

<연구논문(학술)>

노니 뿌리 추출물의 매염제 및 매염 조건별 실크 염색성 고찰

최중환¹ · 홍엄지¹ · 최 란¹ · 홍선표¹ · 고준석^{1,†}

특허청 고분자섬유심사과, ¹건국대학교 유기나노시스템공학과

Mordanting Effects on the Dyeing Properties of Noni Root Extracts on Silk Fabrics

Joong Hwan Choi, Umji Hong¹, Ran Choi¹, Sunpyo Hong¹ and Joonseok Koh^{1,†}

Korean Intellectual Property Office, Daejeon, Korea

¹Department of Organic and Nano System Engineering, Konkuk University, Seoul, Korea

(Received: August 27, 2014 / Revised: September 15, 2014 / Accepted: September 19, 2014)

Abstract: Morinda citrifolia, commercially known as Noni, is a tree that grows widely throughout the Pacific, and is recognized as one of the most significant sources of traditional medicines among Pacific Island societies. All parts of the plant have traditional and/or modern uses, including roots and bark(dyes, medicine), trunks(firewood, tools), and leaves and fruits(food, medicine). The bark and the roots of the tree contain red and yellow pigments respectively, which are both used in the manufacture of dyes. Dyes from Noni are being used traditionally, to color clothing and fabrics. In this study, mordanting effects on the dyeing properties of Noni root extract on silk fabrics were investigated.

Keywords: Noni, silk, pH, natural dye, mordanting

1. 서 론

근래의 전 세계적으로 친환경을 중시하는 기조 속에서 천연염료는 지속 가능형 색소 소재원으로 다시 한번 주목 받고 있다. 이와 관련하여, 생물체로부터 색소성분을 분리 및 정제 방법에 대한 연구, 천연색소의 구조 및 생합성 연구, 항균소취기능성 연구 등의 다양한 연구들이 진행되어 왔다¹⁻¹⁰⁾.

천연염료는 cotton, wool, silk와 같은 천연소재에 대해서는 어느 정도의 염착성을 나타내고 있지만 견뢰도 측면이나 build-up성에서 다소 미흡한 단점이 있어 이를 개선하기 위한 다양한 매염제가 함께 사용되고 있다.

이번 연구에서는 꼭두서니과 식물인 노니(Noni) 뿌리 추출물을 이용한 실크섬유의 천연염색에 관한 연구를 진행했다. 노니의 학명은 morinda citrifolia L이며 태평양 지역 일대에 넓게 분포하며 특히 태

평양 일대 섬 주민들에게는 역사적으로 전통적인 약재로 사용되어 오는 매우 중요한 식물중 하나이다. 이 식물은 모든 부분이 매우 유용하게 사용되고 있다. 특히 염색에 사용되는 나무껍질과 뿌리는 red pigment와 yellow pigment를 각각 함유하고 있는 것으로 알려져 있으며 현재도 섬유를 염색하는데 사용되고 있다. 노니는 Great morinda, Indian mulberry, Tahitian Noni, Cheese fruit 등의 이름으로도 알려져 있으며 꼭두서니과 속해있는 Rubiaceae 과로 분류된다¹¹⁻¹⁴⁾.

노니의 주성분은 morindone으로 알려져 있으며 꼭두서니의 주성분인 alizarin과 구조가 유사한 anthraquinone계 화학 구조를 가지고 있다(Figure 1)^{14,15)}. 노니의 나무껍질과 뿌리에서 추출한 성분을 분석해 본 결과, 주성분인 morindone을 포함하여 꼭두서니의 주성분인 Alizarin도 함께 포함되어 있음이 알려졌다¹⁶⁾. 노니의 주성분인 morindone과 화학구조적으로 유사한 alizarin은 꼭두서니의 뿌리로부터 추출한 색소물질의 주성분으로서 염료산업에서 역사적으

[†]Corresponding author: Joonseok Koh (ccdjko@konkuk.ac.kr)
Tel.: +82-2-450-3527 Fax.: +82-2-457-8895

©2014 KSDF 1229-0033/2014-9/242-253

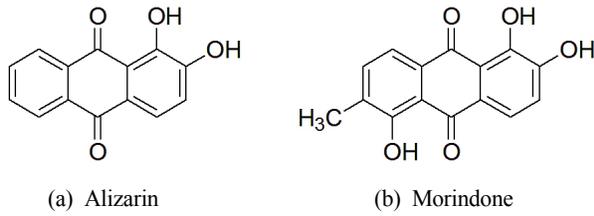


Figure 1. Chemical structures of alizarin and morindone.

로 상당히 중요한 의미를 갖는 염료다. 물에 용해되지 않으므로 분류체계상 Pigment로 분류되기도 하고 매염제 처리에 의한 색상발현이 가능하므로 mordant dye로도 분류되기도 한다.

Alizarin의 화학적 구조를 살펴보면 anthraquinone 구조에 1,2번 위치에 hydroxy기를 갖는 구조로서 분자내 수소결합 및 금속과의 착화합물 형성이 가능하며, pH 조건에 따라 분자내 전자밀도 변화에 의해 용해도 및 색상이 변화하는 특성을 지니고 있다(Figure 2)¹⁷⁾. 그러므로 alizarin과 유사한 구조를 갖는 morindone의 경우에도 pH 민감성과 더불어 매염제와의 착화합물 형성능을 가질 것으로 예측할 수 있으며, pH 민감성은 실제로 선행연구에서 확인한 바 있다¹⁸⁾.

이번 연구에서는 노니 뿌리 추출물을 이용하여 매염제의 종류 및 적용 방법에 따른 실크섬유의 염색성과 견뢰도를 중심으로 연구를 진행하였다.

2. 실험

2.1 시료 및 시약

염료로 노니(인도네시아산)를 구입하여 사용하였으며 피염물로는 KS K 0905 견 표준포를 사용하였다. pH별 완충용액 제조를 위하여 formic acid, acetic acid, sodium acetate, monosodiumphosphate, disodiumphosphate, trisodiumphosphate, sodium hydroxide를 사용하였으며, 매염제로는 copper sulfate(CuSO₄·5H₂O), calcium acetate(Ca(CH₃COO)₂·H₂O), chromium acetate(Cr(CH₃COO)₂),

aluminium potassium sulfate(AlK(SO₄)₂·12H₂O) Iron(II) sulfate(FeSO₄·7H₂O), Tin(II) chloride(SnCl₂)를 사용하였다.

