

은나노 코팅이 면직물의 역학적 특성과 태에 미치는 영향

강미정 · 권영아[†]

신라대학교 패션산업학부

Effect of Nano Silver Coating on the Mechanical Properties and Hand of Cotton Fabrics

Mi Jung Kang · Young Ah Kwon[†]

Division of Fashion Industry, Silla University

접수일(2009년 4월 21일), 수정일(1차 : 2009년 5월 14일, 완료일 : 2009년 6월 16일), 게재확정일(2009년 6월 30일)

Abstract

This study examined the difference in the mechanical properties of cotton fabrics treated with nano silver. Nano silver powder, UV-absorber, and DMDHEU are applied to cotton fabrics. The reagents added in a finishing solution were Triton X-100 and MgCl₂ 6H₂O. The mechanical properties of the fabrics were measured by KES-FB system. From these, the primary hand values were evaluated by the conversion equation (KN-202-DS). The results of this study are summarized as follows. The fabric tensile properties and bending properties are increased by the application of nano silver, DMDHEU, and UV-absorber mixed. The values of tensile properties in the warp direction were significantly lower than those in the weft direction. However, the values of bending properties in the warp direction were higher than those in the weft direction. The differences in the values of compression parameters by nano silver coating were unnoticeable. However, the compression energy and resilience of compression in each fabric was increased by DMDHEU treatment. The SMD values of cotton fabrics are decreased by nano silver, DMDHEU, and UV-absorber mixed treatment.

Key words: Nano silver, UV-absorber, Mechanical properties, Hand values; 은나노, 자외선 흡수제, 역학적 특성, 태

I. 서 론

현대에는 환경과 안전 및 건강과 쾌적성 등에 초점을 맞추어 신소재와 제품 개발이 이루어지고 있다. 환경오염으로 인한 오존층 파괴에 따라 그 관심이 증가되고 있는 자외선 차단 섬유는 자외선 흡수제를 섬유에 처리하는 방법이 가장 일반적으로 사용되어 왔

으나 자외선 흡수제 처리 시에 소재의 태와 통기성 등 물성이 저하될 수 있다. 그러므로 최근 섬유의 물성과 쾌적성 향상을 위하여 기존의 자외선 흡수제 이외에 자연물을 이용하거나 세라믹과 다양한 나노 입자를 섬유에 투입하여 자외선 차단 기능과 함께 복합기능성을 가진 섬유들이 개발되고 있다(한국특허정보원, 2004). 금속 나노 입자는 최근 전자, 광촉매, 자기장기 등의 잠재적 응용으로 주목을 받고 있다. 섬유 가공 분야에서 섬유표면의 나노 코팅은 UV차단, 항균 및 자정성능 부여에 적용되고 있다. 섬유소재에 이용되는 나노 입자 중에서도 은(silver)은 전자파 차단, 정전기 방지, 단열보온 등 다양한 기능을 보유하고 있으

[†]Corresponding author

E-mail: yakwon@silla.ac.kr

본 논문은 2007년 정부(교육인적자원부)의 재원으로 한국 학술진흥재단의 지원을 받아 수행된 연구임(KRF-2007-511-C00092).

며 특히 원적외선 방사와 자외선 차단 등과 같은 기능을 함께 지니고 있다(권영아, 박종식, 2006). 자외선 차단 기능을 지닌 나노 입자를 침적법에 의해 섬유에 처리할 경우 섬유제품의 표면 또는 미세한 구멍 내부로 흡수되어 섬유의 유연성과 드레이프성 및 촉감 등에 영향을 크게 미치지 않는다고 보고되고 있다(“자외선 차단 섬유”, 2007). 그러므로 은나노를 수지 가공제에 함유시켜 직물에 처리하면 태의 손상없이 자외선 차단성과 함께 복합기능성을 줄 수 있을 것이다.

