

효소정련이 염색에 미치는 영향

김주혜 · 최은경 · 김수연 · 이현경

한국생산기술연구원 환경염색가공팀

1. 서론

섬유산업에의 효소의 이용은 최근 들어 급속히 증가하고 있는 추세이다. 염색폐수의 처리 및 각종 섬유처리에의 효소의 이용만을 다루는 학회(Biotechnology in the Textile Industry)가 전 세계에서 모여든 학자들로 2회째 성황을 이루었으며, 섬유학회중 가장 인지도가 높은 AATCC 학회에는 이 분야의 토픽만을 모아서 발표하는 분과를 개설한 것이 이 사실을 뒷받침한다. 효소가 섬유처리에 이용되기 시작한 것은 거의 100년 전이지만 최근에 와서야 그 붐을 이루게 되는데는 환경규제의 강화와 바이오테크놀로지의 발전이 큰 기여를 한 듯하다. 현재 산업체에서 실용화되어 있는 효소는 호발에 사용되는 아밀라제와 데님의 위싱에 사용되는 셀룰라제 등으로 한정되어 있지만, 연구되어지고 있는 분야는 매우 다양하다. 펙티나제를 이용한 면의 정련(Bioscouring), 카탈라제를 이용한 잔류 과산화수소의 제거, 표면을 매끄럽게 유지하기 위한 셀룰라제의 응용(Bio-polishing), 각종 퍼옥시다제를 이용한 염색폐수의 처리등은 이미 상당한 연구가 이루어진 부분이며, 이외에 합성섬유에의 응용도 최근 활발히 연구되어지고 있다.

이와 같은 효소의 섬유산업에의 적극적인 응용은 여러 가지 면에서 그 이유를 찾아볼 수가 있다. 그 첫째는 효소가 생분해되며 중성에 가까운 pH에서 반응하므로 과다한 산 및 알칼리 사용을 피할 수 있어 화학물질과는 달리 환경문제를 유발하지 않으며, 둘째, 선택적으로 반응하므로 부반응으로 생기는 섬유의 손상을 막을 수 있다는 것이다. 이외에도 효소는 촉매물질로 그 적용결과가 매우 효과적일 뿐 만 아니라 낮은 온도에서 반응함으로 에너지 절약에도 큰 도움이 된다.

본 논문에서는 현재 그 실용화가 가장 큰 주목을 받고 있는 면의 정련에 대해서 다루었다. 면의 정련은 상당한 양의 알칼리를 사용하는 공해유발 공정으로 간주되며, 이 공정을 효소를 이용하여 대체하는 연구가 오랫동안 이루어지고 있다. 정련은 면섬유의 표면에 자연적으로 존재하는 왁스성분을 제거하는 과정으로 초기에는 과학자들이 지방분해 효소인 리파아제를 사용하였다. 그러나 그 결과는 그리 만족할 만한 것이 못되었다. 다음에 시도된 것이 리파아제와 셀룰라제를 배합한 것이었고, 이 후 펙티나제가 효과가 있는 것으로 밝혀졌다. 당시의 펙티나제는 산성에서 활성이 있는 것이었는데 이는 다량의 효소가 필요하며 면이 기본

적으로 산성에는 강하지 않으므로 보다 효율적인 알칼리 펙티나제의 개발이 요구되었다. 최근들어 개발된 알칼리 펙티나제는 소량으로도 정련의 효과를 볼 수 있는 효과적인 효소로 알려져 있다.

그럼 리파아제나 셀룰라제보다 펙티나제가 면의 정련에 효과적으로 사용되어지는 것은 무슨 이유일까하는 의문이 제기된다. 면의 구조를 살펴보면 면섬유의 최외곽은 큐티클 층으로 그 성분은 왁스, 단백질 및 펙틴으로 되어있다고 알려져 있다. 그러나 그들의 분포를 살펴보면 최외곽이 왁스층으로 덮여있고 그 층과 제1세포벽을 연결하는 층이 바로 펙틴으로 되어있음을 알 수 있다. 이 펙틴은 셀룰로오스와는 그 성분이 다르기 때문에 염색을 하였을 경우 서로 다르게 염색이 된다. 또한 흡습성면에서도 차이를 나타낸다. 그러므로 리파아제를 이용하여 왁스를 제거하였다하여도 그 다음 공정을 수행하기에는 적합하지 않은 것이다. 셀룰라제는 셀룰로오스를 분해하는 효소로 왁스, 펙틴층 뿐 만 아니라 셀룰로오스 자체도 분해시켜 섬유를 약화시키는 단점을 가진다. 이와는 달리 펙티나제는 펙틴층을 분해함으로써 왁스 및 펙틴을 동시에 제거하며 셀룰로오스에는 전혀 영향을 미치지 않으므로 정련을 위한 최적 효소로 간주되고 있는 것이다.

