

수지 가공 면직물의 강도 회복을 위한 효소처리 연구

전미선 · 김주혜* · 박명자†
한양대학교 의류학과 · 한국생산기술연구원*

Strength Restoration of The DP Finished Cotton Fabric by Enzymatic Treatment

Mi-sun Joen, Ju-hea Kim* and Myung-Ja Park †

Department of Clothing & Textiles, Hanyang University
Ecological Dyeing & Finishing Technology Team, Korea Institute of Industrial Technology*
(2004. 5. 10. 접수: 2004. 9. 18. 채택)

Abstract

The purpose of this study is restoration for tearing strength of the durable press (DP) finished 100% cotton fabric by enzymatic treatment. Dimethylol Dihydroxy Ethylene Urea (DMDHEU) was used as a DP finish chemical. Enzymes (cellulase, pectinase, protease, lipolase) were selected based on their specific reaction activities. Ideal application of the enzymes for this work was to remove cross-links created by DMDHEU on the surface of the fibers to offer migration property between microstructures of cellulose, yet cross-links that exist inside of the fibers are still remained to impart effect of wrinkle resistance. Physical characteristics (tearing strength, wrinkle recovery, FT-IR) of enzyme treated samples were measured and compared. It was found out that, in case of enzyme treatment, most of enzymes didn't have a great effect on tearing strength, but, in case of Protease, tearing strength increased at DMDHEU 2% treatment. As a result of an experiment on wrinkle recovery of the textiles treated with enzyme making density of DMDHEU different whenever respective experiment was made, it was discovered that density of DMDHEU increased as wrinkle recovery increased and, in the relation to enzyme treatment especially in Lipase enzyme treatment, the lesser density of DMDHEU, the more wrinkle recovery increased.

Key words: DP finishing(수지가공), enzyme(효소), tearing strength(인열강도), wrinkle recovery(방추도).

I. 서 론

Cellulose계 섬유는 흡수성이 좋아 착용감이 우수하고 위생적이며 세탁이 편리하지만 구김이 잘 생기고 형태 안정성이 부족하다는 단점이 있다.¹⁾ 이러한 원인은 셀룰로오즈 분자간의 OH기 사이의 수소결합

에 의해 섬유가 형성되어 있기 때문이며, 이 결합에 의한 섬유는 약해서 외부의 힘에 의해 쉽게 끊어지게 된다. 따라서 이러한 섬유에 글곡이나 압축이 가해지면 분자간의 수소결합이 끊어지고, 분자와 분자간이 미끌어지게 되며, 이 미끌어져 변형된 상태에서 새로운 수소결합이 형성되면서 고정어 반복되어 구김이 발생하게 된다.²⁾ 이러한 Cellulose계 섬유의

† 교신저자 E-mail : mjapark@hanyang.ac.kr

1) 김성련, *피복재료학*, (서울: 교문사, 1993), p. 58.

2) S. B. Sclo, "Certain Aspects of Cellulose Crosslinking," *Textile Chemist & Colorist* 14, (1982), p. 222.

방추성과 구김 방지성의 향상을 위해 dimethyloldihydroxyethyleneurea(DMDHEU)와 같은 가교제를 Pad-Dry-Cure(PDC)법에 처리하게 된다³⁾. PDC법에 의해 DMDHEU를 사용하면 단분자 형태의 짧은 가교(monomeric crosslink)가 형성되어 방추성 향상에는 도움이 되지만 가공직물의 인장, 인열 및 마모 강도의 저하를 비롯한 물리적 성질을 변화시키며, 환경오염의 문제도 심각한 실정이다.

따라서 최근에는 환경오염도 줄이고 섬유소 섬유계의 질감 연출과 향상을 위해 효소가공에 대한 관심이 크게 증가되고 있으며, 셀룰라아제에 의한 셀룰로오스 효소가공은 활발히 연구가 진행되고 있다⁴⁾. 특히 효소 처리한 직물은 부드러운 착용감을 더해 상품의 고급화를 이루어 부가가치를 높일 수 있으며 환경오염 문제도 다른 가공에 비해 매우 적어 환경친화적인 가공으로 여겨지고 있다.⁵⁾

또한, 효소처리의 장점은 40°C~45°C의 저온반응에 의한 것으로 에너지 절약 및 화학약품 사용의 감소로 인한 수질오염을 줄일 수 있는 것이며, 효소작용은 연쇄적으로 이루어져 하나의 효소분자가 수백만 분자에 촉매작용을 할 수 있으므로 소량의 원하는 처리가 가능하다⁶⁾.

