면 니트 섬유의 염색공정에서 용폐수 절감을 위한 효소 정련제/효소 소핑제의 합성 및 평가

장혜경*, 이귀왕**
*한국섬유소재연구원
**영진산업㈜
e-mail:jhk@koteri.re.kr

Synthesis and properties of enzyme scouring agent and enzyme soaping agent for reducing waste and water in the dyeing process of cotton knit

Hye-Kyeong Jang* and Kwi-wang Lee**
*Korea High Tech Textile Research Institute, **Young Jin Industrial

요 약

본 연구에서는 염색 공정에서 효과적인 절수 및 에너지절약을 위해 정련, 표백 등 전처리 후 드레인 없이 동욕에서 염색이 가능한 효소정련제와 저온 처리가 가능한 효소 소핑제를 개발하고 개발된 효소정련제 및 효소소핑제를 적용하여 용수 및 폐수가 절감된 전처리-염색-수세 공정에 따라 시료를 염색하였으며 기존공정으로 처리한 시료와 비교분석을 통해 결과를 확인하였다.

1. 서론

염색 산업은 다량의 용수를 사용하는 산업이며 용수를 가열하여 사용하는 경우가 많아 용수 절약이 곧 에너지 절약으로 이어진다고 할 수 있다.

다양한 각도에서 염색공정 중 절수 및 에너지 절약에 대한 방법이 모색되고 있는데 염색업계 중에서도 셀룰로오스계 섬유의 염색은 반응성 염료의 사용으로 인해 용수 및 에너지 사용량이 많은 대표적인 예라고 할 수 있으며, 공정 중 가장 많은 물이 사용되는 정련 및 소핑 공정의 용수절감을 위한 공정 개발이 요구된다.

본 연구에서는 염색 공정에서 효과적인 절수 및 에너지절약을 위해 정련, 표백 등 전처리 후 드레인 없이 동욕에서 염색이 가능한 일욕 효소 정련제를 개발하고자 하였으며, 이를 위해 세척력 및 탈지력이 우수한 일욕정련제와 효소와의 Formulation 처리시 상용성 향상을 위한 약 음이온성 및 침투성을 갖는 정련제를 합성하였다.

다음으로 기존 저온 소핑제의 문제점을 개선하고 수세기능을 향상시키기 위해 효소와의 Formulation을 통한 수세절감 저온 효소 소핑제를 개발하고자 하였으며 이를 위해 재부착력 및 오염방지력이 우수하고 효소와의 상용성이 우수한 소핑제의 구조를 설계 및 개발하였다.

또한 개발된 효소정련제 및 효소소핑제를 적용하여 용수 및 폐수가 절감된 전처리-염색-수세 공정에 따라 시료를 염색하였으며 기존공정으로 처리한 시료와 비교분석을 통해 결과를 확인하였다.

2. 실험

2.1 효소정련제 및 효소소핑제의 합성

2.1.1 효소 정련제의 합성

비용제형 인산계 일욕 정련제를 합성하기 위하여 Phosphorus oxychloride, Ethylene diamine, n-octanol, Polyoxyethylene lauryl ether, Polyoxyethylene tridecyl ether (5~10)mole화합물을 제조하였다. Phosphorus oxychloride 투입 후 10~20℃에서 Polyoxyethylene tridecyl ether (5~10)mole를 서서히 dropping하고 약 20분 동안 교반하였으며 Ethylene diamine을 약 30분간 dropping(40 ~ 45℃)하고 Formaldehyde(37% solution)를 5분간 서서히 dropping하였다. 다음으로 90~98℃로 승온하여 약 4hr동안 교반하였으며, 40℃이하로 냉각 후 Sodium hydroxide 50% solution으로 중화하고 filtering 하여 최종 비용제형 인산계 일욕 정련제를 개발하였다.

적용 효소로는 펙티나제, 아밀라제, 셀룰라제 효소 5종을 테스트하였으며 적용조건을 고려하여 개발 정련제와 Formulation시 효과가 우수할 것으로 예상되는 효소를 선정하였다. 또한 효소, 첨가제, 정련제의 Formulation을 위한 최적 조건을 확립하고 효소정련제를 개발하였다.

