

일욕 정련 염색에 따른 정련성 및 염색성 연구

김주혜* · 권미연 · 최은경 · 이숙영¹

한국생산기술연구원 섬유소재본부, ¹(주) 신일섬유

A Study on the Scouring Effect and Dye-ability of Cotton Scoured and Dyed in A Single-bath

Juhea Kim*, Mi Yeon Kwan, Eun Kyung Choe and Suk-young Lee¹

Textile and Material Division, Korea Institute of Industrial Technology, Chonan 330-825, Korea
¹Shinil Textile Co., LTD., Iksan, Korea

(Received: July 7, 2006/Revised: August 16, 2006/Accepted: May 22, 2007)

Abstract— The advantage of enzyme scouring over alkali scouring is that the enzymatic process can be carried in a neutral pH, resulting in less damage on the fibers and a drastic reduction of wastewater. Since the pH of scouring bath is neutral, dyeing can be carried in the same bath. Four different types of scouring and dyeing in a single-bath were performed in this work: continuous scouring and dyeing in one-bath I and II, simultaneous scouring and dyeing in one-bath I and II. The difference between process I and II is the existence of an after-treatment process in the scouring. Dyeing was performed with three major colors(red, blue, yellow) and black to investigate the dye-ability. The absorbency of scoured and dyed fabrics was measured using gravimetric absorbency testing system. The fabric weight loss was measured after the treatment. Although the color depth for the three major colored fabrics treated in a single-bath was lower than the fabric scoured and dyed separately, the fabrics dyed with black did not show much difference. In addition, the absorbency of fabric treated in a single-bath was higher than the fabric treated separately.

Keywords: cotton, enzyme, scouring, dyeing, single-bath

1. 서 론

면섬유는 천연적으로 그 표면이 왁스 성분으로 덮여있어^{1,2)} 면 고유의 성질인 높은 흡수성을 부여하기 위해서는 이 왁스 성분을 제거하여야 한다. 면으로부터 왁스 및 불순물을 제거하는 이 과정을 정련이라 하는데 이는 일반적으로 알칼리를 사용하여 고온에서 장시간에 걸쳐 이루어지고 있다. 알칼리에 의한 정련은 그 효과가 매우 만족할만하여 현재 가장 선호하고 있는 공정이지만^{3,5)} 정련 후 염색으로 바로 이어질 경우 면에 잔류하는 알칼리는 반드시 중화 또는 제거되어야 함으로 다량의 수세수가 필요하며 따라서 다량의 폐수가 발생하는 공해유발

공정으로 간주되고 있다⁶⁾. 또한 시간 및 에너지 소비도 상당하다고 할 수 있다.

따라서 공해유발 공정인 대부분의 섬유가공공정들은 최근 환경친화적 가공제인 효소를 이용한 공정들로의 대체가 진행되고 있는 추세로 이는 생화학의 눈부신 발전과 환경규제로 인해 한층 가속화되고 있는 실정이다⁷⁾. 섬유산업에의 효소의 이용 공정^{8,9)} 중 펙티나제를 이용한 정련은 90년대부터 연구가 활발히 진행되어 오다가 2000년대에 들어서면서 정련용 전용 펙티나제가 출시되면서 본격적으로 산업화가 진행되었다. 그러나 아주 최근까지도 효소에 의한 정련이 일반화되지 않고 있는 이유는 크게 두 가지로 나눌 수 있는데 그 첫 번째는 효소

*Corresponding author. Tel.: +82-41-589-8596; Fax.: +82-41-589-8550; e-mail: juheakim@kitech.re.kr

에 의한 정련 공정을 제대로 확립하지 못하여 정련 효과가 알칼리 정련 효과에 미치지 못하였기 때문이다. 두 번째는 일반적으로 산업체에서는 정련공정만을 따로 수행하지 않고 있어 효소에 의한 정련의 많은 장점에도 불구하고 선뜻 받아들여지고 있지 않은 실정이다.

