

# 4급 암모늄염계 작용기를 가진 안트라퀴논형 화합물에 의한 나일론의 내구성 향균가공

김명순 · 김홍제 · 이기풍 · 윤남식\* · 최영주\*

한국염색기술연구소, \*경북대학교 염색공학과

## 1. 서 론

최근 경제적인 풍요와 소비자의 여가 증대, 정보화 등을 배경으로하여 정신적 풍요로의 흐름에 동반하여 쾌적한 생활을 추구하게 되었다. 그로인해 섬유산업에서도 최근 들어 제품의 차별화 및 고부가가치화에 대한 관심이 높아져, 종래의 기능성에 더하여 쾌적성의 관점에서 향균방취 및 소취등에 대한 제품개발이 이루어지고 있으며, 또한 향균가공 처리된 섬유제품들도 많이 출품되고 있다. 향균가공한 제품은 점차 보편화되어 일반 의류는 물론이고 침구류, 인테리어 제품을 비롯하여 의료용에까지 확대되어 가고 있다. 우리 생활환경에서 인체와 가장 많이 접하고 있는 의류, 침구, 타올, 양말, 신발 등의 섬유제품은 여기에 인체의 분비물과 함께 미생물이 서식하여 인체건강을 해치거나 악취를 발생시키고 때로는 섬유제품을 변색, 오염, 손상시키기도 한다. 이 때문에 섬유제품에 향균기능을 줌으로서 미생물의 서식이나 증식을 억제하여 전염병 질병예방, 악취예방, 섬유의 오염, 변색 및 취화방지 등을 목적으로 소위 향균가공, 방취가공 등의 항 미생물 가공(antimicrobial finish)이 시행되고 있었다. 이 가공은 섬유제품에 물리화학적 성질을 변화시키지 않고 미생물에 대한 성질을 개량하여 섬유상에 섬균, 곰팡이 등의 서식이나 번식을 억제시킴으로서 인체보호와 위생적인 생활환경을 도모하기 위한 가공이라고 말할 수 있다.<sup>1)</sup>

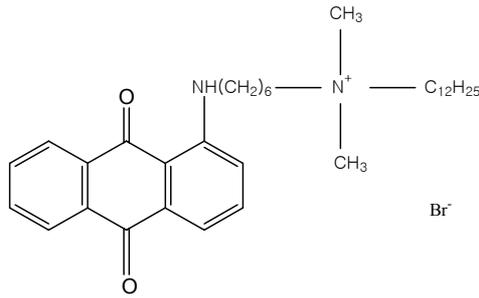
현재 비록 수많은 향균제가 보고되어 왔지만 안전성, 내구성, 안정성 및 제조방법 등의 제약으로 인해 실제 업체에서 사용하고 있는 향균제는 소수에 불과하다.

따라서 본 연구는 전보<sup>2)</sup>에서 합성된 6-(1-anthraquinonylamino)hexyldodecyldimethyl ammonium bromide(Scheme 1)를 나일론 섬유에 처리함으로써 나일론에 대한 흡착거동 및 향균성, 세탁내구성에 대해 고찰하였다.

## 2. 실 험

### 2.1 시료 및 기기

정련 처리된 100% 나일론 직물(평직, KS K 규격 0905)은 그대로 사용하였고, 6-(1-anthraquinonylamino)hexyldodecyldimethyl ammonium bromide(이하 AHDDAB로 약함)(Scheme 1)은 전보<sup>2)</sup>에서 합성된 것을 그대로 사용하였다. UV/Visible spectra는 Hewlett packard HP8453, 염색기는 고온고압 pot형의 Mathis BFA-24(Mathis, 스위스), 대전 방지성 시험기는 Kanebo EST-7(일본)을 사용하였다.



Scheme 1. Structure of 6-(1-anthraquinonylamino)hexyldodecyldimethyl ammonium bromide

## 2.2 항균제의 흡진 처리 및 흡착량

합성된 항균제의 농도에 따른 나일론 섬유에의 염착성을 알아보기 위해 0.25, 0.5, 0.75, 1.0, 1.5, 2.0% o.w.f의 농도로 조제 첨가 없이 욕비 150:1, 1.5°C/min의 승온속도로 100°C에서 40분간 염색하였다. 또한 온도에 따른 염착성을 알아보기 위해 2.0% o.w.f의 농도로 70°C, 80°C, 90°C, 100°C까지 1.5°C/min으로 속도로 승온시키고, 각 온도에서 40분간, 150:1의 욕비에서 조제 첨가없이 염색하였다. 염색이 끝난 나일론직물은 아세톤으로 3회 세척 후 진공건조하였다. 건조된 나일론 직물은 90°C의 DMF로 완전히 추출하고, 분광광도계를 사용하여 흡광도를 측정 후 미리 작성한 검량선으로부터 흡착량을 구하였다.

