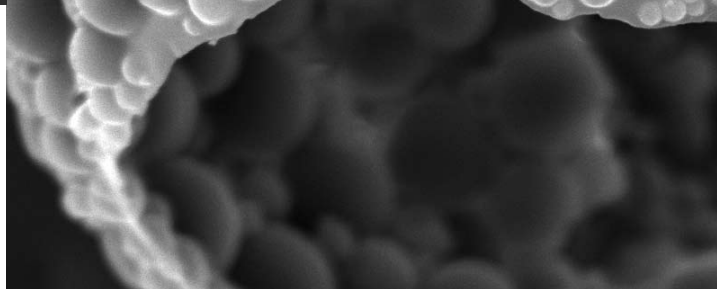
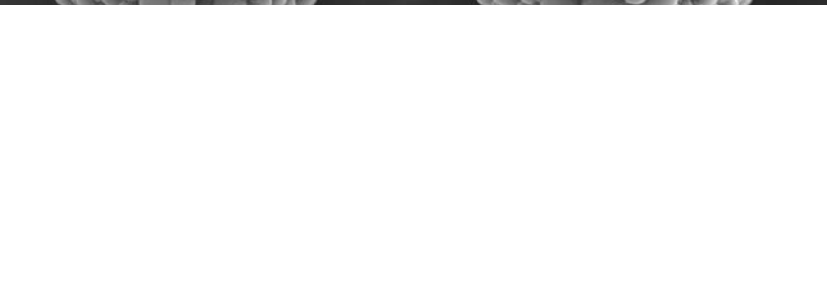
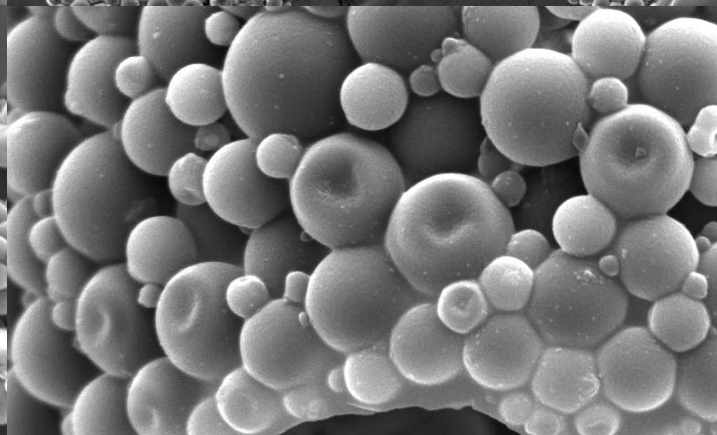
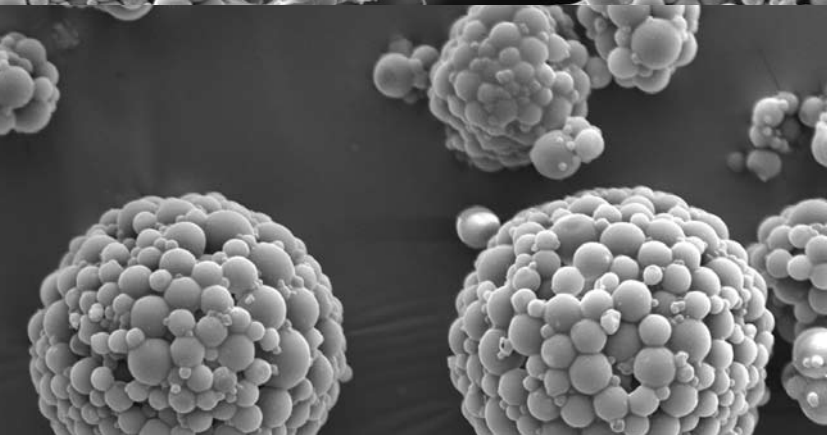
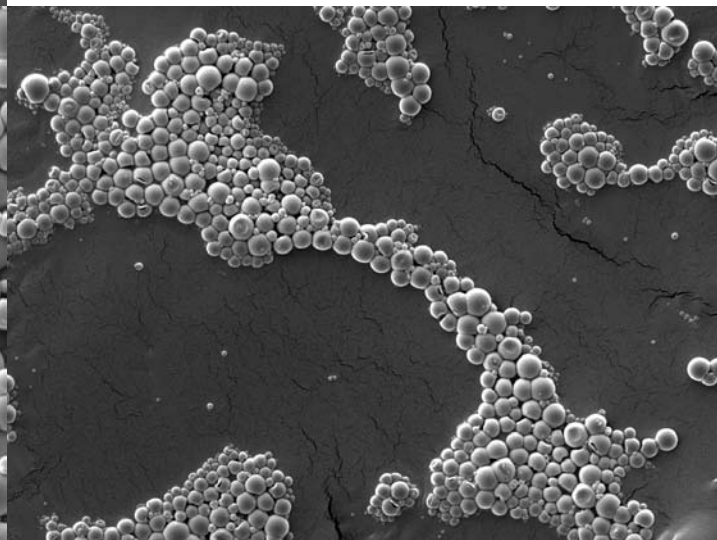
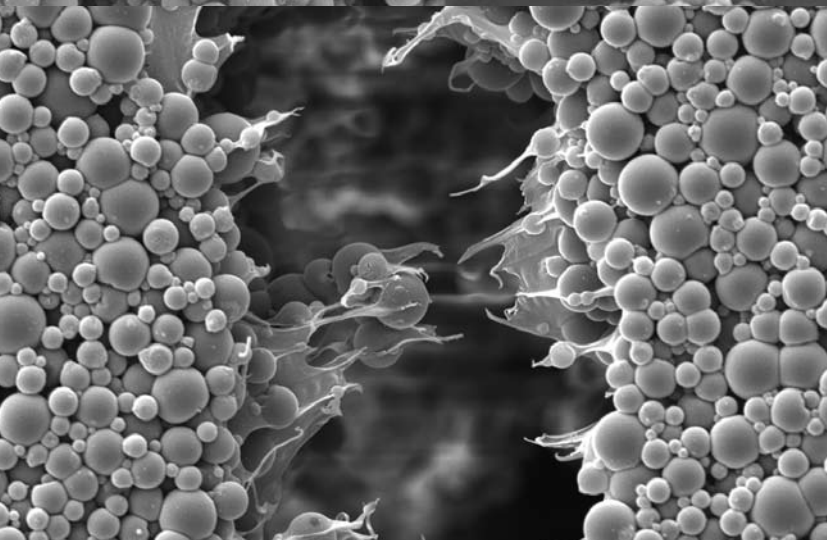
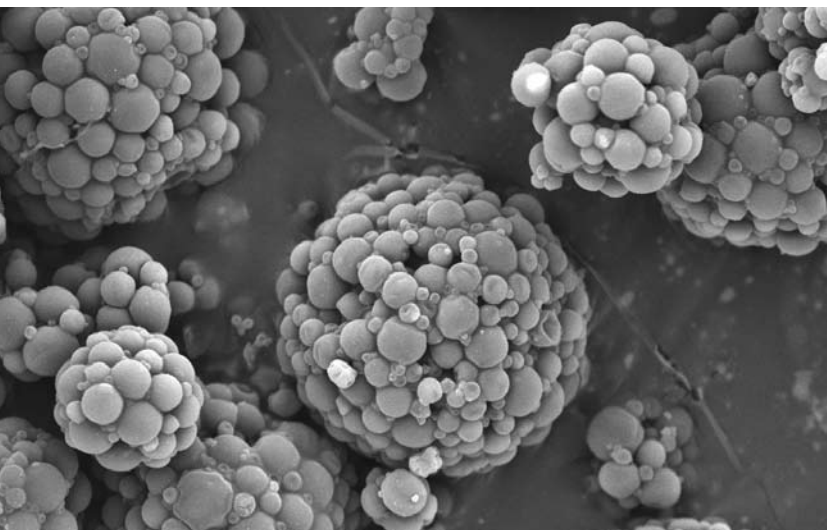


tekstilec

7-9/2008 • vol. 51 • 193-276

ISSN 0351-3386

UDK 677 + 687 (05)



Časopisni svet/Publishing Council

Martin Kopač, Jože Smole GZS – ZTOUPI
Zoran Stjepanovič *predsednik/president*,
Marta Slokar ZITTS
Barbara Simončič, Franci Sluga UL-NTE, OT
Karin Stana Kleinschek,
Alenka Majcen Le Marechal UM-FS, OTMO
Miha Ješe, Mojca Šubic IRSPIN

Glavna in odgovorna urednica/ Editor-in-chief

Diana Gregor Svetec

Namestnica glavne in odgovorne urednice/Assistant Editor

Majda Sfiligoj Smole

Izvršna urednica/Executive Editor

Anica Levin

Uredništvo/Editorial board

Franci Debelak
Veronika Vrhunc
IRSPIN
Vili Bukošek
Petra Forte
Marija Jenko
Momir Nikolić
Almira Sadar
Univerza v Ljubljani, Slovenija/
University of Ljubljana, Slovenia
Darinka Fakin
Jelka Geršak
Tanja Kreže
Zoran Stjepanovič
Univerza v Mariboru, Slovenija/
University of Maribor, Slovenia
Paul Kiekens
Univerza v Gentu, Belgija/
University of Ghent, Belgium
Hartmut Rödel
Tehniška univerza v Dresdnu, Nemčija/
Technical University of Dresden, Germany
Ivo Soljačić
Univerza v Zagrebu, Hrvaška/
University of Zagreb, Croatia

tekstilec glasilo slovenskih tekstilcev, podaja temeljne in aplikativne znanstvene informacije v fizikalni, kemijski in tehnološki znanosti vezane na tekstilno tehnologijo. V reviji so objavljeni znanstveni in strokovni članki, ki se nanašajo na vlakna in preiskave, kemijsko in mehansko tekstilno tehnologijo, tehnične tekstilije in njihovo uporabo, kot tudi druga področja vezana na tekstilno tehnologijo in oblikovanje, tekstilno in oblačilno industrijo (razvoj, uporaba, izdelava in predelava kemijskih in naravnih vlaken, prej in ploskih tekstilij, oblikovanje, trženje, ekologija, ergonomika, nega tekstilij, izobraževanje v tekstilstvu itd.). Od leta 2007 je revija razdeljena na dva dela, dvojezični (slovensko/angleški) del, kjer so objavljeni članki s področja znanosti in razvoja; znanstveni članki (izvirni in pregledni), kratka obvestila in strokovni članki. Drugi del, napisan samo v slovenščini, vsebuje prispevke o novostih s področja tekstilne tehnologije iz Slovenije in sveta, informacije o negi tekstilij in ekologiji, kratka obvestila vezana na slovensko in svetovno tekstilno in oblačilno industrijo ter prispevke s področja oblikovanja tekstilij in oblačil.

tekstilec *the magazine of Slovene textile professionals gives fundamental and applied scientific information in the physical, chemical and engineering sciences related to the textile industry. Its professional and research articles refer to fibers and testing, chemical and mechanical textile technology, technical textiles and their application, as well as to other fields associated with textile technology and design, textile and clothing industry e.g. development, application and manufacture of natural and man-made fibers, yarns and fabrics, design, marketing, ecology, ergonomics, education in textile sector, cleaning of textiles, etc. From 2007 the journal is divided in two parts, a two language part (Slovene English part), where scientific contributions are published; i.e. research articles (original scientific and review), short communications and technical articles. In the second part written in Slovene language the short articles about the textile-technology novelties from Slovenia and the world, the information of dry cleaning and washing technology from the viewpoint of textile materials and ecology, short information's about the Slovene textile and clothing industry and from the world as well as the articles on textile design are published.*

Dosegljivo na svetovnem spletu/Available online at

www.ntf.uni-lj.si/ot/

Izvillečki tekstilca so pisno objavljeni v/
Abstracted and Indexed in

Chemical Abstracts
World Textile Abstracts
EBSCO
Ulrich's International Periodicals Directory
COMPENDEX
Titus Literaturschau
TOGA Textiltechnik

tekstilec

ISSN 0351-3386

VOLUME 51 • NUMBER 7-9 • 2008 • UDK 677 + 687 (05)

IZVLEČKI/abstracts

197 Izvlečki • *Abstracts*

ČLANKI/papers

- 199** Elementarno srebro nano delcev kot antibakterijsko sredstvo na bombažni tkanini • Izvirni znanstveni članek
Elementary nano sized silver as antibacterial agent • Original Scientific Paper
Brigita Tomšič, Barbara Simončič, Danijela Cvijjn, Boris Orel, Mateja Zorko, Andrej Simončič
- 216** Mikrokapsuliranje na področju tekstilstva • Pregledni znanstveni članek
Microencapsulation in textiles • Review
Barbara Ocepek, Petra Forte Tavčer
- 231** Nizko hranljivi medij izboljša določitev fungicidnega delovanja AgCl na celuloznih vlaknih • Izvirni znanstveni članek
A low nutrition medium improves the determination of fungicidal activity of AgCl on cellulose fibres • Original Scientific Paper
Brigita Tomšič, Barbara Simončič, Metka Žerjav, Andrej Simončič

STROKOVNI DEL/ technical notes

- 242** Svetovna proizvodnja vlaken v letu 2007: uspešna • *Pregled*
- 246** Forum Tri resnice in sedem potez za tehnološki preboj Slovenije: tehnološka razvojna politika za konkurenčnost gospodarstva • *Aktualno doma*
- 251** Ugotavljanje potreb po kadrih v tekstilni, oblačilni in usnjarskopredelovalni industriji Slovenije • *Šolstvo*
- 256** Diplomski, magistrski in doktorski deli • Univerza v Ljubljani, Naravoslovnotehniška fakulteta, Oddelek za tekstilstvo • Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo, Oddelek za tekstilne materiale in oblikovanje
- 258** Art as bread, kruh kot umetnost • *Oblikovanje*
- 260** Trenč • *Oblikovanje*
- 264** Evropska proizvodnja netkanih tekstilij za sedem odstotkov večja • *Aktualno v svetu*
- 267** Ob 100 letnici rojstva akademika prof. dr. Antona Peterlina • *Nove knjige*

tekstilec

Ustanovitelj / Founded by

Zveza inženirjev in tehnikov tekstilcev Slovenije/
Association of Slovene Textile Engineers and Technicians
Gospodarska zbornica Slovenije – Združenje za tekstilno,
oblačilno in usnjarsko predelovalno industrijo/
*Chamber of Commerce and Industry of Slovenia – Textiles,
Clothing and Leather Processing Association*

Urejanje, izdajanje in sofinanciranje/

Editing, publishing and financially supported by

- Univerza v Ljubljani, Naravoslovnotehniška fakulteta,
Oddelek za tekstilstvo/*University of Ljubljana,
Faculty of Natural Sciences and Engineering, Department of Textiles*
- Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo/
University of Maribor, Faculty for Mechanical Engineering
- Industrijski razvojni center slovenske predilne industrije/
Industrial development centre of Slovene spinning industry

Revijo sofinancira/Journal is financially supported by

Javna agencija za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije/
Slovenian Research Agency

Revija Tekstilec izhaja štirikrat letno v 700
izvodih/*Journal Tekstilec appears quarterly
in 700 copies*

Revija je pri Ministrstvu za kulturo vpisana
v razvid medijev pod številko 583.
Letna naročnina za člane Društev
inženirjev in tehnikov tekstilcev
je vključena v članarino.

Letna naročnina

- za posameznike je 38 €
- za študente 22 €
- za mala podjetja 87 €
- za velika podjetja 185 €
- za tujino 110 €

Cena posamezne številke je 10 €

Na podlagi Zakona o davku na dodano
vrednost sodi revija Tekstilec med
proizvode, od katerih se obračunava
DDV po stopnji 8,5 %.

Transakcijski račun 01100–6030708186
Bank Account No. SI56 01100–6030708186
Nova Ljubljanska banka d.d.,
Trg Republike 2, SI–1000 Ljubljana,
Slovenija, SWIFT Code: LJBA SI 2X.

Izdajatelj/Publisher

Univerza v Ljubljani, Naravoslovnotehniška fakulteta, Oddelek
za tekstilstvo / *University of Ljubljana, Faculty of Natural
Sciences and Engineering, Department of Textiles*

Naslov uredništva/Editorial Office Address

Uredništvo Tekstilec, Snežniška 5, p.p. 312, SI–1000 Ljubljana
Tel./Tel.: + 386 1 200 32 00, +386 1 252 44 17
Faks/Fax: + 386 1 200 32 70
E–pošta/E–mail: tekstilec@ntf.uni-lj.si
Spletni naslov/Internet page: <http://www.ntf.uni-lj.si/ot/>

Lektor za slovenščino: Milojka Mansoor, Jelka Jamnik, za angleščino: AJE

Oblikovanje/Design Tanja Medved

Prelom in priprava za tisk/DTP Barbara Blaznik

Fotografija na naslovnici/Cover Photo No. 7–9 Mirjam Leskovšek

Tisk/Printed by Littera Picta d.o.o.

Copyright © 2008 by Univerza v Ljubljani, Naravoslovnotehniška
fakulteta, Oddelek za tekstilstvo

Noben del revije se ne sme reproducirati brez predhodnega pisnega
dovoljenja izdajatelja/*No part of this publication may be reproduced
without the prior written permission of the publisher.*

Izvirni znanstveni članek *Original Scientific Paper*

Brigita Tomšič¹, Barbara Simončič¹, Danijela Cvijin¹,
Boris Orel², Mateja Zorko², Andrej Simončič³

¹Univerza v Ljubljani, Naravoslovnotehniška fakulteta, Oddelek za tekstilstvo, Snežniška 5, 1000 Ljubljana, Slovenija/University of Ljubljana, Faculty of Natural Sciences and Engineering,

Department of Textiles, Snežniška 5, SI-1000 Ljubljana, Slovenia

²Kemijski inštitut, Hajdrihova 19, 1000 Ljubljana, Slovenija/National Institute of Chemistry, Hajdrihova 19, SI-1000 Ljubljana, Slovenia

³Kmetijski inštitut Slovenije, Hacquetova 17, 1000 Ljubljana, Slovenija/Agricultural institute of Slovenia, Hacquetova 17, SI-1000 Ljubljana, Slovenia

Elementarno srebro nano delcev kot anti-bakterijsko sredstvo na bombažni tkanini *Elementary nano sized silver as antibacterial agent on cotton fabric*

Pripravljena je bila protimikrobna apretura z uporabo elementarnega srebra velikosti delcev nano dimenzij brez in v kombinaciji anorganske oksidne matrice. Apertura je bila nanesena na bombažno tkanino v šestih koncentracijah srebra od 0,01 do 0,5 % na maso blaga po izčrpalnem postopku, izvedenem v Launderometru. Zamreženje matrice je bilo doseženo toplozračno. Morfološke lastnosti aperturnega filma so bile določene s SEM, njegova sestava pa s FT-IR in EDXS analizo. Koncentracija Ag na tkanini je bila določena z ICP-MS. Baktericidne lastnosti aperture so bile določene na podlagi meritev bakterijske redukcije za bakterijsko vrsto *Escherichia coli*. Določen je bil vpliv aperture na spremembo beline tkanine, njene svetlobne obstojnosti, omočljivost, togost in zračno prepustnost. Iz rezultatov raziskave je bilo razvidno, da se je z naraščajočo koncentracijo Ag v aperturni kopeli povečevala tudi koncentracija Ag na tkanini, ki se je v prisotnosti oksidne matrice še povečala. Bakterijska redukcija se z naraščajočo koncentracijo Ag na tkanini ni bistveno spremenila. V vseh primerih, tudi pri najvišji koncentraciji Ag je ostala nižja od 60 %, kar je pomenilo nezadovoljivo baktericidno delovanje. Prisotnost oksidne matrice v aperturi je še poslabšala njene baktericidne lastnosti. Medtem ko nanos srebra ni bistveno spremenil omočljivosti tkanine, se je le-ta povečala pri vzorcih apretiranih s kombinacijo srebra in oksidne matrice. Prisotnost aperture je na splošno vplivala na znižanje beline tkanine, ki se je z osvetljevanjem vzorcev z umetno svetlobo še poslabšala. Oksidna matrica v aperturi je povzročila rahlo zmanjšanje zračne prepustnosti tkanine, zmanjšala pa je tudi togosti tkanine v primerjavi s tkanino, apretirano le s srebrom.

Ključne besede: antibakterijska apertura, elementarno srebro, oksidna matrica, bombažna tkanina, bakterijska redukcija, belina, omočljivost, fizikalne lastnosti.

Antimicrobial finish was prepared by the use of elementary silver of nano dimensions, without and with a combination of anorganic

*oxide matrix. Finish was applied on cotton fabric in six different concentration of silver, ranging from 0.01 to 0.5 % on fabric mass. Application was performed by the exhaustion method using Launderometer. Network formation of the matrix was obtained by worm air. Morphological properties of the coating film were studied by SEM, while its composition by FT-IR and EDXS analysis. Concentration of silver was determined by ICP-MS. Bactericidal properties were quantitatively studied in terms of bacterial reduction for bacterium *Escherichia coli*. Influence of finish on whiteness of the fabric, light fastness, wettability, stiffness and air permeability was studied as well. The results showed that by increasing Ag concentration in the finishing bath, the concentration of Ag on textile increased as well, while it further increased in the presence of oxide matrix. However, the bacterial reduction did not significantly change by the increase of Ag concentration and stayed below 60 % in the case of all studied concentrations, even at the highest one, showing insufficient bactericidal activity. The presence of the oxide matrix, further decreased its antibacterial properties. While application of silver did not significantly influenced the wettability of the fabric, latter increased on the samples treated by a combination of silver and oxide matrix. In general, application of finish influenced on a decrease of whiteness of the fabric, which further decreased by illuminating the samples with an artificial light. The presence of oxide matrix in the finish caused slight decrease of air permeability of the fabric, compared to the air permeability of the fabric where only silver was applied.*

Key words: antibacterial finish, elementary silver, oxide matrix, cotton fabric, bacterial reduction, whiteness, wettability, physical properties.

Pregledni znanstveni članek *Review*

Barbara Ocepek, Petra Forte Tavčer

¹Univerza v Ljubljani, Naravoslovnotehniška fakulteta, Oddelek za tekstilstvo, Snežniška 5, 1000 Ljubljana, Slovenija/University of Ljubljana, Faculty of Natural Sciences and Engineering, Department of Textiles, Snežniška 5, SI-1000 Ljubljana, Slovenia

Mikrokapsuliranje na področju tekstilstva *Microencapsulation in textiles*

Prispevek opisuje proces, najpomembnejše tehnologije in uporabo mikrokapsuliranja v tekstilni industriji. Uporaba mikrokapsul ne-nehno narašča, še posebej v tekstilnih industrijah zahodne Evrope, na Japonskem in v Severni Ameriki. Kljub široki uporabi v industriji pa mikrokapsuliranje ostaja ljudstvu večinoma neznan proces. Je cenovno primerna in dolgotrajna metoda za shranjevanje hitro hlapljivih snovi. Mikrokapsule so primerne za mnoge izdelke. Ti proizvodi imajo različne lastnosti, ki so odvisne od narave kapsuliranih snovi. Nekateri so opisani v tem prispevku, na primer izdelki s PCM- materiali, dezodorantskimi apreturami, protimikrobnimi apreturami, ognjevarnimi apreturami, sistemom spreminjanja barve itd.

Ključne besede: mikrokapsuliranje, nadzorovano sproščanje, tekstil, tehnologije, apreture

This paper describes current processes, technologies and applications related to microencapsulation in the textile industry. The use of microencapsulation continues to grow especially in the textile industries of Western Europe, Japan, and North America. Although it is widely used in industry, microencapsulation remains relatively unknown to the public. It is a cost-effective method for storing volatile substances over a long period of time. Microcapsules are available for a wide range of products. These products are given various properties related to the nature of the encapsulated substances. Some of these are described in this paper, including products with phase-change properties, fragrance finishes, antimicrobial finishes, fire retardants, color-change properties and color formers.

Key words: microencapsulation; controlled release; textile; technologies; finishes

Izvirni znanstveni članek *Original Scientific Paper*

Brigita Tomšič¹, Barbara Simončič¹, Metka Žerjav², Andrej Simončič²

¹Univerza v Ljubljani, Naravoslovnotehniška fakulteta, Oddelek za tekstilstvo, Snežniška 5, 1000 Ljubljana, Slovenija/University of Ljubljana, Faculty of Natural Sciences and Engineering, Department of Textiles, Snežniška 5, SI-1000 Ljubljana, Slovenia

²Kmetijski inštitut Slovenije, Hacquetova 17, 1000 Ljubljana, Slovenija/Agricultural institute of Slovenia, Hacquetova 17, SI-1000 Ljubljana, Slovenia

Nizko hranljivi medij izboljša določitev fungicidnega delovanja AgCl na celuloznih vlaknih

A low nutrition medium improves the determination of fungicidal activity of AgCl on cellulose fibres

Namen raziskave je bil določiti fungicidne lastnosti protimikrobne apreture, pripravljene iz AgCl v kombinaciji z reaktivnim vezivom na podlagi silicijeve spojine, na celuloznih vlaknih. Nanos apreture na bombažno tkanino je bil izveden po izčrpalnem postopku. Sledili so ožemanje, sušenje in kondenziranje tkanine, pri čemer je poteklo zamreženje reaktivnega veziva. Vpliv apreture na morfološke lastnosti tkanine je bil preučevan z vrstično elektronsko mikroskopijo, koncentracija srebra na apretiranem vzorcu pa je bila določena z masno spektrometrijo z vzbujanjem v induktivno sklopljeni plazmi. Fungicidni test je bil izveden po standardu DIN 53931 na ploščah s trdnim MEA-gojiščem, obogatanim z dodatkom ovsenih kosmičev, za glivi *A. niger* in *C. globosum*. Visoko hranilno MEA-gojišče z ovsenimi kosmiči, ki ga predpisuje standardna metoda, je manj primerno za preučevanje toksičnosti srebra v apreturi na bombažni tkanini za uporabljeni glivi. To je vodilo do modifikacije standardne metode in uporabe manj hranilnega SNA-gojišča. AgCl, dodan v SNA, učinkovito zavre rast obeh pre-

učevanih gliv. Toksično deluje tudi v apreturi na bombažni tkanini pri uporabljeni koncentraciji 130 ppm. AgCl je učinkovitejši fungicid za glivo *C. globosum* kot za *A. niger*. Rast glive *C. globosum* v celoti zavre, medtem ko micelij glive *A. niger* prerase gojišče pod apretiranim vzorcem.

Ključne besede: celuloza, srebrov klorid, protimikrobna apretura, fungicidna aktivnost, vpliv gojišča

*The fungicidal characteristics of an anti-microbial finish on cellulose fibres based on AgCl in combination with a reactive, silicon-based organic-inorganic binder was determined. The finish was applied to the cotton fabric by the exhaustion method, followed by wringing, drying and condensation of the fabric to achieve a cross linking of the reactive binder. The influence of the finish on the morphological characteristics of the fabric was studied by scanning electron microscopy. The silver concentration on the coated sample was determined by the inductively coupled plasma mass spectroscopy. The fungicide test was carried out for the fungi *Aspergillus niger* and *Chaetomium globosum* according to the DIN 53931 standard method with the use of malt extract agar (MEA) culture medium enriched by oat-meal. The results showed that MEA enriched by oat-meal is inappropriate medium for determining the toxicity of the silver coating on cotton fabric, due to its high nutritious value, which caused intensive overgrowth of the studied fungi, making the evaluation of antifungal activity impossible. Therefore, the synthetic nutrient-poor agar (SNA) culture medium was used instead. When mixed into SNA, AgCl inhibited the growth of both studied fungi efficiently. At the concentration of approximately 130 ppm, AgCl was also toxic in the coating on the cotton fabric, suppressing the growth of *Chaetomium globosum* more efficiently than *Aspergillus niger*.*

Key words: cellulose, silver chloride, antimicrobial finishing, fungicidal activity, influence of culture medium

Elementary nano sized silver as antibacterial agent on cotton fabric

Original Scientific Paper

Received May 2008 • Accepted July 2008

Abstract

*Antimicrobial finish was prepared by the use of elementary silver of nano dimensions, without and with a combination of anorganic oxide matrix. Finish was applied on cotton fabric in six different concentration of silver, ranging from 0.01 to 0.5 % on fabric mass. Application was performed by the exhaustion method using Launder-ometer. Network formation of the matrix was obtained by worm air. Morphological properties of the coating film were studied by SEM, while its composition by FT-IR and EDXS analysis. Concentration of silver was determined by ICP-MS. Bactericidal properties were quantitatively studied in terms of bacterial reduction for bacterium *Escherichia coli*. Influence of finish on whiteness of the fabric, light fastness, wettability, stiffness and air permeability was studied as well. The results showed that by increasing Ag concentration in the finishing bath, the concentration of Ag on textile increased as well, while it further increased in the presence of oxide matrix. However, the bacterial reduction did not significantly change by the increase of Ag concentration and stayed below 60 % in the case of all studied concentrations, even at the highest one, showing in-*

Vodilni avtor/corresponding author:

dr. Barbara Simončič

tel.: +386 1 200 32 31

e-mail: barbara.simoncic@ntf.uni-lj.si

Brigita Tomšič¹, Barbara Simončič¹, Danijela Cvijč¹,
Boris Orel², Mateja Zorko², Andrej Simončič³

¹ Oddelek za tekstilstvo, Naravoslovnotehniška
fakulteta, Univerza v Ljubljani

² Kemijski inštitut

³ Kmetijski inštitut Slovenije

Elementarno srebro nano delcev kot antibakterijsko sredstvo na bombažni tkanini

Izvirni znanstveni članek

Poslano maj 2008 • Sprejeto julij 2008

Izvleček

Pripravljena je bila protimikrobna apretura z uporabo elementarnega srebra velikosti delcev nano dimenzij brez in v kombinaciji anorganske oksidne matrice. Apertura je bila nanosena na bombažno tkanino v šestih koncentracijah srebra od 0,01 do 0,5 % na maso blaga po izčrpalnem postopku, izvedenem v Launder-ometru. Zamreženje matrice je bilo doseženo toplozračno. Morfološke lastnosti apreturnega filma so bile določene s SEM, njegova sestava pa s FT-IR in EDXS analizo. Koncentracija Ag na tkanini je bila določena z ICP-MS. Baktericidne lastnosti aperture so bile določene na podlagi meritev bakterijske redukcije za bakterijsko vrsto *Escherichia coli*. Določen je bil vpliv aperture na spremembo beline tkanine, njene svetlobne obstojnosti, omočljivost, togost in zračno prepustnost. Iz rezultatov raziskave je bilo razvidno, da se je z naraščajočo koncentracijo Ag v aperturni kopeli povečevala tudi koncentracija Ag na tkanini, ki se je v prisotnosti oksidne matrice še povečala. Bakterijska redukcija se z naraščajočo koncentracijo Ag na tkanini ni bistveno spremenila. V vseh primerih, tudi pri najvišji koncentraciji Ag je ostala nižja od 60 %, kar je pomenilo nezadovoljivo baktericidno delovanje. Prisotnost oksidne matrice v aperturi je še poslabšala njene baktericidne lastnosti. Medtem ko nanos srebra ni bistveno spremenil omočljivosti tkanine, se je le-ta povečala pri vzorcih apretiranih s kombinacijo srebra in oksidne matrice. Prisotnost aperture je na splošno vplivala na znižanje beline tkanine, ki se je z osvetljevanjem vzorcev z umetno svetlobo še poslabšala. Oksidna matrica v aperturi je povzročila rahlo zmanjšanje zračne prepustnosti tkanine, zmanjšala pa je tudi togosti tkanine v primerjavi s tkanino, apretirano le s srebrom.

sufficient bactericidal activity. The presence of the oxide matrix, further decreased its antibacterial properties. While application of silver did not significantly influenced the wettability of the fabric, latter increased on the samples treated by a combination of silver and oxide matrix. In general, application of finish influenced on a decrease of whiteness of the fabric, which further decreased by illuminating the samples with an artificial light. The presence of oxide matrix in the finish caused slight decrease of air permeability of the fabric, compared to the air permeability of the fabric where only silver was applied.

Key words: antibacterial finish, elementary silver, oxide matrix, cotton fabric, bacterial reduction, whiteness, wettability, physical properties.

1 Introduction

For centuries, silver is known as a very effective natural antibiotic. Due to its medicinal, anti-septic and antimicrobial characteristics, people have applied it to wounds in order to prevent infections and accelerate healing, put silver powder in socks in order to prevent fungal infections and used silver containers to disinfect water. With the development of penicillin, silver was used less and less frequently due to various undesirable effects. Recently, it gained attention again when researchers succeeded to prepare silver particles of nano dimensions [1–6]. Nano silver has a large specific surface area and is effective even at very low concentrations. Therefore, its unique and specific characteristics, such as chemical stability, excellent electric conductivity, catalytic activity, non-linear optic characteristics and biocidal activity are well exploited. When used in low concentrations, nano silver is not known to be harmful to humans.

The preparation of nano silver particles enabled the development of a new generation of biocides. Their use has increased in various fields of biology, biochemistry, biomedicine and pharmacy. As an antimicrobial agent, silver has also a place in textile chemistry, where it is used as a nano additive to the polymeric melt when spinning antimicrobial synthetic fibres [7] or as a

Ključne besede: antibakterijska apretura, elementarno srebro, oksidna matrica, bombažna tkanina, bakterijska redukcija, belina, omočljivost, fizikalne lastnosti.

1 Uvod

Že stoletja je srebro poznano kot zelo učinkovit naravni antibiotik. Zaradi svojih zdravilnih, antiseptičnih in protimikrobnih lastnosti so ga ljudje nanašali na rane, da bi preprečili infekcije in pospešili zdravljenje, posipavali v nogavice ter s tem preprečili glivična obolenja, posode iz srebra so uporabljali za dezinfekcijo vode. Z razvojem penicilina se je srebro kot antibiotik zaradi različnih stranskih učinkov vse manj uporabljalo. Ponovno je vzbudilo pozornost v zadnjih letih, ko je uspelo raziskovalcem pripraviti srebro z velikostjo delcev nano dimenzij [1–6]. Nano srebro ima veliko specifično površino in je učinkovito že pri zelo nizkih koncentracijah. Pri tem se izkoriščajo njegove edinstvene in specifične lastnosti, kot so kemijska stabilnost, odlična električna prevodnost, katalitična aktivnost, nelinearne optične lastnosti in biocidno delovanje. Nano srebro nizkih koncentracij naj ne bi bilo škodljivo za ljudi.

Priprava nano delcev srebra je omogočila razvoj nove generacije biocidov. Njihova uporaba je močno narasla na različnih področjih biologije, biokemije, biomedicine in farmacije. Kot protimikrobno sredstvo se je uveljavilo tudi v tekstilni kemiji, kjer se uporablja kot nanoaditiv v polimerni talini pri predenju protimikrobnih sintetičnih vlaken [7] ali kot apreturano sredstvo za zaščito naravnih in sintetičnih vlaken pred mikroorganizmi [8–12]. Srebro se na tržišču nahaja v različnih oblikah, največkrat kot trdna prahasta snov, koloidno srebro, ali kot disperzija težkotojne srebrove soli.

Lastnosti srebra v prahasti obliki so neposredno odvisne od postopka njegove proizvodnje [13]. Prahasti delci imajo specifično morfologijo, ki direktno vpliva na njihove funkcionalne lastnosti. Pri tem je pomembno, da so kristalni delci čim manjši, neaglomerirani, njihova velikost pa čim bolj enotna. Srebro v prahu, ki ga uporabimo kot apreturano sredstvo, je potrebno predhodno dispergirati. Disperzije se največkrat pripravijo v vodi z uporabo ustreznega dispergirnega sredstva. Pri tem je zagotovitev stabilne vodne disperzije ter preprečitev agregacije delcev še vedno precej problem, posebej v primeru večjih delcev in višjih koncentracij srebra. Če visoka stabilnost disperzije ni dosežena, se srebro kot apreturano sredstvo ne more nanašati po impregnirnem postopku. Le-ta zaradi samega načina izvedbe ne omogoča konstantnega mešanja apreturane kopeli ter s tem povečanja enakomernosti porazdelitve delcev v suspenziji, ki je nujna za enakomeren nanos srebra na tekstilna vlakna. V tem primeru je bolj uporaben izčrpalni postopek.

Biocidno delovanje srebra na tekstilnih vlaknih temelji na postopnem sproščanju srebrovih ionov v okolico [14], kjer deluje kot strup za širok spekter mikroorganizmov. Ker je na vlakna vezano

finishing agent for the protection of natural and synthetic fibres against micro-organisms [8–12]. On the market, silver can be found in various forms, most often as a solid powdered substance, colloid silver or a dispersion of hard-ly-soluble silver salts.

The characteristics of silver in a powder form directly depend on the production procedure [13]. Powdery particles have a specific morphology, which directly affects their functional characteristics. It is important that the crystal particles are as small as possible, non-agglomerated and the more uniform in size as possible. When used as a finishing agent powdered silver must be dispersed. Dispersions are mostly prepared in water by using an appropriate dispersing agent. Namely, the preparation of stable water dispersion and prevention of particle aggregation remains still the main problem, especially in the case when larger particles and higher silver concentrations are used. If high stability of the dispersion is not attained, silver cannot be applied according to the impregnating procedure, since uneven distribution of silver occurs on textile. Namely, a constant mixing of silver dispersion must be provided through the whole process of application in order to achieve uniform distribution of the particles in the suspension. Therefore, in application process exhaustion method is more useful [14].

The biocidal activity of silver on textile fibres bases on a gradual release of silver ions into the environment [15], where it acts as a poison on a wide spectrum of micro-organisms. Since it does not chemically bind to the fibres, a silver finish is not wash-resistant, meaning that it removes from the fibres during repetitive washings. The increase of its washing fastness can be obtained by implementing modern procedures of application, such as sol-gel technology. Namely, sol-gel technology enables the physical binding of silver particles onto an inorganic oxide matrix [16] which is chemically bound to fibres, ensuring mechanical, chemical and photochemical stability. Moreover, it is also biological inert, since it does not represent a food source for micro-organisms. Previous studies have shown that the presence of the matrix increases the concentration of bound silver as well as its uniform dis-

fizikalno, apretura s srebrom ni pralno obstojna, temveč se z večkratnim pranjem s tekstilije odstrani. Povečanje pralne obstojnosti apreture s srebrom lahko dosežemo s sodobnimi postopki aplikacije, med katere uvrščamo tudi sol-gel tehnologijo. Sol-gel postopek omogoča fizikalno vezanje srebrovih delcev v anorgansko oksidno matrico [15]. Matrica je kemijsko vezana na vlakna in zagotavlja mehansko, kemijsko in fotokemijsko stabilnost kot tudi biološko inertnost, saj ne predstavlja vira hrane mikroorganizmov. Dosedanje raziskave so pokazale, da prisotnost matrice poveča koncentracijo vezanega srebra, enakomernost porazdelitve delcev ter podaljša čas njegovega sproščanja v okolico [11, 16–19].

V raziskavi smo pripravili protimikrobno apreturo z elementarnim srebrom nano velikosti na celuloznih vlaknih brez in v kombinaciji z oksidno matrico. Namen raziskave je bil preučiti, kako prisotnost matrice vpliva na velikost in porazdelitev delcev srebra v apreturnem filmu na vlaknih, na njegovo antibakterijsko učinkovitost ter pralno obstojnost apreture. Funkcionalne lastnosti apreture smo primerjali s tistimi dobljenimi s srebromim kloridom vezanim v oksidno matrico pri enakih pogojih. Pomemben cilj raziskave je bil tudi preučiti, kako apretura s srebrom vpliva na barvo, svetlobne obstojnosti, omočljivosti ter fizikalne lastnosti apretirane tkanine.

2 Eksperimentalni del

2.1 Tkanina in apreturna sredstva

V raziskavi smo uporabili 100 % bombažno tkanino v vezavi platno s ploščinsko maso 164 g/m², gostoto osnove 28 niti/cm in gostoto votka 24 niti/cm. Tkanina je bila predhodno beljena s H₂O₂, mercerizirana v raztopini NaOH in nevtralizirana z razredčeno CH₃COOH.

Kot protimikrobno sredstvo smo izbrali tržni produkt Silver Nano Powder NP-30 (v nadaljevanju Ag) (Ames Goldsmith Corporation), ki je elementarno srebro s povprečno velikostjo delcev 30 nm. Je prahasta snov sive barve. Kot dispergirno sredstvo smo uporabili Setamol WS (BASF, Nemčija), ki je kondenzacijski produkt nftalen sulfonata s formaldehidom, kot organsko-anorgansko vezi-vo pa iSys MTX (BEZEMA, Švica) v kombinaciji s Kollasol CDO (BEZEMA, Švica).

2.2 Apretiranje

Nanos apreture na silicijevo ploščico

Pripravili smo apreturno kopel, ki je vključevala 0,025 g/l Ag in 2,0 g/l Setamola WS. Kopel smo pripravili brez in v prisotnosti 15,0 g/l iSys MTX in 1,0 g/l Kollasol DCO. Kopel smo obdelovali v ultrazvočni kadički 10 minut pri frekvenci 50 Hz in temperaturi 25 °C. V tako pripravljeno kopel smo potopili silicijeve (Si) ploščice, jih počasi izvlekli, posušili in zapekli pri 150 °C 5 min v sušilniku. Na Si ploščico smo ločeno nanесли tudi 15,0 g/l iSys MTX in 1,0 g/l Kollasol DCO na enak način kot apreturno kopel.

tribution and prolongs the time of silver release into the environment [11, 17–20].

In the present research, an antimicrobial finish with elementary nano silver was prepared on cellulose fibres with and without an oxide matrix. We aimed to study how the presence of the matrix affects the size and distribution of silver particles on the coating film on fibres, its antibacterial activity and the wash fastness of the

Apretiranje bombažne tkanine

Apretiranje smo izvedli po izčrpalnem postopku v Launderometru 30 minut v kopalnem razmerju 1 : 50 pri temperaturi 25 °C. Koncentracije uporabljenih sredstev v kopeli so prikazane v preglednici 1. Po končanem postopku apretiranja smo vzorce oželi na dvovaljčnem fularju s 100 % ožemalnim učinkom, posušili pri temperaturi 120 °C ter kondenzirali 1 minuto pri temperaturi 150 °C v razpenjalnem sušilniku. Sledilo je 10 dnevno odležanje apretiranih vzorcev tkanine, da se je zamrežil iSys MTX.

Table 1: Concentrations, *c*, of products used in the finishing bath for different finishes.

Finish	<i>c</i> Ag		<i>c</i> Setamol WS (g/l)	<i>c</i> iSys MTX (g/l)	<i>c</i> Kollasol DCO (g/l)
	(% o.w.f)	(mg/l)			
AP1	0.01	2.0	2.0	0	0
				15.0	1.0
AP2	0.025	5.0	2.0	0	0
				15.0	1.0
AP3	0.05	10.0	2.0	0	0
				15.0	1.0
AP4	0.10	20.0	2.0	0	0
				15.0	1.0
AP5	0.25	50.0	2.0	0	0
				15.0	1.0
AP6	0.50	100.0	2.0	0	0
				15.0	1.0

coating. The functional characteristics of the coating were compared to those obtained by using silver chloride incorporated into an oxide matrix applied under the same conditions. An important objective of the research was also to study how the silver finish affects the colour, resistance to light, wettability and physical characteristics of the finished textile.

2 Experimental

2.1 Materials

Plain-weave 100 % cotton fabric with a mass of 164 g/m², warp density of 28 threads/cm and weft density of 24 threads/cm was used in the experiments. In a pre-treatment process fabric was bleached with H₂O₂, mercerised in a NaOH dilution and neutralized by a dilution of CH₃COOH.

2.3 Pranje

Apretirane vzorce tkanine smo enkrat in petkrat prali v Launderometru po standardni metodi ISO 105-C01:1989E. Masa vzorcev je znašala 7 g. Pranje smo izvedli v kopalnem razmerju 1 : 50 z uporabo 5 g/l SDC standardnega praška pri temperaturi 40 °C, 30 minut. Po pranju smo vzorce sprali pod tekočo vodo in posušili na zraku.

2.4 Osvetljevanje v Xenotestu

Apretirane vzorce smo določili z umetno svetlobo v Xenotest 150 aparatu (Original Hanau, Nemčija) v skladu s standardom ISO 105-B02. Svetlobni vir je predstavljala zračno hlajena ksenonska žarnica z območjem UV sevanja od 300 do 400 nm. Vzorce smo osvetljevali pri temperaturi 45 °C in 50 % relativni zračni vlažnosti. Čas osvetljevanja je znašal 51 ur.

