

위생용 부직포의 키토산/은나노 혼합용액 처리에 의한 역학적 특성 변화

배현숙

창원대학교 의류학과

Changes in Mechanical Properties of Sanitary Nonwoven Fabrics by Chitosan/Nanosilver Mixed Solution Treatment

Hyun-Sook Bae

Dept. of Clothing & Textiles, Changwon National University, Changwon, 641-773, Korea

(Received: March 2, 2010/Revised: May 4, 2010/Accepted: June 3, 2010)

Abstract— In order to investigate the changes in mechanical properties of sanitary nonwoven fabrics actually used as a top sheet, the fabric was treated with a mixture of chitosan and nanosilver colloidal solution in accordance with the prescribed ratio. The former is a natural polymer with excellent biocompatibility and the latter can give an additional performance while compensating the weaknesses of chitosan of deteriorating adherence efficiency. It was shown that the bending and shearing characteristics of the chitosan/nanosilver treated fabrics decreased, which helped to make it softer, smoother and more flexible. The shape stability and drapability of the treated fabrics improved. As KES-FB system evaluation showed that Koshi was deduced, and both Numeri and Fukurami were increased. Thereby, the chitosan/nanosilver treated fabrics were smoother to provide elasticity. In the change of hand value compared to chitosan only treatment, a better THV was shown in the fabrics treated with chitosan/nanosilver mixed solution than the fabric treated with chitosan alone.

Keywords: sanitary nonwoven fabric, chitosan, nanosilver colloid, mechanical properties, deformation behavior

1. 서 론

복잡한 우리사회가 보다 간편하고 위생적인 생활환경을 추구하게 되면서 기저귀, 생리대 등 일회용품과 위생용품에 대한 요구가 증대되고 있다. 더욱이 고령화 사회로 접어들면서 중장년 층과 노인들의 요실금 기저귀에 대한 관심과 연구^{1,2)}가 증가되고 있는 추세인데, 향후 노인용품 중에서 실질적으로 가장 필수적인 것 중의 하나가 일회용 기저귀이지만 그동안 유아용 기저귀에 비하여 개발이 저조하였다.

일회용 기저귀는 부직포, 충전제, 흡수제, 비닐커버로 구성되는데 그 중에서 부직포는 섬유 집합체를 물리적, 화학적 수단 또는 적당한 수분이나 열로써 섬유상호간을 결합시킨 것으로 산업용, 의류용, 위생용 및 침구용 등 다양한 용도로 사용되고 있다³⁾. 부직포는 표면적이 큰 다공성 섬유 소재이므로 개질이 용이한 표면특성을 가지며⁴⁾, 외관과 강도는 직물에 비해 떨어지나

제조원가가 저렴하고 가공성이 우수하여 다양한 분야에서 수요가 증가되고 있는 추세이다. 특히 일회용 기저귀에 사용되고 있는 위생용 탑시트(top sheet) 부직포는 장시간 피부에 직접 닿기 때문에 마찰, 대소변에 의한 수분 및 화학물질, 미생물 등에 의해 피부 발진을 비롯한 여러 가지 문제가 야기되므로 위생용 탑시트 부직포의 표면 촉감과 성능개선은 아주 중요하다. 그동안 부직포는 제조공법이 다양화됨으로서 일회용 뿐만 아니라 산업용 소재로서 광범위하게 이용되고 있지만 소비 수요의 증가에 비해 성능 개선이 미미한 편이므로 위생용 부직포의 기능성 개질화는 부가가치 소재의 개발은 물론 생활환경의 개선 측면에서 아주 중요하다. 이를 위해 인체친화력이 있으며 감성적인 측면을 만족시켜 줄 수 있는 천연화합물로서 반응과정이 비교적 간단하며 환경오염을 유발하지 않는 가공제가 키토산이다⁵⁾.

키토산은 지구상에서 셀룰로오스 다음으로

[†]Corresponding author. Tel.: +82-55-213-3492; Fax.: +82-55-213-3490; e-mail: hsbae@changwon.ac.kr

풍부한 천연고분자로서 환경오염에 직면한 오늘날 자원으로 재활용할 수 있는 유용한 물질이다⁶⁾. 그동안 공해를 유발시키지 않는 우수한 가공제 중의 하나인 키토산이 쾌적, 위생가공의 목적으로 사용되어온 것 이외에 다양한 기능성이 밝혀지면서 이의 활용은 제품의 기능성 증가뿐만 아니라 폐자원의 활용 측면에서도 매우 의미있는 일이라 할 수 있다. 그동안 키토산에 의한 가공은 주로 비슷한 구조를 가진 면직물에 이루어져 항균성의 향상⁷⁾, 태의 개선⁸⁾ 등의 성능개선 효과를 나타내었다. 그런데 안전성이 우수하며 항균력이 뛰어난 키토산 처리직물의 산업화가 용이하지 못한 가장 큰 이유는 내구성 때문이다⁹⁾. 하지만 위생용 부직포의 경우는 세탁이 불필요하므로 키토산 가공의 효과를 최대한 상승시킬 수 있을 것으로 사료된다. 그런데 부직포에 처리하는 키토산의 분자량과 처리 농도에 따라 부직포의 역학적 특성이 달라지므로¹⁰⁾ 위생용 부직포의 특성상 백도를 저하시키지 않으면서 효율을 높일 수 있는 혼합가공제의 선택이 중요하다.

키토산은 키틴에 비해 비결정영역이 많아 약산에 쉽게 용해되므로 섬유에의 처리가 용이하나 고착효율을 높이기 위해 사용하는 수지나 가교제로 인해 촉감이 좋지 않다¹¹⁾. 이러한 키토산의 단점을 보완하기 위해 가교제, 유연제 등 여러 단계의 처리과정을 거칠 경우 생산 효율이 문제가 된다. 또한 확실하게 섬유제품에 가공효과를 부여하기 위해 가공제를 어느정도 이상 처리해야 하지만 피부에 직접 닿는 위생용 탐시트 부직포의 경우 부작용을 최소화하기 위하여 소량의 가공제를 사용하여야 한다. 그러므로 키토산의 단점을 보완하면서 인체에 미치는 독성이 거의 없으며부가적인 기능성의 부여가 가능한¹²⁾ 은을 혼합하면 가공의 효과를 기대해 볼 수 있다. 은은 식품에 사용할 정도로 해가 없는 천연 무기금속으로서 다른 가공제와 달리 소량으로도 우수한 항균성을 나타낸다¹³⁾. 이때 나노크기의 은입자는 같은 부피의 은보다 총 표면적이 더 많으며, 피부 친화적이고 피부 자극을 유발시키지 않는다¹⁴⁾. 결과적으로 나노실버는 소량의 혼합으로 가공효율을 높일 수 있다.