효소정련은 펙티나제에 의한 펙틴의 분해에 의해서 펙틴과 인접해 있는 왁스 성분을 셀룰로오스로부터 분리하는 원리로 이루어진다. 그렇기 때문에 효소 정련은 펙티나제의 최적 활성 온도인 55-65°C에서 수행되어져 왔다. 그러나 면의 흡수성을 증대시키기 위해서는 셀룰로오스로부터 분리되어져 나온 왁스를 유화시켜 면에 재부착되는 것을 방지해야만 한다는 것이 보고 되었으며¹⁰⁾ 이를 위해서는 효소 반응 후 왁스가 유화되는 온도 이상에서 효율적인 유화제를 사용하여 후처리를 하여야 한다. 이와 같은 공정으로 처리하였을 경우 면의 흡수성은 알칼리 정련한 시료와 유사한 흡수성을 보인다. 본 연구에서는 이러한 효소 정련의 장점을 살리고 경제적인 측면에서도 경쟁력을 증대시키기 위하여 효소 정련과 염색을 일욕에서 연속 또는 동시에 수행하는 일욕 정련-염색방법을 모색하였다. 이를 위해서 우선 염색에 사용하는 염료 및 조제가 효소 활성에 미치는 영향을 검토하였고 여러 가지 조건에서 정련과 염색을 일욕에서 수행함으로써 일욕 정련-염색의 가능성을 제시하고자 하였다.

2. 실험

2.1 시료 및 시약

모든 실험에는 미정련된 면포(100% Cotton Knitted, 160g/m²)를 사용하였으며 정련용 효소로는 Novozymes의 Scouzyme L을, 침투제로는 국내 D유화의 DGA-W를 사용하였다. 염색 시 필요한 알칼리(Na₂CO₃) 및 중성염(Na₂SO₄) 등의 시약은 모두 시판되는 1급 시약을 사용하였으며 염료는 국내 O사의 반응성 염료 3종 (SUNFIX N/B SB, SUNFIX Red S3R, SUNFIX Yellow S3R)과 Ciba Chemicals사의 Black염료 (Cibacron Black RW, Yellow HRN, Red HB)를 사용하였다.

2.2 이욕 정련-염색

2.2.1 정련

알칼리 정련을 위해서는 2% Na₂CO₃용액에 시료를 넣고 98°C에서 45분간 처리한 후 중화수세를 거쳐

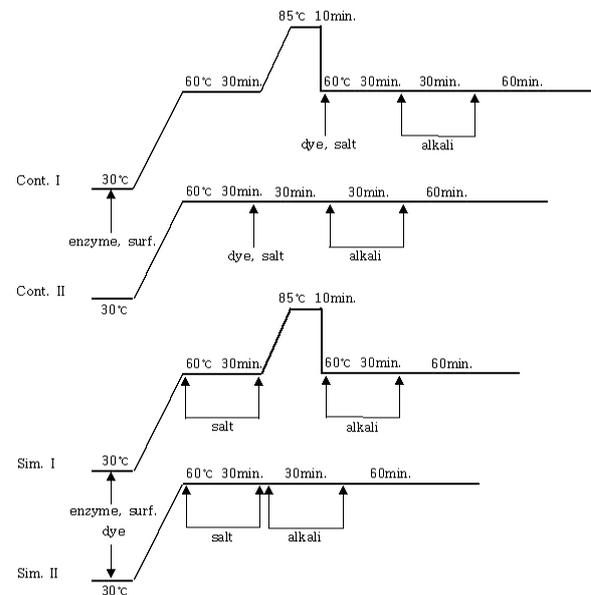
냉수세하였다. 효소 정련은 0.1% 침투제가 함유된 정련욕에 시료를 넣고 Scouzyme L 0.5%o.w.f.를 첨가한 후 60°C에서 30분간 처리하고 정련욕을 85°C로 승온하여 10분간 처리한 후 수세하였다. 모든 실험은 IR 염색기에서 이루어졌으며 욕비는 1:20이었다.

2.2.2 염색

미정련 시료 및 알칼리 또는 효소 정련한 시료를 위의 염료를 이용하여 염색하였다. 먼저 염료가 용해된 염액(액비 1:20)에 시료를 넣고 60°C로 승온 후 60g/L의 중성염을 30분에 걸쳐 분할 투입한 후 다시 30분 반응시키고 그 다음 20g/L의 가성소다를 30분에 걸쳐 분할 투입하였다. 가성소다 투입 후 다시 60분간 60°C에서 염색 완료 후 소핑, 건조하였다.

2.3 일욕 정련-염색

일욕 정련-염색은 연속 일욕 정련-염색(continuous scouring and dyeing in a single bath)과 동시 일욕 정련-염색(simultaneous scouring and dyeing in a single bath)의 두 가지 공정으로 나누어서 수행하였다. 이들 두 공정은 다시 후처리가 있는 공정과 후처리가 없는 공정으로 나누어 수행함으로써 일욕 정련-염색 시 후처리의 효과를 검토하였으며 자세한 공정은 Fig. 1에 나타내었다.