2.5 Metode preiskav

Infrardeča spektroskopija s Fourierjevo transformacijo (FT-IR)

Lastnosti prevleke, ki jo je na površini Si ploščice tvoril iSys MTX v kombinaciji s Kollasol DCO, smo preučili s FT-IR spektroskopijo

As an antimicrobial agent, a commercial product Silver Nano Powder NP-30 (Ames Goldsmith Corporation) (Ag in the following text), which is an elementary silver in a form of grey coloured powder, with an average particles size of 30 nm, was used. As dispersing agent Setamol WS (BASF, Germany), which is condensation product of naphthalen sulphonate and formaldehyde, was used. As organic-inorganic binder iSys MTX (BEZEMA, Switzerland) in combination with Kollasol CDO (BEZEMA, Switzerland) were used.

2.2 Finishing

Application of finish on the Si – wafer

For the preparation of the finishing bath 0.025 g/l Ag and 2.0 g/l Setamol WS were used. Additionally, the bath was prepared with and without 15.0 g/l iSys MTX and 1.0 g/l Kollasol DCO. Finishing bath was treated for 10 minutes by an ultrasound at frequency of 50 Hz and 25 °C. In this manner prepared finishing bath was applied on Si wafers by the deep coating technique. Afterwards, Si wafers were heat treated for 5 minutes at 150 °C. In addition, 15.0 g/l of iSys MTX and 1.0 g/l Kollasol DCO were also separately applied on Si wafer in the same way as for the finishing bath.

Finishing of cotton fabric

Finishing of cotton fabric was obtained by the exhaustion method in a Launder-ometer, whereas samples of cotton were treated in the corresponding finishing baths with a ratio of 1 : 50 for 30 minutes at temperature of 25 °C. Concentrations of agents used in finishing bath are shown in table 1. Afterwards, the samples were wrung by a wet-pick-up of 100 %, dried at 120 °C and cured at 150 °C for 1 minute. The samples were further left for 10 days in order to complete iSys MTX network formation.

2.3 Washing procedure

Finished cotton samples were once and five times washed in a Launder-ometer according to the ISO 105-C01:1989E standard method. The duration of one washing cycle was 30 min and was carried out in a solution of SDC standard detergent of concentration 5 g/l, previous-

na Bruker IFS 66/S spektrofotometeru, opremljenem z ATR celico (SpectraTech). Spektre smo posneli na ATR celici z Ge kristalom ($n = 4,0$) in na ATR celici z diamantom ($n = 2$) pri valovnih dolžinah od 4000 do 600 nm.

Vrstična elektronska mikroskopija (SEM) z energijsko-disperzijsko spektroskopijo rentgenskih žarkov (EDXS)

Morfologijo in sestavo apreturnega filma na Si ploščici in bombažni tkanini smo določili z uporabo JEOL JSM 5800 vrstičnega elektronskega mikroskopa, opremljenega z analitskim EDXS sistemom (Oxford-Link ISIS 300). Da bi preprečili nabijanje električno neprevodnih delov vzorca, smo na površino vzorca nanесли tanko plast ogljika (približno 20 nm). Analizo smo izvedli z uporabo energije elektronov 10-keV, gostoto toka elektronov 200 do 500 pA in nagibom vzorca 35°. Topografijo površine vzorca in plast na prelomu vzorca smo opazovali tako s sekundarnimi (SE) kot tudi povratno sipanimi primarnimi elektroni (BSE). Sliko, ki je nastala z BSE elektroni smo uporabili za razlikovanje nanešenih apretur- nih delcev od bombažnih vlaken in drugih nečistoč.

Masna spektroskopija z induktivno sklopljeno plazmo (ICP-MS)

Koncentracijo Ag na apretiranih vzorcih tkanine pred in po petkratnem pranju smo določili z ICP-MS na spektrofotometru Perkin Elmer SCIED Elan DRC. Vzorec velikosti 0,5 g smo pripravili v Milestone mikrovalovnem sistemu s kislinško dekompozicijo z 60 % HNO₃ in 30 % H₂O₂.

Bakterijska redukcija

Bakterijsko redukcijo vzorcev tkanine apretirane z različnimi apreturami smo izvedli po AATCC standardni metodi 100-1999 za bakterijsko vrsto *Escherichia coli* (ATCC 25922). Vzorec apretirane tkanine smo prenesli v erlenmajerico, ga prelili s suspenzijo bakterij določene koncentracije in inkubirali pri temperaturi 37 °C, 24 ur. Po inkubaciji smo vzorec prelili s 100 ml sterilne destilirane vode, 1 minuto intenzivno stresali, ter suspenzijo ustrezno razredčili. Razredčino smo razmazali na agar plošče in inkubirali 24 ur pri 37 °C. Po inkubaciji smo prešteli bakterijske kolonije ter izračunali bakterijsko redukcijo, R, po naslednji enačbi:

$$R = \frac{B - A}{B} \times 100 [\%] \quad (1)$$

kjer je A število bakterijskih kolonij v suspenziji po 24 urah stika suspenzije z vzorcem apretirane tkanine, B pa število bakterij v suspenziji po 24 urah stika suspenzije z neapretirano tkanino. Za zadovoljivo protimikrobno delovanje sredstva mora vrednost R preseči 60 %. Za vsak vzorec tkanine smo opravili dve ponovitvi.

Omočljivost

Omočljivost apretiranih vzorcev tkanine z vodo smo določili z metodo tankoplastnega pronicanja. Meritve tankoplastnega pronicanja

ly heated to 40 °C, to give a liquor ratio of 50 : 1. In this case a 7 g samples were used. After washing the samples were rinsed in a cold tap water and air dried.

2.4 Illumination in Xenotest

Finished samples were illuminated by an artificial light in Xenotest 150 apparatus (Original Hanau, Germany) according to the ISO 105-B02 standard. For illumination air cooled xenon bulb was used with an UV radiation region from 300 to 400 nm. The samples were illuminated at temperature of 45 °C and 50 % of relative humidity. Duration of illumination was up to 51 hours.

2.5 Analysis and measurements

Fourier transform infrared (FT-IR) spectroscopy.

Properties of the coating, formed by iSys MTX in combination with Kollasol DCO, on a Si wafer was studied by FT-IR spectroscopy, using a Bruker IFS 66/S spectrophotometer, equipped with an attenuated total reflection (ATR) cell (SpectraTech) with a Ge crystal ($n = 4.0$). The spectra were recorded over the range 4000–600 cm^{-1} , with a resolution of 4 cm^{-1} and averaged over 128 spectra.

Scanning electron microscopy (SEM) and energy-dispersive X-ray spectroscopy (EDXS).

Morphology and composition of the coating on Si wafer and cotton fabric were studied by a JEOL JSM 5800 scanning electron microscope (SEM) equipped by an analytic EDXS system (Oxford-Link ISIS 300). The samples for SEM and EDXS analyses were coated with \approx 30-nm-thick carbon layer to ensure sufficient electrical conductivity and to avoid charging effects. Analyses were performed using a 10-keV electron beam, 200 to 500 pA beam current and X-ray spectra acquisition under a 35° take-off angle. SEM micrographs were recorded using both secondary electron (SE) and backscattered electron (BSE) imaging modes. BSE compositional (Z-contrast) imaging was applied to emphasize and expose the difference between the added particles and the cotton fibre-matrix.

smo izvedli v horizontalni smeri, ki ga je za tkanine priredil Chibowski [20]. Vzorce tkanine smo sušili 30 minut pri temperaturi 105 °C. Po vzpostavitvi stika med vodo in vzorcem smo merili čas, t , v katerem je voda pronicala v vzorec do določene razdalje, x . Za vsak vzorec smo opravili najmanj 7 ponovitev.

Belina in barvni odtenek beline

Belino in barvni odtenek beline vzorcev tkanine smo določili na podlagi meritev CIE barvnih vrednosti z uporabo dvožarkovnega spektrofotometra Spectraflash 600 PLUS- CT (Datacolor, Švica). Meritve smo opravili pri naslednjih pogojih: velikost merilne odprtine 9 mm, standardna svetloba D_{65} in $T = 6500$ K, kot opazovalca je bil $D_{65}/10$ z vklopljenim UV filtrom. Belino, W_{10} , smo izračunali iz naslednje enačbe [21]:

$$W_{10} = Y_{10} + 800 (0.3138 - x_{10}) + 1700 (0.3310 - y_{10}) \quad (2)$$

kjer je Y_{10} standardizirana barvna vrednost vzorca ter x_{10} in y_{10} standardizirana barvna deleža vzorca.

Barvni odtenek beline, $T_{W,10}$, smo določili na naslednji način:

$$T_{W,10} = 900 (0.3138 - x_{10}) + 650 (0.3310 - y_{10}) \quad (3)$$

Vrednosti W_{10} in $T_{W,10}$ smo določili za neapretirano tkanino ter vzorce tkanine, apretirane z različnimi apreturami, pred in po osvetljevanju z umetno svetlobo.

Zračna prepustnost

Zračno prepustnost vzorcev tkanine smo določili po standardu SIST EN ISO 9237 : 1999. Meritve smo izvedli tako, da smo pri tlaku 20 mm vodnega stolpca določili količino presesanega zraka, q , skozi vzorec. Na vsakem vzorcu smo izvedli po 10 meritev. Kot rezultat smo podali količino presesanega zraka, Q , skozi ploščinsko enoto tkanine v času ene minute, ki smo jo izračunali iz enačbe:

$$Q = q/6a \quad (4)$$

v kateri je Q količina presesanega zraka v $\text{m}^3/\text{min m}^2$, q je količina zraka, ki prehaja skozi površino preizkušane vzorca v l/h, in a pa je preizkusna površina v cm^2 , ki je znašala 10 cm^2 .

Zračno prepustnost smo merili tudi na rotametri. Pri tem smo pri različnih tlakih določili volumski pretok zraka skozi določeno površino suhega vzorca. Za vsak vzorec apretirane tkanine smo opravili po tri ponovitve, primerjalno pa tudi meritve na neapretiranem vzorcu tkanine.

Togost

Togost tkanine smo določili po standardu ASTM D1388-64. Na podlagi meritev previsne dolžine, l_o , v smeri osnove in vrednosti

Inductively coupled plasma mass spectroscopy (ICP-MS)

The concentration of the silver on finished cotton samples before and after five times washing was determined by ICP-MS on a Perkin Elmer SCIED Elan DRC spectrophotometer. A sample of 0.5 g was prepared in a Milestone microwave system with acid decomposition using 60% HNO₃ and 30% H₂O₂.

Reduction of bacteria

Antibacterial activity of studied samples was determined according to the AATCC 100-1999 standard method, for bacterium *Escherichia coli* (ATCC 25922). Sample of the finished cotton was put into an Erlenmeyer flask and inoculated with a nutrient broth culture containing certain amount of bacteria and incubated at 37 °C for 24 hours. After incubation, the bacteria were eluted from the swatches by shaking them in 100 ml of neutralizing solution for 1 minute. After making serial dilutions, the suspensions were plated on nutrient agar and incubated at 37 °C for 24 hours. Afterwards, the number of bacteria forming units (CFU) was counted, and the reduction of bacteria, *R*, was calculated from (Equation 1).

Where *A* is the CFU recovered from the inoculated cotton sample swatch in the jar incubated over the desired contact period (24 hours), and *B* is the CFU recovered from the inoculated cotton sample swatch in the jar immediately after inoculation (at "0" contact time). For each finished cotton fabric, two treatments were performed.

Wettability

Water wettability of finished cotton samples was determined by thin-layer wicking method. Measurements were performed in horizontal direction which was special elaborated for textile by Chibowski [20]. Fabric sample was dried at temperature 105 °C for 30 minutes. After providing a contact between the water and the sample, the time, *t*, needed for water penetration through the sample to a certain distance, *x*, was measured. For each sample at least 7 measurements were made.

Whiteness Index and tint of whiteness

Whiteness index and tint of whiteness were determined based on CIE measurements of re-

ploščinske mase, *T*, tkanine smo izračunali togost, *U₀*, tkanine iz naslednje enačbe:

$$U_0 = T (l_0/2)^3 \quad (5)$$

3 Rezultati in razprava

S FT-IR analizo smo določili funkcionalne skupine, prisotne v apreturnem filmu, ki ga je tvoril iSys MTX. Zaradi zelo močnih trakov, ki pripadajo bombažu v spektralnem območju od 1150–900 cm⁻¹ in lahko zasenčijo absorpcijo apreturnega filma v tem območju [22], smo iSys MTX nanesli na Si ploščico. Pri pregledu spektra apreture (slika 1) smo opazili trakove Si–O–Si povezav pri 1130, 1075 in 1025 cm⁻¹ (rama), ki dokazujejo, da se je pri procesu kondenzacije tvoril polisiloksanski zamrežen film, ki je sposoben vezati Ag delce [11, 16–19]. Ker z FT-IR analizo nismo mogli določiti trakov, ki pripadajo Ag delcem v apreturi, smo za potrditev njihove prisotnosti ter določitev velikost delcev in koncentracije Ag na apretirani bombažni tkanini pred in po večkratnem pranju uporabili SEM, EDXS in ICP-MS.

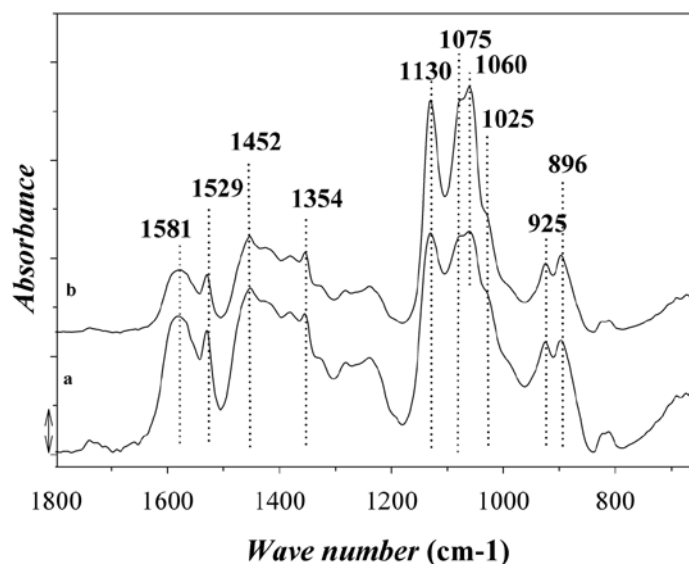


Figure 1: ATR IR spectra of iSys MTX without (a) and in the presence of Ag (b) deposited on Si wafer in the 1800–650 cm⁻¹ spectral region.

Iz SEM/BSE mikrofotografih Si ploščice prevlečene z apreturnim filmom (slika 2a in 2b) je jasno razvidna prisotnost Ag delcev krogelne oblike. Kljub dodatku dispergirnega sredstva in obdelovanju apreturne kopeli v ultrazvočni kopeli so dobro razvidni aglomerati Ag delcev v velikosti do 3 μm (povečava delca na sliki 2a). V nasprotju z apreturnim filmom AP1 brez dodatka iSys MTX

reflectance values by the use of double-beam Spectraflash 600 PLUS-CT (Datacolor, Swiss) spectrophotometer. The measurements were made under following conditions: size of measurement port 9 mm, standard light D_{65} and $T = 6500$ K, observation angle $D_{65}/10$ with UV filter included. Whiteness index, W_{10} , was calculated from following equation (Equation 2) [21],

where Y_{10} denotes the tristimulus value of the sample and x_{10} and y_{10} denote the chromaticity coordinates of the sample.

Tint of whiteness, $T_{w,10}$, was determined by following equation (Equation 3):

Values for W_{10} and $T_{w,10}$ were determined for unfinished sample and samples coated by the studied finishes before and after illumination with artificial light.

(slika 2a), kjer so lepo razvidni tudi manjši Ag delci, pa smo na silicijevi ploščici obdelani z apreturo AP1 z dodatkom iSys MTX (slika 2b) zasledili le večje aglomerate Ag delcev, vendar šele ko smo energijo elektronov povečali iz 10 kV na 20 kV. To pomeni, da so bili Ag delci popolnoma prevlečeni z polisiloksanomsko matrico, ki je oteževala njihovo detekcijo s SEM, zaradi česar manjših Ag delcev ni bilo mogoče opaziti. V primeru apreture AP1 z iSys MTX so iz SEM mikrografov (slika 2d) dobro razvidni delci polisiloksanске matrice (bele lise), kar smo potrdili tudi z EDXS mikroanalizo. Tipična EDXS mikrografa srebrih delcev in delcev polisiloksanске matrice sta prikazana na sliki 3. Iz EDXS spektra Ag delca označenega z „1“ na sliki 2a so jasno razvidni tipični vrhovi Ag-La skupine, medtem ko so na EDXS mikrografu, nastalem ob usmeritvi žarka elektronov na značilne bele lise na vlaknih označene z „2“ na sliki 2d, razvidni Si-K α , Zr-La and O-K α vrhovi, ki nedvomno potrjujejo, da je iSys MTX v prisotnosti katalizatorja tvoril polisiloksanomsko matrico.

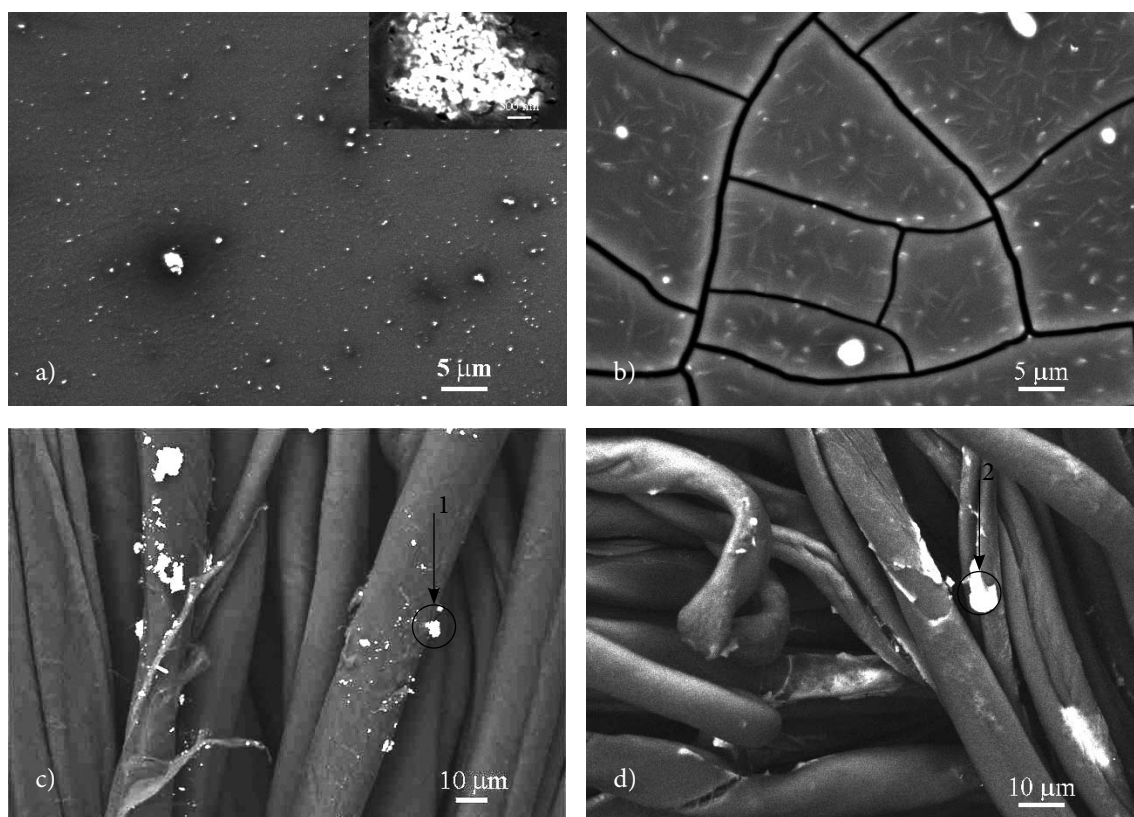


Figure 2: SEM/BSE micrographs of Si wafer (a and b) and cotton fabric (c and d) treated with AP 1 finish without (a and c) and with (b and d) iSys MTX (for sign explanation of “1” and “2” see Figure 3).

Air permeability

Air permeability measurements of the studied samples were carried out according to the SIST EN ISO 9237:1999 standard. From the amount

Koncentracija Ag na bombažni tkanini pred in po petkratnem pranju, določena z ICP-MS, je prikazana v preglednici 2. Iz nje je razvidno, da je z naraščajočo koncentracijo Ag v apreturni kope-li naraščala tudi koncentracija Ag na tkanini. Pri najnižji koncen-

of air passed through the sample under a pressure of 20 mm H₂O, the air permeability was determined as Q given by (Equation 4), where q is the volume of air flowing through the sample of area, a, (which amounted 10 cm²) expressed in l/h and Q is the volume of air in m³ passing through 1 m² of the fabric per minute at the required pressure. The results represent the mean values of ten measurements.

Air permeability was also measured on a rotameter, whereas volume of air flowing through the sample of certain area was determined at different pressure. For each finished sample as well as for unfinished one three measurements were made.

Stiffness

Stiffness of the fabric was determined according to the ASTM Standard D-1388-64. Based on the bending length, l_o , measurements and the mass area, T, stiffness of the sample, U_o , was calculated following the equation (Equation 5).

3 Results and discussion

The ATR technique was used to study the molecular groups and species present in the coating film formed by iSys MTX. Due to very strong bands belonging to cotton in the 1150–900 cm⁻¹ spectral region, which could blur the detailed absorption of the finish in this region [22], iSys MTX was deposited on a Si wafer. Inspection of the coating spectra (Figure 1) revealed bands of Si–O–Si linkages at 1130, 1075 and 1025 cm⁻¹ (shoulder), showing, that during condensation process, the silica network was formed, capable of incorporation of Ag particles [11, 16–19]. Since by FT-IR spectroscopy the bands ascribed to Ag particles in the finish could not be determined, SEM, EDXS and ICP-MS techniques were used, in order to confirm the presence of Ag particles as well as to determine their size and concentration on finished cotton fabric before and after repetitive washing.

The SEM/BSE micrographs of Si wafer covered by the coating film (Figures 2a and 2b) clearly show the presence of spherically shaped Ag particles. Despite the addition of dispersing agent and treatment of the finishing bath by the ultra-

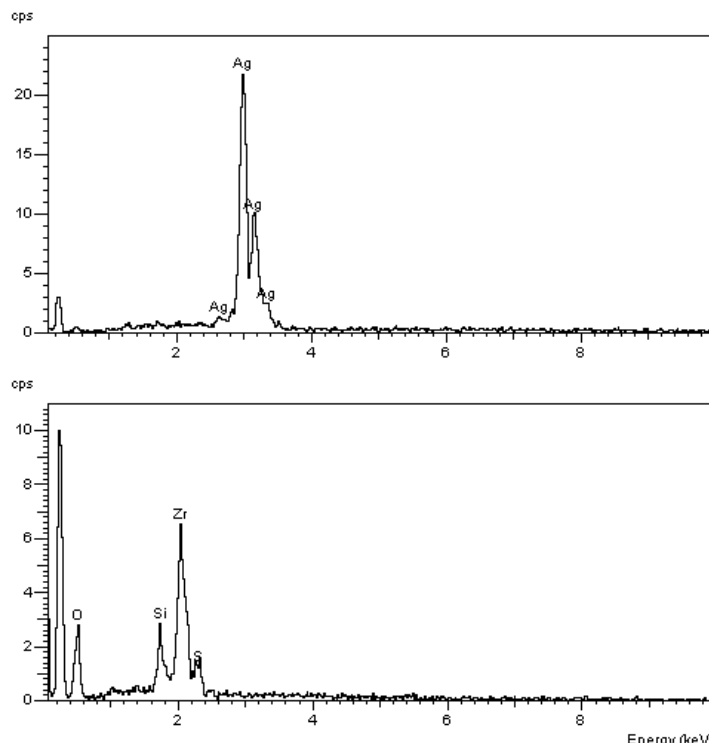


Figure 3: EDXS spectrum acquired from typical inclusions “1” (see Fig. 2c) (a) and “2” (see Fig. 2d) (b) on cotton fabric finished with AP1.

traciji Ag enaki 0,01 % o.w.f. je znašala od 20 do 30 mg/kg tkanine, pri najvišji koncentraciji Ag enaki 0,50 % o.w.f. pa od 295 do 350 mg/kg vlaken. Prisotnost iSys MTX v apreturni kopeli je vplivala na povečanje koncentracije Ag na vlaknih. Prisotnost iSys MTX ni vplival na povečanje pralne obstojnosti Ag delcev na bombažni tkanini. Njihova koncentracija se je po petkratnem pranju apretirane tkanine močno znižala in padla pod 35 mg/kg vlaken ne glede na apreturo. Pralna obstojnost preučevane apreture je bila slabša od tiste dobljene z AgCl v kombinaciji z iSys MTX [19], kjer je bila po desetkratnem pranju določena dvakrat večja koncentracija Ag na vlaknih kot v primeru apreture AP6, in to kljub temu, da je bila koncentracija Ag pred pranjem nižja kot pri apreturi AP6 v prisotnosti iSys MTX.

Bakterijska redukcija, R, za bakterijsko vrsto *Escherichia coli* se z naraščajočo koncentracijo Ag na tkanini ni bistveno spremenila (slika 4). V vseh primerih, tudi pri najvišji koncentraciji 350 mg/kg vlaken, je ostala R nižja od 60,2 %, kar pomeni neučinkovito oziroma nezadovoljivo zaščito pred bakterijami. Ti rezultati so veliko slabši od tistih dobljenih z AgCl, kjer je bila 60 % redukcija dobljena že pri koncentraciji 25 mg/kg AgCl, redukcija večja od 88 % pa pri koncentracijah višjih od 50 mg/kg [19]. To pomeni, da je baktericidno delovanje srebrovih kationov na bombažni tkanini bolj učinkovito v primerjavi z elementarnim srebrom enake

Table 2: Concentrations, *c*, of Ag in finishing baths and on the cotton samples treated by the finishes from AP1 to AP6 before (0 W) and after five (5 W) repetitive washing.

Finish	<i>c</i> Ag in bath (% o.w.f.)	<i>c</i> Ag on fibres (mg/kg)			
		0 W		5 W	
		A ^{a)}	B ^{a)}	A	B
AP1	0.01	27	20	2	2
AP2	0.025	25	48	6	4
AP3	0.05	34	60	8	5
AP4	0.10	97	116	14	10
AP5	0.25	176	180	30	12
AP6	0.50	295	350	32	33

^{a)} A: without iSys MTX, B: with iSys MTX.

sound, the agglomerates of Ag particles in the size range up to 3 μm are seen (magnification of particle on figure 2a). Contrary to coating film AP1 without the addition of iSys MTX (Figure 2a), where also smaller Ag particles are nicely seen, only bigger agglomerates of Ag particles were observed on Si wafer treated by AP1 finish with the addition of iSys MTX (Figure 2b), but only in the case when the energy of electron beam increased from 10 kV to 20 kV. This indicated that Ag particles were totally covered by polysiloxane matrix, which made the detection of Ag particles by SEM difficult and was the main reason that smaller particles could not be observed. In addition, also some bright inclusions were seen on Si wafer coated by AP1 and iSys MTX which belong to the polysiloxane matrix and were further confirmed by EDXS analysis. Typical EDXS micrographs of silver particles and particles of polysiloxane matrix are presented in figure 3. EDXS spectrum of Ag particle, indicated by "1" in figure 2a, revealed characteristic peaks belonging to the family of Ag-L α spectral lines, whereby EDXS micrograph, made by directing the electron beam on typical white inclusions on fibres, indicated by "2" in figure 2d, revealed Si-K α , Zr-L α and O-K α peaks, which indubitably confirmed that iSys MTX formed a polysiloxane matrix in the presence of catalyst.

ICP-MS measurements of Ag concentration determined on cotton fabric before and after five repetitive washings (Table 2) showed that by

koncentracije. To bi tudi pričakovali, saj mora elementarno srebro na vlaknih v prisotnosti oksidanta in vlage preiti v srebrove katione, za katere je dokazano učinkovito biocidno delovanje. V primeru AgCl so srebrovi kationi na vlaknih že prisotni, zato reakcija oksidacije ni potrebna. Njihovo sproščanje je odvisno le od prisotnosti vlage. Ne glede na to pa je bila bakterijska redukcija dobljena z elementarnim srebrom višja od tiste dobljene pri uporabi elementarnega srebra velikosti delcev 80 nm [23], ki je pri enaki koncentraciji 20 mg/l tržnega produkta za bakterijsko vrsto *Escherichia coli* znašala le od 1 do 11 %. To potrjuje, da se z manjšanjem velikosti nano delcev Ag njegova protimikrobna učinkovitost povečuje. Rezultate protimikrobne aktivnosti, dobljene v naši raziskavi, smo primerjali tudi z rezultati, dobljenimi na PA 6 mikrovlaknih [24], pri čemer smo ugotovili, da je bila bakterijska

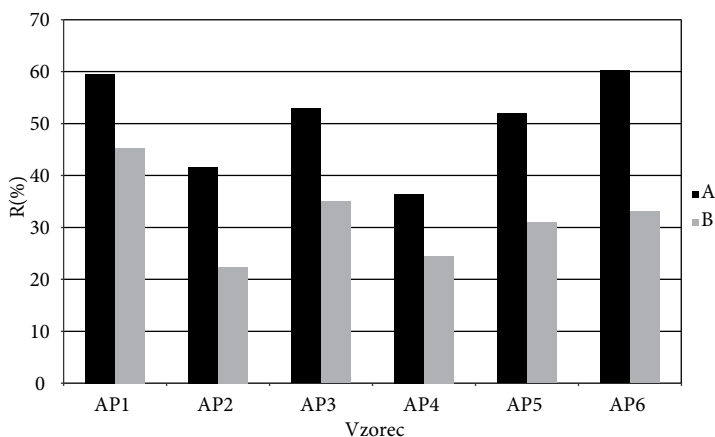


Figure 4: Reduction, *R*, of bacteria *Escherichia coli* (ATCC 25922) according to the AATCC 100-1999 Standard Method determined on unwashed cotton samples treated by the finishes from AP1 to AP6. A: without iSys MTX, B: with iSys MTX.

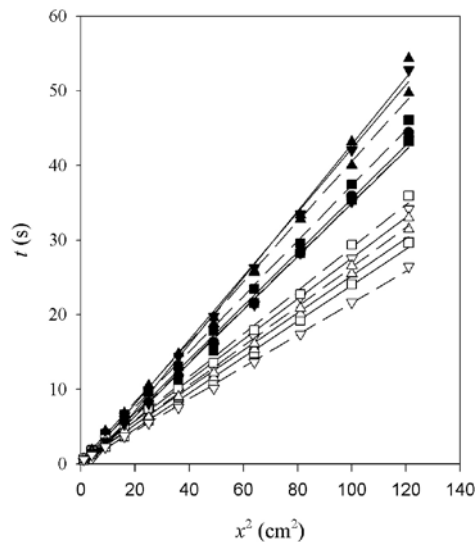
the increasing the Ag concentration in the finishing bath, the Ag concentration on textile increased as well. Namely, at the lowest Ag concentration in the finishing bath (0.01% owf), the Ag concentration on fibres ranged from 20 to 30 mg/kg of textiles, while it reached the values from 295 to 350 mg/kg of fibres when the highest Ag concentration was used the finishing bath (0.50% owf). The presence of iSys MTX in the finishing bath strongly increased the Ag concentration on fibres, but it had no effect on the increase of washing stability of Ag particles on cotton fabric. Therefore, after five consecutive washing the Ag concentration sharply decreased and fell below 35 mg/kg of fibres, regardless of the finish. The washing fastness of the studied finishes was worse than in the case of AgCl finish in combination with iSys MTX [20], whereas after ten washing cycles, two times higher Ag concentration was obtained on the fibres than in the case of AP6 finish, despite the fact that the initial Ag concentration was lower compared to the one obtained on the fibres treated by the AP6 finish in combination with iSys MTX.

The bacterial reduction, R , for bacterium *Escherichia coli* did not significantly changed by increasing the Ag concentration (Figure 4). Namely, in all studied cases, even when the Ag concentration was the highest (350 mg/kg of fibres), R remained lower than 60.2 %, indicating on inefficient and insufficient protection against bacteria. These results are much worse than those obtained with AgCl, where a 60 % reduction of bacteria growth was attained already at Ag concentration of 25 mg/kg of fibres, while 88 % bacterial reduction at Ag concentrations above 50 mg/kg [20]. These results clearly showed that on cotton fabric bactericidal action of silver cations was more effective than that of elementary silver at the same concentration. This was expected, since for an effective biocidal action elementary silver must oxidise into silver cations. Namely, in the case of AgCl, oxidation was not necessary, since silver cations were already present on the fibres and their release depended only on the presence of moisture. Nevertheless, the reduction of bacterium *Escherichia coli* obtained by elementary silver was still higher than that ob-

redukcija v primeru PA 6 večja od tiste na bombažni tkanini. Pri slednji namreč nismo presegli vrednost $R = 60,2$ % niti pri najvišji koncentraciji 295 mg/kg Ag. V primeru PA 6 je bila bakterijska redukcija 64 % dobljena pri 48 mg/kg Ag, in to kljub temu, da je bil uporabljeno srebro z velikostjo delcev 80 nm. Ti rezultati so pokazatelj, da poleg velikosti delcev Ag na njegovo baktericidno aktivnost pomembno vpliva tudi surovinska sestava vlaken.

V primeru prisotnosti iSys MTX so bile vrednosti R celo nižje kot v primeru apreture brez iSys MTX (slika 4), in to kljub temu, da je bila koncentracija Ag na vlaknih v prvem primeru celo večja kot v drugem primeru. To lahko razložimo s tem, da je anorganska oksidna matrica zamrežila srebro, zaradi česar je bila njegova oksidacija in posledično sproščanje srebrovih kationov oteženo.

Nanos srebra pri apretiranju ni bistveno vplival na omočljivost tkanine (slika 5). Kljub temu, da se je hitrost pronicanja vode v pore tkanine nekoliko znižala pri višjih koncentracijah Ag, so ostala vlakna hidrofilna in zelo dobro omočljiva z vodo. Prisotnost iSys MTX v apreturi je povečala hitrost pronicanja vode v vse preučevane vzorce tkanine. Vzrok za to smo pripisali tvorbi polisiloksan-skega filma na površini vlaken, ki je zaprl najmanjše pore, s tem pa povzročil, da je voda pronicala le v pore med nitmi osnove in ne v pore med vlakni v preji. Zato je vlakno v prisotnosti vode manj nabrekalo, pore med nitmi so ostale odprte, hitrost pronicanja vode pa večja.



Slika 5: Water penetration rates into the untreated sample, N , and the samples treated by the finishes from AP1 to AP6 at 20 °C.

●— N , ■— AP1 without iSys MTX, □— AP1 with iSys MTX, ▲— AP2 without iSys MTX, △— AP2 with iSys MTX, ▼— AP3 without iSys MTX, ▽— AP3 with iSys MTX, ■— AP4 without iSys MTX, □— AP4 with iSys MTX, ▲— AP5 without iSys MTX, △— AP5 with iSys MTX, ▼— AP6 without iSys MTX, ▽— AP6 with iSys MTX.

tained by elementary silver with a particle size of 80 nm [14], which ranged from 1 to 11 % at an Ag concentration of 35 mg/kg of fibres. This confirmed that by decreasing the size of nano Ag particles, its antimicrobial activity increases. The results of antimicrobial activity obtained in our study were also compared to the results obtained on PA6 microfibrils [24], whereby the bacterial reduction on PA6 was higher than that on cotton fabric. In the case of the latter, the value of $R = 60.2\%$ was not exceeded even when the highest concentration Ag was used. In PA6, a 64 % bacterial reduction was obtained already at Ag concentration of 48 mg/kg of fibres, despite the fact that silver with a particle size of 80 nm was used. These results showed that beside to the particle size of Ag, composition of the fibres also significantly affected the bactericidal action.

In the presence of iSys MTX, the R values were lower compared to the finish without iSys MTX (Figure 4), even though the Ag concentration on the fibres was higher in the case when iSys MTX was added into finishing bath. This could be explained by the finding, that polysiloxane matrix covered Ag particles, which consequently made their oxidation and release of silver cations difficult.

In finishing process the application of silver did not significantly affect the wettability of the fabric (Figure 5). Even though the rate of the water penetration into the fabric pores slightly decreased with the increasing of Ag concentrations, the fibres remained hydrophilic and well-wetted by water. The presence of iSys MTX in the finish increased the rate of water penetration into fibres in the case of all studied samples. The reason for this was ascribed to the formation of a polysiloxane film on the surface of the fibres which closed the smallest pores, consequently causing the water to penetrate only into the pores between the threads of the warp and not between the fibres in the yarn. Therefore, in the presence of water the fibres were less swollen, the pores between the threads remained opened and the rate of water penetration increased.

Application of the studied finishes decreased the whiteness of the fabric. Namely, when the lowest Ag concentration was used, the white-

ness of the fabric was decreased. Its value was 80.4, which at the lowest concentration of Ag fell to 75.4 and it was significantly increased (Figure 6). From the results it is evident, that more than tenfold increase in Ag concentration (from 20 mg/kg at AP1 to 295 mg/kg at AP6) did not cause a decrease in whiteness of more than 1.5. From this we conclude, that change in Ag concentration in finishing has little influence on the whiteness of the fabric. As the values of W_{10} are a large measure, it was reduced only slightly at the lowest concentration of silver, which included also Setamol WS, we assumed, that it is the latter, which significantly influences the decrease in whiteness. To this assumption we confirmed, that we used for the samples, on which we used the same conditions, we applied Setamol WS without the product Ag, we measured the whiteness equally 76.5. The influence of the presence of the binder iSys MTX in finishing, because of which the value of W_{10} was reduced. The color difference of whiteness, $T_{W,10}$, of the untreated sample as compared to the finished samples was negative in the values from -0.57 to -0.75 (Figure 7), which means, that the samples were discolored.

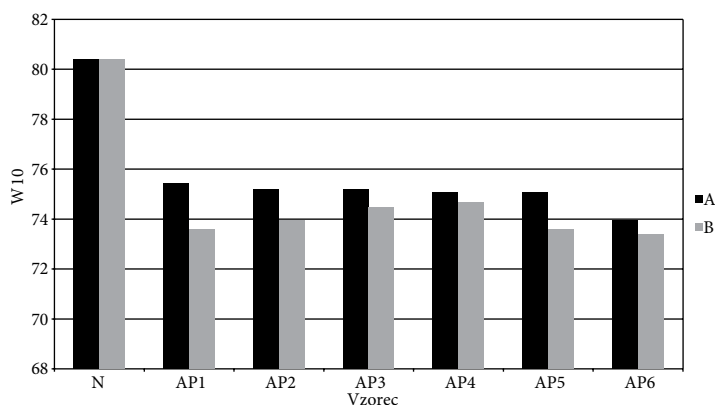
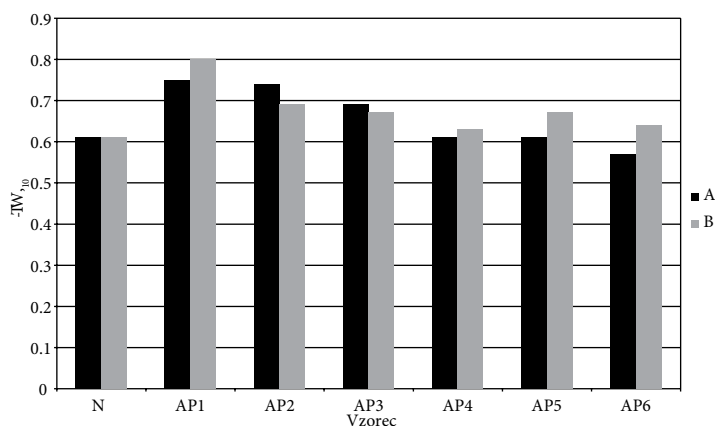


Figure 6: Whiteness, W_{10} , of the untreated sample, N, and the samples treated by the finishes from AP1 to AP6. A: without iSys MTX, B: with iSys MTX.



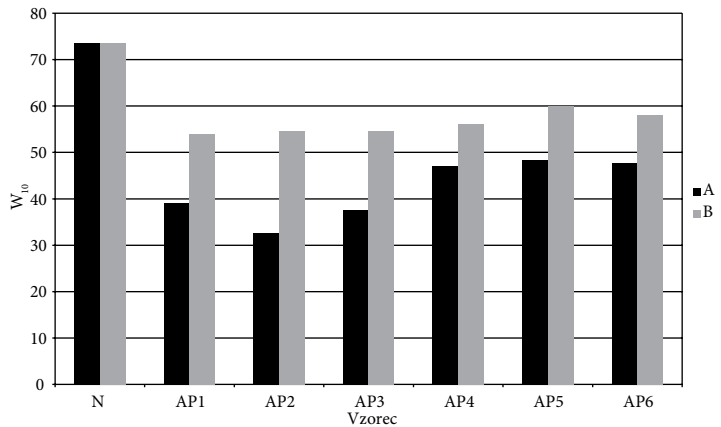
Slika 7: Tint of whiteness, $T_{W,10}$, of the untreated sample, N, and the samples treated by the finishes from AP1 to AP6. A: without iSys MTX, B: with iSys MTX.

ness index, W_{10} , decreased from the value of 80.4 to 75.4 and did not significantly changed by further increase of the Ag concentration (Figure 6). The results showed that more than ten time increase of the Ag concentration on the fibres (from 20 mg/kg with AP1 to 295 mg/kg with AP6) did not cause a decrease of W_{10} value of more than 1.5. Therefore, it was concluded that the change of Ag concentration in the finish had little effect on the whiteness of the finished fabric. Since the W_{10} value already significantly decreased when the finish with the lowest Ag concentration was applied, it was assumed that decrease of whiteness occurred on the account of dispersing agent, Setamol WS. This was confirmed when only Setamol WS (without the commercial Ag product) was applied to the fabric sample under the same conditions and the whiteness index of 76.5 was obtained. The whiteness of the fabric was also affected by the presence of the binding agent iSys MTX in the finish, which resulted in an even lower W_{10} value. Tint of whiteness, $T_{w,10}$, value of the unfinished and finished fabric samples was negative ranging within -0.57 to -0.75 (Figure 7), meaning that the samples were reddish.

Illumination of the finished cotton fabric samples with an artificial light caused a decrease of whiteness when compared to the unfinished sample (Figure 8). Following a 51-hour illumination, a higher decrease was obtained when lower Ag concentrations were present on the fibres. The addition of binding agent iSys MTX in the finish decreased the yellowing of the samples and therefore, acted in a protective way. With illumination, the tint of whiteness also changed, exceeding value of -3.5 . The oxide matrix also caused a smaller change of the $T_{w,10}$ value, consistent with the change of whiteness.

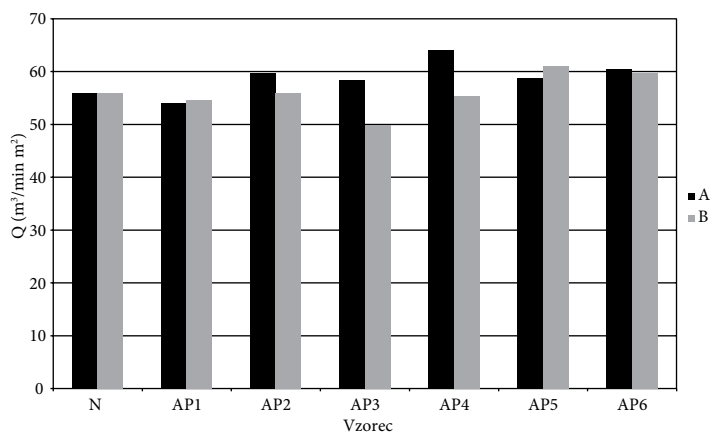
Surprisingly, application of Ag of all studied concentrations increased the air permeability, Q , compared to the unfinished fabric (Figure 9). The reason for this is difficult to explain only on the basis of these measurements. The air permeability of samples finished with the iSys MTX binding agent was lower than that of the samples without it. The decrease in air permeability was attributed to the formation of the polysiloxane film on the cot-

Osvetljevanje apretiranih vzorcev bombažne tkanine z umetno svetlobo je vplivalo na znižanje beline v primerjavi z neapretiranim vzorcem (slika 8). Po 51 urnem osvetljevanju smo večje znižanje dobili pri nižjih kot pri višjih koncentracijah Ag na vlaknih. Prisotnost veziva iSys MTX v apreturi je zmanjšala porumenitev vzorcev ter na tak način delovala zaščitno. Z osvetljevanjem se je močno spremenil tudi barvni odtenek beline, ki je presegel vrednost $-3,5$. Na manjšo spremembo vrednosti $T_{w,10}$, je v skladu s spremembo beline vplivala tudi prisotnost veziva iSys MTX.