면직물은 다른 직물에 비해 자외선 차단 효과가 떨어지므로 자외선에 의해 가장 많이 노출되는 하절기 소재로 사용되기 위해서는 자외선 차단 가공이 필요하다. 면직물을 이용한 자외선 차단성 향상 연구는 꾸준히 진행되고 있다(강미정, 권영아, 2001; 서영숙, 김상희, 1994; Crews et al., 1999; Srinivasan & Gatewood, 2000). 면직물은 자외선 흡수제 처리를 통하여 직물의 자외선 차단성은 향상시킬 수 있으며 가공 후 직물의 촉감과 태가 감소되는 것으로 알려져 있다(권영아 외, 2002). 한편 면직물의 방추성과 형태안정성을 향상시키기 위해서 가교제를 이용하고 있다. 방추가공에 많이 사용되는 1,3-dimethylol 4,5-dihydroxyethyleneurea (DMDHEU) 처리는 섬유 내 셀룰로오스에 가교를 형성하여 면직물의 구김회복성을 향상시킨다(최연주, 유효선, 2005). 본 연구에 앞서 은나노 입자를 분산시킨 수지용액으로 처리한 면직물의 항균성, 자외선 차단성 및 구김회복성을 평가한 연구가 수행된 바 있다(강미정, 권영아, 2008). 고감성의 섬유상품을 요구하는 소비성향에 따라 면직물에 복합기능성 부여와 함께 태의 개선에 대한 연구가 요구되고 있으며 본 연구에서는 면직물에 은나노와 자외선 흡수제를 첨가하여 수지 처리한 후 역학적 특성과 태를 구하여 봄으로써 하절기용 건강 쾌적 의류소재 개발을 위한 기

초 자료를 제시하고자 한다.

II. 실험방법

1. 시료 및 시약

여름용 의류소재로 많이 사용되는 면100% 평직물(KS K 0905)을 사용하였으며 시료의 무게는 8.06mg/cm², 두께는 0.39mm, 직물 밀도는 110/80(/inch)이다. 나노 실버 파우더(1g/l), 자외선 흡수제(0.2%, o.w.f)와 DMDHEU(3%, o.w.f)를 분산제와 첨가제 등으로 혼합하여 7종의 가공욕을 제조하였으며 통제시료를 포함한 8종의 가공조건은 <Table 1>에 나타내었다. 가공욕 제조에 사용된 은(Ag)은 순도 99.99%의 나노 파우더 상태(NT-BASE, Korea)이며 자외선 흡수제는 2,2'-dihydroxy-4,4'-dimethoxybenzo phenone(ACROS ORGANICS, USA)를 사용하였고 DP가공제로 DMDHEU(Fixapret, BASF Co.)를 사용하였다. 시험포는 34×38cm의 크기로 잘라서 욕비 1:25로 하여 처리욕에 30분간 침적시킨 후 wet pick up 90%를 유지하도록 시험포를 2dip-2nip 패딩(padding Roll Macjiner, Jin Young Co. Ltd)하여 여분의 가공욕을 제거하였다. 패딩한 직물은 프레임에 고정시킨 후 열풍 건조기에 넣어(80±5°C) 3분간 건조하고 140°C에서 2분간 큐어링한 다음 24시간 이상 항온 항습실에 보관하였다.

2. 역학적 특성치 및 태 측정

직물의 역학적 특성치 측정은 KES-FB system(KATO Co. Ltd.)을 사용하여 인장, 굽힘, 전단, 압축, 표면, 두께 및 중량의 6개 특성치 17항목을 표준계측 조건에서 측정하였으며 20×20cm 크기의 시료를 표준상태

Table 1. Characteristics of cotton fabrics treated with nano silver, UV-absorber and DMDHEU

Sample code	Finishing agent			Fabric count (/inch)
Control	none	none	none	110/80
D/U/Ag	nano silver	UV-absorber	DMDHEU	110/87
D/U	none	UV-absorber	DMDHEU	115/92
D/Ag	nano silver	none	DMDHEU	115/90
D	none	none	DMDHEU	115/90
U/Ag	nano silver	UV-absorber	none	110/87
U	none	UV-absorber	none	110/87
Ag	nano silver	none	none	110/90

(20±2°C, RH 65±2%)에서 24시간 컨디셔닝한 후 측정하였다. 시료의 방향이 고려되는 굵힘, 전단, 표면특성은 경사와 위사 방향으로 계측하였다. 시료의 감각적 평가치는 변환식 KN-202-DS(MEN'S SUMMER DRESS SUIT)를 이용하여 KOSHI, FUKURAMI, SHARI, HARI에 해당하는 기본태 값(HV)을 구하였다.

III. 결과 및 고찰

은나노 및 자외선 흡수제와 수지의 가공용 조성조건

을 다르게 하여 처리한 면직물에 대하여 KES-F System으로 측정된 역학적 특성변화를 <Table 2>에 나타내었다.

