

셀룰로스 섬유 염색에서의

염색 견뢰도 개선

1. 셀룰로스 섬유 제품의 기능성에 대한 시장의 요구 사항들

근래에 들어와 섬유가 사용되는 모든 분야를 볼 때 소비자들이 선호하는 것은 워시앤웨어 특성 외에도 고온에서의 세탁 견뢰도 특성이다. 이상적인 경우라면, 염색 제품이나 날염 제품 모두 일상적으로 사용하는 기간 전체를 통틀어 퇴색 현상이 전혀 발생해서는 안된다. 그러나 섬유 가공 공장에서는 이른바 마크오프(mark-off)라는 문제를 처리해야 하는데, 이는 색상이 열어지는 변색을 유발하기 때문이다. 소비자들은 가능하다면 여러 종류의 섬유 제품을 한꺼번에 세탁하고 싶어 하기 때문에 이러한 마크오프 문제가 발생한다면 다른 품목의 의류를 오염시키거나 변색시킬 수 있게 된다.

한편으로, 또 다른 문제로서 섬유 제품이 소비자의 손에 넘어가기도 전에 종종 발생하는 것들이 있다. 섬유 가공 공장, 봉제 업체 그리고 판매처에 관련하여 보관이나 운송 시간이 너무 길다는 것이다. 섬유 제품을 보관하는 과정에서 기후 때문에 야기되는 영향 또한 이염 현상을 유발하여 적절한 견뢰도에 좋지 않은 영향을 미친다.

경쟁이 치열한 세계 시장에서 코스트에 대한 피할 수 없는 부담까지 생산 공장에 부과되는 사항 속에서, 높은 수준의 세탁 견뢰도를 얻고자 단순히 고가의 천연 염료나 비용이 많이 소요되는 염색 공정을 이용할 수는 없다. 이에, 염색 견뢰도의 요구 정도에 따라 그리고 섬유 제품의 용도에 따라 견뢰도를 향상시킬 수 있는 약제가 개발되기에 이르렀다. 셀룰로스 섬유를 직접 염료와 반응성 염료로 염색한 경우, 카티온계 고착제를 사용함으로써 보관이

나 사용 도중 그리고 가정에서의 세탁 중에 미고착 염료가 빠져나오거나 염료가 가수분해되는 것을 방지하거나 또는 이를 최소화시켜 준다. <표 1>에서는 염료 종속과 섬유 제품의 용도에 따라 건뢰도 시험 수준의 예를 보여주고 있다.

<표 1> 염료의 종속, 적용 분야 및 건뢰도 수준

염료 종속	적용 분야	건뢰도 시험의 요구 수준
직접 염료	의류, 주로 저지	40°C 세탁 건뢰도
반응성 염료	의류, 저지 스포츠웨어, 란제리 작업복, 침대보 테리 원단	60°C 세탁 건뢰도 60~95°C 세탁 건뢰도 60°C와 95°C세탁 건뢰도, 부수적으로 물 건뢰도와 염소 표백 건뢰도 염소 처리수 건뢰도(20ppm, 50ppm)와 95°C세탁 건뢰도

과거에는 고착제들이 보통은 포름알데히드 계열로서 여러 가지 부작용이 있었는데, 가령 색상에 영향을 미칠 뿐만 아니라 제품의 촉감도 저하시켰다. 따라서 건뢰도의 개선이라는 기본적인 사항 외에도 최근의 생산 시스템에서 요구되는 가장 중요한 사항은 다음과 같다.

- 흡진 패딩 방식의 염색 공정에 보편적으로 사용 가능할 것.
- 포름알데히드가 없으며 Oeko-Tex 규격 100을 만족할 것.
- 변색 가능성이 전혀 없거나 있어도 최소일 것
- 일광 건뢰도에 미치는 영향이 전혀 없거나 있어도 최소일 것
- 소재의 촉감이 변하지 않을 것
- 염료의 가수분해와 이염 현상의 발생 가능성을 효과적으로 방지할 것

2. 셀룰로스 섬유 염색에서 견뢰도의 개선

직접 염료와 반응성 염료의 염색에 사용하는 새로운 후처리제들은 카티온계 폴리머로서 일반적으로 다음과 같이 분류해 볼 수 있다.

- 제4급 폴리아모늄 복합제로서 디알킬 디아릴 암모늄 클로라이드 계열
- 폴리아민

포름알데히드 공중합체는 오늘날 직접 염료로 염색할 때, 견뢰도의 개선 목적으로만 사용될 뿐이다. 이들 제품은 지속적으로 시장에서 사라질 것인데, 그 이유는 포름알데히드의 함량 때문에 결과적으로는 Oeko-Tex 100의 기준을 충족하지 못하기 때문이다.