Slika 8: Whiteness, W_{10} , of the untreated sample, N, and the samples treated by the finishes from AP1 to AP6 after illumination with artificial light for 51 hours. A: without iSys MTX, B: with iSys MTX.

V nasprotju z našimi pričakovanji, je prisotnost Ag ne glede na njegovo koncentracijo povečala zračno prepustnost, Q , v primerjavi z neapretirano tkanino (slika 9). Vzrok za ta pojav težko razložimo le na podlagi teh meritev. Zračna prepustnost vzorcev apretiranih z vezivom iSys MTX je bila manjša kot pri vzorcih brez iSys



Slika 9: Air permeability, Q , of the untreated sample, N, and the samples treated by the finishes from AP1 to AP6. A: without iSys MTX, B: with iSys MTX.

ton fabric surface, which partially closed the pores among the threads of the warp and weft of the fabric and, consequently, made the air flow into the fabric difficult. Slightly different results were obtained on the basis of measurements of air volume flow, V , through dry unfinished and finished samples of cotton fabric (Figure 10). Namely, it was obtained that the volume flow only slightly depended from the Ag concentration and the presence of iSys MTX in the finish. Therefore, based on these results, it can not be concluded that the addition of the iSys MTX binding agent reduces air volume flow through dry finished samples.

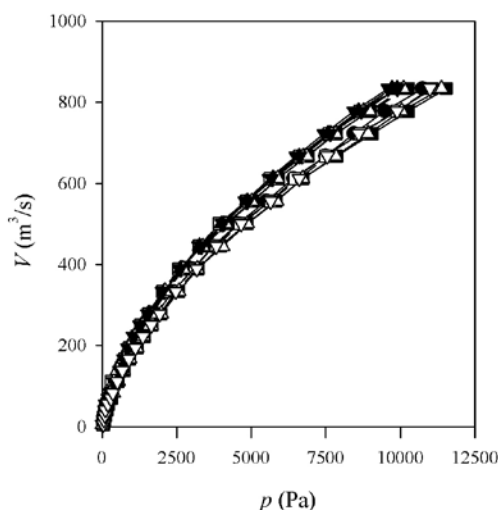
The application of Ag increased the bending rigidity of the fabric, U_0 , at all studied concentrations (Figure 11). By the addition of the iSys MTX binding agent, U_0 decreased again, due to the softening action of the polysiloxane film on the surface of the cotton fabric.

4 Conclusions

From the results obtained it can be concluded, that elementary silver of nano dimensions, reduced the growth of bacterium *Escherichia coli*. However, the bacterial reduction was too low in order to assure affective antimicrobial activity and did not increase by increasing concentration of silver on fibres. Namely, even when the highest concentrations of silver were used, the bacterial reduction did not exceed the value of 60%. The presence of oxide matrix increased the concentration of silver on fibres, but did not affect on the increase of its bactericidal activity nor its washing fastness. Therefore, it can be concluded that for the preparation of antimicrobial finishing, combination of elementary silver and oxide matrix is not reasonable, despite of its positive properties in the finish. Namely, it increases the wetability as well as decreases the fall of whiteness and stiffness of the fabric in comparison to the finish where the matrix was not present.

Acknowledgments

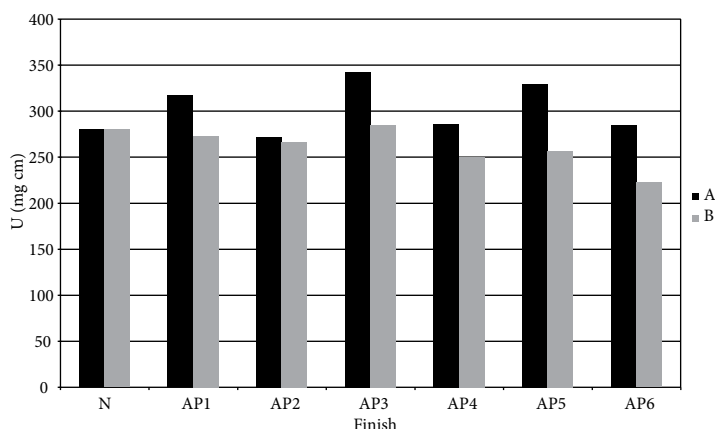
We thank Dr. Zoran Samardžija for SEM and EDXS analyses as well as for constructive discussion.



Slika 10: Volume rate, V , in dependence from pressure, p , through the untreated sample, N , and the samples treated by the finishes from AP1 to AP6.

●-- N , ■-- AP1 without iSys MTX, □-- AP1 with iSys MTX, ▲-- AP2 without iSys MTX, △-- AP2 with iSys MTX, ▼-- AP3 without iSys MTX, ▽-- AP3 with iSys MTX, ■- AP4 without iSys MTX, □- AP4 with iSys MTX, ▲- AP5 without iSys MTX, △- AP5 with iSys MTX, ▼- AP6 without iSys MTX, ▽- AP6 with iSys MTX.

MTX. Znižanje zračne prepustnosti smo pripisali tvorbi polisiloksanskega filma na površini bombažne tkanine, ki je delno zaprl pore med nitmi osnove in votka tkanine in tako otežil pretok zraka skozi tkanino. Nekoliko drugačne rezultate pa smo dobili na podlagi meritev volumskega pretoka zraka, V , skozi suhe neapretirane in apretirane vzorce bombažne tkanine (slika 10). Iz njih je namreč razvidno, da je bil volumski pretok le malo odvisen od koncentra-



Slika 11: Bending rigidity, U , of the untreated sample, N , and the samples treated by the finishes from AP1 to AP6. A: without iSys MTX, B: with iSys MTX.

This work was supported by the Slovenian Research Agency (Programmes P2-0213 and P4-0013). B.T. thanks the Ministry of Higher Education, Science and Technology for a Ph.D. grant. Research was made in a complex of a project Eureka E!4043 Nanosilver for multipurpose textiles.

cije Ag kot tudi od tega, ali je bilo v apreturi prisotno vezivo iSys MTX. Iz teh rezultatov nikakor ne moremo zaključiti, da bi dodatek veziva iSys MTX znižal volumski pretok zraka skozi suhe apretirane vzorce.

Z nanosom Ag se je togost tkanine, U_o , povečala, in to pri vseh njegovih koncentracijah (slika 11). Dodatek veziva iSys MTX je togost ponovno zmanjšal. Vzrok za to smo pripisali mehčalnemu učinku polisiloksanskega filma na površini bombažne tkanine.

4 Sklepi

Iz rezultatov raziskave je razvidno, da elementarno srebro velikost delcev nano dimenzij na bombažni tkanini zavre rast bakterije vrste *Escherichia coli*, vendar je bakterijska redukcija prenizka, da bi bilo protimikrobno delovanje učinkovito. Tudi z naraščajočo koncentracijo srebra na vlaknih se bakterijska redukcija ne povečuje in tudi pri najvišjih koncentracijah srebra ne preseže vrednosti 60 %. Prisotnost oksidne matrice sicer poveča koncentracijo srebra v apreturi, vendar se njegovo baktericidno delovanje s tem ne poveča. Nasprotno, celo zmanjša. Matrica tudi ne vpliva na povečanje pralne obstojnosti srebra na tkanini. Iz tega lahko sklepamo, da kombinacija elementarnega srebra in organske matrice ni smiselna za pripravo protimikrobne apreture. In to kljub njenim pozitivnim lastnostim v apreturi, kjer vpliva na povečanje omočljivosti, zmanjšanje padca beline in togosti tkanine v primerjavi z apreturo, kjer matrica ni prisotna.

Zahvala

Avtorji se zahvaljujejo dr. Zoranu Samardžiju za izdelavo SEM mikrografov in EDXS analizo ter konstruktivno razpravo o rezultatih. Raziskavo je finančno podprla Agencija za raziskovalno dejavnost RS v okviru Programov P2-0213 in P4-0113 ter financiranja mlade raziskovalke B. Tomšič. Delo je bilo opravljeno tudi v sklopu projekta Eureka št. E!4043 Nanosilver for multipurpose textiles.

5 Literatura

1. DUFF, D. G., BAIKER, A., and EDWARDS, P. P. A new hydro-sol of gold clusters. 1. Formation and particle size variation. *Langmuir*, 1993, vol. 9, p. 2301–2309.
2. ESUMI, K., TANO, T., TORIGOE, K. and MEGURO, K. Preparation and characterization of bimetallic palladium-copper colloids by thermal-decomposition of their acetate compounds in organic-solvents. *Chemistry of Materials*, 1990, vol. 2, p. 564–567.
3. TALEB, A., PETIT, C. and PILENI, M. P. Synthesis of Highly

- Monodisperse Silver Nanoparticles from AOP Reverse Micelles: A Way to 2D and 3 D Self-Organization. *Chemistry of Materials*, 1997, vol. 9, p. 950–959.
4. SUN, Y. P., ATORNGITJAWAT, P. and MEZIANI, M. J. Preparation of silver nanoparticles via rapid expansion of water in carbon dioxide microemulsion into reductant solution. *Langmuir*, 2001, vol. 17, p. 5707–5710.
 5. HENGLEIN, A. Reduction of $\text{Ag}(\text{CN})_2^-$ on silver and platinum colloidal nanoparticles. *Langmuir*, 2001, vol. 17, p. 2329–2333.
 6. SONDI, I., GOIA, D. V. and MATIJEVIĆ, E. Preparation of highly concentrated stable dispersion of uniform silver nanoparticles. *Journal of Colloid Interface Science*, 2003, vol. 260, p. 75–81.
 7. CHENG, Q., LI, C., PAVLINEK, V., SAHA, P. and WANG H. Surface-modified antibacterial TiO_2/Ag^+ nanoparticles: Preparation and properties. *Applied Surface Science*, 2006, vol. 252, p. 4154–4160.
 8. LEE, H. J. and JEONG, S. H. Bacteriostasis of nanosized colloidal silver on polyester nonwovens. *Textile Research Journal*, 2004, vol. 74, p. 442–447.
 9. HAUFE, H., THRON, A., FIEDLER, D., MAHLTIG, B. and BÖTTCHER, H. Biocidal nanosol coatings. *Surface Coatings International Part B: Coatings Transactions*, 2005, vol. 88, p. 55–60.
 10. HIPLER, U. C., ELSNER, P. and FLUHR, J. W. Antifungal and antibacterial properties of a silver-loaded cellulosic fiber. *Journal of Biomedical Materials Research Part B: Applied Biomaterials*, 2006, vol. 77B(1), p.156–163.
 11. XING, Y., YANG, X. and DAI, J. Antimicrobial finishing of cotton textile based on water glass by sol-gel method. *Journal of Sol-Gel Science and Technology*, 2007, vol. 43, p. 187–192.
 12. TOMŠIČ, B., SIMONČIČ, B., OREL, B., ČERNE, L., FORTE TAVČER, P., ZORKO, M., JERMAN, I., VILČNIK, A. and KOVAČ J. Sol-gel coating of cellulose fibres with antimicrobial and repellent properties. *Journal of Sol-Gel Science and Technology*, 2008, vol. 47 (1), p. 44–57.
 13. SINHA, A. and SHARMA, B. H. Preparation of silver powder through glycerol process. *Bulletin of Material Science*, 2005, vol. 28, p. 213–217.
 14. SCHINDLER W. D., HAUSER P. J. *Chemical Finishing of Textiles*. Cambridge : CRC Press, 2004.
 15. MAHLTIG, B., HAUFE, H. and BÖTTCHER, H. Functionalisation of textiles by inorganic sol-gel coatings. *Journal of Materials Chemistry*, 2005, vol. 15, p. 4385–4398.
 16. MAHLTIG, B., FIEDLER, D. and BÖTTCHER, H. Antimicrobial sol-gel coatings. *Journal of Sol-Gel Science and Technology*, 2004, vol. 32, p. 219–222.
 17. WANG, J. X., WEN, L. X., WANG, Z. H. and CHEN, J. F. Immobilization of silver on hollow silica nanospheres and nano-

- tubes and their antimicrobial effects. *Materials Chemistry and Physics*, 2006, vol. 96, p. 90–97.
18. AKKOPRU, B. and DURUCAN, C. Preparation and microstructure of sol-gel derived silver-doped silica. *Journal of Sol-Gel Science and Technology*, 2007, vol. 43, p. 227–236.
 19. TOMŠIČ, B., SIMONČIČ, B., OREL, B., ŽERJAV, M., SCHROERS, H., SIMONČIČ, A. and SAMARDŽIJA, Z. Antimicrobial activity of AgCl embedded into a silica matrix on cotton fabric. *Carbohydrate Polymers*, 2008, (article in print).
 20. CHIBOWSKI, E. and GONZALES-CABALLERO, F. Theory and practice of thin-layer wicking. *Langmuir*, 1993, vol. 9, p. 330–340.
 21. HUNT, R. W. G. *Measuring colour*. Second Edition. New York : Ellis Horwood, 1991.
 22. VINCE, J., OREL, B., VILČNIK, A., FIR, M., ŠURCA VUK, A., JOVANOVSki, V. and SIMONČIČ, B. Structural and water-repellent properties of a urea/poly(dimethylsiloxane) sol-gel hybrid and its bonding to cotton fabric. *Langmuir*, 2006, vol. 22(15), p. 6489–6497.
 23. GORENŠEK, M. and RECELJ, P. Nanosilver Functionalized Cotton Fabric. *Textile Research Journal*, 2007, vol. 77, p. 138–141.
 24. GORENŠEK, M. and RECELJ, P. Reactive Dyes and Nano-Silver on PA6 Micro Knitted Goods. *Textile Research Journal*, 2008, (article in print).

Microencapsulation in textiles

Review

Received September 2008 • Accepted October 2008

Abstract

This paper describes current processes, technologies and applications related to microencapsulation in the textile industry. The use of microencapsulation continues to grow especially in the textile industries of Western Europe, Japan, and North America. Although it is widely used in industry, microencapsulation remains relatively unknown to the public. It is a cost-effective method for storing volatile substances over a long period of time. Microcapsules are available for a wide range of products. These products are given various properties related to the nature of the encapsulated substances. Some of these are described in this paper, including products with phase-change properties, fragrance finishes, antimicrobial finishes, fire retardants, color-change properties and color formers.

Key words: microencapsulation; controlled release; textile; technologies; finishes

Vodilni avtor/corresponding author:

dr. Petra Forte-Tavčer

tel.: +386 1 200 32 93

e-mail: petra.forte@ntf.uni-lj.si

Barbara Ocepek, Petra Forte Tavčer

Oddelek za tekstilstvo, Naravoslovnotehniška fakulteta, Univerza v Ljubljani

Mikrokapsuliranje na področju tekstilstva

Pregledni znanstveni članek

Poslano september 2008 • Sprejeto oktober 2008

Izvleček

Prispevek opisuje proces, najpomembnejše tehnologije in uporabo mikrokapsuliranja v tekstilni industriji. Uporaba mikrokapsul nenehno narašča, še posebej v tekstilnih industrijah zahodne Evrope, na Japonskem in v Severni Ameriki. Kljub široki uporabi v industriji pa mikrokapsuliranje ostaja ljudstvu večinoma neznan proces. Je cenovno primerna in dolgotrajna metoda za shranjevanje hitro hlapljivih snovi. Mikrokapsule so primerne za mnoge izdelke. Ti proizvodi imajo različne lastnosti, ki so odvisne od narave kapsuliranih snovi. Nekateri so opisani v tem prispevku, na primer izdelki s PCM-materiali, dezodorantskimi apreturami, protimikrobnimi apreturami, ognjevarnimi apreturami, sistemom spreminjanja barve itd.

Ključne besede: mikrokapsuliranje, nadzorovano sproščanje, tekstil, tehnologije, apreture

1 Uvod

Potrebe, zahteve in pričakovanja potrošnikov za bolj zdravo in udobnejše življenje naraščajo iz dneva v dan tudi na področju tekstilij. Dandanes so lahko tekstilije obdelane tako, da nas ščitijo pred različnimi neugodnimi vplivi, a so kljub temu zelo udobne. Njihove lastnosti so raznolike. Lahko so vodoodporne, protimikrobne, negorljive itd. Takšne lastnosti se lahko doseže s posebnimi kemičnimi mešanici, apreturami, ki se vežejo na površino vlaken. Na določen način pa lahko aktivne substance, na primer dišave, vnesemo tudi v matrico vlaken. Pri vsem tem je zelo pomembno, da so lastnosti, ki jih dosežemo z apreturami, obstojne pri pranju in dolgotrajne.

1 Introduction

Every day, textile consumers are experiencing greater needs, expectations and demands in terms of a healthier and more comfortable life. Today, fabrics can be treated to protect the consumer from various adverse conditions while maintaining consumer comfort. The available textile properties are becoming increasingly diverse (e.g. water resistance, anti-microbial effects, etc). These kind of properties can be achieved by binding special chemical compounds to the fiber surfaces. Active substances (e.g. fragrances) can also be incorporated into the fiber matrix. In designing such techniques, it is important that the end product is resistant to washing and is long lasting.

Microencapsulation is a versatile process used to apply different properties to textiles. It is a cost effective and lasting method in storing various substances over a long period of time. This process has been widely used in many industrial and scientific fields for several decades, including the textile industry (different finishes), the chemical industry, cosmetics (shampoos, face creams, deodorants), electronics, the food industry (food aromas, packaging), photography and marketing (labels, posters, flyers).

In this paper we focus on the use of microencapsulation for textile applications. To date, much research has been focused on the application of microencapsulated substances with various fabrics. Cooperation with the COST865-Bioencapsulation Sciences to Applications program provided us with new knowledge used for writing this article.

2 Microencapsulation

Microcapsules are small particles of between one and several hundred micrometers, composed of a liquid, solid or gas core surrounded by one or more protective coatings.

Aside from protecting the core substances, microencapsulation is also used for:

- separation of reactants,
- controlled release,
- reduction of toxicity and
- reduction of volatility.

Using similar techniques, nanocapsules (<

Eden od postopkov za apliciranje različnih snovi in s tem lastnosti na tekstilije je mikrokapsuliranje, ki je cenovno primerna in dolgotrajna metoda za shranjevanje različnih substanc. Ta proces je v široki uporabi na mnogih industrijskih in znanstvenih področjih že nekaj desetletij. Uporablja se v tekstilni industriji (razne apreture), kemični industriji, kozmetiki (dezodoranti, šamponi, kreme), elektroniki, biotehnologiji, prehrabni industriji (arome v hrani, paketiranje), fotografiji, marketingu (etikete, plakati, letaki) itd.

V članku smo se osredotočili predvsem na uporabo mikrokapsul v tekstilstvu, saj je bilo že samo na tem področju veliko narejenega z apliciranjem raznih mikrokapsuliranih substanc na različne tekstilije. Pri pisanju tega prispevka nam je bilo v veliko pomoč tudi sodelovanje pri programu COST 865 – Bioencapsulation Sciences to Applications.

2 Mikrokapsuliranje

Mikrokapsule so majhni delci velikosti od enega do več sto mikrometrov, sestavljeni iz tekočega, plinastega ali trdnega jedra in ovojnice, ki ščiti jedrni material pred zunanjimi vplivi. Ovojnica je lahko samo ena ali pa jih je več.

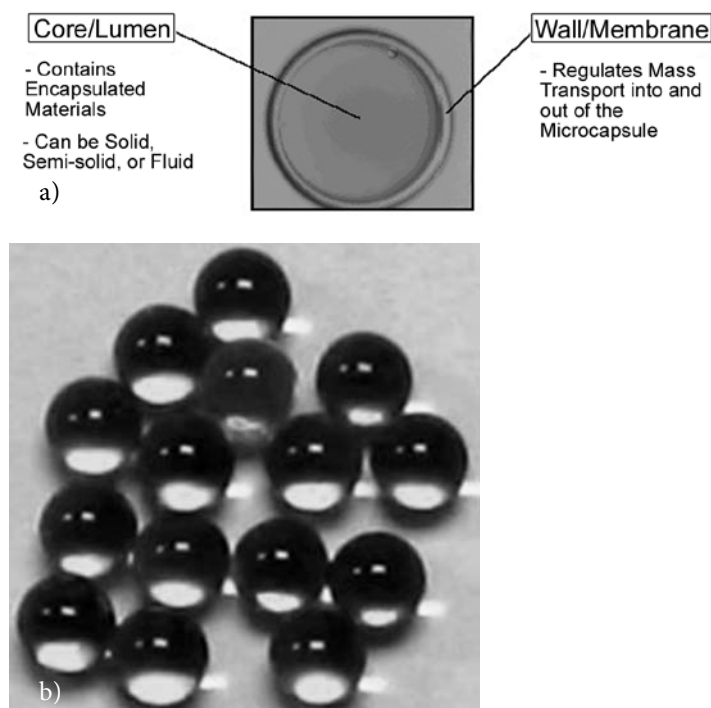


Figure 1: a) a structure of a microcapsule [1], b) microcapsules [2]

Cilji mikrokapsuliranja so poleg zaščite jedrne substance še:

- ločitev reaktantov,
- kontrolirano sproščanje,

1 μ m) and millicapsules (> 1mm) can also be produced.

Many substances can be encapsulated such as water, perfumes, dyes, antimicrobials, phase change materials, vitamins and drugs. Thus, encapsulated systems are amenable to simple small molecules, large complex molecules and combinations of both [3].

The polymer used for the coating can be natural (for instance starch, lipid, and gelatine), synthetic (polyamide, polypropylene, polyester) or semi-synthetic (cellulose acetate). The permeability of the microcapsule is dependent on the coating material [4] which can be chosen depending on the ultimate application.

The impermeable coat can release the microcapsule's active substance by:

- outer force,
- high temperature,
- light,
- solvent or water.

In other words, the coating can break, melt, burn, decompose, dry up or dissolve. For example, in medicine, impermeable capsules are used to contain the active medicament. These capsules are designed to dissolve at an appropriate pH to release the active substance inside.

Permeable microcapsule coatings continually release the core substances and the rate of release can be controlled [6].

There are many different methods of microencapsulation depending on the application and desired properties of the microcapsules [3].

The microencapsulation process can be divided into three steps:

1. The active compound is incorporated into the matrix or microcapsule core. This can be in the form of a solution, emulsion or suspension, resulting in a liquid or a dispersed solid system. To accomplish this step, mixing, dispersing, drying, grinding and sieving processes may be used.

2. Mechanical operation:

- A liquid matrix is prepared, either by making a liquid-in-air by dropping or spraying or by making a liquid dispersion by emulsification or micro-emulsification.
- A solid matrix is prepared by spraying a solution on agitated particles via fluid bed, pan coating or agglomeration.

- redukcija toksičnosti,
- redukcija hlapljivosti, itd.

Poleg mikrokapsul se lahko proizvajajo tudi nanokapsule (< 1 μ m) ali pa milikapsule (> 1mm).

Mikrokapsuliramo lahko mnogo snovi, na primer vodo, dišave, barvila, protimikrobne aperture, PCM- materiale (angl. phase change materials), vitamine, zdravila in še veliko drugih. To pomeni, da je mikrokapsuliran sistem lahko tak z majhnimi molekulami ali s precej kompleksnimi molekulami. Lahko pa je mešanica obeh [3].

Ovojnica je lahko iz naravnih (škrob, lipidi, želatina), sintetičnih (poliamid, polipropilen, poliester ...) ali pa polysintetičnih (na primer celulozni acetat) polimerov in od nje je odvisna prepustnost mikrokapsule [4]. Glede na namen uporabe izberemo mikrokapsule z ustrezno prepustnostjo.

Sprostitev substance iz mikrokapsule z neprepustno ovojnico lahko povzročimo z:

- zunanjo silo,
- visoko temperaturo,
- svetlobo,
- topilom ali vodo.

Z drugimi besedami, mikrokapsule lahko počijo, se stalijo ali zgorejo, se razgradijo, posušijo ali raztopijo. V medicini se na primer uporabljajo neprepustne mikrokapsule z zdravilom v jedru. Pri ustreznem pH se ovojnica raztopi in tako se jedrna substanca sprosti.

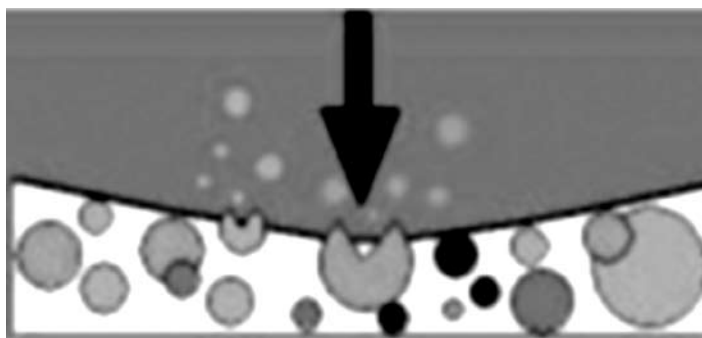


Figure 2: The release of active substances-impermeable microcapsules[5]

Prepustne ovojnice mikrokapsul nenehno sproščajo jedro snov. Sproščanje je lahko počasno ali zadrževalno [6].

Obstaja mnogo metod mikrokapsuliranja, izbira pa je odvisna od namena uporabe in lastnosti mikrokapsul [3].

Proces mikrokapsuliranja lahko razdelimo na tri korake:

1. Vnos aktivne substance v matrico oziroma jedro mikrokapsule. Ta je lahko v obliki raztopine, emulzije ali suspenzije, končni rezultat pa je tekoči ali pa razpršen trdni sistem. Proces, ki so za to potrebni, so lahko mešanje, pršenje, sušenje, mletje oziroma drobljenje (grinding) in presejanje.

3. The coating solution is then stabilized either by a chemical process (polymerization), physicochemical process (gelation, coacervation) or physical process (drying, solidification).

2.1 Methods of dispersion to form microcapsules

The dispersion of liquids as droplets is the first step for incorporation of the active ingredient inside of a liquid matrix. Dispersion can be accomplished via the following techniques:

- prilling,
- spray technologies,
- emulsification,
- microemulsification.

2.1.1 Prilling

The goal of prilling is to produce small droplets and thus microcapsules with low size dispersion. In most cases, energy input is required to reduce size of droplets. Some systems that are currently applied for prilling are as follows:

- electrostatic generators [7] (application of an electric potential across a pending droplet);
- nozzle resonances technology [8] (application of a specific vibrational frequency);
- jet cutter [9] (cutting the liquid jet by a series of wires fixed on a turntable which spins at high speed);
- spinning disks [10] (liquid jets flow onto spinning disks, where they break into droplets).

2.1.2 Spray technologies

A liquid can be separated into fine droplets by flowing through an air/liquid nozzle or over a fast rotating device. The productivity of these techniques is superior to prilling technologies. Spray technology is widely used in the food industry [11].

2.1.3 Emulsification

A liquid containing the ingredient to be encapsulated can be dispersed into another immiscible liquid to form an emulsion. For microencapsulation, systems that allow dispersion at low shear stress are preferred, to avoid denaturation of the active ingredients. The simplest and most common emulsification system consists of a reactor equipped with a turbine (Figure 5a). However,

2. Mehanski postopek:
 - tekoča matrica: pršenje v zrak (making a liquid-in-air) ali tekoča disperzija (emulgiranje ali mikro-emulgiranje);
 - trdna matrica: pršenje raztopine po delcih, za kar je potrebno tresenje (tekoča plast ali pan coating ali aglomeracija)
3. Stabilizacija kapljic oziroma raztopine za ovojnico s kemičnimi procesi (polimerizacija), fizikalno-kemičnimi procesi (želatiniranje, koacervacija) ali fizikalnimi procesi (sušenje, strjevanje).

2.1 Metode razpršitve za oblikovanje mikrokapsul

Disperzija tekočine v obliki kapljic je prvi korak za vnos aktivne substance v tekočo matrico. Ta postopek lahko razdelimo na:

- oblikovanje kapljic iz curka tekočine,
- tehnologije pršenja,
- emulgiranje,
- mikroemulgiranje.

2.1.1 Oblikovanje kapljic iz curka tekočine

Cilj tega postopka je proizvodnja majhnih kapljic – mikrokapsul iz curka tekočine, ki priteče skozi tanko iglo. V večini primerov je potrebna energija, da kapljice, ki nastanejo, niso prevelike. Sistemi, ki se uporabljajo, so:

- elektrostatični generatorji [7] (dovajanje električnega potenciala na nastajajočo kapljico);
- šobna resonančna tehnologija [8] (ustvarjanje vibracij z določeno frekvenco na kapljici, nastajajoči iz curka tekočine, ki priteče iz šobe);
- „rezilnik“ curka [9] („rezanje“ curka tekočine z več žicami, ki so pritrjene na hitro vrteči se plošči);
- rotirajoči diski [10] (curek tekočine teče na rotirajoči disk, na katerem se razprši v kapljice).

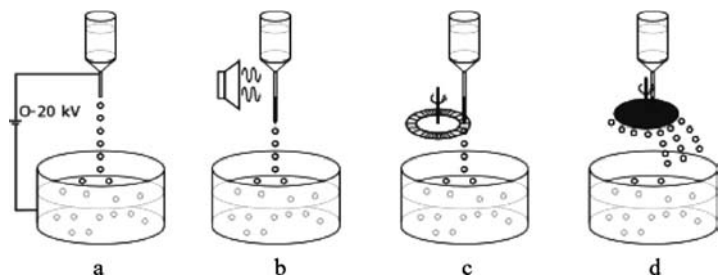


Figure 3: Different prilling methods: a) electrostatic generators, b) nozzle resonances technology, c) jet cutter, d) spinning disks

2.1.2 Tehnologije pršenja

Do razpršitve tekočine v majhne kapljice pride, ko ta teče skozi zračni/tekoči dulec oziroma lijak ali pa na hitro rotirajoči mehanizem. Produktivnost je boljša kot pri tehnologijah oblikovanja kapljice iz igle. Ta tehnologija se veliko uporablja v prehrabni industriji [11].

there has been increased interest in developing continuous systems, especially static mixers. This consists of a pipe where elements are inserted to promote fine division of the liquids in the static mixers (Figure 5b). Such systems allow emulsion preparation in a fraction of second at high flow rate (a few liters per square centimetre of section). In most of these systems, dispersion occurs in a turbulent regime which results in a large droplet size distribution [12].

2.1.4 Microemulsification

Through careful compositional selection of the two immiscible liquid systems, it is possible to reduce the surface tension to near zero. At such conditions, gentle agitation can promote formation of a very fine dispersion (less than micrometer-size droplets), and thus a very stable emulsion.

2.2 Formation of microcapsules from a liquid dispersion

The droplets produced via dispersion must then be transformed into solid-like particles by a stabilization process. Some of the most common encapsulation technologies, given various dispersion and stabilization methods, are shown in Table 1 [3].

- Solidification. The liquid that forms droplets can be melted and then solidified by a reduction in temperature. In practice, solidification techniques are usually used in conjunction with prilling and spraying.
- Evaporation. Solvent is evaporated from liquid droplets formed from a polymer and volatile solvent. Solvent removal leads to active ingredients entrapped in polymeric beads. Emulsification of a polymer in a volatile organic solvent and water followed by solvent removal is referred to as "the solvent evaporation" method. Spray drying is also considered an evaporation process consisting of spraying a polymer solution (aqueous), followed by droplet drying.
- Gelation. Droplets of a gel forming solution are dropped into a gelation bath, forming hydrogel beads. Gelation can occur due to ionic bonding between polymer chains or simply by cooling. Gelation can also occur by spraying a thermogel (spray chilling) or through emulsification, followed by cooling or pH change.

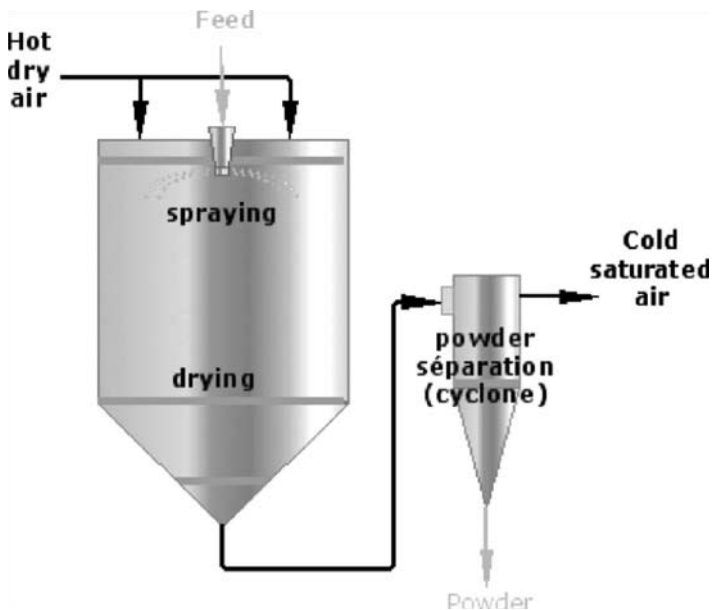


Figure 4: Spray systems

2.1.3 Emulgiranje

Teškočino, ki vsebuje sestavine, ki jih želimo kapsulirati, lahko razpršimo v drugo tekočino, s katero se prva ne meša, tako da nastane emulzija. Pri tem so favorizirani sistemi, pri katerih poteka dispergiranje ob majhni strižni sili, da ne pride do denaturacije učinkovine. Najbolj preprosta metoda je uporaba reaktorja, ki je opremljen s turbino (slika 5a). Vseeno pa je povečan interes za kontinuirne sisteme, še posebno so priljubljeni statični mešalci. Ti sestojijo iz cevi, v katero so vstavljeni elementi, ki pospešujejo ločitev tekočin v statičnem mešalniku (slika 5b). Takšni sistemi omogočajo izdelovanje emulzije v manj kot sekundi pri visoki hitrosti dotoka. V večini primerov disperzija poteka v turbulentnem sistemu, zato so nastale kapljice velike [12].

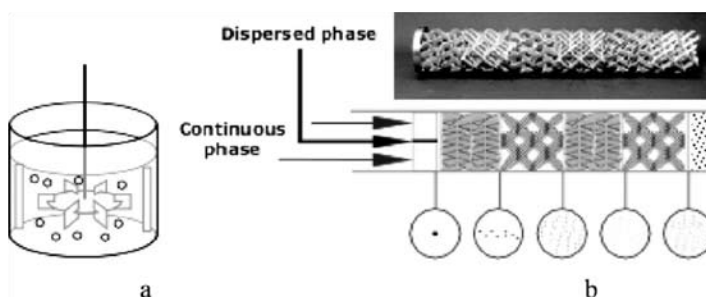


Figure 5: Liquid/liquid emulsification systems: (a) mechanical dispersion with a turbine; (b) a static mixer

2.1.4 Mikroemulgiranje

Če skrbno izberemo zmes dveh tekočih sistemov, ki se med seboj ne mešata, lahko dosežemo zmanjšanje površinske napetosti

- *Polymerization. Emulsified droplets containing a monomer react with a second monomer which is soluble in the continuous phase to form a membrane at the interface. This is referred to as interfacial polymerization. There are many derivatives of this method.*
- *Coacervation. An oil phase is emulsified in a polymer- water solution and the polymer is precipitated (e.g. by changing the pH). This*

skoraj na vrednost nič. V takšnih pogojih lahko z rahlim stresanjem ustvarimo fino disperzijo (kapljice, manjše od mikrometra), kar je zelo stabilen sistem za emulzijo.

2.2 Tvorba mikrokapsul iz tekoče disperzije

Kapljice, nastale z disperzijo, je treba pretvoriti v trdne delce s procesom stabiliziranja. Tabela 1 prikazuje najpogostejše, a ne vse, tehnologije kapsuliranja z metodami zamreževanja disperzije in metodami stabiliziranja [3].

Table 1: Usual terminology in microencapsulation technology

	Prilling	Spraying	Emulsification	Micro-emulsification
Solidification	hot-melt prilling	spray cooling		
Evaporation		spray-drying	solvent evaporation	solvent evaporation
Gelation	gelation	spray chilling	thermal gelation	
Polymerisation			interfacial polymerisation	in situ polymerisation
Coacervation	interfacial coacervation		coacervation	
Micellar formation				liposomes

polymer precipitate (coacervate) has a tendency to accumulate at the interface. Simple coacervation involves one polymer and complex coacervation involves two polymers. Coacervation achieved by combining polymeric solutions of opposite charge, is referred to as interfacial coacervation, or "polyelectrolyte complex formation".

- *Micellar. A surfactant and polymer are dispersed to obtain small self-assembled structures. The most common structure is a liposome, generally represented by a bi-layer cell-like structure. Structures range from stable emulsions to complex multi-layer vesicles. All capsules described may need to be separated, washed and dried. The capsules can take form as solid microspheres, liquid core capsules, or hydrogel beads. They may be coated or treated further to obtain the final desired properties.*

2.3 Methods of encapsulation by coating, agglomeration and layering

To avoid agglomeration, coating solid particles requires agitation during the spray coating

- *Strditev. Znižanje temperature tekočine, ki tvori kapljico povzroči njeno strditev. V praksi je strjevanje po navadi združeno s postopkom oblikovanja kapljice iz curka tekočine in pršenjem.*
- *Izhlapavanje. Ko je kapljica oblikovana iz hlapljivega topila in polimera, izhlapevanje topila vodi do nastanka polimernih biseroz oziroma kapljic z aktivnimi sestavinami v notranjosti. Pršilno sušenje pomeni pršenje vodne polimerne raztopine in sušenje kapljic. Emulgiranje polimernega hlapljivega organskega topila v vodi, ki mu sledi odstranjevanje topila, se imenuje „metoda izhlapevanja topila“.*
- *Želatiniranje. S kapljanjem kapljic raztopine, ki tvori gel, v kotel za želatiniranje, se oblikujejo hidrogelne kapljice. Želatiniranje je lahko posledica ionskih vezi, ki nastanejo med polimernimi verigami, ali pa hlajenja. Želatiniranje se lahko izvaja tudi kot pršenje termogela (spray chilling) ali z emulgiranjem, ki mu sledi hlajenje ali sprememba pH.*
- *Polimerizacija. Emulgirane kapljice, ki vsebujejo monomer, lahko reagirajo z drugim monomerom, topnim v osnovnem mediju, da oblikujejo membrano na mejni oziroma vmesni ploskvi. To imenujemo medpovršinska polimerizacija. Iz te metode lahko izpeljemo še mnogo drugih, sekundarnih metod.*
- *Koacervacija. Če je oljna faza emulgirana v polimerni vodni raztopini in pride do obarjanja polimera, na primer kot posledica spreminjanja pH, ima polimerna oborina težnjo po*

process. These coatings must be stabilized or solidified by cooling or drying [13].

Spraying must be slow enough to avoid agglomeration. If well controlled, agglomeration may allow the formation of large particles from fine powders. Small particles can be sequentially sprayed with active ingredients to form layers. This process is referred to as layering.

Coating, agglomeration and layering can be combined to obtain diverse structures with various properties required for many applications.

Three conditions are necessary to establish a coating [13]:

- Agitation. Agitation is required to avoid unwanted agglomeration, to rotate particles for uniform coating, and circulate particles to ensure a homogenous coating throughout each batch. Agitation is typically achieved by flowing gas upward through the particles to create a suspended particle bed, referred to as a fluid bed.
- Spraying. The coating can then be sprayed from the top, bottom, or inside of the particle bed.
- Solidification. Solvent evaporation is achieved by injecting hot air (fluid bed) or heating the reactor (pan coating) which stabilizes the coatings. There is also increased interest in hot melt coating in which a melted solution is sprayed directly onto the particles. Alternatively, a new powder dry technology is based on spraying a very fine powder conjunction with a plasticizer. The powder then coalesces at the surface of the particles at room temperature.

There are many methods and variants dealing with microencapsulation and there is a lot of technological and scientific knowledge, especially in chemistry that engineers and scientists must refer to.

3 Application to textiles

Microcapsules can be physically applied to textiles from solution, dispersion or emulsion by padding, coating, spraying or immersion. These methods all require a binder such as acrylic, polyurethane, silicone or starch. The binder serves to fix capsules onto the fabric and to hold them in place during washing and wear. Micro-

akumuliranju na mejni ploskvi. To je proces koacervacije: preprosti, če gre le za en polimer, in kompleksni, če sta vključena dva polimera. Če je koacervacija dosežena s kapljanjem polimerne raztopine v polimerno raztopino nasprotnega naboja, se proces imenuje medpovršinska koacervacija ali „polielektrolit-ska kompleksna tvorba“.

- Miceliranje. Z dispergiranjem tenzida in nekega polimera lahko nastanejo majhni skupki z različnimi strukturami. Najbolj znan je liposom, ki ga poznamo kot dvoslojno celici podobno strukturo, čeprav lahko struktura variira od stabilne emulzije do kompleksnega mnogoslojnega mehurčka.

Vse te kapsule je treba ločiti med seboj, jih oprati in včasih tudi posušiti. Lahko so v obliki trdnih mikrokroglic, kapsule s tekočim jedrom ali pa v obliki hidrogelnih kapljic. Lahko jih obdelamo še naprej ali oplaščimo, da dosežemo želene končne lastnosti.

2.3 Metode kapsuliranja z oplaščenjem, aglomeracijo in plastenjem

Da bi se izognili aglomeraciji, je pri nanosu zunanje plasti, plašča, na trdne delce potrebno stresanje le-teh. Pri tem na delce pršimo raztopino. Tako nastane ovojnica, ki jo je treba stabilizirati oziroma utrditi, na primer s hlajenjem ali sušenjem [13].

Pršenje ne sme biti prehitro zaradi potencialne aglomeracije. Če je postopek dobro nadziran, lahko z aglomeracijo nastanejo večji delci iz finih praškov. Ti lahko nastanejo tudi tako, da na majhne delce pršimo aktivne sestavine in tako oblikujemo plasti (plastenje).

Oplaščenje, aglomeracijo in plastenje lahko združujemo oziroma kombiniramo med seboj, da dosežemo raznolike strukture in s tem lastnosti, ki jih zahtevajo različne aplikacije.

Za osnivanje ovojnice oziroma plašča so potrebna tri dejanja [13]:

- Tresenje. Tresenje je potrebno: a) da bi se izognili neželeni aglomeraciji; b) da bi povzročili vrtenje delcev za nastanek enakomerne ovojnice; c) da bi povzročili kroženje delcev in s tem zagotovili homogenost ovojnice v celotni seriji. Tresenje lahko dosežemo z zračnim tokom, ki vodi v suspendirano plast delcev, imenovano tekoča plast oziroma tekoča postelja, ali pa z mehanskim procesom, kot je tresenje posode z delci.
- Pršenje. Prši se lahko od zgoraj, spodaj ali pa samo po sebi v plasti delcev.
- Utrjevanje. Z dovajanjem vročega zraka (tekoča plast) ali segrevanjem reaktorja dosežemo izhlapevanje topila (stabilizacija ovojnice). Veliko se uporablja metoda oplaščenja z vročo talino, pri čemer staljeno zmes pršimo po delcih. Nova tehnologija pa temelji na pršenju zelo finega praška in plastifikatorja. Drobci praška se povežejo oziroma „zlijejo“ med seboj na površini delcev pri sobni temperaturi.

Področje mikrokapsuliranja ponuja veliko metod in možnosti. Inženirji in znanstveniki, ki se ukvarjajo z mikrokapsulami, si morajo pridobiti tudi veliko tehnološkega in strokovnega znanja, še posebej na področju kemije.

capsules can be applied to textiles including silk, cotton and synthetic fibers. With the right choice of coat, these textiles incorporated with microcapsules are harmless to the human body [14].

Microcapsules can be also incorporated into fibers, which can provide certain advantages [4]:

- permanent incorporation of microcapsules into fibers,
- fibers maintain their properties,
- fibers can be multifunctional,
- incorporation of microcapsules directly with fibres does not affect subsequent dyeing, spinning and weaving processes.