본 연구의 목적은 DMDHEU 수지의 농도를 3단계로 나누어 적정농도의 영향과 면직물의 물성 변화에 따른 강도 저하를 연구하고, 수지가공에 의해 저하된 인열강도의 회복을 위한 적합한 효소의 발굴 및 효소의 최적조건 처리가 강도회복에 미치는 영향을 고찰하는 것이다. 기본적 원리는 DMDHEU에 의해 형성된 가교가 섬유 표면에 존재하는 결합을 부분적으로 제거하여 표면에 있는 셀룰로오스 체인사이에서 유동성을 부여하여 강도 저하를 막아주고, 내부에 존재하는 가교결합은 남아 방추성을 유지한다는 원리를 반영하였다. 가공포의 물성 변화는 인열강도,

방추도, FT-IR 등을 측정하였다.

II. 실험

1. 시료

가공전 원포의 특성은 <Table 1>과 같다.

2. 시약

수지는 Dimethyl Dihydroxy Ethylene Urea (DMDHEU) (PGR-65)를 사용하였으며, 시약의 종류와 촉매제, 유연제 및 처리농도는 <Table 2>와 같다.

3. 수지 가공 방법

수지가공은 Padding-Drying-Curing인 (PDC)법으로 하였고, 가공순서와 조건은 <Table 3>과 같다.

4. 효소종류 및 처리 방법

효소인 Cellulase는 (Novozymes Korea), Pectinase는 (Novozymes Korea), Protease는 (Novozymes Korea),

<Table 1> Characteristics of Fabric

| Material | Cotton 100% 40's, Plain |
|-----------------------|--------------------------|
| Thickness | 0.27 mm |
| Average Areal Density | 0.0123 g/cm ² |
| Thread Count | 133 × 72 yams |

<Table 2> Resin Finish Formulation

| Chemicals | Conc.(o.w.b) | Description |
|-----------|----------------|--------------------------------------|
| Resin | 2%, 3%, 4% | DMDHEU |
| Catalyst | 1.1%, 1.5%, 2% | MgCl ₂ · H ₂ O |
| Lubricant | 10% | Silicone |

3) J. S. Maron, "Structural Features of Cotton Treated by Pad-Dry-Cure, Mild-Cure, Poly-Set, Wet-Fix Processes," *Text. Res. J.* 41, (1971), pp. 57-64.

4) L. Cheek and L. Roussel, "Mercerization of Ramie: Comparisons with Flax and Cotton (Part I)," *Textile Research Journal* Vol. 59 No. 8, (1988), pp. 478-483.

5) H. Yu and H. Shin, "Transactions : The Washing Finish of Blue Jeans (I) - the comparison of neutral cellulase, acid cellulase, stone and stone - neutral cellulase washings," *Journal of the Korean Society of Clothing and Textiles* Vol. 21 No. 2, (1997), pp. 471-482.

6) 전병대, "효소이용의 염색가공기술 개발," (온라인 게시판) (2003년 10월 29일 검색); <http://www.Dyetechn21.net/project/dye005.html>

〈Table 3〉 Finishing Procedure and Conditions

| | Procedure | Condition |
|---------|-------------|-------------------------------|
| Padding | | 1-dip, 1-nip, 83% wet pick up |
| Drying | Temperature | 110 °C |
| | Time | 120sec |
| Curing | Temperature | 170°C |
| | Time | 90sec |

〈Table 4〉 Enzyme Treatment Procedure

| Enzyme | pH | Temperature (°C) |
|-----------|-----|------------------|
| Cellulase | 5.5 | 53 |
| Pectinase | 8.2 | 55 |
| Protease | 8 | 60 |
| Lipolase | 11 | 33 |

〈Table 5〉 Fabric Samples

| No. | Samples |
|-----|-----------------------|
| 1 | None |
| 2 | DMDHEU 2% |
| 3 | DMDHEU 2% + 유연제 |
| 4 | DMDHEU 3% |
| 5 | DMDHEU 3% + 유연제 |
| 6 | DMDHEU 4% |
| 7 | DMDHEU 4% + 유연제 |
| 8 | DMDHEU 2% + Cellulase |
| 9 | DMDHEU 2% + Pectinase |
| 10 | DMDHEU 2% + Protease |
| 11 | DMDHEU 2% + Lipolase |
| 12 | DMDHEU 3% + Cellulase |
| 13 | DMDHEU 3% + Pectinase |
| 14 | DMDHEU 3% + Protease |
| 15 | DMDHEU 3% + Lipolase |
| 16 | DMDHEU 4% + Cellulase |
| 17 | DMDHEU 4% + Pectinase |
| 18 | DMDHEU 4% + Protease |
| 19 | DMDHEU 4% + Lipolase |

Lipolase는 (Novozymes Korea)를 사용하였고, 효소농도는 0.1%(o.w.b), 용비 1: 20, 반응시간은 2hrs.으로 하였으며, 효소처리에 사용된 물은 증류수로 하였다. 효소처리 조건 Novozymes Korea에서 제공한 최적의 조건을 따랐으며 처리조건은 〈Table 4〉와 같다.