Zschimmer & Schwarz에서는 완벽한 제품군을 내놓고 있는데, 이들 제품은 직접 염료와 반응성 염료의 염색에서 최상의 견뢰도를 갖도록 해준다.<표 2>

<표 2> 면 섬유용 ZSM 후처리제들의 견뢰도와 적용 분야

	Zetetal 2000	Zetetal CPW	Zetetal DN 45
60°C 세탁 견뢰도, 반응성 염료	매우 좋음	매우 좋음	만족할 만함
95°C 세탁 견뢰도, 반응성 염료	매우 좋음	좋음	
40°C 세탁 견뢰도, 직접 염료	만족할 만함	좋음	좋음
일광 견뢰도에 미치는 영향	최소	최소	최소
색상에 미치는 영향	최소	최소	최소
Oeko-Tex 규격 100, Product class II 충족도	I~IV	I~IV	I~IV

1) 후처리제마다 동일한 양을 사용하여 시험하였음.

세탁 견뢰도가 개선된 것 외에도 염소 처리수에 대한 견뢰도의 개선 정도도 향상되었다. 이러한 특수 약제의 견뢰도 특성과 처리 방법을 <표 3>에 제시하였는데, Zetetal CCL을 사용한 사례이다.

<표 3> Zetesal CCL의 건뢰도와 적응 특성

	Zetesal 2000
20ppm 염소 처리수 건뢰도, 반응성 염료로 염색	매우 좋음
50ppm 염소 처리수 건뢰도, 반응성 염료로 염색	좋음
60°C 세탁 건뢰도, 반응성 염료로 염색	좋음
일광 건뢰도와 색상에 미치는 영향	최소한
Oeko-Tex 규격 100, Product class II 충족도	I~IV

2.1 직접 염료용 Zetesal DN 45

Zetesal DN 45는 셀룰로스 섬유 염색물의 습윤 건뢰도를 개선시켜 준다. 포름알데히드의 함량이 적다는 것을 고려해 볼 때, 섬유 제품들 가운데 Oeko-Tex 규격 100의 Product class II의 기준을 충족시켜야 하는 것에 사용할 수 있다.

2.2 직접 염료와 반응성 염료용 Zetesal CPW

Zetesal CPW는 만능형으로 직접 염료와 반응성 염료의 염색 모두 습윤 건뢰도를 개선시켜 준다<그림 1>.

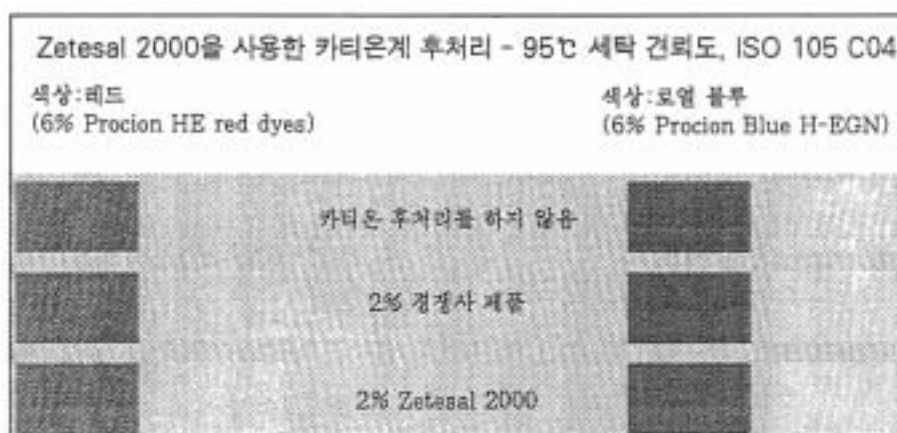
Zetesal CPW - 직접 염료와 반응성 염료로 염색한 면 섬유의 만능형 건뢰도 증진제					
색상:블랙-직접 염료 (5% 염료량) 40°C 세탁 건뢰도, ISO 105-C01			색상:레드-반응성 염료 (6% Procion HE 염료) 60°C 세탁 건뢰도, ISO 105-C01		
염색	첨가하지 않음	Zetesal CPW 25 4%	염색	첨가하지 않음	Zetesal CPW 25 4%
WO			WO		
TA			TA		
PR			PR		
BL			BL		
CO			CO		
CR			CR		