4 The use of microcapsules in textiles

4.1 Phase-change materials (PCM)

Microencapsulation of phase-change materials can reduce the influence of extreme variations in temperatures. Phase-change materials change their aggregation from solid to liquid within certain temperature ranges. In this way, thermoregulation of clothing can be achieved, providing constant temperature to the consumer. In other words, these materials are used to protect from cold and heat [17]. PCM capsules were first applied by NASA in the early 1980s for use in space suits [18]. Today these kinds of microcapsules are applied in various products including vests, parkas, snowsuits, blankets, mattresses and duvets [19].

Outlast Technologies manufacturers microencapsulated PCMs called Thermocules™. Thermocules™ can be applied as a finish on fabrics or infused into fibers during the manufacturing process.

At the Textiles Department of Faculty of Natural Sciences and Engineering in Ljubljana microcapsules with PCM core materials were incorporated into polypropylene fibers. These microcapsules were produced in Aero, d.d. Fibres were produced on the laboratory machine for spinning and extending (Extrusions Systems Limited) [4].

4.2 Fragrance finishes

Numerous attempts have been made to add fragrances directly to fibers and fabrics; however in these attempts the intended aroma was re-

3 Aplikacija mikrokapsul na tekstilije

Mikrokapsule so lahko aplicirane na tekstilije v obliki raztopine, disperzije ali emulzije z impregniranjem, premazovanjem, škropljenjem oziroma pršenjem ali izčrpanjem. Za vse te postopke je potrebno vezivo, ki je lahko akril, poliuretan, silikon, škrob itd. Njegova naloga je fiksirati mikrokapsule na blago tako, da ostanejo na svojem mestu tudi med pranjem in nošenjem. Mikrokapsule se lahko aplicira na svilo, bombaž, sintetična vlakna itd. S pravo izbiro materiala za ovojnico so človeku in koži neškodljive [14].

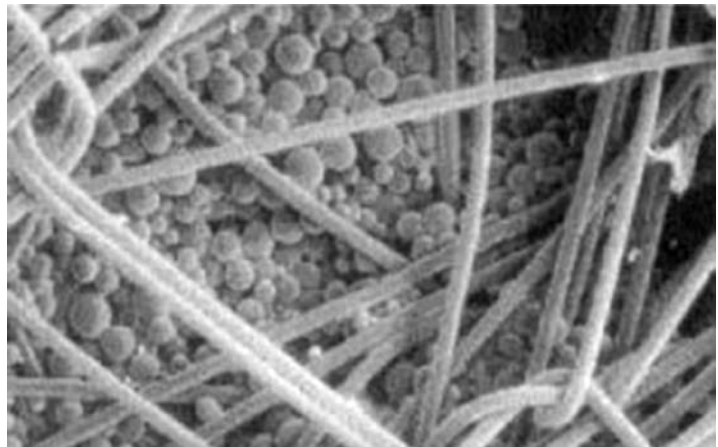


Figure 6: Microcapsules coated on the surface of fabric[15]

Mikrokapsule so lahko tudi vgrajene v vlakna. Ta način ima nekatere prednosti [4]:

- trajna vgradnja mikrokapsul v vlakna,
- vlakna ohranijo svoje lastnosti,
- multifunkcionalnost vlaken,
- vlakna z mikrokapsulami ne zahtevajo spreminjanja procesov barvanja, predenja ali tkanja.



Figure 7: Incorporation of microcapsules into fibres (Outlast®) [15]

4 Uporaba mikrokapsul v tekstilstvu

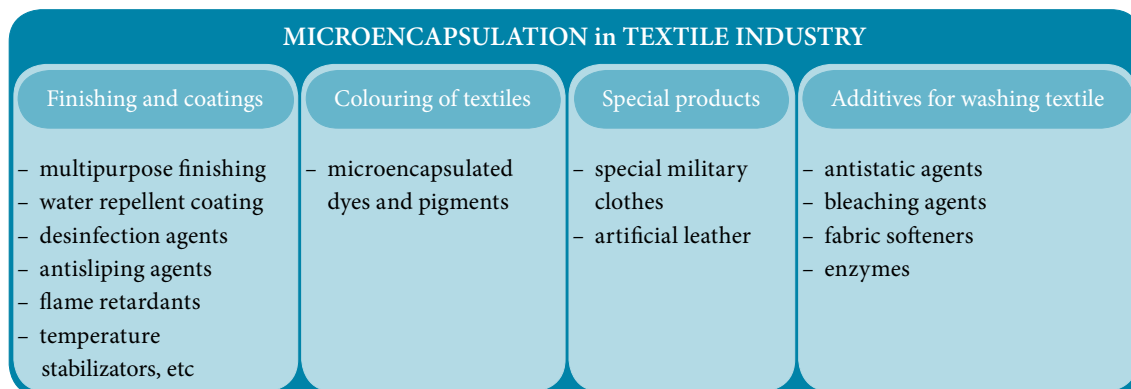


Figure 8: Application of microcapsules on textile [16]

moved after one or two wash cycles. By utilizing microencapsulated fragrances, aroma has been maintained on fabrics for a longer period of time. Microcapsules can contain essential oil flavors such as lavender, rosemary and pine which can be applied for aromatherapy. This is used mainly to help with insomnia, headaches, and to prevent bad odor. For example, the Slovenian producer Aero Celje has developed microcapsules with essential oils that were applied to shoe insoles [5].

Vitamins and moisturizers are commonly applied to all types of textile substrates, including hosiery and underwear.

Microencapsulated lemongrass-based substances exhibit good protection against mosquitoes. Microcapsules are activated during wear to release the specific aromas [20].

4.3 Fire retardants

Application of fire retardants to textile products often decreases softness and adversely affects the colors. To mitigate these problems, microcapsules with fire retardant cores were developed. They have been applied to fabrics used in various military applications (e.g. tentage) [21]. Microcapsules with fire retardant active substance are often applied to cotton and other cellulose fabrics, due to their high inherent flammability. Additionally, these fabrics are some of the most flammable material used for protective clothing, accounting for more than 60% of the world annual consumption. Because of their desirable properties, pure cotton and cotton blends are the most

4.1 PCM- materiali

Namen mikrokapsuliranja PCM- materialov (angl. phase-change materials) je zmanjšati učinek neugodnih zunanjih vplivov, to je ekstremnih temperaturnih variacij. PCM- materiali so materiali, ki spremenijo agregatno stanje iz trdnega v tekoče v določenem temperaturnem območju. Na ta način je zagotovljena konstantna temperatura in s tem dosežena termoregulacija oblačil. Z drugimi besedami, takšne materiale nanašajo na tekstil za zaščito pred mrazom in vročino [17]. PCM- kapsule so najprej uporabili pri NASI v zgodnjih osemdesetih letih, in sicer za vesoljske obleke [18]. Danes pa so takšne mikrokapsule aplicirane na različne materiale, telovnike, vetrovke, obleke za smučanje, odeje, vzmetnice itd. [19]. Outlast Technologies proizvaja mikrokapsulirane PCM- materiale, Thermocules™. Ti so lahko naneseni na blago v obliki apreture ali pa jih vgradijo v vlakna med izdelovanjem le-teh.

Na Oddelku za tekstilstvo Naravoslovnotehiške fakultete v Ljubljani so vgradili mikrokapsule z jedrnim materialom PCM v polipropilenska vlakna. Mikrokapsule so izdelali v podjetju Aero, d. d. Vlakna so bila narejena na predilno-raztezalni napravi Extrusion Systems Limited [4].

4.2 Dezodorantske tekstilije

Že mnogokrat so poizkušali aplicirati razne dišave neposredno na vlakna in tkanine, vendar je bila slabost v tem, da je aroma izgi-

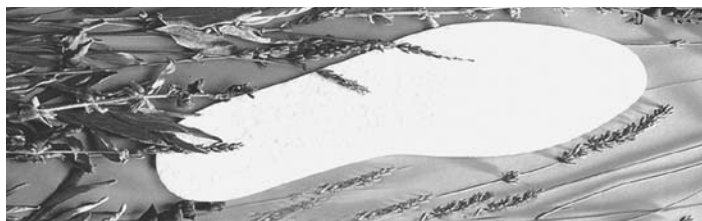


Figure 10: Deodorizing shoe insoles with long-lasting effect, made in Aero d.d.

commonly used textile material in the design and production of protective clothing [22].

4.4 Thermochromic and photochromic microcapsules (color-changing technology)

The application of photochromic and thermochromic microcapsules can be found in textiles such as product labeling as well as medical and security applications. Systems that change color in response to temperature are referred to as thermochromic. These systems undergo a change in molecular structure when heat is input. This change is related to the absorption spectrum changes of the thermochromic molecules. Similarly, systems that change color in response to UV light are referred to as photochromic [23]. In both systems, color change is reversible. Today, microencapsulated thermochromic dyes are produced that change color at specific temperature, in response to human contact [18].

4.5 Antimicrobials

Accumulation of microbes is often the cause for the loss of useful properties, implying microbiological decay of the underlying fibers. At appropriate temperature, humidity and dirt level, multiplication of microorganisms (bacteria, mould, mites, virus, etc.) can be uncontrollable [25]. In response to this problem, demand has grown for antimicrobial finishes for textiles used in medical and technological applications. Nanotechnology offers many opportunities to realize these functionalities [26]. Antimicrobial finishes can also be applied to textiles by microencapsulation [27].

Brace GmbH produces microcapsules with anti-allergy active ingredients [28] that are applied to mattresses. These microcapsules are resistant to high temperatures and effective for up to two years.

4.6 Counterfeiting

Microencapsulation can provide a hidden marking system that can be used to prevent counterfeiting of high value textiles, including branded and designer goods. In these applications, microcapsules are applied to labels containing a color activator. Detection is then achieved by exposure to solvent or UV light that

nila že po prvem ali drugem pranju. Z mikrokapsuliranjem pa so dosegli, da dišave ostanejo na blagu dlje časa. Mikrokapsule lahko vsebujejo razna eterična olja, na primer sivke, rožmarina, bora in druge. Tekstilije z nanosom takšnih dišav se uporabljajo v aromaterapiji za lajšanje raznih težav, na primer pri nespečnosti, glavobolu in za odpravljanje neprijetnega vonja. Slovenski proizvajalec Aero Celje je izdelal mikrokapsule z eteričnim oljem in jih nanesel na obutveni vložek [5].

Na razne tekstilije, vključno s spodnjim perilom in nogavicami, so lahko naneseni tudi vitamini in vlažilni preparati.

Mikrokapsulirana substanca na osnovi limonine trave je obdelava, ki zagotavlja učinkovito zaščito pred komarji. Mikrokapsule se aktivirajo med nošenjem in pri tem sproščajo snov, ki odganja komarje [20].

4.3 Zaviralci ognja

Nanos zaviralcev ognja na tekstilne proizvode pogosto povzroči njihovo togost in ima negativne učinke na obarvanost. Da bi se izognili takšnim neprijetnostim, so bile izdelane mikrokapsule z aktivno jedrno substanco, ki zavira ogenj. Te se med drugim nanašajo na tkanine, ki se uporabljajo za vojaške namene, na primer za šotorsko opremo [21]. Mikrokapsule z zaviralci ognja pogosto aplicirajo tudi na bombažne in druge celulozne tekstilije, saj so najbolj gorljiv material, ki se veliko (več kot 60 odstotkov svetovne letne uporabe) uporablja za zaščitna oblačila. Zaradi uporabnosti bombaža in njegovih mešanic je namreč to najpogosteje uporabljen material za oblikovanje in proizvodnjo zaščitnih oblačil [22].

4.4 Mikrokapsule s termokromnimi in fotokromnimi barvili (tehnologija spreminjanja barv)

Nanos fotokromnih in termokromnih mikrokapsul (tehnologija spreminjanja barve) se uporablja tudi na področju etiketiranja izdelkov ter medicinskih in varnostnih aplikacij. Pri enem od sistemov se barva spreminja oziroma reagira na temperaturo, to je termokromatski sistem. Termokromizem razložimo kot spremembo molekulske ali nadmolekulske strukture pod vplivom toplote, ki je

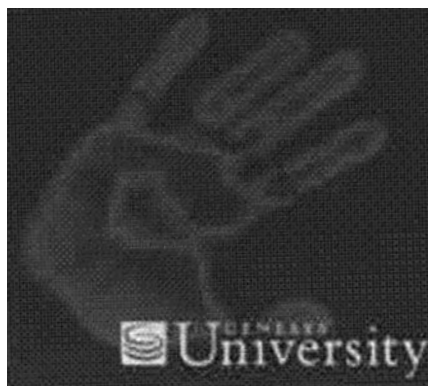


Figure 11: Colour changing mouse pad [24]

can break the microcapsules open to release and develop the inner content [18].

Nocopi Technologies Inc. patented a covert security ink that can be applied to various products. It is invisible and cannot be detected by any light. The secure Copi Mark ink remains invisible until it comes in contact with a specially formulated ink applied by pen. The resulting image can be made visible to the naked eye or under UV light [29].

4.7 Additives for washing

textiles-fragrances, enzymes

Microencapsulation is an elegant way of improving the performance of aromas in washing powders and conditioners. This can also help to protect unstable or non-substantive biodegradable fragrances from aggressive detergent compounds [30].

The enzymes in liquid detergents have to be stabilized at relatively high water content. Additionally, the protease that is normally present, needs to be inactive to avoid unwanted proteolysis of the enzymes. One of Novozymes' latest innovations has been the development of microcapsules for these enzymes. Release from the capsules is triggered by a change in ion strength experienced when liquid detergents are added to the wash water [31].

4.8 Dyeing and printing

Microencapsulation is also used as a way of delivering dyes and pigments to textiles, for dyeing and printing. One example application is tridimensional printing. This technique is mostly used for printing T-shirts. The printing paste is composed of small spheres (10–20

povezana s spremembami v absorpcijskem spektru termokromne molekule. Sprememba barve je reverzibilna. Pri drugem, tj. fotokromskem sistemu, pa snov reagira na UV- svetlobo oziroma pod vplivom svetlobe spremeni kemično strukturo in s tem tudi spekter elektromagnetnega valovanja [23]. Posledica tega je sprememba barve, ki je prav tako povratna. Danes se proizvajajo tudi mikrokapsulirana termokromatska barvila, ki spreminjajo barvo pri določeni temperaturi, kot reakcija na človeški dotik [18].

4.5 Protimikrobne apreture

Mikrobi so pogosto povezani s pojavom izgube uporabnih lastnosti tkanine, ki je posledica mikrobiološkega razpada vlaken. Mikroorganizmi se pri ustrezni vlagi, temperaturi in umazaniji zelo hitro razmnožijo tako na naravnih kot sintetičnih vlaknih [25]. Med mikroorganizme štejemo bakterije, plesni, glivice, viruse, pršice itd. Da bi preprečili tovrstne probleme, pomembnost in zahteve protimikrobnih apretur neprestano naraščajo, še posebej v primeru medicinskih in tehničnih tekstilij. Na tem področju funkcionalizacije tekstilij nanotehnologija ponuja mnogo novih možnosti [26]. Eden od načinov apliciranja protimikrobnih apretur na tekstilije je njihovo mikrokapsuliranje in vgraditev v vlakensko matrico tekstilnega materiala [27].

Podjetje Brace GmbH proizvaja mikrokapsule, ki vsebujejo anti-alergijsko snov [28]. Nanašajo jih na vzmetnice. Mikrokapsule so odporne proti visoki temperaturi in učinkujejo do dve leti.

4.6 Ponarejanje

Mikrokapsuliranje se uporablja tudi pri problemih ilegalnega kopiranja oziroma ponarejanja tekstilij z visoko dodano vrednostjo, zaščitno blagovno znamko itd., saj zagotavlja skrit, vendar jasen označevalni sistem. Mikrokapsule, nanesene na etiketo, vsebujejo aktivator barve. Z uporabo UV- svetlobe ali topila se mikrokapsule zlomijo, vsebina se sprosti in s tem se barva razvije. Na ta način lahko preverimo originalnost izdelka [18].

V Nocopi Technologies Inc. so patentirali prikrito varnostno črnilo, ki je lahko naneseno na različne proizvode. Je nevidno in se ga

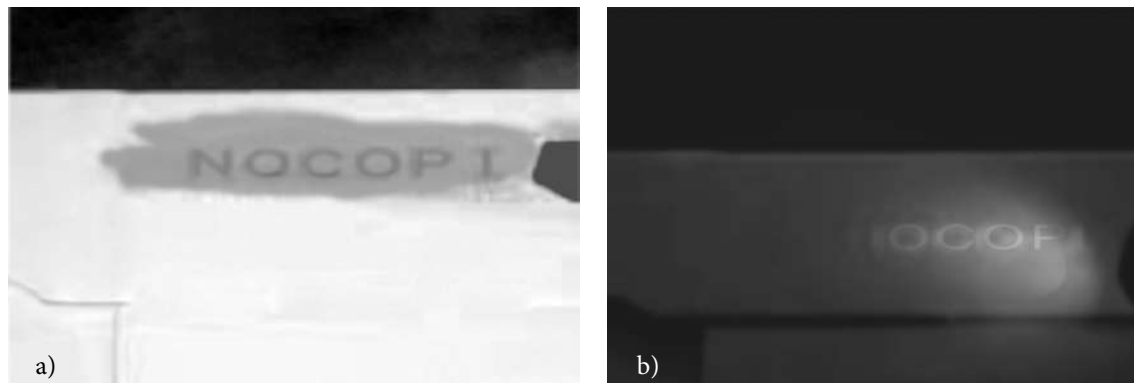


Figure 12: Revealing the image using special Nocopi pens a) view with a naked eye or b) view under UV light

μm) with an active core. This core substance contains products that decay and release gas at certain temperature (90–140 °C), thus expanding into a layer, a few millimetres thick. The capsule coat is made of acrylonitrile and vinylidencchloride [32].

Various dyes can also be encapsulated, including cationic, reactive, acid and disperse [33]. Solid dye particles are coated with a hydrophilic coat (e.g. gelatine, agar-agar and methyl-cellulose). The size of these capsules is 10–200 μm . In this way we can combine dyes with reactive substances without inducing reaction until the microcapsules break open under desired conditions (steam, etc).

4.9 Well-being

Skintex® [34] from Cognis (the holding company of Pulcra Chemicals) is an innovative technology that adds extra value to clothes and tolerates several washes. Textiles employing this technology can have various effects, including cooling, moisturizing, relaxing, energizing and aromatherapy.

- Textiles with a cooling effect. High-tech microcapsules are built directly into the fabric and release natural ingredients like Myritol® and menthol. The fresh Skintex® effect is ideal for clothing worn close to the skin.
- Textiles with a moisturizing effect. Microcapsules filled with natural, high-grade ingredients such as Vitamin E, passion fruit oil and olive oil derivatives are released gradually onto the skin, thus supplying the desired effects for many hours. These textiles are ideal for underwear and shirts.

One of the most innovative products of Skintex Ltd. is caffeine slimming tights. These revolutionary tights use caffeine as an active ingredient. The caffeine is introduced into the fiber using micro-capsules that are activated at body temperature, causing them to act directly onto the skin [35].

5 Conclusion

The wide range of microcapsule applications to textiles described in this paper are only some of the most interesting applications. Today, microcapsules have been presented in nearly every

ne da odkriti z žarki vsake svetlobe. Varno črnilo Copi Mark ostane nevidno, dokler ne pride v stik s specialnim črnilom, ki se ga nanese s posebnim peresom. Nato lahko skriti napis na proizvodu odkrijemo na dva načina: lahko postane viden s prostim očesom ali pa ostane neviden in ga zaznamo z uporabo UV- svetilke [29].

4.7 Dodatki v pralna sredstva – dišave, encimi

Mikrokapsuliranje je eleganten način za izboljšanje obstojnosti, odpornosti oziroma vzdržljivosti arom tudi v pralnih praških in mehčalcih za perilo. Njegova prednost je tudi v tem, da ščiti nestabilne dišave pred agresivnimi komponentami detergentov [30].

Kapsuliramo lahko tudi encime. Encimi v tekočih detergentih morajo biti stabilizirani oziroma morajo imeti zadostno stabilnost pri relativno veliki količini vode; v primerih, v katerih je prisoten tudi encim proteaza, mora biti ta v neaktivni obliki, da ne pride do neželene proteolize drugih encimov. Ena od novosti v podjetju Novozymes je proizvodnja mikrokapsul, ki vsebujejo encime. Sproščanje mikrokapsul je zavirano kot posledica spremembe ionske moči, ko tekoči detergent dodamo v pralno tekočino [31].

4.8 Barvanje in tiskanje

Mikrokapsuliranje se uporablja tudi pri barvanju in tiskanju tekstilij. Eden od primerov tiskanja je tridimenzionalni tisk. Največkrat se uporablja za tiskanje majic (T-shirt) z različnimi reklamnimi napismi. Pasta je sestavljena iz majhnih kapsul (10–20 μm), te imajo v jedru določeno snov, pri visoki temperaturi (90–140 °C) pa razpadejo in sproščajo plin oziroma se same uplinijo. Pasta ekspandira v nekaj milimetrov visoko plast. Ovojnico mikrokapsul sestavlja akrilonitril in vinilidenklorid [32].

Mikrokapsuliramo lahko tudi različna barvila (kationska, kislina, reaktivna, disperzna, redukcijska). Trdni delci barvila so prevlečeni z visokomolekularno hidrofilno ovojnico, na primer iz želatine, pektina, agar agarja, metilceluloze ali poliakrilne kisline. Premer mikrokapsul je 10–200 μm . V tej obliki lahko barvila kombiniramo z reaktivnimi snovmi, pri čemer ne pride do reakcije, dokler se ovojnice mikrokapsul ne odprejo, kar je posledica vpliva različnih dejavnikov, na primer pare [33].

4.9 Izboljšanje počutja

V podružnici podjetja Pulcra Chemicals, Cognisu, so razvili inovativno tehnologijo Skintex® [34], ki tekstilijam doda vrednost in je obstojna proti več pranjem. Tekstilije s takšno tehnologijo imajo lahko hladilni ali vlažilni učinek, učinek aromaterapije, sproščanja itd.

- Tekstilije s hladilnim učinkom: proizvodnja tekstilij z mikrokapsulami, ki imajo v jedru substance na osnovi naravnih sestavin, kot sta na primer Myritol® in mentol. Takšne tekstilije so najprimernejše za oblačila, ki so v neposrednem stiku s kožo.
- Tekstilije z vlažilnim učinkom: proizvodnja tekstilij z mikrokapsulami, ki imajo v jedru vlažilne substance, na primer

field. Encapsulation has become a very powerful tool, because it is invisible and can be active via slightest stimulus. The application of microcapsules to textiles is not technically difficult, and is advantageous because it does not affect the underlying textile properties.

vitamin E, derivate olivnega olja, olje pasijonke. Te tekstilije so najprimernejše za spodnje perilo in majice.

Najnovejši proizvod podjetja SkinKiss Ltd. so hlačne nogavice z mikrokapsulami, ki vsebujejo kofein [35]. Med nošenjem začnejo mikrokapsule pod vplivom telesne temperature sproščati aktivno snov – kofein, ki povzroči zmanjšanje obsega stegen in celulita.

5 Zaključki

V tem prispevku so opisane samo nekatere od mnogih zanimivih možnosti apliciranja mikrokapsul na tekstilije. Danes skoraj ne obstaja področje, na katerem mikrokapsule ne bi bile prisotne. Postale so zelo uporabno sredstvo, saj so nevidne in se lahko aktivirajo ob najrahljšem dotiku, prav tako pa njihov nanos na tekstilije ni zahteven in ne vpliva na karakteristike oziroma ne poslabša lastnosti tekstilij.

6 Literatura

1. *Polymeric Microcapsules: Introduction and Background* by Sasha Bakhru. Diagram of microcapsule structure. <http://www.metaphormedia.ca/> [accessed: 3. 7. 2008].
2. *Austar-Agent for Equipment-Microsphere equipment*. Microcapsules filled with volatile oil. <http://www.austar.com.cn/en/equipment/brace.htm> [accessed: 21. 10. 2008].
3. PONCELET, D. Microencapsulation, fundamentals, methods and applications. In *Surface Chemistry in Biomedical and Environmental Science*. eds. Blitz, J.P., Gun'ko, V.M. Springer Netherlands, 2006, p. 23–34.
4. STANKOVIČ ELESINI, U., KNEZ, E., LESKOVŠEK, M. Vgrajevanje mikrokapsul v tekstilna vlakna. *Tekstilec*, 2004, vol. 47 (5–6), p. 175–184.
5. *Proizvodni program: Mikrokapsulirani izdelki*. Aero d.d. http://www.aero.si/ps/prg_mikrokap.htm [accessed: 23. 6. 2008].
6. KUKOVIČ, M., KNEZ, E., PIPAL, V. Mikrokapsule za tekstilno industrijo. *Tekstilec*, 1998, vol. 41(7–8), p. 225–230.
7. BUGARSKI, B., OBRADOVIC, B., NEDOVIC, V., PONCELET, D. Immobilization of cells and enzymes using electrostatic droplet generation. In *Fundamentals of Cell Immobilisation Biotechnology. Focus on Biotechnology Series*, eds. Nedovic, V. and Willaert, R. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2004, vol. 8A, p. 277–294.
8. HEINZEN, C., BERGER, A., MARISON, I. Use of Vibration technology for jet break-up for encapsulation of cells and liquids in monodisperse microcapsules. In *Fundamentals of Cell Immobilisation Biotechnology. Focus on Biotechnology Series*. eds. Nedovic, V. and Willaert, R. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2004, vol. 8A, p. 257–274.

9. PRUESSE, U., VORLOP, K.-D. The JetCutter technology. In *Fundamentals of Cell Immobilisation Biotechnology. Focus on Biotechnology Series*. eds. Nedovic, V. and Willaert, R. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2004, vol. 8A, p. 295–310.
10. TEUNOU, E., PONCELET, D. Rotary disk atomisation for microencapsulation applications – Prediction of the particle travel from the wheel, *Journal of Food Engineering*, 2005., vol. 71, p. 345–353.
11. REINECCIUS, G. A. The Spray Drying of Food Ingredients. In *Microencapsulation of Food Ingredients*. eds. Per Vilstrup, B. Leatherhead: Leatherhead Food RA, 2000, p. 151–185.
12. NEUFELD, R., PONCELET, D. Industrial scale encapsulation of cells using emulsification/dispersion technologies. In *Fundamentals of Cell Immobilisation Biotechnology. Focus on Biotechnology Series*. eds. Nedovic, V. and Willaert, R. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2004, vol. 8A, p. 311–324.
13. TEUNOU, E., PONCELET, D. Fluid bed coating. In *Encapsulated and Food powders*. eds. Onwulata, C. and Konstance, R. New York: Marcel Dekker, 2005, p. 197–214.
14. LESKOVŠEK, M., STANKOVIČ ELESINI, U. Mikrokapsule v medicinskih in higienskih pripomočkih. *Tekstilec*, 2005, vol. 48 (1–3), p. 37–42.
15. *Outlast® Thermocules®*. Outlast. <http://www.outlast.com/index.php?id=155> [accessed: 24. 6. 2008].
16. BOH, B. Aplikacije mikrokapsul na tekstilu. Študija za AERO. Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Naravoslovnotehniška fakulteta, Oddelek za kemijsko informatiko in izobraževanje, 1996.
17. RIJAVEC, T., BUKOŠEK, V. Nova vlakna za 21. Stoletje. *Tekstilec*, 2004, vol. 47 (1–2), p. 13–25.
18. NELSON, G. Application of microencapsulation in textiles. *International Journal of Pharmaceutics*, 2002, vol. 242, p. 55–62.
19. ZUBKOVA, N.S., Phase change technology outlasts lofted fabrics. *Technical Textile International*, 1995, vol. 4 (7), p. 28–29.
20. Obdelave. Tekstina d.d. <http://www.tekstina.si/tech/obdelave/> [accessed: 30. 6. 2008].
21. KOVER, R.F., FARELL, B., TIANO, T., LEVI, R., HARPEL, J.W.H. Microencapsulated Fire Retardants for Flame Resistant Tentage Textiles. In *Proceedings of Eighth Annual BCC Conference on Flame Retardancy*, 1997, vol. 8, p. 88–97.
22. GRANČARIČ, A. M., TARBUK, A., LIMA, M. Cotton work vests-flame retardancy, UV protection and handle. In *Proceedings of 8th Autex conference*. Biella, June 24.–26. 2008.
23. RIJAVEC, T. Barvno aktivne tekstilije – kromizem ali reverzibilno spreminjanje barve. *Tekstilec*, 2005, vol. 48 (1–3), p. 7–20.
24. *Liquid cristal applications*. Color Change Corporation. <http://www.colorchange.com/> [accessed: 1. 7. 2008].
25. SIMONČIČ, B. Pomen protimikrobnih sredstev pri plemenitju tekstilij. *Tekstilec*, 2003, vol. 46 (3–4), p. 64–72.
26. *Innovative aspects for textile industry by means of nano technology*. FLOCK news, Free newsletter of the Association of

- Flock Industry Europe. 2006, No. 7. http://www.flok.ru/news/FLOCK%20News_7.2006_e.pdf [accessed: 16. 6. 2008].
27. RAMACHANDRAN, T., RAJENDRAKUMAR, K. in RAJENDRAN, R. Antimicrobial textiles-an overview. <http://www.ie-india.org/publish/tx/0204/feb04tx4.pdf> [accessed: 8. 9. 2008].
28. Microencapsulation- applications. Brace GmbH. http://www.brace.de/PagEd-index-topic_id-4-page_id-54.phtml [accessed: 8. 9. 2008].
29. Nocopi's patented covert security ink. Nocopi Technologies, Inc. http://www.nocopi.com/Copi_Mark.pdf [accessed: 26. 6. 2008]
30. VAN SOEST, J. J. G. Encapsulation of fragrances and flavours: a way to control odour and aroma in consumer products. In *Flavours and Fragrances*. eds. Berger, R. G. Berlin Heidelberg : Springer, 2007.
31. Microcapsules – stable enzymes in liquid detergents. Novozymes. <http://www.novozymes.com/en/MainStructure/OurScience/Process++product/Formulation> [accessed: 1. 7. 2008].
32. ZAVRŠNIK, T. Tiskanje s pigmentnimi barvili. Pregled sedanjega stanja tehnologije tiskanja s pigmentnimi barvili 2. del. *Tekstilec*, 1989, vol. 32 (1–2), p. 5–15.
33. ROUETTE, H.K. Lexikon für Textilveredlung, Dülmen: Lauermann Verlag, 1995.
34. *Textile technology, Functional textiles, Skintex®*. Pulcra Chemicals. <http://www.pulcra-chemicals.com/business/textile-technology/functional-textiles/skintex.html> [accessed: 23. 9. 2008].
35. *Slim yourself in Espresso time!*. Skinkiss Ltd. <http://www.skinkiss.com/> [accessed: 23. 9. 2008].

Brigita Tomšič¹, Barbara Simončič¹, Metka Žerjav²,
Andrej Simončič²

¹ Oddelek za tekstilstvo, Naravoslovnotehniška
fakulteta, Univerza v Ljubljani

² Kmetijski inštitut Slovenije

A low nutrition medium improves the determination of fungicidal activity of AgCl on cellulose fibres

Original Scientific Paper

Received June 2008 • Accepted September 2008

Abstract

*The fungicidal characteristics of an anti-microbial finish on cellulose fibres based on AgCl in combination with a reactive, silicon-based organic-inorganic binder was determined. The finish was applied to the cotton fabric by the exhaustion method, followed by wringing, drying and condensation of the fabric to achieve a cross linking of the reactive binder. The influence of the finish on the morphological characteristics of the fabric was studied by scanning electron microscopy. The silver concentration on the coated sample was determined by the inductively coupled plasma mass spectroscopy. The fungicide test was carried out for the fungi *Aspergillus niger* and *Chaetomium globosum* according to the DIN 53931 standard method with the use of malt extract agar (MEA) culture medium enriched by oat-meal. The results showed that MEA enriched by oat-meal is inappropriate medium for determining the toxicity of the silver coating on cotton fabric, due to its high nutritious value, which caused intensive overgrowth of the studied fungi, making the evaluation of antifungal activity impossible. Therefore, the synthetic nutrient-poor agar (SNA) culture medium was used instead. When mixed into SNA, AgCl inhibited the*

Vodilni avtor/corresponding author:

dr. Barbara Simončič

tel.: +386 1 200 32 31

e-mail: barbara.simoncic@ntf.uni-lj.si

Nizko hranljivi medij izboljša določitev fungicidnega delovanja AgCl na celuloznih vlaknih

Izvirni znanstveni članek

Poslano junij 2008 • Sprejeto september 2008

Izvleček

Namen raziskave je bil določiti fungicidne lastnosti protimikrobne apreture, pripravljene iz AgCl v kombinaciji z reaktivnim vezivom na podlagi silicijeve spojine, na celuloznih vlaknih. Nanos apreture na bombažno tkanino je bil izveden po izčrpalnem postopku. Sledili so ožemanje, sušenje in kondenziranje tkanine, pri čemer je poteklo zamreženje reaktivnega veziva. Vpliv apreture na morfološke lastnosti tkanine je bil preučevan z vrstično elektronsko mikroskopijo, koncentracija srebra na apretiranem vzorcu pa je bila določena z masno spektrometrijo z vzbujanjem v induktivno sklopljeni plazmi. Fungicidni test je bil izveden po standardu DIN 53931 na ploščah s trdnim MEA-gojiščem, obogatenim z dodatkom ovsenih kosmičev, za glivi *A. niger* in *C. globosum*. Visoko hranilno MEA-gojišče z ovsenimi kosmiči, ki ga predpisuje standardna metoda, je manj primerno za preučevanje toksičnosti srebra v apreturi na bombažni tkanini za uporabljeni glivi. To je vodilo do modifikacije standardne metode in uporabe manj hranilnega SNA-gojišča. AgCl, dodan v SNA, učinkovito zavre rast obeh preučevanih gliv. Toksično deluje tudi v apreturi na bombažni tkanini pri uporabljeni koncentraciji 130 ppm. AgCl je učinkovitejši fungicid za glivo *C. globosum* kot za *A. niger*. Rast glive *C. globosum* v celoti zavre, medtem ko micelij glive *A. niger* prerase gojišče pod apretiranim vzorcem.

Ključne besede: celuloza, srebrov klorid, protimikrobna apretura, fungicidna aktivnost, vpliv gojišča

growth of both studied fungi efficiently. At the concentration of approximately 130 ppm, AgCl was also toxic in the coating on the cotton fabric, suppressing the growth of *Chaetomium globosum* more efficiently than *Aspergillus niger*.

Key words: cellulose, silver chloride, antimicrobial finishing, fungicidal activity, influence of culture medium

1 Introduction

Silver compounds represent an important group of anti-microbial agents [1–4]. When bound to a solid surface or in a solution, they act as an effective bactericide and fungicide even at low concentrations. Their great advantage compared to other anti-microbial agents is their biological compatibility and low toxicity to humans [5]. The anti-microbial mechanism is poorly known. However, it seems that Ag^+ ions act toxic to unicellular micro-organisms by binding easily to negatively-charged carboxyl, thiol and phosphate side groups in microbial cells [6–8] and among other, also by interacting with thiol groups of proteins. At high concentrations, silver and silver ions are also toxic to fungi [9].

Despite the fact that silver acts as an anti-microbial agent on a wide spectrum of micro-organisms, which includes bacteria as well as fungi, it is seen from the literature [10–15] that the bactericidal action of silver has been much more widely studied than its fungicidal action. The antibacterial action of silver compounds on textile fibres is most often evaluated either by determination of reduction of colony forming units or zone of inhibition. In the case of zone of inhibition determination, a contact between the textile sample and the nutrient agar inoculated with the bacteria is established. After certain time of incubation, the assessment of degree of bacteria growth in the area where the sample was in contact with the nutrient agar and the size of the inhibition zone on the agar plate around the sample area is made. While several different established standard and modified methods are available for bacteriological tests, there are only a few methods to determine the fungicidal activity of the agents. The tests

1 Uvod

Srebrove spojine predstavljajo pomembno skupino protimikrobnih sredstev [1–4]. Vežane na trdno površino oziroma v raztopini že pri zelo nizkih koncentracijah delujejo kot učinkovit baktericid in fungicid. Njihovi veliki prednosti pred drugimi protimikrobnimi sredstvi sta biološka kompatibilnost in majhna toksičnost za človeka [5]. Kljub temu, da mehanizem protimikrobnega delovanja srebra še ni docela raziskan, je znano, da biocidno delujejo ioni Ag^+ , ki so toksični za enocelične mikroorganizme. Mehanizem protibakterijskega delovanja srebrovih kationov [6–8] je povezan z njihovo afiniteto do žvepla in fosforja. Srebrovi kationi se z lahko to vežejo na negativno nabite karboksilne, tiolne in fosfatne stranske skupine v celicah bakterij. Pri tem prizadenejo različna mesta v celici in ovirajo oziroma dezaktivirajo njene kritične fiziološke funkcije, kot so sinteza celične stene, membranski transport, sinteza nukleinskih skupin, na primer DNA in RNA, ter transport elektronov. Interakcije s tiolnimi skupinami proteinov imajo za posledico oviranje encimatskih funkcij. Vežanje srebrovih kationov v DNA bakterije povzroči izgubo njene reprodukcijske sposobnosti. Vse to je za bakterije uničujoče. Srebro in srebrovi ioni so pri dovolj visoki koncentraciji toksični tudi za glive [9].

Kljub dejstvu, da deluje srebro protimikrobno na širok spekter mikroorganizmov, ki vključuje tako bakterije kot glive, je iz literature razvidno [10–15], da je baktericidno delovanje srebra preučeno v veliko večji meri kot njegovo fungicidno delovanje. V teh raziskavah se protibakterijsko delovanje srebrovih spojin na tekstilnih vlaknih največkrat ovrednoti na dva načina. Pri prvem načinu se določi bakterijska redukcija, dobljena v suspenziji bakterij, ki so bile v stiku s tekstilnimi vlakni, oplemenitenimi s srebrom. Pri drugem načinu se vzpostavi stik med tekstilnim vzorcem in bakterijami, cepljenimi na hranilni agar. Po določenem času inkubacije se oceni stopnja rasti bakterij v območju, v katerem je bil vzorec v stiku s hranilnim agarjem, in določi velikost območja inhibicije na agar plošči ob vzorcu. V primerjavi z bakteriološkimi testi, pri katerih je na razpolago veliko različnih uveljavljenih standardnih in modificiranih metod, pa je za določitev fungicidne aktivnosti sredstev teh veliko manj. Testi se izvedejo z zakopom tekstilnega vzorca v zemljo [16], pri čemer se določi njegova odpornost proti gnitju, v primeru ploskovnih tekstilij pa lahko tudi na plošči s hranilnim agarjem, prekritim s sporama gliv. Medtem ko test z zakopom le posredno kaže odpornost tekstilije proti glivam, ki predstavljajo pomembno skupino mikroorganizmov v humusni zemlji, pa je za določitev fungicidnega delovanja sredstva za določeno glivo primeren le test na plošči, prekrti z agarjem.

V raziskavi smo podrobno preučili fungicidno delovanje apretur-nega sredstva, ki je vsebovalo srebrov klorid, na bombažni tkanini. Pri tem smo uporabili metodo v skladu s standardom DIN 53931, ki se izvaja na plošči, prekrti z agarjem, in je namenjena za določitev fungicidne učinkovitosti sredstev na ploskovnih tekstilijah.

include determination of resistance to biofouling after textile samples were incubated in soil [16] or placed on nutrient agar media and inoculated with fungal spores. In the case of the latter, the determination of the fungicidal activity of the finishing agent against a certain type of fungus can be made.

In the study, the fungicidal action of the finishing agent on cotton fabric containing silver chloride was studied in detail by applying the DIN 53931 standard method. This method is performed on malt extract agar plates and is used for the determination of the fungicidal efficacy of the agents on plane textiles. We aimed to determine if, at the concentration used, the finishing agent acts fungicidal and if the applied standard method is suitable for such studies.

2 Experimental

2.1 Materials

Plain-weave 100% cotton fabric with a mass of 164 g/m² was used in the experiments. In a pre-treatment process the fabric was bleached and mercerised. A pH of water extract of fabric reached a value of 6.7 when concentrated, and 7.0 when ten times diluted.

As a fungicidal agent, a commercial product iSys AG was used in combination with iSys MTX (CHT, Germany). The former is a dispersion containing AgCl (AG) and the latter is a reactive organic-inorganic binder (RV). All products can be mixed with water to any desired concentration.

2.2 Finishing of cotton fabric

The AG-RV finish was applied to cotton fabric by the exhaustion method, where 0.15% AG and 0.57% RV o. w. f. was used. The samples were immersed in AG-RV sol-gel solution with a ratio of 1 : 50 until equilibrium was achieved. Afterwards, the sample was wrung by a wet-pick-up of 80 ± 1%, dried at 120 °C and cured at 150 °C for 1 minute.

2.3 Scanning electron microscopy (SEM) and Inductively coupled plasma mass spectroscopy (ICP-MS)

The morphology of the coated cotton fabrics was studied by a JEOL JSM 5800 scanning electron

Želeli smo ugotoviti, ali apreturno sredstvo pri uporabljeni koncentraciji deluje fungicidno in ali je izbrana standardna metoda primerna za tovrstne raziskave.

2 Eksperimentalni del

2.1 Podatki o tkanini in apreturnem sredstvu

V raziskavi smo uporabili tkanino iz 100 % bombaža v vezavi platno s ploščinsko maso 164 g/m² ter gostoto osnove 30 niti/cm in gostoto votka 24 niti/cm. Tkanina je bila predhodno beljena in mercerizirana ter s tem pripravljena za plemenitjenje. pH koncentriranega vodnega ekstrakta tkanine je znašal 6,7, pH desetkrat razredčenega vodnega ekstrakta pa 7,0.

Za fungicidno sredstvo smo izbrali tržni produkt iSys AG v kombinaciji z iSys MTX (CHT, Nemčija). Prvi je disperzija težko topne soli AgCl (AG), drugi pa reaktivno organsko-anorgansko vezivo na podlagi silicijeve spojine (RV). Oba produkta se za doseganje ustrezne koncentracije razredčita z vodo.

2.2 Nanos apreturnega sredstva na tkanino

Apretiranje smo izvedli po izčrpalnem postopku, pri katerem smo uporabili 0,15 % AG in 0,75 % RV na maso blaga. Kopel smo pripravili v kopelnem razmerju 1 : 50 in v njej obdelovali vzorec tkanine, dokler se ni vzpostavilo ravnotežje. Nato smo vzorec oželi na dvovaljčnem fularju z 80 % ožemalnim učinkom, ga sušili pri temperaturi 120 °C in kondenzirali pri temperaturi 150 °C 1 minuto.

2.3 Vrstična elektronska mikroskopija (SEM) in masna spektrometrija z vzbujanjem v induktivno sklopljeni plazmi (ICP-MS)

Morfološke lastnosti apretiranega vzorca tkanine smo preučili z vrstično elektronsko mikroskopijo na aparatu Jeol JSM 58000. Koncentracijo srebra na apretiranem vzorcu smo določili z masno spektrometrijo z vzbujanjem v induktivno sklopljeni plazmi (ICP-MS) na spektrofotometru Perkin Elmer SCIEX Elan DRC. Vzorce velikosti 0,5 g smo pripravili v mikrovalovnem sistemu Milestone s kislinskim razklopom z uporabo HNO₃ in H₂O₂.

2.4 Fungicidno delovanje

Fungicidno delovanje srebra na vzorcih bombažne tkanine smo določili po standardu DIN 53931 za glivi *Aspergillus niger* (*A. niger*, ATCC 6275) in *Chaetomium globosum* (*C. globosum*, ATCC 6205). V skladu s standardno metodo smo pripravili MEA-gojišče z dodatkom ovsenih kosmičev. Na plošče s hranilnim gojiščem smo ločeno nanесли suspenzije trosov obeh gliv in inkubirali 24 ur pri temperaturi 29 °C. Po inkubaciji smo na gojišče prenesli vzorce apretirane tkanine, za primerjavo pa tudi vzorce neapretirane tkanine, potem pa ponovno inkubirali 7 in 14 dni. Po inkubaciji smo določili stopnjo preraščenosti vzorca z glivo in intenziteto

microscope (SEM). The concentration of the silver on coated sample was determined by ICP-MS on a Perkin Elmer SCIED Elan DRC spectrophotometer. A sample of 0.5 g was prepared in a Milestone microwave system with acid decomposition using HNO_3 and H_2O_2 .