5. 방추가공 시험포의 제작

가공조건에 따라 19종류의 시험포를 제작하였으며 그 특징은 〈Table 5〉와 같다.

6. 가공포의 물리적 물리적 측정방법

물리적 성질을 알아보기 위해 가공과 효소처리 후 표준상태에서 24시간이상 보존한 후 사용하였다. 인열강도는 ASTM D 1424-96에 의거 팬들럼법에 의해 측정하였고, 방추도는 AATCC Test Method 66-1996에 의해 Monsanto wrinkle recovery tester를 사용해 측정하였으며, DMDHEU의 peak와 효소가 작용하는 peak를 확인하기 위하여 적외선 분광광도계(IR Spectrophotometer)를 사용하여 KBr Pellet법으로 측정하였다.

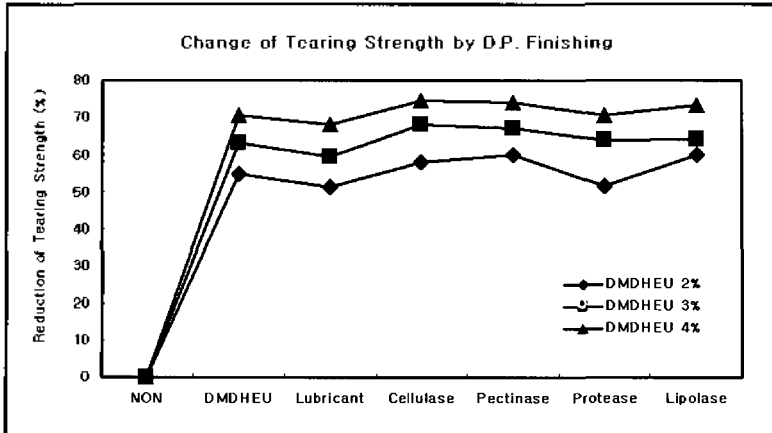
III. 결과 및 고찰

1. DMDHEU가공과 효소처리에 따른 면직물의 인열강도

〈Fig. 1〉은 DMDHEU 농도 변화와 효소처리에 따른 인열강도를 비교한 것이다. 수지처리한 면직물의 인열강도는 DMDHEU가 증가함에 55~70% 감소하는 것으로 나타났다. 효소처리의 경우 대부분의 효소가 인열강도에는 크게 영향을 미치지 않는 것으로 나타났으나 Protease인 경우에는 DMDHEU 2%처리에서 인열강도가 증가하는 것으로 나타났다. 이는 Protease의 효소처리동안에 섬유표면에 있는 셀룰로오스 분자 사슬을 효소가 분해하여 분자 체인에 유연성을 부여해서 나타난 결과로 사료된다.⁷⁾

2. 효소처리에 따른 면직물의 방추성

DP가공 후 방추성이 현저히 증가했으며, 효소처리 후 더욱 방추성이 증가하는 것으로 측정되었다. 특히 Lipolase 효소처리에서는 DMDHEU 2% 처리에서 방추도가 약간 증가되는 것을 알 수 있었다. 따라



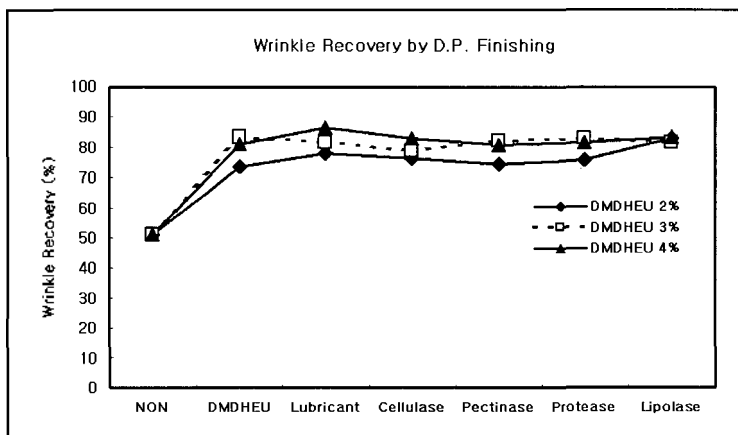
〈Fig. 1〉 Reduction of tearing strength by enzyme treatment and DMDHEU concentration.