1. 인장특성

가공용을 다르게 하여 처리한 면직물을 경·위사 방향으로 인장시켰을 때 인장의 결과를 살펴보면 다음과 같다. 인장성(EM)과 인장에너지(WT)는 경사방향보다 위사방향이 더 크게 나타나고 있으며 이는 위

Table 2. KES-F test results of cotton fabrics with nano silver, DMDHEU and UV-absorber

direction Parameter		Fabric	Fabric							
			Control	D/U/Ag	D/U	D/Ag	D	U/Ag	U	Ag
Tensile	EM	warp	0.83	0.78	0.83	0.81	0.83	0.83	0.78	0.90
		weft	4.29	3.68	3.83	3.88	3.61	4.07	4.10	3.46
	LT	warp	0.72	0.77	0.68	0.64	0.72	0.63	0.67	0.67
		weft	0.92	0.91	0.95	0.94	0.96	0.94	0.93	0.90
	WT	warp	0.15	0.15	0.14	0.13	0.15	0.13	0.13	0.15
		weft	0.99	0.84	0.91	0.91	0.87	0.96	0.95	0.78
	RT	warp	46.67	60.00	57.14	53.85	53.33	53.85	53.85	53.33
		weft	69.70	70.24	63.74	61.54	66.67	67.71	64.21	64.10
Bending	B	warp	0.04	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.04
		weft	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
	2HB	warp	0.05	0.06	0.05	0.06	0.05	0.06	0.05	0.04
		weft	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
Shear	G	warp	0.83	0.81	0.88	0.89	0.95	0.91	0.84	0.76
		weft	0.77	0.82	0.85	0.84	0.88	0.86	0.88	0.75
	2HG	warp	1.45	1.55	1.58	1.65	1.73	1.63	1.50	1.33
		weft	1.33	1.42	1.48	1.58	1.58	1.52	1.42	1.35
	2HG5	warp	2.63	2.65	2.90	2.88	3.05	2.83	2.53	2.38
		weft	2.42	2.63	2.83	2.83	2.85	2.72	2.60	2.38
Surface	MIU	warp	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.16
		weft	0.14	0.14	0.14	0.13	0.14	0.14	0.14	0.14
	MMD	warp	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02
		weft	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
	SMD	warp	4.51	3.31	4.17	4.27	2.67	4.26	2.86	2.71
		weft	3.11	2.77	3.25	2.82	3.22	2.63	2.16	3.03
Compression	LC		0.57	0.54	0.49	0.53	0.50	0.51	0.56	0.51
	WC		0.04	0.05	0.05	0.05	0.05	0.04	0.04	0.04
	RC		61.94	65.87	76.66	67.71	55.32	43.47	47.34	46.67
Thickness			0.356	0.364	0.456	0.403	0.407	0.410	0.403	0.439
Weight			8.143	8.020	8.221	8.058	7.945	7.938	8.183	7.701

사방향으로 더 쉽게 늘어날 수 있음을 의미하는 것으로 직물 전처리 공정 시 경사방향으로 장력이 가해졌기 때문이라 생각된다. 경사방향의 경우 처리조건별 면직물은 큰 변화가 나타나지 않고 있다. 반면 위사방향의 EM과 WT는 은나노와 자외선 흡수제 및 수지욕에 처리한 면직물이 가공 전의 면직물에 비하여 대체로 낮게 나타났는데 이는 직물 내에 처리된 가공제에 의해 섬유간의 결속이 증가하여 신장성을 떨어뜨리기 때문이다(전영민 외, 2003).

인장선형도(LT)를 살펴보면 대체로 경사방향의 LT가 위사방향의 LT보다 낮았으며, 경사방향에서는 D/U/Ag는 제외하고 가공 처리된 면직물이 가공 전의 면직물에 비하여 낮게 나타나 가공 후 면직물의 경사방향의 초기신장성이 증가됨을 알 수 있다. 반면 은나노와 자외선 흡수제를 수지와 함께 처리한 D/U/Ag는 가공전의 면직물에 비하여 경사방향으로 쉽게 늘어나지 않음을 알 수 있다.

