaku lužnatost kupelji za pranje. Ovako kombinirana uporaba sekvestranata i anionskih tenzida može u konačnici rezultirati alkalnim pH kupelji.

Prednosti korištenja kupelji za pranje koja ima lužnati pH u čišćenju nede gradiranog tekstila otpornog na djelovanje lužina su:

- poboljšanje učinkovitosti čišćenja anionskih tenzida;
- razbijanje masnih prljavština saponifikacijom;
- stabiliziranje anionskih tenzida s vezanom prljavštinom;
- neutraliziranje kiselina otpuštenih u kupelj s tekstila i prljavštine.

Neionski tenzidi ne ioniziraju i ne uzrokuju promjene pH kupelji. Oni su obično djelotvorni i u kiselim uvjetima. Tijekom procesa čišćenja vodom mijenja se pH kupelji za pranje i ispiranje. Dakle, praćenje pH tijekom svake faze procesa pranja može dati vrijedne informacije o tome kada i kako se mijenjao pH.

Kako bi se spriječilo preveliko bubrenje ili hidroliza degradiranih vlakana, vrijeme pranja povijesnih tekstila mora biti što kraće. Korištenje usisnog stola za čišćenje vodom može smanjiti vrijeme i spriječiti bubrenje vlakana.

S druge strane, u skladu sa tri uzastopne faze pranja (vrijeme indukcije, brzo otpuštanje prljavštine i završna faza) nije preporučljivo zaustaviti pranje prije faze brzog otpuštanja prljavštine. Čak i kada se koristi usisni stol mora se postići određeno kvašenje. Indukcijsko vrijeme pranja obično je kraće sa neionskim tenzidima nego s anionskim, zbog nedostataka odbojnih ionskih sila između tekstila i tenzida. Naravno, vrijeme indukcije ovisi i o vrsti vlakana, gustoći i strukturi tekstila, hidrofobnoj naravi

prljavštine, temperaturi pranja i komponentama deterdženta za pranje.

U konzervatorskom čišćenju povijesnog tekstila, faza brzog otpuštanja prljavštine trebala bi započeti i postići ravnotežu unutar razumnog vremenskog roka. Proces pranja povijesnog tekstila treba završiti prije kraja faze brzog otpuštanja prljavštine, kako bi se spriječilo njihovo ponovno taloženje na materijal. Trajanje ove faze ovisi o nekoliko čimbenika, a jedan od ključnih je vrsta tenzida. Ako se jedna vrsta sredstava za pranje pokaže nedovoljno učinkovitom da bi se postiglo potrebno uklanjanje prljavštine, umjesto namakanja tekstila u istoj kupelji, preporučuje se primjena druge kupelji (ili više njih). S novom kupelji faza brzog otpuštanja prljavštine započinje ponovo.

Cilj ispiranja je uklanjanje micela tenzid-prljavštine i molekula tenzida i nosilaca prljavštine preostalih u kupelji. Ako ostanu u tekstu, tenzidi i nosioci prljavštine, kao što je NaCMC (natrijeva karboksimetil celuloza), pomažu u privlačenju i difuziji prljavštine iz okoliša kao i drugih štetnih tvari. Ovo je također jedan od razloga zašto se ne preporučuje dodavanje tenzida ili NaCMC više nego što je potrebno, osim ako njihova upotreba nije neophodna.

Da bi se optimiralo ispiranje, proces treba provoditi na temperaturi topljivosti tenzida, nosilaca prljavštine i drugih sastojaka sredstva za pranje. Kada se samo razmatra optimalna učinkovitost ispiranja, preporučena temperatura za ispiranje anionskog tenzida prilično je visoka (iznad 40 °C) za povijesne tekstilije (osim ako se ne dodaje sredstvo za kvašenje kako bi se omogućilo korištenje nižih temperatura). Kod neionskih tenzida učinkovitost se postiže i na nižoj temperaturi (25-30 °C). Nosioci prljavština mogu se dodati u prvu kupelj za ispiranje ako je tekstil jako zaprljan. Na nižim temperaturama obvezno je kraće vrijeme ispiranja (kako bi se izbjeglo zasićenje) i redovito mijenjanje kupelji za ispiranje.

Vrijeme ispiranja i pranja ovisi o mnogim čimbenicima, a osobito o debljini i strukturi tekstila, mogućnosti

gibanja materijala u kupelji, i da li se ispiranje provodi tekućom vodom ili u kupki. Upotreba tekuće vode za ispiranje može prouzročiti da ioni kalcija i magnezija zamjene mjesto s česticama prljavštine u micelama s tenzidom, i tako ponovno dovesti do taloženja prljavštine na tekstu. Korištenje meke ili deionizirane vode, barem u prve dvije kupelji za ispiranje, pomaže u sprječavanju re-depozicije prljavštine.

Ako se razmatraju svojstva ispiranja anionskog tenzida, može se zaključiti da se oni mogu lako isprati s obzirom na odbojne sile koje djeluju između tekstila i tenzida. Pa ipak, koncentracija anionskog tenzida u opranom tekstu može biti prilično visoka [9]. Neionski tenzidi koji imaju duge polarne dijelove mogu se snažno vezati za tekstil pa ih je gotovo nemoguće potpuno ukloniti. S druge strane, njihova koncentracija je niska, pa bi bilo koji ostatak u tekstu bio vrlo niske koncentracije.

5.1.1. Učinkovitost čišćenja vodom

Pri vrednovanju sposobnosti čišćenja skupine tenzida treba imati u vidu činjenicu da stvarno djelovanje tenzida ovisi o individualnim karakteristikama tenzida, vrsti tekstila i prljavštine, ostalim komponentama u kupelji za pranje, kao i temperaturi pranja, pH i trajanju samog procesa pranja.

U načelu, kombinacija neionskih i anionskih tenzida u smjesi deterdženta za pranje rezultira učinkovitijim uklanjanjem prljavštine, više nego samostalno djelovanje bilo kojeg tenzida, pogotovo u uvjetima pogodnim za pranje povijesnog tekstila. Formulacija komercijalnog deterdženta (praškast ili tekući) nije pogodna za čišćenje povijesnog tekstila. Mnogi od njegovih sastojaka nepotrebni su ili čak štetni za povijesne tekstilije. Soda i natrijev trifosfat daju visoko alkalni pH, kao i neki sekvestranti. Enzimi i bjelila mogu izazvati daljnje propadanje već degradiranog tekstila kao i promjenu boje. Optička bjelila ne smiju biti prisutna u pranju tekstila koje su bile proizvedene prije pronalaska optičkih bjelila. Dakle

ako optička bjelila nisu bila prisutna na tekstilu koji se pere, onda ih se i ne smije dodati u kupelj za pranje, jer bi se time dobila iskrivljena slika o stvarnom prvobitnom izgledu obrađivanog predmeta.

Kako se pranje povijesnog tekstila obično provodi u staklenim ili plastičnim posudama i usisnim stolovima i kadama od kromiranog čelika, s omekšanom ili destiliranom vodom u kojoj nema iona metala, potpuno je nepotrebno prisustvo zeolita i natrijevog silikata, koji se mogu istaložiti na tekstil i uzrokovati mehanička oštećenja. Također je zabranjena upotreba sredstava za pranje koja sadrže kemijska bjelila, mirise, bojila, aktivatore bijeljenja, stabilizatore i antistatička sredstva, koja se vežu na vlakna povijesnog tekstila. Inhibitori posivljenja ili nosioci prljavštine mogu biti prisutni, ali često nisu potrebni za pranje povijesnog tekstila. Korištenjem meke, deionizirane ili destilirane vode, dodatak sekvestrana nije obavezan, iako je njihova uloga važna u uklanjanju prljavštine.

Prema jednoj tezi, za celulozna se vlakna preporučuje pranje i ispiranje u otopini koja sadrži 20-200 ppm magnezijevog sulfata ($MgSO_4$) otopljenog u destiliranoj vodi. Na taj se način smanjuje gubitak kalcija i magnezija iz celuloze (hemiceluloze i pektina), a time i poboljšava stabilnost polimera biljnih vlakana. Međutim, učinkovitost ove metode je upitna, jer prisutnost iona kalcija i magnezija u kupelji sprječava uklanjanje prljavštine, a za razliku od papira, količine kalcija i magnezija u celuloznim vlaknima vrlo su niske. Neki stručnjaci preporučuju različite recepture za pranje povijesnog tekstila, s obzirom na fizikalno-kemijska svojstva vlakana, sastav prljavština, kvalitetu vode te sastav i učinkovitost deterdženta. Također, pranje ovisi o temperaturi, vremenu i mehaničkom gibanju materijala, koje za pranje povijesnih tekstilija mora biti svedeno na minimum [1].

Kupelj za pranje povijesnog tekstila obično sadrži:

- Tenzid: anionski (uobičajena koncentracija 0,5-1,0 g/l) ili neionski (koncentracija 0,1-0,5 g/l) ili mješavina tenzida;
- Vodu: meku, destiliranu, deioniziranu ili demineraliziranu.

Ponekad se koriste:

- Nosioci prljavštine: natrijeva karboksimetilceluloza (NaCMC) uobičajene koncentracije od 0,05 g/l;
- Sekvestranti: mogu se dodati za omekšavanje vode i/ili uklanjanje prljavštine koja sadrži metale, dodaju se u koncentraciji od oko 0,5-2,0 g/l;
- Pufferi: mogu se dodati za održavanje konstantnog pH kupelji za pranje, u slučaju tekstila koji ima visoku kiselost ili lužnatost.

5.2. Čišćenje primjenom otapala

Razni čimbenici utječu na odabir prikladnog otapala i metoda njegove primjene (moć otapanja, hlapljivost, zadržavanje i otrovnost). Otapala za čišćenje mogu se primjenjivati lokalizirano, tj. direktnim nanošenjem na mrlju i prljavštinu, ili tako da se cijeli tekstil uroni u otapalo. Proces se može provoditi pomoću upijajućih materijala (bugačica), na usisnim stolovima ili najčešće u "zatvorenom sustavu" u usisnim komorama s posebnim filtrima (digestori), gdje se čišćenje provodi parama otapala.

Čimbenici koji utječu na proces čišćenja i upotrebu određenog otapala su:

- vrsta obrade materijala i prljavštine,
- topljivost prljavštine,
- površinska napetost otapala,
- prodor (difuzija) otapala u strukturu prljavštine i tekstila,
- zadržavanje otapala u tekstilu i njegova moć isušivanja tekstila,
- toksičnost.

Prodiranje organskog otapala u prljavštinu ovisi o veličini, strukturi i obliku prljavštine. Razaranje prljavštine obično započinje procesom bubrenja i može potrajati neko vrijeme. Površinska napetost organskog otapala (ili smjese otapala) razlikuje se ovisno o njegovoj polarnosti. Međutim, većina organskih otapala ima nisku površinsku napetost tako da

lako prodiru u strukturu tekstila i bez dodatka tenzida. Manje polarna otapala, za razliku od polarnih (alkohol), ne uzrokuju bubrenje hidrofилnog tekstila (kao što su pamuk, lan, viskoza, svila i vuna).

Ako se traži smanjivanje površinske napetosti, u otapalo se dodaje mala količina pomoćnog sredstva (površinski aktivne tvari-tenzida). Dodatak površinski aktivnih tvari i vode u otapalo ne samo da poboljšava njegovo prodiranje u strukturu tekstila, nego i pomaže u razaranju prljavštine, otapanju vodotopljive prljavštine i sprječavanju njenog ponovnog taloženja na tekstil. Takva smjesa otapala s dodatkom tenzida i vode naziva se "nabijeni sustav" ("charged system"). Tenzidi mogu olakšati čišćenje samo kada su njihove koncentracije izvan kritične micelarne koncentracije.

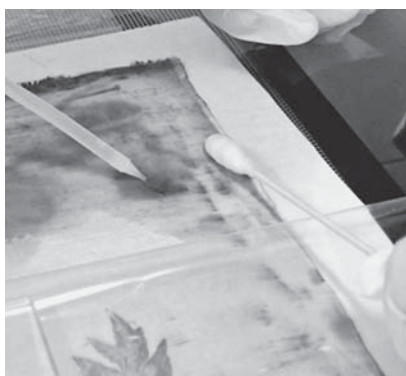
Učinkovitost otapala i procesa čišćenja također ovisi i o vrsti tekstilnog materijala. Poznato je da celuloza s organskim otapalima stvara sekundarne veze. Međutim, nastajanje vodikove veze s vodom energetski je povoljnije, pa tako atmosferska voda zamjenjuje organsko otapalo.

Zbog toga se nakon čišćenja organskim otapalima celuloznog tekstila preporučuju uvjeti povećane relativne vlažnosti. Međutim, relativna vlažnost zraka ne bi smjela preći granicu iznad 65%, jer tada postoji rizik od bubrenja vlakana i gljivične infekcije.

Isparavanje otapala s tekstila može biti vremenski dugotrajno, osobito ako se radi o otapalima koja se za vlakna vežu snažnim sekundarnim vezama. Brzina isparavanja otapala ovisi o mnogim čimbenicima: temperaturi, relativnoj vlažnosti zraka i tlaku para.

Tako se npr. razlikuje brzina isparavanja između tekstila uronjenog u otapalo kroz dulje vrijeme i istog otapala nanesenog na tekstil na usisnom stolu (ograničava se trajanje obrade a time i količina apsorbiranog otapala).

Isušenje tekstila djelovanjem otapala uzrokovano je prevelikom ekstrakcijom vezane vode iz vlakana. Neka otapala, poput alkohola i ketona, mogu tvoriti azeotropne smjese s ek-



Sl.3 Čišćenje povijesnog tekstila na usisnom stolu

strahiranom vodom i tako uzrokovati njeno isparavanje. Upotreba organskih otapala koja sadrže vodu mogu povećati sadržaj vlage u vlaknima. Međutim, kako bi se izbjeglo gužvanje i skupljanje tkanina, sadržaj vode u organskim otapalima obično je ograničen.