<그림 1> 직접 염료와 반응성 염료로 염색한 면의 세탁 건뢰도

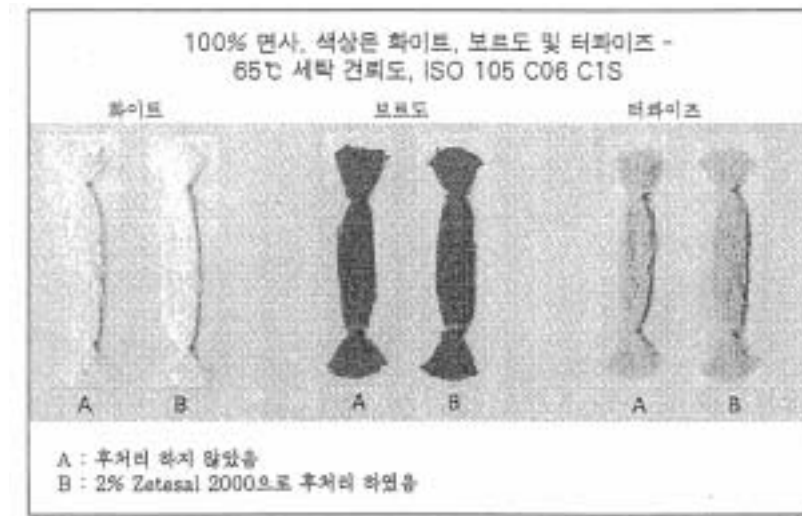
섬유 가공 공장의 입장에서는 직접 염료로 염색할 경우에도 포름알데히드가 없는 후처리가 가능해지게 되었는데, 40℃에서의 세탁 견뢰도가 양호하다. 이와 별도로 반응성 염료를 사용한 염색의 경우에는 60℃에서의 세탁 견뢰도가 매우 좋다. 일광 견뢰도, 색상 그리고 원단의 촉감은 최소한의 영향만을 받을 뿐이다.

2.3 95℃까지의 습윤 견뢰도 특성을 개선시켜 주는 반응성 염료용 Zetesal 2000

견뢰도 시험 수준(95℃ 세탁 견뢰도, 머서화에 대한 염색 견뢰도)에 관련하여 가장 높은 기준을 요구하는 곳에는 디알킬 디아릴 염화암모늄 계열의 고착제를 사용한다<그림 2>. Zetesal 2000은 효용성이 높아 카티온계 고착제로 전세계에서 널리 사용되고 있는데, 예컨대 테리 원단 제품에 사용할 경우 반응성 염료로 염색된 다른 염색물의 변색도 동시에 방지해 준다<그림 3>.



<그림 2> 반응성 염료의 95℃ 세탁 견뢰도



<그림 3> 여러 색상의 제품들을 함께 세탁하였을 경우의 세탁 견뢰도 시험 결과

2.4 염소 처리수 견뢰도와 습윤 견뢰도를 개선시켜 주는 반응성 염료용 Zetesar CCL

Zetesar CCL의 성능은 염소수와 세탁에 대한 견뢰도를 개선시키기 위한 시장의 기준에 대응한 것이다. 특히 테리 원단뿐만 아니라 의류나 가정 장식재 같은 섬유 제품으로서 염소 처리수와 접하게 되는 것(수영장이나 혹은 가정에서의 세탁 중)은 특수한 견뢰도 처리가 요구된다. <그림 4>에서는 반응성 염료의 염색 과정에서 염소 처리수 견뢰도 증진제를 첨가한 경우와 첨가하지 않은 경우에 대하여 염소 처리수 견뢰도의 시험 결과를 보여주고 있다.

Zetesar CCL은 패딩 방식에도 당연히 사용할 수 있다. 이 경우, 시간이 지나면서 카티온계 고착제가 소모되어 가면, 적절한 보충을 통하여 이를 보완해 주어야 한다.

3. 반응성 염료의 염색에서 후처리: 경제성과 견뢰도 요구 수준 간의 절충

3.1 두 반응성 염료의 염색 시스템을 통한 세탁 견뢰도의 개선

모노플루오르트리아진/플루오르피리미딘 계열의 반응성 염료를 이보다 저렴한 모노클로르트리아진/비닐설폰계 염료와 비교해 보았는데, 염색에 사용한 원단은 면 90%와 스판덱스 10%의 싱글저지 편성물이었다. 시험 결과의 판정은 60°C와 95°C에서의 세탁 견뢰도에 대해 이루어졌는데, 이때 모노클로르트리아진/비닐설폰계 염료의 염색 시험은 Zetesar 2000을 첨가한 경우와 첨가하지 않은 경우의 결과들이다. 고견뢰형의 레드 반응성 염료로 60°C와 95°C에서 얻은 결과와 동일한 수준의 세탁 견뢰도를 얻기 위해서는 상대적으로 중견뢰형의 반응성 염료로 염색할 때 Zetesar 2000을 1%와 2% 첨가하여 후처리해야 한다<표 4>.

