



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

碩士學位論文

재배 고사리 부산물을 활용한
면직물의 염색

濟州大學校 大學院

衣類學科

姜 恩 榮

2012年 8 月

재배 고사리 부산물을 활용한
면직물의 염색

指導教授 李 惠 善

姜 恩 榮

이 論文을 理學 碩士學位 論文으로 提出함

2012年 6 月

姜恩榮의 理學 碩士學位 論文을 認准함

審査委員長 _____ (印)

委 員 _____ (印)

委 員 _____ (印)

濟州大學校 大學院

2012 年 6 月

국문 초록

본 연구는 재배된 고사리의 폐기되는 부산물을 활용하여 면직물에 염색하고 염색성과 견뢰도 및 기능성을 확인하였다. 면직물에 대한 고사리 추출염료의 적정 염색조건을 제시하고 재배고사리에 함유된 색소의 성분 분석을 통하여 타닌계 염료임을 확인하였다.

고사리 추출액을 동결건조기를 사용하여 분말화하고, 농도, 시간, 온도, pH, 염색회수 등으로 염색하여 그 결과를 확인하였다. 그리고 Al, Cu, Fe를 매염제로 사용하여 후처리하고 표면색의 변화를 확인하였다. 염색된 면직물로 세탁, 마찰, 일광, 땀 견뢰도 시험을 하고 소취성과 자외선 차단율을 검토하였다.

고사리 추출염료의 면직물에 대한 염색성을 살펴본 결과 적정 염색조건은 염액농도 500%(o.w.f)이고, 염색시간 60분, 염색온도 100℃, 염욕의 pH는 5.2로 나타났다. 매염제 종류에 따른 K/S값은 Fe에서 가장 높게 나타났고, Al, Cu 순으로 K/S값이 높아졌다. 매염제에 따른 표면색의 변화는 무매염포가 YR계열의 색을 보이고 Al, Cu, Fe가 Y계열 색으로 나타났다. 염색회수에 따른 염착량은 5회 반복염색에서 높게 나타났다.

고사리 추출염료의 자외 · 가시부 흡수스펙트럼 측정과 TLC 분석 및 FT-IR 분석한 결과를 바탕으로 고사리의 추출염료의 색소성분은 피로가롤 타닌(pyrogallol tannin)과 카테콜 타닌(catechol tannin)의 혼합성분임을 알 수 있다.

염색 견뢰도에서 세탁견뢰도는 알칼리 세제에서 3-4급으로 나타났으며 중성세제를 사용하였을 때 4-5급으로 향상되었다. 마찰견뢰도에서는 건식과 습식 모두 5급으로 우수하였다. 땀 견뢰도에서 산성 땀에서 4-5급으로 알칼리 땀에서 2-3급으로 나타나 고사리 추출염료는 산성에서 안정적임을 알 수 있다. 일광견뢰도는 2급으로 나타났다.

소취성 시험결과는 암모니아 가스(NH₃)에서는 백면포가 28.6% 감소율을 나타내고 고사리 염색포가 88.8% 감소율을 나타내고 초산가스(CH₃COOH)에서는 백면포가 34.1%이고 고사리 염색포가 78.0%로 우수한 소취성을 보였다. 자외선 차단율 시험결과는 UV-A에서 94.2%, UV-B에서 96.8%로 우수한 결과를 보였다. 또한 자외선

차단지수(UPF)는 27로 고사리 염색직물의 자외선 차단율이 우수함을 확인하였다. 재배 고사리에서 추출한 색소성분과 염색의 적정 조건을 검토하고 염색건뢰도, 매염 효과, 기능성 시험을 통하여 고사리 추출염료로 천연염색한 제품을 개발하기 위한 기초자료를 제시하였다. 더불어 수확시기 이후 폐기되는 재배 고사리의 활용으로 농가의 소득 증대에 기여할 수 있을 것으로 기대된다.

Key words: pyrogallol tannin, catechol tannin, TLC, FT-IR, UV-VIS spectrum, color fastness, mordants, deodorization rates, UV protection factor.

목 차

국문초록.....	i
List of Tables.....	v
List of Figures.....	vii
List of Scheme.....	ix

I. 서론

1. 연구의 필요성.....	1
2. 연구의 목적.....	5
3. 연구의 방법.....	6

II. 이론적 배경

1. 고사리(<i>Pteridium aquilinum</i>)의 특성.....	7
2. 타닌(tannin)의 특성.....	11
3. 농업 부산물의 활용에 관한 선행연구.....	14

III. 재료 및 방법

1. 실험 재료	
1) 시험포.....	16
2) 염재.....	16
3) 시약.....	16
2. 실험 방법	
1) 염액 추출 및 분말화.....	17
2) 염색.....	17

3) 매염.....	17
4) 재배고사리 추출액의 성분 분석.....	17
5) K/S값의 표면색 측정.....	18
6) 염색견뢰도 측정.....	19
7) 기능성 측정.....	20

IV. 결과 및 고찰

1. 염액농도에 따른 염색성.....	21
2. 염색온도에 따른 염색성.....	26
3. 염색시간에 따른 염색성.....	29
4. 염욕 pH에 따른 염색성.....	32
5. 염색회수에 따른 염색성.....	35
6. 매염제의 영향.....	38
7. 재배고사리 추출액의 성분분석.....	41
1) 자외 · 가시부 흡수 스펙트럼 분석.....	41
2) TLC(Thin Layer Chromatography) 분석.....	43
3) FT-IR 분석.....	45
8. 염색견뢰도.....	47
9. 기능성.....	49
1) 소취성.....	49
2) 자외선 차단성.....	51

V. 결론.....	53
------------	----

VI. 참고문헌.....	55
---------------	----

Abstract.....	62
---------------	----

List of Tables

Table 1. Characteristics of fabrics.....	16
Table 2. Effect of dye concentration on the L^* , a^* , b^* , C^* , h and ΔE^*_{ab} values of cotton fabrics dyed with <i>Pteridium aquilinum</i> extract.....	24
Table 3. Effect of dye concentration on the H V/C and K/S values of cotton fabrics dyed with <i>Pteridium aquilinum</i> extract.....	25
Table 4. Effect of dyeing temperature on the L^* , a^* , b^* , C^* , h and ΔE^*_{ab} values of cotton fabrics dyed with <i>Pteridium aquilinum</i> extract.....	28
Table 5. Effect of dyeing temperature on the H V/C and K/S values of cotton fabrics dyed with <i>Pteridium aquilinum</i> extract.....	28
Table 6. Effect of dyeing time on the L^* , a^* , b^* , C^* , h and ΔE^*_{ab} values of cotton fabrics dyed with <i>Pteridium aquilinum</i> extract.....	31
Table 7. Effect of dyeing time on the H V/C and K/S values of cotton fabrics dyed with <i>Pteridium aquilinum</i> extract.....	31
Table 8. Effect of dye bath pH on the L^* , a^* , b^* , C^* , h and ΔE^*_{ab} values of cotton fabrics dyed with <i>Pteridium aquilinum</i> extract.....	34
Table 9. Effect of dye bath pH on the H V/C and K/S values of cotton fabrics dyed with <i>Pteridium aquilinum</i> extract.....	34

Table 10. Effect of dyeing repetition on the L^* , a^* , b^* , C^* , h and ΔE^*_{ab} values of cotton fabrics dyed with <i>Pteridium aquilinum</i> extract.....	37
Table 11. Effect of dyeing repetition on the H V/C and K/S values of cotton fabrics dyed with <i>Pteridium aquilinum</i> extract.....	37
Table 12. Effect of mordants on the L^* , a^* , b^* , C^* , h and ΔE^*_{ab} values of cotton fabrics dyed with <i>Pteridium aquilinum</i> extract.....	40
Table 13. Effect of mordants on the H V/C and K/S values of cotton fabrics dyed with <i>Pteridium aquilinum</i> extract.....	40
Table 14. Colorfastness to washing and rubbing of cotton fabrics dyed with <i>Pteridium aquilinum</i> extract.....	48
Table 15. Colorfastness to perspiration and light of cotton fabrics dyed with <i>Pteridium aquilinum</i> extract.....	48
Table 16. Deodorization rates of cotton fabrics dyed with <i>Pteridium aquilinum</i> extract.....	50
Table 17. UV protection rates of cotton fabrics dyed with <i>Pteridium aquilinum</i> extract.....	52

List of Figures

Figure 1. Cultivated <i>Pteridium aquilinum</i>	10
Figure 2. Chemical structure of tannic acid	13
Figure 3. Basic chemical structure of pyrogallol tannin.....	13
Figure 4. Effect of dye concentration on the K/S values of cotton fabrics dyed with <i>Pteridium aquilinum</i> extract.....	23
Figure 5. Effect of dyeing temperature on the K/S values of cotton fabrics dyed with <i>Pteridium aquilinum</i> extract.....	27
Figure 6. Effect of dyeing time on the K/S values of cotton fabrics dyed with <i>Pteridium aquilinum</i> extract.....	30
Figure 7. Effect of dye bath of pH on the K/S values of cotton fabrics dyed with <i>Pteridium aquilinum</i> extract.....	33
Figure 8. Effect of dyeing repetition on the K/S values of cotton fabrics dyed with <i>Pteridium aquilinum</i> extract.....	36
Figure 9. Effect of mordants on the color transition of cotton fabrics dyed with <i>Pteridium aquilinum</i> extract.....	39
Figure 10. UV-Vis spectra of tannic acid solution.....	42

Figure 11. UV-Vis spectra of *Pteridium aquilinum* extract42

Figure 12. TLC spectra of tannic acid and *Pteridium aquilinum* extract.....44

Figure 13. FT-IR spectrum of tannin contained in *Pteridium aquilinum* extract...
.....46

List of Scheme

scheme 1. Flow chart for the evaluation of dyeing properties.....	6
scheme 2. Hydrogen bonding between cellulose and tannic acid.....	22

I. 서론

1. 연구의 필요성

고대 인류는 자연에서 얻은 재료를 이용해 그들만의 고유한 방법으로 염색을 하여왔다. 이집트 피라미드에서 발견된 미라를 싸고 있는 염색된 아마천이나 기원전 1637년경 중국의 천공개물(天工開物)에 언급된 염색법과 기원전 1000년경 페니키아의 고등에서 얻은 티리언 퍼플(Tyrian purple) 등 당시 주변에서 쉽게 구할 수 있는 동·식물 및 광물 등에서 색소를 얻어 염색하였으며 이는 인류의 역사와 함께 발전하였다(Kim & Lee, 2005). 우리나라의 염색에 관한 고문헌들로는 삼국지(三國志)의 부여전(夫餘傳), 규합총서(閩閩叢書), 동의보감(東醫寶鑑), 임원경제지(林園經濟志)의 전공지(展功志), 산림경제(山林經濟)의 치농(治農)이 있으며 이와 같이 천연염색은 그 뿌리가 깊고 우리 민족의 실생활에도 깊이 자리 잡고 있었음을 알 수 있다(Cho, 2010; 2011; 빙허각 이씨[Binghugak Yi], 1975).

천연염료의 대부분은 식물성 염료로서 식물의 껍질, 줄기, 열매, 뿌리 등으로부터 색소를 구하고 그 종류는 수천 여종에 이른다(Park & Oh, 2003). 천연염료를 색소 성분에 따라 분류하면 플라보노이드계, 카로티노이드계, 퀴논계, 인돌계, 타닌계 등으로 나누어 볼 수 있다. 플라보노이드계는 크림색과 황색을 나타내는 플라본 계와 청색, 자색, 적색을 나타내는 안토시아닌계로 나뉜다. 카로티노이드계는 카로틴과 크산토펜로 나누어지며 동식물에 포함된 착색료에 이용된다. 퀴논계색소는 자연계에 널리 분포하며 황색~황적색과 흑자색으로 나타나며 안트라퀴논계와 나프토클로퀴논계가 있다. 인돌계는 벤조 피롤이라고도 하며 인디고와 티리언퍼플로 알려진 인디고이드로 분류된다. 타닌계는 가수분해 가능 여부에 따라 산이나 효소에 가수분해가 되면 가수분해형 타닌, 가수분해가 안되면 축합형 타닌이라 분류하고 가열할 경우 피로가롤을 형성하면 피로가롤 타닌, 카테콜을 형성하면 카테콜 타닌으로 분류한다. 피로가롤 타닌은 대부분 가수분해형에 속하고 카테콜 타닌은 대부분 축합형에 속한

다(Cho, 2010).

1856년 영국에서 W. H. Perkin에 의해 'Mauve'가 개발되면서 천연염색은 차츰 사라지고 합성염료의 시대가 도래하였다. 합성염료는 염색공정이 용이하고 색상의 표현이 쉬우며 대량생산되므로 경제성을 가지고 있다. 이러한 장점과 높은 견뢰도로 인해 합성염료의 발달은 현대사회로까지 이어지며 천연 염재를 활용한 염색은 특정 기능인에게 한정되어 전수되거나 일부 공방 형태로 유지되어 왔다. 일본의 천연염색 전문산업은 대를 이어서 기술이 전수되어 오며 지방 특유의 전통염색방법이 체계적으로 육성되고 있어 상품과 예술품으로써 가치를 지니고 있다. 미국은 인디언들의 전통문양과 방염 염색기법을 활용한 식물염색작품이 장인 및 공예가들에 의해 제작되어 판매되고 있으며 환경 친화적 제품생산의 대표적인 나라인 독일에서도 국가적인 차원에서 천연염료의 생산 및 생산지역 지정 등의 사업을 육성하고 있다(Park, 2011). 문명의 발달과 합성염료의 사용으로 최근 야기된 환경오염과 오존층의 파괴 등 인류에게 끼치는 각종의 폐해로 인해 천연에서 얻을 수 있는 자원에 대한 갈망이 커지고 인체에 해롭지 않으면서 색상이 은은하고 재료 자체가 가지고 있는 우수한 향균성과 소취성, 항산화, 항알러지 등 기능성이 부각되면서 차츰 천연염색 및 천연염료에 관심이 증가되고 있다. 또한 친환경과 유기농 등 웰빙이 메가트렌드로 부각되고 있어 이와 맞물려 천연염색 제품의 수요가 꾸준히 늘고 있다. 최근 천연염색은 친환경시대의 신 성장 사업으로 발전하고 있다. 건강한 삶에 대한 사람들의 관심과 소비자들의 환경의식이 높아짐에 따라 환경 친화적·기능적·감성적 특성을 지니고 있는 천연염색 상품에 대해 선호하게 되었다. 섬유제품에 기능성을 부여하고, 환경관련 규격 및 규제에 대응하지 않고서는 21세기 국제경쟁체제하에서 살아남기 어렵다는 인식이 이미 보편화 되고 있다. 이러한 욕구증가로 화학염료에 밀려 경쟁력을 상실했던 천연염색을 비롯한 천연제품에 대한 수요가 큰 폭으로 증가하면서 산업화의 길로 접어들고 있다(Lee, 2011; Gale & Kaur, 2002).

그러나 천연염재의 종류가 한정되어 다양한 색상 발현이 어려운 점 계절적인 제한으로 인한 천연염료 채취의 문제점이 생산량을 한정하여 천연염색을 제품이 다소 고가라는 점, 공정의 미 표준화로 재현성에 어려운 점이 있고 색소의 장기보관성이 어려운 점 등이 문제점으로 제시되고 있다. 천연염색에서 해결해야할 과제로 천연염재의 안정적인 확보이고, 염색견뢰도의 향상, 염색의 재현성 확보, 색상의 다양화를

들 수 있다.

천연염색에 관한 연구로 Choi and Joen(2011)은 머위를 이용하여 나일론 직물과 견직물에 대한 염색성과 자외선차단성을 검토한 결과 견과 나일론에 YR계열의 색을 나타내고 자외선 차단율이 80%이상이라고 하였다. Kim(2011)은 대황을 이용한 견직물의 염색성 및 기능성 평가를 하여 산성조건에서 염색성이 좋으며 견직물에 염색한 것이 황색포도상구균에 대해 91.6%로 우수하다고 보고하였다. Song(2008)은 생 쪽잎 및 쪽 염색의 메커니즘 분석과 다양한 기초연구를 하였으며, Lee and Kim(2011)은 쪽 염색시 환원제 농도에 따른 변화 및 장기간 보관 후 실용화 가능성 검토를 하여 산화칼슘을 시험용수에 가하여 고농도의 쪽 염료 추출을 시도하였다. Son et al.(2010)은 환원과정과 염색과정의 one-step으로 공정의 단순화를 시도하였다. Kim and Jang(2009)은 감물염색의 발색시간 단축을 위한 산화 발색 메커니즘 확인과 열처리에 의한 발색 정도와 경향에 대한 연구를 하여 온도가 높을수록 열 발색이 우수하고 발색의 속도가 빨라진다고 보고하였다. Ko and Lee(2003)는 생즙으로 감물염색 후 일광 발색시켜 직물의 태에 미치는 영향에 대한 연구를 하였으며, Han and Nam(2003)은 단감을 이용하여 염색할 경우 직물의 태에 미치는 영향에 관한 연구를 하였다. 또한 Han and Lee(2009)는 천연염료로서 소루쟁이 뿌리의 가능성에 대한 연구로 황색포도상구균에 우수한 항균성을 나타내었으며 yellow색상으로 나타났다고 보고하였다. Woo and Lee(2011)는 솔잎추출물의 셀룰로오즈 직물의 염색성에 관한 연구로 Y계열의 색이 나타나고 타닌이 혼합된 flavonoid계이며 항균성이 우수하다고 보고하였다. Park(2007)은 까마중 추출물에 대한 염색성과 항균성에 대한 효과를 검토한 결과 색은 GY계열로 나타났으며 황색포도상구균과 그람양성균에 대해 90%이상의 높은 항균성이 있으며 5회세탁 후에도 항균효과가 있다고 보고하였다. Kim(2007)은 만형자 추출색소가 타닌계임을 확인하고 Y계열로 발색된다고 보고하였다. Shin et al.(2006)은 녹차에 함유된 타닌을 이용하여 회색계열 염색에 관한 연구를 하였으며, 산의 후처리에서 밝은 회색이 나타나고 견직물에서 색이 짙게 나타난다고 보고하였다. Jung(2010)은 복분자의 안토시아닌을 활용하여 모발에 대한 염색성 연구를 하였으며, Hong et al.(2005)은 오배자 염색에 키토산 처리포의 영향에 대해 검토한 결과 키토산 처리로 염색성이 향상되어 농염색이 가능하다고 보고하였다. 그리고 Choi(2011)는 해양식물의 천연염색으로서의 가능성에 대한 연구하고,

Kim(2009)은 천연염색사업의 특허현황 연구로 우리나라에는 개인특허가 많고 염색 공정이나 염료제조방법에 집중되어 있다고 고찰하였다. Yoon and Lee(2010)의 폐자원에서 추출한 양파껍질, 커피찌꺼기를 활용한 모발염색 연구, Park et al.(2005)의 천연염색을 원예치료에 활용한 연구, Lee and Choi(2010)의 한지나 가죽에 천연염료를 활용한 연구, Choi et al.(2010)의 미생물에서 추출한 색소를 이용한 천연염색한 직물의 색채감성에 관한 연구 등 다양한 분야의 천연염색의 연구가 활발히 이루어지고 있어 앞으로 천연염색이 더욱 발전할 것이라 생각된다.