Neka sintetska vlakna topljiva su u organskim otapalima. Osim svojstva topljivosti materijala, značajnu ulogu ima i temperatura. Ako se obrada provodi dovoljno ispod temperature staklastog prijelaza (T_g) polimera vlakana, onda ono kratkoročno može odoljeti dodiru s organskim otapalom [7].

Sva organska otapala, osim onih izrazito halogenih (npr. perkloretilen), vrlo su zapaljiva. Što je niža točka paljenja, to je vjerojatnije da će se pare otapala zapaliti na sobnoj temperaturi. Ona otapala koja imaju točku paljenja ispod 21°C smatraju se vrlo opasna. Većina otapala koja se koristi također su vrlo hlapljiva, zbog toga se njima treba pažljivo postupati, a obrađene predmete držati na izoliranim i dobro ventiliranim mjestima, sve dok otapalo potpuno iz njih ne ispari [10].

Gotovo sva organska otapala su vrlo toksična. Takve se otopine mogu apsorbirati kroz kožu ili kroz dišne putove te tako izazvati neželjene posljedice (iritaciju, otekline, plikove, upalu očiju, dišnih puteva itd.). Kod rada s toksičnim otapalima obvezno se preporuča upotreba zaštitnih naočala i maski opremljenih posebnim filtrima, kao i nošenje zaštitnih rukavica otpornih na otapalo koje se koristi. Proces čišćenja treba provoditi u za to posebno opremljenim komorama i prostorijama, te u njima, nakon čišćenja,

predmete ostaviti dok iz njih potpuno ne ispari korišteno otapalo. Zbog toga posude u kojima je otapalo moraju biti dobro označene i čuvane [11].

Nakon odabira odgovarajućeg otapala ili smjese otapala, prvi korak u čišćenju povijesnog tekstila predstavlja utvrđivanje učinka odabranog otapala na tekstil. Potrebno je ispitati djelovanje otapala na vlakna, obojenja i aperture, kao i bilo koje druge materijale prisutne na tekstilnom predmetu, koje se želi obraditi određenim otapalom.

Tekstil i tekstilne predmete, potrebno je prije obrade pripremiti (npr. pokrivanjem puceta i labavih i oštećenih dijelova) kako bi se izbjegla daljnja oštećenja koja bi mogla nastati u procesu čišćenja zbog nestručnog rukovanja, gibanja, trenja i djelovanja samog otapala.

Otapalo se najprije nanosi na one dijelove povijesnog tekstila koji su najbolje sačuvani ili nisu vidljivi, tj. nalaze se skriveni među šavovima, pregibima ili prekriveni nekim drugim materijalom, a koje je potrebno obraditi otapalom i očistiti.

5.2.1. Čišćenje uranjanjem/potapanjem u organsko otapalo

Ovaj postupak provodi se u usisnim komorama, digstorima, koje su posebno proizvedene za odvod otrovnih para otapala i opremljene posebnim odvodnim ventilima i filtrima.

Otapala za čišćenje mogu se primjenjivati čista, te uz dodatak površinski aktivnih tvari, pomoćnih sredstava i vode. Da bi se izbjegla redepozicija prljavštine, dodaju se male količine (koncentracija od oko $0,005\text{ g/l}$) nosioca prljavštine. npr. natrijeve karbo-

ksilmetilceluloze (NaCMC) i ponekad specijalnih polimera (SRP-*Soil Release Polymer*) [4].

Važno je također voditi računa o iscrpljenju otapala, a uvijek se mora koristiti novo, čisto otapalo.

Višak otapala iz tekstila ponekad je potrebno ukloniti pomoću upijajućih materijala, kao što su filtarski papir, bugaćica ili bijela pamučna tkanina.

U fazi "sušenja" (tj. dok otapalo ne ispari iz tekstila) tekstil treba držati u uvjetima dosta visoke relativne vlažnosti (60-65%) i niske temperature da bi se omogućila supstitucija organskog otapala vodom. Sušenje je potrebno provoditi u posebnim komorama, ventiliranim prostorijama u kojima nitko nije prisutan. Faza sušenja može potrajati 24-72 h ili više, ovisno o hlapljivosti otapala, veličini i debljini tekstila, te sadržaju otapala u tekstilu.

5.2.2. Uklanjanje mrlja organskim otapalima/lokalizirano čišćenje

Za uklanjanje mrlja na povijesnom tekstilu može se koristiti širok raspon organskih otapala, ovisno o topljivosti prljavštine i vrsti materijala na tekstilu u blizini mrlje.

Upijajući materijal podloži se pod tekstil, koji se položi na ravnu površinu licem (ili stranom na kojoj je evidentna veća količina prljavštine). Obrada obično započinje s vanjske strane granice mrlje, primjenom male količine otapala pomoću pipete da bi se izbjeglo širenje otopljenog prljavštine dalje u strukturu tekstila. Taj postupak pomaže u sprječavanju nastanka prstenova kao što su npr. mrlje od vode. Potrebno je redovito mijenjati upijajući materijal da bi se smanjilo

lateralno širenje otapala i otopljenih prljavština.

Usisni/vakuumski diskovi ili stolovi koriste se kako bi se olakšalo čišćenje, sl.3. Tekstil, koji je porozan i kapilaran, položi se na površinu diska ili stola. Mrlja se obrađuje otapalom ili smjesom otapala, nakon čega se snagom usisa otklanjaju i otapalo i prljavština s tekstila.

Na učinkovitost obrade utječu poroznost strukture tekstila, površinska napetost i propusnost zraka. Snaga usisa pumpi mora biti takva da bi se izvukle prljavštine i otapalo kroz tekstil, a opet izbjeglo njegovo oštećivanje protokom zraka i djelovanjem pritiska na površinu tekstila, tj., snage usisa.

6 . Zaključak

Predmet koji se restaurira je jedinstveni artefakt i neponovljivo umjetničko ili povijesno vrijedno djelo. Poznavanje njegove povijesti, upotrebe i vremenskog slijeda događaja kroz koje je prošao, restauratoru uvelike pomaže u donošenju pretpostavki o

vrsti prljavštine prisutne na tekstu/ tekstilnom objektu i odabiru najboljeg načina i postupka čišćenja. Kombinacijom dragocjenog iskustva restauratora i analitičkih metoda odabire se najbezbolniji način čišćenja povijesnog tekstila. Pritom je bitno imati na umu da je i najjednostavniji zahvat u tom procesu destruktivan i ireverzibilan. Od restauratora tekstila traži se uspostavljanje kompromisa između zahtjeva za potpunim uklanjanjem prljavštine i očuvanja osjetljivog i degradiranog tekstilnog predmeta.

Literatura :

- [1] Timar-Balazsy A., E. Dinah., *Chemical Principles of Textile Conservation*, Butterworth - Heinemann Series in Conservation and Museology, Elsevier Science Ltd. England, 2002
- [2] Hofenk de Graaff J.H.: *Some recent developments in the cleaning of ancient textiles*, Science and Technology in the Service of Conservation, IIC, edited by N. S. Brommelle and G. Thomson, 1982
- [3] Andrassy M., R. Čunko: *Vlakna*, Zrinski d.d., Zagreb, 2005.

- [4] Soljačić I., T. Pušić: *Njega tekstila: čišćenje u vodenim medijima*, Tekstilno-tehnološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, 2005.
- [5] Smulders E.: *Laundry Detergents*, Wiley-VCH Verlag GmbH, Weinheim, 2002
- [6] Dekanić T. i sur.: *Uklanjanje mrlja s tekstila i kože*, *Tekstil* 58 (2009.) 3, 75-91
- [7] Carr C.M.: *Textiles Industry*, Blackie Academic & Professional, London, 1995
- [8] Tinkharn R.: *Soil Removal and Re-deposition on Cotton, Nylon, and Polyester Fabrics Wet-Cleaned with Anionic and Nonionic Surfactants*, University of Alberta, 2001
- [9] Pušić et al.: *The Influence of the Textile Fibre Composition on Surfactant Adsorption and Desorption // Magic World of Textiles : Book of proceedings of the 2nd International Textile, Clothing & Design Conference, 2004*, 444-449
- [10] Soljačić I., D. Pezelj: *Pranje (čišćenje) i dorada u PER-u*, *Tekstil* 30 (1981.) 7, 381-391
- [11] Lemia d.o.o., Zagreb, *Usmeno priopćenje*

SUMMARY

Cleaning of historic textiles

*D. Jemo**, *J. Soljačić***, *T. Pušić***

Historic textiles may be partially damaged and soiled with a variety of impurities originated from the use, but also that of long-term ageing. Cleaning of historic textiles is a very specific process that requires a high attention, expertise and experience of the employees. It is often a compromise between the desire to make object clean and the need to avoid further damage that can occur during cleaning. Some specific stains that may have historic features may not be removed. The selection of cleaning agents must be chosen very carefully, as not to destroy the appearance of the historical object. For example, optical brightening agents should not be added to the bath for washing of historical objects made in a time in which those agents did not exist

Key words: historic textiles, conservation, restoration, cleaning

**University of Dubrovnik, Department of Art and Restoration
Dubrovnik, Croatia*

***University of Zagreb, Faculty of Textile Technology
Zagreb, Croatia*

e-mail: danijela.jemo@unidu.hr

Received October 5, 2009

Die Reinigung von historischen Textilwaren

Historische Textilien können teilweise durch unterschiedlichste, beim Gebrauch entstandene Verschmutzungen, aber auch durch eine lange Lagerung, beschädigt und verunreinigt werden. Die Reinigung historischer Textilien ist ein sehr spezifischer Prozess und erfordert besondere Aufmerksamkeit, Kompetenz und Erfahrung. Oft geht es um den Kompromiss zwischen dem Wunsch, einen Textilartikel zu reinigen und der Notwendigkeit, beim Reinigen weitere Schäden zu vermeiden. Spezifische Flecken, die historische Merkmale haben können, dürfen nicht entfernt werden. Die Auswahl von Reinigungsmitteln muss sehr sorgfältig erfolgen, um das Erscheinungsbild des historischen Textilartikels nicht zu zerstören. Z.B. sollten optische Aufheller nicht dem Bad für Reinigung der historischen Artikel hinzugefügt werden, die in einer Zeit angefertigt wurden, als diese Agenzien nicht existierten.

Održano 3. međunarodno znanstveno-stručno savjetovanje Tekstilna znanost i gospodarstvo 2010

Prof.dr.sc. **Drago Katović**, dipl.ing.
Tekstilno-tehnološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu
Zavod za tekstilno-kemijsku tehnologiju i ekologiju
Zagreb, Hrvatska
e-mail: dkatovic@ttf.hr

Prikaz

Na Tekstilno-tehnološkom fakultetu u Zagrebu održano je 22. siječnja 2010. treće znanstveno-stručno savjetovanje *Tekstilna znanost i gospodarstvo (TZG)*. Ovogodišnje savjetovanje nastavlja se na osnovi pozitivnih iskustava stečenih na prijašnjim savjetovanjima. Već prvo savjetovanje TZG 2008. pobudilo je međunarodni interes, posebice u Sloveniji, gdje je ostavilo traga i u dnevnom tisku. Na ovogodišnjem skupu bili su izneseni radovi iz: Austrije, Italije, Mađarske, Njemačke, Poljske, Slovenije, Srbije, Španjolske i SAD-a, čime je savjetovanje dobilo karakter međunarodnog savjetovanja. Od ukupno 44 rada, 14 radova bilo je na engleskom, a 30 radova bilo je na na hrvatskom jeziku. Svi referati dobili su po dvije pozitivne recenzije od strane međunarodnih recenzenata. Organizatori Savjetovanja bili su: Tekstilno-tehnološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu u suradnji sa Znanstvenim vijećem za tehnološki razvoj Hrvatske akademije znanosti i umjetnosti (**HAZU**) i Akademijom tehničkih znanosti Hrvatske (**ATZH**). Pokrovitelji Savjetovanja bili su Ministarstvo znanosti, obrazovanja i športa, Ministarstvo gospodarstva, rada i poduzetništva te Hrvatska gospodarska komora.

Želja organizatora ovog savjetovanja je bila produbljenje i proširenje povezivanja znanstvenika s gospodarstvenicima iz područja tekstila, odjeće i obuće. Pokazalo se da je upravo povezivanje i zajedništvo na osnovama znanja i



Sl.1 Dekan TTF-a otvara 3. međunarodno znanstveno-stručno savjetovanje (TZG 2010)

iskustava najbolji mogući put održivog razvoja tekstilnog gospodarstva. Ovo savjetovanje bilo je u prvom redu namijenjeno malim i srednjim poduzećima (MSP-a), kako bi se poboljšala koordinacija postojećih struktura u cilju poboljšanja proizvodnje. Uočilo se da je veliki nedostatak u razvoju MSP u tome što zbog svoje relativno male veličine ne mogu u potpunosti provoditi vlastiti program istraživanja i razvoja (R&D). U nastojanju rješavanja ovih problema na Savjetovanju je naglašeno značenje korištenja znanstveno-istraživačkih resursa koji postoje na Fakultetu, a sve u funkciji unapređenja i razvoja proizvodnje u malim do srednjim poduzećima.

Nažalost, ovo savjetovanje održava se u razdoblju teške gospodarske situacije, recesije koja je zahvatila cijeli svijet pa tako i Hrvatsku. U takvim kriznim uvjetima TZG 2010 poduprto je i sufinancirano sredstvima Europskog FP/REGPOT-2008-1; T-pot koordinatore **Sandre Bischof Vukušić**. U nastojanju jačanja potencijala tekstilnog i odjevnog gospodarstva Republike Hrvatske, na Savjetovanju je bila naglašena važnost korištenja znanstveno-istraživačkih resursa, koja je ovim projektom znatno povećana. U okviru ovog projekta pokrenuta je inicijativa za pokretanje Znanstveno-istraživačkog centra (Textile Science Research Center, TSRC). Osnovni cilj osnivanja TSRC-a je poticanje, koordinacija i

kontinuirani razvoj znanstveno-istraživačkog ili umjetničko-istraživačkog rada na Tekstilno-tehnološkom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu. Kod toga su značajna strateška partnerstva s gospodarskim subjektima te definiranje prioriteta znanstveno-istraživačkih ili umjetničko-istraživačkih tema. Tijekom održavanja Okruglog stola predstavljani su instituti partneri na FP7 projektu te je ukratko opisana djelatnost sljedećih instituta: STFI (Sächsisches Textilforschungsinstitut) iz Chemnitza, Leitath Technological Center iz Terrassa (Barcelona) te IFMP (Institute of Natural Fibers and Medical Plants) iz Poznana.

