감국 추출액으로 염색한 키토산/나노실버 복합편성물의 염착특성

주영주

(주)푸른텍스타일 부설연구소

Absorption Properties of Chitosan and Nano Silver Composite knit Fabrics Dyed with *Chrysanthemum indicum* Linn Extract

Young-Ju Chu

Research Institute affiliated with Green Textile; Seoul, Korea

Abstract : This study examines the dyeability, light fastness, washing fastness, and antibacterial activity of chitosan and nano silver composite knit fabrics dyed with extracted solution from *Chrysanthemum Indicum Linn*. The results show that ΔE values of chitosan and nano silver composite knit fabrics were higher than cotton 100% knit fabrics in dyed condition with extracted solution from *Chrysanthemum Indicum Linn*, and mordant treatments influenced the chrominance change. *Chrysanthemum indicum Linn* confirmed that this could be a polygenetic colors. ΔE values of post-mordant treatments knit fabrics were higher than pre-mordant treatments knit fabrics in dyed condition with extracted solution from *Chrysanthemum Indicum Linn*, and mordant treatments method influenced the chrominance change. The dyeability of chitosan and nano silver composite knit fabrics was increased by mordant treatment. The fastness of the chitosan and nano silver composite knit fabrics was better than cotton 100% knit fabrics. In the result of antibacterial activity, the bacterial reduction rate of chitosan and nano silver composite knit fabrics was 99.9% to *Staphylococcus aureus* and *Klebsiella pneumoniae*.

Key words: Chitosan and nano silver composite knit fabrics, *Chrysanthemum indicum Linn*, Natural dyeing, Fastness, Antibacterial activity

1. 서 론

섬유소재 및 패션분야에서 다양한 고기능 친환경소재가 개발되고 있으며 특히, 건강 피부와 직접적인 연관성이 있는 속옷 분야에서 천연소재 개발이 활발하여 우유, 천연 미네랄, 콩, 대나무, 옥수수, 쪽, 은, 숯 등 각종 천연소재를 이용한 기능성 패션제품이 주요 패션업체에서 쏟아져 나오고 있다. 이러한 산업동향은 웰빙 현상과 더불어 앞으로도 계속될 전망이다. 이와 같은 경향에서 염색분야에서도 합성염료보다 자연친화적인 천연염료에 의한 천연염색제품에 대한 수요가 증가하고 있다(Neetu, Shahnaz, 2003).

키토산은 새우, 게 등 갑각류의 외피를 형성하는 키틴의 아세트아미드기(-NHCOCH₃)에서 아세틸기(-COCH₃)가 떨어진 결합구조이며 자연계에 녹아 있는 상태에서 (+)이온으로 대전하는, 지구 생태계의 유일한 천연 양이온(+) 물질이다. 분자 중 아미노기와 수산화기(-OH)는 점성, 보습성이 강해서 세포 면역

의 활성화 등 생태계를 보전하는 생물기능을 나타내며 특히, 인공피부로 사용될 수 있을 정도로 인체 거부성이 없어 차세대 생물공학작 소재로서 많이 응용될 수 있는 천연자원으로 항미생물성, 금속 이온 흡착성 등의 특성으로 고기능성, 고감성이 기대되며, 면섬유에 처리하면 표면이 양이온성을 띠게 되어 염색성 증진효과가 있다(Atsumi et al., 1992; Muzzarelli, 1977; 김성희, 신윤숙, 2009; 정혜경, 김신희, 2009; 김경선, 전동원, 2009).

천연계 항균제로써 키토산을 이용한 섬유는 실험적으로 개발되었으나 상업용 의류제품은 대부분 후가공에 국한되어 있다. 최근 키토산/나노실버 섬유가 개발되면서 키토산/나노실버 섬유를 면과 혼방한 제품이 출시되고 있다. 키토산은 면섬유의 천연염료 염색시 염착량을 증대시킬 수 있는 염색개선제로도 사용될 수 있는 가능성을 보여주고 있다.

