

## Utjecaj izbjeljivanja s praškastim sredstvom za bijeljenje i vodikovim peroksidom na svojstva biopoliranog denima

**Marzia Islam**, predavač  
**Kamrun Nahar**, predavač  
**Jannatul Ferdush**, predsvač  
**Tarifun Akter**, predavač  
Department of textile engineering  
Sveučilište sjever Bangladeš  
Daskhin Khan, Dhaka, Bangladeš  
e-mail: barna091@yahoo.com

UDK 677.016.26  
Stručni rad

*U radu je ispitan utjecaj pranja s izbjeljivanjem s dva različita sredstva za bijeljenje: praškom za bijeljenje i vodikovim peroksidom, na prethodno biopoliranu pamučnu denim tkaninu bojadisanu s indigo bojilom. Odjevni proizvodi od pamučne denim tkanine obojadisani indigo bojilom su biopolirani uz dodatak enzima radi otklanjanja dlakavosti površine. Nakon toga je jedan dio obrađivan s praškastim sredstvom za bijeljenje u koncentraciji od 2,5 g/L u vremenima od 3 i 5 min na 50 °C a drugi dio s vodikovim peroksidom u koncentraciji 2,5 g/L u vremenima od 5 i 10 min. Nakon obrada na uzorcima su provedena ispitivanja vlačne čvrstoće, čvrstoće u šavu, površinske mase, postojanosti obojenja na vodu, na kiselinu, lužinu, pranje i habanje. Pranje odjevnih predmeta s izbjeljivanjem provedeno primjenom dvaju sredstva za bijeljenje imalo je velik utjecaj na njihova fizikalna svojstva i postojanosti obojenja u odnosu na neobrađene predmete.*