역학적 특성은 직물에 외력을 주었을 때 나타나는 변형과 외력과의 관계를 나타낸 것이며, 이에 의해 결정되는 관능특성이 태로써¹⁵⁾ 객관

적인 태의 평가를 위해 역학적 특성과 주관적인 감각에 의한 판단으로서 태 평가식이 설정되었다¹⁶⁾. 태는 직물의 감성 측면을 객관화하기 위한 것으로 직물의 촉감과 시각 및 미적 감각 등의 관능량과 드레이프성, 굽힘성 등의 물리량을 종합하여 감각평가를 나타내는 것으로 섬유제품의 부가가치를 높이는 중요한 요소⁸⁾이며 직물의 최종 용도에 대한 성능을 판단하기 위한 중요 수단이므로 부직포의 촉감과 성능을 소비자의 기호에 맞게 효율적으로 제어하기 위해서 태의 평가가 필수적이다.

고로 본 연구에서는 위생용 탐시트로 사용되는 폴리프로필렌 부직포에 가공 효과와 경제적인 측면을 고려한 기능성 가공을 시도하였다. 가공제로는 천연고분자이며 생체적합성이 우수한 키토산을 사용하고, 여기에 키토산의 단점을 보완하면서 부가적인 기능성 향상을 기대할 수 있는 은나노 콜로이드용액을 혼합하여 처리한 후, 역학적 특성치를 측정하고 이를 토대로 태를 평가하였다. 이 때 키토산/은나노 콜로이드용액의 혼합비에 따른 역학적 특성 변화를 살펴보고, 키토산 단독처리 직물과 비교하여 촉감과 성능이 개선된 위생용 탐시트 부직포로서의 이용가치를 높이고자 하였다.

2. 실 험

2.1 시료 및 시약

시료는 (주)한국바이린에서 제공받은 100% 폴리프로필렌(0.16mm, 18.4g/m²) 부직포를 사용하였다. 키토산/은나노 혼합용액은 (주)텍산 메드 테크로부터 공급받은 것을 희석하여 사용하였는데, 혼합용액에 사용된 키토산(CH)의 특성은 Table 1과 같다. 은나노(NS) 콜로이드용액은 10nm 이하의 입자크기를 가진 것을 사용하였다.

Table 1. Characteristics of chitosan

Particle condition	powder
Viscosity	11 cps
Degree of deacetylation	95.33%
Average molecular weight	1.5×10 ⁵
Moisture content	6.84%
Residue on ignition	0.18%
Concentration	40,000 ppm

2.2 실험방법

2.2.1 키토산/은나노 혼합용액 처리

키토산과 은나노 혼합용액을 농도 혼합비로 3:1(CH3/NS1), 1:1(CH1/NS1), 1:3(CH1/NS3)으로 제조된 혼합액(40,000ppm)을 희석하여 사용하였고, 키토산 단독 용액(CH4) 처리포와 비교하였다. 가공제의 고착효율을 높이기 위하여 키토산/은나노 혼합용액과 키토산 용액에는 가교제로 카르복시산(0.1mol/l)을 첨가하였고, 가공용액의 농도는 200ppm으로 일정하게 하였으며, 가공 과정은 1욕 처리하였다. 가공처리 용액의 액비는 40:1로 하여 1시간 침지시킨 후, 맹글에 통과시켜 wet pick-up이 100±2%가 되도록 패딩한 후 자연 건조한 다음 100℃의 텐터에서 3분간 열처리하여 가공처리를 완료하였다.

2.2.2 SEM 측정

키토산/은나노 혼합용액 처리포의 표면에 Ion Sputter E-1010(Hitachi)을 사용하여 Au-Pd를 진공 증착한 후, 주사전자현미경(JSM-5610, Joel)을 사용하여 1000배의 배율로 가공처리포의 표면구조를 관찰하였다. 또한 가공제의 부착정도를 정량적으로 살펴보기 위하여 105℃에서 시료를 완전하게 건조시킨 다음 건조 전, 후의 중량을 측정하여 가공제의 부착률을 산출하였다.

2.2.3 역학적 특성과 태 평가

키토산/은나노 혼합용액 처리포의 역학적 특성을 살펴보기 위해 KES-F7 Labo I(Kawabata Evaluation System, Kato Tech. Co. Ltd., Japan)을 사용하여 인장, 굽힘, 전단, 압축, 표면 특성 및 두께와 무게에 대한 16가지 직물의 역학적 성질을 측정 후 평균값을 구하였다. 감각평가치(primary hand value, HV)는 KN-203-LDY의 변환식에 의해 Koshi, Numeri, Fukurami를 산출한 다음, 측정된 기본 태를 이용하여 KN-302-W-dress의 변환식에 의한 종합 태(total hand value, THV)를 산출하였다¹⁷⁾.

3. 결과 및 고찰

3.1 키토산/은나노 혼합용액 처리포의 표면구조적 특성

키토산/은나노 혼합용액 처리포의 표면구조적 변화는 가공제의 표면 부착상태를 관찰함으로써

알 수 있다. 이때 은나노 입자는 크기가 극히 작은 초미립자로 구성된 콜로이드이므로 키토산/은나노 혼합용액의 부착상태는 키토산 단독 용액의 부착상태와 다른 양상을 보일 것으로 생각된다. 따라서 키토산/은나노 혼합용액 처리포의 표면상태를 확인하기 위하여 SEM 사진을 비교하였다. Fig. 1에 의하면 키토산 혼합비가 큰 (c) 시료의 경우 입자의 부착이 뚜렷하게 관찰되었으나, 은나노 콜로이드의 혼합비가 큰 (e)시료의 경우 입자의 부착이 적고 매끄러웠다. 이는 혼합 가공제가 비교적 균일하게 코팅되었고, 본 실험에서 사용한 가공제의 농도가 매우 낮았기 때문에 전체적으로 가공제의 부착 흔적이 뚜렷하지 않았다. 또한 키토산 단독 처리포(CH4)인 (b)시료는 CH3/NS1 처리포인 (c)시료에 비해 오히려 키토산의 부착 흔적이 적게 나타났다. 이는 혼합용액중 은나노 입자가 초미립자이므로 표면에너지가 높아서 섬유표면에 물리화학적(physico-chemical) 결합으로 강하게 고착되어⁷⁾ 키토산의 부착 효율을 높인 것으로 생각된다.