<표 4> 두가지 반응성 염료 시스템의 세탁 견뢰도 비교

후처리 약제	MFT/FP ¹⁾ 계열의 레드 반응성 염료 고견뢰형		MCT/VS ²⁾ 계열의 레드 반응성 염료 중견뢰형	
	60°C세탁견뢰도	90°C세탁견뢰도	60°C세탁견뢰도	90°C세탁견뢰도
후처리 하지 않았음	4-5	4	3-4	2-3
1% Zetesar 2000	-	-	4-5	3-4
2% Zetesar 2000	-	-	5	4

1) MFT/FP: 모노플루오르트리아진/플루오르피리미딘

2) MCT/VS: 모노클로르트리아진/비닐설폰

2%의 Zetesar 2000로 후처리하는 경우에조차 코스트에 미치는 영향은 거의 없다. 그러나 이와 같이 후처리를 해주면 중견뢰형의 반응성 염료에서조차 매우 높은 견뢰도를 얻을 수 있다. 이는 고품질의 반응성 염료를 사용한 염색과 비교하여 코스트가 거의 절반 정도만 소요된다는 것을 의미한다<표 5>.

<표 5> 두가지 반응성 염료 시스템의 코스트 비교

후처리 약제	Zetesar 2000	코스트(유로/원단100kg) ³⁾
MFT/FP ¹⁾ 계열의 레드 반응성 염료, 고건뢰형,	-	132
MCT/VS ²⁾ 계열의 레드 반응성 염료, 중건뢰형	2%	66

1) MFT/FP: 모노플루오로트리아진/플루오로트리아진,

2) MCT/VS: 모노클로로트리아진/비닐설펜,

3) 코스트 산출은 독일 지역의 가격 수준을 참고하였음

3.2 카티온계 후처리

전체 염색 과정을 카티온계 후처리로써 최적화시킬 수 있다. 기존 공정으로서 다크 블랙의 반응성 염료로 염색할 때 2회 소핑 작업하는 경우와 1회 소핑 작업 후에 Zetesar 2000으로 후처리하는 경우를 비교해 보았다.

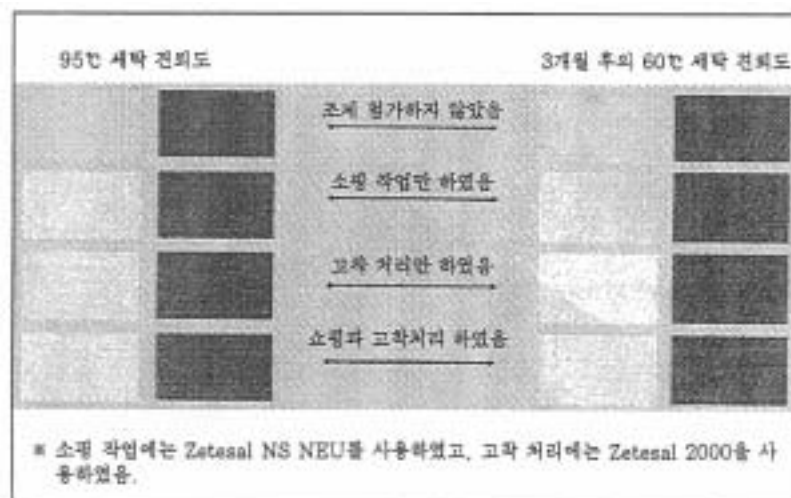


<그림 5> 반응성 염료의 블랙 염색에서 기존 공정과 최적화 후처리 공정의 비교

<그림 5>에서 보는 바와 같이 Zetosal 2000으로 후처리를 해주면, 작업 시간은 대략 40분 정도(배수와 채워 넣는 시간 제외) 단축되었고 공정 수는 2 욕(bath)이 절약되었다(두 번째 소핑 작업과 80℃에서의 수세 작업이 절감).