Cont. I: continuous method with after-treatment
 Cont. II: continuous method without after-treatment
 Sim. I: simultaneous method with after-treatment
 Sim. II: simultaneous method without after-treatment

Fig. 1. Procedure of scouring and dyeing in a single bath.

연속정련-염색(continuous scouring-dyeing)의 경우 효소정련 후 정련욕을 그대로 사용하여 염색을 하였고 동시정련-염색(simultaneous scouring-dyeing)의 경우에는 효소정련과 염색을 동시에 수행하였다. 수세는 염색 후 소평제(ILTOL SRT) 1g/L, 액비 1:20으로 90℃에서 20분간 처리하였다.

2.4 정련 및 염색성 평가

피염물의 염색성은 Color-eye 3100(Macbeth, USA)을 이용해 K/S value를 측정하였고, 흡수성은 Gravimetric Absorbency Testing System(GATS, M/K System Inc. USA)으로 측정하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 염료 및 중성염이 효소 활성에 미치는 영향

일욕 동시 정련 염색은 염색을 수행하는 공정 중에 정련 공정이 삽입되어 정련과 염색이 동시에 이루어지도록 설계한 공정으로 이를 수행하기 위해서는 효소 정련과 동시에 염료의 흡착이 이루어져야 하는데 이 경우 염료와 중성염이 효소 활성에 영향을 미쳐 정련 효과를 저해한다면 동시 일욕 정련은 가능하지 않게 된다. 실험결과 염료는 2%o.w.f. 정도의 낮은 농도에서는 효소 정련 시 거의 영향을 미치지 않는 것으로 나타났으며 black의 경우 22%o.w.f.의 높은 농도에서도 정련성이 크게 저하되지 않는 것이 관찰되었다(Fig. 2). 그러나 중성염은 농도가 증가함에 따라 정련성이 크게 감소하는 경향을 보여주었는데, 특히 40g/L보다 높은 농도에서 그 감소효과가 두드러지는 것으로 나타났다(Fig. 3). 이 결과에 따라 효소 정련의 효율성을 증가시키고자 동시 정련-염색 시 중성염의 투여는 효소와 염료가 완전히 직물에 흡착된 후에 투여하기로 하였다.

3.2 감량률 비교

시료의 감량은 정련 후에 측정하는 것이 일반적이거나 본 실험의 경우 정련과 염색을 동시에 수행하였으므로 염색 후에 측정하였고, 정련과 염색을 이욕에서 진행한 시료의 경우에도 역시 염색 후의 중량을 측정하여 비교하였다(Fig. 4). 그림에서 보는 바와 같이 시료의 중량감소는 알칼리 정련한 시료가 가장 크게 나타났으며 효소 정련한 시료 중에는 이욕에서 따로 정련한 시료가 가장 높은 값을 나타내었다. 알칼리 정련의 경우에는 알칼리가 섬유를 손상시킬 수 있으므로 중량감소가 반드시 정련 정

도를 나타내어 주는 것은 아니나 효소 정련의 경우 효소가 섬유에 영향을 미칠 수 없으므로 중량감소는 정련 정도를 나타내 준다고 할 수 있다. 일욕에서 정련과 염색을 동시에 진행한 시료는 정련을 따로 수행한 시료에 비해 정련성이 약간 떨어지는 것을 확인할 수 있었으며 미정련 시료의 경우에도

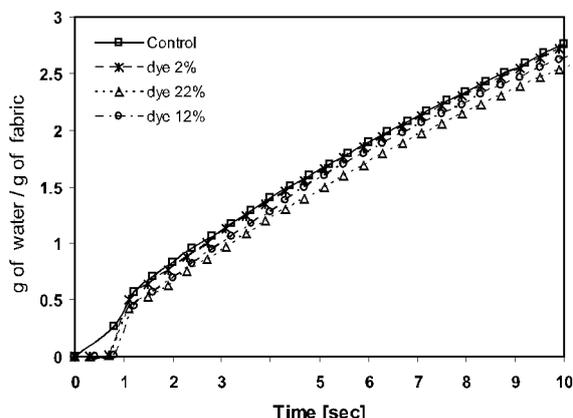


Fig. 2. Water-absorbency of enzyme treated fabrics in the presence of dye.(Scouzyme L 0.5%o.w.f. + wetting agent 0.1% + Yellow(2%) / Black(12%, 22%)