2.1.2 효소 소핑제의 합성

Ethylene diamine, Formaldehyde(37% solution), Sodium gluco-heptonate를 교반하면서 투입 후 10℃ 이하에서 Phosphorus oxychloride를 서서히 dropping하고 상온에서 12hr이상 agitation하였으며, 90~95℃로 승온 한 후 5~6hr동안 agitation 한 후 냉각 및 filtering 으로 salt를 제거하고 희석용 D/W를 투입하여 인산 에스테르계 소핑제를 개발하였다.

적용 효소로는 Peroxidase, Pectinase, Laccase 효소 3종을 테스트하였으며 적용조건을 고려하여 개발 소핑제와 Formulation시 효과가 우수할 것으로 예상 되는 효소를 선정하였다. 또한 효소, 첨가제, 소핑제의 Formulation을 위한 최적 조건을 확립하고 효소 소핑제를 개발하였다.

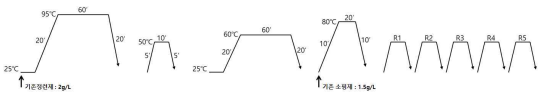
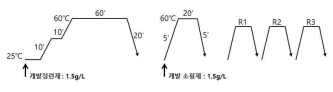
2.2 개발 정련제 및 소핑제를 이용한 면섬유의 염색

개발된 효소 정련제 및 저온 효소 소핑제를 이용하여 용폐수 절감을 위한 전처리-염색-수세 공정을 설계하였으며 기존 공정과 비교분석 하였다.

면 100% 40수 원단을 기존정련제와 개발정련제로 각각 전처리 후 Black 8% o.w.f 농도로 염색하였으며 기존소핑제와 개발소핑제로 각각 소핑 후 공정(A)는 5회 수세, 공정(B)는 3회 수세를 진행하였다.

2가지 공정으로 염색한 원단은 견뢰도 및 색차 측정을 통해 물성을 비교 분석하고 성능을 확인하였다.

[표 1] 기존 공정 및 개발 공정도

구분	전처리-염색-수세 공정
공정(A) 기존 공정	
공정(B) 개발 공정	

3. 결과 및 고찰

공정(A)와 공정(B)로 처리한 시료는 세탁견뢰도 4-5급, 습마찰견뢰도 3-4급으로 우수하게 나타났으며 개발 정련제 및 소핑제를 적용한 공정(B)의 경우 전처리 후 수세공정 생략, 소핑 온도 저감 수세횟수 저감에도 불구하고 기존 공정과 유사한 견뢰도 값을 보여 우수한 성능을 발휘하였다.

[표 2] 공정(A) 및 공정(B) 처리 시료의 세탁견뢰도

	변퇴	아세테이트	면	나일론	폴리에스터	아크릴	울
공정(A)	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5
공정(B)	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5

[표 3] 공정(A) 및 공정(B) 처리 시료의 마찰견뢰도

	건	습
공정(A)	4-5	3-4
공정(B)	4-5	3-4

또한 공정(A)의 피염물과 개발 정련제 및 소핑제를 사용한 공정(B)의 피염물의 색차 비교에서도 ⊿E 0.5 이내의 값을 보여 기존 공정의 대체가 가능할 것으로 기대된다.

[표 4] 공정(A) 및 공정(B) 처리 시료의 색차

	L^*	a^*	b^*	c^*	h	DE^*ab	DE^*cmc
공정(A)	13.77	0.14	-0.60	0.61	283.28	-	-
공정(B)-1	13.87	0.11	-0.63	0.64	279.99	0.11	0.12
공정(B)-2	13.52	0.16	-0.51	0.54	287.82	0.26	0.28
공정(B)-3	13.56	0.14	-0.57	0.59	284.18	0.21	0.21
공정(B)-4	13.66	0.16	-0.57	0.60	285.42	0.12	0.12
공정(B)-5	13.73	0.16	-0.57	0.59	285.74	0.06	0.07

감사의 글 : 본 연구는 중소벤처기업부에서 지원하는 구매조건부신제품개발사업(과제번호 : S2713873)의 일환으로 수행되었음.