**Ključne riječi:** pranje s izbjeljivanjem, biopoliranje, denim proizvod, prašak za bijeljenje, vodikov peroksid

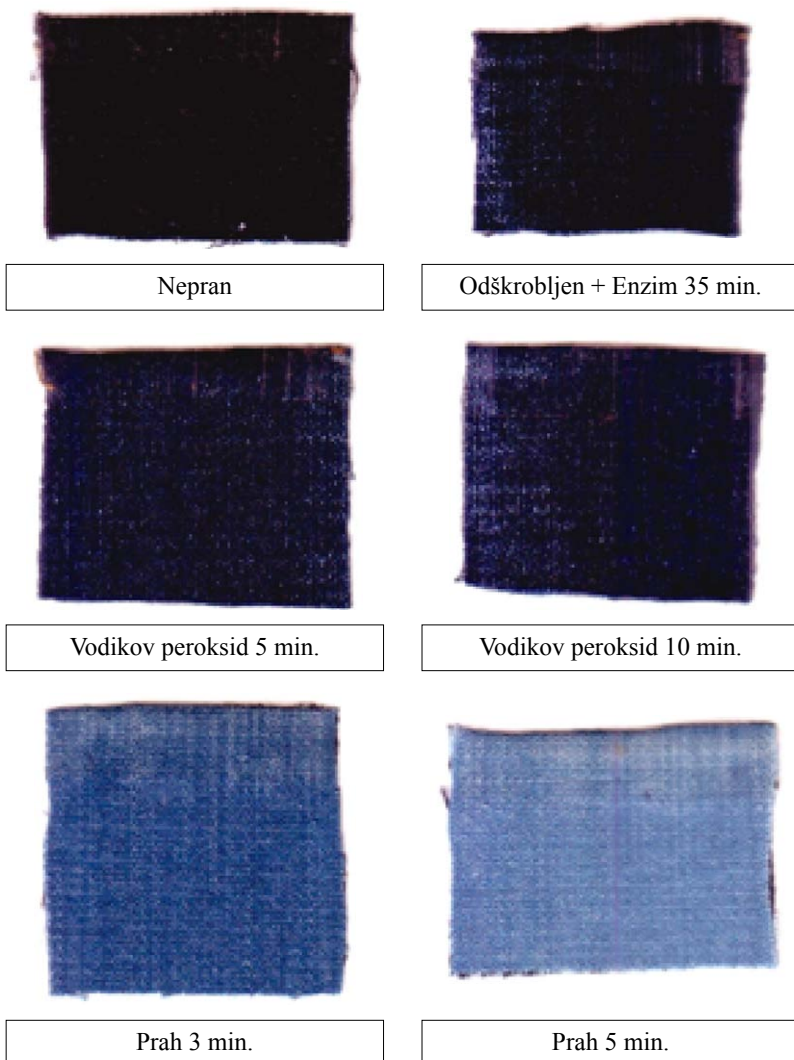
### 1. Uvod

Obrada pranjem vrlo je raširen proces obrade odjevnih predmeta za promjenu izgleda i postizanje istrošenog izgleda. Obojenje i izgled odjeće modificira se pranjem nakon izrade odjeće od potpuno obojadisanih ili pigmentnim bojilima tiskanih materijala [1]. Mnogi istraživači su proučavali učinak enzima i pranja s izbjeljivanjem na denim materijalima [2-6]. Mekoća dodira i privlačan izgled često je najvažniji kriterij za odluku o kupnji tekstilnih proizvoda. Zbog toga se u različitim istraživačkim ra-

dovima proučavao utjecaj omekšivača u pranju na promjenu opipa [7-9]. Sve više se povećava zanimanje za primjenu ekološki prihvatljivih, bezopasnih, potpuno razgradivih enzima u suvremenim procesima obrade tekstila. Enzimatska obrada poboljšava svojstva ugodnosti i kvalitete obrađenih tekstilnih materijala a mogu se primijeniti kao zamjena mnogim mehaničkim i kemijskim postupcima obrade [10]. U tekstilnoj industriji enzimi se uglavnom koriste za otklanjanje dlačica s površine materijala za dobivanje čišće, manje dlakave površine, da bi se smanjila sklonost

materijala pilingu, poboljšao opip, za dobivanje glatke površine u kombinaciji s tradicionalnim omekšivačima. Mnoga istraživanja iz ovog područja bave se ispitivanjem primjene enzima na materijale od celuloznih vlakana; pamuk, lan, viskoza i njihovih mješavina sa sintetskim vlaknima [11-15].

U ovom radu se željelo istražiti učinak pranja s izbjeljivanjem sa dva sredstava za bijeljenje: prašak za bijeljenje i vodikov peroksid na fizikalna svojstva i svojstva postojanosti obojenja hlača od pamučnih denim tkanina obojadisanih indigo bojilom



Sl.1 Izgled ispitivanih uzoraka denim tkanina prije i nakon obrade s prahom za bijeljenje i vodikovim peroksidom

koja su prethodno obrađena primjenom enzima, odnosno enzimatski biopolirana.

## 2. Materijali i obrade

### 2.1. Materijali

Ispitivanja su provedena na 100 % pamučnoj denim tkanini površinske mase 362 g/m<sup>2</sup>, obojadisane indigo bojom.

Za izbjeljivanje denim proizvoda upotrijebljeni su prašak za bijeljenje (CaOCl<sub>2</sub>) i vodikov peroksid (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>). Dodatno su upotrijebljena sljedeća sredstva: kalcinirana soda, odnosno natrijev karbonat (Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>), stabilizator, enzim (Ecozyme 4300L), deterdžent, sredstvo za odškrobljavanje (Desizer ox); sredstvo za sprječavanje

ponovnog taloženja (Antistain-LP30), octena kiselina, omekšivač. Sve kemikalije su nabavljene iz inventara tvrtke Dulal Brothers Limited (DBL).

