

아마직물의 방추성과 복합기능성 향상을 위한 연구

강미정 · 권영아[†]

신라대학교 패션산업학부

Improvement of Wrinkle Recovery and Functional Properties in Linen Fabrics

Mi Jung Kang · Young Ah Kwon[†]

Division of Fashion Industry, Silla University

접수일(2010년 9월 30일), 수정일(2010년 11월 6일), 게재확정일(2010년 11월 16일)

Abstract

This study provides improved wrinkle recovery and UV protection capabilities as well as an antibacterial and deodorizing function to linen fabrics for summer shirts. The results obtained from this study are as follows. By setting catalyst concentration to 1.2% and DMDHEU concentration to 6% respectively and applying a heat treatment to them at 160°C for 5 minutes, the decrease of fabric strength could be minimized and the crease resistance of linen fabrics improved. Compared to the treatment with DMDHEU only, the crease resistance of linen fabrics could be maintained and degradation of their properties could be more effectively prevented by applying the mixture of the UV absorber and the nano silver to the DMDHEU resin. The UV protection of fabrics could be improved by adding the UV absorber. Although the separate treatment of resin or the nano silver had no effect on the improvement of the UV protection properties for treated fabrics, they could increase the UV protection capability when they were combined with the UV absorber. Linen fabrics could possess an antibiosis and deodorizing capability by applying the mixture of the UV absorber, the nano silver, and the resin. The UV protection, crease resistance and flexibility of finished fabrics were maintained even after laundering. Washed treated fabrics maintained excellent antibiosis and odor free capabilities compared to untreated fabrics.

Key words: Linen fabrics, Wrinkle recovery, Nano silver, UV protection; 아마직물, 방추성, 은나노, 자외선 차단

I. 서 론

통기성이 우수한 아마직물은 자외선 차단성뿐만 아니라 열전도성이 우수하여 여름용 의류소재로 주로 이용되고 있다. 미생물에 대한 저항성이 있는 것으로 알려진 마섬유는 친환경 천연소재 중 수분증발력이 뛰어나 여름철 소재로 활용성이 크지만 구김이 잘 생기고 직물 밀도가 낮을 경우 자외선 차단성이 떨어진 다(이돈원 외, 1998). 여름용 의류소재로써 박지 아마

직물의 활용성을 보다 높일 수 있기 위해서는 자외선 차단성 및 방추성과 함께 항균, 소취성 등의 복합기능성을 동시에 부여해 줄 필요가 있다.

아마직물의 방추성과 형태안정성은 가교제를 사용하여 수지가공을 함으로써 성능을 개선시킬 수 있다(최연주, 유효선, 2005). 그러나 수지가공 후 심한 강도저하가 문제되어 아마직물의 방추가공이 실용화 되는데 문제가 되어왔다. 일반적으로 아마직물은 면 직물보다 많은 양의 가교제를 사용하여야 방추성을 부여할 수 있기 때문에 방추성이 향상되면 물성이 크게 감소된다. 따라서 가교로 인한 강도저하를 최소화

[†]Corresponding author
E-mail: yakwon@silla.ac.kr

하고 구김회복성을 가질 수 있는 아마직물의 지속적인 연구가 필요하다. 지금까지의 DP 가공은 가교제와 첨가제의 종류 및 열처리 조건을 달리하여 직물에 처리함으로써 가공 직물의 포름알데히드 배출량을 감소시키려는 시도와 함께 DP 가공에 의해 섬유가 소수성으로 변한 직물의 염색성과 흡수성을 개선시키기 위한 연구와 강도저하와 같은 물성의 개선에 관한 연구가 주로 시도되어 왔다(Andrews et al., 1984; Welch, 1997). 그러나 수지욕에 자외선 흡수제와 은나노를 혼합 처리하여 셀룰로오스 직물의 물성을 유지하면서 방추성 향상과 함께 복합기능성을 부여하고자 한 연구는 미미하다.

자외선 차단기능을 지닌 금속나노 입자를 침지법에 의해 섬유에 처리할 경우 섬유의 표면 또는 미세한 구멍 내부로 흡수되어 섬유의 유연성과 드레이프성 및 촉감 등에 영향을 크게 미치지 않는다고 보고되었다(한국특허정보원, 2004). 섬유소재에 이용되는 나노입자 중에서도 은나노는 우수한 열전도성, 전자파 차단, 정전기 방지 등 복합기능을 보유하고 있으며, 특히 항균성과 자외선 차단성, 원적외선 방사 등과 같은 건강·쾌적 기능을 함께 지니고 있어 섬유산업에 널리 이용되고 있다(강미정, 권영아, 2008). 그러므로 은나노를 수지 가공제에 함유시켜 직물에 처리하면 태의 손상을 적게 하면서 항균성과 함께 복합기능성을 부여할 수 있을 것이라고 생각된다. 최근 은나노의 자외선 차단성, 전자파 차폐성 및 항균성 등 기능성을 부여하는 연구가 진행된 바 있으나(이수정, 이태일, 2004; 정혜원, 김현숙, 2004; Rai et al., 2009), 은나노를 수지가공에 첨가하여 아마직물의 방추성 향상과 함께 복합기능성을 부여하고자 한 연구는 진행되지 않았다.

본 연구에서는 하절기에 주로 사용되는 통기성이 좋은 박지 아마직물의 구김회복성을 개선시키고 자외선 차단효과를 높이면서 항균과 소취 등의 기능성을 부여해 보고자 하였다.