인장레질리언스(RT)를 경·위사방향별로 살펴보면, 경사방향의 경우 가공제의 처리조건에 관계없이 가공전의 면직물보다 증가하는 경향을 보이는 반면 위사방향의 경우 가공 전의 면직물에 비하여 대체로 낮게 나타났다. 한편 은나노 가공에 의한 직물의 태와 관련하여 전경미 외(2009)는 키토산에 은나노를 첨가하여 처리한 면직물의 RT가 감소하였다고 하였으며 나현준(2005)는 은나노 처리 면 편성물의 레질리언스가 감소하였다고 보고한 바 있다. 본 연구에서 은나노 처리에 의한 RT값의 일관된 변화는 나타나지 않았으나 가공조건별 RT를 살펴보면 은나노와 자외선 흡수제를 수지욕에 혼합하여 처리한 D/U/Ag가 경·위사방향에서 레질리언스 증진에 있어서 가장 효율적임을 알 수 있다. 이러한 결과는 수지에 의해 구김회복성이 증가하고 형태안정성이 좋아졌다고 보고되고 있는 선행연구(신윤숙 외, 1995; 최연주, 유효선, 2005)에 따

라 은나노를 자외선 흡수제와 함께 수지욕에 혼합하여 처리함으로써 레질리언스 향상에 도움을 주고 형태안정성이 좋아질 수 있을 것으로 사료된다.

2. 굽힘특성

<Table 2>에서 면직물의 가공욕의 혼합조건에 따른 B를 살펴보면, 미처리 시료에 비하여 큰 변화를 나타내지 않았다. 굽힘 후 회복을 나타내는 굽힘이력(2HB)도 경사방향이나 위사방향보다 크며 가공 전후의 변화를 나타내지 않았다. 이러한 결과로 은나노와 자외선 흡수제 및 수지의 가공조건에 의한 영향이 크지 않아 가공처리 후 굽힘강성과 굽힘이력이 저하되지 않고 유지될 수 있음을 알 수 있으며 은나노 처리에 의한 굽힘특성에도 변화를 주지 않는다는 것을 의미한다.

3. 전단특성

가공조건에 따른 면직물의 전단특성에 관한 결과는 <Fig. 1>과 같다. 전단강성(G)은 경·위사방향에 따른 변화가 나타나지 않았으며 가공조건별 면직물의 차이를 살펴보면 은나노 단독으로 처리된 Ag는 가공 전보다 경·위사방향으로 모두 G가 약간 감소하였으며 이러한 결과는 나현준(2005)의 결과와 일치한다.

전단이력(2HG)은 경사방향이나 위사방향보다 전단이력이 대체로 높게 나타나고 있는데 경사밀도가 위사 밀도보다 높아 실의 자유도가 높아져 경사방향으로 전단변형에 대한 회복성이 감소된 것이라 생각된다. 가공조건별 전단이력(2HG)을 살펴보면 Ag를 제외한 모든 가공직물이 가공 전보다 약간 증가하였으며 수지만으로 처리된 D가 전단이력이 가장 높아 전단변형에 대한 회복이 대체로 어려운 것으로 나타났

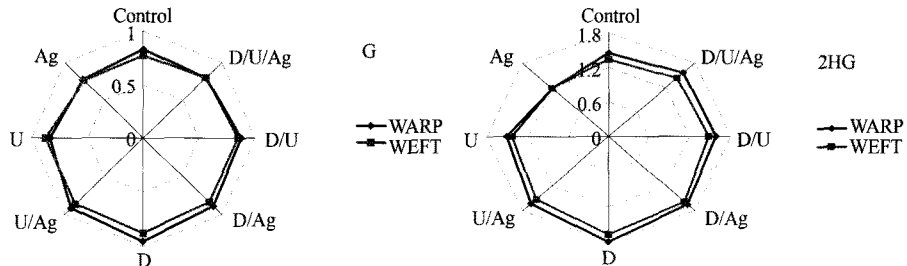


Fig. 1. The Shearing properties(G, 2HG) of cotton fabrics.

다. 은나노를 단독으로 처리한 Ag는 가공 전에 비하여 전단이력이 감소하여 전단변형에 대한 회복성이 쉬운 것을 알 수 있으나 가공조건별 일관된 변화는 나타나지 않았다. 이러한 결과를 종합하여 보면, 은나노 단독 처리에 의해 면직물은 경·위사방향 모두에서 가공 전보다 G와 2HG가 감소하여 전단변형이 용이해지며 인체폭선에 대하여 동작 시 변형에 잘 따르는 것으로 나타났다(나현준, 2005; 전경미, 2009; Kilby, 1961). 그러나 은나노를 자외선 흡수제와 수지욕에 혼합하여 면직물에 처리하면 가공 후 G와 2HG가 증가하여 은나노 단독 처리보다는 뽀뽀한 촉감이 대체로 증가하였는데 이러한 촉감은 오히려 하절기 소재로써 적당할 것으로 생각된다.