2. 실험

2-1. 정련

실험에 사용한 편물시료와 조제는 국내 W 염직회사로부터 제공받아 사용하였다. 효소는 NOVO사의 Bioprep 3000L을 사용하였다. 편물은 약 10그램이 되게 준비하였고 사용한 약제와 용량은 Table 1에 요약하였으며 정련공정은 Figure 1에 나타내었다. 정련실험은 국내 D사에서 제작한 IR 염색기를 이용하였으며, 정련 후 흡습성 측정은 AATCC Test Method 79-1995와 Gravimetric Absorbency Testing System(GATS)를 이용하여 수행하였다. 효소와 알칼리 정련 후의 섬유의 표면을 Scanning Electron Microscope(SEM)으로 관찰하였다.

2-2. 정련 후 염색

효소정련한 편물의 염색성을 관찰하기 위해 W사에서 제공한 반응성 염료 3종(Cibacron Yellow CRG, Cibacron Red C2BL, Cibacron Blue CR)으로 염색실험을 하였다. 염색에 사용된 조제와 용량은 Table 2에 요약하였다. 염색된 시료의 K/S 값은 Macbeth Coloreye 3100으로 측정하였고, 광학현미경으로 염색상태를 관찰하였다.

2-3. 일욕 정련 및 염색

효소 정련과 염색을 일욕에서 실시하여 그 염색성을 관찰하였다. 우선 효소 정련 시의 조제로 정련을 실시한 후 그 욕에 염료와 기타 조제를 첨가하여 계속적으로 염색을 실시하였다. 염색된 시료는 K/S 값을 측정하여 위의 결과와 비교하였다.

3. 결과 및 고찰

3-1. 정련실험

효소 정련과 알칼리 정련한 시료의 흡수성은 Drop test의 경우 두 시료모두 1초이내에 흡수됨을 보여주었다. GATS 측정 시(Figure 2)는 시간이 지남에 따라 효소 정련한 시료가 알칼리 정련한 시료에 비해 흡수량이 약간 증가하였다. 전자현미경으로 관찰한 섬유표면(Figure 3)을 살펴보면 효소 정련의 경우 표면이 고르게 정련이 되었음을 나타내나 알칼리 정련의 경우 표면이 거칠고 불균일함을 볼 수 있다.

3-2. 염색실험

염색한 시료를 육안으로 관찰(Figure 4)할 경우에는 각 처리에 따른 색차를 느낄 수 없었으나 K/S 값(Figure 5)은 약간 다르게 나타났다. 그래프를 보면 Red와 Yellow는 효소 정련한 시료가 약간 높음을 볼 수 있으며, Blue는 알칼리 정련한 시료가 높음을 알 수 있다.

3-3. 일욕 정련 및 염색

효소 정련과 염색을 일욕에서 실시한 시료의 K/S값은 Figure 5에 같이 나타내었다. 그림을 보면 알 수 있듯이 모든 색상에서 K/S 값이 정련과 염색을 따로 한 것에 비해 낮음을 볼 수 있다.

4. 결론

효소 정련은 그 정련 효과에 있어서 알칼리 정련과 같거나 더 좋으며, 알칼리 정련에 비해 공정시간을 단축할 수 있고, 에너지와 용수를 절약할 수 있는 효율적인 정련 공정이다.

5. 참고문헌

1) Y. Li and I. Hardin, Book of Papers, AATCC International Conference and Exhibition,

87(1996).

2) V. G. Yachmenev, E.J. Blanchard, A.H. Lambert, Book of Papers, AATCC International Conference and Exhibition, 472(1999).

3) A.K. Sarkar and J.N. Etters, Book of Papers, AATCC International Conference and Exhibition, 1(1998).

4) S.R. Kumar, Colourage Annual, 75(1998).

5) I.R. Hardi and J.Kim, Colourage Annual, 43(2000).

Table 1. 정련에 사용된 조제 및 용량 (gram/직물 10gram)

공정	조제	효소 정련	알칼리 정련
정련	정수제	0.04	0.04
	정련제	-	0.04
	소다회	-	0.24
	침투제	0.04	-
	효소	0.01	-
	육중유연제	0.04	0.08
	용수	200	200
수세	HCOOH		0.04
	용수	200	400(2회 수세)

Table 2. 염색에 사용된 염료, 조제 및 용량

	염료 및 조제	용량 (g)
염색	염료	0.4
	망초	5.6
	소다회	1.6
	육중유연제	0.08
	용수	200
수세	소핑제	0.08
	고착제	0.08
	용수	1000(5회 수세)