II. 실 험

1. 시료 및 시약

시료는 자외선 차단을 가장 필요로 하는 여름철 의류

에 주로 사용되는 100% 아마직물로 한정하여 정련 표백한 것을 실험에 사용하였다. 시료의 기본 특성은 <Table 1>과 같다. 가교제는 가교성능이 우수하며 가격이 저렴하고 간단한 처리공정으로 행할 수 있는 DMDHEU (Fixapret, Korea)를 사용하였으며 자외선 흡수제는 일광에 비교적 안정하고 자외선 흡수과장영역이 광범위한 2,2'-dihydroxy-4,4'-methoxybenzophenone(ACROS ORGANICS, USA)을 사용하였다. 은나노 가공에 사용되는 은(silver)은 엔티베이스(주)로부터 제공받은 것(NT-S150)으로, 순도 99.99%의 나노 파우더 상태이다. 분산제로 Triton X-100(비이온계면활성제, SIGMA ALDRICH, U.S.A) 및 촉매제로 $MgCl_2 \cdot 6H_2O$ (Junsei Chemical Co., Japan)의 시약을 사용하였다.

2. 가공처리 방법

자외선 흡수제(0.1%, 0.2%, 0.4%, 0.6%, o.w.f.), 나노실리카파우더(0.1%, 0.3%, 0.5%, 1.0%, o.w.f.), DMDHEU(3%, 6%, 9%, 12% o.w.f.), 조제와 촉매 등의 첨가 유무에 따라 8종의 가공조건인 Control(통제시료), D/U/Ag(수지/자외선 흡수제/은나노), D/U(수지/자외선 흡수제), D/Ag(수지/은나노), D(수지), U/Ag(수지/은나노), U(자외선 흡수제), Ag(은나노)의 조합으로 가공욕을 준비하였다. 통제시료(이하 control 시료라고 함)는 조제와 촉매제만으로 패딩과 열처리를 동일한 방법으로 처리하여 준비하였다. 직물에의 처리 방법은 시험포를 가공욕에 1:25의 욕비로 30분간 침지시킨 후 wet pick up 90%를 유지하도록 시험포를 2dip-2nip 패딩(Padding Roll Machiner, Jin Young Co. Ltd)하여 여분의 가공욕을 제거하였다. 패딩한 직물은 프레임에 고정시킨 후 열풍 건조기에 넣어 $80 \pm 5^\circ C$ 에서 5분간 건조하고 $160^\circ C$ 와 $180^\circ C$ 에서 각각 3분과 5분간 열처리한 후 24시간 동안 자연 건조시켜 물성 및 기능성을 측정하였다.

3. 가공처리 직물의 복합기능성 측정

1) 물성 및 기능성

직물의 방추성은 개각도법(KS K 0550), 강연성은 컨틸레버법(KS K 0539), 인장강도(KS K 0521)는 인장

Table 1. Fabric specification

Fiber contents (%)	Yarn count (s)	Weave	Weight (mg/cm ²)	Thickness (mm)	Fabric density (/inch)
Linen 100%	11.5	plain	12.05	0.65	53×52

강도기(Shimadzu, Japan)를 사용하여 각각 경·위사 방향으로 10회 측정 후 평균과 표준편차를 구하여 평가하였다. 색차계(Color Difference Meter, Minolta, Japan)를 사용하여 3자극치 X, Y, Z로부터 ASTM E-313-73에 의하여 황변도(YI)를 산출하였다. 직물의 자외선 차단성은 적분구가 부착된 자외선/가시spectrophotometer(Perkin Elmer, U.S.A)에 사용하여 적분구 바로 전면에 시료를 놓은 후 290~400nm 파장범위의 파장을 최소 5nm 파장단위로 주사하면서 자외선 투과율을 측정하였다. 직물의 항균성(KS K 0693:2006)은 황색포도상구균(*Stahylococcus aureus* ATCC 6538)과 폐렴간균(*Klebsiella pneumoniae* ATCC 4352)을 공시균으로 이용하여 접종한 후 18시간 후 생균수를 측정하였고 균 감소율을 계산하였다. 소취성은 가스검지관법에 의해 1L의 밀폐 용기에 암모니아 가스를 함유한 용액을 첨가하고 용기내의 초기 가스농도가 500ppm이 되도록 조정된 후 10×10cm 가공포를 넣은 후 30분, 60분, 90분, 120분 경과 후에 용기에 남아있는 가스농도를 측정하였다.

2) 가공처리 직물의 표면구조

가공 직물의 표면구조 특성은 주사전자현미경(Scanning Electro Microscope SX-40A, Japan, 이하 SEM이라 함)을 사용하여 처리전후와 세탁전후를 비교 관찰하였다.

3) 가공처리 직물의 세탁 내구성

세탁은 KS K 0430법에 준하여 Launder-O-Meter

(Atlas, USA)를 사용하여 10회 반복세탁한 후 직물의 자외선차단성(KS K 0850), 방추성(KS K 0550), 강연성(KS K 0539), 항균성(KS K 0693:2006), 소취성 및 표면구조를 측정하였다.

III. 결과 및 고찰

셀룰로오스 섬유를 포함하는 직물에 수지로 가교결합을 형성시켜 줌으로써 방추가공을 하게 되는데 가교제와 셀룰로오스의 반응은 섬유의 조성, 촉매의 농도, 열처리 온도, 가교제 농도 등과 관계가 있으므로 이러한 조건들이 아마섬유의 가교에 어떠한 영향을 미치는지를 살펴보았다.