2.2 염재 추출

32g의 노니를 800ml의 메탄올을 이용하여 환류 냉각하에서 끓는 점에서 4시간, 상온에서 18시간 방치하여 추출한 후 필터링을 통해 추출액을 얻었다. 이렇게 추출한 메탄올 추출액을 진공회전농축기를 이용하여 메탄올을 제거한 후 분말 상태의 색소추출물을 얻었다. 염재 32g에 대해 평균 1.49g의 분말 색소추출물을 얻을 수 있었다.

2.3 염색성 시험

염색성 시험은 IR 염색기(대림스타릿, Korea)를 사용하여 시행하였다. 추출된 염료를 실크 염색을 위하여 에탄올에 용해하여 1% 용액을 제조하여 투입하였으며, 액비 100:1의 조건으로 1g의 실크를 주어진 온도에서 40분간 염색하였다. 염색 후 흡진율은 분광광도계를 사용하여 잔욕법으로 측정하였으며 염색된 피염물의 색상은 측색기(Coloreye 3100, Macbeth)를 사용하여 f_k 값과 L*, a*, b* 값의 변화를 측정하였다. 겉보기 색강도를 측정하기 위하여 가시영역대의 K/S값에 인간의 시각각을 반영한 가중합수를 곱하여 합산한 f_k 값을 다음의 식(1)에 의해 계산하였다¹⁹⁾.

$$f_k = \sum_{\lambda=400}^{700} (K/S)_\lambda (\bar{x}_{10,\lambda} + \bar{y}_{10,\lambda} + \bar{z}_{10,\lambda}) \dots\dots\dots (1)$$

2.3.1 빌드업성 시험

빌드업성 시험을 위하여 같은 염액 준비 조건에서 염액 농도를 0.5, 1.0, 4.0, 6.0% owf로 증가시키면서 염색성을 비교하였다. 이때 염색은 80℃에서 40분간 진행하되, pH 조건은 산성, 중성, 염기성을 각각 대표하는 4, 7, 10의 세 가지 조건에서 진행함으로써 각 pH별 빌드업성 및 색상특성을 함께

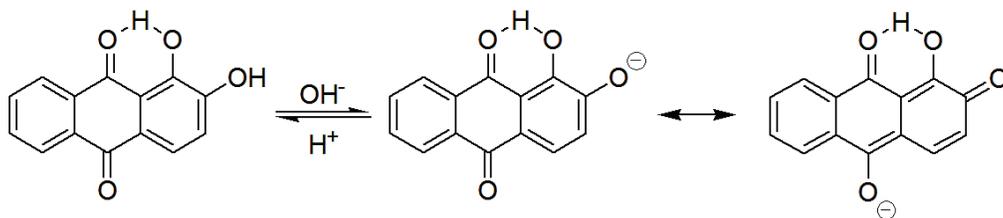


Figure 2. Hydrogen bonding and pH sensitivity of alizarin.

관찰하였다.

2.3.2 매염 시험

매염제로는 Al, Ca, Cr, Cu, Fe, Sn의 여섯 가지를 사용하여서 40도에서 20분간 선매염과 후매염의 방법으로 각각 진행하였다.

2.3.3 견뢰도 시험

염색된 실크 섬유의 견뢰도 시험을 위하여 ISO 규격에 따라 세탁견뢰도(ISO 105 C06 A2S)와 마찰견뢰도(ISO 105X12)를 각각 평가하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 pH 조건에 따른 실크 염색성 변화

pH 조건에 따른 실크의 염색성 변화를 비교해본 결과, pH가 산성에 가까울수록 상대적으로 우수한 빌드업성을 나타내었다(Figure 3).

pH 10의 경우에는 6% owf 조건에서 거의 포화치에 근접하는 것으로 보이는 반면 pH 4의 조건에서는 6% owf조건까지는 거의 직선적인 증가세를 나타냄으로써 더 진한 농도 조건에서도 지속적인 증가세를 나타낼 수 있을 것으로 판단된다.

빌드업성 시험을 통해 얻은 염색물의 색상 특성을 Table 1과 Figure 4에 나타내었다. 대체적으로 Orange 계열의 색상을 나타내고 있으며 pH가 증가

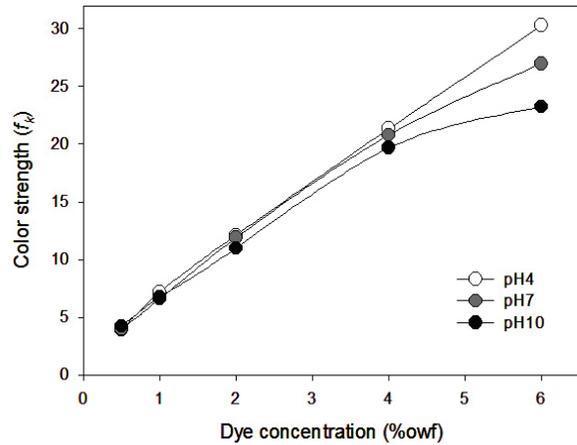


Figure 3. Build-up properties of Noni root extracts on silk fabrics at various pH.

함에 따라 다소 Reddish해지는 경향을 나타내었으며, 산성조건에서 상대적으로 높은 채도의 색상을 얻을 수 있었다. 이러한 색상 특성을 CIELAB 색차 표상에 도시한 결과를 보면, 산성조건일수록 명도와 채도가 우수하고, 염색농도가 증가할수록 색농도가 진해지면서 명도 값은 감소하는 것을 확인할 수 있다.