### 2.2. Obrade

#### Odškrobljavanje

Odškrobljavanje ispitivane denim tkanine provedeno je obradom u kupelji sljedećeg sadržaja: 0,6 g/L deterdženta, 1,5 g/L sredstva za odškrobljavanje (desizer-ox), 0,5 g/L sredstva za sprječavanje ponovnog taloženja, uz omjer kupelji 1:10 na temperature od 60 °C 20 min. Odškrobljavanje je proces predobrade potreban za uklanjanje škrobnog nanosa nanijetog na pređu osnove koja se nanaša prije

tkanja kako bi se smanjio broj preki-da prede tijekom tkanja. Nakon obrade u kupelji za odškrobljavanje, denim odjeća se ispiru vrućom (75 °C) i hladnom (25 °C) vodom.

#### Biopoliranje

Nakon odškrobljavanje proveden je postupak biopoliranja u kupelji sljedećeg sadržaja: 1,5 g/L enzima (aktivnog u kiselom pH), 0,5 g/L octene kiseline i 0,5 g/L sredstva za sprječavanje ponovnog taloženja, uz omjer kupelji 1:10 na temperature od 45 °C, 35 min. Nakon 35 min u navedenim uvjetima, temperatura je povećana na 90 °C 1 minutu kako bi se inhibiralo djelovanje enzima.

#### Bijeljenje i neutralizacija

Dio ispitivane denim odjeće (hlača) na kojoj je provedeno odškrobljavanje i biopoliranje obrađivan je praškom za bijeljenje (CaOCl<sub>2</sub>) u koncentraciji od 2,5 g/L uz dodatak 1,25 g/L natrijevog karbonata, 3 min i 5 min na 50 °C. Nakon toga provedena je neutralizacija ispiranjem s 1,5 g/L natrijevog metabisulfita (Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) na 40 °C 10 min. Drugi dio uzoraka ispitivane denim odjeće (hlača) obrađivan je vodikovim peroksidom kao sredstvom za bijeljenje u koncentraciji 2,5 g/L te uz dodatak 1,25 g/L stabilizatora, na 50 °C, 5 i 10 min. Nakon postupka izbjeljivanja provedeno je ispiranje do neutralizacije uzoraka.

#### Omekšavanje

Nakon izbjeljivanja ispitivani uzorci su omekšavani primjenom 1 g/L omekšivača na 40 °C, 10 min.

#### Cijeđenje i sušenje

Obrađene denim hlače su nakon ispiranja ocijeđene u laboratorijskom uređaju uz brzinu okretaja od 200 ok/min 5 min. Nakon toga su osušene u sušioniku na 75 °C 30 min.

### 2.3. Ispitivanja učinaka obrade na tkanini

Na odrađenim uzorcima denim hlača provedena su fizikalna ispitivanja i ispitivanja postojanosti obojenja.

Vlačna čvrstoća određena je prema ASTM D 5034 i čvrstoća u šavu prema ASTM D 1683 na prethodno kondicioniranim uzorcima (65% RH na 20°C 24 h) prema ASTM D1776.

Određivano je i smanjenje mase (tzv. gubitak mase) uzoraka nakon obrade u odnosu na masu prije obrade prema ASTM D 3776. Postojanosti obojenja na pranje, vodu, kiseline, lužine i habanje određivane su prema: ISO-105-C06, ISO-105-E01, ISO-105-E05, ISO-105-E06 i ISO-105-X12.

### 3. Rezultati i rasprava

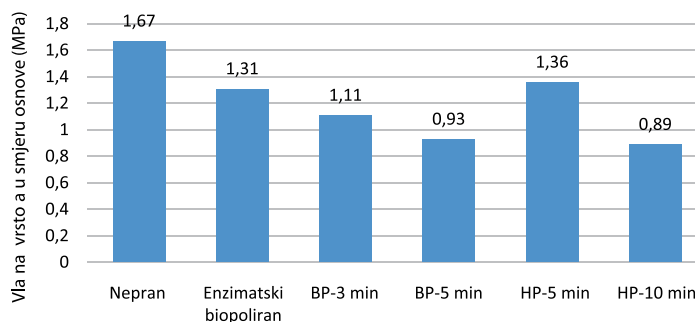
#### 3.1. Ocjena izgleda uzoraka

Na sl.1 prikazani su uzorci denim tkanina nakon izbjeljivanja različitim sredstvima i vremenima obrada, odnosno prahom za bijeljenje (3 i 5 min) i vodikovim peroksidom (5 i 10 min). Uočava se da primjenom praha za bijeljenje dolazi do učinka izbjeljivanja u samo nekoliko minuta obrade, dok kod vodikovog peroksida učinak nije izražen, odnosno učinak izbjeljivanja je slabiji i nakon dugotrajnije obrade.