천연염제로 이용되고 있는 감국(*Chrysanthemum indicum Linn*)은 여러해살이 풀로 10~11월에 황색의 꽃이 핀다. 꽃에 정유, 아카세틴-7-람노글루코시드, 아카세틴-7-글루코시드, 코스모신, 아피게닌-글루코시드, 디오스메틴-7-람노글루코시드, 아테닌, 콜린, 탄수화물 등이 포함되어 있고 우려낸 액은 해열제로 사용한다(조경래, 2009). 감국의 꽃잎의 색깔에 따라 색소성분

Corresponding author; Young-Ju Chu
Tel. +82-17-279-5289, Fax. +82-2-6496-6530
E-mail: cjoo83@hanmail.net

도 다양하며 황색꽃에서는 카로티노이드계, 적자색 꽃에서는 후라보노이드계 등 다양한 색소가 함유되어 있다고 보고되고 있다(김수정 외, 2007).

키토산과 천연염색을 적용한 선행연구를 살펴보면, 정혜경, 김신희(2009)는 키토산 매염의 녹차추출물처리의 반복이 셀룰로오스섬유의 자외선 차단율에 미치는 영향에 대하여 보고 하였다. 김정선, 전동원(2009)은 직물에 키토산을 전처리하여 코치닐 염료의 염색성 개선, 물성변화에 대해 보고하였다. 김성희, 신윤숙(2009)은 대나무 숯 염색 시 키토산 전·후처리 조건에 따른 표면구조, 염색성, 항균성에 대하여 보고하였다.

이상 키토산과 천연염색에 대한 연구를 살펴본 결과 키토산을 이용한 천연염색의 염색성과 기능성에 관한 연구가 주를 이루고, 직물에 키토산 전처리 및 후처리를 이용한 염색성 향상을 위한 연구에 편중되고 있다. 따라서 본 연구에서는 키토산 전처리 및 후처리가 아닌 키토산/나노실버 복합 편성물을 사용하고 감국 염색하여 발현되는 색상, K/S값 및 일광, 세탁, 땀견뢰도, 항균성을 측정하여 비교 고찰하여 키토산/나노실버 복합 편성물의 감국 염색에 대한 염착특성 및 활용가치를 확인하고자 하였다.

2. 시료 및 시약

본 실험에 사용된 시료로는 면 100% 편성물, 면섬유 97%와 키토산/나노실버 복합섬유가 3% 혼합된 편성물을 사용하였다. 염제는 시중 약재상에서 구입한 건조 감국(황색)을 사용하였으며, 매염제 Aluminium Postassium Sulfate ($\text{AlK}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$, Duksan Pure Chemical Co., Ltd)와 Iron(II) Sulfate ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, Duksan Pure Chemical Co., Ltd) 1급 시약으로 정제 없이 사용하였다.

3. 실험 방법

3.1. 염액 및 매염액 제조

감국의 염액 추출은 시료무게와 동량의 감국을 준비하여 액비 1:30의 물이 들어 있는 용기에서 1시간 끓인 후 감국을 걸러내고 염액으로 사용하였다. 염액의 전체량은 증발 및 염제의 수분흡수를 고려하여 물을 보충하여 최종 액비가 1:30이 되도록 유지하였다.

매염액은 각 매염제를 0.1% o.w.l의 농도로 사용하였다.

3.2. 염색 및 매염

액비를 1:20으로 하여 염액이 60~70°C를 유지하면서 30분 염색하였고, 매염제의 농도는 0.1% o.w.l, 액비 1:20으로 하여 염색 시와 같은 방법으로 진행하였다. 매염방법으로 선매염, 후매염을 하였다. 수세는 매염과 염색이 모두 끝난 후 충분히 수

세하여 자연건조 하였다.

3.3. 측색 및 염색농도(K/S)

염색된 시료의 색을 측정하기 위하여 Computer color matching system을 사용하여 시료의 X, Y, Z 값을 측정하고 CIE Lab 색차식을 이용하여 L^* , a^* , b^* 값을 표시하였다.

시료별 겉보기 농도는 각 섬유의 전체 표면을 대상으로 측색하여 최대흡수파장에서의 K/S값을 비교하였다.

$$\frac{K}{S} = \frac{(1-R)^2}{2R}$$

K : Absorption coefficient

S : Scattering coefficient

R : Reflectance factor

3.4. 견뢰도 평가

일광견뢰도는 KS K 0700 (Carbon Arc Fade)에 의거하여 carbon arc type fade-o-meter (25-18-FR, Atlas Electrics Co., U.S.A.)를 사용하여 시험하였고 표준퇴색시간(standard fading hour)동안 광조사 한 후 변퇴색용 표준 회색 색표에 의한 방법으로 견뢰도를 평가하였다.