3.2 매염제 및 매염 조건에 따른 실크 염색성 변화

Table 2는 매염시험중 선매염 효과를 각 pH별로 미처리 시료와 여섯 가지 매염 처리 시료들의 염색

Table 1. Color properties of dyed silk fabric with Noni roots extracts at various pH

Dyeing temperature (°C)		pH4	pH7	pH10
0.5%	Color	Purple Orange Yellow	Light Yellowish Pink	Moderate Yellowish Pink
	ISCC-NBS Color No.	#73	# 29	# 29
	CIE L*/a*/b*	86.7/4.3/29.5	82.8/11.0/20.8	79.6/10.2/13.5
1.0%	Color	Purple Orange Yellow	Moderate Yellowish Pink	Moderate Yellowish Pink
	ISCC-NBS Color No.	#73	# 29	# 29
	CIE L*/a*/b*	82.8/8.1/36.7	78.7/14.6/24.6	75.3/14.0/16.2
2.0%	Color	Moderate Orange Yellow	Moderate Orange	Moderate Yellowish Pink
	ISCC-NBS Color No.	#71	#53	# 29
	CIE L*/a*/b*	78.9/11.7/42.8	73.2/18.7/29.5	70.4/17.6/19.8
4.0%	Color	Moderate Orange Yellow	Moderate Orange	Grayish Reddish Orange
	ISCC-NBS Color No.	#71	#53	#39
	CIE L*/a*/b*	73.2/16.4/47.5	66.7/22.1/32.43	63.6/19.9/23.2
6.0%	Color	Moderate Orange	Moderate Orange	Grayish Reddish Orange
	ISCC-NBS Color No.	#53	#53	#39
	CIE L*/a*/b*	68.6/19.3/48.3	63.4/22.3/33.6	62.0/21.0/25.0

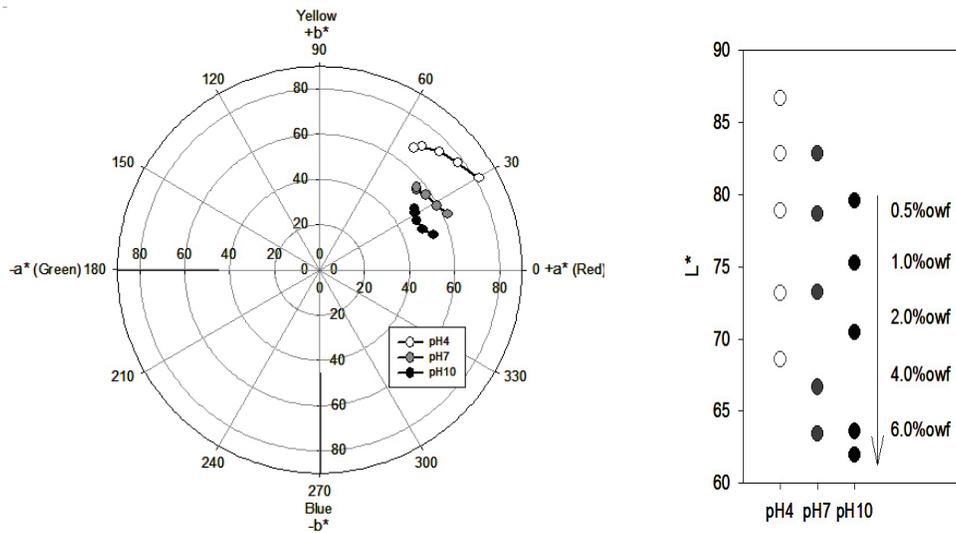


Figure 4. pH effects on the color properties of dyed silk fabric with Noni root extracts.

성 결과로 비교하여 나타내었다. Ca, Cr, Sn 등은 매염하지 않은 시료의 경우와 대체로 유사한 색상을 나타낸 반면, Cu, Fe의 경우에는 Brown 계통의 다소 다른 영역의 색상을 나타내었으며, pH별 색상 변화는 미처리의 경우와 마찬가지로, 염기성 조건

으로 갈수록 reddish한 결과를 나타내었다.

선매염 결과를 CIELab 색좌표계에 도시한 결과를 Figure 5에 나타내었다. 명도를 비교해보면 선매염을 할 경우 Sn, Ca, Al을 제외하고는 대체적으로 더 어두워지는 경향을 나타내었으며 색상변화에 있

Table 2. Color properties of dyed silk fabric with Noni roots extracts at various pH using a pre-mordanting method

Dyeing temperature (°C)		pH4	pH7	pH10
None	Color	Moderate Orange Yellow	Moderate Orange	Grayish Reddish Orange
	ISCC-NBS Color No.	#71	#53	#39
	CIE L*/a*/b*	71.9/15.8/47.5	64.9/20.6/31.0	63.0/20.2/22.8
Ca	Color	Moderate Reddish Orange	Moderate Orange	Grayish Reddish Orange
	ISCC-NBS Color No.	#37	#53	#39
	CIE L*/a*/b*	62.3/52.1/35.3	65.0/19.8/27.0	65.4/23.2/20.7
Cu	Color	Light Yellowish Brown	Light Reddish Brown	Light Reddish Brown
	ISCC-NBS Color No.	#76	#42	#42
	CIE L*/a*/b*	56.9/9.1/26.7	54.5/14.6/18.0	51.2/15.7/13.8
Cr	Color	Moderate Orange	Grayish Reddish Orange	Grayish Reddish Orange
	ISCC-NBS Color No.	#53	#39	#39
	CIE L*/a*/b*	63.7/15.9/36.2	57.7/19.8/23.0	58.0/19.2/19.0
Al	Color	Moderate Orange	Moderate Orange	Moderate Reddish Orange
	ISCC-NBS Color No.	#53	#53	#37
	CIE L*/a*/b*	63.6/24.3/35.3	64.1/24.4/32.4	63.3/25.7/28.7
Fe	Color	Light Brown	Light Brown	Light Brown
	ISCC-NBS Color No.	#57	#57	#57
	CIE L*/a*/b*	56.6/10.4/21.8	50.5/8.7/19.6	52.4/11.5/17.3
Sn	Color	Moderate Orange	Moderate Orange	Moderate Orange
	ISCC-NBS Color No.	#53	#53	#53
	CIE L*/a*/b*	70.0/23.9/47.4	68.2/24.7/41.5	67.6/24.8/36.0