국내에서 재배되고 있는 고사리(*Pteridium aquilinum*)는 잔고사리과(*Dennstaedtiaceae*)의 고사리속(*Pteridium*)에 속한다. 식물 전체에 털이 있고 근경(뿌리줄기)은 땅 속 깊이 포복하고 잎이 드문드문 난다. 고사리의 수확 시기는 4~5월이며 어린잎만을 취하여 삶아서 말린 후 건고사리로 만들어 저장하여 놓았다가 식용으로 사용하거나 삶은 후 말리지 않고 바로 식품으로 사용하고 있다(Rural Development Administration[RDA], 2011). 수확시기 이후인 7~9월에는 고사리의 지상부가 1m까지 자라고 풍성하게 우거져 있다. 이를 10월이 지나도록 내버려두었다가 갈변하면 베어버리고 그 해 농사를 마무리 한다. 재배된 고사리 지상부를 10월이 될 때까지 방치하여 고사리 수확시기 이후에는 농가의 소득이 없고 자원의 낭비가 발생하고 있다. 이에 채취시기 이후의 7, 8, 9월의 재배 고사리 부산물인 고사리 성체의 잎과 줄기부분을 활용하여 염색하고 천연염료로서의 유효성을 확인하고 염색성에 대한 연구가 필요할 것이라 생각하였다.

본 연구는 제주에서 재배된 고사리 부산물로부터 추출한 염액을 사용하여 색소를 추출하고 염색성을 조사하였으며 버려지는 폐자원의 활용으로 인해 농가의 농외소득을 만들 수 있으며 염료로서의 유효성을 확인하는데 목적이 있다. 이를 위해 추출한 색소를 분말화하였으며 이를 면직물에 염색하여 적정 염색 조건을 제시하고 염색한 시료의 견뢰도를 측정하였다. 갈색계열의 염색직물은 염료식물이 주로 타닌을 함유하고 있으며(Nam & Lee, 2010), 고사리의 예비실험 결과 염색직물이 갈색계열의 색으로 나타났다. 색소를 분석하기 위하여 tannic acid를 대조구로 TLC와 UV-Vis spectrum 분석을 시행하고 FT-IR 스펙트럼 분석을 시행하였으며 타닌의 정성분석을 하였다. 기능성을 알아보기 위해 소취성과 자외선차단을 시험을 하였다.

2. 연구의 목적

본 연구는 재배된 고사리의 폐기되는 부산물을 활용하여 면직물에 염색하여 염색 성과 견뢰도 및 기능성을 확인하고 폐자원 활용으로 친환경 염료로써의 가치 창출을 기대할 수 있다. 그리고 재배고사리의 색소 성분 중 타닌계의 성분 분석을 통하여 타닌계 식물염료로써의 가능성을 확인하고자 한다. 또한 실용성이 좋은 면직물에 대한 고사리 추출염료의 적정 염색 방법을 제안하고 한다. 이를 바탕으로 버려지는 재배 농산물의 자원을 천연염색에 활용하여 그 실용성을 확인하고 농가의 농외소득 증대에 기여하고자 한다.

첫째, 천연염색의 재현성과 염료 사용량의 정확한 표준치를 알기 위하여 추출액을 동결건조기를 사용하여 분말화 하였다. 이 시료를 면직물(KS K0905)에 염색하여 농도, 시간, 온도, pH, 반복염색 회수 등의 염색 변인에 대한 적정 조건을 찾는다.

둘째, 매염제 종류에 따른 색상변화를 알기 위하여 Al, Cu, Fe를 매염제로 사용하여 후처리하고 무매염포와 비교하여 표면색의 변화에 대해 알아본다.

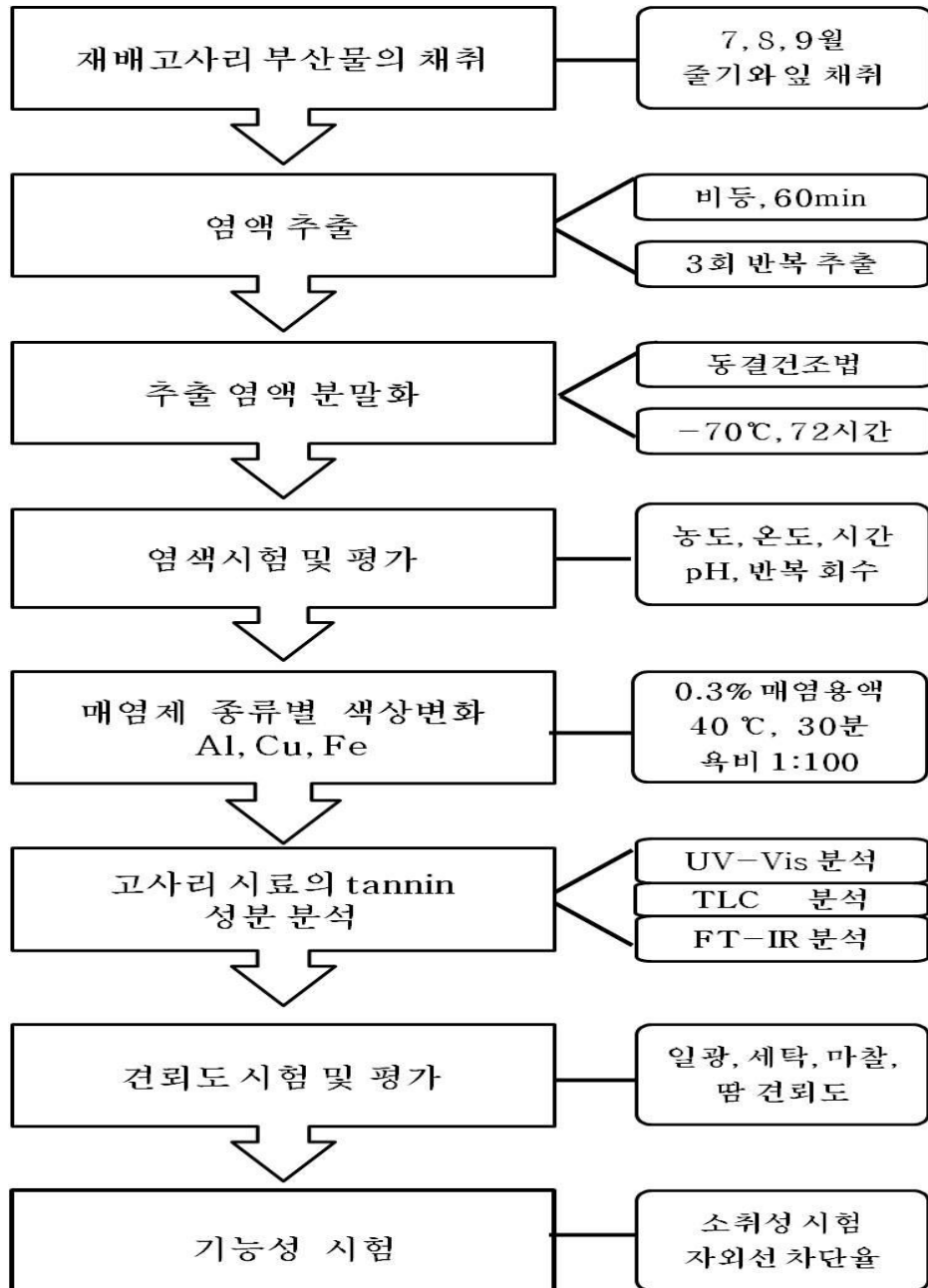
셋째, 재배고사리 추출액의 성분분석을 TLC와 FT-IR분석법, 타닌 정성분석을 통해 대조구와 비교하여 고사리 추출 염료의 색소 성분을 확인한다. 또한 UV-Vis 스펙트럼 분석으로 최대흡수파장(λ_{max})을 확인한다.

넷째, 염색된 면직물로 세탁, 마찰, 일광, 땀 견뢰도 시험을 하고 그 결과에 대해 고찰한다.

다섯째, 염색된 직물의 기능성을 알아보기 위하여 소취성과 자외선 차단율 시험을 하고 그 결과에 대해 고찰한다.

3. 연구의 방법

본 연구의 진행방법을 도식화하면 Scheme 1과 같다.



Scheme 1. Flow chart for the evaluation of dyeing properties

II. 이론적 배경

1. 고사리(*Pteridium aquilinum*)의 특성

고사리는 지구상에 존재하는 식물 중 가장 오래된 역사를 가졌다. 전 세계적으로 열대에서 온대까지 분포하고 약 60속, 1500종이 분포한다. 그 중 12속 33종이 약용으로 사용되며 주로 근경류와 엽류 부위가 활용된다. 한국의 고사리 분포는 남부와 제주도에 많이 분포하고 지혈약 8종, 해독약 14종, 청열(淸熱)약 24종으로 분류할 수 있다(Lee et al., 2008). 생약으로는 지상 부를 사용하며 지상부에 flavonoid로 astragalin, isoquercetin, rutin이 있고, 그 외 tannin이 포함되어 있다. 그리고 쓴맛을 내는 sesquiterpene화합물로 pterodin, pteroside, ptaquiloside가 함유되어 있다. 그 중 sesquiterpene의 배당체인 ptaquiloside가 다량으로 섭취할 경우 독성을 유발할 가능성이 있다(Medicinal Botany Rec. Soc. Korean, 2001).

고사리의 어린잎이 손을 턱에 권 모양으로 말려있다는 뜻으로 괴살이라 하거나 어린 순의 잎이 말려 있는 모양을 보고 흡사 주먹을 권 듯 하다하여 권두채라는 별명을 가지고 있다. 5~6월에 포자가 갈색으로 여물어서 가을에 포자가 바람에 날리면서 번식하는 양치류이다. 산불이 난 자리에 가장 먼저 고사리가 난다고 할 정도로 그 생명력이 강한 식물 중에 하나이다. 한방에서는 어린잎을 쥬(蕨)이라하고 뿌리를 쥬근(蕨根)이라 칭하며 열을 내리고 오장을 윤택하게 하고 몸속의 독을 풀어주고 가래를 삭이는 효능이 있다고 하였다. 황달이나 목이 아플 때, 고열이 날 때 가을에 줄기를 뿌리째 캐어 햇볕에 말려서 약으로 처방하였다. 민간에서는 뱀이나 독충에 물려 아플 때, 말린 잎을 태워 가루로 내어 발랐으며 소변이 잘 안 나올 때, 설사, 눈이 아플 때, 열 날 때, 얼굴이 누렇게 떴을 때 뿌리째 캐어 말린 줄기 15g에 물 700ml를 붓고 달여 마셨다. 또한 지금은 사라진 메뉴로 고사리 찜이 있는데 쌀가루와 들깨가루를 불린 고사리와 함께 물에 자작하게 넣고 찌는 것으로 모심기철에 새참으로 먹었다.

흉년에 대비한 구황식량을 묵나물이라 하며 일반적으로 고사리, 고비, 도라지를 들 수 있다. ‘고사리는 귀신도 좋아한다’(Jung, 2006)는 속담이 있을 정도로 우리 민족은 고사리를 상식(常食)하는 유일한 민족으로 고사리는 제사에 빠질 수 없는 숙채(熟菜) 중 갈채(葛菜)의 대표적인 나물이다. 조선시대 <시의전서>와 일제강점기 때 <간편조선요리>, <조선요리법>, <조선요리>에 고사리 나물에 관한 기록이 있으며 3첩 반상에서 9첩반상까지 고사리 나물은 포함되어 있다(Kang, 1993).

<규합총서>에는 고사리에 관한 기록으로 ‘주먹같이 연한 것을 찌내어 마른 재를 묻혀別に 말린 뒤, 재를 씻어 다시 말렸다가 빼서 겨울에 더운 물에 담갔다가 연하고 새롭되, 이 나물이 양기를 죽이니 남자는 많이 먹지 말아야 한다’고 하였으며 경험방(經驗訪)에 ‘약밥 채 한테는 고사리를 달여 먹는다’(빙허각 이씨 [Binghugak Yi], 1975)라고 적은 것으로 볼 때 고사리가 옛 부터 식용 및 약용으로 사용되어 왔음을 알 수 있다.

고사리를 유독식물이라 분류한 것은 서양의 약전에 독초로 분류되어 있고 영국의 식물학자 글래퍼가 ‘고사리 줄기를 삶아 먹으면 기생충은 박멸하나 임산부가 먹으면 태아가 죽는다’고 적어 놓았기 때문이다. 그러나 고사리를 즐겨먹는 우리나라에서 임산부가 고사리를 먹어 태아가 죽었다는 임상보고가 없으며 또한 명나라의 <본초강목>에서도 고사리는 유독식물로 분류하고 있는데 고사리를 오래 먹으면 눈이 어두워지고 코가 막히고 머리가 빠지며 아이들이 많이 먹으면 발이 약해져서 잘 걷지 못한다고 적혀 있는데 이는 아마도 고사리 속에 B₁을 분해하는 효소인 아네우리나아제(aneurinase)로 인해 각기병이 생겼기 때문일 것이다. 우리 조상들은 고사리를 잿물에 삶아서 해독한 후 말려 놓았다가 다시 물에 불려 조리해서 먹거나 소금에 절여 먹는 등 고사리를 삶고 말리기를 반복하는 과정에서 독성을 없애고 유효한 식물로 만들어 섭취하였다.

고사리의 지하경에는 전분이 43% 함유되어 보릿고개 또는 전쟁과 기근이 심할 때 녹말을 취하여 구황식량으로 떡을 만들어 콩고물에 묻혀 먹었으며 지금도 일본에서는 고사리떡(와라비 모찌)이 여름철 간식으로 애용되고 있다. 또한 고사리의 전분은 점성이 강하여 좋은 풀의 재료로도 이용되었다(Choi, 2009). 또한 미국의 인디언들은 고사리를 기관지 치료제로 생으로 먹었으며 서양에서는 고사리의 잎과 지하경을 이용하여 맥주를 만들어 먹었다고 한다. 또한 <한국식품문화사>

에서는 소금과 식초에 절여 만든 고사리초절임김치로 만든 예도 볼 수 있다(Lee, 1997). Lee and Choi(2011)는 고사리를 된장에 담은 장아찌가 항산화 활성이 우수하게 나타났으며 10주의 숙성기간이 필요하다고 보고하였다. Oh et al.(1994)은 고사리의 열수 추출로 얻은 다당류에서 미역이나 다시마 등의 해조류에서 보이는 항암성 다당류와 유사 기작을 확인한 결과를 보고하였으며, Sheo and Lee(1989)는 고사리의 유독 성분으로 알려진 브라켄톡신(brakentoxin)은 하루에 220kg을 80일간 계속해서 먹을 때 암을 발생한다고 보고하고 있다.

고사리의 재배는 1970년대 시작되어 1996년에는 60.4ha이었으나 2000년에 254.8ha로 증가 하였으며 경남 남해에 고사리 섬이라 불리는 창선의 재배면적이 400ha(2009)이고, 제주의 재배고사리 면적은 727ha로 전국 최고이다. 수입산은 품질이 떨어지고 비위생적이어서, 소비자들이 국내산을 선호하므로 재배 면적은 늘어나고 있다. 자생 고사리와 재배 고사리의 무기성분 함량을 비교했을 때 재배 고사리가 질소, 인, 칼륨 및 칼슘의 함량이 높게 나타난 것은 재배시 사용한 비료의 영향이다(Lee et al., 2010). 고사리의 소비량은 연간 약 4천 톤이며 국내생산이 400톤이고 나머지는 수입에 의존하고 있다(RDA, 2011).

고사리와 관련된 연구는 대부분 식용에 관련된 연구이다. 고사리의 지하경의 전분에 대한 물리적·이화학적 특성에 관한 연구로 감자 전분보다 강한 결합력을 가지고 고사리 전분을 밀전분에 첨가시 부드러워지며 곡류전분에 가까운 성향을 나타내었다고 하였으며(Cho, 1978; Cho et al., 1981), 고사리 전분 채취의 적기로 전분 함량이 풍부한 9월부터 이듬해 3월까지라고 보고한 연구(Kang & Lee, 1973)가 있다. 꽃이 피지 않지만 잎의 섬세한 질감과 햇볕이 많이 필요하지 않은 실내조경용 소재로써의 고사리류의 연구(Lee, 2007; Shin et al., 2010)와 고사리의 독성이 미치는 영향을 확인하여 생 고사리에서 독성이 나타났으며 익힌 고사리에서는 확인되지 않았다고 보고 하였다(Yoon & Lee, 1988). 또한 20대를 대상으로 고사리의 인식도와 식용경험 조사를 하여 남성 143명 중 51.1%, 여성 148명중 39.1%가 고사리를 식용경험이 있다고 응답한 연구 등이 있다(Heo et al., 2011). 천연염료로 고사리를 연구한 예는 매우 드물어서 자생 고사리잎 추출액에 대한 견직물의 염색성 연구(Jung et al., 2003)가 유일하다. 그러므로 본 연구에서는 폐기되는 재배고사리의 부산물을 활용하기 위하여 실생활에 쓰임새가 많은

면직물에 대한 염색성을 검토하여 보았다. <Fig. 1>은 본 연구에서 사용된 재배된 고사리와 재배지 전경을 나타낸 것이다.