세탁 견뢰도는 AATCC Test Method 61-1989의 1A법 (40±2°C, 45분)에 준하여 염색포와 침부백포의 색차를 측정하여 피염물의 변퇴정도와 침부백포의 오염의 정도를 관찰하여 견뢰도를 평가하였고, 땀견뢰도는(AATCC Test Method 15-1989)로 면과 키토산/나노실버 복합섬유가 혼합됨에 따른 견뢰도의 변화를 관찰하였다.

3.5. 항균성

염색된 시료의 항균성 변화를 확인하기 위하여 KS K 0093-2001에 준하여 균주로는 황색포도상구균(*Staphylococcus aureus*, ATCC6538)과 폐렴균(*Klebsiella pneumoniae*, ATCC 4352)을 사용하여 실험 하였다.

4. 결과 및 고찰

4.1. 면100% 편성물과 키토산 나노실버 복합 편성물의 매염제 처리에 따른 색차

감국 추출액으로 염색한 면100% 편성물과 키토산 나노실버 복합 편성물의 ΔE 값을 Fig. 1에 나타내었다. Fig. 1의 ΔE 값을 살펴보면 염색한 편성물을 비교 하였을 때 전반적으로 키토산 나노복합 편성물이 면 100% 편성물에 비해 높은 ΔE 값을 가지고 있어 색차가 큰 것으로 평가된다. 감국으로 염색한 면 100% 편성물과 면 97%/키토산 나노실버 3% 복합 편성물의 매염제 및 매염방법에 따른 L^* , a^* , b^* , ΔE 값을 Fig. 2에 나타

Fig. 1. ΔE values of dyed cotton knit fabrics and chitosan/nano silver composite knit fabrics (□: Cotton 100%, ■: Cotton 97% / Chitosan-Nano-silver 3%).

내었다. 무매염처리 염색포에서 키토산 나노복합 편성물이 면 100% 편성물에 비해 L값이 감소하여 어두워지고, a값이 약간 증가하여 붉은 기미가 증가하였으며, b값이 감소하여 황색기미가 감소하여 색차가 크게 나타나 전반적으로 어두운 황갈색계열로 염색되었다.

Al 선매염처리 염색포에서 L값이 감소하여 어두워지고, a값이 약간 증가하여 붉은 기미가 증가하였으며, b값이 증가하여 황색기미가 증가하였으며 색차가 크게 나타나 전반적으로 어둡고 진한 황색으로 발색되었다. Al 후매염처리 염색포에서 L값

Fig. 2. Variation of color difference of Cotton 100% knit fabrics and Chitosan Nano-silver composite knit fabrics (□: Cotton 100%, ■: Cotton 97% / Chitosan-Nano-silver 3%).

이 감소하여 어두워지고, a값이 약간 증가하여 붉은 기미가 증가하였으며, b값이 약간 감소하여 황색기미가 감소하였으며 색차가 작게 나타나 밝고 진한 황색으로 발색되었다. Fe 선매염처리 염색포에서 L값이 감소하여 어두워지고, a값은 거의 차이가 없었으며, b값이 감소하여 황색기미가 감소하였으며 색차가 크게 나타나 전반적으로 어둡고 진한 카키계열로 발색되었다. Fe 후매염처리 염색포에서 L값이 감소하여 어두워지고, a값은 거의 차이가 없었으며, b값이 약간 감소하여 황색기미가 감소하였으며 색차가 크게 나타나 진한 카키계열로 발색되었다. 염색한 편성물을 비교해 보면 면 100% 편성물에 비해 키토산 나노실버 복합 편성물이 L값이 감소하여 어두워지고, a값이 약간 증가하여 붉은 기미가 증가하거나 초록기미가 감소하였으며, Al

선매염을 제외하고 b값이 감소하여 황색기미가 감소하였다.

면 100% 편성물의 무매염 염색포와 면 97%/키토·나노실버 3% 복합 편성물의 Al, Fe 선·후매염 처리 염색포의 L*, a*, b*, ΔE 값을 Fig. 3에 나타내었다.