3.3 반응성 염료의 재가수분해

보관 기간과 조건에 따라서 반응성 염료로 염색한 셀룰로스 섬유 제품들은 적절한 후처리가 생략될 경우 재차 가수분해되는 경향이 있다. <그림 6>에서는 보관 기간이 반응성 염료 6%를 사용한 레드, 염색의 경우에 미치는 영향을 보여주고 있다. 이 염색에서는 단지 소핑 작업만 하거나 카티온계 고착제로 처리만 한 경우를 소핑과 Zetosal 2000으로 후처리를 병행한 염색 결과와 비교하였다. 60℃에서의 세탁 견뢰도 시험을 염색한 직후와 3개월 동안 보관한 후에 대하여 각각 수행하였다. 장기간 보관하였다는 점을 고려해 볼 때 단지 소핑 작업만 하였던 시료의 견뢰도는 상당히 떨어졌다. Zetosal 2000은 이런 문제를 해결해 주면서, 실질적으로 장기간 보관한 이후에도 안정되면서 높은 수준의 세탁 견뢰도를 보장해 준다.



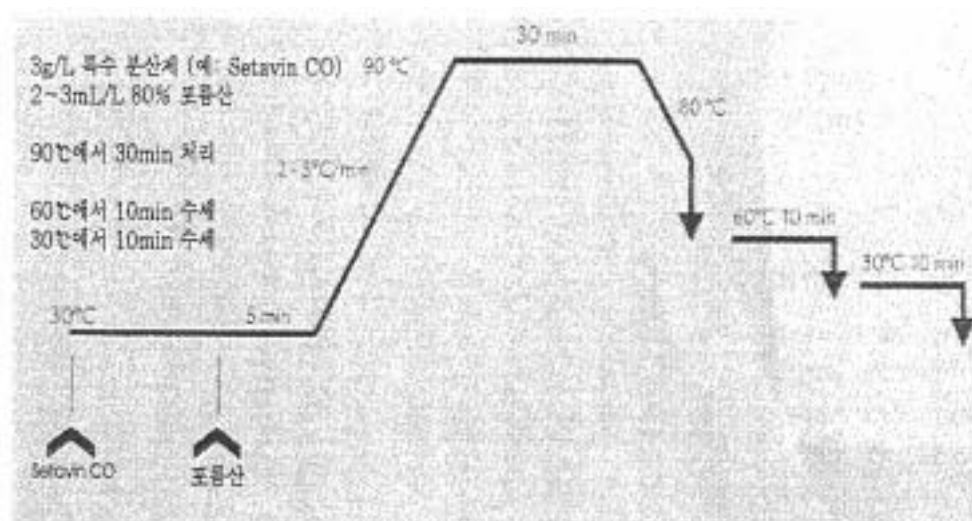
<그림 6> 시간에 따른 반응성 염료의 재가수분해

4. 결 언

반응성 염료로 염색한 후에 카티온 후처리를 해주면, 통상적으로 높은 견뢰도를 얻을 수 있다. Zetesar CCL은 염소 처리수 견뢰도의 통상적인 기준을 만족시킨다.

그러나 한편으로 후처리하는 데 있어 제약 요소들이 있으며, 대체로 이는 사용하는 염료의 종류에 따라 달라지게 된다. 후처리용 약제에는 포화 한계 (saturation limit)라는 것이 있는데, 이는 더 많은 양의 약제를 투입하여도 견뢰도의 개선에 더 이상 공헌하지 못한다는 것이다. 품질이 떨어지면서 견뢰성도 좋지 않은 염료로 염색을 할 경우에 아무리 카티온계 후처리를 해주어도 기껏해야 평균 정도의 기준밖에 충족하지 못한다.

그 밖의 단점으로는 탈색 작업에도 제약이 따를 수 있다는 것이다. 염색 불량에의 경우에 고착제는 보통 부분적으로만 제거할 수 있다. 실제 생산 현장에서, 이른바 카티온 후처리제를 마스킹 작업하는 것이 유리할 수 있는데, 이는 매우 어려운 경우로서 두 번 작업해 주어야 한다<그림 7>.



<그림 7> 면 염색에서 카티온 고착제의 마스킹

최근의 제품들은 염색물의 일광 견뢰도에 미치는 영향이 적은 편이다. 어떤 염료를 선택하는가에 따라 결정되는 수준 그 이상으로 일광 견뢰도를 개선시키는 것은 실제로 전혀 불가능하다. 한편으로 카티온계 후처리인 마찰 견뢰도 가운데 특히 습마찰 견뢰도에 있어서 그 한계를 해결해야 한다.

(Improving the color fastness in dyeing of cellulosic fibers; Melliand International, 2006, No.4)