## 2.3 항 미생물성 평가

항균성 시험은 항균가공섬유제품의 시험법 중 하나인 shake flask법을 이용하여 감균율을 평가하였으며 사용된 대상 균은 공시 균으로 그람 양성균인 황색 포도당 구균 (*Staphylococcus aureus* ATC 6538P)과 그람 음성 균인 폐렴 구균(*Klebsiella pneumoniae* ATCC 4352)을 사용하였다.

## 2.4 항균제 세탁 내구성 평가

KS K 0430 A-1법에 따라 Launder-O-Meter(ATLAS LP2, 미국)를 이용하여 40°C에서 30분 세탁 처리하는 것을 1회 세탁으로 하고, 계면활성제는 KS K 2715의 표준세제를 사용하였다. 세탁시험은 10, 20, 30회 세탁후의 항균성 변화를 시험하였다.

## 2.5 대전방지성 평가

마찰 대전압은 JIS L 1094-4 마찰대전감쇠측정법을 이용하여 측정하였다. 실험은 20°C, 상대습도 40%, 마찰횟수 10회의 조건에서 KS K 0905의 염색건뢰도 시험용 침부백포로 규정된 cotton, wool을 마찰포로 사용하여 실험하였다. 표면 대전압 측정은 Kanebo EST-7(일본)을 사용하여 인가전압 5KV가 반으로 감소하는 반감시간을 측정하였다.

## 2.6 염색견뢰도 측정

염색된 나일론 직물의 세탁(KS K 0430-1), 물(KS K 0645), 마찰(KS K 0650), 일광(KS K 0218)견뢰도를 측정하였다.

## 3. 결과 및 고찰

### 3.1 처리농도 및 온도에 따른 염착량

사용된 항균제의 나일론 직물에 대한 염착량을 알아보기 위해 0.25, 0.5, 0.75, 1.0, 1.5, 2.0% o.w.f.(실제 섬유상에 흡착된 양 : 13.34, 21.94, 29.16, 40.10, 52.32, 61.04mmol/kg)의 농도로 조제의 첨가없이 욕비 150:1, 1.5°C/min의 승온속도로 100°C에서 40분간 염색하였다. Fig. 1에서와 같이 저농도에서도 높은 염착량을 얻을 수 있으며, 처리 온도에 따른 염착량을 나타낸 Fig. 2에서 보듯이 전반적으로 처리온도가 증가할수록 염착량은 점차적으로 증가함을 알 수 있다.

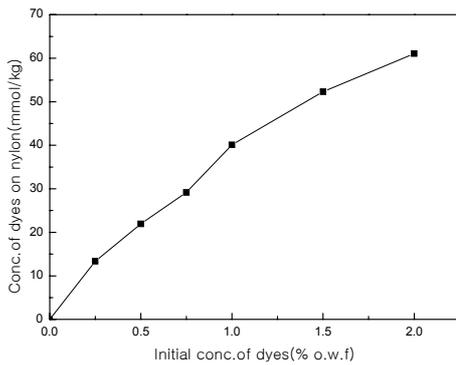


Fig. 1. Dye uptake of nylon fabric dyed with AHDDAB for 40 minutes at liquor ratio of 150:1 at 100°C.

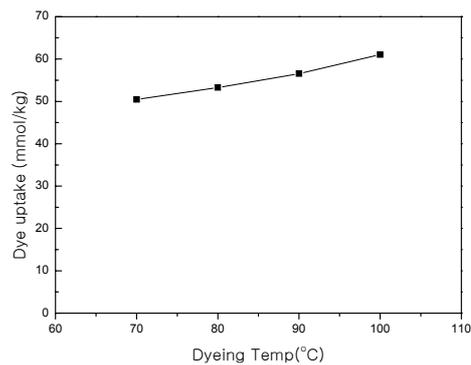


Fig.2. Dye uptake of nylon fabric dyed with AHDDAB for 40minutes under the condition of 2.0% o.w.f. and liquor ratio of 150:1 at various temperatures.