본 실험에서 사용된 가공제의 농도가 매우 소량이지만 SEM사진에 의한 혼합 가공제의 부착 상태와 실제 부착량과는 차이가 있으므로 이를 정량적으로 확인하기 위하여 부직포 가공

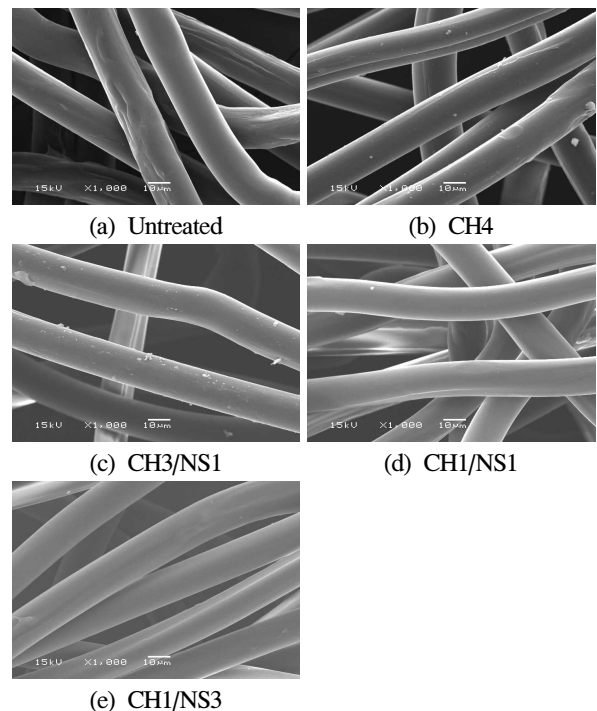


Fig. 1. Scanning electron micrographs(×1000) of the chitosan/nanosilver treated nonwoven fabrics.

Table 2. Add-on ratio of the nonwoven fabrics treated with chitosan/nanosilver mixed solution

Samples	Add-on ratio
CH4	0.20%
CH3/NS1	0.23%
CH1/NS1	0.29%
CH1/NS3	0.36%

전, 후의 무게 변화로 부착량을 살펴보았다. Table 2에 의하면 키토산 단독 처리포보다 혼합용액 처리포의 부착량이 많았으며, 은나노 콜로이드 혼합비가 클수록 부착량이 증가하였는데 이는 은나노 입자가 미세하여 섬유 공극에 침적되어서 SEM사진에는 잘 안나타났지만, 무기금속인 은나노 입자의 무게 때문에 은나노 콜로이드 함량이 많은 CH1/NS3 처리포의 부착량이 가장 많은 것으로 생각된다.

3.2 키토산/은나노 혼합용액 처리포의 역학적 특성

3.2.1 역학적 성질

섬유제품의 경우 태는 직물의 부가가치를 높이는 중요한 요소로서 여러 인자에 의해 다양하게 변하는 역학적 성질에 의해 결정되는데 가공제를 처리할 경우 이에 의해서도 변화한다. 키토산과 같은 가공제를 처리할 경우 기계적인 물성 변화와 함께 착용감이나 촉감, 드레이프성과 같은 외관적 특성이 영향을 받는다¹⁸⁾. 직물의 역학적 특성은 외력을 주었을 때 나타나는 변형과 외력과의 관계를 특성화한 것이며 이에 의해 결정되는 관능특성이 태이다¹⁵⁾. 그러므로 키토산/은나노 혼합용액 처리포의 태 평가에 필요한 역학적 성질 즉, 인장, 전단, 굽힘, 압축, 표면특성과 두께, 무게의 16가지 성질을 KES-FB 시스템을 사용하여 측정하였다.

(1) 인장특성

인장특성은 주어진 최대 하중(F_{max})하에서 인장거동 및 회복성과 관련되며 인체동작의 구속에 영향을 주는 특성이다. 부직포는 일반 직물에 비해 방향성이 적으므로 응력이 가해지면 직물과는 다른 메카니즘으로 인장변형이 일어나게 된다¹⁹⁾. Fig. 2는 키토산/은나노 혼합용액 처리포의 인장특성 변화를 살펴보기 위하여 EM (extensibility), LT(linearity), WT(tensile energy)를

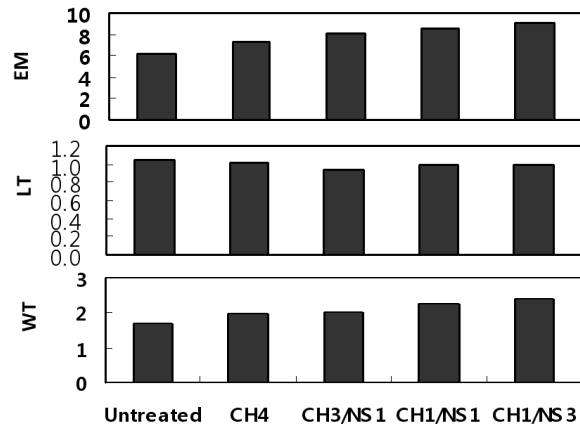


Fig. 2. Tensile properties of the chitosan/nanosilver treated nonwoven fabrics.

나타낸 것이다. 이에 의하면 EM값과 WT값은 다소 증가하였고, LT값은 약간 감소하였다. EM값은 인장변형시의 신장률을 나타내는 것으로 유연성이나 변형의 용이성과 관련이 있다²⁰⁾.

미처리포에 비하여 키토산/은나노 혼합용액 처리포의 EM값이 증가하였는데 이는 혼합가공제가 균일하게 침적(deposition)되어 구성섬유간의 마찰력이 다소 저하되었기 때문에 다소 유연해지고 보다 신장이 용이해진 것으로 생각된다. LT값이 감소하면 외력에 의한 초기인장이 쉬워지는 특성이 있는데 키토산 단독처리포보다 혼합용액 처리포의 LT값이 다소 감소한 것은 초기 인장이 더 용이해짐을 의미하는 것이다. WT값은 인장 변형시의 일량을 나타내는데 이 값이 증가할수록 인장변형이 용이해지는 것으로 미처리 직물에 비하여 가공처리포의 WT값이 모두 증가하여 인장변형이 용이해졌으며, CH1/NS3 처리포의 WT값이 가장 많이 증가하였는데 이는 촉감의 평가 측면에서 보면 더 유연해짐을 의미하는 것이다.