Od tema koje su obrađene na ovom savjetovanju treba posebno istaknuti plenarno predavanje, koje je prikazalo primjer uspješnog malog poduzeća iz Europske unije. Zatim su slijedila pozvana predavanja s tematikom transfera tehnologije u gospodarstvo i statusa strategije tekstilne i odjevne industrije. Novost je organiziranje i Okruglog stola na kojem su gospodarstvenici, ali i ostali sudionici, imali mogućnost direktnog sudjelovanja u raspravi na temu pozicije europskog i hrvatskog tekstilnog gospodarstva u globalnom okruženju.

U plenarnom predavanju pod naslovom *Postupak dizajna Grado Zero Espace primijenjen za razvoj novih proizvoda i konzalting* sudionica iz Italije **Elena Turco** opisala je postupak dizajna i sve povezane postupke koje koristi Grado Zero Espace (GZE) za izradu prototipova kojima se mogu ispitati nove primjene inteligentnih

materijala i tehnologija te pružiti kvalitetna tehnička potpora u rješavanju specifičnog problema i/ili zahtjeva kupaca. Postupak dizajna GZE-a koncentrirao multidisciplinarnu vještinu i istovremeno podupire proces inovacije od početne ideje i prvih koncepcija projekta s nastavkom analize izvedivosti, uzimajući u obzir nove materijale, pa do proizvodnje gotovog proizvoda i optimiranog plana industrijalizacije. Razvoj novih proizvoda, analiza tržišta i odgovarajući komunikacijski plan postali su izraz konkurentnosti inovacije koju Grado Zero Espace unosi u svoje projekte. Na Savjetovanju je prikazana odjeća za jedriličare s inovacijama u materijalu i dizajnu.

U pozvanom predavanju pod naslovom *Vrste i načini transfera tehnologije* **Neda Matijević** iz Ministarstva gospodarstva, ukazala je kako se temeljem današnjeg razvoja tehnologije u području informatike i njene svestrane primjene kao što su: e-trgovina, Internet. Prikazani su različiti modeli transfera tehnologija te cjelovit postupak licenciranja, od donošenja odluke za pribavljanje "odgovarajuće primijenjene tehnologije", preko traženja, evaluacije i odabira tehnologije i same strategije pregovaranja. Također je opisan win-win princip i važnost utvrđivanja alternativnih tehnologija BATNA (Best alternative to a negotiated agreement). Nabrojani su najvažniji čimbenici uspjeha kod transfera tehnologija kroz ispunjavanje očekivanja davatelja i stjecanja tehnologija. Kreativnost i stvaranje novih proizvoda,

njihova zaštita sustavom prava intelektualnog vlasništva i eksploatacija tako nastalog znanja nepresušni su izvor nastanka novih vrijednosti.

U pozvanom predavanju pod naslovom *Strategija tekstilne i odjevne industrije: Status i perspektive* **Milan Lušić** iz Varteksa predstavio je aktivnosti proizašle iz implementacije Strategije tekstilne i odjevne industrije od njenog usvajanja 2007. godine do danas. Predstavljani su ključni ciljevi i usmjerenja Strategije te rezultati i status njihove realizacije. Osim aktivnosti proizašlih direktno iz Strategije, prezentirane su i inicijative Hrvatske agencije za razvoj tekstilne industrije (HARTI), koje artikuliraju prijedloge prilagodbe sukladno tržišnim okolnostima u recentnom razdoblju i prijedloge korektivnih mjera s ciljem implementacije Strategije unutar njenih izvornih principa. Prezentirani su i zaključci usmjereni potrebi cjelovitije primjene Strategije i efikasnije implementacije.

U posebnoj sekciji Pozvani radovi bilo je prikazano sedam radova, također u cijelosti tiskanih u Zborniku radova.

U pozvanom radu pod naslovom *Surađnja s gospodarstvom u okviru projekta FP/-REGPOT-2008-1: T-POT* autora **Sandre Bischof Vukušić** i **Drage Katovića** s TTF-a prikazan je projekt pod nazivom *Unlocking the Croatian Textile Research Potentials* (T-Pot) financiran od Europske komisije u iznosu od gotovo 1 mil. eura. Osnovni cilj ovog projekta je podizanje znanstvenih i istraživačkih kapaciteta institucije s naglaskom na suradnju s tekstilnim i odjevnim gospodarstvom u Republici Hrvatskoj. Ovaj projekt financiran je unutar FP7 programa *Kapaciteti*, veliko značenje pridaje uključivanju znanstvenika i gospodarstvenih partnera iz zemalja koje još nisu članice EU u Europski istraživački prostor. Predstavljene su aktivnosti projekta kao što je nabava vrhunske znanstvene opreme, usavršavanje znanstvenika i gospodarstvenika te transfer znanja vrhunskih eksperata iz EU partnerskih institucija. Naglasak ovog, za naše tekstilno gospodarstvo značajnog projekta, upravo je na suradnji akademskih institucija i gospodarstva, s ciljem povećanja njihove konkurentnosti



Sl.2 Sudionici na međunarodnom savjetovanju TZG 2010

izvan regionalnih okvira. Od vrhunske znanstvene opreme, koja će se koristiti za potrebe tekstilnog i odjevnog gospodarstva, valja spomenuti skenirajući elektronski mikroskop (SEM-FE MIRA II LMU) tvrtke Tescan. Trenutno je to najmoćniji elektronski mikroskop ne samo u RH, već i u široj regiji. Nadalje, nabavljeni su instrumenti za termalnu analizu (TGA), (DSC) analizu plinova putem FTIR-a tvrtke Perkin Elmer.

U pozvanom radu pod naslovom *Inovacije na području tehničkog tekstila - Eksploatacija i transfer tehnologije i rezultata istraživanja*, **Petra Franitza** i **Romy Naumann** iz instituta STFI (Saksonskog tekstilno-istraživačkog instituta) dale su kratak osvrt na inovacijski proces sa stajališta Tekstilno-istraživačkog instituta i naglasile su važnost korištenja transfera rezultata istraživanja u industriju. Nakon kratkog opisa STFI i povijesti jugozapadne Saksonije, opisale su opća stajališta transfera rezultata istraživanja. Inovacijski proces i zaštita intelektualnog vlasništva (IPR) objašnjeni su na primjeru tehničkog tekstila i postupaka patentiranja. Prikazan je potencijal ove industrijske grane primjerom uspješnih inovacija na području tehničkog tekstila. Detaljno su opisale prijenos i korištenje tih rezultata u industriju.

U pozvanom radu pod naslovom *Strateška reorijentacija tekstilnih tvrtki uzrokovana tehnološkim inovacijama*, **Miquel Angel Perez** istaknuo je vrijednosni sustav na području tekstila koji uključuje tri područja primjene: tekstil za izradu odjeće, kućanski tekstil i tehnički tekstil. Održivi scenarij za tekstilno područje uključuje strukturne promjene i strateške odgovore u opstanku tekstilnog gospodarstva. Ovaj scenarij može razvijati nove tehnologije, izradu i upravljanje markama proizvoda (brendovima), orijentaciju tržišta tehničkog tekstila i internacionalizaciju. Što se tiče uloge tehnologije, pojava novih vrsta vlakana različitih karakteristika, novih procesnih tehnologija, novih tehnika površinske modifikacije i stvaranja novih mogućnosti prerade tekstila otvara nove mogućnosti za nova tržišta potrošačke robe za industrijske i

tehničke namjene. Razmotrene su prednosti i nedostaci svih strateških reakcija i njihov doprinos održivom razvoju sektora te doprinos drugim ekonomskim područjima. Date su preporuke za strateški pomak, koji se temelji na iskustvu vodećih tvrtki i na njihovim uspješnim i neuspješnim reakcijama.

U pozvanom radu zanimljivom za naše gospodarstvenike, *Mogućnosti sufinanciranja projekata hrvatskog tekstilnog sektora*, **Gordane Prutki-Pečnik** dat je pregled mogućnosti sufinanciranja znanstvenih, tehnoloških i razvojnih projekata hrvatske tekstilne industrije kroz EU pretpristupne fondove, programe Zajednice, regionalne programe i europske tehnološke inicijative. Razložene su programske podloge svakog od trenutno dostupnih fondova, njegova namjena i svrha financiranja te uvjeti sufinanciranja – natječajna procedura, eventualni posebni uvjeti dostupnosti, razina sufinanciranja, potrebna partnerstva i očekivani rezultati projekta. Rad je dao usporedbu prikazanih izvora financiranja s obzirom na dostupnost i pogodnost financiranja za pojedini tip projekta, te komentar mogućnosti financiranja projekta iz više izvora. U radu je prikazana mogućnost suradnje znanstvenih ustanova i poduzeća kroz primjere sufinanciranih projekata. U zaključku rada komentirani su dosadašnja uspješnost i praksa financiranja domaćih projekata kroz ove izvore financiranja.

U pozvanom radu pod naslovom *Uloga znanosti u razvoju intimne odjeće*, **Darka Ujevića i suradnika**, prikazana je uloga znanstvenih radova u razvoju intimne odjeće u posljednjih 15 godina. Upotreba pametnih vlakana i raznovrsnih materijala za poboljšanje zdravlja, kao i funkcionalnog dizajna i procesnog te odjevnog inženjerstva, pretvara ovaj tradicionalni posao u industriju visoke tehnologije, čija se budućnost temelji na sofisticiranim znanstvenim istraživanjima i inovativnosti. U radu se govorilo o tehnikama koje se koriste za mjerenje antropometrije ženskih grudi i kritično ocjenjivanje sustava za određivanje veličina grudnjaka. Poseban osvrt dat je na mogućnost određivanja potrebnih antropome-

trijskih značajki primjenom 3D skenera tijela i pratećeg računalnog programa.

U pozvanom radu pod nazivom *Antropometrija i standardizacija veličina* autora **Darka Ujevića i suradnika** opisana je antropometrija kao znanstvena disciplina u proučavanju ljudske grupe i porijekla čovjeka. Antropometrijske studije provode se s ciljem razvoja i unapređivanja sustava veličina za odjeću i obuču. Daje se niz važnih informacija o tendencijama razvoja i poteškoće međusobnih usklađivanja zbog tjelesnih razlika, veličina i oblika ljudskog tijela.

U pozvanom radu pod nazivom *Odjeća izrađena od celuloznih kemijskih vlakana i njen utjecaj na mikroklimu odjeće na koži i na aktivnost mišića* autora **Malgorzate Zimniewske i suradnika**, opisuje kako je odjeća u tijesnom kontaktu s ljudskom kožom zbog čega nastaje mikroklima koja utječe na kretanje tijela. S druge strane, senzorski receptori prikupljaju signale s ljudske kože i reguliraju psihološke procese u tijelu. U radu je analiziran utjecaj kože na aktivnost mišića nositelja. Ispitana odjeća izrađena je od 100% kemijskih celuloznih vlakana TENCEL, 100% polieterskih vlakana i njihovih mješavina. EMG parametri napetosti mišića podlaktice dobrovoljaca koji nose odjeću registrirani su tijekom eksperimenta. Rezultati studije pokazali su da svakodnevna odjeća može uzrokovati promjene elektromiografskih podataka o napetosti mišića.

Na znanstvenim posterima su posebice mladi znanstvenici (asistenti, novaci i polaznici poslijediplomskih studija) prikazali svoj dosadašnji rad na usavršavanju u struci.

Na tridesetčetiri postera bili su prikazani znanstveni radovi u sljedećim sekcijama:

a) Vlakna i materijali (dva rada). U ovim radovima opisani su visokoučinkoviti tekstilni materijali i vlakna unaprijeđene vrijednosti te je prikazana kvaliteta autohtonih slovenskih lanenih vlakana.

b) Mehaničke tehnologije (četiri rada). Ispitivana je mehanička promjena pređe kod tkanja vatrogasnih cijevi, prikazana je tehnološka analiza žakarske tkanine u svrhu kon-

zerviranja i restauriranja, prikazane su mogućnosti primjene poliuretana u proizvodnji kompozita za izradu zaštitne i radne odjeće, prikazane su promjene duljine pamučnih pređa uzrokovanih končanjem.

c) Oplemenjivanje (trinaest radova).

Predstavljena je nova kompozicija tekućeg deterdženta za pranje kože, prikazani su indijski oraščići kao alternativno sredstvo za pranje te je prikazana funkcionalizacija tekstilija tijekom kemijskog čišćenja. U području modifikacije vlakana ispitan je utjecaj pH vrijednosti na vezanje organofosfornog spoja, te ispitan termalna degradacija TGA-DSC metodama. Također je ispitan UV zaštita primjenom nanotehnologije. Karakterizirano je pamučno pletivo pomoću zeta potencijala i ispitan zeta potencijal mikrokapsuliranih materijala. Ispitana su elektrokinetička svojstva PES tkanine predobrađene lipazom, prikazana je ugradnja nanočestica prirodnog zeolita u poliestersku tkaninu pomoću ultrazvuka. Viskozna vlakna obrađena su hitozanom za medicinsku upotrebu. Opisan je kozmetički tekstil. Prikazan je Wetlad sustav u rješavanju problema otpadnih voda.

d) Odjevna i obučarska tehnologija

(tri rada). Prikazane su povijest i primjena šivaćeg konca. Utvrđen je utrošak konca kod određenih šavova u procesu šivanja odjeće. Prikazana je Highstick tehnologija vezenja za inovativne tehničke primjene.

e) Ispitivanje tekstilija (pet radova).