### 3.2 항 미생물 평가

Fig.3, 4는 각각의 농도로 처리된 시료의 *Staphylococcus aureus*와 *Klebsiella pneumoniae*에 대한 감균율을 shake flask방법에 의해 측정된 결과이다. *Staphylococcus aureus* 균종의 경우 0.5, 0.75, 1.0, 1.5, 2.0% o.w.f.의 농도에서 100%의 감균율을 가졌고, 0.25% o.w.f.에서도 99.71%의 감균을 나타냈다. *Klebsiella pneumoniae* 균종에 대해서도 0.75, 1.0, 1.5, 2.0% o.w.f.의 경우 100%의 감균율을 가졌고, 0.25%와 0.5% o.w.f. 농도에서도 각각 88.77%와 98.60%의 감균율을 보였다. 그림에서 알 수 있듯이 항균제는 작은 양으로도 상당히 우수한 항균성을 가지고 있음을 알 수 있다.

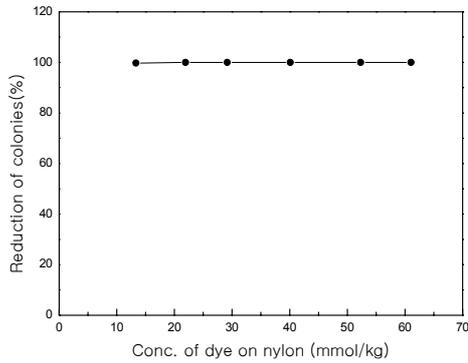


Fig. 3. Reduction of colonies in the shake flask test of nylon dyed with AHDDAB (*S. aureus*)

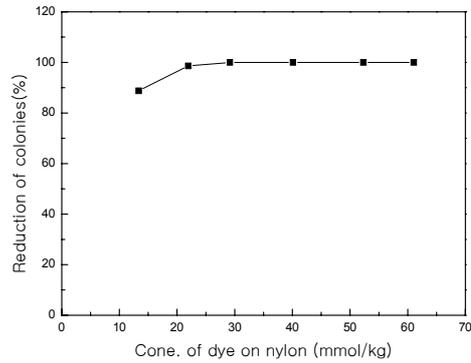


Fig. 4. Reduction of colonies in the shake flask test of nylon dyed with AHDDAB (*K. pneumoniae*)

### 3.3 항균 내구성 평가

Fig. 5, Fig. 6에서는 항균제의 내구성 시험결과를 나타낸 것으로 미처리 시료와 함께 0.25, 0.75% o.w.f.로 항균제를 처리한 시료를 10, 20, 30회 세탁한 후 *Staphylococcus aureus*와 *Klebsiella pneumoniae*에 대한 항균성 측정 결과이다. 세탁 전 모두 70% 이상의 감균율을 보였으며, 세탁횟수가 증가함에 따라 감균율이 감소하는 경향을 나타내었다.

*Staphylococcus aureus*의 경우 0.75% o.w.f.로 처리했을 경우 30회 세탁 후에도 100%의 높은 감균율을 나타냈으며, 0.25% o.w.f.로 처리했을 경우에도 30회 세탁까지 57.5%의 감균율을 보였다. *Klebsiella pneumoniae*의 경우는 0.75% o.w.f.로 처리했을 경우 30회 세탁 후 68.7%의 감균율을 나타냈고, 0.25%로 처리했을 경우는 24.2%의 감균율을 나타냈다.

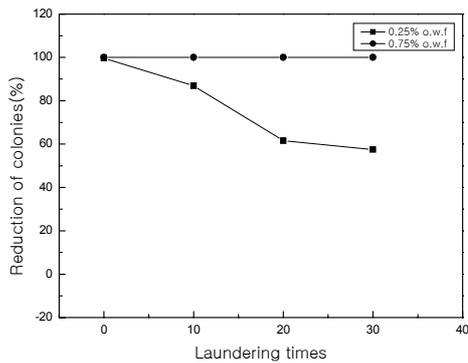


Fig. 5. Antimicrobial fastness to laundering of nylon dyed with 0.25% and 0.75%o.w.f. AHDDAB (*S. aureus*).