1. 아마직물의 방추성

1) 열처리 조건의 영향

<Table 2>는 가교제인 DMDHEU 6%(o.w.f.)의 농도와 촉매 농도를 0.4%, 1.2%, 1.8%(o.w.f.)로 하고 면과 아마직물에 패딩 건조한 후 시료의 열처리 온도를 160°C, 180°C로 변화시키고 열처리 시간을 3분, 5분으로 변화시켜 처리한 직물의 방추성의 변화를 나타낸 것이다. 160°C에서는 열처리 시간이 길수록 방추성이 향상되었으나 180°C에서는 처리 시간이 길수록 오히려 방추성이 감소하여 180°C에서 3분간 처리한 아마직물의 방추성이 최대로 나타났다. 인장강도는

Table 2. Effect of catalyst and curing temperature on performance properties of linen fabrics

Curing (°C, min)		Properties	Add on (%)	WRA (W+F) deg. (std.)	Breaking strength Kgf (std.)	Yellow Index
Catalyst (%o.w.f.)						
untreated	-	-	0.0	94 (2.1) a	22.2 (1.1) c	2.2 a
0.4	160 (3)		3.2	118 (4.2) a	22.0 (1.1) c	3.2 ab
	160 (5)		3.5	170 (6.6) b	21.2 (2.6) c	3.5 ab
	180 (3)		3.3	211 (2.1) c	13.7 (2.5) ab	4.2 b
	180 (5)		3.1	222 (5.1) c	13.8 (1.7) ab	4.2 b
1.2	160 (3)		3.8	180 (5.6) b	13.4 (6.9) ab	3.5 ab
	160 (5)		3.7	232 (1.8) c	8.6 (2.3) ab	3.8 ab
	180 (3)		3.1	225 (9.2) c	8.4 (3.4) ab	4.4 b
	180 (5)		3.8	214 (5.1) c	6.5 (1.2) a	4.5 b
1.8	160 (5)		3.7	232 (4.5) c	7.2 (6.2) a	3.8 ab
	180 (5)		3.4	232 (2.5) c	7.5 (5.6) a	4.5 b
F-value				14.64***	7.48***	1.27**

p<0.01 *p<0.001 by Duncan's test (a<b<c)

160°C 처리에 비해 180°C 처리에 의해 강도저하가 더 크게 나타나고 황변지수는 증가하는 것을 알 수 있다. 셀룰로오스 직물을 150°C 이상에서 열처리를 하면 탈수작용을 일으켜 섬유가 취화되어 강도가 저하하며 황변현상이 발생한다(Lee & Kim, 2005). 따라서 열처리 온도와 시간은 처리 후 아마직물의 강도저하와 황변발생과 같은 물성의 손상 등을 고려하여 후속되는 실험에서는 열처리 온도를 160°C에서 5분간 처리하였다.

2) 촉매농도의 영향

<Fig. 1>에서 가교제인 DMDHEU에 대한 촉매의 최적 조건을 알아보기 위하여 $MgCl_2 \cdot 6H_2O$ 의 농도를 0.4%, 1.2%, 1.8%(o.w.f.)로 변화시켜 첨가하고 160°C에서 5분간 아마직물에 열처리한 후 방추성의 변화를 살펴보았다. 촉매인 $MgCl_2 \cdot 6H_2O$ 의 농도가 증가함에 따라 방추성이 향상되었으며 1.2% 이상의 농도에서 DMDHEU와 셀룰로오스와의 반응이 촉진되어 방추성이 커짐을 알 수 있다. 셀룰로오스의 수지가공 시 첨가하는 염화마그네슘과 같은 금속염촉매는 수용액 중에서 산성으로 작용하며, 셀룰로오스는 산이 존재하는 상태에서 고온의 열을 받으면 가수분해되어 고분자사슬이 부분적으로 절단되어 인장강도의 저하를 가져온다(박윤철, 1997). 따라서 DMDHEU에 $MgCl_2 \cdot 6H_2O$ 를 첨가하면 Mg^{2+} 의 양이온이 생성되는 동시에 가교가 촉진되며 촉매 농도가 높고 온도가 높을수록 방추성은 향상되지만 인장강신도가 감소할 수 있다(Ibrahim et al., 2008). 그러므로 촉매의 농도는 방추성 향상과 함께 수지화의 촉진으로 인한 강도저하를 고려하여 결정할 필요가 있으며 후속되는 실험에서는 촉매의

농도를 1.2%로 정하였다.

3) DMDHEU 농도의 영향

<Table 3>은 촉매농도를 1.2%(o.w.f.)로 하고 가교제인 DMDHEU의 농도를 3%, 6%, 9%, 12%로 변화시켜 아마직물에 패딩 건조한 후 열처리 온도를 160°C에서 5분간 처리한 면직물과 아마직물의 방추도 변화를 나타낸 것이다. 아마직물의 방추성은 미처리포가 94°(W+F)로 매우 낮은데 6%의 가교제 처리 시 방추각이 229°(W+F)로 증가하여 미처리포에 비하여 140% 이상의 방추성 향상을 얻을 수 있었다. 일반적으로 아마 직물에 면직물과 동일한 수준의 방추도를 부여하기 위해서는 면에 비해 훨씬 많은 양의 가교제가 필요하게 되는데 이에 따라 직물의 물성을 크게 감소시킬 수 있다(이돈원 외, 1998). 이는 셀룰로오스의 분자량이 클수록 가교형성이 높아서 가교제가 많이 필요하게 되지만 촉매에 의한 셀룰로오스 분자사슬의 일부가 절단되기 때문에 강도가 저하되는 것이라고 생각된다. 따라서 방추성 향상과 강도 감소율을 감안하여 최적 가교제의 농도를 6%로 정하였다.

4) 자외선 흡수제와 은나노 농도의 영향

자외선 흡수제 농도 및 은나노 농도에 대한 물성변화를 각각 알아보기 위하여 DMDHEU 수용액에 대한 $MgCl_2 \cdot 6H_2O$ 의 농도를 1.2%(o.w.f.)로 첨가하여 처리한 후 방추성과 인장강도 및 강연성을 평가하였다. <Table 4>에서 자외선 흡수제 첨가에 의해 아마직물의 방추성은 다소 향상되었으며 자외선 흡수제 농도가 증가함에 따라 방추성의 변화는 나타나지 않았다. 또한 자외선 흡수제 첨가에 의해 인장강도와 강연성

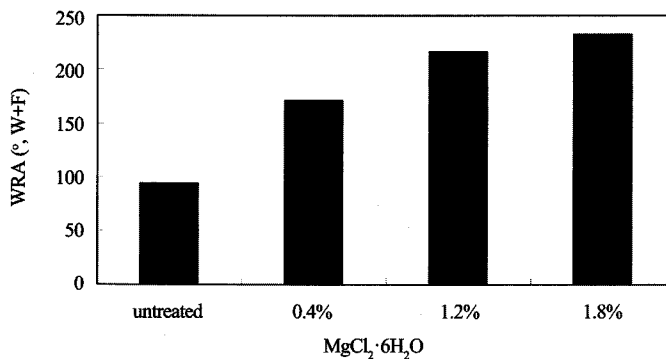


Fig. 1. Effect of catalyst ($MgCl_2 \cdot 6H_2O$) concentration on WRA of linen fabrics. DMDHEU: 6% (o.w.f.), curing: 160°C, 5min.

