

펙티나아제를 사용한 면섬유 정련의 품질, 환경성 및 경제성 평가에 관한 연구

최은경, 김주혜, 이범수, 남창우

한국생산기술연구원 에코섬유팀

1. 서론

현재 사용되고 있는 면섬유의 알칼리 정련은 수산화나트륨과 같은 강한 알칼리 용액을 사용하여 100 °C 고온 처리하여, 섬유가 취화되어 강력이 저하되고 천의 무게도 감소하며, 특히 고온 알칼리에 약한 섬유와의 혼용이 되어 있는 경우 적합한 정련 방법이 없어 약식의 정련이 행해지고 있다. 알칼리 정련은 고온에서 수행되기 때문에 에너지의 소모가 많으며, 정련 후 알칼리 제거를 위하여 여러 번 수세를 해야 되므로 용수의 사용이 많은 것도 문제점으로 지적되고 있으며, 정련폐수는 COD, BOD 및 염 함량이 높다. 바이오 정련(bioscouring)은 기존의 고전적 알칼리 정련을 대체할 수 있는 새로운 효소 기술로, 펙티나아제가 면섬유의 1차벽에서 접착제 역할을 하고 있는 펙틴을 절단시키면, 다른 소수성 불순물인 왁스도 쉽게 제거되므로, 차후 공정인 표백 및 염색에 적합한 흡수성이 면섬유에 부여되는 원리이다. 본 연구에서는, 세계적으로 실용화 초기 단계에 있는 면섬유의 효소정련 기술을 국내 염색공장에 조기 보급하기 위하여 본 공정의 품질, 경제성 및 환경성을 평가하여 보았다.

2. 실험

100% 면편물 (interlock, 40수, 160 g/m²)을 파일롯 래피드 염색기(25kg용)를 사용하여 알칼리 정련 및 효소 정련을 하여, 흡수성 (GATS 및 drop test), 색상 (L,a,b), 염색성 (염색 후, K/S 측정), 무게 감소, 터치 (panel test)로 품질 측면에서 평가하였고, 두 공정의 경제성 비교를 위하여는, 용수 사용량, 약품 사용량, 폐수 처리량, 에너지 사용량을 정량화하여 이에 소요되는 비용을 산출하였다.

효소 정련은 정수제, 정련(침투)제, 옥중유연제를 넣은 후, pH를 소다회를 사용하여 (약 0.25 g/L 범위) 8.2-8.5로 맞추고 온도를 60°C로 상승시켜 Scourzyme (노보사 제품 펙티나아제)

0.5% owf를 넣고 원단을 투입하여 60°C에서 15-20분간 처리하고 90-95°C, 5분 (혹은 85°C, 15분)의 후처리를 한 후 수세를 1회하였다. 이에 발생하는 폐수를 TOC, COD, BOD, 색도, pH, 전기전도도를 측정하여 수질오염농도를 비교하여 보았다. 효소 정련 및 기존 알칼리 정련에 대한 에너지 소모는 아래와 같은 기준을 가정하여 Fig. 1의 공정도에 대하여 에너지 모사 프로그램을 사용하여 계산하였다.

계산기준	장치기준	비용기준
- 원단 100kg 기준	- Rapid 1tube 염색기	- 전력 : 68원/kwh
- 원단무게 200g/yd 기준	- 용량 : 100 kg	- 스팀 : 14000원/ton
- 액비 1:10 기준	- 전격전력 : 6.8 kwh	
- 승온속도 2 C/min 기준	- 장치표면적 : 11.2 m2	
	- 장치무게 : 1000 kg	