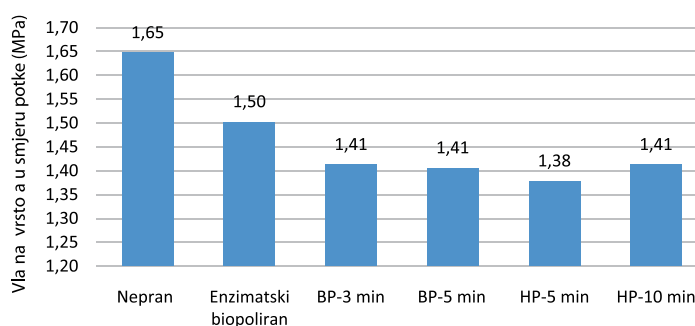
#### 3.2. Utjecaj obrada na vlačnu čvrstoću

Na sl.2 prikazane su vrijednosti prekidnih sila kod ispitivanja vlačne čvrstoće uzoraka u smjeru osnove. Grafički su prikazane promjene čvrstoće u smjeru osnove nakon odškrobljavanja, biopoliranja i izbjeljivanja. Najveće smanjenje zabilježeno je kod uzoraka izbjeljivanih prahom za bijeljenje u vremenu od 5 min.

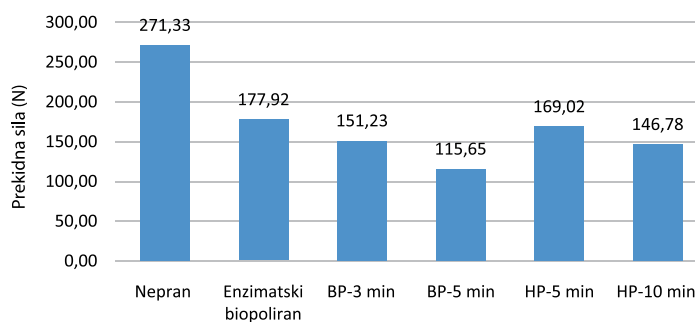
Na sl.3 prikazane su vrijednosti prekidne sile uzoraka, odnosno vlačne čvrstoće u smjeru potke. Grafički su prikazane promjene čvrstoće u smjeru potke nakon odškrobljavanja, biopoliranja i izbjeljivanja. Kod svih obrađenih uzoraka dolazi do smanjenja čvrstoće u odnosu na neprani odnosno neobrađeni uzorak tkanine. Najveće smanjenje čvrstoće zabilježeno je kod uzoraka obrađenih vodikovim peroksidom u vremenu od 5 min.



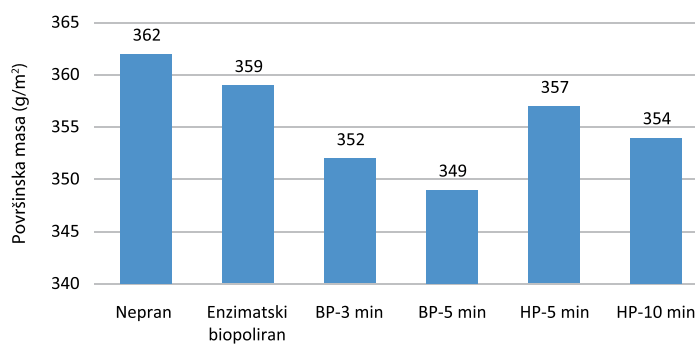
Sl.2 Vlačna čvrstoća ispitivanih uzoraka tkanina u smjeru osnove (BP - prašak za bijeljenje, HP - vodikov peroksid)