Ispitana su svojstva obojenja PES tkanine obojadisane kompleksima Indolinona, također su ispitanja svojstva funkcionalnih tekstilija nakon njege. Određeni su metalni ioni na povijesnom tekstilu te određena otpornost šava na klizanje. Prikazan je termalni maneken za testiranje termičkih svojstava.

f) Dizajn (tri rada). Prikazani su dizajn i projektiranje pamučnog pletiva te povijesni pregled proizvodnje finih ženskih čarapa. Istražena je funkcionalnost ženskih šešira, od ideje do gotovog proizvoda.

g) Ostale teme (četiri rada). Prikazan je utjecaj boje u radnom okruženju kao



Sl.3 Mlada znanstvenica s radom u posterskoj sekciji

i pouzdanost ISO standarda u kontroli tamnih obojenja. Prikazani su sustavi upravljanja kvalitetom i internet marketing kao potreba tekstilnog gospodarstva.

Po završetku svih predavanja priređena je modna revija pod motom *Mulens rouge*, s radovima studenata koji su sa svojim kreacijama sudjelovali na svim važnijim modnim događanjima kao što su Fashion week - Zagreb, *Quelle fashion* – Varaždin, *Modni ormar*, *Fashion incubator* i drugi. Ova revija zapravo je bila presjek rada mladih dizajnera koji studiraju na zagrebačkom Tekstilno-tehnološkom fakultetu.

Za potrebe pripreme i organizacije Savjetovanja, te u svrhu komunikacije sa sudionicima i zainteresiranima, tehnički urednik **Željko Penava** je izradio dinamičke i statične internetske stranice (<http://tztg.ttf.hr>). Ovim stranicama postignuto je pravovremeno i istovremeno obavješćavanje svih zainteresiranih, dok je postupak registracije autora i sudionika te primanje i slanje radova time bio znatno olakšan. Računalska potpora Savjetovanju provedena je brzo i učinkovito, na razini svjetskih skupova ovog tipa. Na taj se način TTF svrstao u sam vrh znanstveno-obrazovnih ustanova u Hrvatskoj, koji, koristeći vlastita sredstva i ljudske potencijale, može provesti jednu ovako tehnološki zahtjevnju i suvremenu operaciju. S obzirom na međunarodni karakter ovog savjetovanja službeni jezik bio je hrvatski i engleski pa je tijekom cijelog savjetovanja osiguran simultani prijevod s hrvatskog na engleski, kao i s engleskog na hrvatski jezik.

Ovo 3. međunarodno znanstveno-stručno savjetovanje vodila je **Sandra Bischof Vukušić** kao predsjednica Organizacijskog odbora, dok je predsjednik znanstvenog odbora bio **Drago**

Katović. Svi radovi prezentirani na Savjetovanju recenzirani su i objavljeni u Zborniku, urednika **Darka Ujevića** i **Željka Penave**. U Zborniku radova su u cijelosti predstavljeni: plenarno predavanje, pozvana predavanja, pozvani radovi i svi izloženi poster i proširenom obliku na četiri stranice. U ovim radovima prikazano je i analizirano stanje te su date vizije budućeg razvoja u svjetskom, europskom i hrvatskom tekstilnom i odjevnom sektoru. Također su predstavljene mogućnosti rada Znanstveno-istraživačkog centra za tekstil (TSRC). Zbornik radova na 311 stranica sadrži korisne informacije o kretanju i budućnosti tekstilnog, odjevnog i obučarskog gospodarstva, s adresama sudionika. Može se nabaviti po cijeni od 150,00 kn na Tekstilno-tehnološkom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu, Prilaz baruna Filipovića 28 a. Na savjetovanju je bilo ukupno prisutno 110 sudionika, od kojih iz gospodarstva 45, dok je iz ostalih institucija (ministarstva, agencije) bilo prisutno 26 sudionika. Na kraju savjetovanja prihvaćen je sljedeći tekst zaključaka:

1) Potrebna je veća suradnja znanosti i gospodarstva:

- kroz znanstveno-istraživačke i razvojne projekte,
- kroz veće korištenje kapaciteta TTF-a: ljudskih i materijalnih resursa.

2) Budućnost tekstilne industrije leži u inovacijama, brendiranju i pronalazanju tržišnih niša.

Za postizanje postavljenih ciljeva dati su i sljedeći prijedlozi:

- Uključivanje TTF-a u proces revidiranja, koordiniranja i implementacije Strategije tekstilne i odjevne industrije,
- Planiranje sredstava za financiranje same pripreme projekata iz budžeta Strategije tekstilne i odjevne industrije,
- Ministarstvo gospodarstva, rada i poduzetništva treba davati dodatna objašnjenja kriterija odabira projekata za financiranje.

Predstavljanje kolekcija ženske mode za sezonu jesen/zima 2010./2011. na sajmu CPD u Düsseldorfu

Alice Bosnar

Hrvatski inženjerski savez tekstilaca/Časopis Tekstil

Zagreb

e-mail: hist@zg.t-com.hr

Prikaz

U organizaciji kompanije Igedo, u Düsseldorfu je od 7.–9.2.2010. održan sajam ženske mode i modnih dodataka CPD, s kolekcijama za sezonu jesen/zima 2010./2011. U četiri izložbene hale predstavljeno je 1010 kolekcija iz 31 zemlje iz čitavog svijeta. S inovativnim kolekcijama i sa 22 izvrsne modne revije Sajam je privukao očekivano velik broj posjetitelja iz trgovine odjećom, sl.1.

U vremenu gospodarske krize Sajam je predstavio trendove od globalnih do regionalnih, onih koji povezuju prošlost s budućnošću, dovodeći u ravnotežu realnost i maštu, standardno i avangardno. Kreativnost se pokazala u punom zamahu. U skladu s motom „**Suprotnosti se privlače**“, moda predstojeće jesensko-zimske sezone obilovat će ekstremima. Dizajneri su ponudili odjeću ugodnu za nošenje, koja odiše elegantnim šarmom i individualnošću. Usklađenost klasičnih boja, oštih geometrijskih oblika i finih materijala isticat će ženstvenost. Crna koža u kombinaciji s vezom i blještavim šljokicama, jakne u denim izvedbi, haljine od džerseja u crvenim i prigušenim zelenim bojama glavna su obilježja nove odjeće. Uz to, nezaobilazne su visoke čizme i bogati nizovi ogrlica.

Igedo kompanija, kao organizator uspješnih međunarodnih modnih sajmova, i na ovom je CPD-u osmislila zanimljive segmente. U segmentu „**Modern Essentials**“ bila je predstavljena klasična, standardna odjeća,



Sl.1 Sajam ženske mode i modnih dodataka CPD – predstavljanje kolekcija za sezonu jesen/zima 2010./2011.

naravno osvježena novim modnim detaljima i dodacima. Istaknimo ovdje njemačku modnu marku **majaco**, koja naglašava samosvjesnu, seksi ženu koja nosi lepršave suknje i filigranske bluze od svilenog batista, svilene haljine u batik optici s lanenim blejzerom, sl.2.

Svečana i večernja moda bila je izložena u segmentu „**Luxury Woman`s Wear**“. Glamuroznost i ženstvenost u zimskim večerima dolazi posebno do izražaja kroz sjajne materijale, dugačke haljine, visoke ovratnike. Struk obavlja uski remen ili vrpce. Paleta boja prostire se od dubokih crvenih i plavih tonova do nježne bež boje i isprane sive, sl.3.

Moda za trudnice prezentirana je u segmentu „**Maternity**“.



Sl.2 Model modne marke majaco – svilene haljine u batik optici



Sl.3 Modeli izloženi u segmentu Luxury Woman's Wear

Isključivo talijanske marke predstavili su talijanski dizajneri u segmentu „**Italian Suite**“.

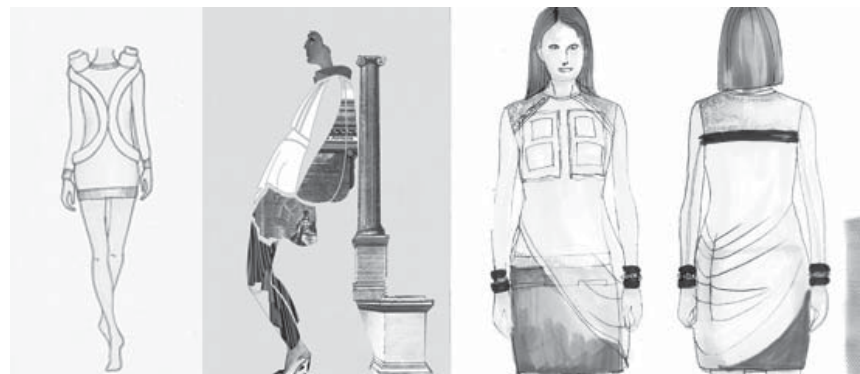
Posebnu pozornost pobudila je moda za žene koje nose odjevne veličine veće od br. 42. Pod nazivom „**Big is Beautiful**“ Igedo je želio dokazati da žene takve tjelesne konstitucije, čak i one koje nose veličinu 48, ne moraju imati komplekse i skrivati se. Pod nazivom „Big is Beautiful“ bile su održane i modne revije, na kojima su zapažene bile modne marke OneOne, Verpass, Chalou, kj Brand, Studio Denmark, no secret, Mona Lisa i supernova.

Općenito se može reći, da će u modi za sljedeću jesensko/zimsku sezonu prevladavati maštovite kombinacije slojevite odjeće, tj. odjevnih predmeta koji se nose jedan preko drugoga, a mogu biti različitih duljina, često izrađeni od kontrastnih materijala, čime se ističe individualnost. Na prvom je mjestu svakako ugodnost pri nošenju. Meka vuna i fini džerseji odaju putenu siluetu. Kombiniraju se pamučne bluze s pletenim vestama, pončo i pelerine, uske elastične hlače i tajce, grubo pleteni šalovi i kape, drveni nakit i sunčane naočale. U tom su stilu briljirale modne kuće yaya, mais il est ou le soleil? (gdje je sunce?), sandwich, Mauritius, Rimini i dr. Modna kuća mais il est ou le soleil? pokazala je npr. kombinaciju laganih, prozračnih bluzi i vunениh

hlača. U kolekcijama dizajnera modne kuće sandwich klasična odjeća kombinira se s čarapama ili tajcima koje sežu visoko iznad koljena.

Pod naslovom „**Design am Rhein**“, odnosno „**Dizajn na Rajni**“ u organizacija Igeda i düsseldorfske Akademije za modu i dizajn, održano je natjecanje mladih dizajnera, sl.4. Mladim modnim dizajnerima iz čitavog svijeta pružena je prilika da promoviraju vlasite modne marke. Od 92 prijavljena kandidata iz šest zemalja odabrano je njih 10:

- Andrea Kristić (Artez Institute of the Arts, Arnhem, NL)
- Anna Jazewitsch (FH Bielefeld)
- Dora Abodi (Mod' Art International Art and Fashion Academy, Budapest, HU)
- Astrid Großer + Gerti Heinrich s njihovim „Großer Heinrich“ (FH Hannover)



Sl.4 Design am Rhein - natjecanje za mlade dizajnere - kolaž

- Lena Hasibether (FH Bielefeld)
- Petra Bresser (HAW Hamburg)
- Krizia Robustella (Superior School of Design and Fashion Felicidad Duce, Barcelona, ES)
- Miyoko Kamijo (Saint Martins College of Art and Design & Royal College of Art in London, UK)
- Stine Ladefoged (The Danish Design School, Copenhagen, DK)
- Stephanie Hahn mit ihrem Label 22/4 (AMD Akademie Mode & Design Düsseldorf).

Kao što se može i vidjeti među njima je bila uvrštena i **Andrea Kristić**, rođena u Sarajevu 1986. Studij modnog dizajna završila je u Nizozemskoj. Ona upotrebljava elemente muške mode i kombinira klasične i skupocjene materijale s futurističkim materijalima, čime interpretira modernu ženu na nov način. S mnogo nabora, koje ostvaruje mekanim, podatnim materijalima te voluminoznim vunениm materijalima, ona imitira oblike iz prirode i postiže dinamičnost. Međunarodni ocjenjivački sud, sastavljen od predstavnika modne industrije i stručnih časopisa, odabrao je na završnoj reviji pet dizajnera, koji će za sljedeće dvije sezone dobiti besplatno izložbeno mjesto na CPD-u Njemačkoj.

Prvu nagradu osvojila je Dorottya Abody Nagy, Rumunjka iz Budimpešte, s kolekcijom **Dora Abody**, inspiriranom kombinacijom oblika i boja mora te rok glamurom 80-ih godina Davida Bowija, sl.5.

Nastupom mladih dizajnera željelo se pokazati da međunarodna modna in-

dustrija računa s talentiranim mladim ljudima, koji se, osim za modu, zanimaju također za upravljanje kolekcijama i za marketing.

Na ovom renomiranom međunarodnom modnom sajmu svoje su modele predstavile, i bile zapažene, i hrvatske tvrtke **Davor** – pletačko trikotažersko poduzeće iz Osijeka, te **XD Xenia Design** iz Čakovca sa svojim modnim kolekcijama.

Kolekcije posebno istaknutih dizajnera

Minx - Nova silhueta ima naglašenu liniju ramena s najrazličitijim izvedbama rukava, pri čemu važnu ulogu ima koža, koja, bez obzira na to radi li se o kvalitetnim imitacijama glatke, mekane kože ili voluminoznih materijala, uvijek ističe profinjenost i ženstvenost.

Sabine Mescher - U kolekciji ove dizajnerice iz Stuttgarta dominirala je crna boja. Topli, duboki tonovi boja jednostavno ne daju pristup zimskoj hladnoći. U nekim modelima crna boja prelazi u tamnoplavu ili antracit sivu te u zagasito zelenu. Od materijala zastupljena je podatna vunena tkanina kao flanel, vuneni buklu, džersej od čiste svile ili mekanog pamuka. Međutim, bilo je tu i svilenog, najčešće jednobojnog tafta, ali i karo uzoraka u zelenim i tamnoplavim bojama.