Table 3. Effect of DMDHEU on performance properties of linen fabrics

Resin (% o.w.f.)	Properties	Add on (%)	WRA (W+F) deg. (std.)	Breaking strength Kgf (std.)	Yellow Index
untreated		0.0	94 (2.2) a	22.16 (1.1) c	2.2 a
3		3.8	193 (2.6) b	18.41 (3.9) b	2.7 a
6		3.1	229 (7.5) c	13.01 (5.4) b	2.8 a
9		3.7	232 (8.4) c	8.88 (2.0) a	3.6 b
12		3.4	201 (5.2) c	7.94 (0.7) a	3.7 b
F-value		2.34	12.36***	6.38**	1.68*

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$ *** $p < 0.001$ by Duncan's test (a<b<c)

Table 4. Effect of UV absorber and nano silver concentration on physical properties of linen fabrics

Finishing Agent	Conc. (% o.w.f.)	Properties	WRA (W+F) deg. (std.)	Breaking strength Kgf (std.)	Drape stiffness mm (std.)
UV absorber	Untreated		94 (2.1) a	22.2 (1.1) b	13.3 (0.2) a
	Control		229 (4.1) b	13.0 (3.8) a	14.4 (0.1) ab
	0.1		204 (7.3) b	12.3 (2.7) a	14.4 (0.1) ab
	0.2		211 (6.2) b	12.4 (3.0) a	14.5 (0.1) ab
	0.4		211 (4.7) b	11.9 (2.6) a	14.5 (0.1) ab
	0.6		212 (7.1) b	12.0 (3.1) a	14.6 (0.1) ab
	F-value		11.68**	5.37**	2.75*
Nano silver	untreated		94 (2.1) a	22.2 (1.1) b	13.3 (0.2) ab
	Control		211 (6.2) b	12.4 (3.0) a	14.5 (0.2) b
	0.1		214 (7.7) b	15.3 (3.9) a	14.4 (0.2) b
	0.3		214 (8.1) b	15.2 (3.8) a	13.2 (0.2) a
	0.5		216 (7.1) b	14.5 (2.6) a	13.0 (0.2) a
	1.0		216 (8.0) b	10.3 (3.9) a	10.7 (0.1) a
	F-value		14.25**	7.38**	6.29*

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$ by Duncan's test (a<b)

UV-absorber: 0.2% (o.w.f.), Nano silver: 0.1% (o.w.f.), DMDHEU: 6% (o.w.f.)

에서도 유의한 변화가 나타나지 않았다. <Table 4>에서 은나노 농도가 방추성 증가에 유의한 영향을 미치지 않았으며 은나노 농도가 증가함에 따라 인장강도는 다소 증가하는 경향을 보였으며 은나노 농도가 1.0%에서는 오히려 감소하는 경향을 나타내었으나 뚜렷한 변화를 보이지 않았다. 은나노 입자를 자외선 흡수제와 수지욕에 혼합하여 직물에 처리하면 섬유 표면과 미세공간 사이로 흡수되어 직물의 방추도를 유지하면서 물성 등에 크게 영향을 미치지 않는다고 생각된다. 따라서 은나노의 농도는 경제적인 측면을 고려하여 최소(0.1%)의 농도로 항균성이 부여될 수 있는 지를 확인할 필요가 있다.

5) 세탁 후 직물의 방추성과 물성

아마직물의 세탁 후 물성변화를 <Table 5>에서 살펴보면, 방추성은 세탁전후 모두 약간 감소하였으나 가공처리된 직물은 미처리직물에 비하여 세탁 후에도 방추성이 높게 나타나 세탁에 의해 처리포의 방추성이 효과적으로 유지된다고 볼 수 있다. 인장강도는 세탁 후 약간 감소하였으나 오차범위 내에서 강도저하의 경향이 크지 않았다. 세탁에 의해 가공전후 포의 강경성은 모두 약간 감소되어 유연해지는 것으로 나타났으며 이는 세탁에 의해 물리적으로 직물구조가 느슨해지고 가공에 의해 부착된 가공제의 탈락이 이루어졌음을 의미한다. 그러나 가공처리 직물은 미

Table 5. Physical properties of linen fabrics after laundering

Properties	Treatment	Before laundering		After laundering	
		Untreated	Treated	Untreated	Treated
WRA (W+F), deg. (std.)		94 (2.2)	214 (7.7)	81 (2.2)	209 (3.9)
Breaking strength, kgf (std.)		22.2 (1.2)	13.4 (0.3)	21.6 (1.2)	11.9 (2.0)
Drape stiffness, mm (std.)		13.3 (0.3)	14.4 (0.2)	11.1 (0.9)	13.1 (0.3)

처리포에 비하여 세탁 후에도 미처리포보다 강경성이 높았는데 이는 수지를 첨가한 가공액이 화학적 결합이 이루어지므로 세탁에 의해 탈락되지 않고 섬유 사이에 부착되어 섬유들 간의 자유도가 감소하였기 때문이라 생각된다.