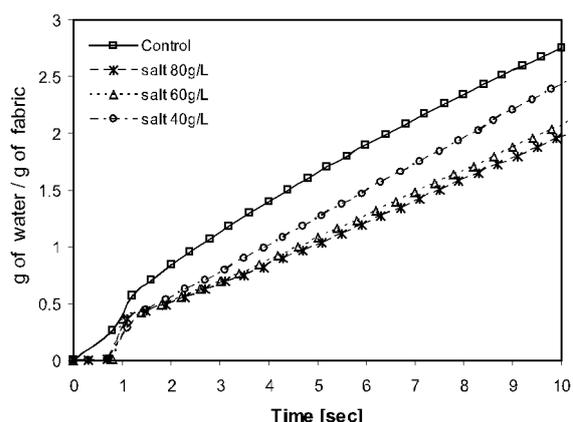


Fig. 3. Water-absorbency of enzyme treated fabrics in the presence of salt.(Scouzyme L 0.5%o.w.f. + wetting agent 0.1%)

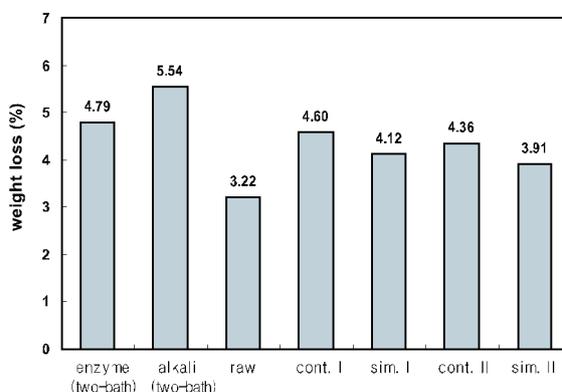


Fig. 4. Weight-loss of treated fabrics.

중량감소를 보이는 것으로 나타나 염색 중에도 어느 정도의 불순물은 제거되는 것으로 사료된다.

3.3 염색성 비교

각 처리조건에 따라 정련-염색된 시료의 색도는 Figs. 5-8에 시료의 K/S값으로 나타내었다. 염색포의 K/S 값은 red염료의 경우에 이육에서 효소 정련을 하고 염색한 시료에서 가장 높게 나타났으며, 그 밖의 색상에 대해서는 염색이 균일하게 이루어 지지는 않았지만 미정련한 시료를 염색한 시료가 가장 높은 값을 나타내었다. 이육에서 효소 정련 후 염색한 시료는 알칼리 정련 후 염색한 시료와 거의 유사한 K/S값을 보이는 반면 일육으로 정련-염색한 시료들은 대체적으로 낮은 K/S값을 나타내었다. 담색(red, blue, yellow)의 경우에는 K/S값 자체가 낮아 그 색도 차가 육안으로도 관찰되는 반면 black염료의 경우에는 K/S값이 차이가 나더라도 육안으로는 그 색차를 구분할 수 없을 정도로 유사하였다.

여러 가지 방법으로 정련하고 염색한 시료의 색 변화를 관찰하기 위하여 CIE L*a*b* 값을 Fig. 9에 나타내었다. 그림(Fig. 9)을 보면 red, blue, yellow 모두 lightness(L*)값에 편차를 보이며 특히 red와 yellow는 a*값 (green-redness)도 편차를 보임을 알 수 있다. 그러나 black color의 경우 어느 축으로의 편차도 관찰되지 않는 것으로 보아 다른 색에 비해 큰 색차가 나지 않음을 알 수 있다.

3.4 흡수성 비교

정련 및 염색된 시료의 흡수성은 Fig. 10에 나타내었다. 흡수성은 효소에 의해 정련한 시료가 알칼리로 정련한 시료보다 높게 나타났다. 일육에 의한 효소 정련 및 염색한 시료 중에서는 연속공정에 의해 정련 및 염색한 시료(cont. I&II)가 동시 공정(sim. I&II)으로 수행한 시료보다 높은 흡수성을 보여주었으며 연속 공정 시는 후처리가 있는 것(cont. I)이, 그리고 동시 공정에서는 후처리가 없는 것(sim. II)이 높은 흡수성을 보여주었다.