(2) 굽힘특성

구성섬유의 역학적 성질 및 섬유집합상태, 섬유간의 마찰저항, 경·위사의 굽힘저항 등과 같은 구조적 인자에 의해 많은 영향²¹⁾을 받는 굽힘특성은 착용시 형태안정성, 드레이프성, 구김성 등과 관계가 있다¹⁶⁾. 부직포는 섬유집합상태나 구조적 인자가 일반 직물과 다르므로 키토산/은나노 혼합용액 처리시 나타나는 굽힘특성을 Fig. 3에 나타내었다. 이에 의하면 키토산 단독처리포의 경우 B(bending rigidity)값과 2HB (bending hysteresis)값이 모두 증가하였다. 이는 키토산의 부착에 의해 뽀뽀한 촉감이 부여된 것

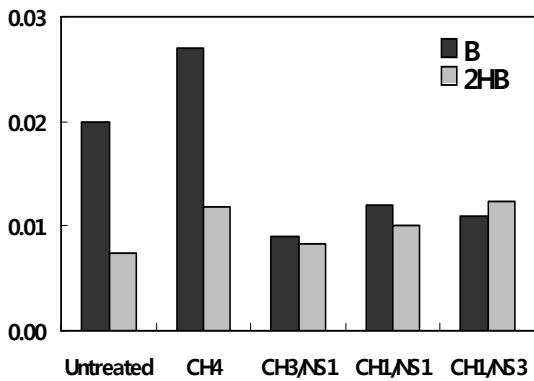


Fig. 3. Bending properties of the chitosan/nanosilver treated nonvoven fabrics.

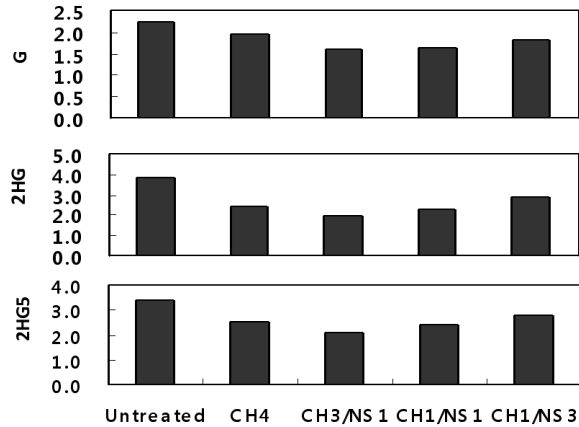


Fig. 4. Shearing properties of the chitosan/nanosilver treated nonvoven fabrics.

으로 잘 굽혀지지 않으며, 인체로부터 어느정도 공간을 유지시켜주게 되고, 구성사 내부의 섬유 사이에 부착된 키토산으로 인해 교차점에서의 상호작용이 증가됨으로서 섬유간의 미끄러짐이 줄어들어 굽힘강성이 증가한 것으로 보인다²²⁾.

반면, 혼합비와 상관없이 키토산/은나노 혼합용액 처리포의 B값과 2HB값이 모두 감소되어 유연해졌음을 알 수 있고, 키토산 단독처리포에 비하여 2HB값이 감소한 것은 굽힘변형에 대한 마찰이 감소되어 굽혀진 후 회복성이 좋아지므로 가공이 진행됨에 따라 부직포의 탄력성이 증가함을 의미한다. 직물의 굽힘강성은 직물을 구성하는 섬유간의 마찰저항에 영향을 받는데 본 실험에 사용된 은나노 입자가 아주 작기 때문에 직물의 미세한 공극에 침적되고, 섬유간의 미끄러짐이 증가하여 굽힘강성이 감소된 것이다. 가공처리포중 CH3/NS1 처리포의 B값과 2HB값이 가장 낮았는데 이는 굽힘변형과 회복과정중에 발생하는 에너지 손실량이 적음을 의미하는 것으로 천의 탄력성이 풍부하고 신체의 곡선이 강조되는 실루엣을 형성하며, 부드러워지고 유연성이 증가하여 피부에 직접 닿는 위생용 탐시트 부직포의 촉감개선에 효과적임을 알 수 있다. 반면, 키토산 단독처리포의 경우 B값과 2HB값이 모두 크므로 굽히기 어렵고 신체로부터 공간을 유지시켜주는 실루엣 형성에 적합하다²³⁾는 것을 알 수 있다.

(3) 전단특성

전단특성은 직물의 한쪽을 일정하중으로 고정 한 후 다른 한쪽에 각도를 주면서 신장시킨 외력에 대한 변형으로서 신체곡면과의 융합, 드레이프성 등에 영향을 미치는 요소이다²⁴⁾.

위생용 부직포의 경우 3차원의 공간 곡면에 잘 적응해야 하므로 전단특성이 태, 드레이프성, 형태안정성 등과 같은 외관적 특성에 영향을 미친다.

Fig. 4를 살펴보면 키토산 단독처리시보다 키토산/은나노 혼합용액처리로 G(shear stiffness)값이 더 감소하였는데 이는 혼합가공제가 부직포 표면에 균일하게 부착됨으로서 코팅효과 상승으로 인하여 전단변형시 마찰의 감소를 가져온 것이다. 2HG(shear hysteresis)값은 초기 전단변형시의 변형 및 회복에 관계되는 특성으로서 전단이력이 클수록 회복시에 에너지 손실이 큰 것을 의미한다. 미처리포에 비하여 가공처리포의 2HG값이 모두 감소하였으며, 특히 CH3/NS1 처리포의 2HG값의 감소가 가장 두드러져 전단변형시 구김회복성이 향상됨을 알 수 있으며, 2HG5값도 같은 경향을 나타내어 CH3/NS1 처리포가 가장 낮았다. 3차원의 인체곡면에 평판구조의 직물이 설계되기 위해서는 전단저항치가 낮은 값을 가져야 하는데²⁵⁾ 키토산/은나노 혼합용액 처리포의 전단저항치가 낮아 전단변형에 대한 회복성이 향상되었으므로 키토산/은나노 혼합용액의 처리가 직물의 드레이프성과 형태안정성의 향상에 기여하는 것으로 보인다.

(4) 표면특성

표면특성은 직물의 평활함과 관계되는 특성으로서 피부에 직접 닿는 위생용 부직포에는 중요한 특성이다. Fig. 5를 살펴보면 은나노 콜로이드용액의 혼합비가 클수록 MIU(coefficient of friction)값이 감소하여 CH1/NS3 처리포의 MIU값이 가장 뚜렷하게 감소하였는데 MIU값의 감소

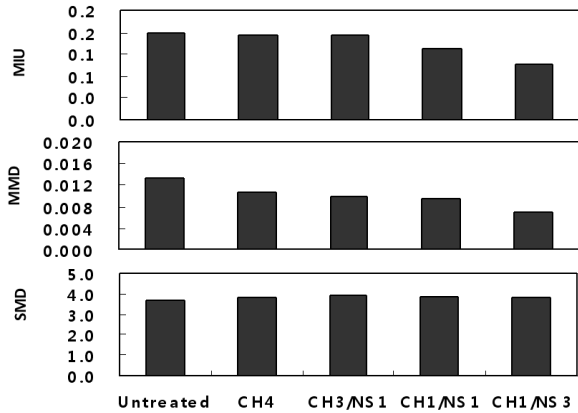


Fig. 5. Surface properties of the chitosan/nanosilver treated nonwoven fabrics.