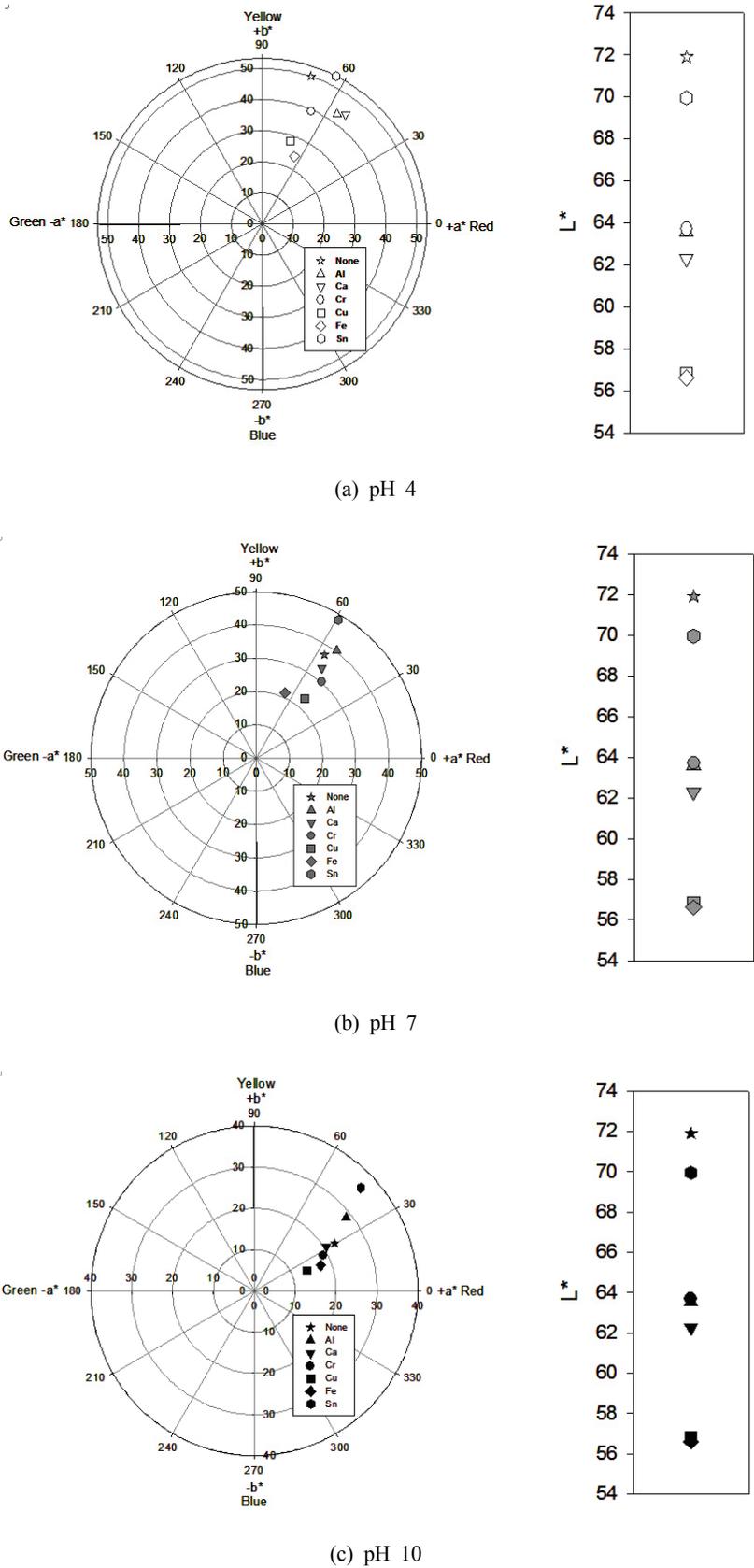


Figure 5. Pre-mordanting effects on the color properties of dyed silk fabric with Noni root extracts at various pH.

어서는 대체적으로 reddish해지는 경향을 나타내었다. 채도를 비교해 보면, 각각의 pH 조건에서 Sn이 가장 높은 채도를 나타내었으며 Fe와 Cu의 경우가 가장 낮은 채도 값을 나타내었다. 이상의 결과들로부터, 선매염의 경우에는 피염물의 색상이 pH와 매염제 모두에 의해 영향을 받는 것을 알 수 있었다.

Figure 6는 선매염 조건에 따른 색강도를 비교한 결과로서, 염색 pH에 상관없이 Fe 매염의 경우 매우 우수한 color yield를 얻을 수 있었으며 Cr, Cu의 경우에도 대체로 양호한 결과를 나타내었다.

후매염한 경우도 선매염한 경우와 마찬가지로, Ca, Cr, Sn 등은 매염하지 않은 시료의 경우와 대체로 유사한 색상을 나타낸 반면, Cu, Fe의 경우에는 Brown 계통의 다소 다른 영역의 색상을 나타내었다(Table 3). 또한 pH별 색상변화도 앞의 결과와 마찬가지로 염기성 조건으로 갈수록 reddish한 결과를 나타내었다. 후매염 결과를 CIELab 색좌표계에 도시한 결과를 비교해 보면, 명도를 비교해보면 선매염을 할 경우 Sn, Ca, Al을 제외하고는 대체적으로

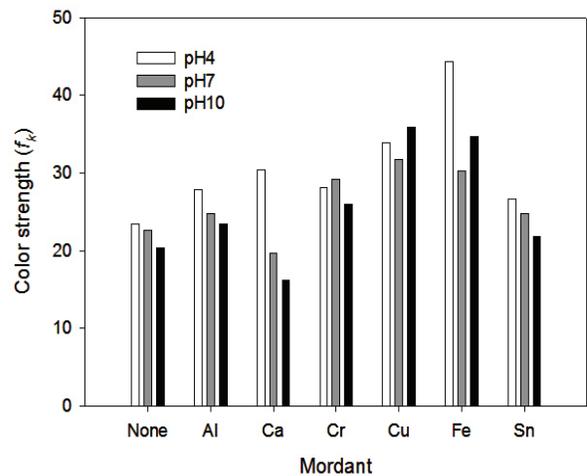


Figure 6. Pre-mordanting effects on the color strength of dyed silk fabric with Noni root extracts at various pH.

로 더 어두워지는 경향을 나타내었으며 색상변화에 있어서는 앞의 선매염의 경우와는 달리, pH 보다는 매염제의 종류에 절대적으로 영향을 받는 것을 볼 수 있었다(Figure 7).