자외선 흡수제와 은나노를 수지속에 혼합한 가공액으로 처리한 아마직물의 표면구조를 주사전자현미경을 이용하여 관찰하면 <Fig. 2>와 같다. 미처리 아마직물에 비하여 가공제로 처리된 아마직물은 표면에 가공액의 부착이 확연히 관찰되고 있으며 미처리 아마직물의 섬유 사이가 명확히 구분되는 반면, 처리된 아마직물은 가공액이 섬유와 섬유 사이에 부착되어 있음을 알 수 있다. 또한 세탁 후에 가공 입자의 탈락이 다소 이루어지고 있으나 가공 입자가 섬유표면에서 섬유 간 가교로 유지되고 있는데 이러한 결과로 인해 자외선 흡수제와 은나노를 수지속에 혼합하여 섬유에 처리함으로써 세탁 후 내구성을 지닐 수 있다는 것을 알 수 있다.

2. 복합기능화 가공직물의 자외선 차단성

일반적으로 직물의 자외선 차단성은 직물의 커버팩터 요인이 가장 크게 작용하며 직물의 두께, 색상, 섬유의 종류, 자외선 흡수제 등의 다양한 요인에 의해서도 영향을 받는다(Hoffman, 2001). 자외선 흡수제

의 농도가 높거나 직물의 두께가 두꺼우며 농색일수록 자외선 차단성은 향상될 수 있으나 가공 후 물성이 저하될 수 있으며, 커버팩터가 높고 직물이 두껍고 무거우면 통기성이 낮아 하절기 의류소재에는 적당하지 않다는 문제점이 있다. 본 연구에서 밀도가 성글고 두께가 얇은 직물을 사용하였기 때문에 가공 후에도 높은 SPF 값을 기대하기는 어렵지만 백색직물에 자외선 차단성을 향상시키면서 동시에 통기성과 물성의 저하를 최소화 할 수 있도록 하기 위하여 매우 낮은 농도의 자외선 흡수제를 처리하였다.

1) 가공액 조성의 영향

가공액 조성에 따른 자외선 차단성의 영향을 살펴보기 위하여 자외선 흡수제에 은나노와 수지를 단독 혹은 혼합한 7종의 가공액을 조성한 후에 직물에 처리한 후 직물의 자외선 투과율과 자외선 차단지수(SPF)를 비교하였다. <Table 6>에서 자외선 흡수제를 첨가한 D/U/Ag, U/Ag, D/U, U가 자외선 흡수제를 첨가하지 않은 D/Ag, Ag, D 및 미처리포에 비하여 자외선 투과율은 유의하게 낮게 나타나고 SPF는 증가하는 것으로 나타났다. 이는 강미정, 권영아(2001)의 선행 연구에서 자외선 흡수제로 사용된 2,2'-dihydroxy-4,4'-dimethoxybenzophenone이 첨가된 가공액이 높은 흡광도를 나타내기 때문에 자외선 에너지를 흡수하는데 효과적으로 작용하고, 이 가공액이 직물에 처리될



Fig. 2. SEM images of linen fabrics after treated and laundering(DMDHEU: 6% (o.w.f.), MgCl₂·6H₂O: 1.2% (o.w.f.), UV-absorber: 0.2% (o.w.f.)).

Table 6. UV transmittance rate (%), WRA, and Stiffness of linen fabrics

Fabric Treatment	properties	SPF	T (UVA) %	T (UVB) %	WRA (W+F) deg. (std.)	Drape stiffness mm (std.)
Untreated		3.2 (0.4) a	37.2 (0.2) c	30.0 (0.5) c	88 (2.1) a	12.7 (0.2) a
D/U/Ag		6.0 (0.3) c	21.0 (0.4) a	14.8 (0.5) a	133 (4.5) c	13.8 (0.8) b
D/U		5.4 (0.6) b	24.8 (0.2) a	17.0 (1.0) a	144 (6.1) c	13.9 (0.7) b
D/Ag		5.1 (0.3) b	27.1 (0.3) b	23.7 (0.4) b	124 (7.3) bc	13.8 (1.1) b
D		4.9 (0.3) a	30.5 (0.6) b	25.7 (0.7) bc	143 (5.8) c	13.3 (1.3) b
U/Ag		6.1 (0.3) c	21.8 (0.3) a	14.9 (0.3) a	114 (5.2) ab	13.1 (0.9) b
U		5.6 (0.4) bc	22.0 (0.6) a	14.8 (0.7) a	97 (4.7) a	14.3 (1.8) a
Ag		5.0 (0.2) a	28.9 (0.9) b	24.5 (1.0) bc	117 (7.8) b	13.3 (0.8) b
F-value		7.38***	6.29***	16.43***	42.12**	11.07*

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$ by Duncan's test(a<b<c)

때 소량의 흡착에 의해서도 직물의 자외선 차단성을 높이는 것을 알 수 있다.

은나노를 가공욕 속에 첨가하여 처리한 D/U/Ag, D/Ag, U/Ag는 은나노를 첨가하지 않고 처리한 D/U, D, U보다 자외선 A와 B영역에서 투과율이 각각 낮고 자외선 차단지수는 대체로 높게 나타났다. 이러한 결과로써 은나노 단독처리보다는 자외선 흡수제와 수지를 혼합하여 처리하면 아마직물의 자외선 차단성 향상에 기여할 수 있음을 알 수 있다. 특히 아마직물은 선행연구(강미정, 권영아, 2009)에서 같은 조건에서 처리한 면직물에 비해 D/U/Ag 혼합 가공처리 시 자외선 차단성의 향상 효과는 유의하게 큰 것으로 나타났다. 이러한 결과는 수지가공에 의한 방추성 향상 결과에서도 나타났듯이 수지처리에 의해 아마직물에서 효과적으로 가교결합이 형성되었으며 은나노가 수지 속에 혼합되면 수지가 바인더 역할을 하여 직물에 고르게 분산시키고 자외선 흡수제와 함께 은나노가 자외선 차단에 긍정적인 기여를 한 것으로 생각된다. 한편 은나노 또는 수지 단독처리는 아마직물의 자외선 차단에 영향을 주지 않는 것으로 나타났다.