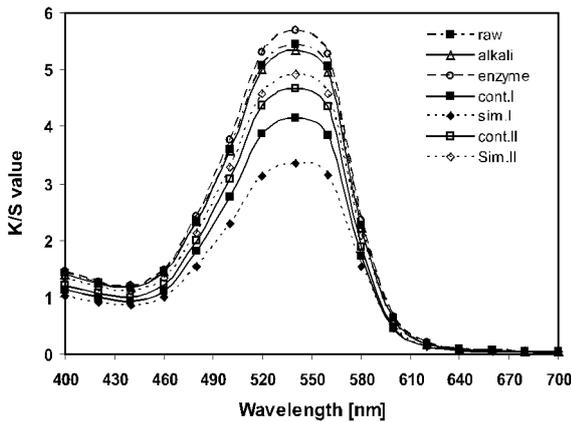


Fig. 5. K/S values of scoured and dyed fabrics. (SUNFIX Red S3R, 0.5% o.w.f.)

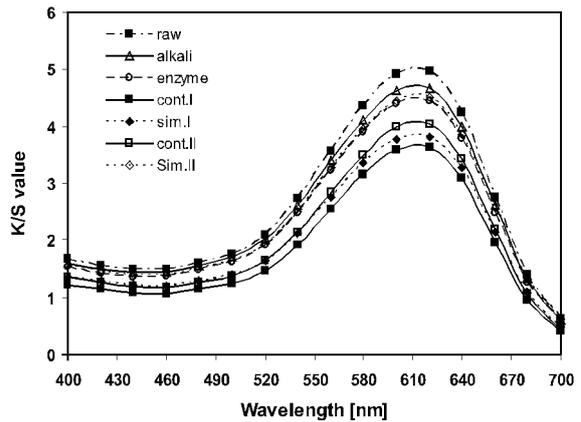


Fig. 6. K/S values of scoured and dyed fabrics. (SUNFIX N/B SB, 0.5% o.w.f.)

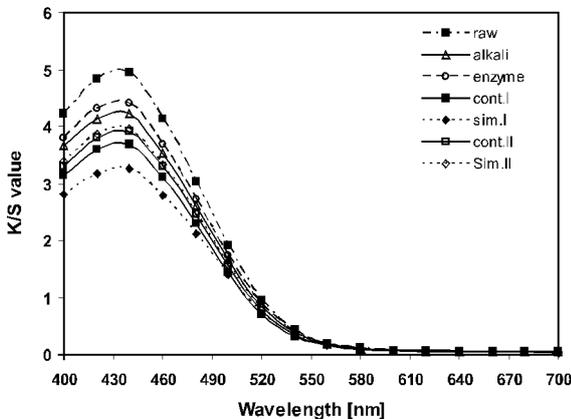


Fig. 7. K/S values of scoured and dyed fabrics. (SUNFIX Yellow S3R, 0.5% o.w.f.)

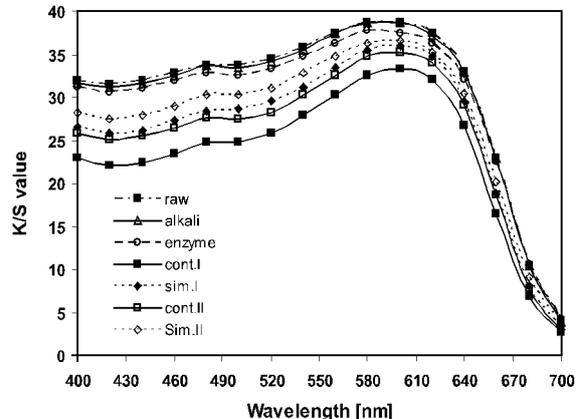


Fig. 8. K/S values of scoured and dyed fabrics. (Cibacron Black, 22% o.w.f.)

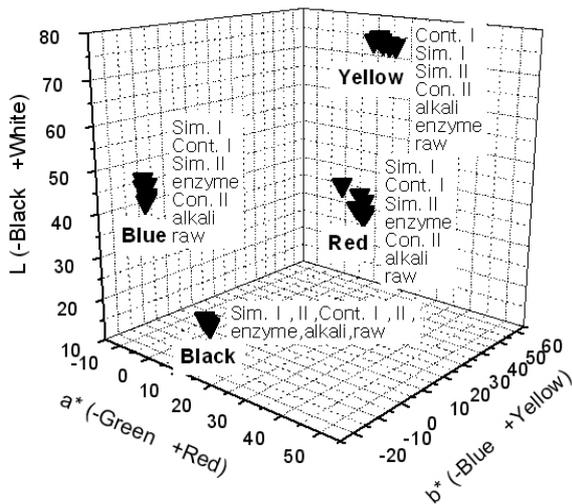


Fig. 9. CIE L*a*b* values of scoured and dyed fabrics.