Fig. 1. Cultivated *Pteridium aquilinum*

2. 타닌(Tannin)의 특성

재배된 고사리 추출액에 함유된 색소로는 epigallocatechin, rutin, tannins, kampferol 등이 존재하며(Jung et al., 2003; Lee & Choi, 2011), 본 연구에서 사용된 고사리 추출액의 색소 성분 분석에서 주색소는 폴리페놀성분 중 축합형 타닌인 epigallocatechin과 가수분해형 타닌으로 분류되는 gallic acid의 혼합성분으로 추정되었다.

식물은 세균 등에 방어의 기작으로 자체에서 생성하는 방부적 보호작용을 하는 물질을 생성하는데 이 물질이 타닌이다. 타닌의 사전의 의미는 다가(多價)페놀산을 형성하는 물질의 총칭이다. 타닌은 단백질과 결합하는 특성을 지닌 폴리페놀을 총칭하는 것으로 식물의 열매, 잎, 줄기, 껍질, 충영 등에 널리 분포되어 있으며 그 수용액은 수렴성이 강하고, 단백질, 초산납, 석회, 알칼로이드 등과 불용성의 침전을 형성하며, 염화제일철에 의하여 청색 내지 녹색을 띤다. 식물 타닌은 온수에 의해 쉽게 추출되며 분자량 600~2,000정도의 복잡한 수용성 화합물이다(Sul et al., 1995).

타닌의 분류로 가장 일반적인 방법이 화학 구조에 의한 분류이다. 1894년 Procter은 타닌을 가열하였을 때 pyrogallol을 생성하는 것과 catechol을 생성하는 것으로 나타나 전자를 pyrogallol계, 후자를 catechol계로 분류하였다. 1920년 Freudenberg는 타닌에는 산이나 효소에 의하여 쉽게 가수분해하는 가수분해형 타닌과 쉽게 분해되지 않고 비교적 안정한 축합형이 있다고 보고하였다. 그리고 pyrogallol계의 대부분이 가수분해형에 속하고, catechol계의 대부분이 축합형에 속한다. Haslam은 타닌을 가수분해형 타닌과 축합형 타닌으로 크게 분류하고 이들 분류에 포함되지 않는 새로운 형의 타닌을 신형 타닌으로 분류하였다(Cho et al., 1993). 축합형 타닌은 -OH기를 반응기로 갖고 있는데 비하여 가수분해형 타닌은 반응기로 -OH기외에 -COOH기와 그것의 ester를 가진다. 가수분해형 타닌은 gallotannin으로 대표되는 depside형과 ellagitannin으로 대표되는 diphenyl dimethyloid가 있고, ellagitannin은 산 가수분해에 의하여 ellagic acid와 당을 생성하고 gallotannin은 gallic acid와 당을 생성한다(Shin et al., 2005).

타닌과 관련한 연구들을 살펴보면 Lee et al.(2009)은 검정색 염재로써 타닌을 함유하고 있는 오배자, 신나무 잎, 밤 껍질과 감즙을 이용하여 한지에 염색한 결과로 오배자가 흑색 발색의 주된 염료로 사용할 수 있으며 1차 초산구리매염과 2차 철매염으로 처리하였을 때 흑색염색이 되었다고 하였고, 오배자와 신나무 잎의 조합이 가장 우수한 흑색염색 조합이라고 보고하였다. Park and Oh(2001)는 석류의 타닌성분으로 ellagic acid를 22~25% 함유되어 있으며 견과 면에 염색할 시 Y계열 색을 띠고 그람음성균에 대한 실험에서 주석매염포에서 우수한 항균성이 나타났다고 연구 보고하였다. Oh et al.(1996)은 유색미에서 타닌계 색소추출의 최적 조건이 0.01%의 구연산과 80%에탄올 추출이며 온도가 상승할수록 흡광도가 높아지고 최대흡수파장 456nm로 나타났다고 보고하였다. 가수분해형 타닌을 함유한 오배자를 천연매염제로 활용한 연구로 Park et al.(2010)은 양과외피를 이용해 견직물에 염색시 오배자의 타닌인 gallic acid가 견뢰도와 항균성에 미치는 영향을 연구하여 양과 염색직물에는 없는 항균성이 나타나고 천연매염제로 사용으로 견뢰도가 향상된다고 보고하였다. 또한 Lee and Jang(2010)은 감초추출물로 면직물에 염색한 직물에 타닌산 처리가 항균성과 견뢰도에 미치는 영향을 연구한 결과 항균성과 견뢰도가 향상됨을 확인하였다.

<Fig. 2>는 대조구로 사용된 tannic acid의 화학구조식을 나타낸 것이다. Tannic acid($C_{14}H_{10}O_9$)는 gallic acid의 didepside이다. 쓴맛을 가지고 있고, 피로가를 타닌의 가수분해에 의하여 생성된다(Cho, 2010). 타닌은 주로 견직물의 증량이나 흑색 염색용으로 사용되고, 최근에는 무기염 증량에서 나타나기 쉬운 황갈변, 취화, 라우지니스(lousiness) 등을 감소시킬 목적으로 연구되었다(Nam & Chung, 1994; Sul & Choi, 1999). <Fig. 3>은 피로가를 타닌의 화학구조를 나타낸 것이다.

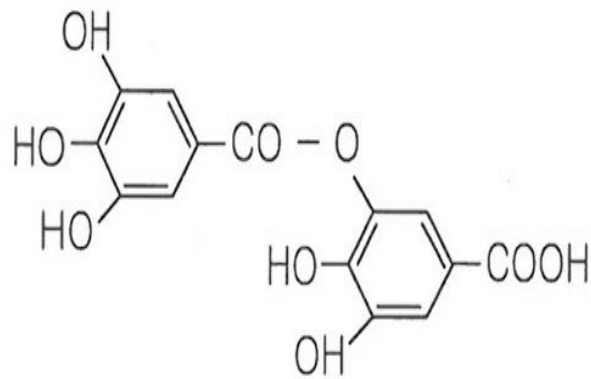


Fig. 2. Chemical structure of tannic acid

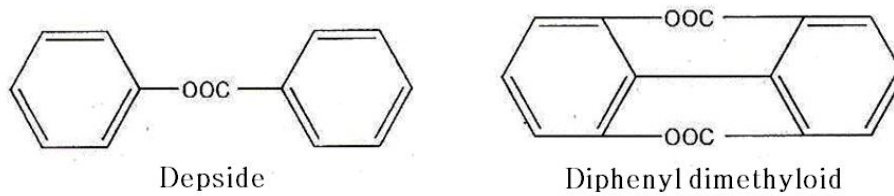


Fig. 3. Basic chemical structure of pyrogallol tannin

3. 농업 부산물의 활용에 관한 연구

천연염색에 농업부산물이나 폐자원을 효율적으로 활용한다면 이는 자원의 재 활용, 소득의 증대, 환경의 보존 측면에서 가치 있는 일이다. 최근에는 이러한 농산물의 생산과정이나 수확 후 가공과정에서 발생하는 부산물과 미활용 식물자원을 이용한 천연염색 연구가 활발히 이루어지고 있다. 농업 부산물은 농산물의 손질, 선별, 수확 과정에서 과실의 껍질과 줄기나 잎 등이 부산물로 발생하고 있으며, 소득의 손실 및 자원의 낭비를 초래하고 있다. 그러므로 농업 부산물과 미활용 자원에 관한 연구가 지속적으로 이루어져야 한다고 생각한다.

농업 부산물과 관련된 연구들을 살펴보면 RDA(2007)에서는 표준영농교본으로 농업 부산물 및 미활용 농산물을 이용한 천연염색 방법을 제시하였으며 쭉, 양파 껍질, 밤나무, 뽕나무, 정향, 머위, 콩잎, 배나무 등 총 77종의 천연자원을 이용하여 다양한 색상이 발현되었다고 보고하였다. 또한 Bai(2007)는 폐기되는 자색 양파껍질을 이용한 염색성 연구에서 무매염포에서 R계열로 매염포에서 Y계열로 나타나 다색성 염료라고 고찰하였다. Kim et al.(2007)은 김정콩 종피에서 추출한 안토시아닌으로 염색하여 pH 3이하의 산성에서는 안정성을 띠나 중성에 가까울수록 불안정하고 알칼리성에서 급속히 분해된다고 하였다. 또한 산성수용액에서 주황에서 적색으로 나타나고 pH가 높아지면 자색으로 알칼리성에서 청색에서 녹색으로 변화하여 색상변화가 심하다고 보고하였다.

화훼 부산물에 관한 연구를 살펴보면 Park et al.(2008)은 축하화환에서 폐기되는 적색 거베라의 이용성을 검토한 결과 YR계열로 염색되어 천연염료로서 이용 가능성을 확인하였다. Heo et al.(2004)은 폐기되는 매리골드의 면직물에 대한 매리골드 추출물의 염색성을 알아보고 Y계열의 색상이 나타난다고 보고하였다.

과수 부산물에 대한 연구를 살펴보면, Bai(2008)는 오디 분말의 견직물에 대한 염색성에 관한 연구로 산에 의한 염착량이 증가하는 경향을 나타내고 pH 3에서 염착량이 높게 나타났으며, RP, P, PB, GY계열의 다양한 색상이 나타났다고 보고하였다. Lee and Youn(2010)은 폐기되는 밤 외피에서 추출한 가수분해형 타닌 색소로 모발에 염색을 시행하여 산성조건에서 염색성이 우수하며 Y계열의 색상을 나타냈다

고 보고하였다. 또한 Yoo et al.(1998)은 주변에서 쉽게 구할 수 있고, 전량이 쓰레기로 버려지고 있는 밤의 외피로부터 타닌 성분으로 알려진 색소를 추출하여 분말로 제조함으로써 보관을 간편화 하고 재료 확보의 문제점을 극복하고자 하였다. Shin and Cho(2001)는 석류 과피를 이용하여 천연염료로서 이용가능성을 검토한 결과 석류 색소는 견섬유와 면섬유에서 pH에 관계없이 모두 Y계열의 색이 나타났고, 매염 처리에 의한 염착량 증진 효과는 크지 않았다고 보고하였다. Moon(2002)은 성숙 및 미성숙 호도 외피에서 추출한 색소에 면섬유와 모섬유의 염색성을 조사한 결과 둘 다 YR계열의 색을 나타내며 매염처리에 의한 견뢰도 증진효과는 거의 없었다고 연구 보고하였다. Chu(2006)는 폐기되는 도토리껍질을 염료로서의 가능성을 검토한 결과로 Y계열의 색을 나타내고, 염색시 적정 조건으로 온도는 80℃~100℃이고 시간은 60분이라고 보고하였다. Im and Lee(2004)는 가공 처리에서 생성되는 부산물인 온주 감귤 과피를 이용하여 염색의 최적조건에 관한 기초자료를 제공하였다.

Ⅲ. 재료 및 방법

1. 실험 재료

1) 시험포

면직물 시료는 KS K0905에 규정된 염색 견뢰도 시험용 첨부 백포를 사용하였으며, 시료에 대한 특성은 Table 1과 같다.

Table 1. Characteristics of fabric

Fabric	Weave	Fabric count (threads/5cm)		Thickness (mm)	Weight (g/m ²)
		warp	weft		
cotton 100%	plain	78	77	0.26	100±5

2) 염재

본 연구에 사용된 염재는 제주시 애월읍 선흘리에서 재배된 고사리(*Pteridium aquilinum*)의 지상부를 7, 8, 9월 세 차례에 걸쳐 잎과 줄기부분을 채취하였다. 채취된 시료를 증류수 500g/1.0ℓ로 비등상태에서 60분간 3회 반복 추출하여 1~3회 추출액을 혼합하였다. 이를 동결건조기(PVTFD10A, ㈜일신랩, Korea)로 72시간 건조시켜 분말화한 염재를 냉동 보관하여 사용하였다.

3) 시약

Thin layer chromatography(TLC)의 전개용매로 methy alcohol(CH₃OH) acetone(CH₃COCH₃)을 사용하고 발색시약으로 ferric chloride(FeCl₃) 1급 시약을 사용하였다. FT-IR spectrum 분석과 TLC 분석을 위한 표준품으로 tannic acid(C₁₄H₁₀O₉, Sigma)를 사용하였다. tannin의 정성분석으로 potassium cabonate(K₂CO₃, 1급)을 사용

하고 염육의 pH조절을 위해 citric acid($C_6H_8O_7 \cdot H_2O$)와 sodium hydroxide(NaOH) 1급 시약을 사용하였다. 매염제로 aluminium sulfate($Al_2(SO_4)_3 \cdot 14-18H_2O$), copper acetate($Cu(CH_3COO)_2 \cdot H_2O$)와 iron sulfate($FeSO_4 \cdot 7H_2O$) 1급 시약을 사용하였다.

2. 실험 방법

1) 염액 추출 및 분말화

채취된 시료를 증류수 1.0ℓ 당 염재 500g의 비율로 비등상태에서 60분간 3회 반복 추출하여 1~3회 추출액을 혼합하였다. 이를 동결건조기(PVTFD10A, (주)일신랩, Korea)로 $-70^\circ C$ 에서 24시간 냉동시키고 72시간 건조시켜 분말화하였다. 평균 분말의 수율은 4.85%(취득분말무게/채취시료무게)이다. 분말화된 시료를 밀폐용기에 담아 냉동실에서 보관하면서 사용하였다.

2) 염색방법

염색은 IR염색기(DTC-6000, Dealim Starlet, Korea)를 사용하여 욕비 1:100, 염색 온도($40 \sim 100^\circ C$), 염액농도(100~500%, o.w.f), 염색시간(30~120분), 염육의 pH(3, 5.2, 7, 11), 염색회수(1~5회)등의 조건으로 실험하였다.

3) 매염

매염처리는 Al, Cu, Fe 매염제를 사용하여 0.3% 매염용액을 만들어 욕비 1:100에서 $40^\circ C$ 로 30분간 후처리(염색-수세-건조-매염-수세-건조)하였다.

4) 재배고사리 추출액의 성분 분석

(1) 자외·가시부 흡수 스펙트럼 측정

분말화된 고사리 염료를 증류수100ml에 1g을 넣어 용해하고 여과지로 여과한 후 마이크로 피펫으로 cuvette에 담고, 200nm~700nm 파장 범위에서 자외·가시부 분광광도계(HP8453, Hewlett Packard Ltd, USA)로 측정하였다. 대조구로 증류수를 사용하였다. 또한 고사리 추출염료의 흡수 파장과 tannic acid의 흡수 파장의 비교를

위해 tannic acid 표준품을 이용하여 동일한 방법으로 측정하였다.

(2) TLC 분석

TLC(Silicagel 60 F₂₅₄, Merck)분석법을 위해 고사리 추출 분말 1g을 증류수 10ml에 용해시킨 후 마이크로 피펫으로 spotting 하고 발색시약으로 ferric chloride(FeCl₃)을 사용하였다. 전개용매 비율은 methy alcohol(CH₃OH): acetone(CH₃COCH₃): distilled water(H₂O)=10 : 15: 3으로 하였다.

(3) FT-IR 분석

분말화된 시료를 적외선 분광광도계(FT-IR Spectrometer, Nicolet 6700, Thermo, USA)를 사용하여 KBr pellet법으로 측정하였다. 대조구로 tannic acid(C₁₄H₁₀O₉, Sigma)를 사용하였다.

5) K/S값 및 표면색 측정

(1) K/S값

고사리 추출 분말로 염색한 시험포를 Computer Color Matching system(X-rite 8200, USA)을 사용하여 D₆₅광원 10°시야각, 염색포의 표면반사율R(%)을 측정한 후 360-750nm에서 10nm 간격으로 측정된 각 파장대의 K/S값을 합하였다.

$$\text{Color Value SUM} = \sum_{\lambda=1}^{\# \text{ points}} \frac{K}{S_{\lambda}} \quad \text{for reflectance}$$

$$\text{Color Value SUM} = \sum_{\lambda=1}^{\# \text{ points}} \text{Absorbance}_{\lambda} \quad \text{for transmittance}$$

K: 염색물의 흡수계수(absorption coefficient)

S: 염색물의 산란계수(scattering coefficient)

R: 표면반사율(reflection of monochromatic light)

(2) 표면색

염색물의 색변화를 Computer Color Matching system(X-rite 8200, USA)을 사용하여 CIELAB 표색계의 L^* , a^* , b^* , 채도(metric chroma) C^* 및 색상각 h (hue angle)를 측정 후, L^* , a^* , b^* 로부터 색차(ΔE_{ab}^*)값을 산출하고, Musell의 H V/C를 구하였다.

$$\Delta E_{ab}^* = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2}$$

6) 염색견뢰도 측정

(1) 세탁견뢰도

Launder-O-meter(Yasuda Seiki Seisakusho, Japan)를 사용하여 KS K 0430에 준하여 시험하였다. 수세하고 건조하여 변·퇴색용 Gray Scale(JIS L 0804)로 등급을 판정하며, 백면포의 오염정도는 오염용 Gray Scale(JIS L 0805)로 판정하였다.

(2) 마찰견뢰도

염색된 시료들을 KS K0650에 준하여 Crockmeter(Seisaku-Sho, Japan)를 이용하여 건조시와 습윤시의 마찰 견뢰도를 측정하였다. 변·퇴색용 Gray Scale(JIS L 0804)과, 오염용 Gray Scale(JIS L 0805)로 등급을 판정하였다.