<Table 6>에서 자외선 흡수제 및 은나노와 수지로 처리된 아마직물의 개각도값을 살펴보면, 가공 직물의 개각도 값이 미처리포보다 모두 높게 나타났으며 수지를 첨가하여 처리한 D/U/Ag, D/U, D/Ag, D가 수지를 첨가하지 않고 처리한 U/Ag, U, Ag보다 개각도가 각각 높아 DMDHEU를 자외선 흡수제와 은나노와 혼합하여 처리하면 면직물과 아마직물의 구김회복성 향상에 도움이 된다는 사실을 확인할 수 있다.

2) 자외선 흡수제 농도의 영향

<Fig. 3>은 자외선 흡수제 농도(0.1%, 0.2%, 0.4%, 0.6%)에 따른 면직물과 아마직물의 자외선 차단성의 변화를 나타낸 것이다. 아마직물의 자외선 A와 자외선 B영역에서의 차단율(%)은 자외선 흡수제 처리에 의해 향상되었고 자외선 흡수제 농도의 영향은 0.2%(o.w.f) 이상에서 더 이상 향상시키지 않는 것을 알 수 있다. 이상의 결과에서 0.2%의 자외선 흡수제를 수지욕에 혼합하여 처리하면 면직물과 아마직물의 방추성 향상과 동시에 자외선 차단성도 부여할 수 있음을 알 수 있다.

3) 은나노 농도의 영향

은나노가 자외선 차단성에 미치는 영향을 알아보기 위하여 가교제인 DMDHEU 6%(o.w.f)와 자외선 흡수제 0.2%(o.w.f)를 혼합한 후 은나노를 농도별(0.1%, 0.3%, 0.5%, 1%, o.w.f)로 첨가한 혼합욕에 처리한 아마직물의 자외선 차단성 변화를 살펴보았다. <Fig. 4>에서 미처리시료에 비해 control 시료 및 은나노 첨가에 의한 처리시료의 자외선 차단성이 향상되었으며 은나노 농도 증가에 따라 다소 증가하는 경향을 보였으나 변화는 그다지 크지 않았다. 나노 사이즈의 은입자를 직물표면에 처리하면 은나노 입자가 섬유 내부 혹은 표면에서 빛을 반사 내지 산란시켜 직물의 자외선 투과율을 감소시키는데 기여할 수 있다고 알려져 있으며 Jiang et al.(2006)에 의하면 은입자를 면직물의 표면에 처리하여 은도금시킨 후 면의 자외선 차단성을 향상시켰으나 은도금 직물의 공기투과성이 낮아 의류소재에 사용이 제한적이다. 그러나 은나노와

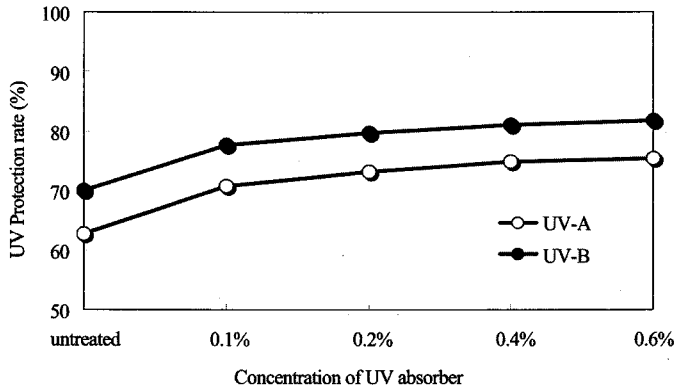


Fig. 3. UV protection of linen fabrics treated by UV absorber (DMDHEU: 6% (o.w.f.), MgCl₂·6H₂O: 1.2% (o.w.f.)).

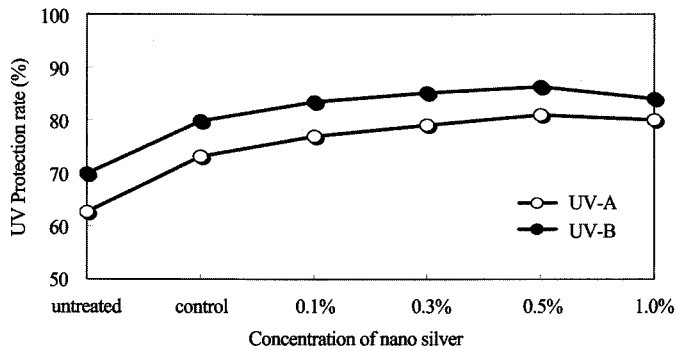


Fig. 4. UV protection of linen fabrics treated by nano silver (DMDHEU: 6% (o.w.f.), MgCl₂·6H₂O: 1.2% (o.w.f.), UV-absorber: 0.2% (o.w.f.)).

자외선 흡수제를 수지욕에 혼합처리하면 면직물과 아마직물의 자외선 차단성에 영향을 주지 않으면서 동시에 통기성을 유지할 수 있을 것이다.

4) 세탁 후 직물의 자외선 차단성

세탁에 의해 직물이 수축하여 실과 실 사이의 공간이 감소하기 때문에 직물의 자외선 차단율이 증가할 수 있으며 형광증백제가 첨가된 세제에 의해 직물의 자외선 차단성이 향상될 수 있다(Hoffman, 2001). <Table 7>

에서 세탁전후 아마직물의 자외선 차단율을 비교해보면 10회 세탁 후에 가공처리 직물의 자외선 A와 자외선 B의 차단율(%)은 다소 감소되었으나 감소율이 크지 않아 자외선 차단성을 유지할 수 있음을 확인하였다.