Sl.5 Model Dore Abodi - prva nagrada na natjecanju mladih dizajnera „Design am Rhein“

Elm Design - Inspiracije za kreacije svoje jesensko-zimske kolekcije 2010./2011. ova tvrtka crpi u prekrasnim krajolicima Islanda. Tu prevladavaju divljina prirode i boje koje jednostavno oduzimaju dah. Kolekcija je pokazala mnogo bijele boje kombinirane s crnom, srebrnom, sivom i zlatnom te nježnom zelenom. Kontrast ovome čine materijali iz čitavog svijeta: ekskluzivna alpaka, pamuk i džersej iz Perua, fino krzno, japanska mikrovlakna, taft i svila.

Lubert de Cologne - Svježa kreativnost i mnogo iskustva kölnskog dizajnera Heinza Güntera Luberta obilježavaju kolekciju koja obiluje finim krznom, osobito u kombinaciji s mekom kožom.

Inspiracije za kolekciju **Susanne Bommer** dali su elementi 40-ih i 50-ih godina kombinirani s današnjim vremenom. Poetičnu i ženstvenu siluetu kolekcije **Anett Röstel** pružaju živahni prirodni, često izrazito strukturirani materijali u kontrastu s glatkim, sjajnim materijalima. Ramena su naglašena. Jakne, hlače i haljine ukrašene su zanimljivim tiskanim motivima. Kolekcija je izrađena u suptilnim tonovima boja od crne, sive, biserne do snažne crvene.

Unique – ekskluzivni tiskani motivi vlastitog dizajna ističu novu kolekciju Uniqua. Ne samo ekstravagantnost kroja, već i maštoviti uzorci svjetlećih boja rezultiraju dinamičnom i spektakularnom odjećom. Prevladavaju hladni tonovi od kristalno jasne bijele preko blještave srebrne do ledeno plave boje.

Direktor kompanije Igedo, gosp. Philipp Kronen, zadovoljan je brojem i profilom posjetitelja. Njih 80% izjasnilo se da želi posjetiti i sljedeći CPD, koji će se, sa 6 novih segmenata, modnim revijama i radionicama održati od 25. do 27.7.2010.

Gospodarstvo i tržište

Ekonomska analiza odjevne industrije u Albaniji

Dr.ing. **Ermira Shehi**, Head of Textile and Fashion Department, UPT

Dr. **Luela Prifti**, Department of Mathematic Engineering,

Faculty of Mathematics and Physics Engineering, UPT

Prof.Dr.ing. **Jorgaq Kacani**, Rector of Polytechnic University of Tirana

1. Uvod

Od početka 1960. do 1990. tekstilna i odjevna industrija te kožna i obućarska industrija bile su dvije glavne industrije albanskog gospodarstva. Poduzeća tekstilne i odjevne industrije radila su prema zakonima socijalističke ekonomije. Proizvodnja je uključivala raznovrsne proizvode s dodanom vrijednošću, počevši sa sirovinama (vlaknima) do gotovih proizvoda (tkanine, odjeća, tepisi, tkanine za pokućstvo).

Nakon 1990-ih godina poduzeća su privatizirana. Proizvodne aktivnosti su bile usredotočene na proizvodnju materijala (za modnu odjeću) koja čini glavni dio albanskog izvoza. Odjevna industrija je vodeća u Albaniji što se tiče zaposlenosti i nalazi se na četvrtom mjestu na popisu poduzeća iza prehrambene, drvne i metalne industrije.

Međutim, nedostaje pravilna i korisna baza podataka ili informacije o stvarnom stanju ove industrije u Albaniji. U ovom radu se daje detaljna analiza ove industrije: podjela i lokacija tvrtki koje rade u ovom području, zaposlenost, tehnološki i investicijski problemi kao i izrada baze podataka za operativne i aktivne tvrtke u Albaniji.

Ovo istraživanje ističe razloge zanimljive i korisne za moguće inozemne investitore izvan Albanije i donatore

koji rade u Albaniji. Također se strukturama Vlade predstavljaju prednosti i nedostaci ovog područja; a sveučilišnim studentima se pruža detaljni materijal s podacima o tekstilnoj i odjevnoj industriji u Albaniji, važan za sve one koji se bave ovom djelatnošću.

2. Metodologija

Izrađen je upitnik na jednoj stranici. Upitnike su ispunile kontaktirane tvrtke. Ispunjeni obrasci su prikupljeni i statistički analizirani da se dobiju potrebni podaci. Izrađena je baza podataka za tvrtke koje rade u ovom području i nalaze se u velikim albanskim gradovima.

3. Rezultati

Rezultati iz studije pružaju informacije o geografskom položaju tvrtki u Albaniji; o broju zaposlenika; broju žena zaposlenih u ovoj industriji u Albaniji; o brojevima tvrtki koje proizvode za domaće i inozemno tržište; o broju tvrtki koje proizvode vlastite kolekcije za domaće tržište; potrebi za obukom, broju tvrtki koje trebaju zaposliti diplomirane studente/stručnjake u odjevnoj i tekstilnoj industriji itd.

3.1. Profil albanske tekstilne i odjevne industrije

Tekstilna i odjevna industrija čini 6% industrijske proizvodnje u Albaniji. Slijedi tradiciju i položaj kao

jedno od najjačih i potencijalnih područja od 1960. do 1990. temeljeno na tvrtkama u državnom vlasništvu (NPV), na tvrtkama s velikim brojem radnika, kvalificiranim radnicima s dobrim iskustvom u zanatskoj tradiciji. Nakon 1990. ove su tvrtke privatizirane, a većina njih nije promijenila poslovanje, već su pojačale svoje kapacitete.

Odjevna industrija je vodeća industrija u Albaniji s obzirom na zapošljavanje a nalazi se na četvrtom mjestu iza prehrambene industrije, drveno-prerađivačke industrije i metalne industrije. Izvozno-uvozne stope imale su tendencije porasta. Opseg reeksporta čini 73 do 80% ukupnog izvoza ove industrije. Trgovinska bilanca ove industrije je pozitivna.

Uvođenje napredne tehnologije u šivanju, dekorativnom šivanju i pravovremeno zapošljavanje radne snage za novu tehnologiju također je konkurentna, najvažnija prednost odjevnog područja, koje se time nalazi među tri najvažnija i strateška područja u Albaniji.

Albanija se nalazi u jugoistočnoj Europi na Zapadnom Balkanu i ima površinu od 28 748 km². Graniči s Crnom Gorom, Kosovom, Makedonijom i Grčkom. Na zapadu i jugoistoku Albanije su Jadransko i Jonsko more. Albanski zapadni susjed preko Jadrana je Italija, udaljena samo 80 km. Sa zemljopisnog stajališta Alba-

nija predstavlja strateško raskrižje putova od Zapadnog Mediterana do Balkana i Male Azije. Glavni grad je Tirana, a ostali značajni gradovi su Durres, Shkoder, Vlore u kojima se proizvodi za Italiju, Grčku i Njemačku. Inozemna ulaganja u tekstilnu i odjevnu industriju temelje se na mnoštvu prednosti na koje utječu geografski položaj Albanije, pristupu koji Albanija ima u druge dijelove Balkana i stručnosti radne snage u odnosu na cijenu. Albanija ima povoljno okruženje za izvoz tekstila u te zemlje zbog bliskog geografskog položaja s Grčkom i Italijom. Albanija je izvrsna poveznica između zapadnoeuropskih zemalja i balkanskog tržišta. Osim geografskih prednosti, Albanija ima koristi od velikog broja sporazuma o slobodnom tržištu s regionalnim zemljama koje imaju pristup u područje Balkana.

3.2. Statistički podaci o albanskoj odjevnoj industriji

Broj tvrtki za proizvodnju odjeće u Albaniji krajem 2008. iznosio je 9247. Njih 225 zapošljavalo je više od 50 radnika.

Struktura tvrtki za proizvodnju odjeće i proizvodnih tvrtki u Albaniji se značajno promijenila posljednjih godina; broj tvrtki se povećao, a kasnije smanjio.

Cijene proizvoda u djelatnostima kao "tekstilna industrija", "umjetnost na papiru" porasle su 2,5% odn. 0,4%. Indeks grupe "odjeća i obuća" povećao se za 0,9%. Unutar ove grupe cijene odjeće su se povećale za 1,1%, a obuće za 0,2%. Uvoz "tekstila i obuće" povećao se za 39,1%.

3.3. Inozemna trgovina po grupama roba

U tab.1 prikazan je uvoz i izvoz u području tekstila, odjeće i obuće, a u tab.2 izvoz prema područjima roba

Tab.1 Uvoz i izvoz u području tekstila, odjeće i obuće u mil. leka (1 euro = 137 leka)

Uvoz				Izvoz				
09-08	09-09	01÷09-08	01÷09-09	09-08	09-09	01÷09-08	01÷09-09	
3,126	3,140	28,700	27,532	4,168	4,212	36,885	35,789	Tekstil, odjeća i obuća

Tab.2 Izvoz roba široke potrošnje u mil. leka i glavni partneri, siječanj-rujan 2009.

Italija	Grčka	Njemačka	Turska	Ostali	
1,597	426	33	0	142	Proizvođači drva i papirnih proizvoda
29,618	2,769	1,883	0	1,519	Tekstil i obuća

Tab.3 Uvoz roba široke potrošnje u mil. leka i glavni partneri, siječanj-rujan 2009.

Italija	Grčka	Njemačka	Turska	Ostali	
4,183	16	4	35	531	Koža i proizvođači kože
3,340	2,484	533	1,106	5,223	Proizvođači drva i papirnih proizvoda
15,984	2,641	852	2,571	5,483	Tekstil i obuća

Izvor: INSTAT (Albanski statistički zavod)

široke potrošnje. Najvažnije zemlje partneri uvoza roba široke potrošnje prikazani su u tab.3.

3.4. Izvoz tekstila

Odjevni sektor je ostvario izvoz u vrijednosti 113 mil. eura ili 30,7%, sa smanjenjem od 11%, dok je u prvih 6 mjeseci 2008. povećanje bilo 19,5%. Suradnja s glavnim modnim proizvođačima tijekom ovog razdoblja se smanjila, a mnogi grčki, talijanski, njemački i nizozemski dobavljači su smanjili narudžbe za proizvode i usluge od albanskih ugovaratelja. 71,8 mil. eura ili 4,64% ukupno uvezenih proizvoda smanjilo se za 20,8%, dok je uvoz za aktivnu proizvodnju uključen u ovu kategoriju.

Udio tekstila u ukupnom uvozu iz EU je u 2008. iznosio 10%.

Izvoz u Italiju obuhvaća uglavnom tekstilne i obućarske proizvode, koji iznose 61% ukupnog izvoza. Vrijednost izvoza tekstilnih proizvoda povećao se 11,9% u usporedbi s 2007., dok je vrijednost izvoza obuće smanjena za 9,7% (tab.1).

Ulaganja u tekstilnu i odjevnu industriju u Albaniji obuhvaćaju cijelu zemlju. Proizvođači odjeće su svoju

aktivnost usredotočili uglavnom u 5 najvećih albanskih gradova.

3.5. Strana ulaganja u proizvodnju odjeće

Prema rezultatima ovog istraživanja, broj odjevnih tvrtki koje rade u Albaniji je 169. (Ovaj broj ne pokazuje ukupan broj odjevnih tvrtki u zemlji.) Četrdeset tvrtki nije dalo podatke o broju radnika.

Tab. 4 Broj tvrtki prema geografskim područjima, odnosno gradovima Albanije

Grad	
Tirana	73
Korçë	9
Durrës	32
Shkodër	30
Vlorë	8
Berat	5
Fier	3
Kruje	3
Lushnje	2
Lac	1
Kavaje	2
Kucove	1
Ukupno	169

U tab.4 prikazani su gradovi u kojima se nalazi 169 odjevnih tvrtki u

Albaniji. Vidljivo je da je ova industrija koncentrirana najviše u Tirani sa 73 tvrtke, Durrësu 32 i Shkodëru 30 tvrtki.

Prema podacima dobivenim anketom 95 odjevnih tvrtki zapošljava više od 50 radnika, a 12 457 radnika je zaposleno u ukupno 120 tvrtki. Ostali nisu odgovorili na pitanja o broju zaposlenika.

3.6. Broj zaposlenika

U tab.5 prikazane su tvrtke s najvećim brojem zaposlenika, odnosno od ukupno anketiranih 169 tvrtki 95 tvrtki zapošljava više od 50 radnika, prikaz gradova na geografskoj karti, sl.1.

Tab.5 Broj tvrtki sa više od 50 zaposlenih prema gradovima Albanije

Grad	
Tirana	44
Korçë	7
Durrës	11
Shkodër	17
Vlorë	5
Berat	2
Fier	3
Krujë	2
Lushnjë	1
Lac	0
Kavajë	2
Kuçovë	1

3.7. Inozemne tvrtke za proizvodnju odjeće s više od 50 zaposlenika

57 tvrtki zapošljava 50 do 99 radnika; 23 tvrtke zapošljavaju 100 do 199 radnika; 8 tvrtki ima 200 do 299 radnika i 7 tvrtki 300 do 600 radnika. Prema ovoj analizi proizlazi da 95 tvrtki za proizvodnju odjeće ima 11 404 radnika [1].

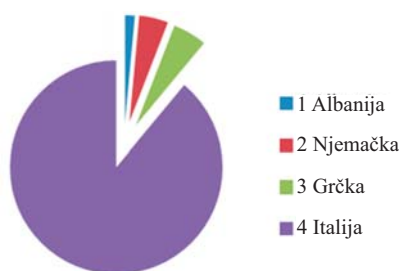
Oko 50% tvrtki nema odgovarajuću krojnicu. Vrlo mali broj posjećenih tvrtki je investirao u novu tehnologiju i nove postupke da bi povećali proizvodnju. Dvije od tri tvrtke ispunjavale su norme kvalitete ISO 9001.