2.4 Fungicidal activity

The fungicidal activity of the silver on cotton samples was estimated for the *Aspergillus niger* strain ATCC 6275 and the *Chaetomium globosum* strain ATCC 6205 by applying DIN 53931 Standard Method. According to this method a malt extract agar (MEA) with the addition of oat-meal is prescribed as a nutrient medium. Spore-suspensions of both fungi were spread on nutrient agar plates and incubated at 29 °C for 24 hours. Afterwards, samples of coated and untreated cotton fibres were placed on the medium and incubated at 29 °C for 7 and 14 days. After

rasti glive. Stopnjo preraščenosti vzorca smo podali z ocenami od 00 do 5, pri čemer 00 pomeni, da je celotno gojišče nepreraščeno z glivami, 0 nepreraščen vzorec, ob robu katerega se je oblikovala cona inhibicije, (0) nepreraščen vzorec brez cone inhibicije, 1 preraščen rob vzorca, 2 vzorec, preraščen manj kot 25 %, 3 vzorec, preraščen od 25 do 75 %, 4 vzorec, preraščen nad 75 %, in 5 popolnoma preraščen vzorec. Intenziteto rasti gliv smo ocenili z znaki, pri čemer + pomeni zelo slabo intenziteto, samo micelij brez spor, ++ micelij, delno spore in +++ zelo močno intenziteto, močno razvite spore.

3 Rezultati z razpravo

Na sliki 1 sta prikazana SEM-mikrografa bombažne tkanine pred nanosom apreture AG-RV in po njem. Iz njiju so razvidne morfološke spremembe in porazdelitev delcev srebra po bombažnih vlaknih, ki smo jih apretirali z AG-RV (slika 1B). Srebrovi delci so bili krogelne oblike in velikosti od 100 do 500 nm. Njihova koncentracija je bila približno 130 ppm.

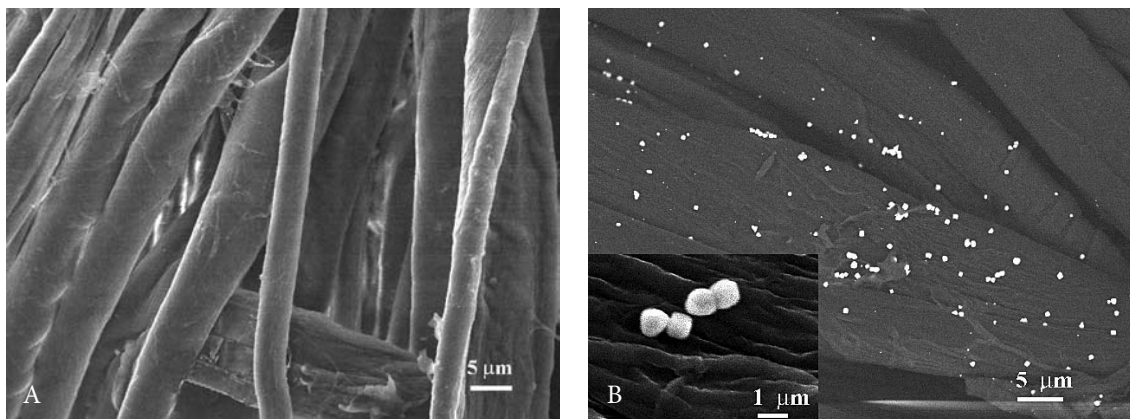


Figure 1: SEM micrograph of untreated cotton fibres (A) and fibres finished with AG-RV finish (B).

incubation, the mycelial growth on and below the surface of the cotton fibres and the intensity of sporulation was determined. The degree of fungal growth was graded from 00 to 5, where 00, indicates no growth; 0, fungal growth outside an inhibition zone surrounding the cotton specimen; [0] fungal growth up to the specimen's edge; 1, fungal growth only on and below the specimen's edge; 2, fungal growth on and below less than 25% of the specimen; 3 fungal growth on and below 25–75% of the specimen; 4, fungal growth on and below more than 75% of the specimen; and 5, 100% overgrowth of the specimen. The intensity of sporulation was assessed using the fol-

Na sliki 2 so prikazani rezultati protimikrobnega testa na gojišču MEA. Na podlagi teh rezultatov bi lahko brez dvoma hitro zaključili, da srebro ne deluje toksično za preučevani glivi, saj sta obe intenzivno prerasli površino apretiranih vzorcev. Prisotnost močno razpredenega micelija in visoka stopnja sporulacije obeh gliv na apretiranih vzorcih sta dobro razvidni s slike 3. Ob takšnih nepričakovanih rezultatih so se pojavila naslednja vprašanja: ali sredstvo AG, za katero smo že dokazali odlično protibakterijsko aktivnost [17], ne deluje fungicidno; ali je njegova koncentracija na bombažnih vlaknih prenizka za učinkovito fungicidno delovanje; ali je morda za dobljene rezultate kriva uporaba visoko hranilnega MEA-gojišča z dodanimi ovsenimi kosmiči, ki ga predpisuje uporabljena standardna metoda za teste z glivo *A. niger*? To gojišče bi zaradi svoje velike hranilne vrednosti lahko povzročilo tako agre-

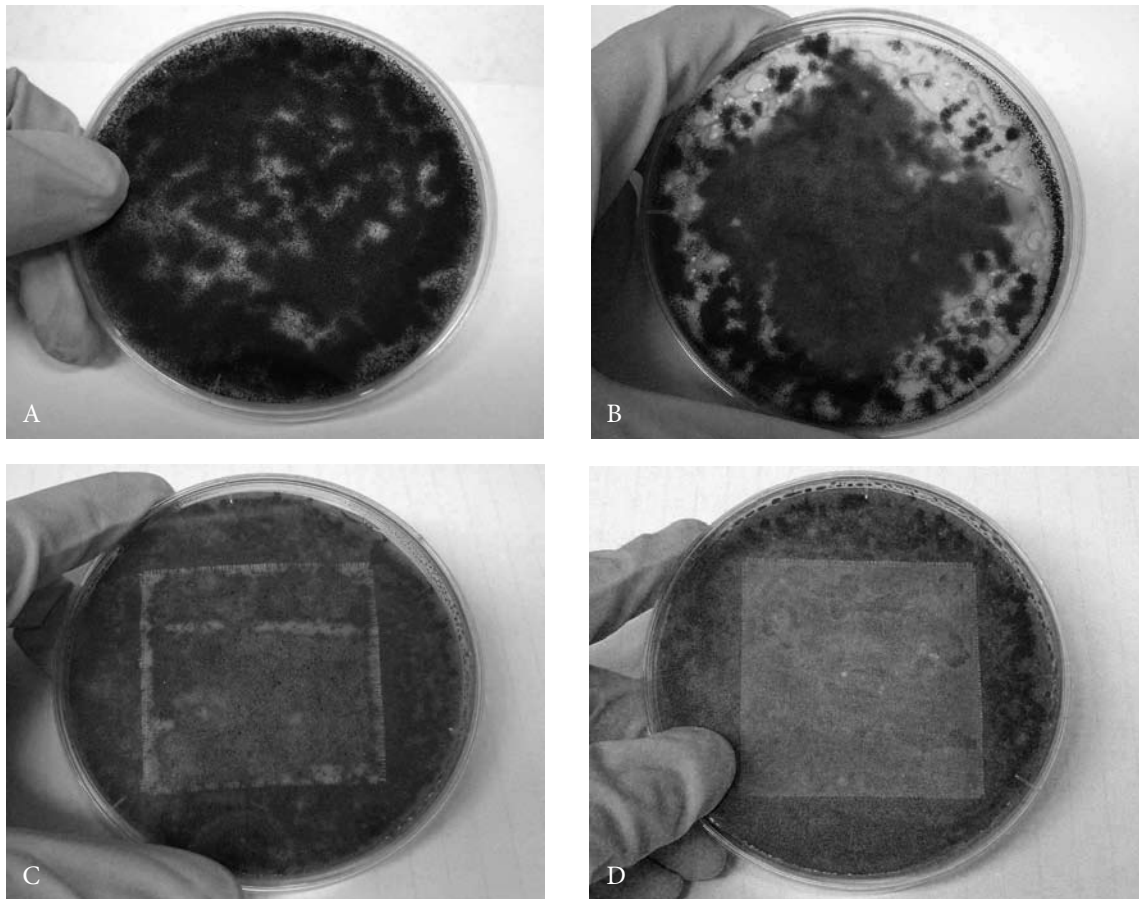


Figure 2: Growth of fungi *A. niger* (A and B) and *C. globosum* (C and D) on MEA culture medium covered with a sample of untreated cotton fabric (A and C) and an Ag-RV coated fabric (B and D) after seven days of incubation.

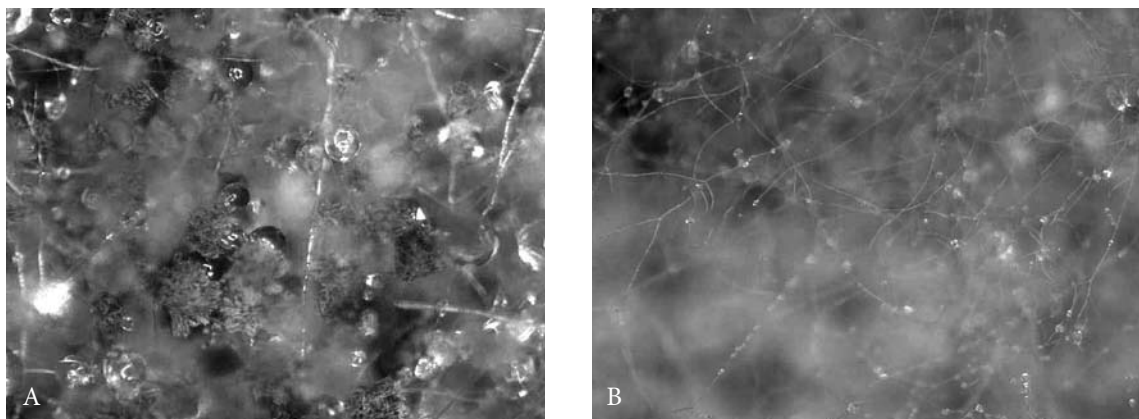


Figure 3: Growth of fungi *A. niger* (A) and *C. globosum* (B) on MEA culture medium in contact with the sample of cotton fabric coated with Ag-RV at 6.5× magnification.

lowing symbols: + weak, only mycelium; ++ noticeable growth, partly spores; and +++ strong overgrowth, extensive spore formation.

sivno rast gliv, da je tudi srebrovi ioni ne bi mogli uspešno zavreti, in v tem primeru ne bi bilo primerno za določitev fungicidnega delovanja srebra.

3 Results with discussion

From the SEM micrographs of the cotton fabric before and after the application of the AG-RV finish (Figure 1) morphological changes and the distribution of the silver particles on the AG-RV finished cotton fabric (Figure 1B) can be observed. The silver particles were spherical in shape and from 100 to 500 nm in size. Their concentration was approximately 130 ppm.

From the results of the anti-microbial test (Figure 2) one could conclude that silver does not act toxic to the studied fungi, since, despite the presence of the anti-microbial agent, they have both intensively overgrown the surface of the finished samples. The presence of a wide-spread mycelium and the high degree of sporulation of both fungi on

Da bi odgovorili na vsa zastavljena vprašanja, smo visoko hranilno MEA-gojišče z dodanimi ovsenimi kosmiči zamenjali s sintetičnim hranilnim gojiščem (SNA) [18], ki je siromašno s hranili. Pri njegovi pripravi smo med sestavine primešali sredstvo AG različnih koncentracij. Na plošče z gojiščem smo ločeno nacepili glivi *A. niger* in *C. globosum*. Po različnih časih inkubacije (3, 6 in 9 dni) pri temperaturi 29 °C smo določili prirast micelija posamezne glive (slika 4). Iz primerjave rasti micelija gliv na gojiščih brez sredstva AG in z dodanim sredstvom AG smo izračunali stopnjo redukcije rasti, R , iz naslednje enačbe:

$$R = \left(1 - \frac{M}{N}\right) \times 100 (\%) \quad (1)$$

v kateri je M prirast micelija v mm na SNA-gojišču, ki je vsebovalo sredstvo AG določene koncentracije, in N prirast micelija glive na SNA-gojišču, v katerem ni bilo sredstva AG. Vrednosti R za obe preučevani glivi so prikazane na sliki 5. Iz rezultatov je razvidno,

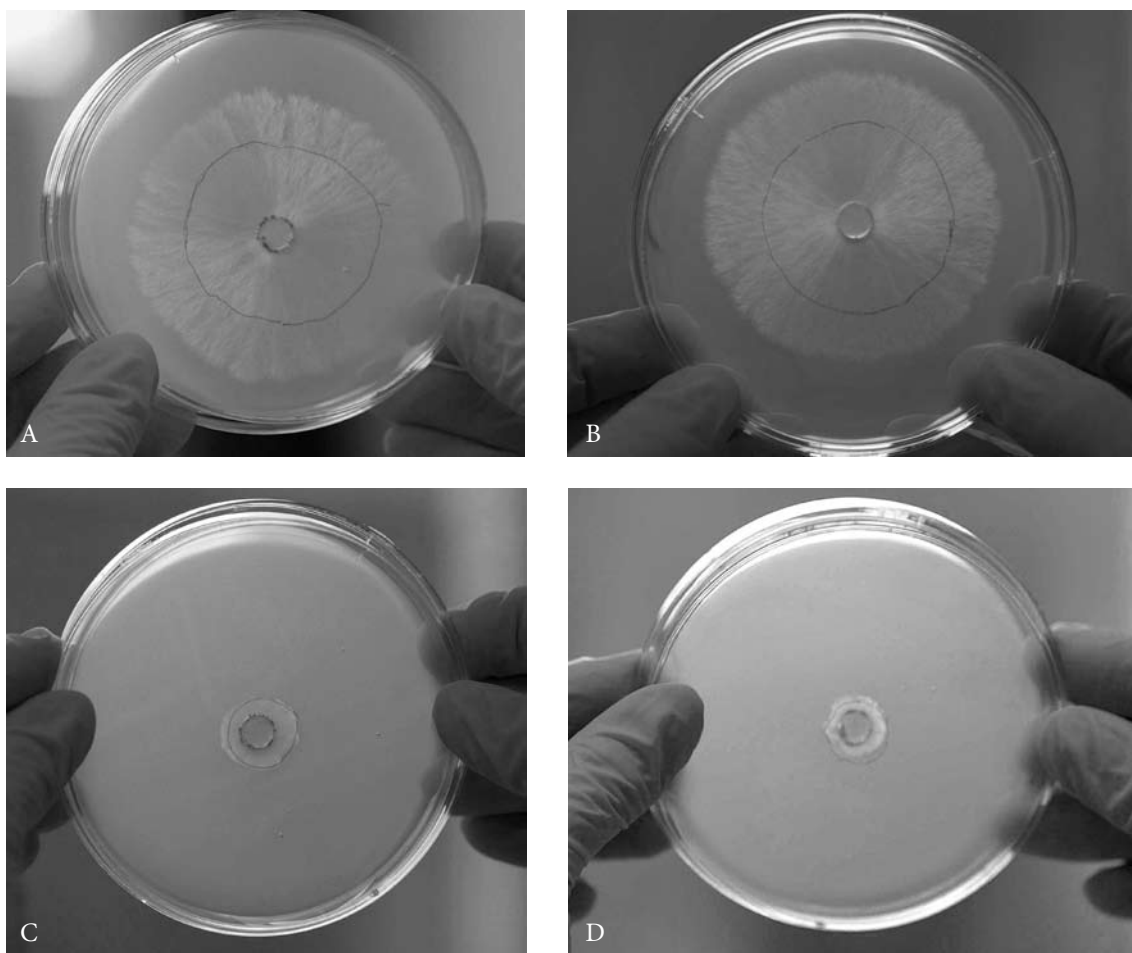


Figure 4: Mycelium growth of fungus *C. globosum* on SNA culture medium containing different concentrations of AG agent: (A) 0 g/l, (B) 0,5 g/l, (C) 2,0 g/l, (D) 3,0 g/l. Time of incubation was 6 days, red pen denotes growth of mycelium after 3 days of incubation.

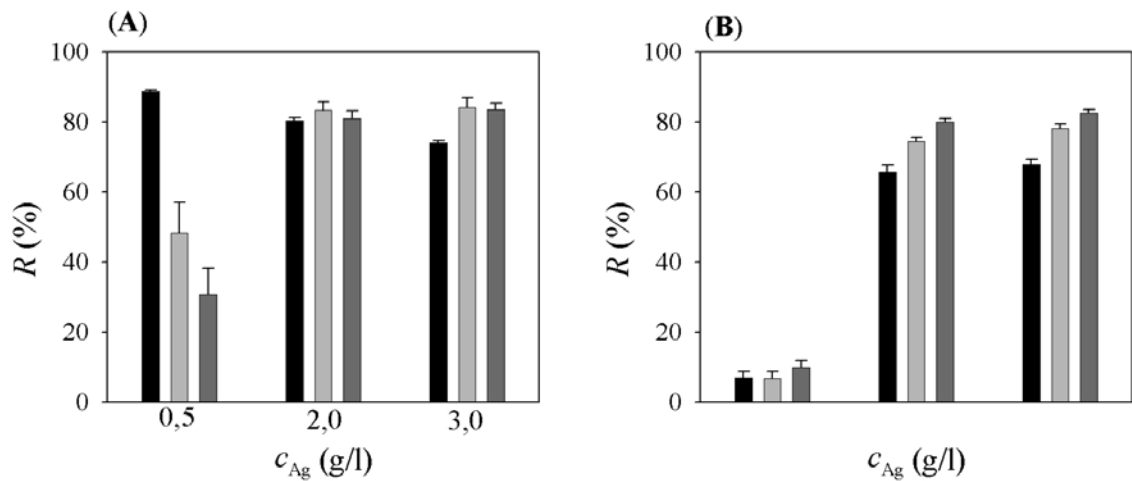


Figure 5: Degree of reduction, R , of fungi *A. niger* (A) and *C. globosum* (B) on SNA culture medium containing different concentrations of AG agent after certain time of incubation. Time of incubation: ■ 3 days, ■ 6 days, ■ 9 days.

the finished samples is well evident from Figure 3. These unexpected results raised the following questions: does the AG agent, for which excellent antibacterial action has already been determined [16], has no fungicidal action, is its concentration on the cotton fabric too low for efficient fungicidal action, or perhaps, is it possible that the results were influenced by the use of the highly nutritious MEA culture medium enriched by oat-meal, which is in accordance with the standard method for the tests with the *A. niger* fungus? Due to its high nutritional value, this medium could cause such aggressive growth of the fungi that even silver ions could not effectively inhibit it. In such a case, the MEA culture medium enriched by oat-meal would not be suitable for the determination of the fungicidal action of silver.

da se obe glivi nemoteno razraščata po SNA-gojišču, če v njem ni sredstva AG, in da uporabljeno apreturano sredstvo deluje toksično, če je prisotno v zadostni koncentraciji. V tem primeru je vrednost R v celotnem preučevanem časovnem območju višja od 65 %. Fungicidni test po standardu DIN 53931 smo ponovili z uporabo SNA-gojišča. S slike 6 je razvidno, da je zamenjava gojišča na splošno zmanjšala intenziteto rasti gliv. Kljub temu sta obe preučevani glivi prerasli gojišče in površino vzorca neapretirane bombažne tkanine (sliki 6A in 6C), vzorec apretirane tkanine pa je ostal nepreraščen (sliki 6B in 6D). Izjema je bil vzorec v stiku z glivo *A. niger*, pri katerem smo na robovih opazili posamezne spore. Iz tega smo zaključili, da je srebro, prisotno na bombažnih vlaknih, delovalo fungicidno in učinkovito zavrlo rast obeh uporabljenih gliv. Po odstranitvi vzorcev z gojišča smo le-to preučili tudi pod mikroskopom. Mikroskopske slike so razkrile, da je gojišče v stiku z apretiranim vzorcem ostalo čisto le v primeru glive *C. globosum* (slika 7B), v primeru *A. niger* pa je micelij glive prerasel tudi

Table 1: Fungicidal activity of AG-RV coating on cotton fabric against fungi *A. niger* and *C. globosum* after 7 days of incubation at 29 °C according to the DIN 53931 Standard Method. (for sign explanation see chapter 2.4).

Sample ¹⁾	Culture medium	Overgrowth of the sample		Spore intensity growth	
		<i>A. niger</i>	<i>C. globosum</i>	<i>A. niger</i>	<i>C. globosum</i>
U	MEA	5 (100)	5 (100)	+++	+++
	SNA	5 (100)	4 (> 75)	+++	+++
A	MEA	4 (> 75)	4 (> 75)	+++	+++
	SNA	1 (5)	[0] (0)	+	/

¹⁾ U – untreated sample, A – Ag-RV coated sample.

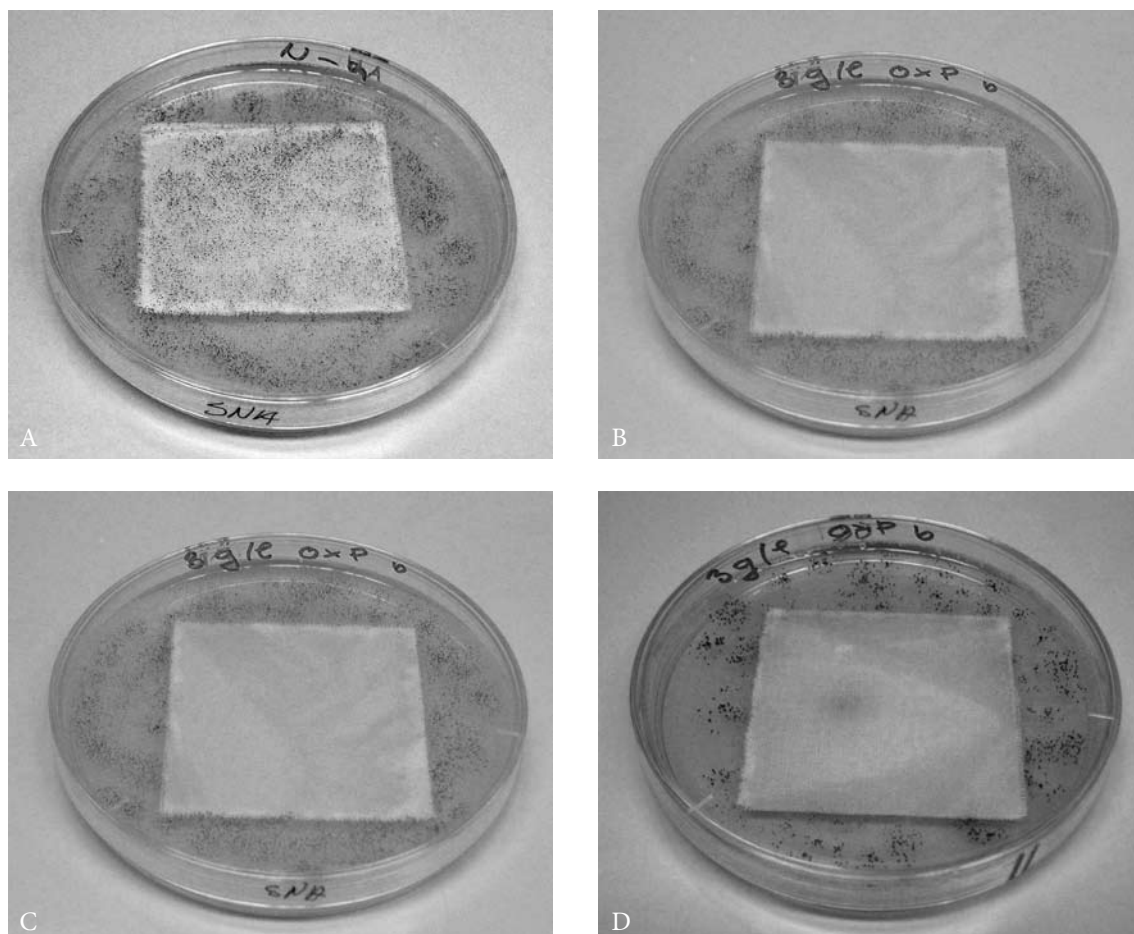


Figure 6: Growth of *A. niger* (A and B) and *C. globosum* (C and D) on SNA culture medium covered with the untreated cotton fabric sample (A and C) and Ag-RV coated cotton fabric (B and D) after 7 days of incubation.

In order to answer all of the questions above, the highly nutritious MEA culture medium, which includes malt extract and oat-meal, was replaced by a less nutritious synthetic nutrient agar (SNA) culture medium [18]. During its preparation, the AG agent was mixed with the ingredients at various concentrations. The SNA agar plates were separately inoculated with *A. niger* or *C. globosum*. After various periods of incubation (3, 6 and 9 days) at 29 °C, the mycelium growth gain of the individual fungus was determined (Figure 4). By comparing the growth of the mycelium of the fungi on the culture media with and without the AG agent, the degree of the reduction, R , was calculated from the equation 1.

Where M is the mycelium growth gain in mm on the SNA culture medium which contained

gojišče pod apretiranim vzorcem (slika 7A). Rezultate fungicidnega testa, dobljene na obeh gojiščih – MEA z dodanimi ovsenimi kosmiči in SNA, smo ovrednotili po standardu DIN 53931 in jih zbrali v preglednici 1.

Lastnosti gojišča so vplivale na rezultate fungicidnega testa. Medtem ko je na MEA-gojišču, obogatenem z ovsenimi kosmiči, toksičnost apreture AG-RV komaj zaznavna in je preraščenost apretiranih vzorcev za obe glivi večja od 75 %, je v primeru SNA-gojišča toksičnost apreture veliko bolj opazna. Ocena preraščenosti vzorca se je znižala s 5 na 1 za glivo *A. niger* in na [0] za glivo *C. globosum*. Pri tem je bil neapretirani vzorec ne glede na gojišče in preučevano glivo skoraj v celoti preraščen. Iz tega smo zaključili, da je SNA-gojišče primernejše za preučevanje fungicidne učinkovitosti apreture AG-RV na bombažni tkanini kot po standardu predpisano MEA-gojišče z dodanimi ovsenimi kosmiči. Apertura AG-RV na bombažni tkanini je bila učinkovitejša pri zaviranju rasti glive *C. globosum* kot *A. niger*. Pri slednji rast micelija ni bila zavarta v celoti.

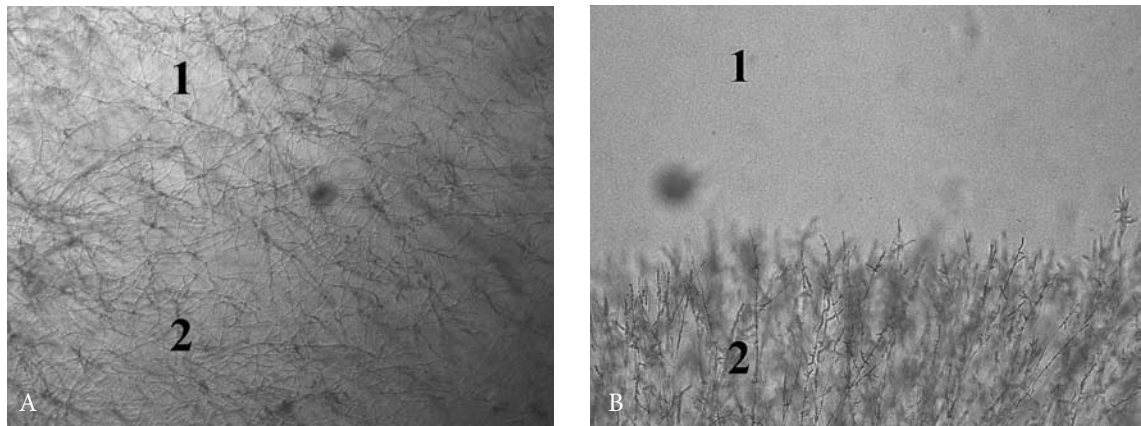


Figure 7: Microscopic picture of *A. niger* (A) and *C. globosum* (B) mycelium on SNA culture medium after removal of coated cotton sample. 1 – medium under the sample, 2 – medium on the outer edge of the sample.

the AG agent at the determined concentration, and N is the mycelium growth gain on the SNA culture medium whereas no AG agent was present. The R values for both studied fungi are presented in Figure 5. From the results, it is evident that both fungi smoothly grew on the SNA culture medium if there was no AG agent present and that the finishing agent acted toxic when present at a sufficient concentration. In this case, the R value was higher than 65% for the hole studied time period.

The fungicidal test in accordance with the DIN 53931 standard was repeated with the use of the SNA culture medium. From Figure 6 it is evident that the replacement of the culture medium reduced the intensity of the fungal growth in general. Both studied fungi overgrew the culture medium and the surface of the unfinished cotton sample (Figures 6A and 6C), while there was no growth on the finished samples (Figures 6B and 6D). The exception was only the sample which was in contact with *A. niger*, where some individual spores were observed on the edges. Nevertheless, it was concluded that the silver present on the cotton fabric acted fungicidal and effectively inhibited the growth of both fungi used. After removing the samples from the culture medium, the medium was observed microscopically. The culture medium remained free of *C. globosum* (Figure 7A) but it was completely overgrown by *A. niger* mycelium (Figure 7B). The results of the fungicidal test performed on MEA and on SNA culture media were eval-

4 Zaključki

Iz rezultatov raziskave lahko zaključimo:

- da je za preučevanje fungicidnega delovanja AgCl na celuloznih vlaknih treba izbrati ustrezno standardno metodo; uporaba standarda DIN 53931 je bila neustrezna, saj je intenzivna rast gliv *A. niger* in *C. globosum* po visoko hranilnem MEA-gojišču z dodanimi ovsenimi kosmiči onemogočila oceno toksičnosti aperture;
- modifikacija standardne metode z zamenjavo MEA-gojišča z ovsenimi kosmiči z manj hranilnim SNA-gojiščem je omogočila uspešno izvedbo fungicidnega testa;
- protimikrobna apertura, pripravljena iz AgCl v kombinaciji z reaktivnim vezivom na podlagi silicijeve spojine, je na celuloznih vlaknih delovala toksično za glivi *A. niger* in *C. globosum*;
- koncentracija AgCl na vlaknih, ki je znašala približno 130 ppm, je bila dovolj visoka za njegovo fungicidno delovanje, ki je bilo učinkovitejše za glivo *C. globosum* kot *A. niger*.

Zahvala

Avtorji se zahvaljujejo dr. Hansu Schroersu s Kmetijskega inštituta Slovenije za konstruktivne diskusije. Raziskavo je finančno podprla Agencija za raziskovalno dejavnost RS v okviru Programov P2-0213 in P4-0113 ter financiranja mlade raziskovalke B. Tomšič.

5 Literatura

1. KISSA, E. Repellent finishes. In *Handbook of fiber science and technology: Volume II, Chemical procesing of fibers and fabrics:*

uated in accordance with the DIN 53931 standard and summed up in Table 1.

From Table 1 it is evident that the characteristics of the culture medium significantly affected the results of the fungicidal test. While the toxicity of the AG-RV coating was hardly detectable on MEA enriched by oat-meal, i.e. the overgrowth of the samples was higher than 75% for both fungi, it was much more noticeable when SNA was used. The mycelial growth on the AG-RV coated sample was reduced from 5 to 1 for *A. niger* and from 5 to [0] for *C. globosum*, while unfinished samples were always overgrown entirely. Therefore, it was concluded that in comparison to MEA enriched by oat-meal, SNA is more suitable for the study of the fungicidal activity of the AG-RV coating on cotton fabric. From Table 1, it is also evident that the AG-RV coating on the cotton fabric more effectively inhibited the growth of *C. globosum* than *A. niger*. The growth of the latter mycelium was not completely inhibited.

4 Conclusions

- For the study of the antifungal activity of silver ions on cotton fibres, appropriate agar media must be selected. The use of MEA of the DIN 53931 standard is inappropriate because it allows mycelial growth of *A. niger* and *C. globosum* also in the presence of antimicrobial finish.
- Modification of the standard method by replacing MEA enriched by oat-meal with the low nutrient SNA enabled successful performance of the fungicidal test.
- Antimicrobial AgCl coating when combined with the reactive silica binder is toxic to the standard tester strains of *A. niger* and *C. globosum* on cellulose fibres.
- The AgCl concentration on cotton fibres in the amount of approximately 130 ppm, was high enough for the fungicidal activity of the coating, which was more effective against fungus *C. globosum* than *A. niger*.

Acknowledgments

We thank Dr. Hans Schroers from Agricultural institute of Slovenia for constructive discussions.

- Functional finishes*, Part B. eds. Lewin, M. and Sello, S. B. New York: Marcel Dekker, 1984.
2. SIMONČIČ, B. Pomen protimikrobnih sredstev pri plemenitju tekstilij. *Tekstilec*, 2003, vol. 46 (3/4), pp. 64–72.
 3. SCHINDLER, W. D. in HAUSER, P. J. *Chemical finishing of textiles*. Cambridge: Woodhead publishing ltd., 2004.
 4. GAO, Y. in CRANSTON, R. Recent advances in antimicrobial treatments of textiles. *Textile Research Journal*, 2008, vol. 78 (1), pp. 60–72.
 5. KUSNETSOV, J., IVANAINEN, E., NELOMAA, N., ZACHEUS, O. in MARTIKAINEN, P. Copper and silver ions more effective against legionellae than against mycobacteria in a hospital warm water system. *Water Research*, 2001, vol. 35 (17), p. 4217–4225.
 6. MATSUMURA, Y., YOSHIKATA, K., KUNISAKI, S., TSUCHIDO, T. Made of bactericidal action of silver zeolite and its comparison with that of silver nitrate. *Applied Environmental Microbiology*, 2003, vol. 69 (7), p. 4278–4281.
 7. KIM, Y. H., LEE, D. K., CHA, G. C., KIM, C. W. in YOUNG, S. K. Synthesis and Characterization of antibacterial Ag–SiO₂ nanocomposite. *Journal of Physical Chemistry*, 2007, vol. 111, p. 3629–3635.
 8. LEE, H. Y., PARK, H. K., LEE, Y. M., KIM, K. in PARK, S. B. A practical procedure for producing silver nanocoated fabric and its antibacterial evaluation for biomedical applications. *Chemical Communications*, 2007, p. 2959–2961.
 9. JUNG, W. K., KIM, S. H., KOO, H. C., SHIN, S., KIM, J. M., PARK, Y. K., HWANG, S. Y., YANG, H. & PARK, Y. H. Antifungal activity of the silver ion against contaminated fabric. *Mycoses*, 2007, vol. 50, p. 265–269.
 10. JEON, H. J., YI, S. C. in OH, S. G. Preparation and antibacterial effects of Ag–SiO₂ thin films by sol-gel method. *Biomaterials*, 2003, vol. 24, p. 4921–4928.
 11. LEE, H. J. in JEONG, S. H. Bacteriostasis and skin innocuousness of nanosize silver colloids on textile fabrics. *Textile Research Journal*, 2005, vol. 75 (7), p. 551–556.
 12. CHENG, Q., LI, C., PAVLINEK, V., SAHA, P., WANG, H. Surface-modified antibacterial TiO₂/Ag⁺ nanoparticles: Preparation and properties. *Applied Surface Science*, 2006, vol. 252 (12), p. 4154–4160.
 13. YURANOVA, T., RINCON, A. G., PULGARIN, C., LAUB, D., XANTOPOULOS, N., MATHIEU, H. J. in KIWI, J. Performance and characterization of Ag-cotton and Ag/TiO₂ loaded textiles during the abatement of *E. coli*. *Journal of Photochemistry and Photobiology A – Chemistry*, 2006, vol. 181, p. 262–269.
 14. XING, Y., YANG, X., DAI, J. Antimicrobial finishing of cotton textile based on water glass by sol-gel method. *Journal of Sol-Gel Science and Technology*, 2007, vol. 43, p. 187–192.
 15. THOMAS, V., YALLAPU, M. M., SREEDHAR, B. in BAJPAI,

This work was supported by the Slovenian Research Agency (Programmes P2-0213 and P1-0030). B.T. thanks the Ministry of Higher Education, Science and Technology for a Ph.D. grant.

- S. K. A versatile strategy to fabricate hydrogel-silver nanocomposites and investigation of their antimicrobial activity. *Journal of Colloid Interface Science*, 2007, vol. 315, p. 389–395.
16. TOMŠIČ, B., SIMONČIČ, B., OREL, B., VILČNIK, A., SPREIZER, H. Biodegradability of cellulose fabric modified by imidazolidinone. *Carbohydrate polymers*, 2007, vol. 69 (3), p. 478–488.
 17. TOMŠIČ, B., SIMONČIČ, B., OREL, B., ČERNE, L., FORTETAČER, P., ZORKO, M., JERMAN, I., VILČNIK, A. in KOVAČ, J. Sol-gel coating of cellulose fibres with antimicrobial and repellent properties. *Journal of Sol-Gel Science and Technology*, 2008, vol. 47 (1), p. 44–57.
 18. NIRENBERG H. I. Untersuchungen über die morphologische und biologische Differenzierung in der Fusarium-Sektion Liseola. *Mitteilungen aus der Mikrobiologie und biologische Sicherheit der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft (BBA), Berlin*, 1976, vol. 169, p. 1–117.

Svetovna proizvodnja vlaken v letu 2007: uspešna

1 Ključne ugotovitve

Vsakoletni pregled dogajanja na svetovnem trgu vlaken v preteklem letu, spoštovane bralke in bralci, prihaja pred vas tokrat nekoliko pozneje kot prejšnja leta. Temeljni vir podatkov, iz katerega črpamo potrebne informacije, smo namreč letos prejeli nekaj mesecev pozneje kot prejšnja leta. Vir prihaja tudi tokrat iz družbe Oerlikon (le-ta združuje znane izdelovalce tekstilne opreme Barmag, Neumag, Saurer in Schlafhorst), ki daje – v povezavi s posameznimi nacionalnimi združenji in največjimi proizvajalci – najboljširni in najzanesljivejši pregled dogajanja na svetovnem trgu vlaken v posameznem letu [1].

Finančna kriza in grožnja recesije na srečo lani še nista imeli opaznejšega vpliva na svetovno dogajanje v tekstilstvu. Nasprotno, leto 2007 se je v primerjavi z letom 2006 odrezalo celo bolje. Svetovna poraba vlaken je dosegla nov rekord: 78,4 milijona ton, od tega naravnih 28,5 milijona ton (+1,2 %), kemičnih 44,1 milijona ton (+8,0 %) in drugih vlaken (juta, rafija ipd.) 5,8 milijona ton (+0,0 %).

Positivno so se odrezala bombažna, celulozna, poliestrska in nekatera vlakna, katerih proizvodnja je pod polmilijona tonami (aramidna, ogljikova, elastanska), medtem ko je šlo poliamidnim, polipropilenskim in poliakrilonitrilnim vlaknom slabše kot leto prej.

Med tekstilnimi vlakni se je delež kemičnih povečal na 60,7 %, naravnih vlaken pa upadel na 39,3 %. Svetovna poraba na prebivalca znaša že 10,9 kilograma vlaken.

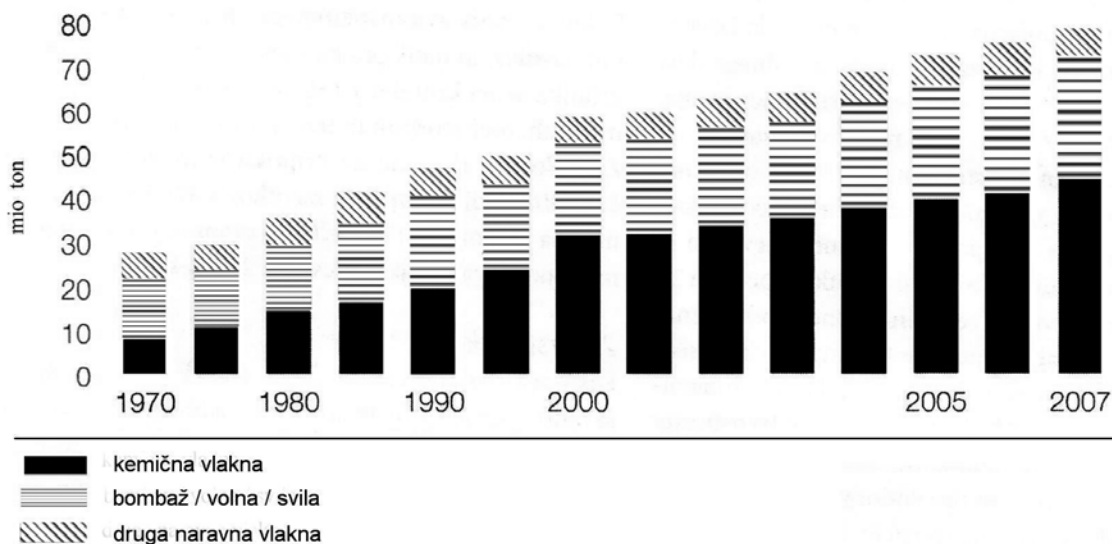
Povpraševanje po naravnih in kemičnih vlaknih se je lani povečalo za 5,2 %, kar je nad dolgoletnim povprečjem, ki znaša 3,4 %.

Proizvodnje filamentne preje je bilo lani 10 % več (24,3 milijona ton), predvsem zaradi skoka pri poliestrskih prejah (skupno 18,3 milijona ton, povečanje za 14,1 %); skromnejša je bila rast pri predivu, za 3,0 % ali 48,3 milijona ton (viskoza 12,9 %, poliester 8,3 %, bombaž 1,4 %).

Glede na namen uporabe je bilo po ocenah [2] lani proizvedenih 19,6 milijona ton tekstilne filamentne preje (12,7 %), 2,5 milijona ton industrijske filamentne preje (6,1 %), 2,2 milijona ton filamentne preje za preproge (-6,2 %) in 19,8 milijona ton prediva (5,7 %). Svetovno preskrbo z vlakni med leti 1970 in 2007 prikazuje slika 1.

2 Kemična vlakna

Med kemičnimi vlakni je zanimiva podrobnost, da so pred leti že skoraj odpisana regenerirana celulo-



Slika 1: Svetovna preskrba z vlakni.

Preglednica 1: Svetovna proizvodnja kemičnih vlaken v letu 2007 (v 1000 tonah/leto)

	Filamentna preja	Predivo	Skupaj	2006/2007 (%)
Regenerirana celulozna vlakna	440	3.273	3.712	+9,0
Sintetična vlakna:	23.848	16.526	40.374	+7,9
– poliesterska	18.253	12.416	30.670	+11,7
– poliamidna	3.633	353	3.986	-1,1
– polipropilenska	1.543	1.315	2.858	-4,4
– akrilonitrilna	–	2.376	2.376	-4,9
– druga	420	66	486	+12,6
SKUPAJ	24.288	19.799	44.087	+8,0

zna vlakna doživela lani višjo rast (9,0 %) kot sintetična (7,9 %). Absolutne številke gredo seveda še naprej izrazito v prid sintetičnim vlaknom: 3,7 milijona ton (2006), 40,4 milijona ton (2007)! Podrobnejše dogajanje na področju kemičnih vlaken prikazuje preglednica 1.

2.1 Poliestrska vlakna

Prevladujoča vloga poliestrskih vlaken (PES) se le še stopnjuje: tudi lani so doživela skokovit razvoj; proizvodnja se je povečala za nadaljnjih 11,7 % in že dosegla raven 30,7 milijona ton, kar je najvišji letni skok v zadnjem desetletju. Dobro sta se odrezala tako filamentna preja (18,3 milijona ton; 14,1 %) kakor tudi predivo (12,4 milijona ton; 8,3 %).

Regionalno je že skoraj dve tretjini vse proizvodnje poliestrskih vlaken (62,5 %) na Kitajskem (samo proizvodnja PES filamenta se je tam lani povečala več kot za petino!), na drugem mestu je Indija, sledijo pa jima Tajvan, Evropa, države NAFTA, Koreja idr., vendar s povprečno 10-krat manjšimi deleži, kot ga ima Kitajska (1,2–2,2 milijona ton/leto).