(3) 일광견뢰도

KS K 0700에 준하여 염색된 시료를 carborn arc type Fade-O-Meter(HS-213, Han Won Testing Machine, Korea)를 사용하여 표준퇴색시간동안 광조사한 후 변·퇴색용 Gray Scale(JIS L 0804)로 등급을 판정하였다.

(4) 땀 견뢰도

Perspiration Tester(DL-2012, Dealim Engineering, Korea)를 사용하여 염색된 시료를 KS K 0715에 준하여 산성 땀액과 알칼리성 땀액에 담갔다가 땀 견뢰용 링거(DL-2013, Lab, Dealim Engineering, Korea)에서 짠 다음 시험포를 38℃의 건조기에

서 건조 후 변·퇴색용 Gray Scale(JIS L 0804)로 등급을 판정하고, 오염용 Gray Scale(JIS L 0805)로 등급을 판정하였다.

7) 기능성

(1) 소취성

소취성 평가는 일본섬유평가기술협회(JTETC)의 시험법을 따랐다. 시료 크기 10cm×10cm을 5ℓ의 테트라백에 넣고 초기 농도로 조정된 가스 3ℓ를 주입하고 2시간 후 가스 농도를 검지관(암모니아 3La, 초산 81, 황화수소 4LT)으로 측정하였다. 소취율의 계산식은 아래와 같다.

$$\text{Deodorization rate(\%)} = \frac{A-B}{A} \times 100$$

A : gas concentration of blank

B : gas concentration under specimen existence

(2) 자외선 차단율

염색된 직물의 자외선 차단율은 KS K 0850-2009법에 준하여 자외·가시부 분광광도계(UV-VISIBLE-NIR Spectrophotometer, Perkin-Elmer Lambda950)를 이용하였다. 파장범위 280-400nm에서 파장 간격 5nm 단위로 주사하면서 시료의 자외선 투과율을 측정하여 다음 식을 이용하여 산출하였다.

$$\text{자외선 차단율(\%)} = 100 - \text{자외선 투과율(\%)}$$

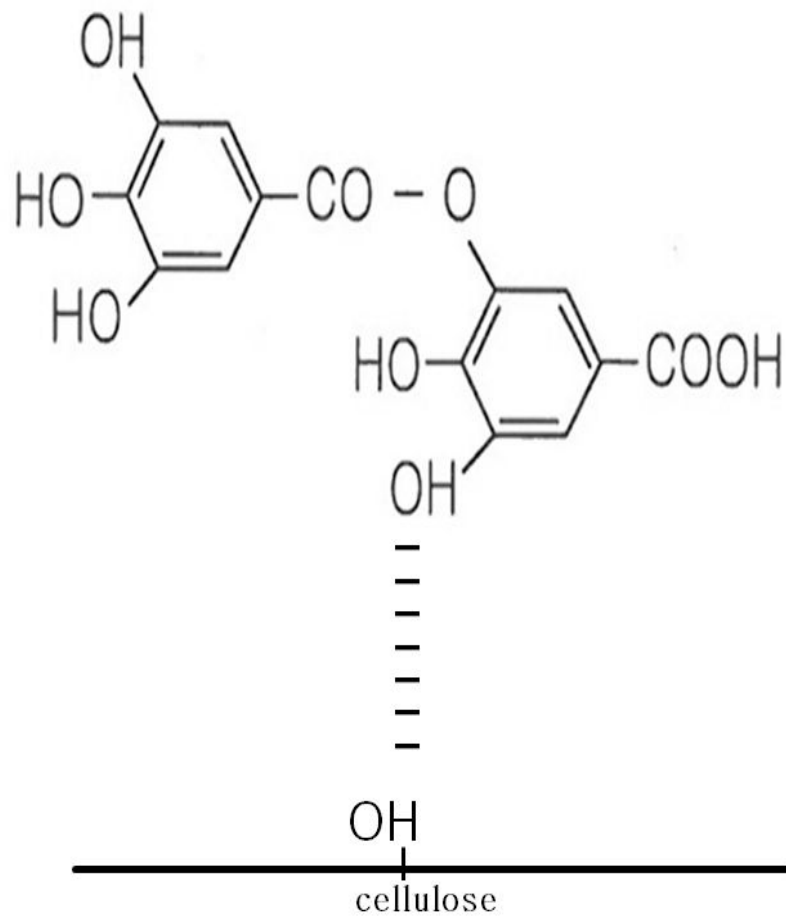
IV. 결과 및 고찰

1. 염액농도에 따른 염색성

<Fig. 4>은 재배 고사리 추출 후 분말화한 염료를 이용하여 용비 1:100, 염액농도 100~700%(o.w.f)까지 변화시키면서 온도 100℃에서 60분간 염색한 결과로 농도 변화에 따른 면직물의 염착량을 K/S값을 나타낸 것이다. 염액농도 500%까지는 염액농도가 증가할수록 염착량도 늘어나고 그 이후에는 감소하는 경향을 보였다. 고사리 추출염료의 적정 농도는 500%임을 알 수 있다. 이후 실험에는 이를 적용하였다.

Table 2는 면직물의 염액농도에 따른 표면색의 색상변화를 나타낸 것이다. 농도가 증가할수록 ΔE^*_{ab} 값이 증가하였다. L^* 값은 농도의 증가에 따라 계속 감소하여 어두워졌으며, a^* 값은 농도 증가에 따라 증가하여 색상이 점점 red방향으로 이동하였다. b^* 값도 농도가 높아질수록 증가하였다. C^* 값도 농도 증가에 따라 증가하여 점점 색이 진해졌다. 색상각 h 는 농도가 증가할수록 감소하여 red방향으로 이동하였음을 보여주고 있다.

Table 3은 면직물의 염액농도에 따른 염착량을 K/S값과 Munsell의 H V/C값으로 나타낸 것이다. 농도가 증가할수록 어두운 YR계열의 색을 나타내었으며 K/S값도 증가하여 면직물에 대한 고사리의 염료의 염착량이 증가하는 것을 알 수 있다. 이러한 결과를 종합하여 염액 농도가 증가할수록 염착량이 증가하고 전체적으로 brown색을 나타내었다. 염색 메커니즘은 셀룰로오즈 섬유의 OH기와 염료의 OH, COOH기 사이에서 수소결합이 이루어지는 것으로 생각된다(Johnson, 1989). <scheme 2>는 고사리에 함유된 tannic acid와 면섬유 사이에 형성되는 수소결합을 나타낸 것이다.



Scheme 2. Hydrogen bonding between cellulose and tannic acid

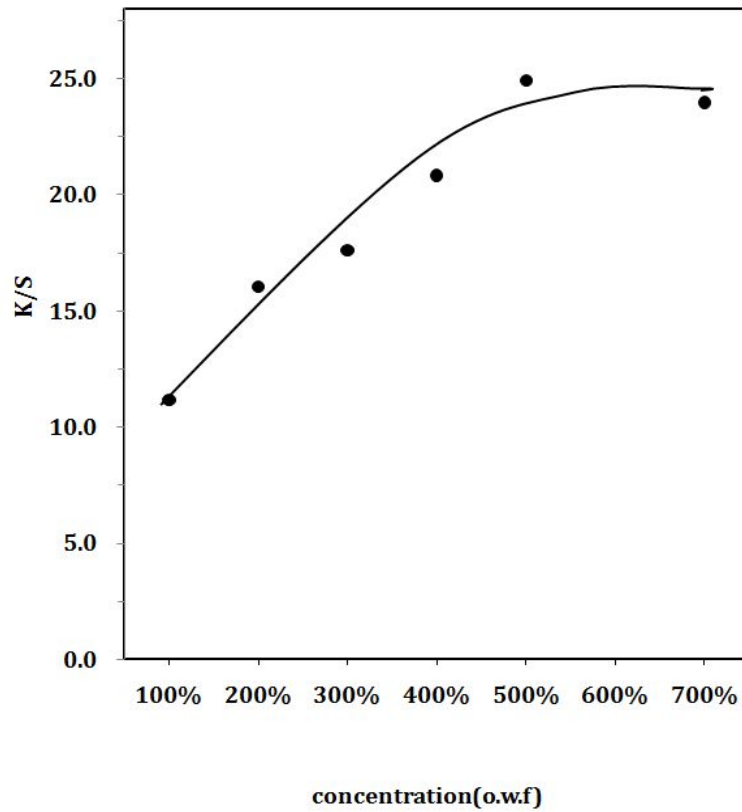


Fig. 4. Effect of dye concentration on the K/S values of cotton fabrics dyed with *Pteridium aquilinum* extract


bath ratio	1:100
dyeing temperature	100°C
dyeing time	60min

Table 2. Effect of dye concentration on the L^* , a^* , b^* , C^* , h and ΔE^*_{ab} values of cotton fabrics dyed with *Pteridium aquilinum* extract*

Conc. (o.w.f)	L^*	a^*	b^*	C^*	h	ΔE^*_{ab}
100	78.04	4.63	12.08	12.94	69.04	20.83
200	74.60	5.76	14.12	15.25	67.81	24.95
300	73.63	5.99	14.41	15.61	67.42	25.94
400	71.80	6.23	15.04	16.28	67.48	27.80
500	69.73	6.22	14.90	16.15	67.32	29.40
700	70.77	6.33	14.55	15.87	66.51	27.63

*bath ratio 1:100, 100°C/60min

Table 3. Effect of dye concentration on the H V/C and K/S values of cotton fabrics dyed with *Pteridium aquilinum* extract*

Conc. (o.w.f)	H	V/C	K/S	Fabrics
100	8.0YR	7.7/2.1	11.17	
200	7.9YR	7.1/2.5	16.05	
300	7.8YR	7.3/2.6	17.61	
400	8.0YR	7.1/2.7	20.83	
500	7.8YR	6.9/2.6	24.93	
700	7.7YR	7.0/2.6	23.99	

*bath ratio 1:100, 100°C/60min

2. 염색온도에 따른 염색성

염색온도에 따른 면직물의 염착량을 알아보기 위하여 욕비 1;100, 염액농도 500%(o.w.f), pH 5.2에서 온도를 40~100℃로 20℃씩 변화시켜 60분간 염색한 결과를 <Fig. 5>에서 나타내었다. 온도에 따른 K/S값을 살펴보면 염착량이 60℃에서 크게 증가하고 그 이후로 서서히 증가하여 100℃에서 가장 높게 나타났다. Jung et al.(2003)에서 고사리잎 추출액의 견직물 염색에 최적 온도를 80℃로 정한 것은 높은 온도에서 견직물의 물성에 손상을 입을 수 있기 때문이며, 면직물과 같은 셀룰로오스 섬유는 90℃이상에서 염색이 잘 이루어지므로 본 연구에서 이후 실험은 100℃에서 시행되었다.

Table 4는 면직물의 염색온도에 따른 표면색의 색상변화를 나타낸 것이다. 온도가 높아질수록 ΔE^*_{ab} 값이 증가하였다. L^* 값은 온도의 증가에 따라 계속 감소하여 어두워졌으며, a^* 값과 b^* 값은 대체로 증가하여 red 방향으로 이동하는 경향을 나타내었다. C^* 값은 온도 증가에 따라 대체로 증가하였다.

Table 5는 면직물의 염색온도에 따른 염착량을 K/S값과 Munsell의 H V/C값으로 나타낸 것이다. 고사리 추출염료로 면직물에 염색한 것은 YR계열의 색을 나타내었다. 결과를 종합하여 셀룰로오스인 면직물의 염색 온도는 100℃가 적정할 것이라 사료된다.

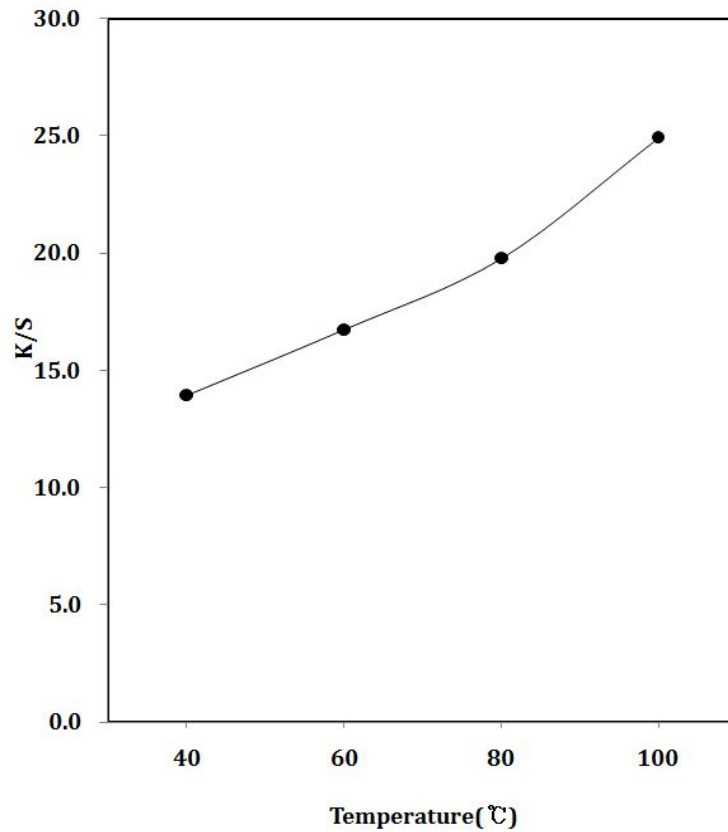


Fig. 5. Effect of dyeing temperature on the K/S values of cotton fabrics dyed with *Pteridium aquilinum* extract


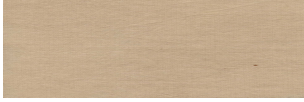
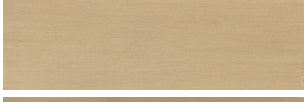
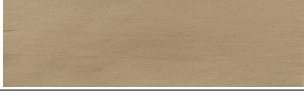
bath ratio	1:100
dye concentration	500%(o.w.f)
dyeing time	60min

Table 4. Effect of dyeing temperature on the L^* , a^* , b^* , C^* , h and ΔE^*_{ab} values of cotton fabrics dyed with *Pteridium aquilinum* extract*

Temperature (°C)	L^*	a^*	b^*	C^*	h	ΔE^*_{ab}
40	77.40	5.55	15.27	16.25	70.01	23.28
60	74.18	6.27	13.88	15.23	65.68	24.99
80	73.65	4.80	16.84	17.51	74.10	26.88
100	69.73	6.22	14.90	16.15	67.32	29.40

*bath ratio 1:100, 500%(o.w.f), 60min

Table 5. Effect of dyeing temperature on the H V/C and K/S values of cotton fabrics dyed with *Pteridium aquilinum* extract*

Temperature (°C)	H	V/C	K/S	Fabrics
40	8.1YR	7.6/2.6	13.93	
60	8.6YR	7.1/2.8	16.74	
80	9.5YR	7.3/2.7	19.78	
100	7.8YR	6.9/2.6	24.93	

*bath ratio 1:100, 500%(o.w.f), 60min

3. 염색시간에 따른 염색성

<Fig. 6>은 면직물의 염색시간에 의한 염착량의 그래프를 나타낸 것이다. 욕비 1:100, 염액농도 500%(o.w.f), pH 5.2에서 30~120분동안 30분 간격의 변인으로 염색하였다. <Fig. 6>에 의하면 60분에서 가장 높은 염착량을 보이고 이후에는 염착량이 감소하는 것을 알 수 있다. 이는 60분에서 염료와 면직물간의 염착평형에 도달함을 의미한다.

Table 6은 면직물의 염색시간에 따른 표면색의 색상변화를 나타낸 것이다. 60분에서 ΔE^*_{ab} 값이 크게 증가하였다. L^* 값은 60분에서 감소하여 어두워졌다, a^* 값은 60분에서 그 값이 높아져 red방향으로 이동하였다. b^* 값은 60분에서 14.90으로 가장 높게 나타났다. 색상각 h는 60℃에서 67.32로 낮게 나타났다.

Table 7은 면직물의 염색온도에 따른 염착량을 K/S값과 Munsell의 H V/C값으로 나타낸 것이다. 재배된 고사리 추출액으로 분말화한 시료로 면직물에 염색한 것은 reddish한 yellow계열의 색을 나타내며 60분에서 K/S값이 0.542로 가장 높게 나타나 고사리 추출 색소의 염착평형은 60분 정도에서 이루어짐을 알 수 있다. 따라서 최적 염색 시간은 60분이며 본 연구에서는 이를 적용하여 실험하였다.