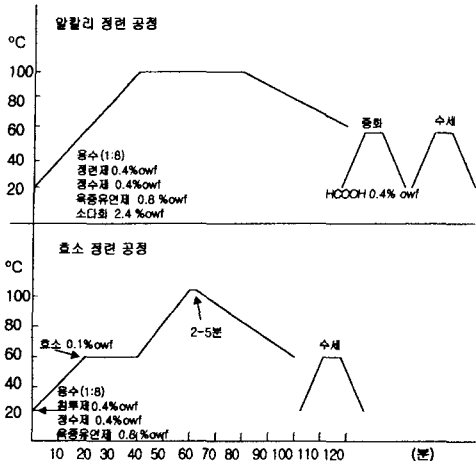


Figure 1. 정련 공정도

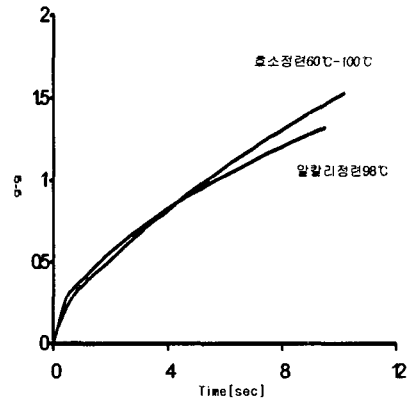
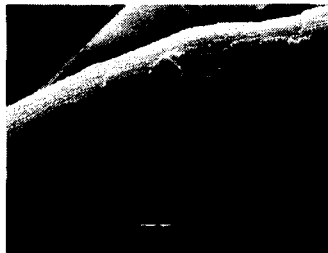


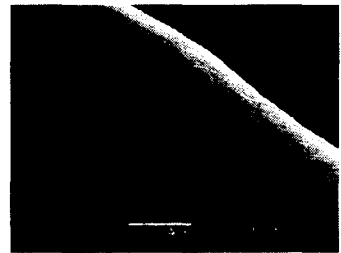
Figure 2. 효소 정련 VS 알칼리 정련



Row Cotton



Alkaline



Enzyme

Figure 3. 정련된 면섬유의 표면 -SEM

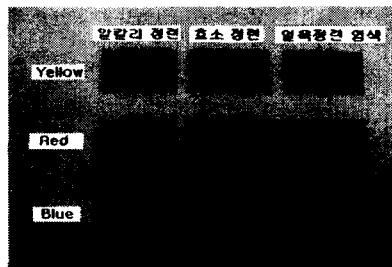
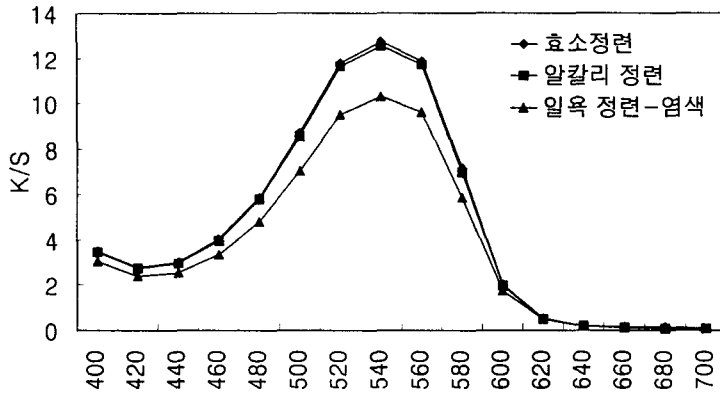
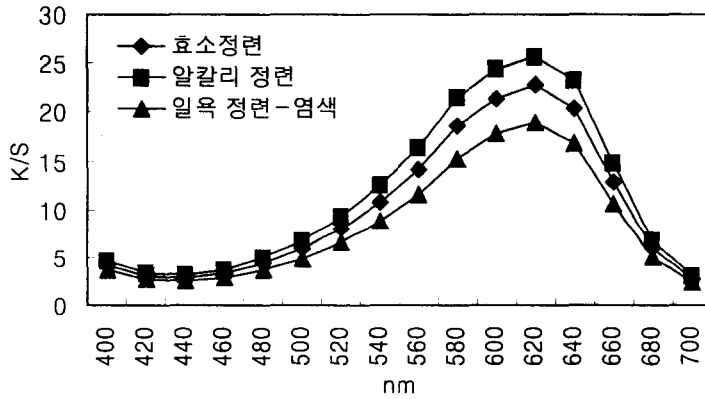


Figure 4. 염색포의 사진

K/S Value of Dyed Fabric – Cibacron RedC2BL



K/S Value of Dyed Fabric – Cibacron Blue CR



K/S Value of Dyed Fabric – Cibacron Yellow CRG

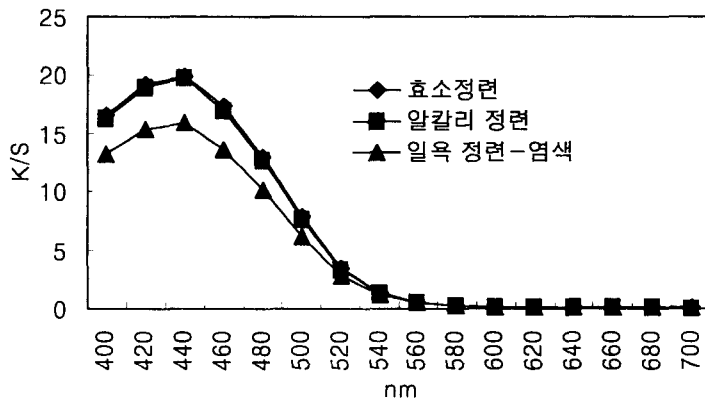


Figure 5. K/S Value of Dyed Fabrics