Table 3. Color properties of dyed silk fabric with Noni roots extracts at various pH using a after-mordanting method

Dyeing temperature (°C)		pH4	pH7	pH10
None	Color	Moderate Orange Yellow	Moderate Orange	Grayish Reddish Orange
	ISCC-NBS Color No.	#71	#53	#39
	CIE L*/a*/b*	71.9/15.8/47.5	64.9/20.6/31.0	63.0/20.2/22.8
Al	Color	Moderate Orange	Moderate Orange	Moderate Orange
	ISCC-NBS Color No.	#53	#53	#53
	CIE L*/a*/b*	65.2/25.1/33.6	66.3/22.9/32.5	68.5/21.8/30.7
Ca	Color	Moderate Yellowish Pink	Grayish Reddish Orange	Grayish Reddish Orange
	ISCC-NBS Color No.	#29	#39	#39
	CIE L*/a*/b*	66.9/21.2/22.2	66.6/23.0/18.4	63.2/24.0/19.1
Cr	Color	Moderate Orange	Moderate Orange	Grayish Reddish Orange
	ISCC-NBS Color No.	#53	#53	#39
	CIE L*/a*/b*	65.8/16.4/33.9	64.7/17.4/31.3	68.0/16.6/29.4
Cu	Color	Light Brown	Grayish Reddish Orange	Light Brown
	ISCC-NBS Color No.	#57	#39	#57
	CIE L*/a*/b*	57.8/13.0/21.7	58.4/17.7/22.4	60.4/12.0/21.7
Fe	Color	Light Brown	Light Brown	Light Brown
	ISCC-NBS Color No.	#57	#57	#57
	CIE L*/a*/b*	52.4/12.7/19.5	53.7/15.7/22.9	55.6/12.4/22.3
Sn	Color	Moderate Orange	Moderate Orange	Moderate Orange
	ISCC-NBS Color No.	#53	#53	#53
	CIE L*/a*/b*	68.8/21.3/35.5	70.3/19.4/33.3	71.5/18.3/29.9

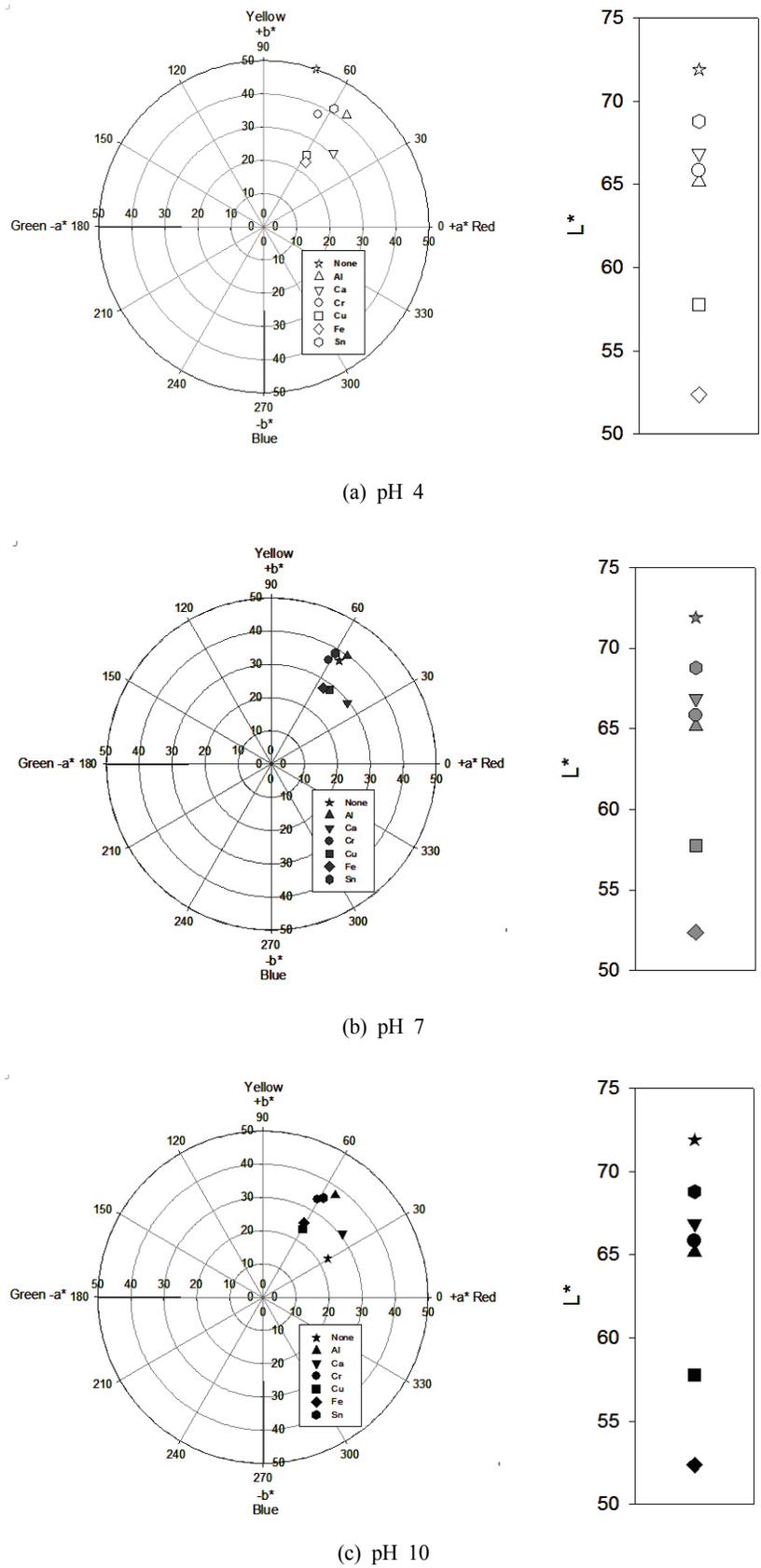


Figure 7. After-mordanting effects on the color properties of dyed silk fabric with Noni root extracts at various pH.