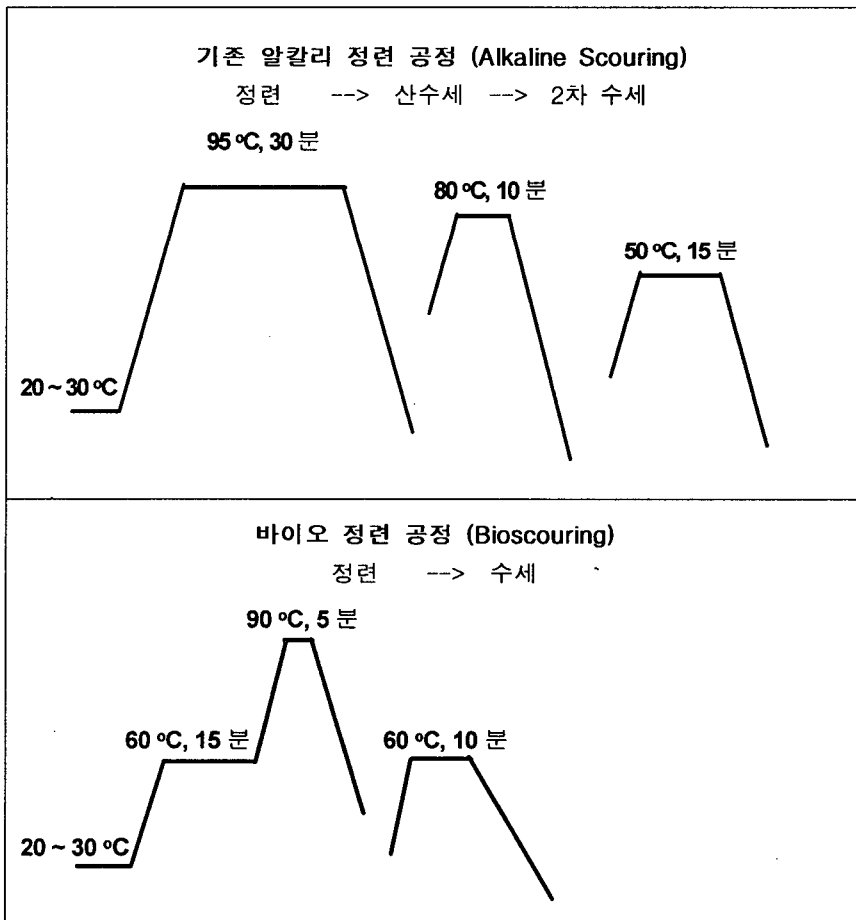


Fig. 1. 면니트 공정에서 적용되는 알칼리 정련 및 효소정련 공정도 비교.

3. 결과

본 연구에서는 면니트의 배치식 정련 공정을 기존 공정인 알칼리 정련과 효소를 사용하는 대체 공정으로 수행한 후, 효소 정련된 원단과 기존의 알칼리 정련된 원단과 물성을 비교하여 보았고 효소 정련 원단이 다음의 장점을 가지고 있음을 알 수 있었다.

알칼리 정련이 8% 무게 감소를 가져오는데 비하여 2% 미만의 무게 감소를 가져오며 알칼리 정련의 비셀룰로오스 성분 완전 제거에 비해 흡수성은 충분하면서 일부 소수성 성분이 남아있어 부드러워 유연제의 사용을 반 이상 감소할 수 있으며 염색 결과는 정련 후 같은 염색 조건에서 동등 내지는 진한 색상을 나타내었다.

반면, whiteness는 감소하므로 진한 색상 염색에 적용되며, 담색은 표백을 거친 후 염색하여야 한다. 효소 정련된 원단의 부드러운 터치는 본 제품을 고급화로 차별화할 수 있는 주요 요소임이 최종 바이어를 중심으로 확인되었다.

효소 정련은 기존설비를 그대로 사용하므로 시설 투자비가 필요 없이, 약제 처방, 처리 온도 및 시간 등의 공정 변수를 조절하여 사용할 수 있는 장점과 알칼리를 거의 사용하지 않아(알칼리 정련 공정에 사용된 양의 1/16 정도 사용) 수세를 1회 줄일 수 있으므로 공정 시간과 용수 사용량을 감소할 수 있는 장점이 있었다.