Sl.1 Prikaz gradova s najviše tekstilnih i odjevnih tvrtki u Albaniji

3.8. Tržišta

Istraživanje pokazuje da većina tvrtki u Albaniji radi za talijansko tržište. 138 tvrtki je odgovorilo o odredišnom tržištu svojih proizvoda. Većina tvrtki radi za talijansko tržište (121); 6 za njemačko tržište, 7 za grčko tržište, 2 za albansko tržište i 2 za francusko i belgijsko tržište, sl.2.



Sl.2 Shematski prikaz tržišta proizvoda tekstilne i odjevne industrije Albanije

3.9. Krojenje i izrada kolekcija

Posjetom internetske stranice, e-mailom i telefonskim razgovorom kontaktirano je 169* poduzeća. Podaci su dobiveni različitim načinima komunikacije kao što su posjete internetske stranice, telefonski pozivi, ili u Komori odjevne industrije u Tirani. Donji dijagram daje informaciju o broju tvrtki koji imaju krojnicu i onih bez nje. Od 101 tvrtke koje su odgovorile na pitanje, 20 ih nema krojnicu, a 61 ima.

Ovaj broj je više od polovice ukupnog broja tvrtki za proizvodnju odjeće u Albaniji. Registrirano ih je 324. 62 tvrtke od 101 tvrtke za proizvodnju odjeće nema sektor modeliranja, a 39 tvrtki ga ima.

Budućnost ovog područja neće biti reeksport, već potpuni ciklus proizvodnje. Tvrtke pokušavaju usvojiti norme kvalitete prema ISO 9001: investicije u nove tehnologije, novi postupci za povećanje proizvodnje, vlastite kolekcije. Ukupno 7 tvrtki ima izradu vlastitih kolekcija ili planiraju da ih uskoro izrađuju. Mnoge tvrtke imaju teškoće u održavanju stabilnih odnosa i kontakata s glavnim proizvođačima u Europi.

4. Školovanje radnika i stručnjaka

Prema istraživanju INSTAT-a, nije jedna tvrtka od njih 48 nije spomenula probleme kod zapošljavanja radnika. Neki od novo zaposlenih radnika su prošli obuku. Međutim, većina tvrtki školuje radnike u stručnim školama ili svojim radnim prostorima tvrtke. Tvrtke koje više plaćaju imale su manje odsutnih. Istraživanje je pokazalo da je broj odsutnih dnevno 1 do 5 radnika, ovisno o veličini tvrtke. Zdravstveno stanje je glavni razlog zašto radnici izostaju s posla.

Izostanci s posla variraju od 15 do 25% godišnje. Glavni razlozi su vjenčanja, zdravstveni problemi s djecom, bolest ili preseljenje obitelji. Emigracija je značajan faktor, ali ne određujući kao prije nekoliko godina. Žene su glavna radna snaga u albanskoj odjevnoj industriji.

5. Zaključci i preporuke

Ovo je prva studija u Albaniji koja analizira tako velik broj tvrtki iz područja albanske tekstilne i odjevne industrije. Dat je prikaz aktualnog stanja broja tvrtki, broja radnika, proizvodnih kapaciteta, itd. Prednosti Albanije za inozemne ulagače u ovom sektoru su brojne a postoji i tendencija tvrtki da izrađuju vlastite kolekcije i brendove (marke proizvoda) i da dobiju certifikaciju prema ISO 9001.

U Albaniji glavnina tekstilne i odjevne industrije radi prema gotovim uzorcima koji stižu od europskih partnera. Povećanje ljudskih kapaciteta u ovoj industriji omogućit će povećanje neovisnosti albanskih poduzeća i orijentaciju proizvodnje za domaće tržište.

• Tečajevi iz CAD/CAM sustava za proizvodne procese i prilagođena obuka za industrijsku proizvodnju odjeće osigurati će potrebne ljudske resurse za odjevnu industriju, za prijenos tehnologije, i također, povećati će konkurenciju na domaćim i inozemnim tržištima.

Svakodnevna (casual) i sportska odjeća, naročito odjeća dizajnirana za žene i djevojke, kao i pletena odjeća, nailaze na povećano zanimanje na tržištu EU. Budući da je ovaj trend poznat, da postoji odgovarajuća stručnost za norme i kvalitetu koju zahtijeva EU, te na osnovi brze isporuke zbog povoljnog geografskog položaja, zbog niskih troškova rada, poznavanja konkurenata, te naročito zbog potrebne energije uložene u dizajn i marketing (albanski zaštićeni proizvodi – brendovi), postoje mnoge šanse da se iskoriste mogućnosti koje nudi EU, naročito u zemljama s velikom potražnjom i visokim prihodima.

Modne kuće, koje već uspješno rade u Albaniji, pokazuju dobar primjer reakcije prema domaćoj potražnji pojedinih albanskih brendova.

Čini se da Albanija poboljšava svoju konkurentsku prednost u odnosu na tržište EU u posljednje tri godine, RCA se postupno povećava, što pokazuje da odjevne tvrtke koriste prednost svoje geografske blizine tržištu EU.

Albanija je također potpisala Sporazum o slobodnoj trgovini s balkanskim zemljama, što omogućuje proizvođačima u Albaniji, državnim i privatnim, da koriste prednosti iz tog sporazuma. Tako je Albanija postala ulazna granica na tržišta EU.

Ostale prednosti Albanije:

- proširenje domaćeg gospodarstva i regionalnog izvoza,
- niski stupanj inflacije,
- niske plaće u Albaniji u usporedbi s drugim zemljama regije,
- Albanija postavlja standarde ispunjavanja zahtjeva trgovinskih modela koje postavlja EU.

Prema gore navedenim prednostima postavlja se pitanje: Što bi trebalo poboljšati na tekstilnom i odjevnom području da se uđe na europsko tržište?

Prvo, Albanija bi trebala poboljšati norme, koje bi tvrtke trebale ispuniti na ovom području u pogledu zahtjeva EU. Europska strategija se počela širiti i razvijati tekstilnu industriju u trećim zemljama kao što su Indija i Afrika koje nude više, usprkos geografskoj prednosti Albanije.

S obzirom na prednosti koje nudi TPE zemljama EU, Albanija bi trebala brzo početi realizirati:

- rekonstrukciju tekstilnog i odjevnog područja prema infrastrukturi strojeva i opreme,
- istodobno bi radnicima na tom području trebalo ponuditi obuku i specijalizaciju i omogućiti da industrijska proizvodnja u Albaniji bude visoke kvalitete.

Budući da je Albanija zona slobodne trgovine, očekuje se da će imati koristi od nižih kvota uvoza materijala, opreme, strojeva i drugih proizvoda.

Najvažniji čimbenik ostaju međunarodne norme kvalitete u vanjskim glavnim tvrtkama i njihovim podružnicama u Albaniji. Povoljnost zbog nižih poreza za sirovine od samo 1% je druga prednost koju koristi tekstilna i odjevna industrija.

Tekstilna i odjevna industrija nastavlja biti privlačna i zanimljiva za strane ulagače koji investiraju u zemlji, ili direktno ili putem kooperanata. Broj tvrtki za proizvodnju odjeće posljednjih se godina povećao.

Glavni problem za Albaniju je tendencija da ulagače i proizvođače poznatih brendova privlače zemlje koje nude niske troškove proizvodnje. Tu je također i Albanija i druge zemlje Južne Europe i zemlje Mediterana. Prema tome, izazov je ulaganje u znanstveno istraživanje preko akademskih i istraživačkih centara u tehnologiju i kontinuirano školovanje radne snage u području, tako da Albanija neće nuditi samo jeftinu radnu snagu, već i dobro školovane stručnjake i radnike kao i naprednu tehnologiju.

Kraćja vremena isporuke – Smanjenje vremena isporuke proizvoda i plaćanja poreza ima utjecaj na kvalitetu ponuđene usluge i na troškove. Ukidanje granica među europskim zemljama omogućilo je da trgovačke tvrtke

poboljšaju svoju uslugu klijentima i konkurentski položaj u odnosu na konkurente koji su izvan EU.

Prijevozni troškovi unutar sektora iznose 2 do 5% godišnjeg prometa. Prema tvrtkama ukidanje granica unutar TPE moglo bi dati uštedu od 10% za prijevozne troškove. Osim toga, ustanovljeno je smanjenje administrativnih troškova za oko 0,6 do 8% godišnjeg prometa.

Tehničke prepreke – uvođenje norma moglo bi smanjiti tehničke prepreke, ali taj proces je spor, najviše zbog odstranjivanja kemijskog otpada.

Zaštita intelektualnog vlasništva – Kreativnost je osnovni čimbenik u europskoj industriji. Troškovi kreativnih elemenata u tekstilnom području iznose 6% od godišnjeg prometa. Posljednjih godina troškovi krivotvorenog tekstila i odjeće na europskim tržištima iznose 5% godišnje u odnosu na ukupnu prodaju u EU.

Glavne mjere koje se moraju poduzeti na ovom sektoru su: dizajn, stilovi, zaštita uzoraka, sprječavanje neovlaštenog kopiranja.

Globalizacija stavlja sve zemlje pred teške odluke zbog interesa za ulaganje u zemlje koje imaju niske troškove proizvodnje pa je tako jedina šansa za Albaniju povećavanje tehnološkog stupnja i obrazovanja, smanjenje poreza za uvoz i izvoz.

Budući da je Albanija blizu članstvu u EU, trebala bi poduzeti sve mjere s ekonomskog, financijskog i tehnološkog stajališta te biti spremna za članstvo kako ne bi imala negativne efekte na gospodarstvo i dobrobit stanovništva.

Konačno, svako poboljšanje u tekstilnoj i odjevnoj industriji imat će značajan utjecaj na gospodarstvo u Albaniji kao i na njenu stabilnost, a također će ojačati Pakt o stabilnosti Europske ekonomske zajednice za Jugoistočnu Europu.

(Preveo: M. Horvatić)

Literatura:

- [1] <http://www.trade.undp.org.al>
- [2] <http://www.dogana.gov.al/doc/Janar-Gusht2009Pub.htm>
- [3] <http://www.instat.gov.al/graphics/doc/downloads/publikime/ShSh2007.pdf>

Prikazi strojeva

Dornier na sajmu ITMA Asia + CITME 2010 predstavlja tkalačke strojeve za tehnički tekstil i dekorativne tkanine

Zbog oporavka tržišta u svijetu, Dornier GmbH s mnogo optimizma očekuje sajam ITMA Asia + CITME 2010 od 22. do 26.06.2010. u Šangaju, Kina.

Tkalački stroj s hvatalima PS za izradu tehničkog tekstila opet će dokazati kompetentnost Dorniera u proizvodnji tehničkih tkanina. Na vrlo stabilnom stroju sa snažnim pritkajem brda i pozitivnom predajom niti u sredini stroja izrađivat će se različite verzije tkanina za transportne vrpce.

Univerzalni strojevi

Skupina sustava tkalačkih strojeva Dornier sastoji se od tkalačkih strojeva s hvatalima i sa zračno-mlaznim unošenjem potke. Ispunjava sve potrebne zahtjeve za proizvodnju tehničkih tkanina. Kretanje potkine niti s vrlo malom napetošću omogućuje unošenje ekstremno osjetljivih pređa. Kod unošenja u otvoreni zijeve pozitivno upravljana glava hvatala čvrsto drži nit koja se bez oštećenja unosi u zijeve bez elemenata za vođenje, sl.1. Oba stroja mogu održavati ekstremno veliku ili malu napetost osnove,



Sl.1 Pozitivno upravljana glava hvatala na tkalačkim strojevima tvrtke Dornier

što omogućuje tkanje vrlo gustih aramidnih tkanina ili tkanina za transportne vrpce kao i tkanina od staklenih ili ugljikovih niti otvorene strukture.

Fleksibilni tkalački stroj Dornier PX

Tkalački stroj s hvatalima PX je standardni stroj za univerzalnu primjenu

koji sadrži pouzdanu Dornierovu tehnologiju. Različite mogućnosti tkalačkog stroja s hvatalima Dornier svedene su na bitne potrebe tkanja odjevnih i kućanskih tkanina. Uobičajene širine stroja su 190 i 220 cm i postoje u verzijama s listovkom i žakarskim uređajem. Mogu se proizvoditi kako listovne tako i žakarske tkanine s varijacijama potkine niti. (M.H.)

Vrlo privlačan osnovo-prepletači stroj RS MSU S tvrtke Karl Mayer Malimo

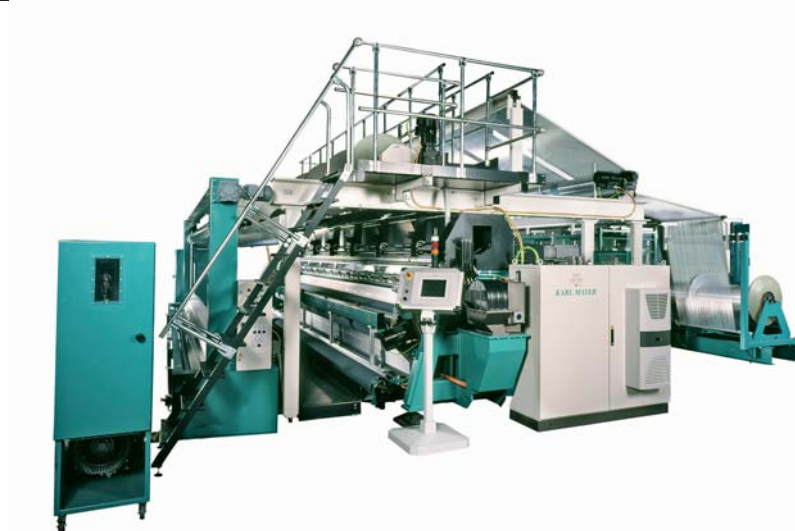
Novi osnovo - prepletači stroj RS MSU S iz tvrtke Karl Mayer Malimo je prvi model *Weftronic** i predstavlja novu strojnu platformu koja ima povećanu širinu i povećani učinak. Karl Mayer Malimo se kod razvoja svojih strojeva i dalje koncentrira na osnovo - prepletače strojeve s unošenjem potke. Nakon optimiranja osno-

vo prepletačih automata visokog učinka s paralelnim unošenjem potke HKS MSU S, konstruiran je potpuno prerađeni stroj pod nazivom *Weftronic** i primjenjuje se sustavno na svakom osnovo - prepletačem stroju s unošenjem potke, sl.1. Stroj je prvi put predstavljen u Wujinu, u podružnici Karla Mayera u Kini.