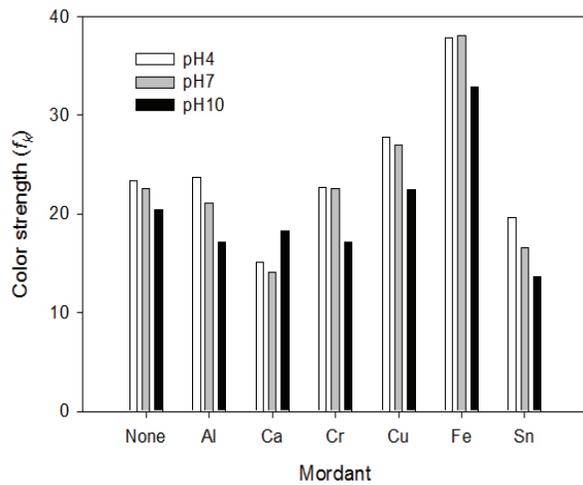


Figure 8. After-mordanting effects on the color strength of dyed silk fabric with Noni root extracts at various pH.

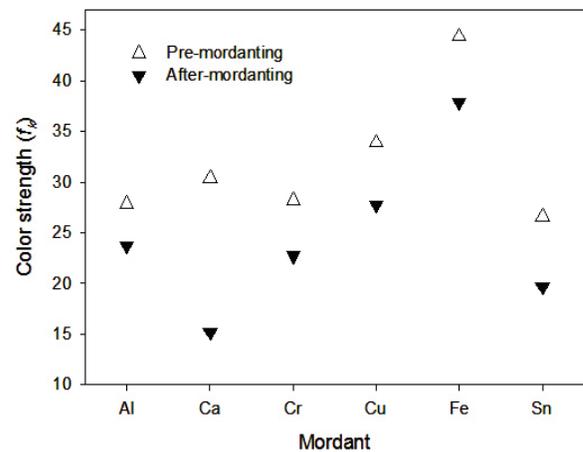
즉, 미매염 시료의 경우에는 pH가 염기성으로 변화함에 따라 대체적으로 reddish해지는 경향을 나타내는 반면, 후매염 시료들의 경우에는 pH에 상관없이 매염제에 의해 색상이 결정되는 것을 볼 수 있다. 또한, 채도의 경우도 마찬가지로 pH 보다는 매염제에 의해 결정되며, 선매염의 경우와 마찬가지로 Sn이 가장 높은 채도를 나타내었으며 Fe와 Cu의 경우가 가장 낮은 채도 값을 나타내었다.

후매염 조건에 따른 색강도를 비교한 결과(Figure 8), 앞의 선매염의 결과와 유사하게 염색 pH에 상관없이 Fe 매염의 경우 매우 우수한 color yield를 얻을 수 있었으며 Cu의 경우에도 대체로 양호한 결과를 나타내었다. 또한, 선매염과 후매염의 염색성을 pH와 매염제별로 각각의 색강도를 비교한 결과(Figure 9), 매염제 종류에 상관없이 대체적으로 선매염의 경우가 후매염의 경우에 비해 높은 색강도를 나타내고 있음을 알 수 있었다.

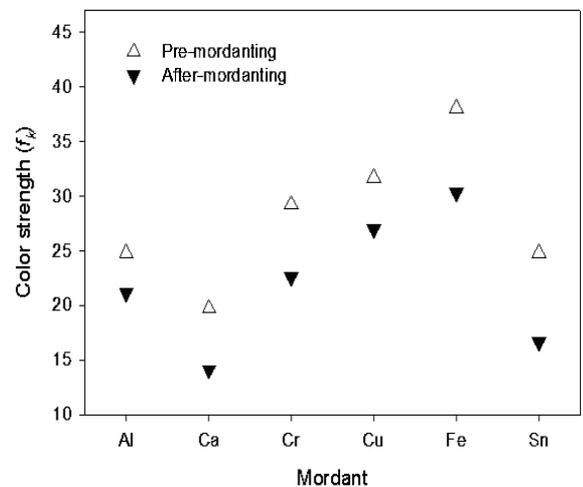
3.3 매염제 및 매염 조건에 따른 견뢰도 평가

매염제 및 pH 조건에 따른 세탁견뢰도 시험 결과를 Table 4와 5에 나타내었다. 선매염 또는 후매염을 한 경우 모두 매염제 처리에 의한 오염 견뢰도 증진 효과는 거의 없는 것으로 나타났다.

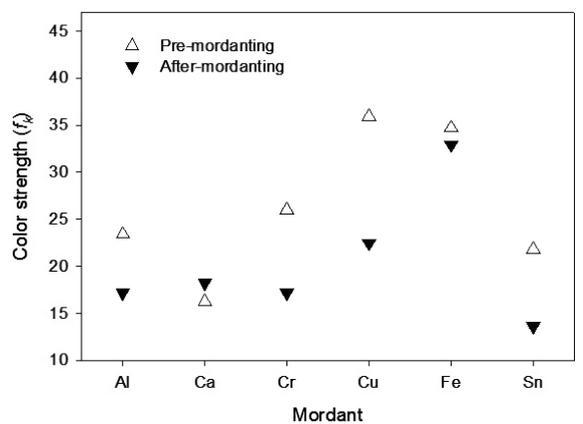
Figure 10은 선매염과 후매염에 대해 세탁 전·후의 색상강도 변화를 비교한 그래프이다. 대체적으로 선매염의 경우가 세탁전후의 변색 정도가 심하였으며 Fe 매염을 한 경우의 변색정도가 가장 큰 것으로 나타났다.



(a) pH 4



(b) pH 7



(c) pH 10

Figure 9. Comparison of mordant effects on the color strength of dyed silk fabric with Noni root extracts at various pH between pre-mordanting and after-mordanting methods.