는 부직포의 표면마찰이 감소하는 것이다.

이는 부직포 표면이 은나노 입자에 의해 균일하게 코팅됨으로서 마찰이 감소하게 된 것으로 보인다. 마찰계수의 평균편차를 나타내는 MMD (mean deviation of MIU)값은 촉감에 관계된 인자로서 값이 적을수록 표면의 촉감이 보다 매끈하고 마찰력이 균일함을 나타낸다²⁵⁾. 키토산/은나노 혼합용액 처리포의 MMD값이 특히 감소한 것은 은나노 입자의 균일한 코팅으로 표면의 촉감이 보다 매끄러워진 것이다. 기하학적 거칠기를 나타내는 SMD(geometrical roughness)는 표면의 굴곡성을 나타내는 것으로 키토산/은나노 혼합용액 가공후 변화가 거의 없었다.

위생용 부직포는 표면 촉감이 중요하므로 MIU값보다 관능평가에서 매끄러움과 상관성이 높은 것으로 MMD/SMD값이 있다. 즉 MMD/SMD값이 작을수록 표면의 감촉이 매끄러운 것이다²⁶⁾. Fig. 6을 살펴보면 미처리포에 비하여 가공처리포의 MMD/SMD값이 감소하였고, 키토산/은나노 혼합용액 처리포의 MMD/SMD 감소가 뚜렷하게 나타났으며, 키토산 단독 처리시보다 은나노 용액의 혼합비가 1:3일 때 MMD/SMD값의 감소율이 가장 커서 매끄러워졌음을 알 수 있다. 이것은 아주 미세한 은나노 입자가 직물에 부착되어 균일하게 코팅됨으로서 표면이 보다 매끄러워진 것으로 보이고, MMD의 감소가 크게 영향을 미친 것으로 생각된다.

(5) 압축특성

압축특성은 직물의 두께 및 볼륨감과 밀접한 관계가 있으며 특히, 직물의 풍만감, 부드러움, 안락감, 보온성 등에 영향을 주는 역학적 특성이다. Fig. 7은 키토산/은나노 혼합용액 처리포의

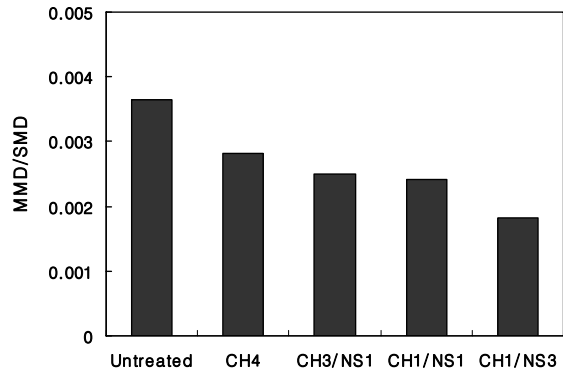


Fig. 6. MMD/SMD of the chitosan/nanosilver treated nonwoven fabrics.

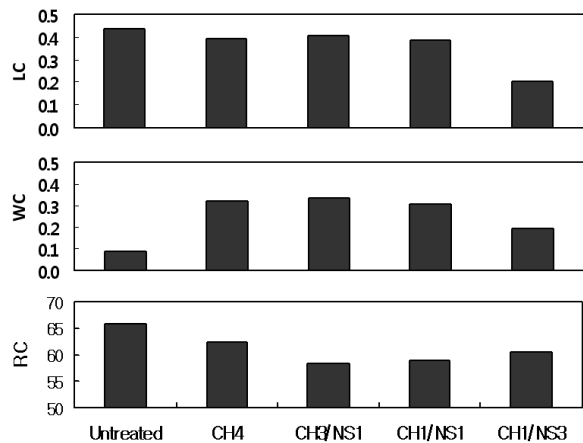


Fig. 7. Compression properties of the chitosan/nanosilver treated nonwoven fabrics.

LC(compressional linearity), WC(compressional energy), RC(compressional resilience)를 나타낸 것이다.

이를 살펴보면 미처리포에 비해 가공처리포의 LC값이 저하되었으며, 특히 CH1/NS3 처리포의 LC값이 크게 저하되었다. 이는 키토산/은나노 혼합용액의 처리과정에서 미세한 은나노 입자가 공극에 침적되고 망글을 통과시키는 과정에서 가공처리포의 표면이 압축된 것으로 생각된다. WC값은 압축력에 대한 변형을 나타내는 것으로 미처리포에 비해 WC값이 증가하였다가 감소하는 경향을 보였는데 WC값이 증가한 것은 키토산/은나노 혼합용액 처리로 벌키해졌다가 코팅의 균일성이 향상되면서 다시 감소한 것으로 보인다. RC값은 압축변형에 대한 회복의 정도를 나타내는데 RC값이 클수록 탄력이 있는 것으로 키토산/은나노 혼합용액 처리포보다 키토산 단독 처리포의 RC값이 커서 탄력성이 있는 것으로 나타났다.

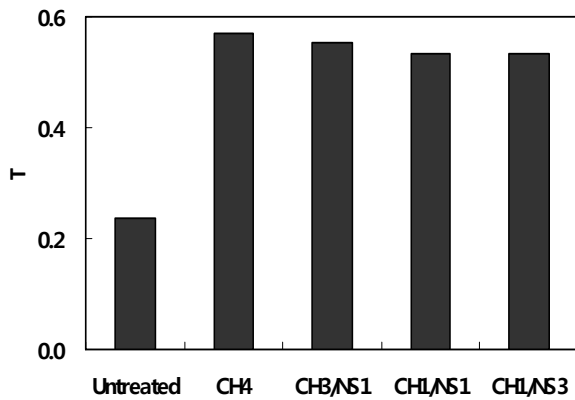


Fig. 8. Thickness of the chitosan/nanosilver treated nonwoven fabrics.