Med PES filamentni močno prevladuje tekstilno področje (17,1 milijona ton), manj je vlaken za industrijsko uporabo (1,2 milijona ton). Področje talnih oblog se sicer povečuje na račun novih tipov poliestrskih filamentnih prej iz PBT in PTT, vendar je še vedno razmeroma nizko. Na področju PES prediva imajo azijske države v svojih rokah že 85 % vse proizvodnje, zlasti zaradi nagle rasti na Kitajskem, v Indiji in Vietnamu. Ameriška regija je še vedno na drugem mestu.

2.2 Poliamidna vlakna

Medtem ko so poliamidna vlakna (PA) leta 2006 še doživela rahlo rast [3], leta 2007 ni bilo več tako.

Statistiki so zaznali padec za dober odstotek (-1,1 %), vendar je bilo skupne proizvodnje še vedno za okoli 4 milijona ton. Glavni krivci za stagnacijo so visoke cene kaprolaktama in polimerov ter pešanje trga v ZDA. Težave na nepremičninskem trgu v ZDA so se namreč že pokazale v manjšem povpraševanju po izdelkih, povezanih z opremo stanovanj, torej tudi po talnih oblogah, kar se je pokazalo v manjšem povpraševanju po PA predivu in teksturiranih filamentih prejah.

Proizvodnja PA filamentne preje, ki se uporablja v tekstilne in industrijske namene ter za preproge, je stagnirala na okoli 3,6 milijona ton. Medtem ko je tekstilni del ostal skoraj na ravni 2006, se je delež v industrijske namene zvišal, znižal pa se je delež filamentnih prej namenjenih za izdelavo preprog. Upadanje proizvodnje v Evropi in ZDA so omilile nove zmogljivosti na Kitajskem, v Indiji in na Tajskem.

Za nas je zanimiva novica, da je Aquafil napovedal 45 milijonov ameriških dolarjev vredno naložbo v Sloveniji (Julon), s katero bodo letno proizvodnjo tekstilnega filamenta povečali za 10.000 ton/leto. Proizvodnja prediva se je zmanjšala za 6,1 odstotka in padla na 940.000 ton, predvsem zaradi šibkega ameriškega trga.

2.3 Polipropilenska vlakna

Polipropilenskim vlaknom (PP) v letu 2007 ni šlo dobro. Proizvodnja se je zmanjšala za nadaljnjih 4,4 % in upadla na 2,9 milijona ton. Padec je bil manjši pri predivu (-2,2 %; 1,3 milijona ton), večji pa pri filamentni preji (-6,2 %; 1,5 milijona ton). Glavna razloga za nazadovanje je iskati v visoki ceni surovin in delni zamenjavi polipropilenskih vlaken s cenejšimi poliestrskimi vlakni. Zmanjšano dobičkonosnost so proizvajalci poskušali nadomestiti z

iskanjem novih tržnih niš, vendar ne preveč uspešno. Tudi trg teh vlaken je bil prizadet zaradi manjšega povpraševanja po talnih oblogah.

Zanimivo je, da je lansko „divjanje“ cen nafte znatno vplivalo tudi na cene surovin za sintetična vlakna, vendar ne povsod enako. PP se je očitno znašel na občutljivejši strani, tako da je od nekdanje prednosti tega vlakna – razmeroma nizke cene surovin – ostalo bore malo.

2.4 Poliakrilonitrilna vlakna

Poliakrilonitrilna vlakna (PAN) so doživela še eno črno leto: proizvodnja je upadla za blizu pet odstotkov (-4,9 %) in zdrknila na komaj 2,4 milijona ton. Na naraščajoče cene surovin in pešajoče poslovne rezultate so se proizvajalci odzvali z zmanjševanjem proizvodnje, tako da je izkoriščenost proizvodnih zmogljivosti zdrknila na 74 % (v obdobju 2003/2004 je bila 90-odstotna!). V drugi polovici preteklega leta so imeli težave z poliakrilonitrilnimi vlakni celo Kitajci, v Evropi je najhujši padec doživela proizvodnja v Italiji, boljše pa sta jo odnesli Španija in Portugalska.

2.5 Regenerirana celulozna vlakna

Renesansa teh vlaken, ki smo ji priča že nekaj let, je v letu 2007 doživela nov zagon: povzpela se je za nadaljnjih 9 % in dosegla 3,7 milijona ton. Napredek je mogoče pripisati izključno predivu, ki ga je bilo kar 10,5 % več (3,3 milijona ton), medtem ko je proizvodnja filamentne preje stagnirala na predlanski ravni (440.000 ton). Podatki vključujejo tudi liocelna vlakna.

Tudi pri regeneriranih celuloznih vlaknih močno prevladuje azijska celina, delež katere se je povzpел že na 70 %. Dvoštevna rast te proizvodnje na Kitajskem, v Indiji, Indoneziji in na Tajskem je pripomogla k povečanju proizvodnje regeneriranih celuloznih vlaken v Aziji za nadaljnjih 13,7 % (2,6 milijona ton). V Evropi so proizvedli teh vlaken nekaj manj (-1,1 %; 0,9 milijona ton); še skromnejši so bili dosežki v ZDA (335.000 ton).

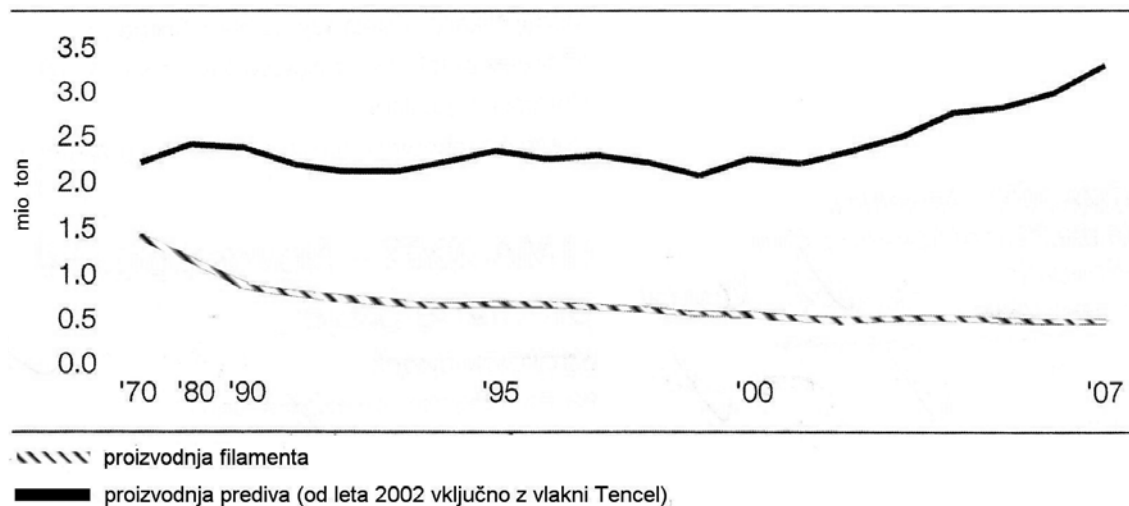
Kot prikazuje slika 2, je vzpon regeneriranih celuloznih vlaken pripisati izključno predivu, medtem ko doživlja proizvodnja filamentnih prej sicer rahlo, a nenehno upadanje.

Liocelna vlakna uspešno prodirajo na trg tekstilij in oblačil, tako da je glavni proizvajalec teh vlaken Lenzing AG napovedal 25 % povečanje proizvodnje v svojih avstrijskih obratih (na 50.000 ton).

Proizvodnja acetatnega kabla, ki se uporablja za proizvodnjo cigaretnih filtrov, se je lani povečala za skromnih 2,6 % in dosegla raven 720.000 ton. Upočasnitev je posledica svetovnih prizadevanj za zmanjšanje kajenja. Izjemoma je proizvodnja tokrat dokaj enakomerno porazdeljena med ZDA (37 %), Azijo (35 %) in Evropo (28 %).

2.6 Druga kemična vlakna

Na področju visokozmogljivih vlaken tržni analitiki poudarjajo predvsem ogljikova vlakna. Sedem svetovnih proizvajalcev je proizvodnjo uspešnih in tehnološko naprednih ogljikovih vlaknen lani povečalo za petino. Kar 60 % te proizvodnje držijo v svojih rokah trije japonski izdelovalci, čeprav je največji



Slika 2: Svetovna proizvodnja celuloznih vlaken

proizvodni obrat za ogljikova vlakna pred kratkim stekel, kje drugje, kot spet na Kitajskem. Na tem področju se intenzivno investira, tako da se bodo nominalne zmogljivosti izdelovalcev ogljikovih vlaken v prihodnjih dveh letih že povzpele na 110.000 ton. Največji prodor uporabe si investorji – poleg aviatike in vesoljske tehnike – obetajo v avtomobilski industriji, zanimivo pa postaja tudi področje elektrarn na veter, ker nameravajo lopatice vetrnic izdelovati iz ogljikovih vlaken.

Po manjšem zastoju v letu 2006 je bilo spet veliko povpraševanje po elastanskih vlaknih, ki so jih v letu 2007 proizvedli že 385.000 ton. Zaradi intenzivnega investiranja zlasti na Kitajskem se poznavalci bojijo, da bodo že prihodnje leto zmogljivosti teh vlaken spet presegle povpraševanje, kot se je to zgodilo v letu 2006.

3 Naravna vlakna

3.1 Bombaž

Poznavalci ocenjujejo, da se je pridelava bombaža v letih 2007/2008 zmanjšala za dobra dva odstotka in pristala pri 26,1 milijona ton, medtem ko je bila poraba v istem času spet rekordna: 27,2 milijona ton, kar je 1,4 % več kot prejšnjo sezono. Okrog 1,2 milijona ton primanjkljaja je šlo na račun zmanjšanja zaloga, ki so upadle na 12,9 milijona ton.

Bombaž so v zadnjem letu gojili na 33,7 milijona hektarih, kar je približno milijon hektarov manj kot leto prej. Tri četrtine tega najbolj razširjenega naravnega vlakna pridelajo v šestih državah: v Indiji, na Kitajskem, v ZDA, Pakistanu, Uzbekistanu in v Braziliji. Cena bombaža se je v zadnjih treh letih zvišala s 0,946–1,26 €/kg, vendar je vprašanje, ali bo v prihajajočem obdobju recesije lahko ostalo tako.

3.2 Volna

Svetovna proizvodnja volne že leta počasi drsi navzdol. Leta 2007 je bil ta zdrs 2,5-odstoten, tako da seštevek te proizvodnje znaša le še 1,2 milijona ton. Zmanjšanje pripisujejo predvsem manjšemu povpraševanju po volnenem blagu v oblačilnem sektorju (–4,3 %; proizvodnja 573.000 ton), medtem ko se je poraba volne za interierne tekstil rahlo povečala (1,2 %; proizvodnja 507.000 ton).

Tudi za prihodnje leto napovedi niso optimistične: proizvodnja volne naj bi upadla za nadaljnjih 1,6 %, na 1,18 milijona ton, kar je najnižja raven od leta 1940.

3.3 Druga naravna vlakna

Drugim naravnim vlaknom analitiki ne namenajo posebne pozornosti. Ocene se gibljejo na enaki ravni kot leta 2006: svila okoli 98.000 ton, druga vlakna (juta, lan, konoplja, sisal ipd.) okrog 5,8 milijona ton.

4 Razmerja med vlakni

Delež posameznih vrst vlaken v skupni svetovni porabi (72,6 milijona ton) je bil leta 2007 naslednji:

- bombaž 37 %
- volna 2 %
- sintetična vlakna 56 %
- regenerirana celulozna vlakna 5 %

Med sintetičnimi vlakni so poliestrska vlakna „odščipnila“ preostalim še po en odstotek, tako da je proizvodni delež med njimi že naslednji:

- poliestrska vlakna 76 %
- poliamidna vlakna 10 %
- poliakrilonitrilna vlakna 6 %
- druga vlakna 8 %

Med prejami (preglednica1) filamentna preja sicer hitreje raste (10,2 %) kot predivna preja (2,9 %), vendar je razmerje še vedno močno obrnjeno v korist zadnje: leta 2007 so na svetu proizvedli 24,3 milijona ton filamentne preje (38,3 %) in kar 39,2 milijona ton (61,7 %) prediva.

5 Netkane tekstilije

Netkane tekstilije in drugi nepredeni končni porabniki ostajajo perspektivno področje za uporabo tekstilnih materialov. Leta 2007 je to področje doseglo že 7,1 milijona ton, kar je sedem odstotkov več kot leta 2006. Večina tega odpade na netkanih tekstilijah temelječe izdelke, preostanek pa obsegajo polnilni materiali za spalne vreče, anorake ipd., izolacijski materiali v avtomobilski industriji, razne obloge v gradbeništvu ipd.

6 Kako kaže za naprej

Največji Damoklejev meč, ki visi nad proizvajalci vlaken in njihovimi porabniki, je grozeča svetovna gospodarska kriza. Ker je ni bilo mogoče zajezi in je dobila svetovne razsežnosti, bo to zagotovo imelo opazen negativen vpliv tudi na celoten vlaknarski sektor. Upad življenjskega standarda se namreč zelo hitro pozna prav med porabniki tekstilnih materialov, kot so oblačilni sektor, avtomobilska industrija, stanovanjska gradnja ipd.

Leta 2008 jo bo v glavnem odneslo še brez omenjenih težav, veliko bolj negotova pa je napoved za leto

2009. V prid izdelovalcev vlaken bo šlo trenutno občutno nižanje cen nafte, zlasti če bo ostalo trajnejše, saj bo gotovo pozitivno vplivalo na cene surovin za proizvodnjo sintetičnih vlaken.

7 Domača proizvodnja [4]

Julonu, edinemu domačemu proizvajalcu sintetike, je kljub zahtevnemu letu, uspelo ohraniti proizvodnjo približno na ravni 2006. Tako je proizvodnja poliamidnega 6 sekanca spet preseгла 30.000 ton, na vlaknarskem področju pa je bilo zopet nekaj več finejše poliamidne filamentne preje za tekstilne namene (blizu 15.000 ton), kot grobejših teksturiranih filamentov (BCF) za talne obloge (12.500 ton).

Kot je bilo v tem članku že povzeto iz Oerlikonove študije in kot smo lahko brali v prejšnji številki Tekstilca, ostaja Julon še nadalje aktiven tudi na investicijskem področju. Tokrat se lotevajo povečanja proizvodnje fine filamentne preje za tekstilne namene, predorientirane (POY) in popolnoma orientirane preje (FOY), proizvedene po najsodobnejšem visokohitrem postopku.

Viri podatkov

1. The Fiber Year 2007/08, Arbon : Oerlikom Textiles, 2008.
2. Global chemical fibre production +8 %, Melliland International, 4/2008, p. 220.
3. TRAJBARIČ, Š. Svetovna proizvodnja vlaken v letu 2006: raznolika. Tekstilec, 2007, letn. 50, št. 1–3, str. 59–64.
4. Informacija družbe Julon, d.d., Ljubljana, oktober 2008.

Štefan Trajbarič

Forum Tri resnice in sedem potez za tehnološki preboj Slovenije: tehnološka razvojna politika za konkurenčnost gospodarstva

V gospodarstvu in na Gospodarski zbornici Slovenije že nekaj let opozarjajo, da bi bilo nujno prilagoditi izobraževalno in raziskovalno ter tehnološko razvojno politiko Slovenije zahtevam svetovne konkurence. Na vseh strokovnih srečanjih gospodarstvenikov se govori o tem, kako nujne so naložbe v raziskave in razvoj, o povezavi gospodarstva in znanosti ter nujni celoviti tehnološki razvojni politiki, ki bo podpirala razvojna prizadevanja in potencialne gospodarstva. Govorijo o zdajšnjem sistemu javnega financiranja raziskav in razvoja, ki ne spodbuja povezovanja znanosti in gospodarstva. Najbolj slikovito je to stanje ilustriral dr. Bogomir Kovač z izjavo: „Strahotno se mučimo s prenašanjem znanja med podjetji in inštituti, tako pa je zato, ker za to ni nihče spodbujen.“

Tako so na GZS z gradivom z gornjim naslovom poskušali spodbuditi javno razpravo o tem, kako nujno je sprejeti celovito tehnološko politiko, in o pogojih, pod katerimi bi odpravili odtujenost med akademsko znanstveno sfero in gospodarstvom oz. o učinkovitejšem usmerjanju javnih sredstev za raziskave in razvoj.

In katere so te tri resnice o razvojnih izzivih in uresničitvi ciljev le-teh?

1. Brez pospešenega vlaganja v znanje in tehnološki razvoj ni mogoče doseči cilja Slovenije, da bi v desetih letih preseгла povprečno raven ekonomske razvitosti EU. Po oceni njene inovacijske sposobnosti namreč potrebujemo trinajst let za dohitevanje povprečja EU. Slovenija ima sicer relativno visoko gospodarsko rast in stabilnost, vendar pa po različnih mednarodnih raziskavah zaostaja

- npr. po kazalnikih tehnološke intenzivnosti in razvojne politike, kazalnikih izobrazbene strukture in usposobljenosti delovne sile. Tako je npr. Slovenija na lestvici svetovne konkurenčnosti, ki jo objavlja švicarski inštitut za razvoj managementa, v letošnjem letu napredovala za osem mest in zasedla 32. mesto. Vendar pa je ta napredek dosežen samo iz lastne moči podjetij, torej njihove poslovne učinkovitosti, na račun domačih naložb, izvoza in izhodnih investicij gospodarstva. Na drugi strani pa je bila po tej raziskavi dodeljena nizka ocena za nespodbudno poslovno okolje – to so npr. visoki davki za gospodarstvo, neučinkovita politika za spodbujanje vlaganja v raziskave in razvoj, prenos znanja; in najmanj uspešni smo po tej raziskavi pri prenosu znanja med podjetji in univerzami in po podpori vlade pri vlaganjih v tehnološki razvoj. In zanimivo – po številu zaposlenih v raziskavah in razvoju smo s povprečjem 4,3 raziskovalca na 1000 prebivalcev uvrščeni dokaj visoko, v prvi polovici lestvice.
2. Zmanjševanje razvojnih zaostankov zahteva aktivno in učinkovito politiko države za spodbujanje vlaganja v znanje in tehnološki razvoj. Mednarodne primerjave dokazujejo, da s počasnim prilagajanjem svetovnim usmeritvam ne moremo dohiteti uspešnih držav. Tako slovenska podjetja na svetovnem trgu konkurirajo s tujimi podjetji, ki delujejo v bistveno spodbudnejših okoljih; podjetja sama z lastnimi zmogljivostmi ne morejo doseči ravni, kot jo dosega konkurenca. Potrebno je učinkovito usmerjanje javnih sredstev za raziskave in razvoj v podporo gospodarstvu.
 3. Imamo razvojne dokumente na državni ravni, ki poudarjajo dvig konkurenčnosti gospodarstva in povečevanje vlaganj v znanje, raziskave in tehnološki napredek, vendar pa je problem v neskladju med temi razvojnimi cilji, zapisanimi v nacionalnih dokumentih, in izvajanjem te politike. Prednostna usmeritev Nacionalnega razvojno-raziskovalnega programa je bilo povečevanje vlaganj v raziskave in razvoj na višino 3 odstotkov BDP (v letu 2006 je za to namenila 1,59 odstotka BDP) in hkrati sprememba razmerja med vlaganjem v temeljne raziskave in financiranjem javnega sektorja ter spodbujanjem vlaganj v gospodarstvo v korist zadnjega. Prav tako je ta dokument predvidel spremembo razmerja med programskim in projektnim financiranjem javnih raziskovalnih organizacij tako, da bo programsko financiranje omejeno na največ 40 odstotkov vseh sredstev: toda tovrstno financiranje znanosti v javnih organizacijah v letu 2008 še vedno pomeni 62 odstotkov vseh sredstev, projektno financiranje raziskav pa v celotnem proračunu pomeni le 22 odstotkov.
- Vendar pa je Slovenija v primerjavi s povprečjem EU dosegla pozitivne spremembe pri deležu vlaganj zasebnega sektorja: delež zasebnih sredstev v razvoj in raziskave se je povečal na 65 odstotkov (to je celo nad povprečjem EU, kjer znaša 54 odstotkov), delež javnih sredstev v raziskave in razvoj pa stagnira.
- In katerih sedem potez za večjo konkurenčnost predlaga gospodarstvo?
1. Oblikovanje celovite tehnološke razvojne politike, ki k usklajenemu izvajanju zavezuje vse resorje in ministrstva.
 2. Zagotoviti je treba centralno vodenje in hkrati decentralizirano izvajanje programov, to pomeni ločitev funkcij načrtovanja in usmerjanja politike od izvajanja in nadzora, kar bo zagotavljalo večjo transparentnost. Tehnološka politika mora temeljiti na potrebah in pobudi gospodarstva, zato mora biti to tudi na ravni Ministrstva za gospodarstvo in tehnološke agencije.
 3. Potrebno je oblikovanje programov in takih ukrepov, ki bodo čim bolj spodbujali sodelovanje znanosti in gospodarstva ter hitro uporabo raziskovalnih rezultatov.
 4. Spremeniti strukturo vlaganj javnih sredstev v raziskave in razvoj, in sicer 60 odstotkov vseh sredstev za ta namen mora biti usmerjenih v podporo in spodbujanje vlaganj gospodarstva.
 5. Tretjina vseh javnih sredstev pa mora biti usmerjena na prednostna tehnološka področja, ki so ključnega pomena za dolgoročno konkurenčnost gospodarstva.
 6. Razvoj mednarodno konkurenčnih in povezanih tehnoloških centrov – predvidene naložbe iz strukturnih skladov EU je treba usmeriti v krepitev obstoječih in potencialnih centrov za posamezna tehnološka področja; to pomeni, da je treba spremeniti operativni program za porabo sredstev strukturnih skladov.
 7. Z vključevanjem v evropske pobude za razvoj vrhunskega znanja moramo Slovenijo postaviti na zemljevid inventivnih regij (to so tehnološki usmerjeni programi 7. Operativnega programa

ma EU za raziskave in razvoj, skupne tehnološke pobude tehnoloških platform, program razvoja vrhunske evropske raziskovalne infrastrukture in Evropski tehnološki inštitut).

Ali univerze vedo, kakšna znanja potrebuje gospodarstvo?

Iz razprave in predavanj o učinkoviti tehnološki politiki v okviru foruma z gornjim naslovom, ki je potekal na GZS, bi lahko povzeli naslednje poudarke. Slovenija potrebuje učinkovito tehnološko politiko. Le nekaj sto podjetij ustvari večino slovenskega izvoza, večina podjetij pa torej deluje predvsem na domačem trgu. Slovensko gospodarstvo je tehnološko podhranjeno, davčna politika pa ni spodbudna za tehnološke naložbe. Povprečna dodana vrednost v slovenskem gospodarstvu znaša 25.000 evrov. Slovenija je dosegla odlične rezultate, dober socialni standard, če hočemo to nadaljevati, moramo poskrbeti za nove razvojne strategije. Tega tehnološkega preboja pa ne bomo mogli doseči, če ga ne bo podpirala ustrezna davčna, socialna in razvojno-raziskovalna politika.

Razvojne dokumente imamo, manjka pa nam izvajanje ciljev nacionalnega razvojno-raziskovalnega programa. Veliko javnih sredstev je vloženi v gradnjo infrastrukture, v razvoj tehnologije pa ne. Financiranje razvojno-znanstvenega dela bi moralo biti odvisno od ravni povezovanja in sodelovanja znanstvenih ustanov z gospodarstvom. Dokler bodo raziskovalci napredovali zgolj na podlagi citatov v tujih revijah, točk pri habilitaciji pa ne dobijo za sodelovanje z gospodarstvom, ne moremo govoriti o spodbudnem tehnološkem razvoju.

Imamo dobra podjetja, vrhunske znanstvenike in menedžerje, manjkajo pa nam večje ambicije in hitro ukrepanje. Delitev na centre znanja, ki naj bi bilo na inštitutih in univerzah, ter na podjetja, ni sprejemljivo za dr. Janeza Beštra s Fakultete za elektrotehniko; kajti znanje je tudi v podjetjih, gre za medsebojni pretok znanja. Za partnerstvo ni dovolj, da se raziskovalec najame za določeno število raziskovalnih ur v podjetju; če pa vzpostavimo trajno partnersko sodelovanje, kjer je raziskovalec tudi v podjetju, lahko dosežemo učinkovite rezultate. Dobre študente bi morali že prej čim bolj povezati oz. vključiti v projekte, ne pa da se šele v podjetjih srečujejo s projektnim delom. Vprašanje je le, ali imamo dovolj motivacije za take povezave. Pri univerzi

bi morali spremeniti merila za napredovanje, kajti zdaj je najpomembnejše pisanje člankov; za razvojnike v podjetjih veljajo ista merila za napredovanje za pridobitev doktorskih naslovov, npr. pisanje člankov, citiranost, kot za tiste, ki so zaposleni na inštitutih in imajo večjo možnost za raziskovanje in pripravljane člankov.

Zanimivo je bilo razmišljanje Radovana Grapulina iz podjetja Systec v Novi Gorici, ki je poudaril, da nas je poosamosvojitveni razvoj pripeljal v tranzicijsko lastništvo, pri čemer pa tehnološki razvoj ni bil najpomembnejši cilj. Njegova zamisel pa je ponudila izzive univerzam: ker ni dovolj zaupanja ne v politiki ne v podjetjih, je predlagal, naj univerze prevzamejo vlogo za izpeljavo tehnološkega preboja v Sloveniji. In če to prepustimo njim, je menil, jih moramo začeti spreminjati, da bi postale tržno usmerjene, podjetniške. Brez kritične mase raziskovalcev pa tega seveda ne moremo narediti. Če hočemo obvladati decentralizacijo, potrebujemo razvojna jedra na lokalni ravni. In kakšne so po njegovem mnenju nujne spremembe univerz? Inovacije, ki jih imajo univerze, moramo dvigniti na raven podjetništva, nujen je meddisciplinaren razvoj, potrebujemo mednarodne time in spremembe v razvoju in ponašanju univerz za doseganje ciljev.

Ali podjetja sploh vedo, kakšno znanje je na univerzah mogoče dobiti in ali univerze vedo, kakšno znanje podjetja potrebujejo? Če se stimulirajo le nekatere objave, potem podjetja niso vključena v razvojni utrip univerze, so med drugim poudarili razpravljavci. Univerze bi morale študente celostno izobraziti, tudi v inovatorstvu. Že v gimnaziji bi morali razviti čut do tehnike, stimulirati tehnično vzgojo, tako kot imamo to pri likovni, glasbeni in športni vzgoji. S štipendijsko politiko bi morali strukturirati tisto, kar se potrebuje v gospodarstvu.

Anica Levin

Preventovci med najboljšimi inovatorji

Gospodarska zbornica Slovenije je tudi letos razpisala nagrado za najboljše inovacije podjetij in

posameznikov za leto 2007. Na 13 območnih in regionalnih zbornicah GZS je bilo na razpis prijavljenih 177 inovacij, med njimi kar nekaj iz Skupine Prevent Global, ki so bile vse tudi nagrajene. V podjetju Prevent Avtomobilski deli, d.o.o. – PC Radlje so prejeli srebrno priznanje inovatorji Damjan Kolč, Robert Gašper in Alojz Glazer za inovacijo termičnega lepljenja etikete. Prav tako so bili s srebrnim priznanjem dvakrat nagrajeni v Lesni TIP, Jože Rutnik za rešitev problema posnemanja robov v fazi brušenja ivernih plošč in Jože Kotnik za inovacijo izdelave zaustavjalca ivernih plošč v izmetni mizi. Zlato priznanje sta v Lesni TIP za izločitev ročnega nanosa vodnega temelja v fazi lakiranja polnil za stilna vrata prejela Samo Sindreih in Štefan Biškup. Z zlatim priznanjem so bili nagrajeni tudi Danijel Kotnik, Sašo Mozgan in Danilo Karlin iz podjetja Prevent Lamitex za inovacijo sistema za odkrivanje in označevanje teksturnih napak na kaširanem blagu. Njihova inovacija je bila prijavljena tudi v ocenjevanje na državni ravni, kjer je prejela bronasto priznanje. Zdenko Pavček, predsednik GZS, je ob slovesni podelitvi priznanj in diplom najboljšim inovacijam za lansko leto na državni ravni poudaril, da so „ključni element inovatorstva posamezniki, inovatorji na področjih tehnologije, procesov, oblikovanja ali trženja, ki prinašajo v podjetja sveže ideje, zamisli, ustvarjalni nemir, izboljšave in rešitve“. Ocenjevalna komisija pa je imela zelo zahtevno nalogo, saj so bili vsi predstavljeni predlogi na svojih področjih izvrstni.

Sistem za odkrivanje in označevanje teksturnih napak na kaširanem blagu v Prevent Lamitexu – z zlatim priznanjem za inovacijo so bili nagrajeni Danijel Kotnik, Sašo Mozgan in Danilo Karlin

Gre za t.i. on-line softversko rešitev, ki med proizvodnim procesom odkriva teksturne napake in jih označi s posebno kovinsko etiketo, ki se nato s pomočjo detektorjev odkrijejo in locirajo na pregledovalnih mizah. Za uspešno odkrivanje napak poskrbi zmogljiv algoritem, ki je bil razvit posebej za ta problem. Ko algoritem zazna napako, pošlje sporočilo etikirki, da na območje napake prilepi nalepko. Realno časovna sinhronizacija med računalnikoma preprečuje nepotrebno lepljenje etiket na istem mestu in poskrbi za komunikacijo, potrebno vzporedno delovanje računalnikov. Shranjevanje konfiguracij nastavitvev za različne tipe kaširanega blaga omogoča hiter in lahek prehod pri menjavi tipov.

Nov sistem, s katerim lahko neposredno na proizvodni liniji avtomatizirano odkrivajo in označujejo napake, izboljšuje delovno okolje, hkrati pa poveča produktivnost, povečuje zanesljivost označevanja napak in zniža stroške kakovosti. Rešitev je bila zasnovana v podjetju Prevent Lamitex z zunanjo pomočjo podjetij Modre Tehnologije, programska oprema, d.o.o., v Ljubljani in orodjarstva in modelarstva Danijel Breznik, s.p., v Pamečah.

Izboljššan postopek za lepljenje termične etikete v podjetju Prevent, d.o.o., PC Radlje – s srebrnim priznanjem za inovacijo so bili nagrajeni Damjan Kolč, Robert Gašper in Alojz Glazer

V proizvodnji sedežnih prevlek se je na stroju za termično lepljenje etiket dodatno izdelala šablona za pravilno pozicijo etikete – navodila za podiranje zadnjih sedežev – ki se lepi na stranico zadnjega naslona. Pred uvedbo inovacije se je pozicija etikete določila z ročno namestitvijo dodatne papirnate šablone s polaganjem odkrojka v fiksno šablono, izboljšava pa uvaja avtomatsko šablono, ki se samodejno aktivira, ko operater na stroju začne delovni proces in se potem, ko je končan, tudi samodejno umakne. Prednosti uvedenega inovacijskega postopka so že potrjene in se kažejo v preprostosti in zanesljivosti postopka ter seveda v prihranku časa.



Slika 1: Nagrajenci Prevent Lamitexa skupaj z nagrajenci inovacije in direktorico PC Radlje; od leve proti desni: Danijel Kotnik, Sašo Mozgan, Danilo Karlin (vsi Prevent Lamitex), Breda Kristan, Damjan Kolč, Robert Gašper, Alojz Glazer (vsi PC Radlje)

Tiskovna informacija podjetja Prevent

Odeja prejela nagrado „Trusted brand“

Septembra je škofjeloška Odeja, d.d., prejela nagrado „trusted brand“ kot najbolj prepoznavna blagovna znamka na področju posteljnine na slovenskem trgu in po oceni naključno izbranih potrošnikov tista, ki je v tem segmentu izdelkov najbolj vredna zaupanja.

Raziskavo *Trusted brand*, ki je ena največjih evropskih raziskav o odnosu potrošnikov do izdelkov za široko porabo, organizira revija *Reader's Digest* v osemnajstih državah, v Sloveniji jo izvaja neodvisni inštitut za raziskavo trga in medijev *Mediana*. Pri nas raziskavo podpira tudi Urad RS za varstvo potrošnikov. V tujini poteka že osmo leto za različne skupine izdelkov, v Sloveniji je letos drugič. Letos je bila prvič ta evropska raziskava izvedena za blagovno skupino posteljnine, kjer so torej slovenski kupci Odejo navedli kot najbolj prepoznavno znamko. Rezultati te raziskave, poslanih je bilo sedem tisoč anketnih vprašalnikov naključnim potrošnikom, so gotovo toliko bolj verodostojni, ker gre za spontane navedbe anketirancev.

Ključni namen raziskave je odkriti, katerim blagovnim znamkam evropski potrošniki najbolj zaupajo z vidika kakovosti, zunanosti, ustrezne cene in kako ocenjujejo znamke po posameznih izdelčnih kategorijah. Pri ocenjevanju izdelkov sta najpomembnejši merili kakovost in osebna izkušnja potrošnikov.

Četrta letna konferenca tehnoloških platform v Sloveniji

Za spremembe v izobraževalni politiki in financiranju znanosti

Slovensko gospodarstvo zahteva spremembe v izobraževalni politiki, je bilo poudarjeno na jesenski konferenci vseh slovenskih tehnoloških platform, ki jo je

organizirala Gospodarska zbornica Slovenije. Podatek, da v podjetjih primanjkuje več kot 2500 razvojnih inženirjev, je nedvomno odgovor na že nekaj let upadajoč vpis študentov na tehnične in naravoslovne študijske programe. Zato gospodarstvo pričakuje, da bo država poskrbela za posodobitev naših izobraževalnih sistemov ter univerze odprla v gospodarstvo in svet, kajti samo tako se bo povečala mobilnost kadrov v gospodarstvo in iz njega. Če je kje vloga države pomembna, je pri izobraževanju, je bilo rečeno.

Zato je treba spremeniti merila za habilitacijo in akademsko napredovanje na univerzah in raziskovalnih ustanovah tako, da bodo spodbujala tako vključevanje akademikov v razvojno-raziskovalne projekte in odličnost pedagoškega dela kot znanstveno delo, in sicer tako za strokovnjake iz razvojno-raziskovalne sfere kot gospodarstvo, je poudaril predsednik GZS mag. Samo Milič Hribar. Opozoril je na obstoječi predlog meril za habilitacijo Univerze v Ljubljani, ki v nasprotju s tehnološko razvojno politiko in z našimi razvojnimi usmeritvami postavlja citate in objave v revijah kot edino merilo za napredovanje in kot dokaz „znanstvene odličnosti!“.

Prav tako ni sprejemljiv program financiranja znanosti za obdobje 2009–2014, ki še vedno po starem sistemu za programsko financiranje in brez preverjanja pomembnosti za gospodarstvo in tehnološki razvoj namenja več kot 70 odstotkov vseh javnih sredstev, čeprav sprejeti nacionalni raziskovalni razvojni program predvideva zmanjšanje deleža programskega financiranja na največ 40-odstotni delež. Država naj podpre skupne projekte gospodarstva in razvojno-raziskovalne sfere, da se bodo lahko vključevali v evropske razvojne programe, so na GZS med drugim zapisali v sporočilu.

Tehnološke platforme so odigrale pomembno vlogo

V državi je v zadnjih nekaj letih nastalo veliko tehnoloških platform za različna področja, katerih cilj je bil povezati znanost, univerze in gospodarstvo; slovenske tehnološke platforme so se tudi uspešno vključile v tovrstne evropske povezave in v evropske projekte. Po besedah dr. Žige Turka iz Službe vlade RS za razvoj so tehnološke platforme vzpostavile povezavo od spodaj navzgor in omogočile, da so na državni ravni v okviru Sveta za konkurenčnost začele delovati razvojne skupine za različna področja, ki so identificirale položaj na razvojno-raziskovalnem po-

dročju in tehnološki razvoj posameznih področij ter s tem tudi nakazale nujno usmeritev v razvoj obetavnih tržnih niš. Tehnološke platforme, je poudaril dr. Žiga Turk, so bile bistveni temelj Sveta za konkurenčnost, ki lahko ravno na podlagi vpogleda v razmere omogoča, da se vlada zaveda svojega razpoložljivega znanstvenega potenciala. V gospodarstvu imamo po njegovem mnenju veliko prostora za mlade raziskovalce, izkušnje pa kažejo, da jih večina ostane na univerzi ali pa grede v državno upravo. Meni, da je izkoristek vlaganj v razvojno-raziskovalno delo pri nas premajhen, saj smo glede tega na 22. mestu, po vlaganju v raziskave pa je Slovenija na 9. mestu. Strinjal se je tudi s pripombami gospodarstva glede meril za akademsko napredovanje in pridobivanje javnih sredstev: pri tem bi morali šteti izjemni raziskovalni dosežki, ne pa dodeljevati sredstva za znanstvene raziskave kar vsem povprek.

Z njim se je strinjal tudi dr. Janez Potočnik, ki je menil, da bi morale biti najpomembnejše merilo odličnost raziskovalnih dosežkov, ne pa objave. Poudaril je, da so tehnološke platforme že pripomogle k večjemu in boljšemu vlaganju v razvoj in raziskave in so izjemne zato, ker so za zdaj edini temelj za dolgoročni razvoj. To potrjuje tudi podatek, da je več kot 90 odstotkov članov vseh tehnoloških platform odgovorilo, da bi z veseljem obnovili svoje članstvo v svojih platformah. Povedal je, da EU za prihodnje obdobje za evropsko razvojno-raziskovalno dejavnost namenja skupaj 54 milijard evrov v okviru različnih razvojnih pobud. Moč teh razvojnih pobud temelji na širšem partnerstvu. Velika pozornost EU je glede tega namenjena tudi malim in srednjim podjetjem, ki jih je v Evropi 23 milijonov, in tem, ki večinoma nimajo svoje lastne raziskovalne infrastrukture, je treba tudi pomagati (EU za ta namen predvideva dve milijardi evrov). Menil je, da je neodgovorno na pamet govoriti o javnih sredstvih za razvoj in raziskave, ki da v primerjavi z drugimi državami pri nas zelo zaostajajo; struktura vlaganj javnih sredstev v razvojno-raziskovalno dejavnost je namreč pri nas enaka kot v povprečju EU. Država ima omejene finančne in človeške možnosti, mora pa pogledati, kje v teh evropskih projektih želimo biti prisotni. Seveda se je treba najprej pogovoriti, katere so naše prednosti, kakšne možnosti imamo za prihodnost glede na zmogljivosti na razvojno-raziskovalnem področju.

Anica Levin

Ugotavljanje potreb po kadrih v tekstilni, oblačilni in usnjarskopredelovalni industriji Slovenije

Na Združenju za tekstilno, oblačilno in usnjarskopredelovalno industrijo smo izpeljali anketo o potrebah po kadrih v naših podjetjih, ker nas podjetja opozarjajo na težave pri zaposlovanju ustreznih strokovnih kadrov. Zaradi zelo slabega vpisa mladih v programe, ki izobražujejo za tekstilno, oblačilno in usnjarskopredelovalno stroko, je razpadla mreža tekstilnih in usnjarskih šol in s tem priliv novih strokovnih kadrov v podjetja.

Anketo smo poslali 88 družbam tekstilne, oblačilne in usnjarskopredelovalne industrije z več kot 10 zaposlenimi. Prejeli smo odgovore 32 družb, ki imajo skupaj 10.560 zaposlenih, kar pomeni več kot 50 odstotkov vseh zaposlenih v podjetjih TOUPI.

V podjetjih smo spraševali po njihovih načrtih glede zaposlovanja le v obdobju 2008–2010, da so napovedi čim bolj realne. Anketa kaže, da podjetja ne bodo povečevala števila zaposlenih. Z novimi kadri bodo nadomestili naravno fluktuacijo in izboljšali izobrazbeno strukturo zaposlenih. Največ bodo zaposlovali nove kadre s srednjo poklicno šolo in s srednjo strokovno-tehnično izobrazbo, pa tudi z univerzitetno izobrazbo.

Pomemben delež „novih“ oz. bolj izobraženih kadrov bodo dobili z dokvalifikacijami svojih delavcev, ki so zaradi opuščanja ustreznih izobraževalnih programov pomemben način izobraževanja kadrov v podjetjih TOUPI. Z dokvalifikacijami bodo pridobili največ kadrov s srednjo strokovno tehnično in visoko strokovno izobrazbo, precejšen pa bo tudi delež magistrstov.

Po podjetjih so v anketi odgovarjali tudi na vprašanje, katere poklice bodo potrebovali oz. zaposlovali do leta 2010. Odgovori kažejo, da bodo potrebovali kadre na vseh ravneh, to je od poklicev za preprosta dela do strokovnjakov. Najbolj iskani poklici bodo: šivalci za konfekcijo in za obutev, krojilci, šivilje,

tekstilni konfekcionarji, konfekcijski likalci, čevljarji, izdelovalci zgornjih in spodnjih delov obutve ter usnjarji. Med tehniki s področja tekstilne tehnologije bodo zaposlovali vse poklice, od tehnika za tekstilstvo do tehnika za plemenitenje tekstilij, med tehniki s področja usnjarske in krznarskopredelovalne tehnologije pa bodo zaposlovali največ tehnikov in modelarjev obutve ter tehnikov usnjarstva in krznarstva. Podjetja načrtujejo do leta 2010 zaposliti tudi večje število strokovnjakov, med njimi največ inženirjev tekstilstva in tehnologov za tekstilstvo.

Ker je poleg rednega izobraževanja zelo pomembno tudi dodatno usposabljanje kadrov, smo z anketo ugotavljali, na katerih področjih bi dodatno usposabljali svoje zaposlene. Ugotovili smo, da so najpomembnejša tehnično-tehnološka znanja in znanja s področja marketinga, ki so tudi najbolj „deficitarna“ področja podjetij TOUPI.

Ker med mladimi ni zanimanja za zaposlitev v podjetjih tekstilne, oblačilne in usnjarskopredelovalne dejavnosti, smo poskušali ugotoviti, s katerimi dodatnimi ukrepi bi spodbudili mlade, da bi se odločili za tekstilne, oblačilne in usnjarskopredelovalne poklice. Največ podjetij je postavilo na prvo mesto zagotavljanje možnosti za napredovanje delavcev v podjetjih in kakovostno mentorstvo pri praktičnem izobraževanju vajencev in študentov.

Z rezultati ankete je bil seznanjen upravni odbor Združenja, ki se je odločil, da bo skupina kadrovske strokovnjakov iz podjetij pripravila konkretne predloge za rešitev kadrovske problematike v podjetjih TOUPI ter jih posredovala ministrstvu za šolstvo in drugim pristojnim institucijam. K pripravi ukrepov bomo povabili tudi šole, fakultete in obrtno zbornico.

Jožica Weissbacher

*Združenje za tekstilno, oblačilno
in usnjarskopredelovalno industrijo*

Kam odhaja na obvezno prakso prva generacija bolonjskih študentov Proizvodnje tekstilij in oblačil?

Oddelek za tekstilstvo Naravoslovnotehniške fakultete Univerze v Ljubljani je z izvajanjem bolonjskih programov pričel v šolskem letu 2006/07. Kot pri starih visokošolskih strokovnih programih je praktično usposabljanje namenil petemu semestru študija v prenovljenih visokošolskih strokovnih študijskih programih Proizvodnja tekstilij in oblačil in Grafična medijska tehnika. Praktičnemu usposabljanju je namenil 30 ECTS oziroma 450 ur. Delovna praksa se izvaja strnjeno v obliki delovne prakse v gospodarstvu pod vodstvom mentorja v podjetju in mentorja na oddelku Naravoslovnotehniške fakultete. Tema praktičnega usposabljanja se izbere glede na potrebe podjetja. Po končani praksi študent izdelava seminarsko nalogo po splošni dispoziciji in programu, ki ga pripravi izbrani mentor na oddelku Naravoslovnotehniške fakultete.

V šolskem letu 2008/09 je na praktično usposabljanje v tekstilna podjetja odšla prva generacija „bolonjskih“ študentov ljubljanskega Oddelka za tekstilstvo. Ena izmed posebnosti nove generacije študentov je v tem, da bodo šolanje morali zaključiti že v treh letih izobraževanja, v zadnjem letniku pa bodo poleg tekočih predmetov morali pripraviti tudi diplomsko delo. Tako je zimski semester letnika, ki je še vedno namenjen 15 tedenskem praktičnemu usposabljanju, idealna priložnost, da študenti v okviru delovne prakse pripravijo tudi eksperimentalni del diplomske naloge, ki jo nato dokončajo v letnem semestru.