서 DP수지 가공에 의해 향상된 방추성은 효소처리에 의해 감소되는 결과는 없었으며 오히려 방추성을 증가시키며 표면의 잔털 제거로 인한 부드러운 촉감을 더 향상시켜 주는 것을 알 수 있었다.

3. FT-IR 분석

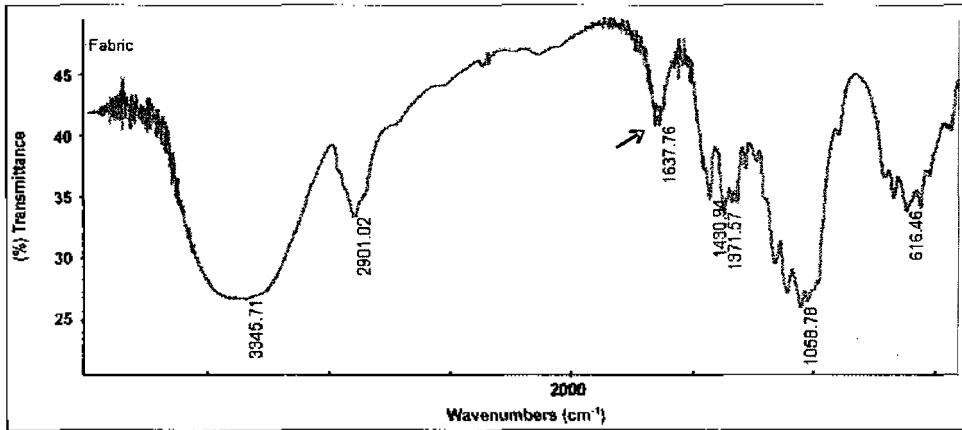
셀룰로오즈 섬유는 FT-IR 측정에 의한 peak는 〈Fig. 3〉에, DMDHEU처리후 peak는 〈Fig. 4〉에, 인열강도가 증가된 Protease의 peak는 〈Fig. 5〉에 나타

내었다. 〈Fig. 4〉에서 알 수 있듯이 DMDHEU 처리 후 C=O, 1710 cm^{-1} 의 carbony peak를 선명히 볼 수 있다. 이 carbony기가 셀룰로오즈 섬유와 가교결합을 형성하면서 인열강도를 저하시키고 방추성을 증가시킨다는 것을 알 수 있다. 〈Fig. 5〉는 효소인 Protease의 처리 후 DMDHEU에 의한 carbony기가 현저히 감소함을 알 수 있다. 이것은 Protease가 DMDHEU와 셀룰로오즈 섬유 사이의 가교결합에 의해서 형성된 것이며, 이러한 결과에 의해서 인열강도가 증가되는

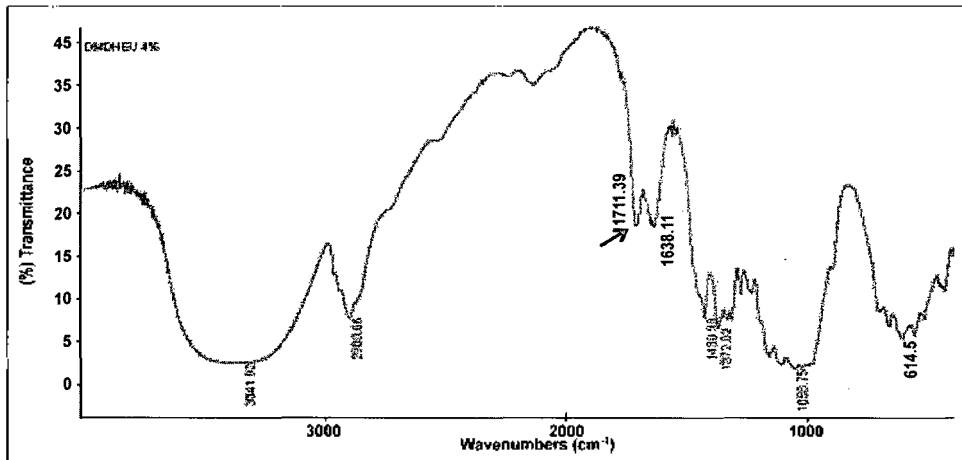


〈Fig. 2〉 Wrinkle recovery by enzyme treatment and DMDHEU concentration.