4. 압축특성

가공조건에 따른 처리 시료의 압축선형도(LC), 압축에너지(WC), 압축회복도(RC)는 다음과 같다. <Table 2>에서 LC는 모든 가공 면직물이 가공 전에 비하여 감소되어 초기압축이 쉬워짐을 알 수 있으며 가공조건별 LC값은 차이를 나타내지 않았다. <Fig. 2>에서 WC는 DMDHEU 수지를 첨가하여 가공 처리된 D/U/Ag, D/U, D/Ag, D의 압축에너지가 Control 및 수지 미첨

가 가공처리된 U/Ag, U, Ag에 비하여 높게 나타났는데 이는 압축변형에 대한 에너지가 증가한 것으로 수지 첨가에 의해 직물에 볼륨감을 주어 부피성이 증가하여 벌키성이 증가했음을 의미한다(신윤숙, 2000; 조길수 외, 1996). 또한 U/Ag, U, Ag의 WC는 가공 전에 비하여 변화가 나타나지 않아 면직물의 WC에 큰 영향을 미치지 않는 것을 알 수 있다. 직물의 두께 및 볼륨감과 밀접한 관계를 가지는 압축특성은 RC값이 클수록 압축변형에 대한 회복이 큼을 의미한다. 가공조건별 RC값은 은나노의 첨가 영향은 나타나지 않았으며, 수지를 첨가하여 처리된 D/U/Ag, D/U, D/Ag가 수지를 첨가하지 않고 처리된 U/Ag, U, Ag에 비하여 대체로 압축탄성이 크게 나타났다. 선행연구에서 DP가공으로 면직물의 방추성이 향상되고 레질리언스가 증진되며 압축변형에 대한 회복성이 향상된다고 보고되었다(전미선 외, 2004; Pandey & Nair, 1981). 본 연구에서는 수지가 고분자 가교 형성과 함께 은나노와 자외선 흡수제의 바인더 역할을 하여 압축변형에 대한 회복성을 향상시키는 것으로 사료된다.

5. 표면특성

가공조건에 따른 면직물의 표면특성은 <Fig. 3>에

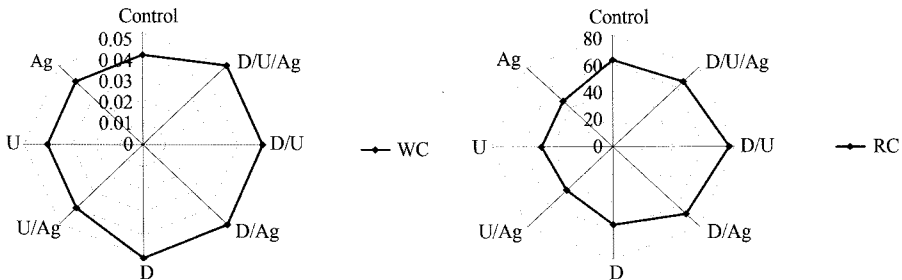


Fig. 2. The compression properties of cotton fabrics.

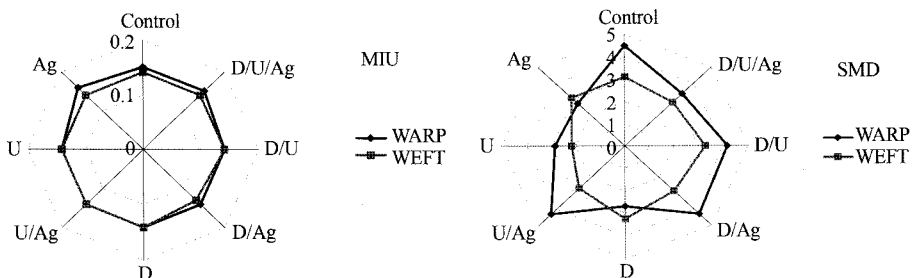


Fig. 3. The surface properties(MIU, SMD) of cotton fabrics.