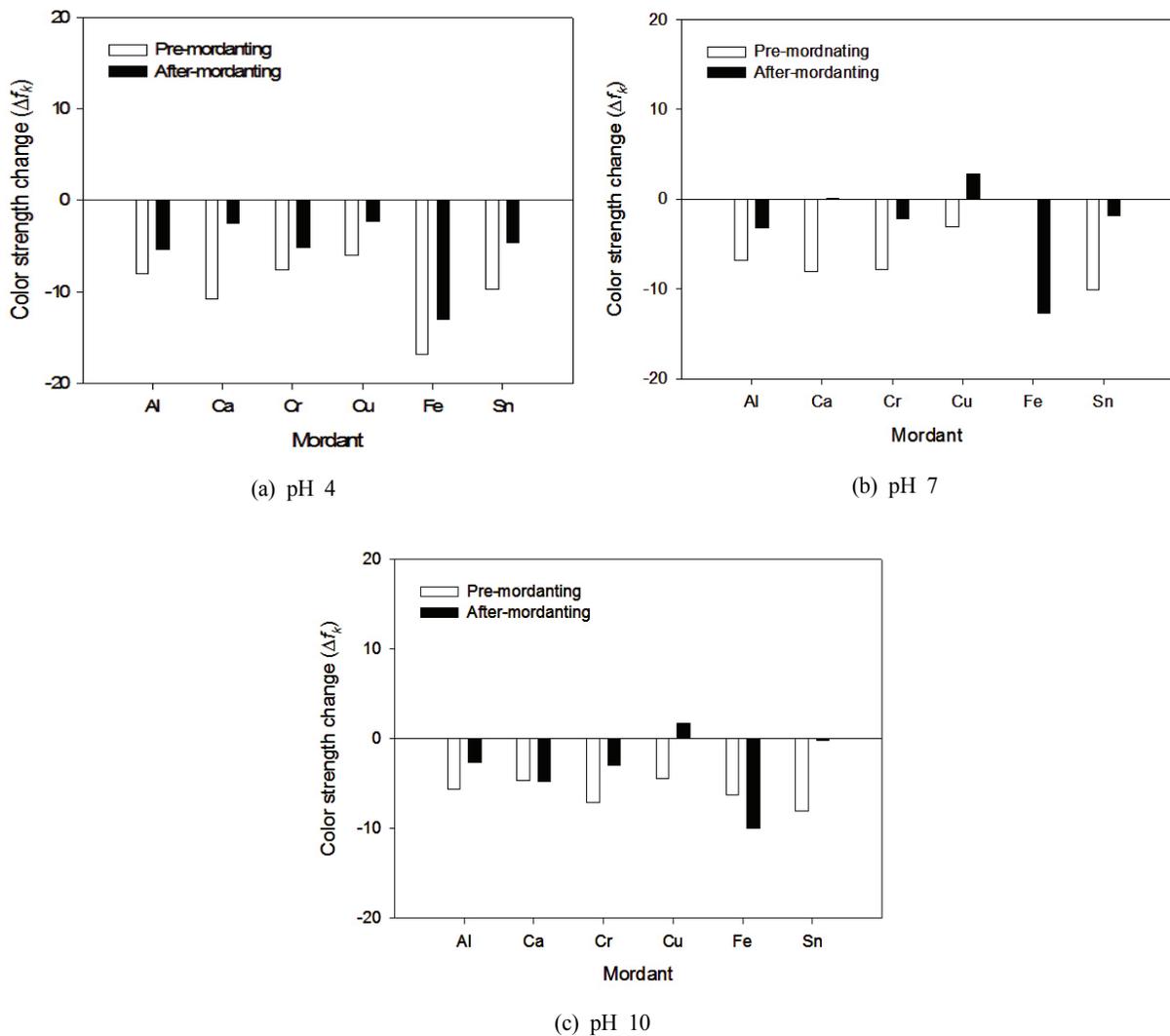


Figure 10. Comparison of mordant effects on the wash fastness test(color change) of dyed silk fabric with Noni root extracts at various pH between pre-mordanting and after-mordanting methods.

마찰견뢰도 시험 결과를 Table 6과 7에 나타내었다. 건마찰의 경우에는 대체로 4 내지 5등급 정도로 우수한 결과를 나타내었으며 습마찰의 경우는 건마찰의 경우보다 평균 0.5등급 정도 낮은 견뢰도 결과를 나타내었다. 특히 Fe 매염을 한 경우에 있어서 견뢰도가 상대적으로 더 불량함을 알 수 있었다.

4. 결 론

노니 뿌리 추출물의 매염제 및 매염 조건별 실크 염색성 고찰을 통하여 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

pH 영향 측면에서 살펴보면, pH 4의 약산성 조건에서 명도와 채도가 상대적으로 우수하고 높은 빌드업성을 나타내었다.

매염 효과를 살펴보면, 매염 처리에 의해 실크 염색물의 색강도 대체로 증가하였으며 특히 Fe과 Cu의 경우가 가장 높은 색강도 결과를 나타내었고, 대체적으로 선매염이 후매염보다 더 높은 색강도 값을 얻을 수 있었다. 또한, 선매염의 경우에는 피염물의 색상이 pH와 매염제 모두에 의해 영향을 받는 반면, 후매염 시료들의 경우에는 pH에 상관없이 매염제에 의해 색상이 주로 결정되는 것을 확인할 수 있었다.

Table 4. Wash fastness(color staining) of dyed silk fabric with Noni root extracts at various pH using a pre-mordanting method

Multifabric	Al			Ca			Cr			Cu			Fe			Sn		
	pH4	pH7	pH10															
Wool	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3
Acryl	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
PET	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Nylon	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Cotton	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Acetate	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2

Table 5. Wash fastness(color staining) of dyed silk fabric with Noni root extracts at various pH using a after-mordanting method

Multifabric	Al			Ca			Cr			Cu			Fe			Sn		
	pH4	pH7	pH10															
Wool	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3
Acryl	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
PET	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Nylon	2	2	2	2	2	2	2-3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2-3	2
Cotton	2	2	2	2	2	2	2-3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Acetate	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2

Table 6. Rubbing fastness(dry staining) of dyed silk fabric with Noni root extracts at various pH

Mordants	Pre-mordanting			After-mordanting		
	pH4	pH7	pH10	pH4	pH7	pH10
Cr	4-5	5	5	4-5	4-5	4-5
Sn	4-5	4-5	4-5	4	4-5	4-5
Cu	4-5	4-5	5	5	4-5	4-5
Al	4-5	4-5	4-5	5	5	5
Fe	5	4-5	5	4-5	4-5	3-4
Ca	4-5	4	4-5	4-5	4-5	4

Table 7. Rubbing fastness(wet staining) of dyed silk fabric with Noni root extracts at various pH