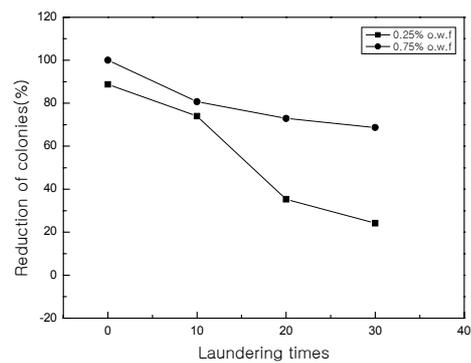


Fig. 6. Antimicrobial fastness to laundering of nylon dyed with 0.25% and 0.75%o.w.f. AHDDAB (*K. pneumoniae*).

### 3.4 대전방지성 평가

Table 1.은 0.75% o.w.f.(실제 섬유상에 흡착된 양 : 29.16mmol/kg)시료의 대전성과 반감기를 측정된 결과로 처리시료는 미처리 시료에 비해 대전성이 감소하고 반감기 또한 줄어들었다. 이는 항균제가 강한 흡습성을 가진 물질로 나일론에 처리된 항균제의 친수성기인 4급 암모늄염은 공기측으로 배향되어 공기중의 물분자와 수소 결합하여 도전층을 형성함으로 대전방지성을 가지는 것으로 생각된다.

Table 1. Electrostatic charging and half decaying time of nylon treated in 0.75% o.w.f. of AHDDAB

Rubbing fabric	Static electricity	untreated	0.75% o.w.f.
Cotton	Charge(KV)	12.6	0.9
	Half time(sec.)	32	1
Wool	Charge(KV)	14.0	3.52
	Half time(sec.)	26.6	3

### 3.4 염색견뢰도

Table 3-5은 항균제를 처리한 나일론 직물의 세탁, 물, 마찰, 일광견뢰도를 나타낸 것이며, 세탁, 물견뢰도의 오염판정은 동일 시료인 나일론 섬유의 오염정도를 판단하였다. 일광을 제외하고는 전체적으로 3~4급 이상의 등급을 나타내었다.

Table 2. Color fastness of nylon fabrics dyed in 0.75% o.w.f. of AHDDAB

Fastness Dye	Washing		Water		Rubbing		Light
	Color change	Color staining	Color change	Color staining	Dry	Wet	
AHDDAB	5	5	5	4~5	5	4~5	1~2

## 4. 결 론

1. 사용한 항균제가 수용성이고 또한 아무런 조제의 첨가 없이 염색하였음에도 불구하고 비교적 높은 염착율과 균염성이 얻어졌다.
2. 항 미생물 평가에 있어서 shake Flask법에 의해 시험한 항균성은 그람 양성균인 *Staphylococcus aureus*에 대해 최저 처리농도 0.25% o.w.f.(실제 섬유상에 흡착된 양 :

13.34mmol/kg)에서 99.71%의 감균을 나타냈고, 그람 음성균인 *Klebsiella pneumoniae*에 대해서는 78.77%의 감균율을 나타냈다.

3. 세탁내구성 평가에서도 *Staphylococcus aureus*에 대해 0.75%o.w.f.(실제 섬유상에 흡착된 양 : 29.16mmol/kg)에서 30회 세탁에서도 100% 감균율을 나타냈다. *Klebsiella pneumoniae*도 0.75% o.w.f.의 경우 30회 세탁에서도 68.7%의 항균을 지속했다.
4. 처리된 시료는 저농도 처리에도 불구하고 미처리포지에 비해 우수한 대전방지기능을 가졌다.
5. 염색견뢰도 시험결과 세탁, 물, 마찰견뢰도는 3~4급 이상의 높은 견뢰도를 얻었다.

## 감사의 글

본 과제는 산업자원부의 출연금 등으로 수행한 지역전략산업 석박사 연구인력 양성사업의 연구결과입니다.

## 참 고 문 헌

- (1) T. L. Vigo and M. A. Benjaminson, *Text. Res. J.*, **51**, 454(1981).
- (2) Yongzhu Cui and Namsik Yoon, *J. Kor. Soc. Dyers and Finishers*, **15**, No. 1, 119-122(2003)