Sl.3 Vlačna čvrstoća ispitivanih uzoraka tkanina u smjeru potke (BP - prašak za bijeljenje, HP - vodikov peroksid)



Sl.4 Čvrstoća u šavu ispitivanih uzoraka denim tkanina (BP - prašak za bijeljenje, HP - vodikov peroksid)



Sl.5 Površinske mase (g/m²) ispitivanih uzoraka denim tkanina (BP - prašak za bijeljenje, HP - vodikov peroksid)

Tab.1 Postojanosti obojenja na pranje ispitivanih uzoraka

Ocjene postojanosti obojenja na pranje							
Uzorci	Promjena boje	Obojenje popratne tkanine					
		acetat	pamuk	PA	PES	PAN	vuna
Neobrađen	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5
Enzimatski biopoliran	4-5	4	4-5	4-5	4-5	3	4-5
BP-3 min	4-5	4	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5
BP-5 min	4-5	4	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5
HP-5 min	4-5	3-4	4	4	4-5	3	4
HP-10 min	4-5	3	4	4	4-5	3	4-5

Tab.2 Postojanosti obojenja na vodu ispitivanih uzoraka

Ocjene postojanosti obojenja na vodu							
Uzorci	Promjena boje	Obojenje popratne tkanine					
		acetat	pamuk	PA	PES	PAN	vuna
neobrađen	4-5	4	4	4	4-5	4-5	4-5
Enzimatski biopoliran	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5
BP-3 min	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5
BP-5 min	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5
HP-5 min	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5
HP-10 min	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5

Tab.3 Postojanosti obojenja na kiselinu ispitivanih uzoraka

Uzorci	Promjena boje	Obojenje popratne tkanine					
		Acetat	pamuk	PA	PES	PAN	vuna
Neobrađen	4-5	4	4	4	4-5	4-5	4-5
Enzimatski biopoliran	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5
BP-3 min	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5
BP-5 min	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5
HP-5 min	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5
HP-10 min	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5

Tab.4 Postojanosti obojenja na lužine ispitivanih uzoraka

Uzorci	Promjena boje	Obojenje popratne tkanine					
		acetat	pamuk	PA	PES	PAN	vuna
Neobrađen	4-5	4	4	4	4-5	4-5	4-5
Enzimatski biopoliran	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5
BP-3 min	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5
BP-5 min	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5
HP-5 min	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5
HP-10 min	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5

### 3.3. Utjecaj obrada na čvrstoću u šavu

Iz rezultata prikazanih na sl.4 jasno se vidi da u svim fazama obrada do-

lazi do smanjenja čvrstoće u šavu. Najveće smanjenje od 57 % u odnosu na neobrađeni uzorak zabilježeno je kod uzoraka izbjeljivanih prahom za

bijeljenje u vremenu od 5 min. Kod uzoraka izbjeljivanih vodikovim peroksidom smanjenje prekidne čvrstoće u šavu nešto je manje u odnosu na prah za bijeljenje ali i tu su zabilježena velika smanjenja u odnosu na neobrađeni uzorak, npr. smanjenje od 37 % kod uzoraka obrađenih vodikovim peroksidom u vremenu od 5 min.

### 3.4. Utjecaj obrada na smanjenje površinske mase – gubitak mase

Na sl.5 su prikazane vrijednosti površinskih masa ispitivane denim tkanine nakon različitih postupaka obrade u odnosu na neobrađenu. Nakon odškrobljavanja i izbjeljivanja uočava se znatno smanjenje mase. Nakon svih primijenjenih postupaka obrade uzorci imaju manju površinsku masu, no najizraženije smanjenje je kod obrade uz primjenu praška za bijeljenje. Kod praška za bijeljenje u obradi od 5 minuta zabilježeno je smanjenje od 3.5 %, dok je primjenom vodikovog peroksida u jednakom vremenu obrade smanjenje bilo 1.4 %.

### 3.5. Utjecaj obrada na postojanosti obojenja

Postojanost obojenja je termin koji karakterizira otpornost obojenja materijala na promjene nijansi, izbljediavanje ili otpuštanja tijekom upotrebe.