Mordants	Pre-mordanting			After-mordanting		
	pH4	pH7	pH10	pH4	pH7	pH10
Cr	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5
Sn	4	4-5	4-5	4	4-5	4-5
Cu	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5
Al	4	4.5	4.5	4-5	4-5	4.5
Fe	4	3-4	4-5	3-4	4	3-4
Ca	4	4	4	4	4-5	4-5

견뢰도 측면에서는, 세탁견뢰도의 경우 오염 등급은 pH 및 매염 조건별로 유의차를 보이지 않으나, 변퇴색의 경우에는 매염한 경우 견뢰도가 다소 개선되었으며 그중에서도 후매염이 선매염보다 더 우수한 결과를 나타내었다. 매염제별로는 Cu가 가장 우수한 결과를 보였다. 마찰견뢰도의 경우에는 습마찰 견뢰도가 더 낮았으며, 선매염 후매염 모두 유사한 수준의 견뢰도를 나타내었고, 매염제의 경우 Fe이 가장 낮은 견뢰도를 나타내었다.

References

1. S. R. Lee, Y. H. Lee, I. H. Kim, and S. W. Nam, A Study on the Antibacterial and Deodorization of Silk Fabrics Dyed with Natural Dye(II) -Sappan Wood-, *Textile Coloration and Finishing(J. of Korea Soc. Dyers and Finishers)*, **7**, 74(1995).
2. K. R. Cho, J. D. Jang, and J. B. Park, Studies on the Natural Dyes(V) -Depression of Silk Yellowing and Destruction by the Treatment with Color of Camellia Leaf-, *Textile Coloration and Finishing(J. of Korea Soc. Dyers and Finishers)*, **5**, 1(1993).
3. I. M. Chung, I. H. Kim, and S. W. Nam, Structural Analysis of Natural Indigo Colorants Extracted from Polygonum Tintorium, *Textile Coloration and Finishing(J. of Korea Soc. Dyers and Finishers)*, **10**, 20(1998).
4. B. H. Kim and H. S. Song, The Study of Natural Dyes on the Flowers(II) -the Dyeability and Antimicrobial Deodorization Activity of Chrysanthemum Boreale-, *Textile Coloration and Finishing(J. of Korea Soc. Dyers and Finishers)*, **12**, 199(2000).
5. S. H. Choi and Y. S. Cho, Dyeing of Natural Fibers with Extract of Ginkgo Biloba Bark(2) -Fastness and Functional Characteristics of Eyed Fabrics-, *Textile Coloration and Finishing(J. of Korea Soc. Dyers and Finishers)*, **13**, 1(2001).
6. S. H. Choi and Y. S. Cho, Dyeing of Natural Fibers with Extract of Ginkgo Biloba Bark(1) -Pigments Analysis and Dyeability-, *Textile Coloration and Finishing(J. of Korea Soc. Dyers and Finishers)*, **13**, 18(2001).
7. H. I. Kim and S. M. Park, A Study on Natural Dyeing(6) -Extract, Purification and Characters of Berberine-, *Textile Coloration and Finishing(J. of Korea Soc. Dyers and Finishers)*, **14**, 44(2002).
8. H. Choi, Y. S. Shin, S. H. Hong, C. N. Choi, and S. R. Kim, Preparation of Yarns by Natural Dyeing and Antimicrobial Deodorization Activity, *Textile Coloration and Finishing(J. of Korea Soc. Dyers and Finishers)*, **16**, 25(2004).
9. J. S. Lee and E. J. Go, A Study on Natural Dye Having the Effects on the Atopic Dermatitis(Part I) -Bamboo Extract-, *Textile Coloration and Finishing(J. of Korea Soc. Dyers and Finishers)*, **24**, 189(2012).
10. J. S. Lee and H. J. Woo, A Study on Natural Dye Having the Effects on the Atopic Dermatitis (Part II) -Pine Needles Extract-, *Textile Coloration and Finishing(J. of Korea Soc. Dyers and Finishers)*, **24**, 196(2012).
11. J. Morton, The Ocean-Going Noni, or Indian Mulberry(Morinda Citrifolia, Rubiaceae) and Some of Its Colorful Relatives, *Econ. Bot.*, **46**, 241(1992).
12. Y. Deng, Y. W. Chin, H. Chai, W. J. Keller, and A. D. Kinghorn, Anthraquinones with Quinone Reductase-inducing Activity and Benzophenones from Morinda Citrifolia(Noni) Roots, *J. Nat. Prod.*, **70**, 2049(2007).
13. W. McClatchey, From Polynesian Healers to Health Food Stores: Changing Perspectives of Morinda Citrifolia(Rubiaceae), *Integrative Cancer Therapies*, **1**, 110(2002).
14. M. Y. Wang, B. J. West, J. Jensen, D. Nowicki, S. Chen, A. K. Palu, and G. Anderson, Morinda Citrifolia(Noni): A Literature Review and Recent Advances in Noni Research, *J. Acta Pharmacol. Sin.*, **23**, 1127(2002).
15. S. Deng, B. J. West, C. J. Jensen, S. Basar, and J. Westendorf, Development and Validation of an RP-HPLC Method for the Analysis of Anthraquinones in Noni Fruits and Leaves, *Food Chemistry*, **116**, 505(2009).
16. P. Swetal, A Brief Review on Noni(Morinda Citrifolia L.) -A Herbal Remedy for Better Health-, *Global J. Res. Med. Plants and Indigen. Med.*, **2**, 337(2013).

17. S. Pirillo, M. L. Ferreira, and E. H. Rueda, The Effect of pH in the Adsorption of Alizarin and Eriochrome Blue Black Red Ontoiron Oxides, *J. of Hazardous Materials*, **168**, 168(2009).
18. J. H. Choi, U. Hong, R. Choi, S. Hong, and J. Koh, Dyeing Properties of Noni Root Extracts on Silk Fabrics at Various pH Conditions, *Korean Fiber Society*, **51**, 180(2014).
19. W. Baumann, B. T. Groebel, M. Kraye, H. P. Oesch, R. Brossman, N. Kleinemeier, and A. T. Leaver, Determination of Relative Colour Strength and Residual Colour Difference by Means of Reflectance Measurements, *J. Soc. Dyers Colorist.*, **103**, 100(1987).