Trenutno je v različnih tekstilnih podjetjih na usposabljanju 19 študentov, ki obiskujejo 3. letnik Proizvodnje tekstilij oblačil Oddelka za tekstilstvo. Kot vedno se je študentom ponudila možnost, da si potem, ko jim organizator odobri praktič-

no usposabljanje, podjetja izberejo sami. Razlog je predvsem v tem, da nekateri študenti opravljajo različna dela že preko študentskega servisa, nekatera podjetja pa jim po končanem šolanju celo ponujajo tudi zaposlitev. Verjetno v tem lahko najdemo razlog, da so se študenti v večini primerov odločili za opravljanje prakse v manjših proizvodnih in tekstilnostoritvenih podjetjih ter trgovinah. Zaradi razmer v slovenski tekstilni industriji se čedalje manj študentov odloča za večja tekstilna podjetja, opaziti pa je tudi, da se študenti neradi odločajo za delo v velikih proizvodnjah. Letošnji izjemi sta dve večji predilnici, Gorenjska predilnica d.d. in Predilnica Litija d.o.o., kamor sta na lastno željo odšla dva študenta iz njihovega okoliša. Drugi študenti so izbrali naslednja manjša podjetja: kemični čistilnici (2 študenta), podjetji za tiskanje in barvanje tekstilij ter oblačil (3 študenti), podjetje s pletilsko dejavnostjo (1 študent), podjetje z izdelavo oblačil (3 študenti), butik (1 študent), trgovine s tekstilno storitveno dejavnostjo (3 študenti), gledališče (1 študent), podjetje z notranjo opremo prostorov (1 študent). Na Oddelku za tekstilstvo pa opravljajo prakso 3 študentke.

Od vseh študentov na usposabljanju jih bo enajst v istih podjetjih poskušalo opravljati tudi diplomsko delo, osem študentov pa se pred pričetkom prakse za to (še) ni odločilo. Temo praktičnega usposabljanja, ki jo v okviru problema po končanem usposabljanju predstavijo v seminarski nalogi, je pred nastopom dela tako že izbrala večina študentov (seveda v dogovoru s podjetjem). Njim so tako že pred pričetkom prakse določili tudi mentorja na Oddelku, kar je za pripravo njihovega nadaljnega diplomskega dela nujno. Ostali študenti mentorja na Oddelku za tekstilstvo pridobijo po prvem mesecu usposabljanja, ko si na podlagi dodeljenih delovnih nalog izberejo temo usposabljanja.

Kot je bilo že omenjeno, na Oddelku za tekstilstvo opravljajo prakso 3 študentke Proizvodnje tekstilij in oblačil. Na Katedri za surovine in preiskave opravlja študentka delo na področju analize tržišča glede dobave netradicionalnih celuloznih vlaken, analize lastnosti kapoka, konoplje in drugih neceluloznih vlaken in analize lastnosti tkanin po večkratnem pranju. Na Katedri za kemijske tekstilne preiskave pa študentki opravljajo delo na področju nege tekstilij in beljenja celuloznih vlaken s pomočjo encimov. Namen praktičnega usposabljanja na Oddelku za tekstilstvo je seznanitev z osnovnim potekom

laboratorijskega raziskovanja in poglobitev teoretičnega znanja. Na Katedri za surovine in preiskave je študentka vključena tudi v pedagoški proces pri vajah in seminarjih ter pri pripravi materialnega gradiva za pouk. Praktično usposabljanje na oddelku je zasnovano tako, da predstavlja in zaokrožuje pripravo na eksperimentalni del diplomskega dela študentk.

Ob tej priložnosti se Oddelk za tekstilstvo za sodelovanje zahvaljuje naslednjim podjetjem: Predilnica Litija d.o.o., kemična čistilnica Labod d.o.o., Blanco d.o.o., Zalokar Kranj d.o.o., LJ Studio d.o.o., Lohnko Inženiring d.o.o., S. Oliver SLO d.o.o., Obermajer d.o.o., Studio FM, Pletenine Špenko, Lutkovno Gledališče Ljubljana, Gorenjska Predilnica Škofja Loka d.d., Des d.o.o., Interstille d.o.o., Europrint d.o.o., Elos-Escada d.o.o.

mag. Mirjam Leskovšek

*organizatorica praktičnega usposabljanja
Oddelk za tekstilstvo, Naravoslovnotehniška
fakulteta, Univerza v Ljubljani*

Praktično usposabljanje na mariborskem Oddelku: univerzitetni študijski program Oblikovanje in tekstilni materiali

Na Oddelku za tekstilne materiale in oblikovanje Fakultete za strojništvo Univerze v Mariboru smo s študijskim letom 2006/07 začeli izvajati nov program po bolonjski konvenciji, in sicer dodiplomski univerzitetni študijski program z naslovom „Oblikovanje in tekstilni materiali“ z dvema smerema: Tekstilni materiali in Inženirsko oblikovanje tekstilnih materialov. To je sodobno oblikovan študijski program, ki je v skladu z najnovejšimi

smernicami na področju visokošolskega izobraževanja študentov tekstilstva in inženirskega oblikovanja.

Nov dodiplomski univerzitetni študijski program „Oblikovanje in tekstilni materiali“ je izviren in primerljiv s sorodnimi študijskimi programi tujih univerz. Področje tekstilnih materialov je izjemno aktualno in perspektivno predvsem zaradi novih materialov, ki se hitro razvijajo za posebne potrebe vojske, medicine, vrhunškega športa, gradbeništva, elektrotehnike, vesoljske tehnike, agronomije ... Enako velja tudi za inženirsko oblikovanje, ki zagotavlja veliko možnosti za ustvarjalno delo v sodobnih podjetjih, oblikovalskih birojih, modnih studiih ali lastnih podjetjih. Poudarek novega programa je predvsem na uporabi sodobnih računalniških programov in tehnik, ki jih ne ponuja noben študijski program oblikovanja v Sloveniji in brez katerih si sodobnega oblikovanja na različnih področjih uporabe ne moremo predstavljati.

Študenti bodo lahko študij nadaljevali tudi na podiplomskem magistrskem študijskem programu „Oblikovanje in tekstilni materiali“, pripravljenem po bolonjski konvenciji.

V šolskem letu 2008/09 imamo v ta študijski program vpisanih 58 študentk in študentov.

Predstavitev smeri in izbirnih skupin

Študenti v skupnih prvih dveh letnikih pridobijo tako temeljna, inženirska znanja in osnove oblikovalskega. Na podlagi pridobljenih znanj se lahko v tretjem letniku usmerijo v študij na področju tekstilnih materialov (smer: Tekstilni materiali) ali na študij oblikovanja, podprt z inženirskimi znanji (smer: Inženirsko oblikovanje tekstilnih materialov). Študij omogoča specializacijo glede na izražene interese študentov.

Smer: Inženirsko oblikovanje tekstilnih materialov

Poudarek smeri je v oblikovanju z uporabo sodobnih računalniških programov in tehnik, ki jih ne daje noben drug študijski program oblikovanja v Sloveniji.

Izbirni skupini:

- Inženirsko oblikovanje tekstilnih form
- Konfekcioniranje

Smer: Tekstilni materiali

Področje je aktualno in perspektivno zaradi hitrega razvoja novih materialov, namenjenih potrebam

medicine, vrhunškega športa, sodobnega gradbeništva, elektrotehnike, vojske, kmetijstva itd. Pri tem je upoštevan ekološki vidik, ki je sestavni del snovanja novih materialov.

Izbirni skupini:

- Sodobni tekstilni materiali
- Ekologija in tekstilni materiali

Praktično usposabljanje

Praktično usposabljanje sestoji iz dveh delov, in sicer:

- Prvi del, ki traja 120 ur (15 delovnih dni), se izvaja v poletnem semestru prvega letnika študija oz. med počitnicami.
- Drugi del, ki traja 120 ur (15 delovnih dni), se izvaja v poletnem semestru drugega letnika študija oz. med počitnicami.

Namen prvega dela praktičnega usposabljanja je spoznavanje področja tekstilstva v najširšem pomenu, drugi del pa je namenjen spoznavanju bodoče strokovne usmeritve študenta:

- Tekstilni materiali (sodobni tekstilni materiali ali ekologija in tekstilni materiali).
- Inženirsko oblikovanje tekstilnih materialov (inženirsko oblikovanje tekstilnih form ali konfekcioniranje)

Če študent želi, lahko opravlja oba dela praktičnega usposabljanja skupaj, med počitnicami po prvem letniku študija.

Prakso lahko študenti opravljajo v različnih vejah gospodarstva in negospodarstva, ki so neposredno ali posredno povezane s tekstilno in oblačilno stroko (tekstilna in oblačilna podjetja, na področju izdelave vlaken in tekstilij, na raziskovalnih inštitutih s področja tekstilne dejavnosti, v trgovini, državni upravi, v oblikovalskih in oglaševalskih agencijah, grafičnih podjetjih, papirnopredelovalni industriji, založništvu in v malem gospodarstvu tekstilne in oblačilne panoge.

Naštel bi samo nekatera podjetja in ustanove, v katerih so naše študentke in študenti že opravljali praktično usposabljanje:

- Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo
- Prodajalna Sandra
- MURA, European fashion design, proizvodnja oblačil, d.d.
- AD LIBITUM-ARS Toplak Roman, s.p.
- ACMAN, d.o.o., Šoštanj
- MODNI ATELJE Martina Kolenko, s.p.
- MERCATOR, d.d.

- Oblikovanje, prodaja na drobno in tisk studio OOH Kamnik Blanka, s.p.
- ZAŠČITA, d.o.o., Ptuj
- POLIRKA Matijašec Mario, s.p.
- LISCA, d.d., Sevnica
- SLOVENSKO NARODNO GLEDALIŠČE; slovensko narodno gledališče
- INTERFLEX, d.o.o.
- EKSPRESNA KEMIČNA ČISTILNICA Šegula Stanislav, s.p.
- POKRAJINSKI MUZEJ PTUJ
- LIDSDALE, trgovina z modnimi dodatki, d.o.o.
- RINGER, d.o.o.
- FOTOLIK, d.o.o.
- FOTO ZORIN
- PLATINUM GRUPA, d.o.o.
- ELOS-ESCADA, d.o.o.
- Kemična čistilnica Maribor, d.o.o.
- IOS, inštitut za okoljevarstvo in senzorje, d.o.o.
- UNIDEL, podjetje za zaposlovanje in usposabljanje invalidnih oseb, d.o.o.

Pri praktičnem usposabljanju, ki je ponavadi za študente prva kakovostna delovna izkušnja, ima pomembno vlogo koordinator strokovnih praks.

Uspešen koordinator strokovnih praks je dejansko trgovski potnik, ki študentom poišče ustrezno prakso v podjetju, vzpostavlja in navezuje stike s podjetji in jih sproti obvešča o novih študijskih programih.

Še zlasti so pomembni osebni stiki med koordinatorjem praks, študentom in posamezniki v podjetju. Hkrati kakovostna praksa študentu omogoči poglobljeno spoznavanje bodočega strokovnega področja ter mu pomaga pri odločanju in izbiri le-tega.

Praksa je ponavadi kadrovski filter za izbor pravega kandidata in je koristna tako študentu kot podjetju, saj vzpostavi tesnejši stik med študentom in podjetjem.

Igor Nahtigal

koordinator strokovnih praks

Oddelek za tekstilne materiale in oblikovanje, Fakulteta za strojništvo, Univerza v Mariboru

Diplomsko delo: Angleško-slovenski glosar besednih zvez z izrazoma *fabric* in *yarn*

Diplomantka Filozofske fakultete, Oddelka za prevajalstvo Univerze v Ljubljani, Maja Mrak je v okviru svojega diplomskega dela izdelala Angleško-slovenski glosar besednih zvez z izrazoma *fabric* in *yarn*. Diplomsko delo (102 strani) je bilo izvedeno sicer že v lanskem letu, dostopno je v knjižnici Filozofske fakultete in od letos dalje tudi v knjižnici ljubljanskega Oddelka za tekstilstvo, vendar pa kljub temu ni prepozno za predstavitev tega dela v naši reviji. Nenazadnje tudi zato, ker velja izraziti priznanje študentki, ki se je samoiniciativno lotila zahtevnega področja tekstilstva in poskušala z glosarjem prispevati tudi k poenotenju prevedenih strokovnih izrazov. Ravno zaradi širine tekstilstva se je odločila, da angleško-slovenski glosar omeji na zgoraj omenjene besedne zveze.

Glosar z razlagami tekstilnih izrazov je sestavila kot pomoč prevajalcem in študentom tekstilstva in prav zaradi le-teh je na koncu diplomskega dela vključila tudi slovenski indeks. Glosar vsebuje preko 240 angleških besednih zvez in njihovih prevodnih ustreznic. Pri tem velja poudariti, da se je avtorica odločila za prevode posameznih besednih zvez in ne zgolj posameznih izrazov, saj je ugotovila, da so prevodne ustreznice določene besedne zveze velikokrat popolnoma drugačne, kot bi pričakovali iz pomena posameznega izraza, kar pa je ključnega pomena za prevajalce. Izrazi v glosarju so sicer povezani s tkanjem in predenjem, vendar pa besedne zveze zajemajo tudi širši spekter uporabe. Pri sestavljanju glosarja je diplomantka vseskozi sodelovala s strokovnjaki na področju tekstilstva na Oddelku za tekstilstvo v Ljubljani, pomagala pa si je z dvema enojezičnima angleškima tekstilnima slovarjema (*Textile terms and Definitions in Fairchild's Dictionary of Textiles*), večjezičnim tekstilnim slovarjem *Textile Dictionary* in delno tudi z nemško-angleško-slovenskim slovarjem *Tekstilni tehniški slovar* ter s *Tekstilnim leksikonom*.

Študenti Univerze v Ljubljani so spet sodelovali v dobrodelni akciji „Obleci me“

Samostojna akademska skupina (SAS), ki se s svojim že tradicionalnim dolgoletnim delovanjem aktivno vključuje v dobrodelno delovanje, s katerim pomaga deprivilegirani mladini, je letos zbrala kar 3325 evrov, ki jih je namenila Zvezi prijateljev mladine Moste-Polje.

Študentom in javnosti že znana dobrodelna akcija, poimenovana „Obleci me“ je tudi letos potekala na vseh fakultetah Univerze v Ljubljani. Študentke in študenti so na svoji fakulteti lahko dajali prostovoljne prispevke za omenjeni namen, če so prispevali pet evrov ali več, pa jim je Samostojna akademska skupina v zahvalo podarila majico z različnimi hudomušnimi napisi. Kot je bilo že omenjeno, smo letos zbrali rekorden znesek, na kar smo še posebej ponosni. Največja zahvala pa gre prav študentom celotne ljubljanske univerze, ki so po svojih najboljših močeh pripomogli k uspehu celotne akcije.

Predsednik SAS Tomaž Stritar je ob tej priložnosti poudaril: „Akcija Obleci me je tudi letos več kot uspela. Rekorden znesek, ki smo ga podarili Zvezi prijateljev mladine Ljubljana, kaže, da dobrodelnost študentom nikakor ni tuja. Predvsem pa bi se rad v imenu Samostojne akademske skupine zahvalil študentom. Nedvomno bomo take in podobne akcije nadaljevali, saj čutimo, da lahko mladini spremenimo prihodnost na boljše.“

Zato se ob tej priložnosti iskreno zahvaljujemo tudi dekanom in celotnim vodstvenim kolektivom fakultet, da so nam omogočili izvajati našo dobrodelno akcijo, s katero smo mladim iz nespodbudnih družinskih okolij vsaj trenutno nakazali lepši pogled v prihodnost.

Samostojna akademska skupina (SAS)

Diplomska, magistrska in doktorska dela

Univerza v Ljubljani
Naravoslovnotehniška fakulteta
Oddelek za tekstilstvo

Visokošolski strokovni študij grafične tehnike

MALI, Ana. *Uporaba EPDM gumi prevlek na plastiko z UV tiskarskimi barvami*. Ljubljana, september 2008. Mentor v. pred. mag. Gorazd Golob.

ČUJEŠ, Hajdi. *Mednarodna korekturna znamenja*. Ljubljana, september 2008. Mentorica doc. dr. Možina Klementina.

ANDREJC, Erika. *Ročni in strojni nanos emulzije v sitotisku*. Ljubljana, september 2008. Mentor v. pred. mag. Gorazd Golob.

OKORN NOVAK, Nenad. *Klasična in digitalna fotografija*. Ljubljana, september 2008. Mentor red. prof. Darko Slavec.

BARIČ, Jurij. *Fotorealistični pogled na okolje kot prostor bivanja*. Ljubljana, september 2008. Mentor red. prof. Darko Slavec.

REMIC, Lea. *Analiza tiskovnih lastnosti različnih gumijevih prevlek za tisk na aluminijasto embalažo*. Ljubljana, september 2008. Mentor v. pred. mag. Gorazd Golob.

MODIC, Gašper Rajko. *Projektne načini dela v grafičnih podjetjih*. Ljubljana, september 2008. Mentorica doc. dr. Možina Klementina.

GRAČNER, Branka. *Vidnost panojskih plakatov*. Ljubljana, september 2008. Mentorica doc. dr. Možina Klementina.

RUČIGAJ, Domen. *Tipografija v avtomobilizmu*. Ljubljana, september 2008. Mentor red. prof. Dušan Kirbiš.

KAMIN, Andreja. *Uporabniško-centrična zasnova miselnih iger za mobilne telefone*. Ljubljana, september 2008. Mentor doc. dr. Bojan Petek.

ŠUKLAR, Peter. *Metelkova skozi objektiv*. Ljubljana, september 2008. Mentor red. prof. Darko Slavec.

MARAŽ, Tina. *Digitalna fotografija in ustvarjalne možnosti Photoshopa CS2*. Ljubljana, september 2008. Mentor red. prof. Darko Slavec.

Visokošolski strokovni študij tekstilne tehnike

KOROŠEC, Jernej. *Problemi odsesavanja ε-kapro-*

laktama v predilni liniji. Ljubljana, september 2008. Mentorica doc. dr. Tatjana Rijavec.

ZUPAN, Maja. *Interakcije barvilo-tenzid v vodni raztopini neionskega tenzida Tween 20*. Ljubljana, september 2008. Mentorica izr. prof. dr. Barbara Simončič.

Visokošolski strokovni študij konfekcijske tehnike

STRMEC KASTELIC, Tanja. *Odejice za dojenčke*. Ljubljana, september 2008. Mentorica doc. dr. Tatjana Rijavec.

POTOČNIK, Katarina. *Dekorativne tkanine za dom*. Ljubljana, september 2008. Mentorica izr. prof. dr. Diana Gregor-Svetec.

Univerzitetni študij tekstilne tehnologije

CVIJIN, Danijela. *Vpliv apreture s srebrom na lastnosti bombažne tkanine*. Ljubljana, september 2008. Mentorica izr. prof. dr. Barbara Simončič.

ŠPIČKA, Nina. *Analiza celuloznih vlaken kemičnega izvora z diferenčno dinamično kalorimetrijo in fluorescenčno mikroskopijo*. Ljubljana, september 2008. Mentor doc. dr. Andrej Demšar.

Univerzitetni študij tekstilstva in grafične tehnologije – smer tekstilstvo

BEDNJAČ, Jasna. *Optimizacija tiskanja bombažnih tkanin z redukcijskimi barvili z uporabo statističnega programa za načrtovanje eksperimentov*. Ljubljana, september 2008. Mentorica izr. prof. dr. Petra Forte.

ZOR, Špela. *Vpliv apreture na maskirni tisk bombažne tkanine z redukcijskimi barvili*. Ljubljana, september 2008. Mentorica izr. prof. dr. Barbara Simončič.

Univerzitetni študij tekstilstva in grafične tehnologije – smer grafika

KRUMPAK, Gorazd. *Izdelava uporabniškega vmesnika za program ARGYLL CSM*. Ljubljana, september 2008. Mentorica doc. dr. Tadeja Muck.

CESAR, Tina. *Tiskovna prehodnost pri hibridnih, digitalnih tehnologijah tiska*. Ljubljana, september 2008. Mentorica doc. dr. Tadeja Muck.

VRČKOVNIK, Hana. *Izzivi promocije 3D tehnologije tiska*. Ljubljana, september 2008. Mentorica doc. dr. Tadeja Muck.

SOMRAK, Polona. *Pregled uporabniško-centričnega medijskega komuniciranja: od RSS do semantičnega svetovnega spleta*. Ljubljana, september 2008. Mentor doc. dr. Bojan Petek.

PUŠNIK, Nace. *Čitljivost pisav razvedrilnega programa TV Slovenija*. Ljubljana, september 2008. Mentorica doc. dr. Možina Klementina.

Univerzitetni študij oblikovanja tekstilij in oblačil

ROJNIK, Simona. *Grška boginja Gaja v krpankah*. Ljubljana, september 2008. Mentor red. prof. Darako Slavec.

OGRIZEK, Manca. *Urbana kolekcija*. Ljubljana, september 2008. Mentorica izr. prof. Almira Sadar.

Univerza v Mariboru
Fakulteta za strojništvo
Oddelek za tekstilne materiale in oblikovanje

Visokošolski strokovni študij tekstilstva

BRAČIČ, Matej. *Karakterizacija amino skupin na bombažni tkanini modificirani s hitozanom*. Maribor, september 2008. Mentorica doc. dr. Lidija Fras Zemljč.

BRGLEZ, Nina. *Redovna oblačila šolskih sester Sv. Frančiška Kristusa kralja in sester uršulink*. Maribor, september 2008. Mentorica viš. pred. mag. Marta Abram Zver.

GRIČNIK, Natalija. *Analiza uporabnih lastnosti tkanin za zavese*. Maribor, avgust 2008. Mentorica doc. dr. Simona Jevšnik.

HRASTNIK, Jožica. *Primerjava virtualnih in primerjalnih oblačil*. Maribor, september 2008. Mentor izr. prof. dr. Zoran Stjepanovič.

MENCIGAR, Silvija. *Razvojne značilnosti evropske oblačilne kulture 18. stoletja*. Maribor, september 2008. Mentorica doc. dr. Gabrijela Fužir Bauer.

Univerzitetni študij tekstilstva

FICKO, Tamara. *Primerjava dejansko in virtualno izdelanih poročnih oblek*. Maribor, september 2008. Mentorica red. prof. dr. Jelka Geršak.

KOMPOLŠEK, Katja. *Primerjava učinka čiščenja odpadnih vod na veliki in malih čistilnih napravah*. Maribor, september 2008. Mentorica izr. prof. dr. Aleksandra Lobnik.

KRAŠOVEC GOJKOŠEK, Dragica. *Rokovanje s fleksibilnimi materiali v proizvodnji tekstilnih izdelkov*. Maribor, avgust 2008. Mentor izr. prof. dr. Karl Gotlih.



Foto: Boris Beja

Art as bread, kruh kot umetnost

Kruh, pan, hljeb, brot, pain, hleb, bread, bröd, pane ... mnogo imen, a vse z istim pomenom. Naj bo polnozrnat, koruzen, ajdov, ržen, rižev, sojin ali pšenični. Vsak je dober, vsakdo ima svojo predstavo o njem in vsakega obedujemo na svojevrsten način in upanju, da nam ga na mizi nikoli ne zmanjka.

Tako kot ima vsaka mama v domačem ognjišču svoje načine priprave in obrede ob kruhu, so se v Slovenskem etnografskem muzeju predstavili različni umetniki, ki so to svoje izročilo in dobrino predstavili v najrazličnejših izdelkih, materialih, sporočilih in idejah. Razstava je zaokrožala različne poglede na kruh in jih ob enem združevala pod skupnim imenovalcem in naslovom, kruh kot umetnost in umetnost kot kruh.

Ideja in zasnova tovrstne razstave se je porodila ob prelomu tisočletja v Rusiji. Ob reki Nevi v St. Petersburgu sta se srečala umetnika, ki sta v muzeju kruha želela pripraviti novo razstavo. Navdihnil ju je razstavljen eksponat, bel hlebec, ki je počival na eni izmed omaric. Kruh kot motiv, ki bi ga lahko prevedli v moderno umetnost s pridihom tradicionalnosti, se je razširil v mednarodni projekt. Z vsako razstavo se projekt širi in dopolnjuje z novimi izdelki in njihovimi avtorji. Želja ustanoviteljev projekta je, da bi se le-ta širil in s tem ljudi privedel do razmišljanja o kruhu tudi kot o umetnosti.

Koordinatoriki mednarodnega projekta v Sloveniji sta bili predavateljici oddeleka za tekstilstvo Naravoslovnotehniške fakultete v Ljubljani, Marija Jenko in Tanja Nuša Kočevar, ki sta se že leta 2006 ob postavitvi istoimenske razstave na Finskem odzvali povabilu k sodelovanju. Slovenski etnografski muzej v Ljubljani je predlog razstave sprejel kot izziv in zgodilo se je: umetnost kot kruh/kruh kot umetnost, sedma v nizu doslej izvedenih ponovitev projekta. Skozi šest do sedaj izvedenih razstav o kruhu, ki so bile v Sankt Petersburgu, Kostromi, Helsinkih, Tolousu, Frederisvearku in Virratu, se je zvrstilo veliko umetnikov, ki so ostali zvesti svoji inovativni naravi.

Projekt poteka samoiniciativno in ga običajno organizirajo domači umetniki, gostitelji. Avtorji projekta so mednarodno priznani umetniki s širokim

opusom del. Nekateri med njimi so vključeni v projekt že od samega začetka, tem pa se od države do države pridružujejo novi, ki so najpogosteje iz države gostiteljice.

Razstava je bila večplastna. Njena zasnova je temeljila na izvorišnih sodobnih likovnih umetnostih, izvedene z različnimi tehnikami in mediji. Kruh kot motiv je bil upodobljen v plastiki, inštalacijah, videu, tekstilu, animaciji, grafični umetnosti, slikarstvu, fotografiji, keramiki, oblikovanju oblačil, tekstilij, papirju, skulpturi ... Na eni strani smo lahko predmete opazovali kot etnološke, umetniške rešitve, na drugi strani pa so nam umetniki podajali odgovore v prenesenem pomenu, kaj je njihov vsakdanji kruh in kako se s svojim delom preživljajo.

Kruh VII, predstavljen v Slovenskem etnografskem muzeju, je združil enatrideset avtorjev iz vsega sveta. Enatrideset izročil, trideset načinov priprave, trideset interpretacij kruha. Trideset etnografskih ozadji, izkušenj in predstav, trideset sanj, razmišljanj, poklicev in izobrazb. Trideset izročil in spominov domačega ognjišča. Dobršen del slovenskih avtorjev na razstavi so bili predavatelji Naravoslovno tehniške fakultete v Ljubljani, Katedre za oblikovanje tekstilij in oblačil. S svojimi izdelki so se predstavili Alenka Kham Pičman iz Slovenije, Alet Pilon iz Nizozemske, Almira Sadar iz Slovenije, Alvaro Botella iz Španije, Amir Muratović iz Slovenije, Ana Morolin iz Italije, Annu Vertanen iz Finske, Bente Holm Lauridsen iz Danske, Ciempies iz Španije, Colomba Leddi iz Italije, Darko Slavec iz Slovenije, Irona Yablochkina iz Rusije, Jaana Pesonen iz Finske, Jorie Johnsonn iz ZDA, Juh Okano iz Japonske, Kaarina Kellomaki in Kirsi Ninimaki iz Finske, Madeleine Edberg iz Španije, Marija Jenko in Metka Vrhunc iz Slovenije, Natalia Beltiukova iz Rusije, Paul Jensen iz Danske, Paul Martin iz Velike Britanije, Paula Susitaival iz Finske, Pertti Kalin iz Finske, Tanja Nuša Kočevar, Tjaša Avsec in Vanja Hočevar iz Slovenije, Vera Noskova iz Rusije in Vera Sešlar iz Slovenije.

Marija Jenko se je lotila drugega dela naslova razstave. Izpostavila je problem umetnika, ki se mora za svoj vsakdanji kruh prebijati skozi ovire birokracije in dokazovanja. Svojo inštalacijo, kose blaga, je potiskala z različnimi povečanimi obrazci, zahtevami za štipendije, najjavami svojih projektov, kulturnimi programi. Prošnje je postavila v hodnik muzeja, tako da se mora obiskovalec „prikopati“ do drugih umetnin, preneseno, kot se mora tudi umetnik prikopati preko mnogih papirjev, da lahko zasluži svoj kruh.



Foto: Boris Beja

Metka Vrhunc se je na razstavi predstavljala z dvema usnjenima izdelkoma. Ta dva sta posebej oblikovala svež vonj in barvo ravnokar pečenega kruha. Usnjeni jakni sta bili zanimivi predvsem v detajlih. Prva v ramenih in druga v kapuci. Tudi usnjarska industrija je bila predmet kruha mnogim družinam v Sloveniji.

V Slovenskem ljudskem izročilu je s kruhom povezanih veliko rekov in pregovorov. Almira Sadar je oblikovala pekarske majice in nekaj le-teh vključila v svoje izdelke. Na treh majicah tako lahko preberemo reka „dober kot kruh, tudi drobtine so kruh“ in pregovor „Človek pol sveta obteče, najboljši kruh doma se peče“. Motive je na bele majice natisnila ali izvezla. Mlajša umetnica, Tjaša Avsec, je predstavila volumen žemlje, ki ga je povečala in jo spremenila v umetniško telo. Kruh postane meso in njene žemlje so postale telo. Tri predimenzionirana telesa prebada enkrat z bucikami, drugi iz njih rastejo lasje ali pa se na njihovi površini, „koži“ pojavijo krčne žile. Razstavo, ki je bila na ogled od 12. junija do 3. avgusta 2008 v Slovenskem etnografskem muzeju, je dopolnjeval tudi katalog, ki ga je oblikovala Tanja Nuša Kočevar, različica v digitalni obliki, dopolnjena z videom in foto galerijami z otvoritve dogodka in razstave pa je v nastajanju. Obe bosta uporabni kom na voljo v knjižnici Naravoslovnotehniške fakultete in v Narodni in univerzitetni knjižnici v Ljubljani. Za še več informacij pa vam je na voljo tudi spletni naslov www.bread-project.com.

Kruh je dobrina, katerega nikoli ni preveč in ki s svojim svežim vonjem zadovoljuje in nasiti na žalost premalo želodcev svetovne populacije. Kruh potrebujemo in je naša vez z naravo. Žitarice vse pogosteje lahko najdemo tudi kot surovino za goriva. Porajajo se nam nova vprašanja in nove interpretacije kruha. Etnološko, kruh zagotovo izgublja na pomenu, saj so krušne peči in tradicionalno pripravo le tega, zamenjali elektronski in praktični gospodinjski aparati.

Boris Beja

Trenč

Da se zgodovina ponavlja, lahko na svojevrsten način opazimo tudi v oblikovanju. Obujajo se stare rešitve, nekdanje že znanih in uporabljenih modelov, izdelkov. Ponovna obuditev starega je tudi trenč.

Trenč plašč je brezčasen in eden tistih kosov v omari, ki se še danes dobro ujema s tendencami modnih smernic. Oblikovalci osnovna, že znana oblačila razvijajo v novih materialih, variacijah in oblikah.

Trenč se je razvil v drugi polovici 19. stoletja zaradi funkcionalnih potreb, uporabljenih v vojnih razmerah. Veterani so s prihodom iz vojn plašče obdržali v civilnem življenju. Zato so trenči postali v vsakdanjem življenju modni in razširjeni tako v moški kot tudi v ženski garderobi. Med 2. svetovno vojno zaradi mobilnega načina bojevanja trenč plašč ni bil več tako uporaben. V usnjeni različici ga opazimo v uniformi nemškega Gestapa. V šestdesetih letih so se s pomočjo razvoja tekstilne znanosti razvile nove tehnologije in inovativni materiali, ki so omogočili vodoodbojne, nemečkljive in še uporabnejše trenč plašče. Trenč plašči ostajajo uporabni in funkcionalni kosi oblačil tudi danes. Trenči so v modi stalnica. Prilagaja se novim materialom in oblikovalskim rešitvam, izrazom ter osebni interpretaciji mode.

Svoje interpretacije, preučevanja in spoznanja o trenču so ustvarili tudi študenti Naravoslovnotehniške fakultete, Univerza v Ljubljani, Oddelek za tekstilstvo, oblikovanje oblačil. Plašči so se prvič predstavili 12. junija 2008 v KUD France Prešeren z naslovom TRENČ / Francoski večer in drugič v sklopu Meseca oblikovanja, na modnem bazarju, na Ljubljanskem gradu, 23. in 24. oktobra.

Pod mentorstvom izr. prof. Almir Sadar in tehnične sodelavke Olge Marguč, so se na Francoskem večeru s svojimi plašči predstavili naslednji študentje: Anže Kavčič, Ana Peternel, Svetlana Barbič, Alenka Pahor, Mojca Zajec, Kaja Tomšič Posavec, Nataša Erič, Dejan Krajnik, Nena Florjančič, Urška Grahovac, Tine Racman, Špela Hvale, Urška Bizjak, Tina Gabrijelčič, Zora Škrkulja, Jana Blazek, Katja Ravnak, Katja Žagar, Ingrid Jeram, Martina Sušec, Mateja Premrl, Martina Črtič, Mateja Orožim, Nena Grohar, Nuša Anžel, Saša Nemeč, Nina Oven.

Z idejno zasnovo, raziskovanjem so študenti začeli spomladi. Zamisli za oblačila so črpali iz klasične zasnove trenčev oz. njihovih osnovnih značilnosti in krojnih delov, detajlov, namena uporabe. Poleg tega so si poiskali navdih še v različnih zgodovinskih obdobjih, umetnosti, že obstoječih oblačilih, arhitekturi, znanosti, naravi, različnih osebah itd. Pri skiciranju in nato izbiri modelov so se osredotočali na obliko plaščev, njihovo funkcionalnost, inovativnost v dizajnu in nosljivost ter povezanost ko-

lekcije. Paziti so morali tudi, da ohranijo vsaj nekaj osnovnih značilnosti plašča, kot so material, različni detajli, krojni deli (npr. epolete, zaponke, dvoredno zapenjanje, ovratniki, pasovi, žepi, razporki ...), „duh“ trenča tako, da so plašči kljub drugačnemu materialu in oblikovanju še vedno uporabni in razpoznavni kot trenč plašči.

Vsak študent je naredil kolekcijo okrog 15 plaščev v obliki modne in tehnične skice. Enega od teh so nato s pomočjo mentorice izvedli v belem poskusnem materialu. Še preden so študenti izdelali končni model, so se najprej preizkusili pri poskusnem modelu ali z izvedbo detajla na plašču. S tem so preverili njegovo funkcionalnost in uporabnost. Vsi plašči so bili narejeni v izbranih belih materialih. Plašči so bili izdelani brez notranje podloge, tako da se lahko vidi njihova izdelava, vse plasti medvlog, različni načini izdelave, šivi ...

Bele plašče bo Katedra za oblikovanje tekstilij in oblačil predstavila še v obliki elektronske publikacije z naslovom *Trenč*. Pripravlja jo Boris Beja, fotografije zanjo pa je posnel Peter Koraca.

Naj bo jesen ali pomlad. Naj bo dež ali veter. V trenč plašču nam je vedno lepo. Pravijo, da moda v svojem najširšem pomenu uteleša dušo in stanje svojega časa. Trenč ni izjema, lahko bi rekli, da je brezčasen. Medtem ko je bil nekoč uporabljen kot uniforma, je danes znak individualnosti. Obleka dobi svojevrstno podobo in noto s človekom, ki jo nosi.

Boris Beja



Foto: Boris Beja



Ekскурzija ljubljanskih tekstilcev v Prekmurje



Letošnji jesenski izlet ljubljanskega društva tekstilcev je po dolgih letih privabil zavidljivo število udeležencev. K temu je gotovo pripomogel vabljen program za obisk Prekmurja, ki nam ga je pripravil in ga vodil naš član društva, sicer pa rojen Prekmurec g. Štefan Trajbarič: že med vožnjo v ta del Slovenije smo lahko od njega slišali zanimive podrobnosti, ki jih ni mogoče zaslediti v „uradnih“ turističnih vodnikih. Nedvomno pa je bilo več zanimanja za izlet tudi zato, ker je bil napovedan ogled podjetja Mura. Dejstvo je, da za tekstilce obisk Prekmurja ne more biti popoln, če si ne ogledamo te naše tovarne ali če se vsaj ne ustavimo v njihovi prodajalni.

Tako smo iz prve roke dobili informacijo o trenutnih razmerah v tem podjetju in o njegovih poslovno-proizvodnih načrtih (predstavlja sta nam jih Darja Odar, izvršna direktorica splošno-kadrovskega področja, in član uprave Dušan Gomboc). Mura je s 3700 zaposlenimi še vedno največje podjetje za oblačilno proizvodnjo v Evropi. V Nemčiji imajo svojo družbo Trendline, ki trži dve njihovi blagovni znamki (Carla Degen in Classic) za ženska oblačila (kostime, jakne in plašče). Pred nekaj leti so ustanovili dve družbi, kjer razvijajo in izdelujejo izdelke visokocenovnih svetovnih in domačih blagovnih znamk. Imajo močno lastno maloprodajno mrežo, ki vključuje 75 prodajnih mest doma in še v dvanajstih evropskih državah.

V svojem poslovnem načrtu dajejo poudarek razvoju oblačil, pripravi kolekcij, torej visokozahtevni storitvi za vrhunske blagovne znamke (te celovite storitve vključujejo oblikovanje, razvoj modelov, izdelavo krojev tja do izdelave prototipov in pripravo kolekcij ter končno proizvodnjo oblačil). V petih specializiranih obratih proizvajajo različne vrste oblačil (v enem npr. samo Bossovo kolekcijo, potem moške obleke, plašče, ženska oblačila itd.). Sicer pa je 20 odstotkov njihovih zmogljivosti namenjenih za proizvodnjo lastnih blagovnih znamk, večji del torej za tuje partnerje. Murini poslovni partnerji spadajo v višji cenovni razred, na tem v Muri gradijo svojo poslovno in razvojno usmeritev. Celoten proizvodni program je zelo širok in zahteven (proizvodnja od bluzic tja do šivanja krznenih plaščev),

serije določenih izdelkov pa so čedalje manjše: ob tem da naredijo na leto okoli 1,6 milijona različnih kosov oblačil, je povprečni delovni nalog ene vrste oblačila od 70 do 90 izdelkov v različnih barvah in velikostnih številkah.

Mura ima dovolj visokokakovostnih in usposobljenih kadrov na področju tehnologije, modeliranja in oblikovanja, ki zagotavljajo vrhunsko kakovost izdelkov. To je njihova prednost, ki jo bodo po besedah sogovornikov še krepili in razvijali. Znanje je tisto, kar Muro rešuje. Murino proizvodnjo v živo smo si ogledali v njihovem obratu moških oblačil, ki nam jo je predstavila Brigita Vučina Flisar, vodja obrata. V tem obratu naredijo 1300 kosov moških oblačil na dan.

Obisk podjetja smo seveda nadgradili z nakupi v njihovi bogato založeni industrijski prodajalni in se potem odpravili do grajskega poslopja v Murski Soboti, kjer smo najprej obiskali Pokrajinski muzej (pred leti je bil razglašen za evropski muzej leta); v strnjeni obliki smo spoznali kratko zgodovino pokrajine ob Muri, da pa je bil vtis še bolj avtentičen, nam je vodnik to pripovedoval v izvirni, lepo pojoči prekmurščini. Po ogledu smo se odpeljali do 10 kilometrov oddaljene Bogojine. Tam smo si najprej ogledali znamenito Plečnikovo cerkev Gospodovega vnebohoda, nato pa se zapeljali na bližnji vinorodni hrib, kjer so, kot je rekel g. Trajbarič, za naš „telesni blagor“ poskrbeli na turistični kmetiji in v vinski kleti Puhan.

Nazaj grede smo zavili še v bližnje Filovce, kjer so razkazali muzej v naravi – „lončarsko vas“, lončevino pa smo lahko tudi kupili; nekaj naših članov se je pod inštruktorstvom filovskega lončarja preizkusilo v izdelavi lončene posode ...

Lep dan je bil kar prekratek, da bi si v tem delu Slovenije lahko ogledali še kakšen prekmurski „biserček“.

Anica Levin



Foto: Franci Hrastar in Stane Istenič

Evropska proizvodnja netkanih tekstilij za sedem odstotkov večja

Po podatkih evropskega združenja za netkane tekstilije EDANA v Bruslju se je proizvodnja netkanih tekstilij v večjem delu Evrope (zahodni, srednji in vzhodni Evropi, Turčiji in državah Skupnosti neodvisnih držav) v letu 2007 povečala za okoli 7,3 % in je znašala 1.654.200 ton (v letu 2006 je znašala 541.600 ton), kar pomeni 7,1-odstotno letno rast. Povprečna cena netkanih tekstilij se je znižala za skoraj 2 %, in sicer s 3,34 evra na 3,27 evra za kilogram. Skupni promet evropske industrije netkanih tekstilij v letu 2007 je ocenjen na približno 5.410 milijonov evrov. Med različnimi postopki, ki se uporabljajo za učvrstitev suho položenih netkanih tekstilij, se je za 10 % povečal postopek iglanja, najvišji delež rasti (10,1 %) pa je bil dosežen pri postopku učvrstitve z vodnim curkom. Postopek ekstrudiranja netkanih tekstilij (*spunbond* in *meltblown*) kaže tudi v letu 2007 skoraj 9-odstotno rast. Z zračnim curkom položene netkane tekstilije so v primerjavi z letom 2006 imele izjemno, kar 10,4-odstotno rast, kar je treba v glavnem pripisati povečani dobavi področju higijene. To je tudi trg, ki ostaja največji porabnik netkanih tekstilij s 33-odstotnim deležem, kar je 538.100 ton (7,4-odstotno povečanje). V letu 2007 se je poraba netkanih tekstilij najbolj povečala (za 14,8 %) v gradbeništvu in stavbarstvu/krovstvu (za 11 %), sledijo vse vrste krp (za 10,7 %).

Polipropilen je še naprej najpomembnejši polimer, ki se uporablja v evropski industriji netkanih tekstilij. Poraba polipropilena znaša 812.863 ton, kar je 47,7 % vse porabe polimerov, čeprav ima najvišjo rast (10,4 %) ponovno poliester.

Leta 2007 se je pozitivna bilanca izvoza in uvoza netkanih tekstilij povečala. Vseh 27 članic EU skupaj je izvozilo 246.893 ton netkanih tekstilij (216.599 ton leta 2006) v vrednosti skoraj milijarde evrov, kar pomeni za 14 % večjo količino in za 8,4 % večjo vrednost v primerjavi z letom poprej. Ta pozitivna trgovinska bilanca pri netkanih tekstilijah se je v letu 2007 celo povečala za 20 % in dosegla sko-

raj 0,5 milijarde evrov, medtem ko se je trgovinski primanjkljaj celotnega tekstilnega področja EU povečal za skoraj 33 % in je znašal 2,8 milijarde evrov.

Vir podatkov:

Melliand International 4/2008

Konkurenčnost kitajskih oblačil pada

Poročilo *Textiles Intelligence* pravi, da Kitajska izgublja konkurenčno prednost pri oblačilih in tekstilijah. Samo v prvem četrtletju leta 2008 se je uvoz iz Kitajske v primerjavi z enakim obdobjem leta 2007 zmanjšal za skoraj 10 % in je bil vreden 4,43 milijarde ameriških dolarjev. Z vidika kitajske valute je padec celo večji (17 %). Padec konkurenčnosti je posledica naraščajočih stroškov na vseh ravneh – od višjih stroškov energije in surovin, s katerimi se soočajo proizvajalci po vsem svetu, do stroškov, povezanih z zakonodajo pri varovanju okolja. Hkrati postajajo tudi predpisi o delovnih razmerah, ki jih mora upoštevati kitajska industrija, čedalje strožji.

Vir podatkov:

Melliand International 4/2008

Rusko-evropska tekstilna zveza

Zahodnoevropska tekstilna in oblačilna podjetja nameravajo povečati svoj tržni delež na ruskem trgu. Za ta namen so ustanovili rusko-evropsko zvezo (RETA) in jo konec junija 2008 tudi predstavili v Moskvi. Zlasti nemški proizvajalci pričakujejo več priložnosti za prodajo in sodelovanje na ruskem trgu, ki postaja čedalje pomembnejši. Velike možnosti so pri tehničnih tekstilijah za zdravstvo, avtomobilsko in gradbeno industrijo. Rusija je bila najpomembnejši tuji trg nemške tekstilne in oblačilne industrije zunaj Evrop-

ske unije. Leta 2007 je znašal izvoz približno milijardo evrov (leta 2006 pa 700 milijonov evrov).