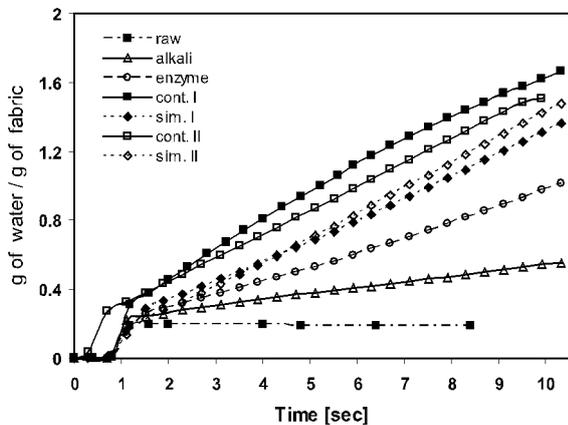


Fig. 10. Absorbency of treated fabrics.(Scouzyme L 0.5%o.w.f. + wetting agent 0.1% + dye 0.5%o.w.f. + neutral salt 60g/L + sodium hydroxide 20g/L)

4. 결 론

일욕 정련-염색은 정련과 염색을 순차적으로 일욕에서 진행하는 연속 일욕 정련-염색법과 정련과 염색을 동시에 수행하는 동시 일욕 정련-염색이 가능한데, 실험 결과로 볼 때 동시보다는 연속방법이 정련성과 염색성 두 측면에서 우수한 것으로 나타났다. 일반적인 바이오 정련 공정에서는 효소 반응 후 일정한 온도에서 후처리가 정련성을 높여주는 데 결정적인 역할을 하는 것으로 나타났으나 일욕 정련-염색법에서는 후처리가 반드시 정련성을 높여주는 데 큰 역할을 하지 않는 것으로 나타났다. 피염물의 색농도는 이욕에서 정련하고 염색한 시료가 높게 나타났으며 담색의 경우에는 그 차이가 육안으로 관찰될 정도로 큰 차이를 보였으나

농색의 경우에는 육안 식별이 어려울 정도로 거의 같게 나타났다. 일반적으로 담색의 경우 대부분의 현장에서 반드시 직물을 표백하고 염색하므로 일욕 정련-염색법은 큰 의미가 없으며 오직 농색의 경우에만 정련을 거치게 되므로 일욕 정련-염색법은 농색 계열의 염료를 사용할 경우 적용이 가능하리라 사료된다.

참고문헌

1. M. L. Rollins, Cell Wall Structure and Cellulose Synthesis, *For. Prod. J.*, **18**(2), 91-100(1968).
2. A. Heredia, R. Guillen, A. Jimenez and J. Fernandez-Bolanos, Review: Plant Cell Wall Structure, *Rev. Esp. cienc. Technol. Aliment.*, **33**(2), 113-131(1993).
3. G. Buschle-Diller and Y. El Mogahzy, Effects of Scouring with Enzymes, Organic Solvents, and Caustic Soda on the Properties of Hydrogen Peroxide Bleached Cotton Yarn, *Textile Res. J.*, **68**(12), 920-929(1998).
4. Y. Li and I. Hardin, Enzymatic Scouring of Cotton: Effect on Structure and Properties, *Textile Chemist and Colorist.*, **29**(8), 71-76(1997).
5. J. Buchert, J. Pere, A. Puolakka, and P. Nousiainen, Enzymatic Scouring of cotton, *AATCC Book of Paper*, pp.493-499(1998).
6. M. M. Hartzell and Y. L. Hsieh, Enzymatic Scouring to Improve Cotton Fabric Wettability. *Textile Res. J.*, **68**(4), 233-241(1998).
7. V. G. Yachmenev, E.J. Blanchard, and A. H. Lambert, Use of Ultrasonic Energy for Intensification of the Bio-preparation of Greige Cotton, *Ultrasonics*, **42**, 87-91(2004).
8. E. K. Choe and J. Kim, Enzyme technology in Textiles, *Fiber Technology and Industry*, **7**(3), 292-302(2003).
9. M. C. Thiry, Enzymes in the Toolbox, *AATCC Review.*, pp.14-16(2001).
10. J. Kim, E. K. Choe, S. Y. Kim, and S. W. Nam, The Influence of Bio-Scouring on Cotton Properties and Environmental Concern, *ATC Book of Paper*, K41, 2003.