

천연 착색 면의 흡습성 개선

1. 서 론

염색 및 가공은 폐수를 방출하여 환경을 오염시키는 섬유 산업이다. 한편, 의류용 섬유와 이들이 환경, 작업장 및 제품의 안정성에 미치는 영향에 대하여 문제점들이 자주 제기되고 있다. 또한 합성 섬유 소재의 의류제품은 소비자의 건강에 해로울 수 있다고 보고된 바 있다.

천연 착색 면은 재배시 질병에 강하고 어떠한 농약도 필요하지 않는 것으로 알려져 있다. 여기에 유기 비료를 사용하여 재배된 착색 면은 화학 약제를 전혀 사용하지 않고, 또한 염색이 필요 없기 때문에 친환경 섬유가 된다.

착색 면은 새로운 개념의 면 섬유가 아니다; 착색 면의 재배 역사는 5000년 전으로 거슬러 올라간다. 착색 면은 품질과 경작성이 좋지 않아 상당히 오랜 기간 재배가 중단되었다. 그러나 최근 환경 문제에 대한 높은 관심으로 인해 천연 착색 면은 다시 재배되고 있다. 지난 20년에 걸쳐 진행된 품종 개량 연구는 경작성 및 색상 강도(color intensity)를 증진시켰다. 천연 착색 면은 일반 면섬유에 비해 섬유장이 짧고 강도가 약하며 섬도가 작으나 여러 가지 방법으로 방적이 가능하다.

중국에서는 1990년대부터 착색 면에 대한 연구를 시작했다. 현재 착색 면 연구 센터 4개가 설립되었으며, 쓰촨(四川), 간쑤(甘肅), 허난(河南), 신장(新疆) 및 하이난(海南)에서 착색 면을 전문으로 재배하는 농장이 수년간 성공적으로 운영되고 있다. 현재 재배되고 있는 착색 면의 색상은 갈색, 녹색, 자줏빛, 회색 및 오렌지 색상이다. 중국의 착색 면 재배면적은 2004년에 20,000 헥타르를 웃돌고 있다. 30년 동안 착색 면의 재배량은 총 면화 재배량의 30%에 달하는 것으로 추정되고 있다.

착색 면은 환경 친화적이므로 피부와 접촉하는 테리 직물(terry fabrics), 셔츠 및 내의류에 일반적으로 사용된다. 그러나 불행스럽게도 천연 착색 면을 원료로 한 쾌적성 관련 상품의 클레임이 자주 보고되고 있다. 착색 면으로 제조된 타월은 촉감이 거칠고 흡습률이 기대만큼 좋지 못하다. 이는 착색 면에 들어있는 지방, 펙틴 및 리그닌과 같은 소수성 성분이 그 원인이다. 이 연구에서는 녹색 착색 면을 온수 및 가성소다 용액으로 처리하여 이를 평가한 결과, 흡습률은 확실히 증가하였다.

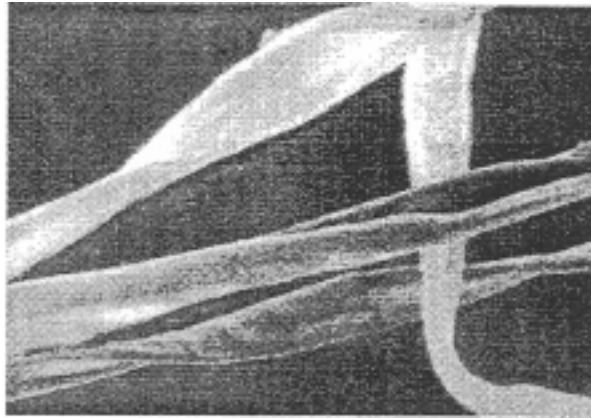
2. 녹색 착색 면(green cotton)의 물성

본 프로젝트에서는 중국의 신장(新疆)에 있는 착색 면 재배 농장에서 생산된 녹색 착색 면을 사용하였다. <그림 1>과 <그림 2>는 착색 면의 단면 및 측면 사진이다.

현미경에서 녹색 착색 면은 길이 방향으로 불규칙한 간격으로 꼬임이 있는 리본과 같은 구조를 가지고 있다. 섬유의 단면은 U자형이며, 섬유의 중앙 부분이 비어 있는 중공(lumen)이 있다. 일반 백색 면과 비교해 볼 때 녹색 착색 면의 중공이 더 크다.



<그림 1> 녹색 착색 면의 단면(2000배 확대)



<그림 2> 녹색 착색 면의 측면(2000배 확대)

이 연구에서는 녹색 착색 면의 섬유장, 섬도, 섬유 강력 및 흡습률을 측정하였으며, 그 측정값과 CV%을 <표 1>에 나타내었다. 또한 일반 백색 면에 관한 자료도 표에 나타내어 비교하였다.