Novi *Weftronic* u odnosu na prethodni model ima za 600 mm veću radnu širinu, s time da brojevi okretaja stroja nisu promijenjeni. Ovim povećanjem širine na 268 inča (oko cm) izrađuju se proizvodi dimenzija u poprečnom smjeru do 6800 mm, ali naročito je značajno povećanje učinka po kvadratnom metru. Tehnički se

značajno povećanje učinka temelji na nizu međusobno usklađenih novih elemenata, među kojima posebno treba istaći potpuno prerađeni sustav za unošenje potke. Jedinica, koja se smatra osnovnim dijelom stroja, a sastoji se od predajne stanice, kolica za polaganje niti i uređaja za odmatanje sa stalka, opremljena je optimiziranim lancem za potku, a i rad stroja je poboljšan usavršenom tehnikom. Osim povećanja učinka, optimirano je i rukovanje strojem. Konstrukcija novog Weftronica omogućuje jednostavan pristup svim značajnim komponentama, a podjela cijelog stroja na međusobno usklađene grupe olakšava montažu. Brza integracija u proces proizvodnje znači uštedu troškova i skraćuje vremena amortizacije.

Do kraja ove godine Karl Mayer će proizvesti novi stroj radne širine od 138 inča (oko 350 cm), koji će biti pred-



Sl.1 Novi RS MSU S Weftronic tvrtke Karl Mayer Malimo

stavljen na sajmu ITMA 2011 u Barceloni.

Karl Mayer Malimo očekuje veliku potražnju za ovom poboljšanom generacijom osnovno-prepletačkih strojeva s unošenjem potke. Radna širina i

učinak ovih najnovijih razvoja su bez premca. S ovim sustavom postaviti će se novi standardi u pogledu učinka i primjene, naročito na tržištu podloga za naslojavanje. (M.H.)

Sustav direktnog tiska mlazom tinte MDP2 MÜPRINT2 tvrtke Jakob Müller

Digitalni stroj za ink-jet tisak, odnosno stroj za tisak mlazom tinte MDP2 MÜPRINT2 tvrtke Jakob Müller AG koncipiran je za bezdodirno tiskanje tekstilnih vrpca, sl.1. Stroj tiska vrpce sa smotka na smotak. Predlažu se predobrađene vrpce, namotane na cjevaste nosače od 3 inča (oko 7,6 cm). Tiskana vrpca se može odmah otpremiti u prodaju bez naknadne obrade ili se može konfekcionirati na odgovarajućim strojevima.

Tisak se može provoditi na bijelim poliesterskim vrpcama od pletiva, tkanina ili netkanog tekstila. Rub vrpca može biti tkan ili rezan (termički, mehanički, pomoću ultrazvuka), mogući su uzdignuti ili debeli rubovi, a elastičnost bi trebala biti do 5%. Površinska masa do 500 g/m².



Sl.1 Stroj za tisak mlazom tinte MDP2 MÜPRINT2 tvrtke Jakob Müller AG

Priprema vrpce: namotana na nosač od 3 inča, bez šavova, bez metalnih spajalica i bez okrajaka niti te na smocima, vanjskog promjera najviše do 300 mm.

Prednosti ovog stroja za tisak su brza i ekonomična proizvodnja (kratka vremena od izrade motiva do gotovog tiska):

- moguć tisak prema zahtjevu i upravo na vrijeme,
- moguće su žurne isporuke, čak i kod specijalnih i individualiziranih primjena,
- brzo preuređenje stroja - brza izmjena proizvoda,
- učinkovito nanošenje uzoraka.

Budući da se tisak provodi bez dodira nije potrebna međufaza, tinta se direktno nanosi na tekstilni materijal (bez transfera), a to rezultira velikim iskorištenjem tinte. Također se može tiskati do ruba materijala, odnosno do preko ruba vrpce. Izmjena proizvoda može se provesti vrlo brzo i kod

različitih debljina vrpca. A moguće je tisak na neravne vrpce ili vrpce promjenljive debljine.

Ovim sustavom tiska nema potrebe za izradom šablona pa su troškovi sniženi jer nije potrebno uređivanje i čišćenje a nema ni troškova skladištenja šablona. Također je sračeno vrijeme reakcije na potrebe tržišta. Dužina raporta je proizvodljna, a moguće je tisak promjenljivih podataka (npr. serijskih brojeva).

Tehnologija tiska mlazom tinte ima sljedeće prednosti:

- fotorealistički tisak,
- ne gubi se tekstilni opip vrpce,
- vrlo dobra postojanost na pranje i trenje,

- procesne boje: samo 4 osnovne boje (CMYK - cijan, magenta, žuta, crna) što znači niske troškove skladištenja tinte,

- velika reproducibilnost (bez podešavanja uređaja za boje ili debljine slojeva, npr. sitotisak i fleksotisak).

Modularna izvedba ovih strojeva kod servisnog održavanja, kao npr. modula za tisak, omogućuje zamjenu za vrlo kratko vrijeme čime se smanjuju zastoji proizvodnje na minimum.

Upotreba:

- etikete, naročito etikete na proizvodima s obojenim logotipima, fotografijama, prijelazima boja i tekstom,

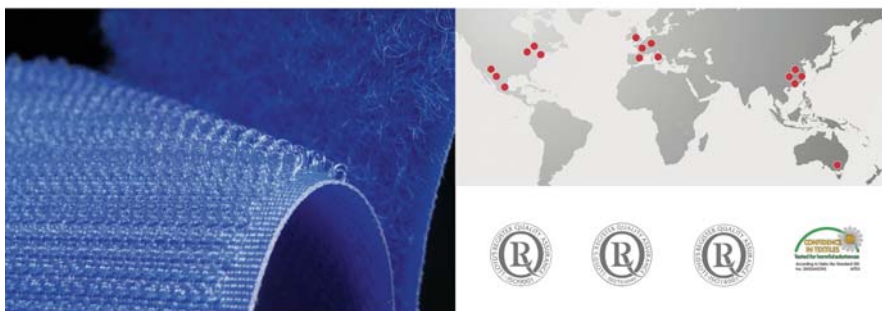
- uzice za ključeve, vrpce,
- promotivni proizvodi kao uske zastavice, maramice za čišćenje naočala, navijački šalovi,
- vrpce za blokadu područja,
- raznovrsni amblemi i znakovi.

Jakob Müller AG kao proizvođač sustava nudi opsežno stručno znanje. Tinta i apreturno sredstvo su usklađeni točno s primjenom na stroju za tisak MDP2 MÜPRINT2 kako bi se postigao optimalan rezultat.

Propisi za termofiksiranje, kalandiranje i apreturu vrpca na strojevima Jakoba Müllera su sastavni dio opsega isporuke stroja MDP2 MÜPRINT2. (M.H.)



The Velcro Companies
LEADERS IN FASTENING SYSTEMS



Tražimo zastupnika za uvođenje i prodaju marke VELCRO u sljedećim zemljama: Hrvatska, Slovenija, Bosna i Hercegovina, Srbija, Makedonija i Crna Gora

Sve informacije možete dobiti na adresi: info@velcro.de, tel.: +359 82 508009, faks: +497141 9911952

Domaće vijesti

POSLOVANJE ČATEKSA U 2009. GODINI

Tekstilna tvrtka Čateks lani je poslovala s gubitkom od 3,5 mil. kn dok je godinu dana ranije ta tvrtka ostvarila dobit od 85 tis. kn, podaci su iz nekonsolidiranog financijskog izvješća objavljenog u ožujku ove godine na Zagrebačkoj burzi.

Ukupni su prihodi Čateksa u 2009. godini iznosili 98,89 mil. kn i povećani su 3,7%. Najveći dio prihoda čine prihodi od prodaje koji su povećani jedan posto i iznose 91,68 mil. kn. Povećani su i financijski prihodi, sa 635 na 800 tis. kn.

Čateks je lani povećao ukupne rashode za 7,6%, na 102,45 mil. kn. Pritom su poslovni rashodi povećani 6,6%, na 99,09 mil. kn, a financijski rashodi za 50,2%, na 3,35 mil. kn. (G.Š.)

OSNIVA SE SOCIJALNO VIJEĆE ZA TEKSTILNU INDUSTRIJU

Nakon sastanka socijalnih partnera i premijerke Kosor održanog u prosincu prošle godine o aktualnom stanju u tekstilnoj i odjevnoj industriji koje je ocijenjeno alarmantnim, inicirano je osnivanje Socijalnog vijeća za tekstilnu, odjevnju, kožarsku i obućarsku industriju uz Socijalno vijeće za pređaivačku industriju, kao zajedničkoga institucionalnog tijela socijalnih partnera, koje će kontinuirano razmatrati i usuglašavati ključne interesne teme od važnosti za ovaj sektor. Sporazum o osnivanju Vijeća za tekstil je pred potpisivanjem, a slijedi sektor šumarstva i drvne industrije te, kako je najavljeno, vrlo brzo i sektor graditeljstva i trgovine. Pristupilo se i de-

taljnoj ocjeni stanja u sektoru i učinaka dosadašnje primjene strategije radi usklađivanja s novim mjerama za rješavanje posljedica globalne krize. Tako Strateški okvir za restrukturiranje i razvoj tekstilne i odjevne te kožarske i obućarske industrije 2010. - 2012. i Prijedlog programa razvojnih prilagodbi djelatnosti proizvodnje tekstila i odjeće i kože i obuće 2010. - 2012. Ministarstva gospodarstva, rada i poduzetništva predviđaju financiranje, restrukturiranje poduzeća u teškoćama te rasterećenje poduzeća mjerama za smanjenje neporeznih nameta i rješenje statusa Zakona o minimalnoj plaći. Programski prioriteti za 2010. su očuvanje zaposlenosti i dugoročno financiranje, a planirana ulaganja iznose ukupno 463,5 mil. kn.

Izvor: poslovni.hr, 4. veljače 2010.

Vijesti iz inozemstva

U STUTTGARTU ODRŽAN USPJEŠAN SAJAM TV TECSTYLE VISIONS 2010

Zadovoljni izlagači i posjetitelji međunarodnog sajma TV TecStyle Visions 2010. u Stuttgartu, od 4. do 6. veljače 2010. godine: 7353 posjetitelja iz 38 zemalja informiralo se o novim tehnikama tekstilnog tiska, veza, transfer-tiska i pahuljičanja te reklamnih poruka na tekstilu. Strojeve i proizvode izlagalo je 180 proizvođača iz 17 zemalja (22 % više nego na prethodnom sajmu). Na temelju ovih podataka Sajam se dokazao kao najvažniji susret struke za ukrašavanje tekstila i odjeće.

Najveće zanimanje posjetitelja bilo je usmjereno na vezenje. Strojevi za vezenje sada su brži i lakši za posluživanje. Slijede tekstilije i ma-

terijali za tisak, transfer-tisak, digitalni tisak, sitotisak, pahuljičanje te usluge koje su predstavili izlagači. Osim raznih tehnika ukrašavanja tekstila, bile su predstavljene i aktualne kolekcije promotivne odjeće.

Popratni program

Veliko zanimanje posjetitelja pokazalo se i za TV stručni forum u organizaciji časopisa TVP. Na 21 seminaru o tisku, vezu, pahuljičanju, marketingu, značajkama kvalitete, ispitivanju tekstila i dr. sudjelovalo je 344 stručnjaka. Vrlo zadovoljni bili su predavači jer su se stručni razgovori nastavili i na izložbenim mjestima.

Tehnički vrhunac Sajma bila je demonstracija postupka direktnog pahuljičanja tekstilnih materijala. Na

velikom prostoru, tzv. Flock Application Area, izvodio se čitav proces. Partneri: Maag - strojevi za pahuljičanje, MHM - strojevi za sitotisak, Sefar – švicarski proizvođač tehničkog tekstila, Casati Flock - sredstva za pahuljičanje, Tesoma – sustavi za sušenje i Europski savez industrije pahuljičanja tematizirali su izradu tiskarskih šablona, materijala, ljepila, pređe, proces elektrostatičkog pahuljičanja, sušenje, čišćenje te postupke ispitivanja i mjerenja. Profesionalne modne revije održavale su se tri puta dnevno i predstavile najnovije kolekcije radne odjeće te odjeće s propagandnim i promotivnim porukama.

Vrlo dobar odaziv bio je i na natječaj za dodjelu nagrade Golden Shirt Award, u organizaciji njemačkog

časopisa TVP Textilveredlung & Promotion. Tema je bila "Crvena boja", a glavni uvjet kombinacija najmanje dviju tehnika ukrašavanja tekstila. Na natječaj se prijavilo 50 sudionika sa 88 radova, što je 11 radova više nego na sajmu 2008. Podijeljene su 3 nagrade koje su sponzorirale tvrtke Melco, IVM SignTex GmbH i proizvođač konaca i pređa za vezenje Madeira. Specijalnu nagradu za pahuljičanje sponzorirala je tvrtka Maag.

Prema provedenim ispitivanjima, 95% izlagača bilo je zadovoljno kompetentnošću posjetitelja. 93% izlagača računa s pozitivnim rezultatima obavljenih razgovora, što je doduše 6% manje nego na prošlom sajmu, ali takav ishod valja pripisati momentalnoj gospodarskoj krizi. U svakom slučaju, i posjetitelji, i izlagači smatraju Stuttgart međunarodno priznatom platformom za sajmove TV TecStyle Visions. (A.B.)