3. 복합기능화 가공 직물의 항균성과 소취성

1) 복합기능화 직물의 항균성

은나노 입자를 자외선 흡수제와 수지욕에 혼합하여

Table 7. UV protection rate (%) and SPF of fabrics after laundering

Fabrics	Properties	Before laundering			After laundering		
		UVA (%)	UVB (%)	SPF	UVA (%)	UVB (%)	SPF
Untreated		62.8	70.0	3.2	60.9	68.4	3.1
Treated		78.0	83.4	6.0	75.0	80.2	5.6

직물에 처리하여도 은의 항균성이 부여될 수 있는지를 살펴보았다. <Fig. 5>는 0.1%의 은나노를 DMDHEU 6%(o.w.f.), MgCl₂·6H₂O 1.2%(o.w.f.), UV-absorber 0.2%(o.w.f.) 혼합욕에 첨가하여 처리한 아마직물에 대하여 공시균 황색포도상구균(*Staphylococcus aureus* AAT CC 6538)과 폐렴균(*Klebsiella pneumoniae* ATCC 4352)을 접종한 후 18시간 후 촬영한 사진이며 생균수를 측정 한 결과는 <Table 8>에 나타냈다. <Table 8>에서 황색포도상구균의 초기균수는 1.9×10⁴이며 18시간 후 균수를 측정 한 결과 은나노 미처리 및 처리한 아마직물의 생균수가 모두 10 미만으로 나타나 아마 섬유 자체의 항균성이 있음을 알 수 있다. 폐렴균의 초기균수는 1.8×10⁴이며 18시간 후 균수를 측정 한 결과 은나노 처리 전의 아마직물은 생균수가 3.0×10³로 감소하였으나 은나노 처리 후 생균수가 10 미만으로 더욱 감소한 것으로 나타났다. 이상의 결과에서 황색포도상구균에 대한 아마섬유 자체의 항균성이 있으나 폐렴균에 대하여 은나노 처리 후에 아마직물의 항균성을 더욱 향상시킬 수 있음을 알 수 있다. 본 연구에서 0.1%(o.w.f.) 농도의 은나노 입자를 수지와 자외선 흡수제에 혼합 가공한 경우 아마직물의 항균성을 부여할 수 있음을 확인하였다.

2) 복합기능화 직물의 소취성

<Fig. 6>은 은나노를 처리한 아마직물의 소취율을 나타낸 것이다. 은나노를 자외선 흡수제와 수지욕에 첨가하여 아마직물에 처리한 D/U/Ag가 미처리포와 자외선 흡수제와 수지를 혼합한 D/U보다 소취율이 높게 나타나 은나노 첨가에 의해 소취성이 부여될 수 있음을 확인하였다.

3) 세탁 후 직물의 항균·소취성

<Table 9>에서 세탁 후 항균성을 살펴보면, 포도상구균의 초기균수는 2.4×10⁴이었으며 18시간 후 10 미만으로 나타났으며 폐렴균의 초기균수는 2.6×10⁴이었으며 18시간 후에 10 미만으로 감소하였다. 이는 10회 세탁 후에도 항균성이 99.9%로 유지될 수 있음을 알 수 있다.

<Table 10>에서 세탁전후 아마직물의 소취성을 살펴보면, 세탁 후 소취성은 미처리포 및 처리포에서 약간 감소하였으나, 수지/자외선 흡수제/은나노를 첨가한 D/U/Ag의 소취성이 미처리포와 D/U보다 유의하게 높게 나타나 세탁 후에도 소취성이 유지될 수 있음을 알 수 있다. 이러한 결과로 자외선 차단 아마직물의 복합기능성을 부여하기 위하여 은나노와 수지를 사용하면 세탁내구성이 있는 자외선 차단성, 항균

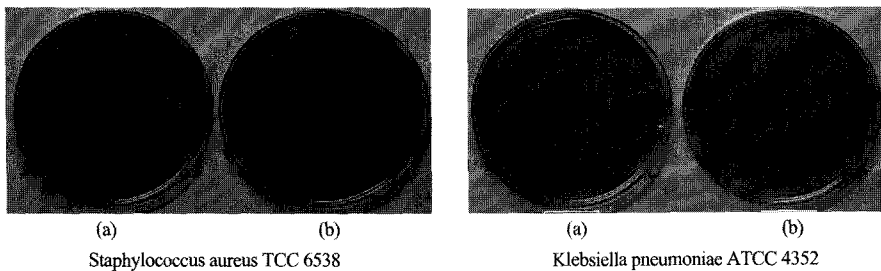


Fig. 5. Antibacterial properties of linen fabrics (a) untreated, (b) treated (DMDHEU: 6% (o.w.f.), MgCl₂·6H₂O: 1.2% (o.w.f.), UV-absorber: 0.2% (o.w.f.)).

Table 8. Antibacterial properties of linen fabrics treated with nano silver

Bacterias	Test time	Numbers of bacteria	
		Untreated fabrics	Treated fabrics
S1	0	1.9×10 ⁴	1.9×10 ⁴
	after 18 hours	<10	<10
K2	0	1.8×10 ⁴	1.8×10 ⁴
	after 18 hours	3.0×10 ³	<10

S1-Staphylococcus aureus ATCC 6538 / K2-Klebsiella pneumoniae ATCC 4352

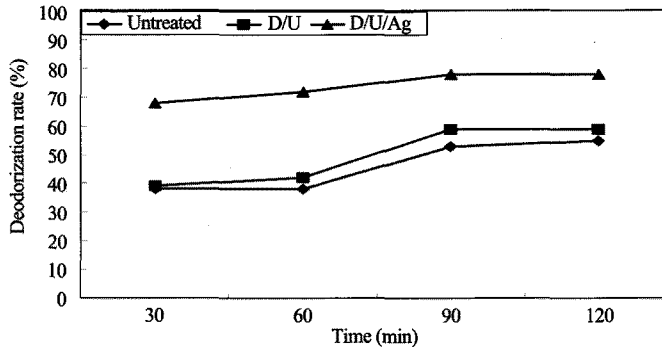


Fig. 6. Deodorizing properties of linen fabrics (DMDHEU: 6% (o.w.f.), UV-absorber: 0.2% (o.w.f.), Nano silver: 0.1% (o.w.f.)).