감각추출액으로 염색한 면 100% 편성물의 무매염 염색포와 매염처리한 염색포를 비교해 보면 무매염 염색포에 비해 Al 선매염은 ΔE값이 약간 감소하였고 Fe 선매염에서 ΔE값 증가, Al-Fe 후매염에서 ΔE값이 크게 증가하였다. 염색포의 색상은 무매염과 Al 매염 처리 시 황색계열로 발색되었고 Fe 매염 처리에 의해 카키계열로 발색되어 감국이 다색성 염재임을 확인할 수 있었다. Al 선매염 염색포는 무매염 염색포와 비교할 때 L*값 증가, a*값 감소, b* 증가하여 밝아지고 초록기미와 황색기미가 약간 증가하였고, Al 후매염 염색포는 L*값 감소, a*값 감소, b*값이 크게 증가하여 어두워지고 초록기미가 증가하고 황색기미가 크게 증가하여 진한 황색계열로 발색되었다. Fe 처리 염색포는 후매염이 선매염에 비해 L*값 감소, a*값 감소, b* 증가하여 짙은 카키계열로 발색되었다. Al, Fe 후매염이 선매염에 비해 높은 ΔE값을 나타내어 후매염법이 선매염법보다 짙은 색상으로 발색되었다.

면 97%/키토·나노실버 3% 복합 편성물은 무매염 염색포에 비해 Al, Fe 매염처리에 의해 전반적으로 ΔE값이 증가하였

는데 Al 매염처리시 a*값이 음의 값으로 감소하여 초록기미가 증가하였다. Fe매염 처리에 의해 L*값, b*값이 크게 감소하여 ΔE값이 크게 증가하고 색차가 크게 나타나 진한 카키계열로 발색하였다. Al, Fe 모두 후매염에서 ΔE값이 좀 더 증가하여 후매염이 좀 더 짙은색으로 발색되었다.

염색포의 색상은 면 100% 편성물에서 무매염 염색시 황색계열로 발색된 것과 달리 전반적으로 황갈색계열로 나타났는데 이러한 원인은 키토산의 분자쇄에 아민기가 있어 염착을 향상시켜 진하게 발색된 것으로 생각된다. Al 매염 처리에 의해 b*값이 크게 증가하여 황색계열로 발색되었는데 이는 면 100%인 부분이 Al 매염처리에 의해 염료와의 친화성이 높아져 b*값이 크게 증가한 것으로 생각된다.

이상에서 설명한 실험결과를 요약하면, 무매염 염색포에 비해 매염처리한 염색포가 높은 ΔE값을 나타내어 매염처리에 의해 색차가 크게 나타났고, Al 매염처리보다 Fe 매염처리에서, 선매염처리에 비해 후매염처리에서 색차가 더 크게 나타났다.

4.2. 면편성물 및 키토산/나노실버 복합편성물의 매염제 처리에 따른 염색성(K/S)

Fig. 4는 면 편성물 및 키토산/나노실버 복합 편성물의 매염제 처리에 따른 염색성을 나타낸 것이다. K/S값은 면100% 편성물에 비해 키토산/나노실버 복합편성물의 K/S값이 전반적으로 현저히 증가함을 알 수 있으며, 또한 무매염 편성물보다 매염처리한 편성물에서 K/S값이 증가하여 매염처리에 의해 염색성이 향상된 것으로 평가된다.

4.3. 면편성물 및 키토산/나노실버 복합편성물 함량과 매염제 처리에 따른 건뢰도

Table 1은 면 편성물 및 키토산/나노실버 복합 편성물의 매염제 처리에 따른 염색포의 일광건뢰도와 세탁건뢰도를 측정한 결과이다. 면 100% 편성물의 경우 무매염 염색포에 비해 매염처리된 편성물의 일광건뢰도가 향상되었으며, 매염 처리방법이

Fig. 3. Variation of color difference of Cotton 100% knit fabrics and Cotton 97% / Chiton· Nano-silver 3% knit fabrics dyed with *Chrysanthemum indicum* Linn and mordants (□: L*, ■: a*, ■: b*, ■: E).

Fig. 4. K/S value of dyed Cotton 100% knit fabrics and Chitosan· Nano-silver composite knit fabrics with *Chrysanthemum indicum* Linn and mordants (□: Cotton 100%, ■: Cotton 97%/Chiton·Nano-silver 3%).

Table 1. Light, Washing and Perspiration fastness of dyed Cotton 100% knit fabrics and Chitosan-Nano-silver composite knit fabrics with *Chrysanthemum indicum* Linn and mordants.