#### 3.5.1. Utjecaj izbjeljivanja na postojanost obojenja na pranje

Postojanost obojenja na pranje mjerena je prema metodi navedenoj u ISO-105-C06., a rezultati su prikazani u tab.1.

Iz rezultata postojanosti obojenja na pranje ispitivanih uzoraka denim tkanine prikazanih u tab.1 uočava se da su kod svih uzoraka postojanosti dobre.

#### 3.5.2. Utjecaj izbjeljivanja na postojanost obojenja na vodu

Postojanosti obojenja na vodu ispitivanih uzoraka provedena su prema metodi ISO-105-E01, a rezultati su prikazani u tab.2.

I kod ovih ispitivanja dobiveni su dobri rezultati postojanosti obojenja na vodu kod svih uzoraka, odnosno prosječna ocjena uzoraka bila je 4-5.

### 3.5.3. Utjecaj izbjeljivanja na postojanost obojenja na kiseline

Postojanosti obojenja na kiseline, odnosno promjene obojenja utjecajem kiselih otopina ispitivanih uzoraka provedena su prema metodi ISO-105-E05, a rezultati su prikazani u tab.3.

Iz dobivenih rezultata postojanosti obojenja na kiselinu također su dobivene dobre postojanosti, odnosno prosječna ocjena za sve obrađene uzorke bila je 4-5.

### 3.5.4. Utjecaj izbjeljivanja na postojanost obojenja na lužine

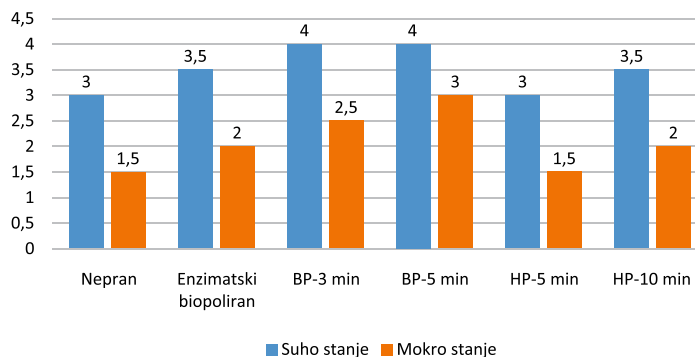
Postojanosti obojenja, odnosno promjene obojenja utjecajem lužnatih otopina ispitivanih uzoraka provedena su prema metodi ISO-105-E06, a rezultati su prikazani u tab.4.

Prema dobivenim rezultatima prikazanim u tab.4, svi uzorci imaju dobre otpornosti obojenja na djelovanje lužnatih otopina, prosječna ocjena im je također bila 4-5.

### 3.5.5. Utjecaj izbjeljivanja na postojanost obojenja na trljanje

Na ispitivanim uzorcima provedena su mjerenja i ocjena postojanosti obojenja na trljanje u suhom i mokrom stanju prema ISO-105-X12, a rezultati su prikazani na sl.6.

Postojanosti obojenja na trljanje znatno su lošije ocijenjena od prethodnih postojanosti, dodatno postojanosti na trljanje u mokrom stanju još su lošije. Najlošije ocjene (1.5) dobivene su kod ispitivanja neobrađenog uzorka u mokrom i uzorka izbjeljivanog vodikovim peroksidom u vremenu od 5 min. Nešto bolje ocjene postojanosti obojenja na trljanje u suhom (4) dobivene su kod uzoraka izbjeljenih praškom za bijeljenje, a isti uzorci imali su ocjene za mokre postojanosti na trljanje 2,5, odnosno 3.



Sl.6 Postojanosti obojenja na trljanje (u suhom i mokrom stanju) ispitivanih uzoraka

## 4. Zaključak

Obrada izbjeljivanjem ima znatan utjecaj na fizikalna svojstva i svojstva postojanosti obojenja ispitivane denim tkanine.