이러한 결과로부터 키토산/은나노 혼합용액 처리포의 부피감이 다소 증가하였으나 은나노 혼합비가 클수록 압축탄성이 줄어들어 압축회복이 어려워진 것으로 생각된다. 압축특성은 직물의 두께와 관계가 있으므로 이를 확인하기 위하여 두께를 측정한 결과는 Fig. 8과 같다. 이에 의하면 가공처리후에 두께가 모두 증가하였으며 특히 키토산 단독처리포의 두께가 가장 많이 증가하였는데 키토산 처리시 벌키해졌다가 은나노의 혼합비가 증가함에 따라 코팅의 균일성이 향상되면서 부직포의 부피감이 다소 저하된 것으로 생각된다.

3.2.2 태 평가

역학적 특성은 직물에 외력을 주었을 때 나타나는 변형과 외력과의 관계를 특성화한 것이며, 이에 의해 결정되는 관능특성이 태이다¹²⁾. 위생용 부직포의 키토산/은나노 혼합용액 처리에 따른 객관적인 촉감의 변화를 살펴보기 위하여 KES-FB 시스템을 사용하여 측정한 역학적 성질로부터 KN-203-LDY 변환식에 의해 감각평가치인 기본 태(HV)를 구한 다음, 측정된 기본 태를 이용하여 KN-302-W-dress의 변환식에 의한 종합태(THV)를 산출하였다.

Fig. 9를 살펴보면 Koshi(stiffness)는 직물을 손으로 쥐었을 때 느끼는 반발력, 탄성, 레질리언스를 종합해서 표현한 것으로 굽힘특성, 전단특성 및 표면특성과 관련되며 B와 G, 그리고 SMD값이 Koshi값에 영향을 미친다. 그림에서 알 수 있듯이 미처리포에 비해 키토산/은나노 혼합용액처리 직물의 SMD값은 별로 변화하지 않았으나 B값, G값이 모두 감소하여 Koshi값이

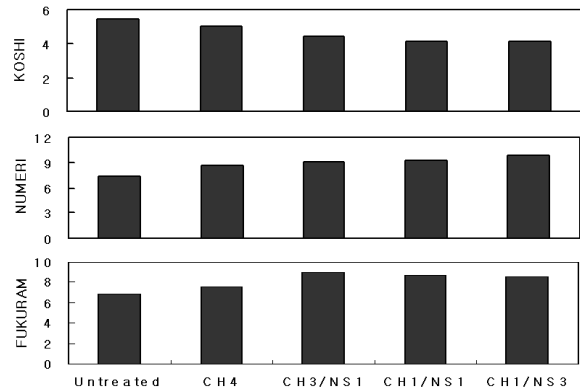


Fig. 9. Primary hand value(HV) of the chitosan/nanosilver treated nonwoven fabrics.

감소한 것으로 이는 반발력, 탄성이 줄고 유연성이 증가함을 의미하는 것이다. 키토산 단독처리포에 비해 키토산/은나노 혼합용액 처리포는 혼합비에 관계없이 모두 뻣뻣함이 감소하고 유연해져서 피부에 직접 접촉시 더 부드러운 촉감을 나타낼 것으로 생각된다. 결국 키토산 단독처리보다 키토산/은나노 혼합용액 처리가 위생용 탐시트 부직포의 Koshi값을 감소시켜 보다 촉감이 유연한 직물을 얻는데 효과적이라 할 수 있다.

Numeri(smoothness)는 직물을 만졌을 때 느끼는 매끄러운 촉감으로 부드러움, 유연함이 혼합된 감각을 표현하는 용어로서 쉽게 굽혀진 후 회복이 잘되는 촉감을 나타내며 표면특성에 영향을 많이 받는다. 또한 마찰계수의 평균편차인 MMD값에 가장 큰 영향을 받는다⁷⁾. 키토산/은나노 혼합용액 처리포의 경우 미처리포에 비하여 MMD값이 모두 감소하였고, 특히 CH3/NS1 처리포의 MMD값은 크게 감소하였는데 MMD값이 감소하면 Numeri값은 증가하게 된다. 키토산/은나노 혼합용액 처리시 MMD값이 감소하고 Numeri값이 증가한 것은 표면이 매끄러워지고 마찰저항이 감소한 것을 의미한다. Numeri값이 키토산 단독처리시 보다 은나노 용액을 혼합처리시 더 증가한 것은 미세한 은나노 입자의 침적 때문이므로 부드러우면서 매끄러운 표면 특성을 위하여 키토산/은나노 혼합용액처리가 더 효과적임을 알 수 있다.

Fukurami(fullness and softness)는 직물을 쥐었을 때 느끼는 중후한 촉감과 풍부하며 좋은 맵시에서 오는 느낌으로 부피감 및 매끄러운 표면과 부드러운 신장성을 종합적으로 나타내는

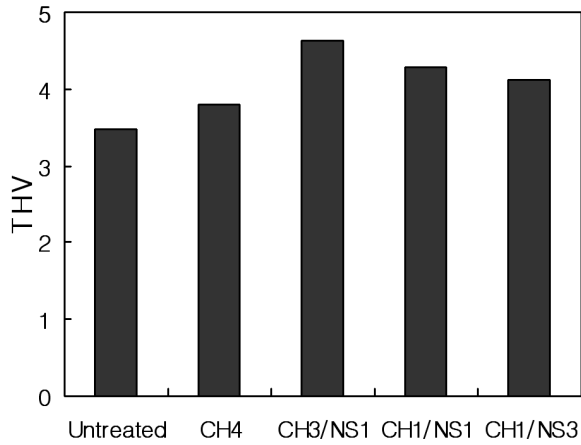


Fig. 10. Total hand value(THV) of the chitosan/nanosilver treated nonwoven fabrics.

감각으로 주로 압축특성에 의해 영향을 받는다. 키토산 단독처리시보다 키토산/은나노 혼합용액 처리 후 Fukurami값이 모두 증가하여 탄력과 부피감이 향상되었음을 알 수 있다. 이는 압축특성에서 LC값이 다소 감소하였지만 키토산/은나노 혼합용액처리로 WC값이 크게 증가하였기 때문이며, CH3/NS1 처리포의 경우 LC값의 저하가 별로 없으면서 WC값이 크게 증가하여 결국 Fukurami값이 가장 크게 나타나 탄력성과 부피감이 가장 많이 향상된 것으로 생각된다.

태는 섬유제품의 부가가치를 높이는 중요한 요소이다. 고로 위생용 부직포의 키토산/은나노 혼합용액 처리에 의한 종합적인 촉감을 살펴보기 위하여 기본 태의 조합으로 얻은 종합 태를 살펴본 결과는 Fig. 10과 같다. 이에 의하면 키토산/은나노 혼합용액처리후 종합 태가 모든 시료에서 증가한 것을 볼 수 있으며 키토산 단독처리시 보다 은나노 용액을 혼합처리시 THV가 더 증가하

였다. 또한 CH3/NS1 처리포의 THV가 가장 많이 증가하여 태의 향상 측면에서 키토산/은나노 혼합용액 처리가 아주 효과적임을 알 수 있다.