Table 3. Primary hand values of cotton fabrics according to KN-202-DS(Men's summer dress suit)

	Control	D/U/Ag	D/U	D/Ag	D	U/Ag	U	Ag
Koshi	5.21	5.20	5.44	5.46	5.50	5.22	5.27	4.80
Shari	2.97	2.14	1.15	1.96	2.47	3.45	2.48	2.41
Fukurami	7.33	7.67	9.89	8.63	7.41	6.64	6.89	7.35
Hari	4.38	4.28	3.77	4.22	4.82	4.86	4.76	4.28

나타내었다. 가공 후 마찰계수(MIU)는 가공 전에 비하여 거의 변화를 나타내지 않았으며 가공욕 조건에 따른 변화를 보이지 않았다. 표면거칠기(SMD)는 경사방향에서 가공 전보다 SMD가 대체로 감소하여 직물표면의 평활함이 증가하였으며 가공조건별로 살펴보면 은나노, 수지, 자외선 흡수제를 모두 혼합한 D/U/Ag와 가공제를 단독으로 처리한 D, U, Ag가 D/U, D/Ag, U/Ag보다 SMD가 낮아서 면직물의 표면이 매끄러워짐을 알 수 있다. 이러한 결과로써 수지, 자외선 흡수제, 은나노를 모두 혼합하여 처리하면 가공액이 면직물의 표면에 고르게 분산되어 처리될 수 있음을 알 수 있다.

6. 태의 특성

가공조건별 면직물의 HV를 구한 결과는 <Table 3>과 같다. Koshi는 수지 첨가액에 가공 처리된 D, D/Ag, D/U가 높게 나타난 반면 D/U/Ag와 U/Ag는 가공 후 Koshi값의 변화가 나타나지 않았다. Shari는 은나노와 자외선 흡수제를 혼합하여 처리한 U/Ag가 미처리포에 비하여 증가하였다. Fukurami는 수지를 첨가한 면직물이 대체로 높게 나타나 면직물의 부피감을 주는 것을 알 수 있으며 가공조건에 따라 U/Ag와 U가 가공 전에 비하여 Fukurami가 낮아서 부피감이 감소하는 것으로 나타났다. Hari는 D, U/Ag, U가 미처리포보다 증가하는 경향을 보였다. 은나노와 자외선 흡수제를 수지욕에 함께 처리한 D/U/Ag는 대체로 Koshi, Shari 및 Hari값이 가공 전에 비하여 낮은 경향을 보여 자외선 흡수제 처리 후 태의 감소가 문제시 되었으나 수지에 의해 뽀뽀한 감이 개선됨을 보여주었다. 또한 은나노와 자외선 흡수제를 혼합하여 처리한 U/Ag는 미처리포에 비하여 Shari, Hari값은 증가하고 Fukurami값은 감소하여 뽀뽀한 감이 선호되는 하절기에 의류소재로써의 적합 가능성이 높은 것으로 나타났다.

IV. 결 론

은나노/자외선 흡수제/수지 첨가에 의한 처리면포의 역학적 특성 및 태를 살펴본 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 은나노 첨가에 의해 면직물의 역학적 특성과 태에 있어서 일관된 변화는 나타나지 않았으나 은나노를 단독으로 처리한 Ag의 경우 G와 2HG가 감소하며 전단변형에 대한 회복성이 용이해졌고 SMD는 낮아졌으며 처리 전에 비하여 Koshi, Shari, Hari값은 낮아졌다.

2. 은나노를 자외선 흡수제와 수지욕에 혼합하여 처리한 D/U/Ag는 LT와 RT가 높아 처리 전보다 레질리언스가 증가하며 형태안정성이 향상되었으며 SMD는 감소하여 표면이 매끄러워지고 Shari 및 Hari값이 낮아 뽀뽀함이 개선되었다.

3. 은나노와 자외선 흡수제를 혼합하여 처리한 U/Ag는 가공 전에 비하여 G와 2HG가 높게 나타났으며 Koshi, Hari, Shari값은 증가하고 Fukurami는 감소하여 하절기 의류소재의 태에 적합 가능성이 높게 나타났다.

4. 수지를 첨가하여 처리한 D/U/Ag, D/U, D/Ag의 WC와 RC가 높아 압축변형에 대한 회복성이 향상되었으며 Fukurami값이 증가하여 부피감이 증가하였다.

5. 모든 가공조건이 가공 후 면직물의 굽힘특성에는 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다.