Knit Fabrics	Mordant Method	Mordants	Light fastness	Washing fastness						
				Color Change	Acetate	Cotton	Nylon	PET	Acrylic	Wool
Cotton 100%	Non-mordanting	-	2	3-4	4-5	4	4-5	4-5	4-5	4-5
		Al	3	3-4	4-5	4	4-5	4-5	4-5	4-5
	Pre-mordanting	Fe	3	4	4-5	4	4-5	4-5	4-5	4-5
		Al	3	2-3	4-5	4	4-5	4-5	4-5	4-5
		Fe	3	3	4-5	4	4-5	4-5	4-5	4-5
Cotton97%/Chitosan-Nano-silver 3%	Non-mordanting	-	4	3-4	4-5	4	4-5	4-5	4-5	4-5
		Al	4	3-4	4-5	4	4-5	4-5	4-5	4-5
	Pre-mordanting	Fe	4	4	4-5	4	4-5	4-5	4-5	4-5
		Al	4	3-4	4-5	4	4-5	4-5	4-5	4-5
		Fe	4	3-4	4-5	4	4-5	4-5	4-5	4-5

Knit Fabrics	Mordant Method	Mordants	Perspiration (acid) fastness						
			Color Change	Acetate	Cotton	Nylon	PET	Acrylic	Wool
Cotton 100%	Non-mordanting	-	3	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5
		Al	3	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5
	Pre-mordanting	Fe	3-4	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5
		Al	2-3	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5
		Fe	3	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5
Cotton97%/Chitosan-Nano-silver 3%	Non-mordanting	-	3-4	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5
		Al	3-4	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5
	Pre-mordanting	Fe	4	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5
		Al	3-4	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5
		Fe	3-4	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5

나 매염제에 의한 영향은 나타나지 않았다. 면과 키토산/나노실버가 혼합된 편성물의 경우 일광견뢰도는 4급으로 나타났다. 세탁견뢰도는 변퇴에 있어서 면과 키토산/나노실버가 혼합된 편성물의 Al과 Fe 후매염에서 선매염에 비해 등급이 낮게 나타났으나 그 이외에서는 3-4급 이상을 나타내었다. 또한 이염에 있어서는 4급 이상으로 나타나 견뢰도가 우수한 것으로 평가된다. 산성염에 대한 견뢰도는 면 100% 편성물에 비해 면과 키토산/나노실버가 혼합된 편성물이 3-4 급 이상으로 나타났다.

4.4. 면편성물 및 키토산/나노실버 복합편성물 함량과 매염제 처리에 따른 항균성

본 실험에 사용한 *Staphylococcus aureus*(ATCC6538)는 황색 포도상구균으로 자연계에 널리 분포하고, 우리의 일반 생활 중 쉽게 접촉할 수 있는 일반 세균인 화농균으로 병원성 균이다. 즉 피부, 점막, 공기, 물, 우유 등에서 발견되며(최석철, 조경래, 1997), *Klebsiella pneumoniae*(ATCC4352)은 폐렴균이다. 감국 추출액으로 염색한 면 100% 편성물과 키토산 나노실

Table 2. Bacterial reduction rate of Cotton 100% knit fabrics and Chitosan · Nano-silver composite knit fabrics dyed with *Chrysanthemum indicum* Linn and mordants

Fabric	Treatment	Bacteria	
		<i>S.aureus</i> (ATCC6538)	<i>K.pneumoniae</i> (ATCC4352)
Cotton 100%	Undyed	4.3	0
	Non-mordanting	82	40
Cotton97%/Chiton-Nano-silver 5%	Undyed	99.9	99.9
	Al post-mordanting	99.9	99.9
	Fe post-mordanting	99.9	99.9

버 복합편성물 편성물의 항균성을 실험 분석한 결과는 Table 2와 같다. 황색 포도상구균과 폐렴균은 염색하지 않은 면 100% 편성물에서 각각 4.3%, 0%의 정균감소율을 보였으나, 매염처리 없이 감국으로 염색한 면 100% 편성물에서는 82%, 40%의 정균감소율을 나타냈다. 이에 비해 키토산/나노실버 복합편성물 편성물의 항균성이 매우 우수한 것으로 나타났는데, 키토산/나노실버 복합편성물을 함유한 편성물의 경우 정균감소율이 99.9%였으며, 염색 및 매염처리에 의해 황색포도상구균과 폐렴균의 정균감소율이 하락되지 않고 99.9%의 우수한 정균감소율을 나타냈다.