<표 1> 녹색 착색 면과 일반 백색 면의 물성

	녹색 착색 면	일반 백색 면
평균 섬유장(mm)	19.3	32.6
CV(%)	15.5	13
평균 섬도(dtex)	1.120	1.921
CV(%)	16.6	11.1
섬유강력(cN)	1.562	3.5
CV(%)	13.2	10.1
흡습률(%)	3.87	8.6
CV(%)	14.6	12.5

백색 면과 비교해 볼 때 녹색 착색 면의 흡습률은 매우 낮다. 모세관 흡수도 시험에서 섬유의 한쪽 끝을 물에 20분 동안 적시었으나 섬유를 따라 상승하는 물을 볼 수 없었다. 이것은 녹색 착색 면이 소수성임을 보여준다. 이러한 소수성 거동은 섬유에 있는 소수성 성분이 그 원인인 것으로 생각된다.

<표 2>에서 녹색 착색 면과 일반 백색 면의 소수성 성분의 조성을 나타내었다.

<표 2>를 보면 녹색 착색 면의 지방과 리그닌 함유율이 일반 백색 면보다 매우 크다는 것을 볼 수 있으며 이것이 흡습성을 떨어뜨리는 주요 원인이다.

<표 2> 녹색 및 백색 면의 소수성 성분(%)

성분	녹색 착색 면	일반 백색면
지방	4.34	0.6
리그닌	9.34	0.0
펙틴	0.51	1.2

3. 실험 및 분석

녹색 착색 면의 셀룰로스는 지방과 리그닌으로 덮여있다. 이러한 리그닌 성분을 제거하면 흡수력은 확실히 증가될 것이다. 이 연구에서는 가성소다 용액과 온수(증류수)로 녹색 착색 면을 처리하였다. 처리 온도, 처리 시간 및 가성소다 농도별로 총 9개 조건으로 실험하였다. 각 처리 조건은 <표 3>에 나타내었다.

<표 3> 녹색 착색 면 처리조건

시료 번호	처리 시간(min)	처리 온도(°C)	가성소다 농도(g/L)
1	30	40	0
2	30	60	3
3	30	80	5
4	45	40	5
5	45	60	0
6	45	80	3
7	60	40	3
8	60	60	5
9	60	80	0

섬유와 NaOH 용액의 비는 1:30으로 하여 처리하였다. 처리 후, 수세하여 잔존하는 가성소다를 완전히 제거하였으며 남아있는 수분은 원심 탈수기를 이용하여 제거하였다. 24시간 자연 건조시킨 후에 표준 조건(20°C, RH 65%)에서 방치한 후 흡습률 및 섬유 강력을 측정하였다.

<표 4>는 그 측정 결과를 나타낸 것으로 각 측정값은 5회 측정의 평균값이다.

<표 4>를 보면, 미처리 녹색 면의 흡습률 3.87에서 처리 후에 모든 녹색 면의 흡습률이 증가된 것을 볼 수 있다. 통계 분석 결과를 보면, 처리 후에 흡습률의 증가가 모든 시료에 대해 매우 유의하다는 것을 보여주고 있다. 시료 9번(처리 후에 가장 낮은 흡습률을 가진 시료)을 선택하여 통계 분석한 결과를 <표 5>에 나타내었다.

<표 4> 처리 후 흡습률 및 섬유 강도

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
흡습률	8.15	8.62	8.64	8.81	8.40	8.49	8.69	8.68	7.53
(%)	15	13	11	11	11	12	14	10	16
CV(%)									
섬유강력	1.79	1.82	1.83	1.81	1.61	1.74	1.64	1.99	1.87
CV(%)	17	14	16	14	12	13	11	14	15

분석 결과에서 보듯이 처리 후에 수분율의 증가가 매우 유의하다는 것을 알 수 있다. 온수에서 처리했을 경우, 지방 및 리그닌 분자들이 낮은 온도에서 처리했을 때보다 더 빠르게 움직인다. 즉, 온수에서 처리할 경우, 지방 및 리그닌 분자들이 낮은 온도에서 처리할 때보다 더 큰 에너지를 가지게 되어, 섬유에서 유리되는 것이 가능하게 된다. 한편, 이러한 처리는 섬유의 결정 영역을 환원시켜 섬유의 셀룰로스 구조를 변화시킬 수 있으며, 이러한 모든

것이 흡습성을 증진시키는 원인이 된다.