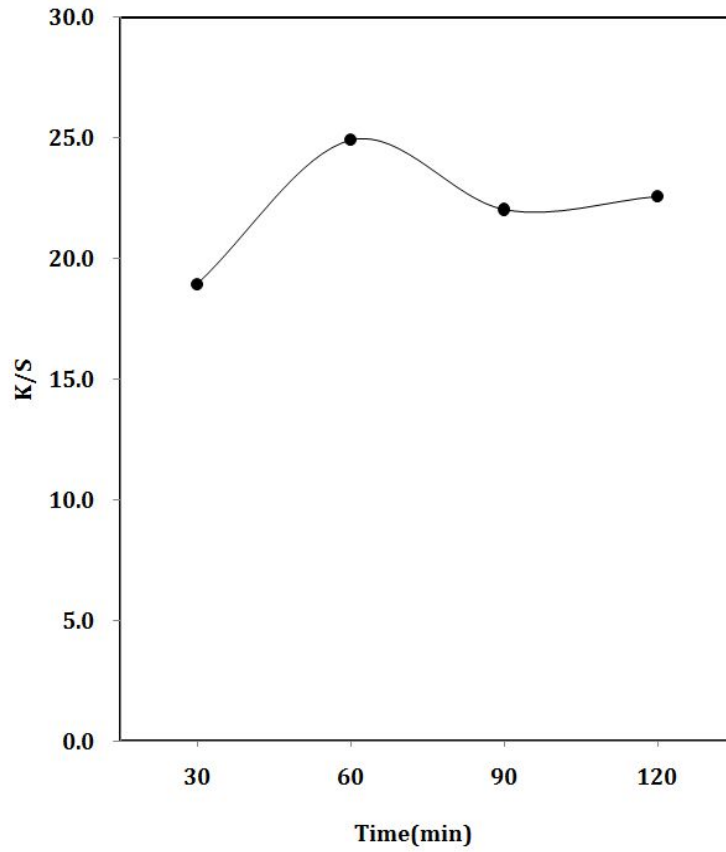


Fig. 6. Effect of dyeing time on the K/S values of cotton fabrics dyed with *Pteridium aquilinum* extract


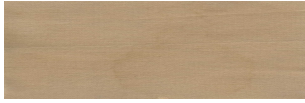

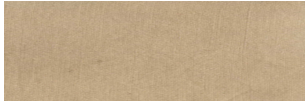
bath ratio	1:100
dye concentration	500%(o.w.f)
dyeing temperature	100°C

Table 6. Effect of dyeing time on the L*, a*, b*, C*, h and ΔE^*_{ab} values of cotton fabrics dyed with *Pteridium aquilinum* extract*

Time(min)	L*	a*	b*	C*	h	ΔE^*_{ab}
30	73.12	5.39	15.06	15.99	70.29	26.27
60	69.73	6.22	14.90	16.15	67.32	29.40
90	71.59	5.90	15.81	16.87	69.55	28.01
120	71.29	6.10	16.30	17.40	69.49	28.07

*bath ratio 1:100, 100°C, 500%(o.w.f)

Table 7. Effect of dyeing time on the H V/C and K/S values of cotton fabrics dyed with *Pteridium aquilinum* extract*

Time(min)	H	V/C	K/S	Fabrics
30	8.5YR	7.2/2.6	18.95	
60	7.8YR	6.9/2.6	24.93	
90	8.3YR	7.1/2.7	22.03	
120	8.4YR	7.0/2.8	22.58	

*bath ratio 1:100, 100°C, 500%(o.w.f)

4. 염욕 pH에 따른 염색성

<Fig. 7>은 고사리 추출 염료에 구연산과 수산화나트륨을 사용하여 염욕의 pH를 3, 5.2, 7, 11로 조정 한 후 옥비 1:100, 염액농도 500%(o.w.f), 100℃에서 60분간 염색 하여 pH에 따른 면직물의 염착량을 나타낸 것이다. 재배된 고사리 추출액의 pH는 5.2로 나타났으며 이는 고사리의 총 당 81.80% 중에 산성 당이 31.61%로 구성되어 있어 약산성을 나타내는 것이라 생각된다(Oh et al., 1994). 그러나 선행연구에서 나타난 자생 고사리의 pH 4.5와 pH 4.7보다(Jung et al., 2003; Lee & Choi, 2011) 높은 것으로 나타났다. 그 원인은 고사리의 재배시 사용하는 비료의 영향(Lee et al., 2010)으로 토양의 pH는 5.5~5.7로 자생 토양의 pH 5.2보다 높기 때문이라 사료된다. pH 3의 산성 염욕에서 가장 높은 염착량을 나타내었으며 그 원인은 분말화한 고사리 추출 염료는 응집되어 중합체가 형성되어 있다. 여기에 산을 처리하면 분자가 해리되어 단분자층 상태로 되고 크기가 작아진 염료 분자가 직물의 염착좌석에 작용하여 염착량이 증가한다. pH 7까지 급격히 감소하는 경향을 나타냈고, pH 11에서도 큰 차이가 없었다. 이처럼 pH가 증가할수록 염착량이 현저하게 감소하였다. pH 3에서 염착량은 높으나 면직물이 산에 약한 점을 감안하여 고사리 추출액의 본래 pH 5.2에서 염색을 실시하였다.

Table 8은 면직물의 pH에 따른 표면색의 색상변화를 나타낸 것이다. pH 3에서 ΔE^*_{ab} 값이 가장 크게 나타났고 염욕의 pH 값이 높아질수록 ΔE^*_{ab} 값이 떨어지는 결과를 보였다. 면직물은 산에 약하기 때문에 고사리 추출액의 본래 pH인 5.2에서 높게 나타났으므로 pH 3의 염욕에서 염색할 시 직물의 손상이 커지는 것을 감안한다면 시료 본래의 pH 5.2가 적정하다. L^* 값은 pH 값이 높아질수록 밝아지는 경향을 보였고, a^* 값은 pH가 낮아질수록 증가하여 색이 짙어지는 것을 확인할 수 있었다. Table 9는 염욕의 pH 변화에 따른 면직물의 염착량을 K/S 값과 Munsell의 H V/C 값으로 나타낸 것이다. 전체적으로 면직물에 염색한 것은 YR계열의 색을 나타내었다. 재배된 고사리 추출액의 면직물에 대한 적정 염색 조건은 염액농도 500%(o.w.f), 온도 100℃, 염색시간 60분, 염욕 pH 5.2로 생각되며 이후 염색회수와 염색건뢰도 평가 및 기능성 평가를 위한 실험에서 이와 같은 방법으로 진행하였다.

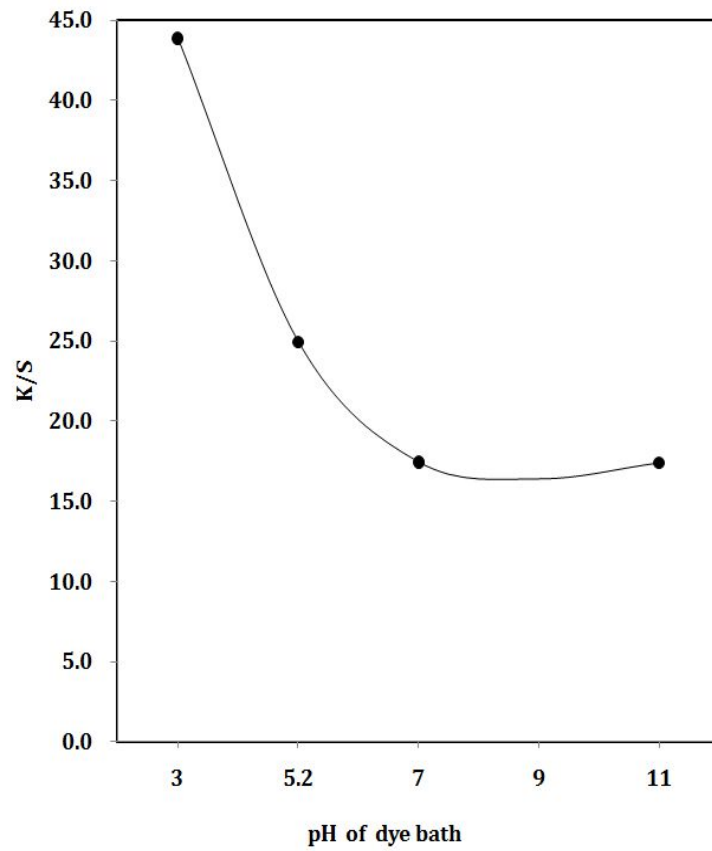


Fig. 7. Effect of dye bath of pH on the K/S values of cotton fabrics dyed with *Pteridium aquilinum* extract

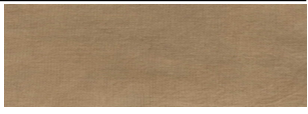

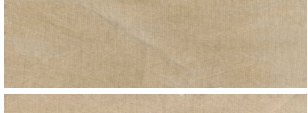
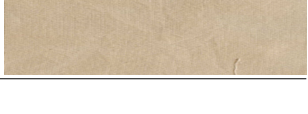
bath ratio	1:100
dye concentration	500%(o.w.f)
dyeing temperature	100°C
dyeing time	60min

Table 8. Effect of dye bath pH on the L*, a*, b*, C*, h and ΔE^*_{ab} values of cotton fabrics dyed with *Pteridium aquilinum* extract*

pH of dye bath	L*	a*	b*	C*	h	ΔE^*_{ab}
3	62.63	8.61	17.97	19.92	64.40	37.11
5.2	69.73	6.22	14.90	16.15	67.32	29.40
7	76.55	4.96	12.50	13.45	68.35	22.02
11	73.31	4.56	12.87	13.65	70.48	24.75

*bath ratio 1:100, 500%(o.w.f), 100°C/60min.

Table 9. Effect of dye bath pH on the H V/C and K/S values of cotton fabrics dyed with *Pteridium aquilinum* extract*

pH of dye bath	H	V/C	K/S	Fabrics
3	7.5YR	6.2/3.3	43.88	
5.2	7.8YR	6.9/2.6	24.93	
7	7.8YR	7.6/2.2	17.43	
11	8.4YR	7.2/2.2	17.38	

*bath ratio 1:100, 500%(o.w.f), 100°C/60min.

5. 염색회수에 따른 염색성

<Fig. 8>은 면직물의 염색회수에 따른 염착량을 나타낸 것이다. 욕비 1:100, 100℃에서 60분간 염액농도 500%(o.w.f), pH 5.2의 조건에서 1~5회 염색을 실시하였다. 염착좌석이 평형을 나타내기 위해서는 에너지가 필요로 하고 염색을 하게 되면 염료와 섬유와의 염착과 탈리가 반복되면서 안정된 결합을 하게 된다. 그 결과로 1~5회 염색회수가 증가할수록 K/S값이 증가하는 경향을 나타내었다. 염료와 섬유 간에 수소결합이 일어나는 다분자층 흡착의 경우 염료와 섬유가 모두 결합하더라도 염료들 간의 결합이 계속 일어나기 때문이다(Cho, 2010).

Table 10은 면직물의 염색회수에 따른 표면색의 색상변화를 나타낸 것이다. ΔE^*_{ab} 값은 계속 증가하여 어두워지는 경향을 나타내었다. L^* 값은 염색회수의 증가에 따라 감소하여 red 방향으로 이동함을 확인하였다.

Table 11은 면직물의 염색회수에 따른 면직물의 염착량을 K/S값과 Munsell의 H V/C값으로 나타낸 것이다. 전체적으로 면직물에 염색한 것은 YR계열의 색을 나타내었다.

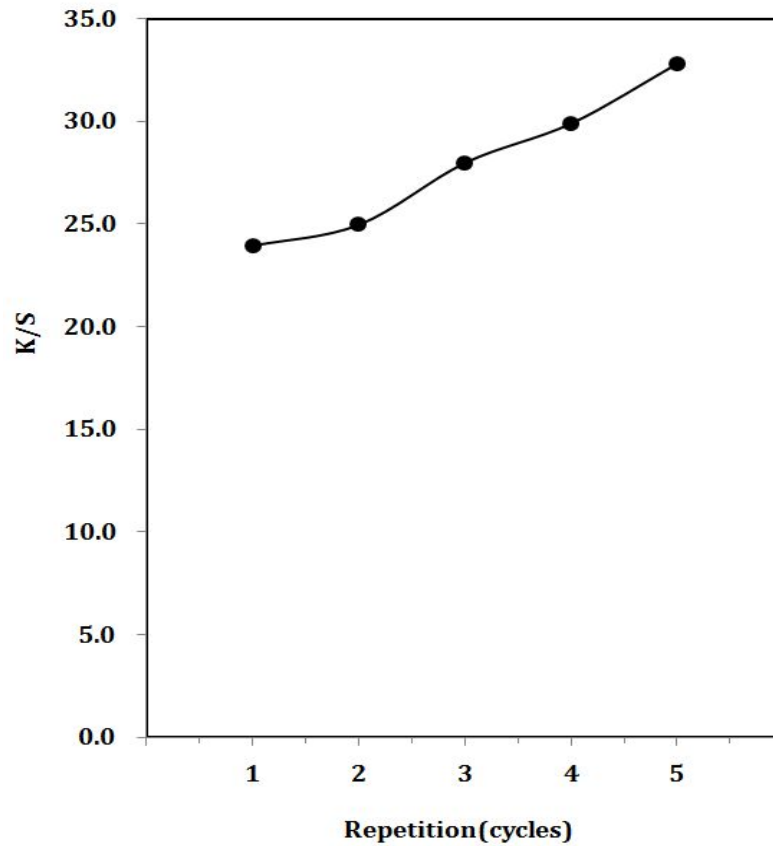


Fig. 8. Effect of dyeing repetition on the K/S values of cotton fabrics dyed with *Pteridium aquilinum* extract


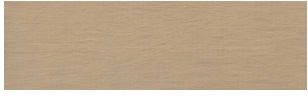
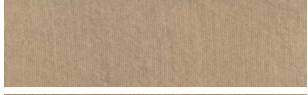

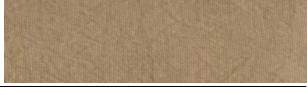
bath ratio	1:100
dye concentration	500%(o.w.f)
dyeing temperature	100℃
dyeing time	60min
dye bath pH	pH 5.2

Table 10. Effect of dyeing repetition on the L*, a*, b*, C*, h and ΔE^*_{ab} values of cotton fabrics dyed with *Pteridium aquilinum* extract*

Repetition	L*	a*	b*	C*	h	ΔE^*_{ab}
1	69.73	6.22	14.90	16.15	67.32	29.40
2	68.50	6.69	14.85	16.29	65.77	29.64
3	68.39	6.96	15.07	16.60	65.20	30.67
4	66.66	7.08	15.13	16.71	64.92	32.18
5	65.79	6.85	16.55	17.91	67.51	33.10

*bath ratio 1:100, 500%(o.w.f), 100°C/60min, pH 5.2.

Table 11. Effect of dyeing repetition on the H V/C and K/S values of cotton fabrics dyed with *Pteridium aquilinum* extract*

Repetition	H	V/C	K/S	Fabrics
1	7.8YR	6.9/2.6	24.93	
2	7.6YR	6.7/2.7	25.01	
3	7.5YR	6.7/2.7	27.90	
4	7.4YR	7.6/2.8	29.89	
5	7.0YR	6.5/2.9	32.79	

*bath ratio 1:100, 500%(o.w.f), 100°C/60min, pH 5.2.

6. 매염제의 영향

<Fig. 9>는 매염제의 종류에 따른 색상의 변화를 나타낸 것이다. 피로가를 타닌과 카테콜 타닌을 함유한 도토리, 오배자, 감, 호도와 같은 염료들이 매염제의 종류 및 매염방식에 따라 색의 변화를 나타내므로 다색성 염료라고 분류한다(Cho, 2010). 따라서 본 연구에서는 고사리 추출액을 분말화한 염료로 염색한 직물의 매염제 종류에 따른 색의 변화를 살펴보고자 한다. 매염제 처리한 면직물은 대체적으로 Y계열의 색을 나타내었다. Fe의 처리포는 황록색을 나타내고, Cu의 처리포는 황갈색으로 나타났고, Al 처리포의 경우 밝은 황색을 나타내었다. 매염제에 따른 색상변화를 살펴보기 위하여 매염농도 1.15%(o.w.f)로 옥비1:100, 40°C에서 30분간 처리한 결과를 나타낸 것이다.

Table 12과 Table 13은 매염제의 종류에 따른 표면색의 색상변화를 나타낸 것이다. Fe에서 ΔE^*_{ab} 값이 가장 크게 나타났고 Cu, 무매염포, Al 순으로 낮아졌다. L^* 값은 Al 매염에서 무매염포에 비해 증가하여 밝아졌으며 Cu, Fe에서는 감소하여 어두워졌다. a^* 값은 Al, Cu, Fe 후처리한 포가 무매염포 보다 감소하여 green 방향으로 이동하였다. b^* 값은 Al, Cu에서 무매염포 보다 높아져 yellow방향으로 이동하였으며, Fe에서는 감소하여 blue 방향으로 이동하였다.

또한, $FeSO_4$ 후처리한 염색포에 탄산칼륨(K_2CO_3)와 구연산($C_6H_8O_7 \cdot H_2O$)로 각각 처리하여 타닌의 정색반응을 확인한 결과 탄산칼륨 처리포가 황갈색으로 나타나 구연산 처리포가 황색으로 나타나 고사리 추출 염료가 tannin계임을 확인하였다. 이상의 결과를 종합하여 매염제 종류에 따라 다양한 색상을 나타내므로 본 연구에 사용된 고사리 추출염료는 타닌계 색소의 특징인 다색성 염료임을 확인하였다. 이후 매염제 적용 비율에 따른 색상 변화에 대한 연구가 필요할 것이라 사료된다.