위생용 부직포는 피부에 직접 닿는 소재이므로 착용감이 중요하다. 이를 살펴보기 위하여 키토산/은나노 혼합용액 처리포 착용시 형태와 변형에 관련된 기본 특성치를 살펴 본 것은 Table 3과 같다. 이에 의하면 B/W값은 단위중량에 대한 굽힘강성의 비로서 키토산 단독처리포에 비하여 키토산/은나노 혼합용액 처리포의 B/W값이 저하되었다. 이는 형태안정성과 드레이프성의 향상을 의미하며 미처리포에 비해 키토산 단독처리포는 증가하였지만 키토산/은나노 혼합용액 처리포의 경우 B/W값이 저하되어 드레이프성이 더 좋아지므로 잘 드리워진다.

2HB/W값은 CH1/NS3 처리포에서 가장 큰 값을 나타내었는데 이는 형무너짐이 용이하고 주름발생이 쉬우며, 형태안정성이 나쁘고 liveliness가 나쁜 것을 의미한다²⁷⁾. 2HG/G값의 감소 또한 형태안정성의 향상을 의미하는데 가공처리포는 모두 2HG/G값이 감소하였고, CH3/NS1 처리포가 가장 많이 감소하여 형태안정성이 가장 향상되었다. 굽힘길이를 나타내는 $\sqrt[3]{B/W}$ 는 시료 자체무게에 의한 늘어지는 성질에 관계²⁶⁾하는 것으로 CH3/NS1 처리포가 가장 작은 값을 나타내어 부드럽고 드레이프성이 좋아짐을 알 수 있다. $\sqrt{2HB/W}$ 값이 크면 드레이프 형상이 뚜렷하지 않고 liveliness가 부족한 것²⁷⁾인데 CH1/NS3 처리포의 값이 가장 크게 나타나 liveliness가 좋지 않음을 알 수 있다. MMD/SMD의 감소는 표면의 매끄러움이 증가하는 것을 나타내며 키토산/은나노 혼합용액 처리시에 모두 감소하여 매끄러워졌으며 미세한 은나노 입자의 균일한

Table 3. Mechanical properties related with the deformation behavior of the chitosan/nanosilver treated nonwoven fabrics

Properties	Untreated	CH4	CH3/NS1	CH1/NS1	CH1/NS3
B/W	0.010	0.013	0.005	0.007	0.006
2HB/W	0.004	0.006	0.004	0.006	0.007
2HG/G	1.716	1.252	1.237	1.387	1.617
MMD/SMD	0.004	0.003	0.003	0.002	0.002
$\sqrt[3]{B/W}$	0.217	0.233	0.168	0.187	0.184
$\sqrt{2HB/W}$	0.004	0.006	0.004	0.006	0.007
WC/W	0.043	0.151	0.175	0.165	0.108
WC/T	0.359	0.560	0.607	0.570	0.363
W/T	8.30	3.713	3.472	3.458	3.353

코팅으로 CH1/NS3 처리포가 가장 매끄러워졌다. 중량과 두께에 대한 압축에너지인 WC/W값과 WC/T값은 압축용이성을 나타내는데 CH3/NS1 처리포가 가장 컸다. WC/W값이 크면 충실도에 비해 쉽게 압축됨을 의미하며, WC/T값이 크면 두께에 비해 압축이 부드러운 것을 의미한다. W/T값이 작으면 공기 함유량이 많고 볼륨감이 있는 것이다²⁷⁾. 가공처리포는 모두 그 값이 감소하여 두께에 비하여 공기함량이 많고 볼륨감이 있음을 알 수 있다. 결과적으로 키토산/은나노 혼합용액 처리포는 부드럽고 유연해졌으며, 드레이프성과 형태안정성이 향상되었고 표면이 더 매끄러워졌으며 볼륨감이 향상되었다. 따라서 위생용 부직포의 태를 향상시키기 위해서는 키토산 단독처리보다 소량의 은나노 콜로이드용액을 혼합처리하는 것이 효과적인 가공방법이라고 생각된다.

4. 결 론

위생용 탐시트로 사용되는 폴리프로필렌 부직포에 가공 효과와 경제적인 측면을 고려하여 천연고분자이며 생체적합성이 우수한 키토산을 사용하고, 키토산의 단점을 보완하면서 부가적인 기능성 향상을 기대할 수 있는 은나노 콜로이드 용액을 혼합처리하였다. 이 때 키토산/은나노 콜로이드 용액의 혼합비에 따른 역학적 특성 및 태의 변화를 살펴보고, 키토산 단독 처리포의 특성과 비교하였다.

1. 키토산 단독 처리포는 뻣뻣해졌으나, 키토산/은나노 혼합용액 처리포는 뻣뻣함이 줄어들면서 외력에 의한 변형이 용이해지고 부드러워졌다. 이는 착용시 몸의 움직임에 부드럽게 따라감으로서 편안함을 느끼게 한다. 특히 CH3/NS1 처리포는 굽힘변형과 회복과정중에 발생하는 에너지 손실량이 가장 적었는데 이는 유연성이 증가하여 부드러워지고 탄력성이 우수해져 피부에 직접 닿는 위생용 탐시트 부직포의 부드러운 촉감개선에 효과적임을 알 수 있다.
2. 가공 처리포의 전단저항치가 낮아 전단변형에 대한 회복성이 향상되었으므로 부직포의 드레이프성과 형태안정성이 향상되었다. 또한 CH1/NS3 처리포는 은나노 입자의 균일한 코팅으로 MIU와 MMD값의 감소로 관능평가에서 매끄러움과 상관성이 높은 MMD/SMD의 감소가 뚜렷하게 나타났다. 반면 키토산/은나

노 혼합용액 처리포에 비해 키토산 단독처리포의 탄력성이 좋은 것으로 나타났다.

3. 키토산/은나노 혼합용액 처리포의 Koshi는 다소 감소하였으며, Numeri와 Fukurami는 모두 증가하였다. 이는 키토산/은나노 혼합용액 처리포가 유연해져 더 부드러운 촉감을 나타내며, 표면은 더 매끄러워졌고, 탄력성과 볼륨감이 향상되었음을 의미한다. 이를 바탕으로 산출한 THV는 미처리 직물에 비하여 모든 가공처리포에서 증가하였으며, CH3/NS1 처리포의 THV가 가장 향상되었다. 결국 키토산/은나노 혼합용액 처리한 위생용 부직포는 부드럽고 유연해졌으며, 매끄러워지고 드레이프성과 형태안정성이 향상되는 성능 변화를 나타내었다.