Obrađena denim tkanina imala je znatno smanjenje vlačne čvrstoće u oba smjera ispitivanja uzoraka (u smjeru osnove i u smjeru potke). U oba slučaja najveće smanjenje je zabilježeno kod uzoraka obrađenih praškom za bijeljenje u vremenu od 5 minuta.

Vrijednosti čvrstoće u šavu sukcesivno se smanjuju s fazama obrade tkanine. Najveće smanjenje, odnosno pad čvrstoće zabilježeno je na uzorcima izbjeljivanim praškom za bijeljenje u vremenu od 5 minuta.

Površinske mase tkanina također se smanjuju u fazama biopoliranja i izbjeljivanja, nakon izbjeljivanja s praškom za bijeljenje u vremenu od 5 minuta smanjenje masa tkanina bilo je 3,5 % a kod tkanine izbjeljivane vodikovim peroksidom u jednakom vremenu 1,4 %.

Utjecaj obrada na postojanosti obojenja ispitivanih uzoraka ocijenjen dobrim ocjenama (4-5) kod ispitivanja postojanosti obojenja na pranje, vodu, kiseline i lužine. Međutim kod ocjene postojanosti obojenja na trljanje dobivene su lošije ocjene, odnosno slabe postojanosti koje su još lošije u mokrom stanju.

Obrada izbjeljivanjem ima velik utjecaj na promjenu obojenja denim tkanina, također i na fizikalna svojstva te svojstva postojanosti obojenja, me-

đutim učinak praška za bijeljenje je jači, u vrlo kratkom vremenu dolazi do izbjeljivanja obojenja, odnosno svjetlijih obojenja koja se ne mogu dobiti primjenom vodikovog peroksida. (Prevela A. Vinčić)

*Zahvala:* Autori zahvaljuju DBL grupi na pomoći i podršci u provođenju ovih ispitivanja, omogućavanju korištenja njihovih uređaja i laboratorija. Također zahvala na financijskoj pomoći upravi Sjevernog sveučilišta u Bangladešu

## Literatura:

- [1] Kashem M.A.: *Garments Merchandising*, 1st edn., Lucky-One Traders, Dhaka, Bangladesh, (2008) Pp. 69-71
- [2] Wood T.M.: *Fungal Cellulases, Biosynthesis and Biodegradation of Cellulose*, P. J. Weimer, Haigler, et al, New York, (1991) pp. 491-533
- [3] Morries C.E., R.J. Harper: *Comprehensive View on Garment Dyeing and Finishing*, American Dye-stuff Reporter 83 (1994) 132-136
- [4] Kang I., Yang C. et al.: *Mechanical Strength of Durable Press Finished Cotton Fabrics, Part 1: Effects of Acid Degradation and Cross Linking of Cellulose by Polycarboxylic Acids*, *Textile Res. J.*, 68 (1998) 856-870
- [5] Heikinheimo L., Buchert J. et al.: *Treating Denim Fabrics with Trichoderma Reesei Cellulases*, *Textile Res. J.* 70 (2000) 11, 969-973
- [6] Khan M. M. R., Mondal M. I. H. et al.: *Modification of Denim Garment with the Treatment of*