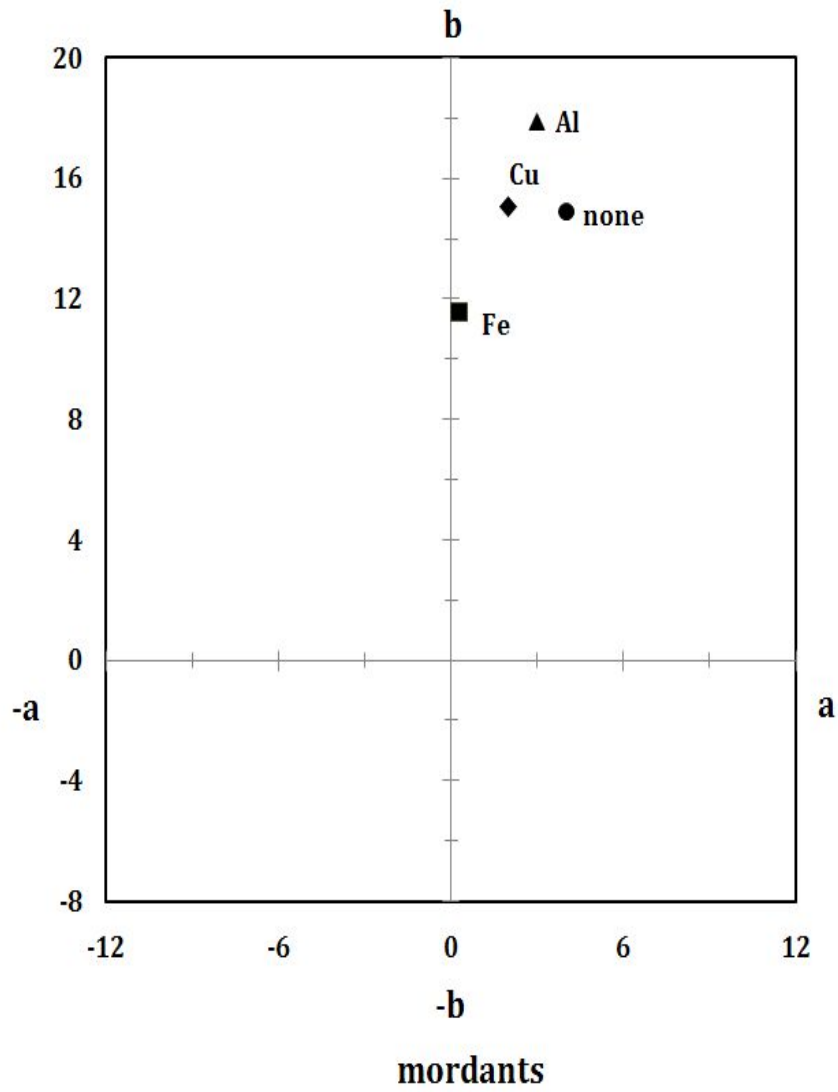





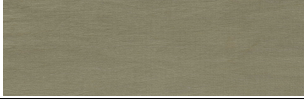
Fig. 9. Effect of mordants on the color transition of cotton fabrics dyed with *Pteridium aquilinum* extract

Table 12. Effect of mordants on the L^* , a^* , b^* , C^* , h and ΔE^*_{ab} values of cotton fabrics dyed with *Pteridium aquilinum* extract*

Mordants	L^*	a^*	b^*	C^*	h	ΔE^*_{ab}
None	69.73	6.22	14.90	16.15	67.32	29.40
Al	71.00	2.60	15.05	15.28	80.19	27.80
Cu	64.90	3.86	17.89	18.30	77.82	34.55
Fe	61.23	1.04	11.22	11.27	84.71	34.73

*bath ratio 1:100, 500%(o.w.f), 100°C/60min, pH 5.2.

Table 13. Effect of mordants on the H V/C and K/S values of cotton fabrics dyed with *Pteridium aquilinum* extract*

Mordants	H	V/C	K/S	Fabrics
None	7.8YR	6.9/2.6	24.93	
Al	1.1Y	7.1/2.2	22.95	
Cu	1.0Y	6.4/2.7	37.53	
Fe	2.7Y	6.0/1.6	44.06	

*bath ratio 1:100, 500%(o.w.f), 100°C/60min, pH 5.2.

7. 재배고사리 추출액의 성분분석

1) 자외·가시부 흡수 스펙트럼 분석

Flavon과 polyphenol류의 흡광도는 pH 또는 추출용매등 여러 요인에 따라 영향을 받지만 대체적으로 220-280nm에서 최대흡수파장을 가지며 탄소사슬에 연결된 벤젠 고리의 수에 따라 더 많은 피크가 나타날 수 있다. 또한 식물에서 추출한 염료의 종류인 타닌의 흡수 파장을 살펴보면 대개 272~285nm 범위이고 이는 타닌구조의 차이에 기인한다(Sul et al., 1995).

<Fig. 10>와<Fig. 11>는 고사리 추출액의 자외·가시부 흡수스펙트럼과 tannic acid의 스펙트럼 결과를 나타낸 것이다. 증류수 100ml에 염료 및 tannic acid를 각각 1g을 용해시킨 후 증류수를 대조구로 측정하였다. <Fig 10>와<Fig. 11>에서 보듯이 고사리 추출액의 흡수파장은 241nm에서 최대흡수파장을 나타내었고, tannic acid의 최대 흡수파장은 242nm에서 나타나 고사리 추출액과 타닌산의 흡수곡선이 매우 흡사하였다.

타닌은 입자가 중합체로 되어 있으므로 빛이 산란되어 많은 피크를 나타내고 고사리 추출액을 분말화한 염료도 이러한 피크를 나타내었다. 또한 tannic acid에 비해 더 넓은 범위에서 피크가 나타났는데 이는 고사리 추출액에 타닌과 함께 여러 성분이 혼합되어 있어서이다. 이러한 결과를 바탕으로 고사리 추출염료에는 tannin이 함유되어 있음을 알 수 있다.

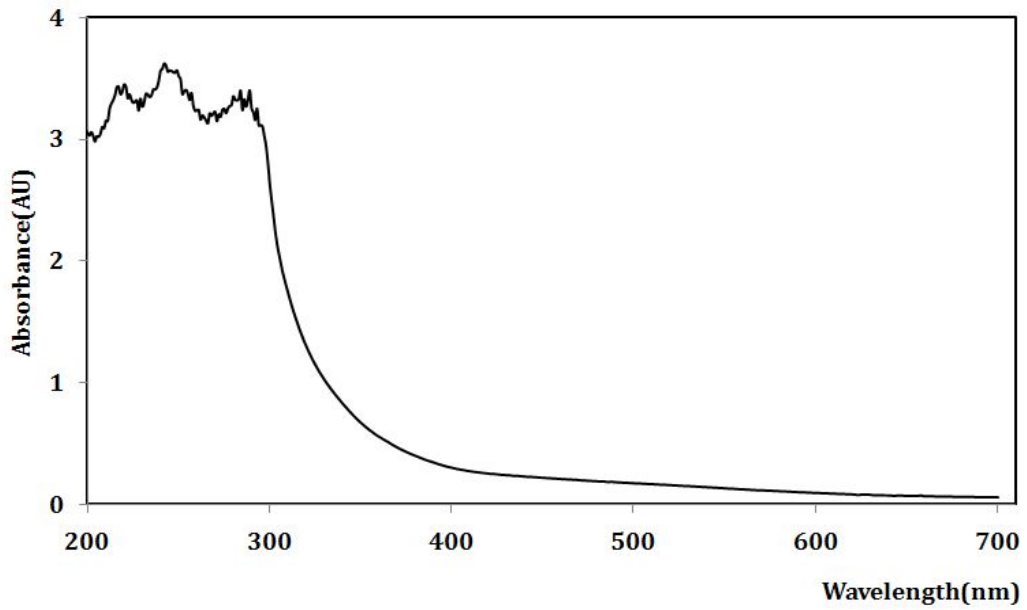


Fig. 10. UV-Vis spectra of tannic acid solution

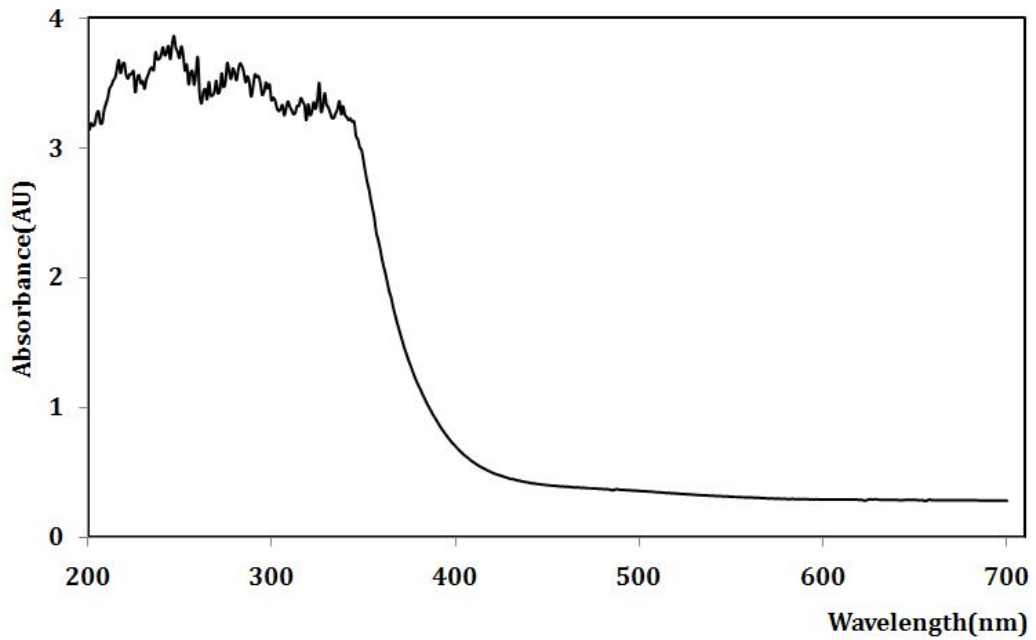
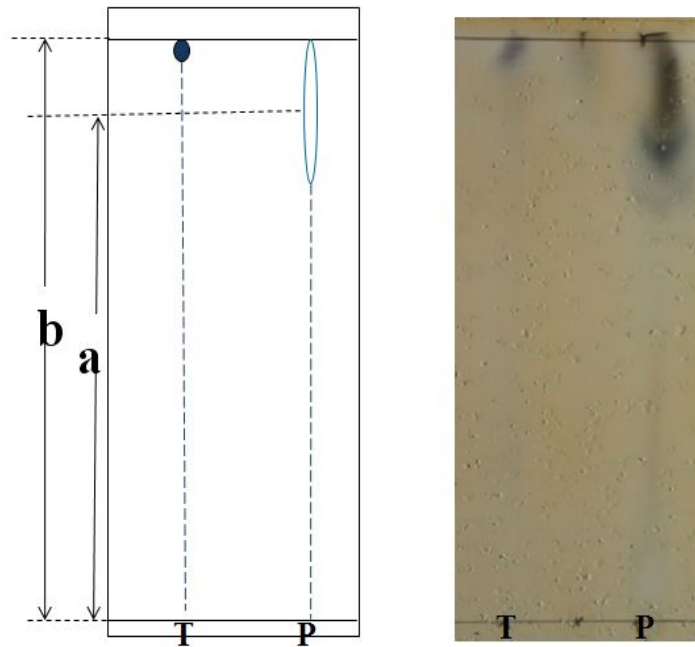


Fig. 11. UV-Vis spectra of *Pteridium aquilinum* extract

2) Thin Layer Chromatography 분석

Thin Layer Chromatography(TLC)는 얇은 plate에 미지의 시료를 spotting한 후 plate를 TLC 전개 용매에 담가 용매와 spotting된 시료, plate의 흡착능이나 극성도의 차이에 의해 성분을 분리하는 방법이다. TLC분석에서 중요한 것은 plate의 선정과 전개용매의 선택이며 Kharbade & Agrawal은 다양한 TLC plate와 혼합용매를 조합하여 사용한 결과 실리카겔 plate와 benzene : ethyl formate : formic acid =74:24: 1의 혼합비율이 염료에 범용으로 사용될 수 있다고 보고하였다(An & Obendorf, 2004). TLC는 미지 시료의 spot이 plate상에서 이동한 거리를 standard sample의 spot이 이동한 거리와 비교하여 판정하는 것이다.

<Fig. 12>에 의하면 tannic acid와 유사한 spot이 확인되었다. tannic acid의 spot은 원형에 가까운 형태로 나타났으며 고사리 분말 시료의 spot은 길쭉한 타원형으로 나타났다. 고사리 추출액의 R_f (Retention factor)가 0.86로 확인되었다. An et al.(2002)은 감잎의 polyphenol 분리를 위한 TLC 전개용매로 benzene: ethyl formate: formic acid를 (1: 7: 1), (1: 7: 2), (2: 5: 1)로 적용하였다. 그 결과로 Silica TLC상에서 $FeCl_3$ 에 의해 청색으로 발색되는 물질은 가수분해형 polyphenol로 동정된다고 보고하였다. Kim(2003)은 귀룽나무 줄기껍질의 타닌 혼합물의 분리를 위해 TLC 전개용매로 $CHCl_3$: MeOH: H_2O =70: 20: 4로 전개하여 R_f 가 0.22, 0.40, 0.41로 나타남을 확인하였다. Shin et al.(1993)은 상수리 타닌성분을 ethylacetate: chloroform: formic acid: H_2O =8:1:1:1로 전개하여 R_f 가 0.93, 0.84, 0.29로 나타나 상수리에 카테콜 타닌과 피로가롤 타닌이 함유되어 있다고 보고하였다. 본 연구에서는 전개용매를 선행연구를 바탕으로 고사리 추출액의 시료에 적합하도록 전개용매를 혼합하여 비율을 조정해 가면서 시행한 것이다. 그 결과 고사리 추출액의 성분은 tannin이 포함되어 있음을 알 수 있다. 또한 $FeCl_3$ 의 발색시약으로 반응시킨 결과 tannic acid의 spot은 dark blue의 색상을 나타냈으며, 고사리 추출액 시료의 spot은 카테콜 타닌의 반응인 green색과 피로가롤 타닌의 반응색인 blue색이 혼합되어 청록색으로 발색되었다. 이는 시료로 사용된 고사리 지상부와 같은 녹색식물체에 많이 함유되어 있는 것으로 알려진 카테콜 타닌성분과 피로가롤 타닌성분이 재배 고사리 지상부 추출액에 혼합하여 존재되어 있음을 의미한다.



T : Tannic acid, P : *Pteridium aquilinum*

Fig. 12. TLC spectra of tannic acid and *Pteridium aquilinum* extract

$$R_f = a/b$$

a : 시료를 spotting한 지점과 전개된 spot 중심 사이의 거리(cm)

b : 용매가 이동한 총 거리(cm)

2) FT-IR 분석

분말화된 시료를 이용하여 KBr Pellet법으로 FT-IR을 측정하였으며 tannic acid를 대조구로 사용하였다. <Fig. 13>은 고사리 시료의 FT-IR스펙트럼 결과를 나타낸 것이다. 3400cm^{-1} 의 페놀성 OH와 2930cm^{-1} 의 CH, 1610cm^{-1} 의 aromatic ring인 C=C, 1410cm^{-1} 의 CH_2 , 1175cm^{-1} 의 carboxylic acids와 그 에스테르 C-O band를 확인하였다(Sim & Han, 1993).

채배된 고사리의 IR 스펙트럼 결과를 선행연구의 사례와 비교 연구하면 Kim(2008)은 소엽의 색소로 추정되는 Shisonin의 색소구조 분석에서 3400cm^{-1} 의 페놀성 OH와 1600cm^{-1} 의 C=C기 방향족 고리의 신축진동을 확인하였으며, Moon(2002)은 성숙과 미성숙 호도외피의 IR 분석에서 3400cm^{-1} 의 페놀성 OH와 1640cm^{-1} 의 C=O기 방향족 고리의 신축진동을 확인하였으며, 1710cm^{-1} 의 흡수피크는 카르복실 산의 C=O기 신축진동을 나타내므로 카르복실기를 가진 산, 방향족 물질 등 다양한 성분이 포함되어 있다고 하였다. 또한 Pang et al.(1996)은 복분자 열매에 함유된 가수분해성 타닌의 분획연구에서 3496cm^{-1} 의 페놀성 OH와 1619cm^{-1} , 1444cm^{-1} 의 C=C기 aromatic 방향족 고리의 신축진동을 확인하여 복분자 열매의 가수분해 타닌에 gallic acid가 함유되어 있다고 확인하였다. Jung and Lee(2011)는 대나무 줄기와 잎에 포함된 색소의 비교에 IR 스펙트럼을 확인하여 3400cm^{-1} 의 페놀성 OH로 넓은 범위의 신축진동과 2900cm^{-1} 의 C-H기의 신축진동, 1610cm^{-1} 의 C=O기의 신축진동, 1110cm^{-1} 의 C-O기 신축진동을 확인하여 대나무가 플라보노이드의 화합물로 구성되어 있다고 하였다. Song et al.(2009)은 라디아타 소나무 수피에서 제조한 PinuxTM염료의 색소의 분석에 FT-IR을 이용하였으며 3300cm^{-1} 의 넓게 나타난 polymeric phenol의 OH의 신축진동과 1610cm^{-1} 과 1450cm^{-1} 의 aromatic ring의 특성 peak와 1067cm^{-1} 의 C-O-C 결합의 ether의 대칭신축운동 peak를 확인하였고 1200cm^{-1} 의 페놀성 C-O기 신축 peak를 확인하여 PinuxTM염료가 벤젠환이 2개 붙어 있는 proanthocyanidin으로 확인하였다. 구아바잎 추출물의 색소성분 분석 연구(Han, 2011)에서는 구아바 잎에 들어 있는 색소를 축합형 타닌인 catechin색소로 규정하고 대조구를 catechin을 사용하여 IR 스펙트럼 분석을 한 결과 3400cm^{-1} 의 비교적 넓은 흡수 peak의 페놀성 OH와 2920cm^{-1} 부근의 흡수 peak는 방향족 C-H이고 1620cm^{-1} 와 1410cm^{-1} 의 aromatic band인 C=C기 신축진동을 확인하였으며, 1107cm^{-1}

과 1050cm^{-1} 의 C-O기 신축진동을 나타내므로 이는 대조구인 catechin의 IR 스펙트럼 peak와 비슷한 구조를 나타내고 있다고 하였다. 이처럼 선행연구를 바탕으로 재배된 고사리 추출염료의 IR 스펙트럼 분석을 비교한 결과 제주에서 재배된 고사리 추출액에는 축합형 타닌과 가수분해형 타닌이 혼합되어 있음을 알 수 있다. tannin계 색소로 감, 오배자, 물식자, 석류, 사방오리나무, 정향, 가자 등이 있으며 이들은 항균성과 자외선 차단성을 함유한 것으로 보고되고 있다. 선행연구(Jung et al., 2003)에서 고사리잎 추출액의 타닌 상대용량을 정량화한 결과 피로가롤 타닌이 0.5727g , 카테콜 타닌이 0.1650g 으로 나타나 고사리잎에는 피로가롤 타닌이 카테콜 타닌보다 3배 이상 많이 함유되어 있다고 보고하고 있으며 카테콜 타닌의 peak와 피로가롤 타닌의 peak가 본 연구에 사용된 분말화한 재배 고사리 염료의 peak와 일치하였다. 따라서 재배 고사리 추출 염료에는 카테콜 타닌과 피로가롤 타닌이 혼합되어 있음을 알 수 있다.