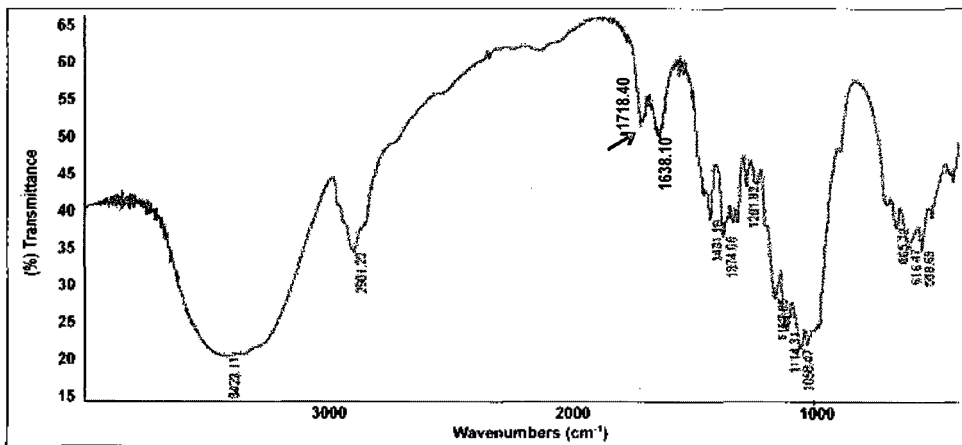
7) H. Yu and H. Shin, "Transactions : The Washing Finish of Blue Jeans (I) - the comparison of neutral cellulase, acid cellulase, stone and stone - neutral cellulase washings," *Journal of the Korean Society of Clothing and Textiles* 21(2) (1997), pp. 471-482.



〈Fig. 3〉 FT-IR spectrum of cellulose.



〈Fig. 4〉 FT-IR spectrum of DMDHEU treated fabric.



〈Fig. 5〉 FT IR spectrum of DMDHEU and Protease Treated fabric.

것으로 사료된다.

IV. 결 론

본 연구는 DP(Durable Press) 가공에 가장 많이 사용하는 DMDHEU를 이용한 DP 가공 면직물의 물성 변화에 따른 강도 저하를 연구하고, 수지가공에 의해 저하된 인열강도의 회복을 위한 적합한 효소의 발굴 및 효소의 최적조건 처리가 강도회복에 미치는 영향에 관한 연구로 그 결과는 다음과 같다.

1. 수지처리한 면직물의 인열강도는 DMDHEU가 증가함에 55~70% 감소하는 것으로 나타났다. 효소처리의 경우 대부분의 효소가 인열강도에는 크게 영향을 미치지 않는 것으로 나타났으나 Protease인 경우에는 DMDHEU 2% 처리에서 인열강도가 증가하는 것으로 나타났다.
2. DP가공 후 방추성이 현저히 증가 했으며, 효소 처리 후 더욱 방추성이 증가하는 것으로 측정되었다. 특히 Lipolase 효소처리에서는 DMDHEU 2% 처리에서 방추도가 약간 증가되는 것을 알 수 있었다
3. FT-IR 측정결과 DMDHEU 처리 후 C=O, 1710 cm^{-1} 의 carbony peak를 나타냈으며, 이 carbony 기가 셀룰로오즈 섬유와 가교결합을 형성하면

서 인열강도를 저하시키면서 방추성을 증가시킨다는 것을 알 수 있었으며, Protease효소 처리 후 DMDHEU에 의한 carbony기가 현저히 감소되면서 인열강도도 증가되는 것으로 사료된다.

참고문헌

- 김성련 (1993). *피복재료학*. 서울: 교문사.
- 전병대. "효소이용의 염색가공기술 개발." [온라인 게시판] (2003년 10월 29일 검색); <http://www.Dyetechn21.net/project/dye005.html>
- Cheek, L. and Roussel L. (1988). "Mercerization of Ramie: Comparisons with Flax and Cotton (Part I)." *Textile Research Journal* Vol. 59 No 8.
- Maron, J. S. (1971). "Structural Features of Cotton Treated by Pad-Dry-Cure, Mild-Cure, Poly-Set, Wet-Fix Processes." *Text. Res. J.* Vol. 41.
- Sello, S. B. (1982). "Certain Aspects of Cellulose Cross-linking." *Textile Chemist & Colorist*. Vol. 14.
- Yu, H. and Shin H. (1997). "Transactions : The Washing Finish of Blue Jeans (I) - the comparison of neutral cellulase, acid cellulase, stone and stone - neutral cellulase washings." *Journal of the Korean Society of Clothing and Textiles* Vol. 21 No. 2.