- Bleaching Powder, *Can. J. on Chemical Engineering & Technology*, 3 (2012) 2, pp. 30-36
- [7] Weber R.: New Aspects in Softening, CHT R. Beitlin GMBH (1999) 30 p.
- [8] Blazevič, P., Strazdienė, E. The Application of Commercial Bleachers for Clothing Decoration Projektowanie, materiały, technologia skory, odzieży i obuwia Radom, Poland, (2004) pp. 143-147
- [9] Dobilaitė V., M. Jucienė: Influence of Industrial Washing on Denim Garment Colours Change Light Industry – Fibrous Materials: III International Scientific Conference Radom, Poland (2005) pp. 309-314
- [10] Enzymes for Textiles. [http://www.mapsenzymes.com/Enzymes\\_Textile.asp](http://www.mapsenzymes.com/Enzymes_Textile.asp)
- [11] Buschle-Diller, G., Walsh, et al Effect of Enzymatic Treatment on Dyeing and Finishing of Cellulosic Fibers: A Study of the Basic Mechanisms and Optimization of the Process, Project: C96-AI National Textile Center Annual Report: November (1997) pp. 31-36
- [12] Ciechańska, D., Struszczyk et al Enzymatic Treatment of Viscose Fibres Based Woven Fabric, *Fibres & Textiles in Eastern Europe* 39 (2002) 4, pp. 60-63
- [13] Özdil N., Özdoğan E. et al Effects of Enzymatic Treatment on Various Spun Yarn Fabrics, *Fibres & Textiles in Eastern Europe* 43 (2003) 4, pp. 58-61
- [14] Pyc R., Romanowska I. et al.: Hydrolysis of Cellulose Fabrics by Cellulases from *Aspergillus IBT-90*, *Fibres & Textiles in Eastern Europe* 24 (1999) 1, pp. 54-57
- [15] Guzińska K., Ciechańska D. et al.: Investigation of Biosynthesis Process of Cellulolytic Enzymes for Cellulose Fibre Processing, *Fibres & Textiles in Eastern Europe* 37 (2002) 2, pp. 77-81
- [16] Onar N., M. Saruşik: Use of Enzymes and Chitosan Biopolymer in Wool Dyeing, *Fibres & Textiles in Eastern Europe* 49 (2005) 1, pp. 54-59

## SUMMARY

### Impact of bleaching actions of bleaching powder and hydrogen peroxide on biopolished denim garments

*M. Islam, K. Nahar, J. Ferdush, T. Akter*

This study shows the impact of bio polishing and bleach wash of two different bleaching agent one is bleaching powder and another is hydrogen peroxide on 100 % cotton denim dyed with indigo dye. Garments were washed with enzyme to remove hairiness. biopolished. Then garments were subjected to a bleach concentration with bleaching powder of 2.5 g/L for 3 and 5 minutes at 50 °C temperature and other were bleached with hydrogen peroxide of 2.5 g/L for 5 and 10 minutes. The physical and colour fastness properties were analyzed in before and after washing. The properties that were analyzed include tensile strength, seam strength, fabric weight, and colour fastness to water, acid, alkali, washing and rubbing. Bleach washed garments by two different bleaching agent exhibit a great influence on the physical and colour fastness properties than the unwashed garments.

**Keyword:** bleach wash, bio-polishing, denim, garment, bleaching powder, hydrogen peroxide

*Department of Textile Engineering, Northern University Bangladesh*

*Daskhin Khan, Dhaka.*

*e-mail: barna091@yahoo.com*

*Received December 20, 2018*

### Einfluss der Bleichwäsche mit Bleichpulver und Wasserstoffperoxid auf die Eigenschaften des biopolierten Baumwollendim

Diese Studie zeigt den Einfluss der Biopolierung und Bleichwäsche mit zwei verschiedenen Bleichmitteln: Bleichpulver und Wasserstoffperoxid auf mit Indigofarbstoff gefärbtem Baumwollendim. Kleidungsstücke wurden mit Enzym gewaschen, um Haarigkeit zu entfernen. Dann wurde ein Teil mit einem Bleichpulver in einer Bleichkonzentration von 2,5 g / L für 3 und 5 Minuten bei einer Temperatur von 50 °C und der andere Teil mit einer Wasserstoffperoxidkonzentration von 2,5 g / L für 5 und 10 Minuten behandelt. Nach den Behandlungen wurden an den Proben Prüfungen der Zugfestigkeit, Nahtfestigkeit, Oberflächenmasse, Farbechtheit gegen Wasser, Säure, Laugen, Waschen und Abscheuerung (Reibung) durchgeführt. Das Waschen von Kleidungsstücken mit Bleichen, das mit zwei Bleichmitteln durchgeführt wurde, hatte großen Einfluss auf ihre physikalischen Eigenschaften und die Farbechtheit gegenüber den unbehandelten Kleidungsstücken.