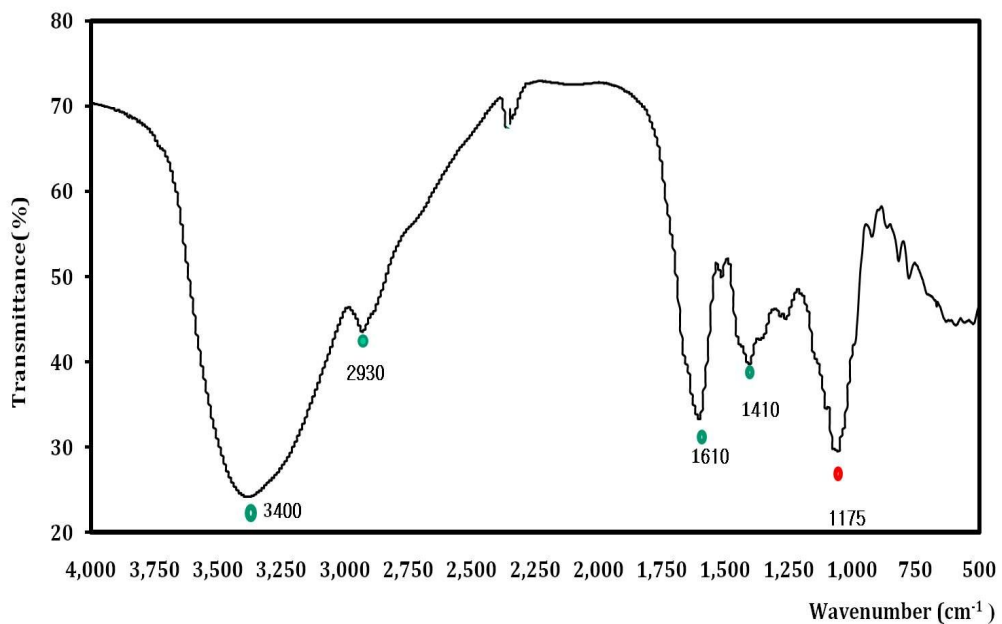


Fig. 13. FT-IR spectrum of *Pteridium aquilinum*

8. 염색견뢰도

재배된 고사리 추출 염료로 염색한 면직물의 염색견뢰도를 알아보기 위하여 용비:100, 농도500%(o.w.f), 염색온도 100℃, 염색시간 60분, 염욕의 pH 5.2에서 실시하였다.

Table 14는 염색한 면직물의 마찰과 세탁견뢰도의 결과를 나타낸 것이다. 마찰견뢰도는 건, 습 조건 모두에서 5등급의 우수한 견뢰도를 나타내었으며, 세탁견뢰도에서도 알칼리 세제를 사용하였을 때 3-4급으로 양호하게 나타났으며 천연염색 제품에 일반적으로 적용하고 있는 중성세제(애경, 울삼푸)를 사용하여 실험한 결과 우수한 4-5등급의 견뢰도가 나타났다. 이는 Seo and Song(2011)의 타닌을 함유한 울피를 천연매염제로 사용하여 달맞이꽃 염료로 염색한 연구에서와 같이 울피의 매염처리로 세탁견뢰도가 향상된다는 결과와 같은 것이다. 그러므로 고사리로 염색한 면직물의 세탁견뢰도는 좋으며 세탁 시에는 중성세제를 사용하는 것이 바람직하다.

Table 15는 염색한 면직물의 일광견뢰도와 땀견뢰도를 평가한 결과를 나타낸 것이다. 일광견뢰도의 경우 2등급으로 낮게 나타나 향후 견뢰도 증진을 위한 다양한 연구가 필요할 것으로 생각된다. 땀견뢰도의 경우 산성땀액에서 변퇴색이 4~5등급, 오염이 4~5등급을 나타내었으며 우수하였으며, 알칼리성 땀액에서는 변퇴색이 3~4등급, 오염이 2~3등급으로 양호한 결과를 보였다.

Table 14. Colorfastness to washing and rubbing of the cotton fabrics dyed with *Pteridium aquilinum* extract

colorfastness	Washing				Rubbing	
	alkaline detergent		neutral detergent		Dry	Wet
	fadeing	staining	fadeing	staining		
dyed cotton	3-4	4	4-5	5	5	5

Table 15. Colorfastness to perspiration and light of the cotton fabrics dyed with *Pteridium aquilinum* extract

colorfastness	perspiration				Light fastness
	Acid		Alkaline		
	fadeing	staining	fadeing	staining	
dyed cotton	4-5	4-5	2-3	3-4	2

9. 기능성

1) 소취성

Table 16은 염색한 직물의 소취성 실험에 대한 결과를 나타낸 것이다. 표준백면포를 대조구로 하고 100℃에서 60분간 5회 반복 염색한 무매염포를 사용하였다. 일상생활에서 발생하는 악취에는 땀 냄새, 노인 냄새, 배설물 냄새, 담배 냄새, 쓰레기 냄새 등이 있다. 땀 냄새에는 암모니아, 초산, 이소발레르산 성분이 들어있고, 노인 냄새의 경우는 암모니아, 초산, 이소발레르산, 노네날(nonenal) 성분으로 되어 있다. 배설물 냄새는 암모니아, 초산, 메칠머르캡탄, 황화수소, 인돌 성분이 들어 있고 담배 냄새에는 암모니아, 초산, 아세트알데히드, 피리딘, 황화수소로 구성되어 있다. 쓰레기 냄새에는 황화수소, 메칠머르캡탄, 트리메칠아민, 암모니아성분이 들어 있다. 그러므로 본 연구에서는 암모니아, 초산, 황화수소에 대한 소취성 시험을 하였다. Table 16과 같이 암모니아 가스(NH_3)에서는 백면포가 28.6% 감소율을 나타내고 고사리 염색포가 88.8% 감소율을 나타내 암모니아 가스에 대한 소취성이 큰 것으로 나타났다. 초산가스(CH_3COOH)에 대한 시험 결과는 백면포가 34.1%이고 고사리 염색포가 78.0%로 우수하였다. 또한 황화수소 가스(H_2S)에서는 백면포가 16.2%이고 고사리 염색포가 24.3%로 나타나 고사리 염색포가 황화수소 가스에 대해서는 소취성이 없는 것으로 확인되었다. 이러한 결과로 살펴볼 때 고사리 염색직물은 땀 냄새, 노인 냄새, 배설물 냄새, 담배 냄새의 성분인 암모니아와 초산에 대한 소취성이 우수하므로 땀에 오염되기 쉬운 속옷이나 잠옷, 침구류 등에 응용이 가능할 것으로 기대된다.

Table 16. Deodorization rates of fabrics dyed with *Pteridium aquilinum* extract

Gas \ Deodorization	Deodorization rates(%)	
	Control	Dyed cotton
Ammonia(NH ₃)	28.6	88.8
Acetic acid(CH ₃ COOH)	34.1	78.0
Hydrogen sulfide(H ₂ S)	16.2	24.3

2) 자외선 차단율

자외선은 태양광에 포함된 가시광선 보다 짧은 파장의 빛으로 눈에 보이지 않는 빛이다. 파장의 범위에 따라 UV-A(320-400nm), UV-B(290-320nm), UV-C(200-280 nm)로 나뉘며 이 중 UV-C는 대기 중에 오존층에서 대부분 차단되므로 실제로 일광에 포함되는 자외선은 주로 UV-A와 UV-B이다. 자외선의 95%를 차지하는 UV-A는 비가 오거나 흐린 날에도 있으며 진피까지 침투하고 피부가 붉어지는 홍반증상으로 나타난다. 자외선의 5%인 UV-B는 여름철이나 맑은 날에 나타나고 표피에 자극을 주어 수포가 생기는 2도 화상을 일으킨다. 본 연구에서는 고사리 추출염료의 자외선 차단 효과를 살펴보기 위해 100℃에서 60분간 5회 반복 염색한 무매염포를 사용하였다. 대조구로 표준 면직물(KS K0905)을 사용하였다.

자외선 차단율을 측정한 결과 Table 17과 같이 표준 면직물의 UV-A 차단율이 67.1%, UV-B 차단율이 68.4%이나 고사리 추출염료로 염색한 직물은 UV-A에서 94.2%, UV-B에서 96.8%로 우수한 결과를 보였다. 고사리 염색포의 UPF는 27로 very good의 범주에 속해 우수한 자외선 차단 효과를 나타내었다.

Table 17. UV protection of fabrics dyed with *Pteridium aquilinum* extract

UV protection(%)					
Test Method: KS K 0850-2009					
Sample	UPF(SPF)*	T(UV-A)%** (315~400nm)	T(UV-B)%*** (290~315nm)	UV-A**** (315~400nm)	UV-B***** (290~315nm)
Control	3	32.9	31.6	67.1	68.4
Dyed cotton	27	5.8	3.2	94.2	96.8

* ultraviolet protection factor

** transmission rate of UV-A

*** transmission rate of UV-B

**** protection rate of UV-A

***** protection rate of UV-B

UPF	Effective UV transmission	Protection category
15-24	6.7-4.1%	good
25-39	4.0-2.6%	very good
≥40	≤2.5%	excellent

Note: According to Australian Standard

V. 결 론

본 연구의 목적은 재배된 고사리 추출염료의 면직물에 대한 적정 염색 조건을 찾는 것이다. 그리고 매염제 종류에 따른 표면색의 변화를 검토하며 고사리에 함유된 색소를 확인하고, 염색 견뢰도와 기능성 시험을 통하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

먼저 적정 염색조건은 염액농도 500%(o.w.f)이고, 염색시간 60분, 염색온도 100℃, 염욕의 pH는 5.2로 나타났다. 염색회수에 따른 염착량은 5회 반복염색에서 높게 나타나서 반복염색이 효과적임을 알 수 있다. 매염제의 영향으로 Y계열 색을 나타내었다.

UV-Vis spectrum 분석 결과로 고사리 추출염료는 241nm에서 tannic acid은 242nm에서 최대흡수파장(λ_{max})이 나타나 고사리에 tannic acid가 함유되어 있음을 확인하였다. TLC분석 결과 고사리 추출액이 tannic acid와 유사한 spot을 나타내고 $FeCl_2$ 발색으로 청록색을 나타내 catechol tannin과 pyrogallol tannin이 혼합되어 있음을 알 수 있다. FT-IR 분석 결과 3400 cm^{-1} 의 페놀성 OH로 2930 cm^{-1} 의 CH, 1610 cm^{-1} 의 aromatic ring인 C=C, 1410 cm^{-1} 의 CH_2 , 1175 cm^{-1} 의 carboxylic acids와 그 에스테르 C-O band를 확인하였다. 따라서 고사리의 추출염료의 색소성분은 catechol tannin과 pyrogallol tannin의 혼합성분임을 확인하였다.

염색 견뢰도에서 일광견뢰도는 2급으로 나타났다. 세탁견뢰도는 알칼리 세제에서 3-4급으로 나타났으며 중성세제를 사용하였을 때 4-5급으로 향상되었다. 마찰견뢰도에서는 건식과 습식 모두 5급으로 우수하였다. 땀 견뢰도에서 산성 땀에서 4-5급으로 알칼리성 땀에서 2-3급으로 양호하였다.

소취성 시험 결과 암모니아 가스(NH_3)에서 88.8% 감소율을 나타내 소취율이 우수한 것으로 나타났다. 초산가스(CH_3COOH)에서 78.0%로 감소율을 나타내어 우수한 소취성을 보였다. 황화수소 가스(H_2S)에서 24.3%로 나타나 황화수소 가스에 대해서는 소취성이 없는 것으로 확인되었다. 고사리 염색직물은 땀 냄새, 노인 냄새, 배설물 냄새, 담배 냄새의 성분인 암모니아와 초산에 대하여 우수한 소취성을 나타내었다. 자외선 차단율은 표준 면직물에 비해 크게 향상되었다. UV-A(315-400nm)가

94.2%이고 UV-B(290-315nm)에서 96.8%이다. 자외선 차단지수(UPF)에서도 27로 우수하였다.

이상과 같이 재배 고사리의 주산지인 제주도에서 폐기되고 있는 고사리 부산물을 이용하여 염색성을 검토해 본 결과 일광견뢰도를 제외한 모든 견뢰도가 우수하였고, 소취성 및 자외선 차단성을 가지고 있으므로 기능성 천연염료로 이용가능성을 확인하였다. 향후 면직물의 농색을 위한 후속연구가 필요하다.

VI. 참고 문헌

- Alan Johnson. (1989). *The theory of coloration of textiles (2nd ed.)*. The Society of Dyers and Colourists, 142.
- An, B. J., Bae, M. J., Choi, H. J., Zhang, Y. B., Sung, T. S., & Choi, C. (2002). Isolation of Polyphenol Compounds from the Leaves of Korean Persimmon(*Di aspyus kaki L. Folium*). *Journal of the Korean Society for Applied Biological Chemistry*, 45(4), 212-217.
- An, C. S., & S.Kay Obendorf. (2004). Comparison of TLC and GC-MS Method in the Analysis of Dye Extracted from Madder Plant. *The Research Journal of the Costume Culture*, 12(4), 579-590.
- Bai S. K. (2007). The Dyeing Properties of Cotton Fabric Dyed with Purple Onion Shell Extract. *Journal of the Korean Society for Clothing Industry*, 9(4), 441-444.
- Bai S. K. (2008). Dyeing Properties of *Morus alba L.* Fruit Powder on the Silk Fabric. *Journal of the Korean Society for Clothing Industry*, 779-783.
- Cho, J. S. (1978). Physico-chemical Properties of Bracken(*pteridium aquilinum*)-Morphology and Chemical Properties. *Journal of the Korean Society of Food Science and Technology*, 10(1), 57-62.
- Cho, J. S., Kim, S. K., Lee, K. H., & Kwon, T. W. (1981). Physico-chemical Properties of Bracken(*pteridium aquilinum*) Root Starch-II. Physical Properties. *Journal of the Korean Society of Food Science and Technology*, 13(2), 133-141.
- Cho, K. R. (2010). *천연염료 · 염색사전[Natural Dyestuff and Dyeing Dictionary]*. Busan: Achuihun. 438.

- Cho, K. R. (2010). *천연염색연구[Researched in Natural Dyeing]*. Seoul: Hyungsul. 163-165.
- Cho, K. R. (2010). *천연염색의 이해[Introduction to Natural Dyeing]*. Busan: Achuihun. 99-175.
- Cho, K. R. (2011). *고문헌 중의 천연염색[Natural Dyeing in the Ancient Writing]*. Busan: Achuihun. 219-337.
- Cho, Y. J., An, B. J., & Choi, Ch. (1993). Isolation and Enzyme Inhibition of Tannins from Korean Green Tea. *Journal of the Korean Society Biochemistry and Molecular Boiology*, 26(3), 216-223.
- Choi, I. R., & Joen, M. S. (2011). Dyeing Properties and Ultraviolet-cut Ability of Dyed Fabrics with *Petasites japonicus* Extract. *The Research Journal of the Costume Culture*, 19(1), 96-103.
- Choi, J. M., Kim, Y. S., & Yi, E. J. (2010). Colormetric Properties and Color Sensibility Factor for Naturally Dyed Fabrics by Microbial Prodigine Colorant. *Journal of Korean Society for Emotion and Sensibility*, 13(4), 693-702.
- Choi, M. (2011). *Development of Natural Colorants Using Algae*. Department of Clothing & Textiles, Unpublished master's thesis, Chonnam National University, Gwangju.
- Choi, Y. J. (2009). *산나물 채배와 이용법[Namul Culcivation and How to Use]*. Seoul: Osung. 47-49, 386-387.
- Chu, Y. J. (2006). The Study on the Dyeing Properities of Acorn Shell Extract. *Journal of the Korean Society of Costume*, 56(1). 143-149.
- Colin Gale & Jasbir Kaur. (2002). *The Textile Book*. Biddles Ltd., New York: Guildford and King 's Lynn, 109-110.
- Han, M. R. (2011). Natural Dyeing of Fabrics with Guava(*Psidium guajava* L.) Leaf Extract. Unpublished doctoral dissertaion, Gyeongsang National

University, Jinju.