5. 결 론

본 연구에서는 키토산/나노실버 복합 섬유의 편성물과 면 100% 편성물로 감국 염색하여 발현되는 색상, K/S값 및 일광, 세탁, 땀견뢰도, 항균성을 측정하여 비교 고찰하여 키토산/나노실버 복합 편성물의 감국 염색에 대한 염착특성 및 활용가치를 확인하고자 하였다.

감국 추출액으로 염색한 키토산/나노실버 복합편성물을 실험한 결과는 다음과 같다.

1. 염색한 편성물을 비교해 보면 면 100% 편성물에 비해 키토산 나노실버 복합 편성물이 ΔE 값이 증가하여 색차가 큰 것으로 평가된다.
2. Al 선매염처리 염색포는 색차가 크게 나타나 전반적으로 어둡고 진한 황색으로 발색되었다. Al 후매염처리 염색포에서 색차가 작게 나타나 밝고 진한 황색으로 발색되었다.
3. Fe 선 · 후매염 염색포는 어두워지고, 황색기미가 감소하였고 색차가 크게 나타나 어둡고 진한 카키계열로 발색되었다.
4. 염색포의 색상은 무매염과 Al 매염 처리 시 황색계열로 발색되었고 Fe 매염처리에 의해 카키계열로 발색되어 감국이 다색성 염재임을 확인 할 수 있었다.
5. Al, Fe 후매염이 선매염에 비해 높은 ΔE 값을 나타내어 후매염이 선매염보다 짙은 색상으로 발색되었다. Fe 매염처리의 염색포가 Al 매염처리 염색포에 비해 색차가 크게 나타났다.

6. K/S값이 무매염보다 매염처리한 편성물이 높은 값을 나타내어 매염처리에 의해 염색성이 향상된 것으로 평가되며 매염 방법으로는 후매염의 K/S값이 높게 나타났다. 면 100% 편성물에 비해 키토산/나노실버 복합편성물의 K/S값이 현저히 높게 나타났다.

7. 일광, 세탁, 땀 견뢰도는 면 100% 편성물에 비해 키토산/나노실버 복합편성물이 3등급 이상으로 면 100% 편성물에 비해 등급이 향상되었다.

8. 황색 포도상구균은 염색하지 않은 면 100% 편성물의 경우 4.2%의 정균감소율을 나타내었고, 매염처리 없이 감국으로 염색한 면 100% 편성물은 82%의 정균감소율을 나타낸 반면 키토산/나노실버 복합편성물의 경우 황색포도상구균과 폐렴균에서 99.9%의 우수한 정균감소율을 나타내었다.

참고문헌

- 김경선, 전동원. (2009). 키토산이 전처리된 직물을 이용한 코치닐 염염. *한국의류학회지*, 33(10), 1644-1654.
- 김성희, 신윤숙. (2009). 대나무 숯 염색직물의 키토산 처리 효과. *한국 섬유공학학회지*, 46(2), 83-89.
- 김수정, 이호선, 이준구, 유동립, 서종택. (2007). 환경조건에 따른 감국의 생육특성, 카로티노이드 함량 및 Peroxidase의 활성. *화훼연구*, 15(4), 12.
- 정혜경, 김신희. (2009). 키토산과 녹차추출물을 이용한 인체친화적 자외선 차단 셀룰로오스 섬유의 개발-키토산 매염과 녹차추출물 제염의 효과를 중심으로-. *한국의류학회지*, 33(5), 817-829.
- 조경래(2009). *천연염료 염색사전*. 아취현, pp. 14-15.
- 최석철, 조경래. (1997). *피복위생학*. 서울: 형설출판사.
- Astumi, K., Banba, T., Kifune, K., & Nakajima, M.(1992). *Advances in chitin and Chitin and Chitosan*. London : Elsevier Science Publishers Ltd.
- Muzzarelli, R. A. (1977). *Chitin*. NY: Pergamon Press, pp. 87-122.
- Neetu. S., & Shahnaz, J. (2003). Dyeing Wool by a Combination of Natural Dyes Obtained from Onion Skin and Kilmora Roots. *Colourage*, 1, 43-44.

(2010년 6월 1일 접수/2010년 6월 8일 1차 수정/2010년 6월 8일 게재확정)