Table 9. Antibacterial property of linen fabrics after laundering

Fabrics	Laundrying	Before laundering		After laundering	
		Numbers of bacteria (S1)	Numbers of bacteria (K2)	Numbers of bacteria (S1)	Numbers of bacteria (K2)
Untreated	0	1.9×10^4	1.8×10^4	2.4×10^7	2.6×10^7
	after 18 hours	<10	3.0×10^3	<10	3.0×10^4
Treated	0	1.9×10^4	1.8×10^4	2.4×10^4	2.6×10^4
	after 18 hours	<10	<10	<10	<10

S1-Staphylococcus aureus ATCC 6538 / K2-Klebsiella pneumoniae ATCC 4352

Table 10. Deodorizing properties (%) of treated fabrics after laundering for 90min

Treatment	Laundrying	Before laundering	After laundering
Untreated (%)		53	40
D/U (%)		59	48
D/U/Ag (%)		78	72

성, 소취성 및 방추성을 동시에 얻을 수 있을 것으로 사료된다.

IV. 결 론

아마직물의 복합기능성을 향상시키기 위하여 자외선 흡수제와 은나노를 셀룰로오스 섬유에 가교제로 많이 이용되고 있는 DMDHEU에 혼합하여 혼합물을 조성한 후에 아마직물의 물성 및 기능성을 평가한 결과는 다음과 같다.

1. 아마직물의 DMDHEU 농도를 6%로 하여 $MgCl_2 \cdot 6H_2O$ 촉매의 농도 1.2%(o.w.f.)에서 160에서 5분간 열처리하여 강도저하를 최소화하면서 방추성의 향상을

얻을 수 있었다.

2. 방추성을 향상시키기 위하여 사용하는 DMDHEU에 자외선 흡수제와 은나노를 혼합하여 처리하면 DMDHEU의 단독처리보다 아마직물의 방추성을 유지시키면서 물성저하를 감소시킬 수 있었다.

3. 아마직물의 자외선 차단성은 자외선 흡수제 첨가에 의해 향상되었으며 은나노를 자외선 흡수제와 함께 수지욕에 첨가하여 처리하면 자외선 차단성을 향상시킬 수 있다.

4. 자외선 흡수제를 은나노와 수지에 혼합 처리하여 항균성과 소취성이 향상되었다.

5. 세탁 후 아마직물의 자외선 차단성, 방추성, 강연성의 유의한 변화는 나타나지 않았으며 세탁 후에도 복

합가공 아마직물은 미처리포에 비해 우수한 항균·소취성을 유지하였다.

참고문헌

- 강미정, 권영아. (2001). 자외선 흡수제 처리 면직물의 소비 성능 개선 (제1보)-자외선 차단성능에 관한 연구. *한국 의류학회지*, 25(5), 925-932.
- 강미정, 권영아. (2008). 은나노 가공이 자외선 차단성에 미치는 영향. *한국섬유공학회 학술발표회 논문집*, 41(2), 200.
- 강미정, 권영아. (2009). 자외선 흡수제 처리 시 은나노/수지 첨가가 면직물의 기능성에 미치는 영향. *한국의류학회지*, 33(9), 1463-1471.
- 박윤철. (1997). *면직물의 형태안정가공 시 촉매에 의한 색상변화*. 한양대학교 대학원 박사학위 논문.
- 이든원, 이의소, 고석원. (1998). 아마직물의 Wash and Wear 가공. *한국섬유공학회지*, 35(1), 8-15.
- 이수정, 이태일. (2004). 나노 은을 이용한 전자파 차폐 직물이 너파에 미치는 영향. *한국의류산업학회지*, 6(6), 810-814.
- 정혜원, 김현숙. (2004). 항균성을 부여하기 위한 세탁과정에서의 은콜로이드 용액처리. *한국의류학회지*, 28(9/10), 1312-1319.
- 최연주, 유효선. (2005). 방추가공된 셀룰로오스 소재의 드레이프성. *한국의류학회지*, 29(2), 340-346.
- 한국특허정보원. (2004, 4. 28). 자외선 차단섬유. *한국특허정보원*. 자료검색일 2009, 3. 10, 자료출처 <http://www.forx.org>
- Andrews, B. A., Kottes, H. J., & Robert, J. (1984). Formaldehyde release with low wet pickup finishing. *Textile Chemist and Colorist*, 16(10), 211-215, 1984.
- Hoffman, J. L. (2001). Defined UV protection by apparel textiles. *Arch Dermatol*, 137, 1089-1094.
- Ibrahim, N. A., Aboshosha, M. H., Fahmy, H. M., Elsayed, Z. M., & Hebeish, A. A. (2008). Hybrids for finishing cotton fabric with durable handle performance. *Journal of Materials Processing Technology*, 200, 385-389.
- Jiang, S. Q., Newton, E., & Kan, C. W. (2006). Chemical silver plating on cotton and polyester fabrics and its application on fabric design. *Textile Research Journal*, 76(1), 57-65.
- Leaver, L. H., Waters, P. J., & Evans, N. A. (1979). Dual Role of a Hydroxy phenyl benzotriazole UV absorber in the photooxidation of wool. *Journal of Polymer Science*, 17, 1531-1541.
- Lee, E. S., & Kim, S. I. (2005). Effect of assitives on durable-press cotton fabrics treated with a glyoxal/glycol mixture. *Journal of Applied Polymer Science*, 96(4), 975-978.
- Rai, M., Yadav, A., & Gade, A. (2009). Silver nanoparticles as a new generation of antimicrobials. *Biotechnology Advances*, 27(1), 76-83.
- Welch, C. M. (1997). Improved strength and flex abrasion resistance in durable press finishing with BTCA. *Textile Chemist and Colorist*, 29(2), 21-24.