CPI – MODNI SAJAM U ISTANBULU VAŽAN ZA EUROPSKE IZVOZNIKE MODNE ODJEĆE

Tijekom posljednjih pet godina turska maloprodaja odjeće brzo se širi, što donosi značajne koristi europskim izvoznicima modne odjeće. Prema Reinhardu E. Döpferu, predsjedniku Europskog vijeća za izvoz tekstila i modne odjeće - EFTEC - modna odjeća u vrijednosti od 511 mil. eura isporučena je u Tursku iz tradicionalnih zemalja članica Europske unije. Premda je svjetska ekonomska kriza dovela do umjerenog pada izvoza modne odjeće iz Europe u Tursku od 7% u 2009. u odnosu na prethodnu godinu, značajan broj europskih zemalja članica povećao je svoj izvoz na domaće tržište **cpi**.

Posebno valja istaknuti Španjolsku, odakle se prošle godine izvoz modnog tekstila u Tursku povećao za 19% na vrijednost od 119 mil. eura. Kako pokazuju podaci EFTEC-a, Španjolska je preuzela vodstvo na tržištu europske modne industrije u

Turskoj od Italije, odakle se izvoz odjeće smanjio za 19% na ukupno 113 mil. eura u 2009. Belgija je treći najveći izvoznik odjeće iz Europske unije u Tursku, jer je izvezla modnu odjeću u vrijednosti od 82,8 mil. eura (+2%), zatim slijede Velika Britanija (-9%, ukupno 69 mil. eura), Njemačka (+1%, 67 mil. eura) i Francuska (-30%, 92 mil. eura).

Prema podacima EFTEC-a ženska odjeća je najvažniji segment modne odjeće iz Europske unije koji se izvozi u Tursku. U 2009. turski klijenti su naručili modne odjeće za žene u vrijednosti od 236 mil. eura, što je -7% u odnosu na 2008. Među najpopularnijim odjevnim predmetima bile su haljine (+18%, 49 mil. eura), zatim slijede ženske hlače (-8%, 42 mil. eura) i puloveri, dvodijelni kompleti i veste (-24%, 35 mil. eura). Španjolska je glavni dobavljač ženske odjeće (+18%, 87,6 mil. eura).

Druga najveća kategorija europskih izvoznika odjeće u Tursku je muška odjeća u vrijednosti od 146,5 mil. eura prošle godine, što predstavlja smanjenje od samo 4%. Turska potražnja koncentrirala se na muške hlače izrađene od pamuka i vune, čiji se izvoz povećao za 4% na ukupno 39,7 mil. eura, kao i na džins hlače za koje je registrirano povećanje od 27% na 14 mil. eura. Daljnji proizvod na koji su se koncentrirali turski klijenti bile su jakne i kaputi iz Europe, pri čemu je zabilježeno povećanje od 6% na 23 mil. eura.

Europski izvoznici u Tursku žele povećati prodaju donjeg rublja, što je treći najveći segment isporuke. Prošle godine kupovna vrijednost donjeg rublja bila je 42 mil. eura, što je -7% u odnosu na 2008.

Osim turske maloprodaje odjeće, europski izvoznici zainteresirani su za sudjelovanje na prvom sajmu **cpi**, od 26. do 28.8.2010., traže posebne mogućnosti za proširenje i produbljivanje odnosa s kupcima na dvadeset daljnjih izvoznih tržišta koja se nalaze u bližem ili daljem susjedstvu Turske. Posebni ciljevi zanimanja su maloprodajna tržišta na Srednjem

istoku i u Sjevernoj Africi, tržišta Arapskog zaljeva, nova tržišta u Centralnoj Aziji kao i jugoistočna europska tržišta. Prema podacima EFTEC-a takva tržišta ostvarila su izvoz iz Europske unije u vrijednosti 3,21 mlrd. eura prošle godine bez Turske. Glavna tržišta kojima se obraća **cpi** su Rumunjska s izvozom vrijednim 442 mil. eura u 2009., zatim Ujedinjeni Arapski Emirati (402 mil. eura), Saudijska Arabija (280 mil. eura) i Bugarska (224 mil. eura). (M.H.)

NAJAVLJEN VELIK USPJEH SAJMA EXPODETERGO INTERNATIONAL 2010

Expodetergo International 2010 – 16. specijalizirani međunarodni sajam opreme, usluga, proizvoda za pranje, glačanje, čišćenje tekstila i srodnih proizvoda, održat će se od 15. do 18. listopada 2010. na Milanskom sajmu. Mnoge tvrtke već su rezervirale sajamski prostor. Unatoč vrlo velikom gospodarskom smanjenju očekuje se uspješna sajamska priredba s više od 250 izlagača.

Zajednički napor Assofornitorija (Udruge dobavljača tvrtkama za njeegu tekstila) i Rassegne SpA, tvrtke iz Fiera Milano grupe koja je zadužena za organizaciju izložbe, dali su pozitivan odgovor što je potvrđeno prisutnošću nekoliko vodećih proizvođača kao: Kannegiesser, Jensen, Renzacci, Alliance Int., Electrolux, Imesa, Ecolab i Girbau.

Štoviše, uska suradnja s glavnim udruženjima struke omogućila je najvažniji susret i usporedbe profesionalaca struke.

Novi projekt Expodetergo International imat će mnogo značajnih novosti.

Prva novost je novi izložbeni centar, sajamska priredba će se održati na novom izložbenom prostoru u Rhou u dvoranama 2 i 4 u blizini stanice podzemne željeznice i željeznice. Posjetitelji koji dolaze automobilom imat će na raspolaganju rezervirano

parkiralište koje će omogućiti pristup po specijalnim cijenama.

Novi raspored u dvoranama s novom površinom, koja je potpuno opremljena s najnovijim tehničkim uslugama, omogućit će tvrtkama da pronađu svoje savršeno mjesto i olakšaju put za posjetitelje.

Povećana je međunarodna promocija: na izložbu dovesti nove posjetitelje, naročito iz SAD-a, Kanade, Europe (naročito iz istočnoeuropskih zemalja), Rusije itd. Planirana je opsežna kampanja oglašavanja u najpoznatijim tehničkim časopisima kao i direktne marketinške akcije.

Milanski sajam podupire izlagače i financijski, odobrava specijalna financijska sredstva za potpuno pokrivanje troškova sudjelovanja na osnovi sporazuma potpisanog s grupom Gruppo Intensa San Paolo po jednostavnim postupcima i nižim cijenama.

Najvažniji predstavnici industrije već su potvrdili svoje sudjelovanje i mnoge su tvrtke iskoristile priliku da dalje povećaju svoje rezervirano mjesto.

Uskoro započinju i dodjele izložbenih mjesta. Na ovogodišnjem sajmu bit će predstavljeno osam glavnih područja: kemijsko čišćenje i industrijsko pranje, inovacije u području strojeva, opreme za glačanje, deterdženti i pomoćna sredstva, transportni sustavi, identificiranje i pakovanje.

Tim sajma Expodetergo Exhibition dostupan je na e-mail: areatecnica1@fieramilano.it.

Daljnje informacije dostupne su na www.expodetergo.com. (M.H.)

FRANKFURTSKI SAJAM PREUZIMA ETHICAL FASHION SHOW U PARIZU

Francuska podružnica Frankfurtskog sajma preuzela je Ethical Fashion Show (etički modni sajam) u Parizu. Ethical Fashion Show je sajam etičke mode i predstavlja više od stotine marki. Ovu uspješnu izložbu osnovala je **Isabelle Quéhé**. Frankfurtski sajam, koji organizira 31 tekstilni sajam širom svijeta, ovim je preuzimanjem dodao novi segment u svoj asortiman sajmova. Ovaj sajam se isključivo koncentrira na ekološku, društveno odgovornu i ekološki prihvatljivu proizvodnju odjeće. Time Frankfurtski sajam otvara novo perspektivno tržište i kupcima daje priliku da uđu u posao proizvodnje odjeće, te sada pokriva cijeli vrijednosni lanac na području tekstilnih sajmova širom svijeta.

Frankfurtski sajam je 2001. preuzeo Texworld, koji je postao poznato sastajalište profesionalaca u međunarodnoj tekstilnoj industriji. To isto namjerava učiniti s Ethical Fashion Show. Konsolidirat će se stanje u tvrtki i razviti njena prisutnost na međunarodnoj razini. Za taj cilj koristit će se dugogodišnje iskustvo stečeno na području organizacije sajmova u tekstilnom području.

Ovo preuzimanje je dosljedni dio cilja Frankfurtskog sajma da ohrabri sajamsku trgovinu i da pruži potporu proizvodnim markama koje su tomu namijenjene tako da postanu poznatije i da se dalje razvija poslovanje. Već nekoliko godina može se proma-

trati porast održive proizvodnje na tekstilnim sajmovima koje organizira Frankfurtski sajam u svim dijelovima svijeta.

Organizatori organiziraju forume za te proizvode ili izrađuju sustave za vođenje posjetitelja tako da posjetitelji mogu brzo pronaći sebi zanimljive tvrtke.

Od 2007. Frankfurtski je sajam sustavno opredijeljen za proizvode koji su proizvedeni na ekološki prihvatljiv i društveno odgovoran način, te tako stvara jedinstvenu platformu za održive materijale i pribore.

Isabelle Quéhé, osnivačica Ethical Fashion Showa, otkriva da je početak preuzimanja bilo ispitivanje međunarodnih sajmova u Milanu i New Yorku. Da bi se dalje razvile aktivnosti, kao npr. projekti u Barceloni, bilo je važno uspostaviti suradnju s profesionalnim partnerima. Taj je partner bio Frankfurtski sajam. Ovo preuzimanje će omogućiti da Universal Love Association dalje radi na razvoju etičke mode i ima koristi od ove potpore.

Nastojat će se da Ethical Fashion Show dobije snažniju međunarodnu orijentaciju.

Sljedeći Ethical Fashion Show održat će se od 25. do 28. rujna 2010. u Parizu. Posjetitelji će moći razgledati visoku modu, pribor, konfekcijsku odjeću, sportsku odjeću, odjeću za slobodno vrijeme i dječju odjeću u različitim prezentacijskim formatima, npr. na specijalnim revijama za nakit i dekorativne proizvode ili na modnim revijama. (M.H.)

POPIS OGLAŠIVAČA – INSERENTENVERZEICHNIS – INDEX OF ADVERTISERS

AMANN & SÖHNE GmbH & Co.KG, Bönningheim (Njemačka).....	LENZING AKTIENGESELLSCHAFT, Lenzing (Austrija)
A. MONFORTS TEXTILMASCHINEN GmbH & Co. KG, Mönchengladbach (Njemačka)	LIEBERS CHRISTOPH GmbH & Co.KG, Gaimersheim (Njemačka).....
ČATEKS d.d., Čakovec.....IV	MADEIRA Garnfabrik, Freiburg (Njemačka).....
EUROINSPEKT-EUROTExTIL d.o.o., Zagreb	MEMMINGER-IRO GmbH, Dornstetten (Njemačka)
EXPODETERGO INTERNATIONAL, Milano (Italija).....	MESSE FRANKFURT GmbH, Frankfurt am Main (Njemačka).....
HRVATSKA GOSPODARSKA KOMORA - EEN Hrvatske, Zagreb	PREDIONICA KLANJEC d.d., Klanjec
IGEDO COMPANY, Düsseldorf (Njemačka).....	REGENERACIJA d.d., Zabok
JADRAN tvornica čarapa d.d., Zagreb	SCHMETZ GmbH, Herzogenrath (Njemačka)
KARL MAYER GmbH, Obertshausen (Njemačka)	STÄUBLI AG, Pfäffikon (Švicarska).....
KONOPLJA d.d., Zagreb.....I	STUTTGARTER MESSE- UND KONGRESSGES. mbH, Stuttgart (Njemačka).....
KOTKA d.d., Krapina	TEXTILCOLOR AG, Sevelen (Švicarska).....
LECTRA DEUTSCHLAND GmbH, gl. podružnica Zagreb	VELCRO GmbH, Freiberg am Neckar (Njemačka)

dorada tisak

TISAK

PRIPREMA PRIPREMA

dizajn DIZAJN dizajn dizajn dizajn dizajn

DORADA PRIPREMA DIZAJN TISAK

doradapriprema

DO
RA PRIPREMA

DA tisak tisak tisak
tisak tisak tisak

doradapriprema

TISAK tisak tisak tisak

DIZAJN

DENONA

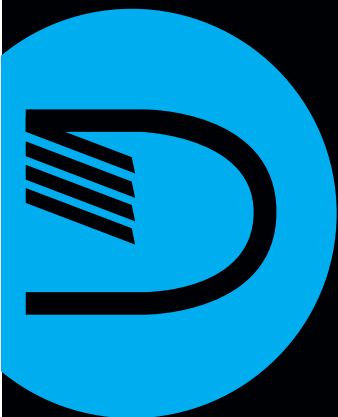
Getaldićeva 1
10 000 Zagreb,
Hrvatska

TEL.: 01/ 236 17 77
FAX.: 01/ 233 27 53

www.denona.hr

PRIPREMA priprema
PRIPREMA priprema
PRIPREMA priprema

DORADA





PROIZVODNI PROGRAM:

- *Vojni program*
- *Medicinski program*
- *Zaštitna odjeća na bazi poliuretana*
- *Tehnički materijali za specijalne namjene*
- *Tiskane i bojadisane tkanine*
- *Oplemenjivanje tekstilija za različite namjene*



čateks d.d.
ČAKOVEC

Zrinsko-Frankopanska 25
40 000 Čakovec, CROATIA

Tel. +385 (0) 40 379 444
Fax. +389 (0) 40 328 445
+385 (0) 40 379 412
cateks@cateks.t-com.hr

www.cateks.hr

Čateks, prijatelj vašeg doma!



Široki asortiman proizvoda za vaš dom: krpe, pregače, stolnjaci, sjedalice, ukrasni jastučići, posteljno rublje, prekrivači, vreće za sjedenje, tekstil i umjetna koža u metraži, umjetna koža na bazi PU za tapeciranje namještaja.