<표 5> 처리 후 시료 9번의 흡습률 분산 분석
(처리온도 80°C, 처리 시간 60분, NaOH 0g/L)

구분	제곱합	자유도	평균제곱	F
처리조건	33.48	1	33.48	37.04
시료간	7.23	8	0.903	
합계	40.71	9		

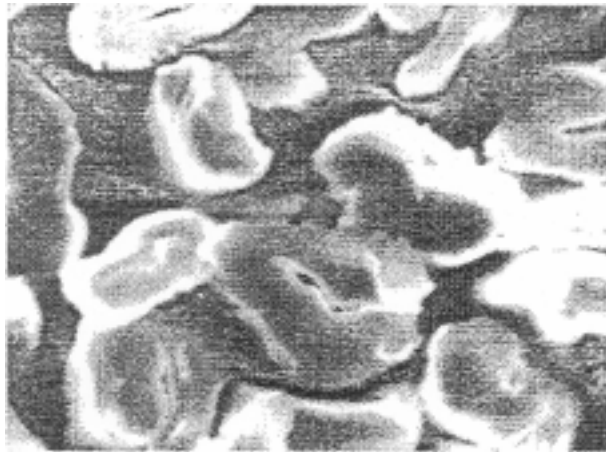
시료 1, 5, 9번은 온수에서만 처리된 것으로서 모두 흡습률이 증가되었다. 가성소다 용액으로 처리된 다른 시료들과 비교할 경우, 흡습률의 차이가 있음을 알 수 있다. <표 4>를 보면 가성소다 미처리 시료와 처리 시료간에 흡습률의 차이가 매우 크다. 가성소다로 처리했을 때, 가성소다 분자들은 지방과 리그닌 분자들을 둘러싸게 된다. 이는 지방과 리그닌 분자들이 셀룰로스로부터 분리되는 것을 촉진시키며 셀룰로스 결정 영역 가운데 일부를 파괴시킨다.

또한 통계 분석을 이용하여 NaOH 3g/L로 처리한 시료 6, 2, 7 와 NaOH 5g/L로 처리한 시료 3, 4, 8번의 변동을 구하였다. 대부분의 경우 NaOH 5g/L로 처리한 시료의 흡습률이 더 큰 것으로 보이나 두 시료들간의 유의차는 볼 수 없다.

경제적 관점에서 보면, 가장 낮은 온도, 짧은 처리시간 및 가성소다 미처리 시료인 1번의 경우가 가장 좋은 선택이 될 수 있다. 비록 흡습률(8.15%)이 가성소다로 처리한 시료의 경우보다 낮지만 비교적 만족스러운 흡습률이다.

<그림 3>은 처리 온도 60°C, 처리시간 30분, NaOH 3g/L 조건으로 처리된 시료 2의 현미경 사진이다. 처리 후에 섬유층의 중공이 작아진 것을 볼 수 있

으며 이는 섬유 단면이 팽윤되어 나타난 결과이다. <그림 1>과 비교해 보면, 처리된 섬유는 더욱 투명해 보이는데, 이는 지방과 리그닌이 제거되었기 때문이다.



<그림 3> 처리 후 녹색 착색 면의 단면사진(2000배 확대)

<표 4>를 보면, 처리 전의 섬유 강력 1.562 cN보다 처리 후의 강력이 더 커진 것을 알 수 있다. 통계 분석 결과에서도 처리 후에 섬유 강도의 증가는 매우 유의한 것으로 나타난다. 온수 및 특히 가성소다 용액으로 처리한 경우, 섬유의 단면은 팽윤하고 길이 방향으로 수축된다. 이로 하여 섬유장 균제도는 증가하고 이는 섬유 강도가 커지는 원인이 된다. 한편, 지방과 리그닌을 제거하면 섬유의 일부 응력이 경감되며, 이는 섬유에서 약한 부분(weak point)의 강도를 증가시킬 것이다.

4. 결 언

천연의 착색 면은 친환경 물질로서 염료와 같은 화학 약제가 사용되지 않는다. 환경 보호에 대한 관심이 커지면서 이러한 천연 착색 면의 발전을 촉

진시켰다. 천연 착색 면은 피부와 접촉되는 제품에 사용되기 때문에 흡습성이 우수해야 된다. 일반 면보다 지방과 리그닌 함유율이 크므로 흡습성은 대개 만족스럽지 못하다. 이러한 흡습성 저해 성분을 제거하기 위해서는 전처리 공정이 필요하다. 착색 면을 40°C의 물에 30분 동안 침지시킨 결과, 흡습률은 매우 크게 증가했다. 만약 물 대신 가성소다 용액을 사용할 경우, 흡습률은 더 커질 수 있을 것이다.

또한 이러한 처리는 섬유 강력을 증가시킨다. 처리 과정에서 지방과 리그닌이 제거되며, 섬유의 응력을 완화시킬 수 있다. 또한, 섬유 단면이 팽윤하고 길이 방향으로 수축함으로서 섬유장의 균제도를 증가시킬 수 있다. 이러한 섬유의 응력이 완화되는 것과 섬유장 균제도가 증가되는 것은 섬유의 강도를 증가시키는 원인이 된다. ♣

(Research on the improvement of the moisture absorption of naturally self-coloured cotton : Journal of the Textile Institute, 2005. No.4)