효소 사용으로 인한 약품비 상승을 에너지 절약과 폐수처리비 감소 및 용수 사용 감소로 충분히 상쇄시킬 수 있게 경제성이 산출되었다.

Table.1 효소 정련 폐액과 알칼리 정련 폐액의 수질 오염 부하 측정

시 료	pH	Color	TN (mg/L)	TOC (mg/L)	COD _{Mn} (mg/L)	COD _{Cr} (mg/L)	BOD ₅ (mg/L)	TDS (mg/L)
1.효소정련 잔류액	7.1	857	36.3	1106.8	1020	4680	870	934
2.효소정련1차수세액	6.7	369	8.6	197.6	185.3	621	86	308
3.알칼리정련 잔류액	11.1	1826	92.8	2308	2433	7150	1320	7730

4. 결론

면섬유의 기존 고온 알칼리 정련 공정에 비교하여 알칼리 펙티나아제를 사용하여 펙틴 성분의 제거와 동시에 소수층을 제거하여 정련 효과를 얻는 저온 약알칼리 바이오 정련 공정은 품질 향상, 환경 부하 감소와 아울러 경제성 있는 공정임을 평가하였다.

Table. 2. 기존 알칼리 정련 대비 효소 정련의 경제성 평가를 위한 기초 자료
(면니트 원단 100 kg 생산 기준)

효소 정련				기존 알칼리 정련			
원부재료	단가 (원/kg)	투입량 (kg)	가격 (원)	원부재료	단가 (원/kg)	투입량 (kg)	가격 (원)
Scourzyme	5000	0.5	2500	-	-	-	-
소다회	200	0.25	50	소다회	200	4.0	800
정련제	2000	0.8	1600	정련제	2000	0.8	1600
육중유연제	1800	0.8	1440	육중유연제	1800	0.8	1440
정수제	1800	0.8	1440	정수제	1800	0.8	1440
				HCOOH	800	0.4	320
유연제		100(상대량)				50(상대량)	
약제 합계			7030				5600
용수	0.4	1600	640	용수	0.4	2400	920
총 합계			7670	총 합계			6520

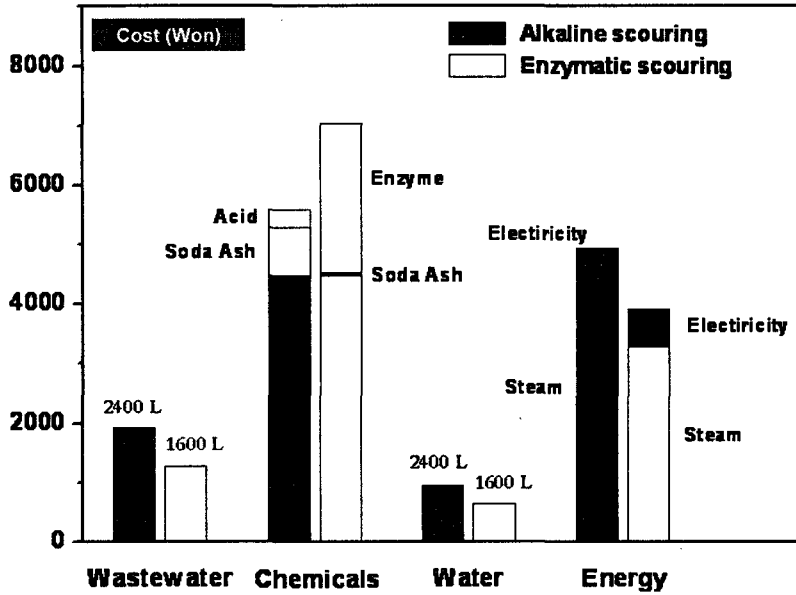


Fig. 2. 기존 알칼리 정련 대비 효소 정련의 경제성 평가(면니트 원단 100 kg 생산 기준)