감사의 글

이 논문은 2009-2010년도 창원대학교 연구비에 의하여 연구되었음.

참고문헌

1. J. S. Jo, S. R. Kim and J. H. Choi, A Study for the Development of Disposable Diapers for the Elderly in Need, *J. Korean Home Economics Association*, **37**(7), 29-43(1999).
2. J. S. Jo, S. R. Kim and J. H. Choi, A Study for the Development of Disposable Diapers for the Elderly in Need(II), *J. Korean Home Economics Association*, **38**(12), 73-84(2000).
3. K. H. Hong, T. J. Kang and K. W. Oh, Effect of Abrasion and Absorption on the Handle of Nonwovens for disposable Diaper, *J. Korean Soc. Clothing and Textiles*, **28**(1), 112-118(2004).
4. J. M. Yang, H. T. Lin, T. H. Wu and C. C. Chen, Wettability and Antibacterial Assessment of Chitosan Containing Radiation-Induced Graft Nonwoven Fabric of Polypropylene-g-Acrylic Acid, *J. Applied Polymer Science*, **90**, 1331-1336(2003).
5. J. S. Lee, S. I. Hong and D. W. Jeon, Synthesis of Crosslinked Chitosan Phosphate and Its Metal Ion Adsorption Characteristics(1): -Crosslinking and Phosphorylation of Chitosan-, *Textile Science and Engineering*, **31**(12), 966-

- 975(1994).
6. J. Xu, S. P. McCarthy, R. A. Gross and D. L. Kaplan, Chitosan Film Acylation and Effects on Biodegradability, *Macromolecules*, **29**(10), 3436-3440(1996).
 7. K. W. Oh, C. S. Kim and H. M. Choi, Application of Silane-Chitosan Mixed Solution to Cotton Finishing (I), *Textile Science and Engineering*, **34**(12), 822-829(1997).
 8. H. K. Seo and J. J. Kim, A Study on the Change of Hand of Chitosan-treated Fabrics (Part IV), *J. Korean Soc. Clothing and Textiles*, **22**(8), 1079-1089(1998).
 9. J. J. Kim, D. W. Jeon and Y. K. Kwon, A Study on the Change of Hand of Chitosan-treated Fabrics(III): -Effect of Chitosan Treatment Conditions-, *J. Korean Fiber Soc.*, **34**(10), 689-700(1997).
 10. H. S. Bae and I. S. Kang, Functional Modification of Sanitary Nonwoven Fabrics by Chitosan Treatment (Part I): -Change of Surface Structure and Hand-, *J. Korean Soc. Clothing and Textiles*, **30**(3), 386-395(2006).
 11. J. J. Kim, D. W. Jeon and J. S. Hong, Technical Reviews and News : A Suggestion on the Chitosan Application in the Textile Finishing and Related Sectors, *Textile Science and Engineering*, **32**(8), 705-712(1995).
 12. K. Simpson, Using Silver to Fight Microbial Attack, *Plastics Additives & Compounding*, **5**(5), 32-35(2003).
 13. S. H. Hong, R. Kim and C. N. Choi, Developing Trends of Technology in Anti-bacterial and Odor-preventing Finish, *Fiber Technology and Industry*, **2**(2), 286-295(1998).
 14. H. J. Lee and S. H. Jeong, "Antibacterial Finishing and Laundering Durability on Woven Fabrics Using Nano-sized Silver Colloids", Proceeding of SOTSEA, pp.141-145, 2002.
 15. G. Winakor, C. J. Kim and L. Wolins, Fabric Hand: Tactile Sensory Assessment, *Textile Res. J.*, **50**(10), 601-610(1980).
 16. S. Kawabata, "The Standardization and Analysis of Hand Evaluation", 2nd ed., The Textile Machinery Society of Japan, Osaka, 1980.
 17. Y. S. Shin, S. J. Kim and H. Choi, Effect of DP Finishing on the Mechanical Properties of Cotton Fabric, *Textile Science and Engineering*, **32**(10), 919-927(1995).
 18. J. J. Kim and D. W. Jeon, Characteristics of Chitin and Chitosan and Their Applications, *J. Korean Fiber Soc.*, **32**(4), 309-316(1995).
 19. W. Y. Jeong, J. W. Park and S. K. An, A Study on the Functional and Comfort Properties of Footwear Nonwoven Fabrics, *J. Korean Fiber Soc.*, **39**(3), 354-361(2002).
 20. J. J. Kim, D. W. Jeon and S. Y. An, A Study on the Change of Hand of Chitosan-treated Fabrics(II): -Polyester/Cotton Blend Fabric and Polyester Fabric-, *J. Korean Fiber Soc.*, **34**(9), 614-621(1997).
 21. Y. M. Jeon, T. W. Son, M. G. Jeong, M. J. Kim and H. S. Lim, Mechanical Properties of High Add-on Chitosan Treated Cellulose Fabrics, *Textile Science and Engineering*, **40**(2), 177-188(2003).
 22. Y. H. Park and H. S. Bae, Development of Susceptible Functional Fiber through Chitosan Finishing Treatment of Tencel Blended Fabrics (Part I), *J. Korean Soc. Clothing and Textiles*, **29**(7), 987-996(2005).
 23. J. M. Hong and H. S. Ryu, Mechanical Properties and Fabric Handle of Hansan Ramie(Part I), *J. Korean Soc. Clothing and Textiles*, **21**(8), 1315-1322(1997).
 24. S. S. Kim, J. S. Yang and J. M. Choi, The Evaluation of Physical Properties and Hand of Bast/Man-Made Fiber Mixed Fabrics, *J. Korean Soc. Clothing and Textiles*, **24**(6), 828-837(2000).
 25. C. I. Nam, J. G. Kim and C. J. Hong, Effect of Surface Finishing on Tactile Properties in Wool/Tencel Blended Fabrics, *Textile Science and Engineering*, **37**(8), 479-486(2000).
 26. S. Kawabata, M. Matsudaira and M. Niwa, Measurement of Mechanical Properties of Thin Dress Fabrics for Hand Evaluation, *J. Textile Engineering*, **37**(4), 41-49(1984).
 27. J. Y. Ha, "Standardization of Hand Value Evaluation Method", The Korean Fiber Society, The Symposium of Weaving Subcommittee, 1988.