이상의 결과에서 은나노를 자외선 흡수제와 수지욕에 첨가하여 처리하면 레질리언스 증진에 효율적임을 확인할 수 있었다. 또한 자외선 흡수제 처리에 의한 태의 변화를 최소화시키기 위해 은나노와 함께 처리하면 면직물의 자외선 차단성 향상과 함께 여름용 의류소재로써의 태의 개선에 활용될 수 있을 것이다.

본 연구에서는 자외선 흡수제와 함께 은나노와 수지를 첨가하여 처리된 면직물의 태 변화를 확인하고자 하였는데, 소재의 색상은 여름용 소재임을 감안하여 흰색으로 제한하여 실험하였다. 또한 보다 다양한

소재에 적용하여 은나노/자외선 흡수제/수지 첨가 영향을 일반화할 필요가 있고 세탁 전후의 태 변화에 대한 연구도 진행되어야 할 것이다.

참고문헌

강미정, 권영아. (2001). 자외선 흡수제 처리 면직물의 소비 성능 개선-자외선 차단 성능에 관한 연구-. *한국의류학회지*, 25(5), 925-932.

강미정, 권영아. (2008). 은나노 가공이 자외선 차단성에 미치는 영향. *한국섬유공학회 학술발표회 논문집*, 41(2), 200.

권영아, 강미정, 조현후. (2002). 자외선 차단 가공에 의한 면직물의 역학적 특성 변화. *한국의류학회지*, 26(12), 1701-1708.

권영아, 박종식. (2006). 복합기능성을 부여하기 위한 은나노 소재의 설계 (제1보). *한국의류학회지*, 30(6), 870-879.

나현준. (2005). 은나노 가공 직물의 물리적 특성과 태에 관한 연구. 성균관대학교 대학원 석사학위 논문.

서영숙, 김상희. (1994). 자외선 흡수제 처리에 의한 면직물의 자외선 차단 효과. *한국의류학회지*, 18(5), 622-627.

신윤숙. (2000). DP가공조건이 면직물의 역학적 성질과 태에 미치는 영향. *한국의류학회지*, 24(3), 440-447.

신윤숙, 김승진, 최희. (1995). 면직물의 DP가공에 따른 역학적 성질의 변화. *한국섬유공학회지*, 32(10), 919-927.

자외선 차단 섬유제품용 나노 소재. (2007, 7. 31). *섬유기술*, pp. 68-71.

전경미, 강인숙, 배현숙. (2009). 키토산/은나노 혼합용액 처

리에 의한 환자복 소재의 기능성 향상-역학적 특성과 태 평가-. *한국염색가공학회지*, 21(1), 21-29.

전미선, 김주혜, 박명자. (2004). 수지가공 면직물의 강도 회복을 위한 효소처리 연구. *복식문화연구*, 12(5), 737-742.

전영민, 손태원, 정민기, 김민조, 임학상. (2003). 고농도 키토산 처리에 의한 셀룰로스 직물의 역학적 특성. *한국섬유공학회지*, 40(2), 177-188.

조길수, 이은주, 이지영. (1996). 면, 폴리에스테르, 나일론, 면 교직물의 염색 후 역학적 특성, 태, 그리고 봉제성 변화. *한국의류학회지*, 20(6), 1138-1150.

최연주, 유효선. (2005). 방추가공된 셀룰로오스 소재의 드레이프성. *한국의류학회지*, 29(2), 340-346.

한국특허정보원. (2004, 4. 28). 자외선 차단 섬유. *한국특허정보원*. 자료검색일 2009, 3. 10, 자료출처 <http://www.forx.org>

Crews, P., Kachman, S., & Beyer, A. (1999). Influences on UVR transmission of undyed woven fabrics. *Textile Chem. Color*, 31(6), 17-26.

Kilby, W. F. (1961). Shear properties in relation to fabric hand. *Textile Research Journal*, 31, 72-73.

Pandey, S. N., & Nair, P. (1981). Improved durable-press cotton by a two-step poly-set process-2 cross-linking of cotton cellulose with Dimethylodihydroxy ethylene Urea. *Textile research journal: publication of Textile Research Institute, Inc. and the Textile Foundation*, 51(5), 332-339.

Srinivasan, M., & Gatewood, B. (2000). Relationship of dye characteristics to UV protection provided by cotton fabrics. *Textile chemist and colorist Dyestuff Reporter*, 32(4), 36-43.