Ruski izvoz in uvoz tekstilnih in oblačilnih izdelkov:

Uvoz	2006	2007
- bombažno blago (mio m ²)	160	232
- pletenine in tekstilna oblačila (mio US\$)	1.691	3.092
- bombažna vlakna, nemikana (1.000 ton)	296	255
Izvoz		
- bombažno blago (mio m ²)	379	297

Vir podatkov:

Državni statistični urad, Rusija
Melliand International 4/2008

Svetovni trgi za tekstilne izdelke za notranjo opremo do leta 2012

CIRFS (evropska organizacija za kemična vlakna) s sedežem v Bruslju je pripravila pisno poročilo o svetovnih trgih za tekstilne izdelke za notranjo opremo, kamor spadajo preproge, posteljnina, brisače, prti, zavese in blago za blazinjenje pohištva. Z naraščanjem števila stanovanjskih stavb se povečuje tudi potencialni trg za te izdelke. Statistike in analize, ki jih predstavlja poročilo, podajajo jasno, celostno sliko razvoja gospodinjskih tekstilij, izdelkov za notranjo opremo in talnih oblog do leta 2012. Poročilo podrobno analizira družbeno-gospodarske dejavnike, ki bodo vplivali na trge izdelkov za notranjo opremo v prihodnjih petih letih. Podaja tudi informacije o vplivu cene in trgovinskih sporazumov, ki so podprte z natančnimi statističnimi analizami proizvodnje, porabe in izvoza za najpomembnejše države in regije.

Poročilo je objavil Textile Intelligence. Izvod poročila lahko naročite na telefonski številki +44 (0) 162 553 61 36, po faksu: +44 (0) 162 553 61 37 ali elektronski pošti: editorial@textilesintelligence.com.

Padec svetovne proizvodnje bombaža

Svetovna proizvodnja bombaža se je v sezoni 2007/08 zmanjšala za en odstotek, na 26,3 milijona ton, v sezoni 2008/09 pa je pričakovati še nadaljnji 5-odstotni padec, na 24,9 milijona ton. Kljub precejšnjemu zvišanju mednarodne cene bombaža v sezoni 2007/08 je v sezoni 2008/09 zaradi konkurence drugih posevkov predvideno 4-odstotno zmanjšanje svetovne pridelovalne površine bombaža, tako da bo merila le še 32,1 milijona hektarov. Tako bo proizvodnja ameriškega bombaža po predvidevanjih znašala 3,1 milijona ton, kar je 26 odstotkov manj kot v prejšnji sezoni. Proizvodnja naj bi se precej zmanjšala tudi v Turčiji, na Kitajskem in v Braziliji. Po ocenah ostaja poraba svetovnih predilnic bombaža v sezoni 2007/08 nespremenjena, to je 26,7 milijona ton, v sezoni 2008/09 pa naj bi se zmanjšala za en odstotek, na 26,4 milijona ton, in to zaradi počasnejše gospodarske rasti in višjih cen bombaža v primerjavi s poliestrom.

Vir podatkov:

Melliand International 4/2008

Pozitivno leto za švicarsko tekstilno in oblačilno industrijo

Po ocenah švicarskega tekstilnega združenja je bilo leto 2007 na splošno pozitivno za švicarsko tekstilno in oblačilno industrijo. Prodaja tekstilnih in oblačilnih izdelkov se je že drugič zapored povečala za pet odstotkov in je znašala 4,34 milijarde švicarskih frankov, število zaposlenih na tem področju pa se je povečalo za 3,8 odstotka, na 16.400 zaposlenih (v tekstilnem sektorju 11.200 zaposlenih, v oblačilnem sektorju 5.200 zaposlenih). Izvoz izdelovalcev kemičnih vlaken se je povečal za 9,5 odstotka in dosegel vrednost 52,2 milijona švicarskih frankov. Razlog za takšen uspeh so posebni

in ekskluzivni izdelki. Dve predilnici, ki še obratujejo v Švici, sta ohranili prodajo približno na predlanski ravni, in sicer tako po količini kot po vrednosti. Izvoz tkanin in pletenin se je povečal za 6,5 odstotka, izstopajo pa predvsem svilene tkanine (+15,3 odstotka), medtem ko je bil prava uspešnica bombaž s 6.200 tonami (273 milijoni švicarskih frankov). Prodaja tekstilnih plemenitilnic se je povečala za 4,2 odstotka in je znašala 125 milijonov švicarskih frankov.

Vir podatkov:

Melliand International 3/2008

Deset največjih v evropski tekstilni industriji v letu 2007

Nemška revija *TextilWirtschaft* je objavila seznam največjih tekstilnih proizvajalcev v Evropi v letu 2007. Vsi podatki temeljijo na informacijah, ki so jih posredovali podjetja, združenja in tuje gospodarske zbornice. Seznam ne vključuje izdelovalcev kemičnih vlaken. Pri proizvajalcih preje in blaga, ki hkrati izdelujejo tudi kemična vlakna, delež kemičnih vlaken ni upoštevan. Kljub približno 5-odstotnemu zmanjšanju prometa ostaja največje evropsko tekstilno podjetje britanski Coat Holding. V letu 2007 se je promet desetih največjih podjetij zelo razlikoval – od -0,8 % do +15 %. Pri tem je 75 % podjetij imelo pozitiven razvoj, 5 % podjetij pa nespremenjen promet.

Največji evropski proizvajalci v letu 2007 (razvrščeni po vrednosti prodaje, v mio €):

1. Coat Holding (preja/pletenje), V. Britanija, 1226 mio €;
2. Daun Group (preja/tkanine/gospodinjske tekstilije/tehnične tekstilije/preproge), vključno podružnice, Nemčija, 1176 mio €;
3. Sahinler Holding (tkanine/pletanine), Turčija, 1100 mio €;
4. Domo Group (gospodinjske tekstilije/ tehnične tekstilije), Belgija, 1073 mio €;
5. Koninklijke Ten Cate (tehnične tekstilije), Nizozemska, 886 mio €;

6. Freudenberg Nonwovens Group (netkane tekstilije/ tkanine/pletanine), Nemčija, 816 mio €;
7. Gama Holding (tehnične tekstilije), Nizozemska, 779 mio €;
8. Balta Group (preproge), Belgija, 491 mio €;
9. Borgers Group (tehnične tekstilije), Nemčija, 476 mio €;
10. ERWO Holding (preja/tkanine), Nemčija, 439 mio €;

Vir podatkov:

Melliand International 4/2008

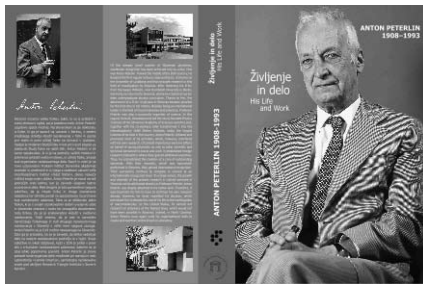
Sodelovanje pri razvoju trajnostnih netkanih tekstilij

Petnajste julija 2008 sta avstrijski Lenzing AG in ameriški Weyerhaeuser Company, eno največjih podjetij z gozdnimi proizvodi, podpisala sporazum o sodelovanju pri razvoju novih netkanih tekstilij iz liocela. Cilj sodelovanja je razvoj tehnologije za široko industrijsko proizvodnjo novega in trajnostnega materiala na osnovi celuloze za industrijsko rabo in osebno nego. Tehnologija bo omogočila zamenjavo surovin na osnovi nafte v netkanih izdelkih s surovinami na osnovi obnovljivih lesnih vlaken.

Vir podatkov:

Melliand International 4/2008

Ob 100-letnici rojstva akademika prof. dr. Antona Peterlina



Ob jubileju je 25. septembra 2008 izšla knjiga: Anton Peterlin 1908–1993, *Življenje in delo*, His Life and Work, ki smo jo uredili: Vili Bukošek, Tanja Peterlin – Neumaier, Janez Stepišnik, Janez Strnad in Saša Svetina, izdala in založila pa Slovenska akademija znanosti in umetnosti (SAZU) in Institut Jožef Stefan (IJS) v Ljubljani. Ob tej priložnosti je bila 25. septembra tudi predstavitev knjige na SAZU in popoldne proslava v IJS, kjer je bil prof. Peterlin njegov prvi direktor, z udeležbo najvidnejših predstavnikov Univerze in znanstvenih institucij doma in iz tujine. Najprej so sledili slavnostni nagovori: direktorja IJS prof. dr. Jadrana Lenarčiča, predsednika SAZU akad. prof. dr. Jožeta Trontelja, dekana FMF akad. prof. dr. Franca Forstneriča, o knjigi je spregovoril akad. prof. dr. Saša Svetina. V nadaljevanju so sledila predavanja in prispevki o akad. prof. dr. Antonu Peterlinu z dvema glasbenima vložkoma Tomaža Lorenca in Jerka Novaka ter video posnetek: Portret akademika prof. dr. A. Peterlina v produkciji RTV SLO.

Prof. Anton Peterlin je zagotovo edini slovenski fizik, ki si je pridobili s svojim delom v svetu najvišji možen strokovni ugled, kar pričajo številne nagrade, priznanja in častni naslovi. Še posebno zanimivo za vse tiste, ki se ukvarjamo z anizotropimi, orientiranimi polimeri, tj. vlakni in folijami, je njegovo delo v drugi znanstveni karieri v ZDA, ko je pričel s pionirskim delom na povsem novem neraziskanem znanstvenem področju nastajajoče fizike po-

limerov v trdnem stanju, na področju orientiranih delno kristalinih polimerov, vlaken. Zato se mi zdi primerno, da se ga spomnimo tudi v reviji, ki je namenjena bralcem, ki se v takšni ali drugačni obliki ukvarjajo z vlakni.

Ker sem v strokovnem delu proslave na IJS ob 100-letnici rojstva zelo poljudno predstavil Peterlinov mikrofibrilni model, menim, da ne bi bilo tudi za bralce revije *Tekstilec* odveč ponatisniti prispevek: *Kratko o mikrofibrilnem modelu* in na tak način skromno poučiti bralce o strukturi vlaknotvornih polimerov.

Kratko o mikrofibrilnem modelu

Dame in gospodje, spoštovani gosti, spoštovani navzoči!

Pravgotovo se strinjate z mano, da v 15 minutah ni mogoče opisati Peterlinovega mikrofibrilnega modela, ki je nastajal 12 let in več. Ne želim vas utrujati z mikrofibrilnim modelom (μ FM), temveč naj le pojasnim zakaj in kako je nastal ta najodmevnejši znanstveni dosežek prof. Antona Peterlina, kaj opisuje in pojasnjuje, kaj omogoča in nudi, kaj pomeni v fiziki delno kristalinih polimerov, ter nenazadnje, kakšen sploh je mikrofibrilni model μ FM.

Najbolj odmeven in zagotovo najpomembnejši znanstveni dosežek akademika prof. dr. Antona Peterlina v njegovi izredno bogati in plodni znanstveni karieri je nedvomno mikrofibrilni molekularni model, kar je tudi zapisal v svoji poslednji avtobiografiji leta 1981.

„Med mojim vodenjem CDL smo razvili v prvi vrsti molekularni model plastične deformacije delno kristalinih polimerov pri enosnem raztezanju, ki prvotno lamelno strukturo preoblikuje v končno vlaknato-mikrofibrilno.“

Zakaj μ FM in njegov nastanek

Ko se je prof. Peterlin po prihodu v ZDA leta 1961 kot direktor Camille Dreyfus Laboratory (CLD) v Research Triangle Institute v Severni Karolini začel ukvarjati s trdnim agregatnim stanjem makromolekul, polimerov, se je takoj srečal z osnovnim vprašanjem: kaj se dogaja na molekularni ravni pri plastični deformaciji polimerov, ki je nujna in se ji ni mogoče izogniti pri njihovi predelavi. Ta problematika je začrtala vsebino raziskovanj v CDL naslednjih 12 let, kolikor je prof. prof. Anton Peterlin vodil omenjeni laboratorij. Namreč poznavanje molekularne organiziranosti na raznih ravneh

– nanometrski, nadmolekulski, mikrofibrilni, makrofibrilni, kar je dejansko model, je nujno za razumevanje obnašanja orientiranih polimerov in njihovih lastnosti v različnih okoliških pogojih.

V tem času je vsaka raziskovalna skupina v svetu skušala pojasniti svoje ugotovitve raziskav na polimerih s svojim ustreznim modelom, vendar vsi ti modeli so bili zelo pomanjkljivi in na trhljih temeljih, ali pa preveč ozki, omejeni, nerealni in so navadno lahko pojasnili le neko specifično raziskovano lastnost. Prof. Anton Peterlin jih je imenoval v svojem značilnem kritičnem stilu „strašila, na katerih ni prav ničesar, kar se ne bi dalo kritizirati“.

Za odgovor, kaj se dogaja pri plastični deformaciji, je bilo potrebno dognati neposredno povezavo med strukturo, morfologijo in lastnostmi orientiranih polimerov. Znanje za nastanek mikrofibrilnega modela (danes v trendu nanotehnologij, bi mu zlahka nadeli ime nanofibrilni) je bilo pridobljeno pretežno v letih 1962–1970 z raziskavami polietilena, PE, in izotaktičnega polipropilena, iPP, njihove morfologije in predvsem orientacije tako izhodne lamelne ali mikrosferolitne strukture, kakor tudi prehodne strukture v makrovratu in končne strukture vlaken z metodami: elektronske mikroskopije (EM), širokokotnega (WAXS) in ozkokotnega sipanja (SAXS) rentgenskih žarkov, ozkokotnega sipanja svetlobe (SALS), dvolomnosti, jedrske magnetne rezonance (JMR), IR spektroskopije in dihroizma, v odvisnosti od razteznega razmerja, hitrosti, temperature raztezanja in mehanskih ter toplotnih obdelav.

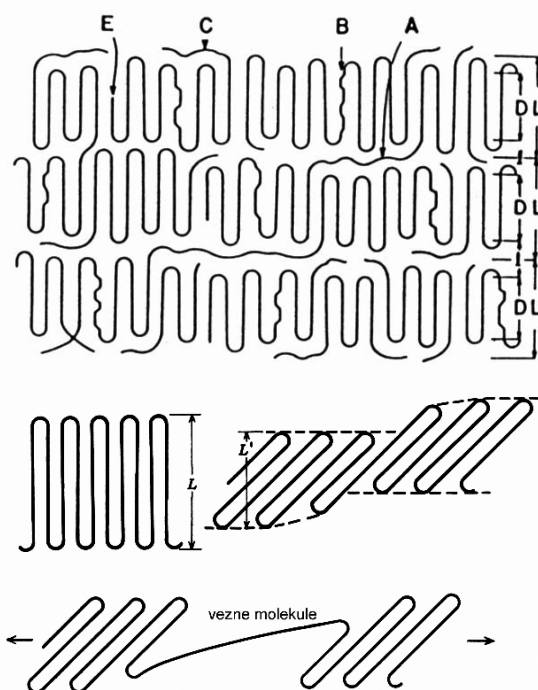
Nastanek μ FM je bil torej logična posledica z leti pridobljenega znanja o poznavanju molekulskega mehanizma plastične deformacije, ki je bilo in je odločilnega pomena za izboljšanje tehnoloških postopkov raztezanja, ekstruzije polimerov, kemičnih vlaken in folij.

Kaj opisuje in pojasnjuje μ FM?

Peterlinov mikrofibrilni model je edini model, ki tudi danes po 37 letih (od prvih začetkov je minilo 43 let) pojasnjuje celovito preoblikovanje kristaline lamelne ali sferolitne strukture v mikrofibrilno. Še več, pojasnjuje celo vrsto lastnosti orientiranih polimerov od njihove stopnje anizotropije. Model nekoliko manj natančno definira le amorfna področja, pa ne tista v mikrofibrilih, ki so jasno opredeljena, temveč predvsem okoli fibrilov. Ta amorfna področja sestavljajo pretežno molekule, ki ne pripadajo fi-

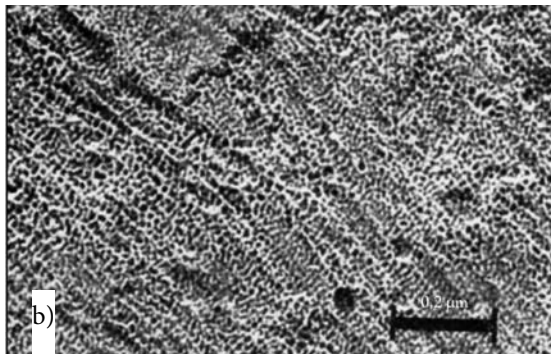
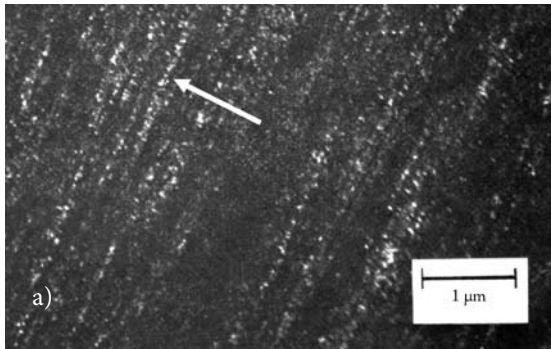
brilom in niso uspele kristalizirati pri oblikovanju zaradi termodinamičnih zakonitosti, tj. velike spremembe konformacijske entropije, $T\Delta S$, zaradi povečanja kristalnosti, kar prepreči nadaljnjo zniževanje proste energije G in ustavi spontano kristalizacijo. Avtor mikrofibrilnega modela v svojem življenjepisu pravi glede amorfne faze, da bi bilo na osnovi njegovih poslednjih raziskovanj difuzije plinov „... potrebno spremeniti temeljni koncept mehanskih lastnosti kakor tudi zlaganja amorfne komponente v delno kristalinih polimerih, če želimo razumeti in opisati opažene pojave difuzije“. Žal je čas prehitel njegovo namero.

Prof. Anton Peterlin je leta 1981 zapisal: „Od samih zgodnjih začetkov raziskovanja plastične deformacije PE smo bili trdno prepričani, da je preoblikovanje iz začetne lamelne v končno fibrilno strukturo mogoče samo z „lomljenjem“ lamel in vključevanjem teh razlomljenih delov v novonastale (morfološke oblike) – mikrofibrile, ki so temeljni element vlaknatih materialov.“



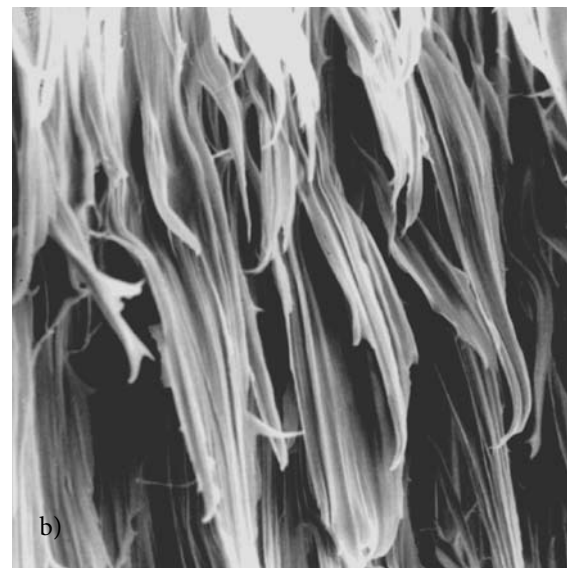
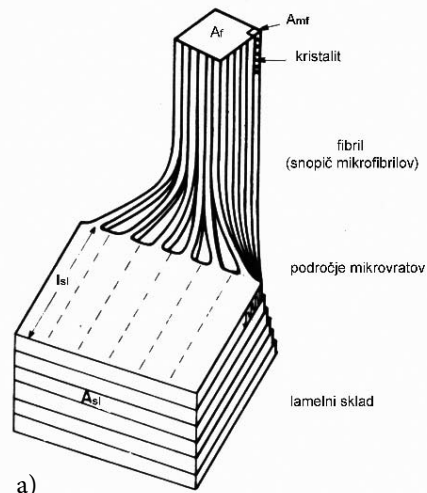
Slika 1. Shema a) lamel in b) segmentnih zdrsov v lameli ter razgradnja le-te na majhne bloke, razlomljene dele lamel; A – prehodne molekule, B – meja med dvema mozaičnima blokoma lamele, C – prosti konec molekule na „amorfni“ površini lamele, D – osrednji kristalini del lamele, E – dislokacija (prosti konec) v kristalinem delu lamele, L – dolga perioda].

To prepričanje nastanka nove morfološke oblike – mikrofibrilov iz začetne lamelne strukture, je potrdila presečna EM v temnem polju, ki je pokazala dosledno zaporedno nizanje kristalinih in amorfnih področij v mikrofibrilih (mF), nastalih pri plastični deformaciji monokristalov PE. (slika 2) Pokazalo se je, da delo raztezne sile ne zadošča, da bi se material pri raztezanju v vratu talil ali izvlekel posamezne linearne makromolekule PE iz lamel. Ta in mnoga druga z leti pridobljena eksperimentalna spoznanja so bila osnova za pravilen model plastične deformacije in transportnih lastnosti raztezanih in toplotno obdelanih polimerov.



Slika 2. TEM slike mikrofibrilov PE a) v temnem polju, odboj ravnin (200) in (110) b) po učinkovanju pare joda 60 °C 24 ur, skala 0,2 μm, kristalit 4 nm, perioda 13,5 nm.

Modul in trdnost mikrofibrilov je posledica napeutih, izravnanih znotrajmikrofibrilnih veznih molekul ($Z\mu FVM$), ki premoščajo amorfná področja med kristaliti, tj. med razlomljenimi bloki lamel. Mikrofibrili so v fibrilu tesno zloženi v snopič, slika 3a. Fibrili pa se združujejo v makrofibrile in oboje je moči videti po pretrgu ali pri cepitvi anizotropnega polimera, slika 3b.

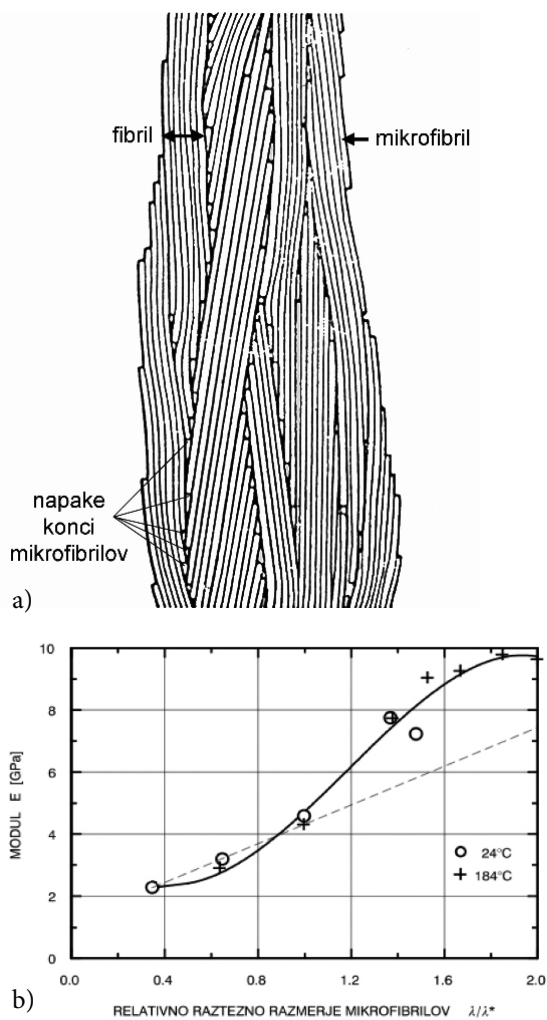


Slika 3. a) Preoblikovanje lamelnega sklada v področju mikrovratov v snopič mikrofibrilov, b) orientirana fibrilna struktura pri cepitvi PA6

Plastična deformacija mikrofibrilne strukture se pojavlja predvsem zaradi strižnega zdrsa fibrilov in v mnogo manjši meri zaradi nadaljnje deformacije močno anizotropnih fibrilov in mikrofibrilov (slika 4a). Izravnajo se predvsem medfibrilne vezne molekule (MFVM), ki prispevajo k povečanju elastičnega modula (mnogo manj k temu prispevajo $M\mu FVM$). Volumski delež MFVM z razteznim razmerjem narašča skoraj linearno in z njim modul; 30–70 GPa (slika 4b).

Natezna pretržna sila pa narašča počasneje, ker je odvisna od napak mikrofibrilne strukture. Zlaganje

mikrofibrilov znotraj vsakega fibrila je popolnejše kakor bočno zlaganje fibrilov, ker se le-ti med seboj mnogo bolj razlikujejo – po orientaciji, po razteznem razmerju, kot pa mikrofibrili znotraj fibrila. Večina mikrofibrilov se konča na zunanji strani fibrila, kar predstavlja lokalne koncentracije napak, ki pomembno vplivajo na pretrg.



Slika 4. Shema plastične deformacije: a) fibrilov, med fibrili se zaradi njihove strižne premaknitve izravnava medfibrilne vezne molekule, b) modul narašča več kot linearno z razteznim razmerjem mikrofibrilov

Na mestih točkovnih praznin na koncih mikrofibrilov ni napetih znotrajmikrofibrilnih veznih molekul ($Z\mu FVM$) in vso obremenitev prenašajo izravnane ($MFVM$) medfibrilne vezne molekule. Ker skozi praznine sila ne deluje, se pretrgajo

($MFVM$) vezne molekule v bližini. Pretrg amorfnih veznih molekul torej ni neposredni vzrok pretrga materiala, temveč je le posledica napak, ki pa posredno s pojavom razpok vzdolž fibrilov pripelje do fibrilnih pretrgov visokoraztezanih polimerov, vlaken.

Kaj omogoča μFM ?

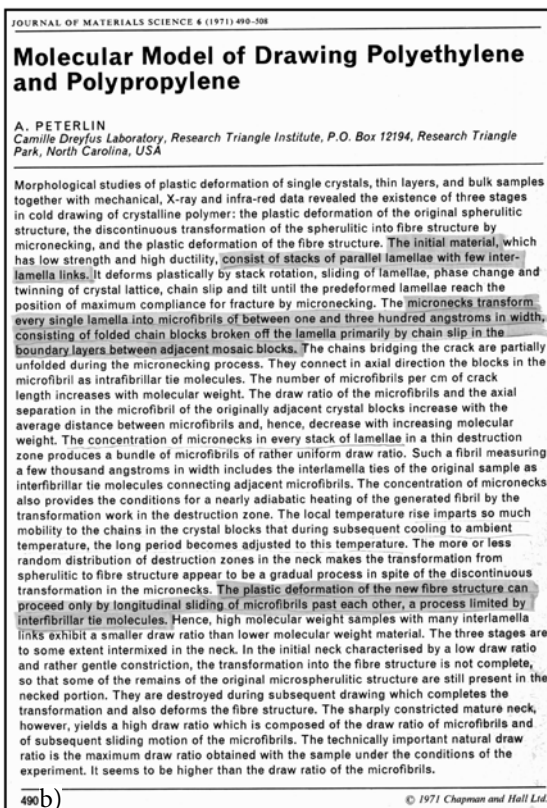
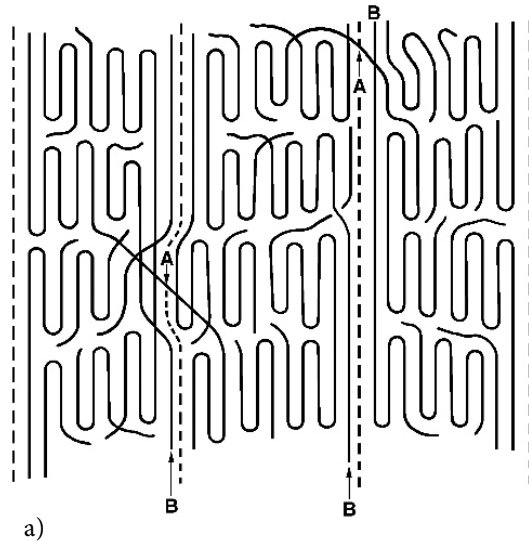
Mikrofibrilni model omogoča nekatere kvantitativne izračune in ocene mehanskih in kemičnih lastnosti orientiranih polimerov na osnovi morfologije in mikromehanike. Peterlinov mikrofibrilni model plastične deformacije termoplastičnih, delno kristalinih vlaknotvornih polimerov, z gibko naravo molekul, je edini model, ki pojasni celostno podobo preoblikovanja lamelne v mikrofibrilno strukturo, pojasni mehanske in druge lastnosti orientiranih polimerov odvisno od njihove stopnje anizotropije, pojasni njihovo obnašanje in spremembe pri toplotnih obdelavah v prostem, v vpetem stanju in po visokem raztezanju, pojasni tudi celo vrsto anizotropnih lastnosti. Model je doživel mnogo eksperimentalnih potrditev in je splošno priznan model plastične deformacije delno kristalinih polimerov.

In kakšen vendar je?

In kakšen že vendar je mFM ? To je dvofazni zaporedni (serijski) mikrofibrilni model nadmolekulske strukture, kjer so kristalini in amorfni predeli v mikrofibrilih nanizani zaporedno (slika 5a). Shema modela nepoznavalcu ne pove veliko, kogar zanimajo podrobnosti, jih bo našel v nekaj prispevkih v monografiji, Anton Peterlin 1908–1993, Življenje in delo, ki sta jo založila SAZU in IJS. Tam je tudi prvič v slovenskem jeziku predstavljen μFM kolikor toliko celostno, čeprav je to le vrh „ledene gore“ plastične deformacije, osrednjega in najpomembnejšega znanstvenega dela akademika prof. dr. Antona Peterlina, za katero je prejel leta 1972 prestižno nagrado High Polymer Physics Prize, Ameriškega fizikalnega društva (APS) ter Bingham Medal, Reološkega društva, Fiber Society Award poleg 16 drugih priznanj in častnih naslovov.

Peterlinova prva objava o mikrofibrilnem modelu (slika 5b) [Peterlin A: Molecular Model of Drawing Polyethylene and Polypropylene, J. Materials Sci., 6 (6), 1971, 490–508.], je citirana 545 krat! in je temeljna za razvoj znanstvene misli o pojavih pri

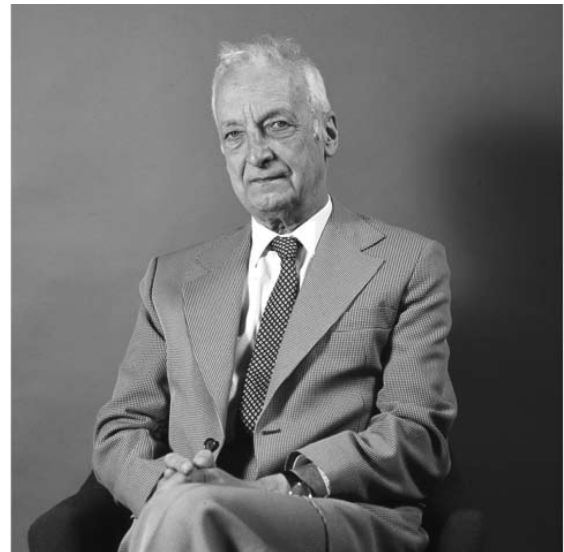
raztezanju, plastični deformaciji delno kristalinih polimerov in izdelavi vlaken visokih modulov, visokozmogljivih vlaken, VZV, in je zato vzrok pogostega citiranja. V letih 1970–1988 je Peterlin s sodelav-



Slika 5. a) Peterlinov mikrofibrilni model vlaknate strukture; A-medmikrofibrilne, B-mikrofibrilne vezne molekule; b) članek o μ FM

ci ali sam na to temo objavil 186 člankov, od katerih jih je bilo 150 citiranih 4172 krat!! To nedvomno izpričuje, kako zelo pomembna dela je ustvaril prof. Peterlin s svojimi sodelavci na področju takrat nastajajoče fizike polimerov in kako pomemben znanstvenik v svetovnem merilu je bil. Glavnina člankov, okoli 80, povezanih s tematiko plastične deformacije in z nastajanjem μ FM, je bila objavljena v letih 1962 do 1970.

Občudovanja vredna je profesorjeva druga znanstvena kariera in dosežki v zrelih letih. Leta 1961 je v 53. letu pričel delovati na povsem novem neraziskanem znanstvenem področju nastajajoče fizike polimerov v trdnem stanju. V desetih letih je dosegel sloves svetovno priznanega znanstvenika, patriarha fizike polimerov, kot ga je imenoval ugledni ruski polimerni fizik Sergej Jakovljevič Frenkelj. V tako kratkem času to zagotovo lahko uspe le najboljšim. Njegovo pionirsko delo pomeni za fiziko polimerov temeljni kamen, na katerem je rasla današnja fizika polimerov.



Akademik prof. dr. Anton Peterlin

Naj končam z mislijo, da smo Slovenci lahko upravičeno ponosni na njegov prispevek v svetovno zakladnico znanja o polimerih, v kateri je z zlatimi črkami zapisano ime fizika, akademika prof. dr. Antona Peterlina, briljantnega teoretika, organizatorja in eksperimentatorja na področju orientiranih polimerov.

Vili Bukošek

Navodila avtorjem

Objava članka v Tekstilcu pomeni, da se vsi avtorji strinjajo z objavo in vsebino prispevka. Za seznanjenje ostalih avtorjev z objavo je odgovoren prvi avtor članka. Avtor prevzema vso odgovornost za svoj članek. Članek ne sme biti v postopku za objavo v kaki drugi publikaciji. Avtor ne sme kršiti pravic kopiranja. Ko je članek sprejet, preidejo avtorske pravice na izdajatelja, saj ta prenos zagotavlja najširše reproduciranje.

Članek naj bo napisan v slovenskem ali angleškem jeziku in se odda glavnemu uredniku v elektronski kot tudi v izpisani obliki. Besedilo naj bo napisano v enem izmed bolj razširjenih urejevalnikov besedil (Word ali Word Perfect) na formatu A4 s presledkom 1,5 in 3 cm širokim robom na oštevilčenih straneh. Digitalni zapis naj bo povsem enostaven, brez zapletenega oblikovanja, deljenja besed, podčrtavanja, avtor naj označi le krepko in kurzivno poudarjanje. Besedilo naj bo napisano z malimi črkami in naj ne vsebuje nepotrebnih okrajšav in kratic. Celotno slikovno gradivo, vključno s tabelami, kemijskimi formulami in pripadajočimi opisi, naj se v izpisani obliki nahaja med besedilom, v digitalnem zapisu pa na koncu celotnega besedila, vendar mora v besedilu biti natančno določeno mesto slikovnega gradiva/tabele ali kemijske formule.

Uredništvo Tekstilca odloča o sprejemu člankov za objavo, poskrbi za strokovno oceno članka in jezikovne popravke v slovenskem in angleškem jeziku. Če je članek sprejet v objavo, se avtorju vrne recenzirani in lektoriran članek. Avtor vnese lektorske popravke in vrne članek prilagojen spodaj napisanim navodilom za pripravo prispevka v Uredništvo. Avtor odda popravljen članek izpisan v enem izvodu na papirju format A4 in v digitalni obliki (Word ...).

Priprava prispevka

Besedilo naj obsega:

- podatke o avtorjih
- naslov članka
- izvleček (do 200 besed)
- ključne besede (do 8 besed)
- besedilo članka (priporočamo naslednji vrstni red: Uvod, Eksperimentalni del, Rezultati z razpravo, Zaključki, Zahvala, Literatura)
- slikovno gradivo s pripadajočimi podpisi

- preglednice, tabele s pripadajočim tekstom
- matematične in kemijske formule
- merske enote in enačbe (SIST ISO 2955, serija SIST ISO 31 in SIST ISO 1000)
- opombe (avtorji naj se izognjejo pisanju opomb pod črto)

Podatki o avtorjih

Podatki o avtorjih vsebujejo imena in priimke avtorjev, naslov institucije ter elektronsko pošto. Akademski naslov ni potreben in se ga tudi ne objavi. Naveden naj bo korespondenčni avtor, njegova telefonska številka in elektronski naslov.

Naslov članka

Naslov članka naj bo natančen in informativen hkrati in naj ne bi presegal 80 znakov. Avtor naj navede tudi skrajšani naslov članka.

Izvleček in ključne besede

Izvleček naj vsebuje do 200 besed, s katerim kratko predstavimo bistveno vsebino članka in pritegnemo bralčevo pozornost. Izvleček naj bo napisan v preteklem času, sklicevanje na formule, enačbe, literaturo v izvlečku ni dovoljeno, poleg tega pa se je potrebno izogibati kraticam in okrajšavam.

Ključne besede lahko vsebujejo od 4 do maksimalno 8 besed, s katerimi avtor določi vsebino članka in so primerne za indeksiranje in iskanje.

Besedilo članka

Besedilo članka naj bo napisano jasno in jedrnat. Četudi gre za lastno raziskovanje oz. preizkušanje, je članek potrebno napisati v prvi osebi množine ali tretji osebi. V primeru ponavljanja, navajanja splošno znanih dejstev in odvečnih besed si uredništvo pridržuje pravico do skrajšanja besedila. Članki naj imajo priporočeno strukturo: Uvod, Eksperimentalni del, Rezultati z razpravo, Zaključki, Zahvala, Literatura. Celotno besedilo članka je potrebno napisati s predpostavko, da bralci že poznajo osnove področja, o katerem je govor. Eksperimentalna tehnika in naprave se podrobno opišejo v primeru, če bistveno odstopajo od že objavljenih opisov v literaturi; za znane tehnike in naprave naj se navede vir, kjer je mogoče najti potrebna pojasnila.

Oblikovanje članka v urejevalniku besedila

Besedilo naj bo napisano v enem izmed bolj razširjenih urejevalnikov besedil (Word ali Word Perfect)

na formatu A4 s presledkom 1,5 in 3 cm širokim robom na oštevilčenih straneh. Digitalni zapis naj bo povsem enostaven, brez zapletenega oblikovanja, deljenja besed, podčrtavanja, avtor naj označi le krepko in kurzivno poudarjanje. Besedilo naj bo zapisano z malimi črkami in naj ne vsebuje nepotrebnih okrajšav in kratic. Celotno slikovno gradivo, vključno s tabelami, kemijskimi formulami in pripadajočimi opisi naj se nahaja na koncu celotnega besedila, vedar mora biti v besedilu določeno mesto slikovnega gradiva/tabele ali kemijske formule v besedilu.

Slikovno gradivo

Celotno slikovno gradivo, ki se bo objavilo, je potrebno k besedilu dodati kot samostojno datoteko ločeno od besedila članka, v eni izmed naslednjih oblik TIFF (.tiff; .tif), JPEG (.jpg; .jpeg) ali BMP (.bmp), kot excelov (.xls) dokument. Slikovno gradivo naj ima najmanjšo ločljivost 300 dpi, oz. velikost, ki je 1,5 do 3-krat večja od velikosti tiskanega grafa. Datoteke je potrebno imenovati tako kot so imenovane v besedilu (npr.: slika1.tif). Za slikovno gradivo, za katere avtorji nimajo avtorskih pravic, morajo avtorji od lastnika avtorskih pravic pridobiti dovoljenje za objavo. V tem primeru je potrebno k opisu slike dodati tudi avtorja slike.

Preglednice, tabele

Ravno tako kot za slikovno gradivo, tudi za preglednice in tabele velja, da se jih doda k besedilu članka kot ločeno datoteko (imenovanje tabele npr: tabela1.xls), razen v primeru, če je preglednica narejena z urejevalnikom besedila. Preglednice in tabele, v to vključujemo tudi sheme, diagrame in grafikone, se naj sestavijo tako, da bodo razumljive tudi brez branja besedila članka. Naslovi v tabelah/preglednicah naj bodo kratki. Pri urejevanju tabel, v urejevalniku besedila, se za ločevanje stolpcev uporabijo tabulatorji in ne presledki.

Matematične in kemijske formule

Vsaka formula naj ima zaporedno številko napisano v okroglem oklepaju na desni strani. V besedilu se navajajo npr.: „Formula 1“ in ne „... na naslednji način; ... kot je spodaj prikazano:“, ker zaradi tehničnih razlogov ni mogoče formule postaviti na točno določena mesta v članku. Vse posebne znake (grške črke itn.) je potrebno posebej pojasniti pod enačbo ali v besedilu. Formule naj bodo pripravljene v Wordu napisane s pisavo arial.

Merske enote in enačbe

Obvezna je uporaba merskih enot, ki jih določa Odredba o merskih enotah (Ur. L. RS št. 26/01), tj. Enote mednarodnega sistema SI. Uporaba in pisava morata biti po tej odredbi skladni s standardi SIST ISO 2955, serije SIST ISO 31 in SIST ISO 1000.

Opombe

Avtorji naj se izognejo pisanju opomb pod črto.

Navajanje literature

Vse literaturne vire, ki se nahajajo v besedilu je potrebno vključiti v seznam. Literaturni viri so zbrani na koncu članka in so oštevilčeni po vrstnem redu, kakor se pojavijo v članku. Označimo jih s številkami v oglatem oklepaju. Primeri navajanja posameznih virov informacij:

Monografije

- 1 PREVORŠEK, D. C. *Visokozmogljiva vlakna iz gibkih polimerov : teorija in tehnologija*. Uredila Tatjana Rijavec in Franci Sluga. Ljubljana : Naravoslovnotehniška fakulteta, Oddelek za tekstilstvo, 1998.
- 2 *Wool dyeing*. Ed.: D. M. Lewis. Bradford : Society of Dyers and Colourists, 1992.

Prispevki v monografijah in zbornikih

- 3 CERKVENIK, J., NIKOLIĆ, M. Prestrukturiranje slovenske tekstilne industrije s stališča tehnološke opremljenosti, porabe energetskih virov in ekologije. V 28. mednarodni simpozij o novostih v tekstilni tehnologiji in oblikovanju : zbornik predavanj in posterjev. Uredila Barbara Simončič. Ljubljana : Fakulteta za naravoslovje in tehnologijo, Oddelek za tekstilno tehnologijo, 1994, str. 24–38.

Članki

- 4 JAKLIČ, A., BRESKVAR, B., ULE, B. Računalniško podprt merilni sistem pri preizkusih lezenja. *Kovine zlitine tehnologije*, 1997, vol. 31 (1–2), p. 143–145.

Standardi

- 5 *Tekstilije – Označevanje vzdrževanja s pomočjo simbolov na etiketah* SIST ISO 3758:1996.

Patenti

- 6 CAROTHERS, W. H. *Linear condensation polymers*. United States Patent Office, US 2,071,250. 1937-02-16.

Poročila o raziskovalnih nalogah

- 7 CERKVENIK, J., KOTLOVŠEK, J. *Optimiranje tehnoloških procesov pređenja in plemenite*

Pozor!



PLASTENKA



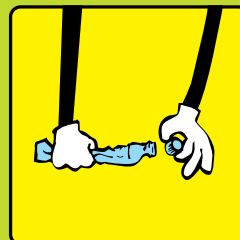
ODSTRANI ZAMAŠEK



IZTOČI



STISNI

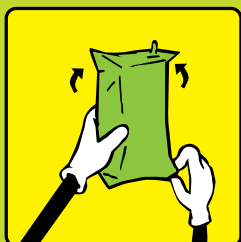


ZAPRI ZAMAŠEK

TETRAPAK



IZTOČI



RAZSTAVI



STISNI



ZAPRI ZAMAŠEK

STEKLENICA/KOZAREC



IZTOČI



IZTOČI



IZTOČI



STISNI

PLOČEVINKA

V ZABOJNIK ZA STEKLO SODI SAMO PRAZNA IN IZTOČENA STEKLENA EMBALAŽA!

SLOPAK

DRUŽBA ZA RAVNANJE Z ODPADNO EMBALAŽO d.o.o.

DRUŽBA SLOPAK LOČENO ZBRANO ODPADNO EMBALAŽO PREUSMERI IZ ODLAGALIŠČ ODPADKOV V PREDELAVO.



www.oblikovanje.uni-mb.si

Oblikovanje in tekstilni materiali

Bolonjski univezitetni študijski program

Modni design in tehnologije

*Bolonjski strokovni študijski program **



UNIVERZA V MARIBORU, FAKULTETA ZA STROJNIŠTVO