- Han, M. R., & Lee, J. S. (2009). Natural Dyeing of Cotton Fabrics with *Rumex crispus* L. Root. *Journal of the Korean Society of Clothing and Textiles*, 33(2), 222-229.
- Han, M. R., & Nam, Y. J. (2003). Natural Dyeing and Dyed Fabrics Properties with Persimmon Juice. *Journal of the Korean Society for Clothing Industry*, 12(2), 224-232.
- Heo, B. G., Jang, H. G., Cho, J. Y., Park, J. O., Yoo, Y. K., & Park, Y. J. (2004). Effects of Natural Dyeing Conditions on the Dyeability of Cotton Fabrics by Natural Dyes Extracting from Disused Marigold Plants. *Journal of the Korean Society for Flower Research*, 22(3), 364-369.
- Heo, B. G., Park, Y. J., Oh, D. M., Lee, S. R., Song, C. E., Kang, K. O., & Cho, J. Y. (2011). Understanding Discerning Power and Existence of Edible Experience of Wild Vegetable Crops on Twenties. *Journal of the Korean Society People Plants Environ*, 14(6), 399-408.
- Hong, S. J., Choi, I. R., Jeon, D. W., & Kim, J. J. (2005). Effect of Chitosan and Mordant Treatments on the Color Change of Cotton and Nylon Fabrics Dyed using *Rhusjara ica*. *The Research Journal of the Costume Culture*, 13(3), 380-390.
- Im, E. S., & Lee, H. S. (2004). Natural Dyeing of Fabrics with a Dye bath Extracted from C. Umshiu Mandarin Peel. *Journal of the Korean Society of Costume*, 54(6), 141-148.
- Jung J. S., Sul, J. H., & Jang, J. D. (2003). Dyeing Properties of Silk Fabrics with *Pteridium aquilinum* Extract. *Journal of the Korean Society of Clothing and Textiles*, 37(3/4), 364-372.
- Jung, G. E., & Lee, J. S. (2011). Dyeability and Functionality of Bamboo Extracts(Part I)-Characteristics of Bamboo Extracts and Dyeing Properties

- of Cotton. *Journal of the Korean Society of Clothing and Textiles*, 35(2). 206-217.
- Jung, J. J. (2006). *한국의 속담 대사전[Dictionary of Korean Adoge]*. Seoul: Teahaksa.
- Jung, S. J. (2010). *A Study on Hair Coloring Color Fastness from Rubi Fructus*. Unpublished master's thesis, Wonkwang University, Iksan.
- Kang, E. J. (1993). A Bibliographical Study on Namul of Koryo and Chosun Dynasty. *Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition*, 6(1), 16-24.
- Kang, S. Y., & Lee, N. G. (1973). *Studies on Cultovatopm of Pteridium aquilium* Kuhn. Proceedings of the Chonbuk University, 4, 17-23.
- Kim H. J. (2009). Technology Trends Related with the Natural Dyeing by Patent Analysis. *Journal of the Korean Society for Clothing Industry*, 11(6), 942-946.
- Kim, J. P., & Lee, J. J. (2005). *Natural Dyes in Korea: Tradional Dyes and Natural Dyeing Technology*. Seoul National University Press, 1-21.
- Kim, O. S., & Jang, J. D. (2009). Effect of Heating Process on Color Values of Rayon Fabrics Dyed with Persimmon Extract. *Journal of the Korean Society for Clothing Industry*, 11(6), 961-967.
- Kim, S. H. (2007). *Fabric Dyeing with Vitex Rotundifolia Seeds the Extracts*. Unpublished master's thesis. DongSin University, Chonnam.
- Kim, S. J. (2003). *Isolation of Tannins from the Stem Bark of Prunus padus L*. Unpublished master's thesis. Seoul National University, Seoul.
- Kim, S. Y. (2008). A Study on the Well-being Technique Natural Dyeing with Natural Resources(I)-Natural Dyeing of Cotton Fabric using *Perilla Frutescens var. acuta*. *Journal of the Korean Society for Clothing Industry*, 10(5), 771-778.
- Kim, S. Y. (2011). Natural Dyeing of Silk Fabric with *Rheum undulatum L*.

- Journal of the Korean Society for Clothing Industry*, 13(3), 432-437.
- Kim, S. Y., Yum, S. K., & Lee, K. N. (2007). Studies on the Dyeing Properties of Black Soybean Anthocyanin. *Journal of the Korean Society of Clothing and Textiles*, 9(1). 103-112.
- Ko, E. S., & Lee H. S. (2003). Effect of Dyeing by Limmature Persimmon Juice on the Hand of Fabrics. *Journal of the Korean Society of Clothing and Textiles*, 27(8), 11-19.
- Lee, C. H., & Choi, O. J. (2010). Color reproduction of Natural Indig-dyed Gamji using Principal Component. *Journal of the Korean Society for Imaging Science & Technology*, 16(1), 24-33.
- Lee, I. S., & Choi J, K. (2011). Phuyiochemical Properities of Fernbraken Janachi during Korean Traditional Pickling Process. *journal of East Asian Society Dietary Life*, 21(4). 545-552.
- Lee, M. S. (2011). Analysis of the Conditions Products of Natural Dyeing Shopping Malls in Japan. *Journal of the Korean Society of Clothing and Textiles*, 35(3), 254-266.
- Lee, S. H., & Youn, C. S. (2010). Change of Hair Color by Treatment of Natural Hair Dye Made with Chestnut Shell. *Journal of the Korean Society of Cometology*, 16(1). 15-21.
- Lee, S. H., Yoo, S. I., Choi, M. G., Sin, S., & Choi, T. H. (2009). Natural Dyeing Characteristics of Black Color to the Korean Traditional Hand-made Paper(Hanji), *Journal of the Korean Society of Wood Science Technology*, 37(4), 406-413.
- Lee, S. P., & Kim, S. H. (2011). Study on the Development of Practical Application of Indigo Dyes. *The Research Journal of the Costume Culture*, 19(3), 612-621.
- Lee, S. S., Jeong, J. G., Choi, C. H., & Kim, C. H. (2008). A Herbalogical Study

- on the Plants of Pteridaceae in Korea. *The Korea Journal of Herbology*, 23(3), 33-40.
- Lee, S. W. (1997). *한국식품문화사[The Cultural History of Korea Food]*, Seoul: Kyumonsa, 88-94.
- Lee, S. Y., Park, K. Y., & Park, Y. H. (2010). Nutrient Contents of Bracken(*Pteridium aquilinum* L.) and Soil Chemical Properties of Its Habitat in the Coastal Area. *Journal of the Korean Society of Soil and Fertilizer*, 45(5), 631-636.
- Lee, Y. H. (2007). Masspropagation of Korea Green Native Ferns *In Vitro* for Developing Materials of Interior Landscape Architecture. *Journal of the Korean Society People Plants Environ*, 10(3), 65-73.
- Lee, Y. S., & Jang, J. D. (2010). Dyeing Functional Property of Cotton Fabrics dyed with Glycyrrhizae Radix Extract(I)-The Color depth of Cotton fabrics by Mercerization & Tannic Acid Treatment. *Journal of the Korean Society for Clothing Industry*, 12(4), 523-530.
- Korean Society Research for Medicinal Botany. (2001). *종합약용식물학[General Medicinal Botany]*. Hankchangsa. 53-95.
- Moon, S. I. (2002). *Fabric dyeing with walnut hull*. Unpublished master's thesis. Chonnam University, Kwangju.
- Nam, K. Y., & Lee, J. S. (2010). Dyeability and Functionality of Catechu(Part I)-Characteristics of Catechu and Dyeing Properties of Cotton. *Journal of the Korean Association of Human Ecology*, 19(4), 699-707.
- Nam, S. W., & Chung, I. M. (1994). *Tannin Weighting of Silk Fiber*. Proceedings of the Korean Sungkyunkwan University, Seoul, 45(2), 245-252.
- Oh, B. M., Kweon, M. H., & Ra, K. S. (1994). Isolation and Characterization of Acidic Polysaccharides Activating Complement System from the Hot Water Extracts of *Pteridium aquilinum* var. *latiusculum*. *Journal of the Korean*

- Society of Food Science and Nutrition*, 7(3), 159-168.
- Oh, S. K., Choi, H. C., Chok, M. Y., & Kim, S. U. (1996). Extraction Method of Anthocyanin Tannin Pigments in Colored Rice. *Journal of the Korean Agricultural Chemistry and Biotechnology*, 39(4), 327-331.
- Pang, K. D., Kim, M. S., & Lee, M. W. (1996). Hydrolyzable Tannins from the Fruits of *Rubus coreanum*. *Journal of the Korean Society of Pharmacognosy*, 27(4), 366-370.
- Park, A. Y., Song, W. S., Kim, I. Y. (2010). Gallnut Mordanting on Silk Fabric Dyed with Onion Shell. *Journal of the Korean Society of Clothing and Textiles*, 34(3), 393-400.
- Park, S. O. (2011). A Study on the Health Function Textile Product Consumer's Purchasing Behavior. *Journal of the Korea digital Design Resarch*, 31, 111-119.
- Park, Y. H. (2007). A Study on the Dyeability and Antibiosis of Fabrics Dyed with *Solanum Nigrum* Extract. *Journal of the Korean Society of Costume*, 57(4), 61-69.
- Park, Y. H., & Oh, H. J. (2001). The Antibacterial Activity and Deodorization of Textile Dyed with Pomegranete Extract. *Journal of the Korean Society of Clothing and Textiles*, 25(3), 598-605.
- Park, Y. H., & Oh, W. J. (2003). The Dyeability and Antibacterial Activity of Fabrics Dyed with *Chrysanthemum indicum L.* Extract. *Journal of the Korean Society of Costume*. 53(2), 119-125.
- Park, Y. J., Cho, J. Y., Jang, H. G., & Heo, B. G. (2005). Application of Natural Dyeing to Horticultural Therapy Program. *Journal of the Korean Society for Flower Research*, 13(1), 63-68.
- Park, Y. J., Cho, J. Y., Jang, H. G., & Heo, B. G. (2008). Natural Dyeing of Skeletonized Leaves for the Flower Design with the Extract of

- Gerbera(Gerbera hybrida 'Red Giant') Wixted at Celebration Wreath. *Journal of the Korean Society for Flower Research*, 19, 83-91.
- Rural Development Administration(RDA). (2007). *Standard Agriculture Textbook-1 58-Easy Natural Dye and Dyeing*, Seoul, Rural Development administration: Author, 135-165.
- Rural Development Administration(RDA). (2011). management item manual. *www.rda.go.kr*
- Rural Development Administration(RDA). (2011). speciaty crops cultivation. *www.rda.go.kr*
- Seo, H. Y., & Song W. S. (2011). Effects *Oenothera odorata jacquin* Dye and Mardats on Chitosan Fiber. *Journal of the Korean Society of Clothing and Textiles*, 35(1), 115-124.
- Sheo, H. J., & Lee, M. Y. (1989). A Toxicological Study of Young Fronds of Baken Fern(*Pteridium aquilinum var latiusculum*)Collected in Kwang Ju Area. *Journal of the Korean Society of Food and Nutrition*, 18(3), 255-264.
- Shin H. C., Park, N. C., & Choi, K. O. (2010). Light Responses and Introduction Plan of the Native Evergreen 'Filicales plant' into the Interior Landscape Space. *Journal of the Korean Society for Clothing Industry*, 13(6), 109-116.
- Shin N. H., Kim S. Y., & Cho, K. R. (2005). A Study on Using Gray Color Dyeing from Gallapple. *Journal of the Korean Society for Clothing Industry*. 7(5), 547-552.
- Shin, D. H., Cho, J. S., & Jung, S. T. (1993). Study on Antioxidant Effects of Acorn(*Quercus acutissima* CARRUTHERS) Component- I. The separation and Identification of Tannin Components from Acorn. *Journal of the Korean Oil Chemists Society*, 10(1), 1-9.
- Shin, N. H., Kim, S. Y., & Cho, K. R. (2006). A Study on Dyeing of Gray Tone Utilizing Green Tea. *Journal of the Korean Society for Clothing Industry*,

8(3), 343-348.

- Shin, Y. S., & Cho, E. K. (2001). Dyeing Properties of Cotton Fabric with Pomegranate Colorants and Antimicrobial Properties. *Journal of the Korean Society of Clothing and Textiles*, 25(3), 577-585.
- Shin, Y. S., & Cho, E. K. (2001). Dyeing Properties of Silk Fabric with Pomegranate Colorant. *Journal of the Korean Society of Clothing and Textiles*, 25(2), 268-274.
- Sim, I. E., & Han O. G. (1993). *Basic IR, NMR, Mass Spectroscopic Analysis*. Free academy. 9-10.
- Son K. S., Shin, Y. S., & Yoo, D. I. (2010). Natural Indigo Dyeing of Wool by the One Step Reduction Dyeing Method. *Journal of the Korean Society of Clothing and Textiles*, 34(3), 508-517.
- Song, K. H., Mun, S. P., Kim, D. S., & Hong, Y. K. (2009). Dyeability with Silk Fabrics and Chemical Composition of Natural Dye PinuxTM Manufactured from *Pinus Radiata* Bark. *Journal of the Korean Association of Human Ecology*, 18(6), 1315-1321.
- Song, S. W. (2008). *Preparation of Dyestuff from Indigo Plant and Dyeing Methods by Natural Indigo*. Unpublished master's thesis, Silla University, Busan.
- Sul, J. H., & Choi, S. C. (1999). A Study on the Tannin Treatment of Silk Fabrics(IV)-Change of Properties in Tannin Treated Fabrics. *Journal of the Korean Society of Dyers and Finishers*, 6(2), 1-9.
- Sul, J. H., Choi, S. C., & Cho, K R. (1995). A Study on the Tannin Treatment of Silk Fabrics(III) : Comparison Condensed Tannin with Hydrolyzable Tannin, *Journal of the Korean Society of Dyers and Finishers*, 7(3), 60-67.
- Woo, H. J., & Lee, J. S. (2011). Dyeability and Functionality of Pine Needle Extract(Part I)-Characteristics of Pine Needles Extract and Dyeing

- Properties of Cellulose Fiber. *Journal of the Korean Society of Clothing and Textiles*, 35(2), 218-229.
- Yoo, H. J., Lee, H. J., & Im, J. H. (1998). Fabrics Dyeing using Natural Dyestuff Manufactured from Chesnut Hulls. *Journal of the Korean Society of Clothing and Textiles*, 22(4). 469-476.
- Yoon, A. R., & Lee, J. Y. (2010). Demonstration of Hair Dyeing Effects Recycled Natural Hairdye. *Journal of Korean Society of Cosmetology*, 16(1), 77-89.
- Yoon, J. Y., & Lee, S. R. (1988). Mutagenic Actibity by Ames Test of Bracken Grown in Korea. *Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition*, 20(4), 558-562.
- 빙허각 이씨(Banghugak Yi). (1975). *규합총서[Guhabchongse]*. (Jeng, Y. W, Trans), Seoul: Bojinjae. 117. 411(Original Work published 1809).

Abstract

Dyeing of Cotton Fabrics using Residual Parts of Cultivated *Pteridium aquilinum*

Kang, Eunyong

Dept. of Clothing & Textiles

Graduate School of JeJu National University

Supervised by prof. Lee Hyesun

This study examined the dyeability, fastness and functionality by dyeing cotton fabric dyed with of cultivated *Pteridium aquilinum*. In this study, appropriate dyeing condition of dye extracted from *Pteridium aquilinum* on the cotton fabric is presented and it is confirmed to be a tannin through component analysis of colorants.

Extract from *Pteridium aquilinum* was made into powder using a freeze dryer. Experimental variables were dye concentration, dyeing time, dyeing temperature, dye bath pH, and number of repeated dyeing. The change of surface color was examined after post-processing by using mordants of Al, Cu and Fe. Dyed cotton fabrics were tested with fastness to washing, rubbing, light, perspiration, and the deodorization and UV protection rate were investigated.

Appropriate dyeing condition was dye concentration of 500 %(o.w.f), dyeing time of 60 minutes, dyeing temperature of 100°C and dye bath pH of 5.2. In terms of K/S values depending on kinds of mordants, Fe showed the highest value. In terms of change of surface color depending on kinds of mordants,

fabrics dyed without mordant showed YR-series color and Al, Cu and Fe showed Y-series color. In terms of dye uptake depending on the number of repeated dyeing, it was highest in 5 times repeated dyeing.

Based on absorption spectrum analysis of UV-Vis spectrum, TLC and FT-IR analysis, we can find out that colorants composition of *Pteridium aquilinum* is a mixture of pyrogallol tannin and catechol tannin.

Color fastness to washing had grade of 3-4 in the alkaline detergent and it was improved to grade of 4-5 in the neutral detergent. In fastness to rubbing, both dry and wet had grade of 5, which was excellent. In fastness to perspiration, acid sweat had grade of 4-5 and alkaline sweat had grade of 2-3. In fastness to light, it had grade of 2.

Results of deodorization test showed that white cotton fabrics had reduction rate of 28.6 % and dyed fabrics of *Pteridium aquilinum* had reduction rate of 88.8 % in the ammonia(NH₃) gas. It was shown that white cotton cloth had reduction rate of 34.1 % and dyed fabrics of *Pteridium aquilinum* had reduction rate of 78.0 % in the acetic acid(CH₃COOH) gas. Results of UV protection rate showed 94.2% of UV-A and 96.8% of UV-B, which were excellent results. UV protection factor(UPF) was 27. It was confirmed that UV protection rate of dyed fabric of *Pteridium aquilinum* was very good.

This study presented the basic materials to develop natural dyed products with dye extracted from *Pteridium aquilinum* through reviews of compositions of colorants extracted from cultivated *Pteridium aquilinum*, investigation of appropriate condition of dyeing and tests of dye fastness, mordant effect and functionality. It is expected to contribute to increase of income of farm family utilizing cultivated *Pteridium aquilinum* to be disposed after harvest time.

Key words: pyrogallol tannin, catechol tannin, TLC, FT-IR, UV-Vis spectrum, color fastness, mordants, deodorization rates, UV protection factor.

감사의 글

“다 늦어서 왜 다시 학교가냐” 고 지인들이 묻더군요. 전 “그냥 궁금해서요” 라고 말했습니다. 궁금해서요 진짜가 알고 싶어서요. 학생이란 이름표를 달고 2년을 지내는 동안 다시 뭔가 할 수 있다는 자신감이 생겼습니다. 논문을 쓰면서 고마운 분들이 넘 많이 생겼습니다. 그 분들을 다 적진 못하지만 제 맘 속 깊이 감사하는 마음을 담아 전합니다.

두서 없는 저의 질문에 성심껏 답해주시고 지도해 주신 조경래 교수님, 부족한 제 논문을 꼼꼼하게 지도해 주신 고석찬 교수님과 대학원을 잘 마무리 할 수 있게 지도해 주신 이해선 교수님께 감사드립니다. 학교 생활 내내 많은 가르침을 주신 권숙희 교수님, 장애란 교수님, 홍희숙 교수님, 장현주 교수님, 이은주 교수님께도 감사드립니다. “쌤~” 하면서 먼저 손 내밀어 주신 강지숙선생님, 이안례선생님, 김기억선생님, 김보람선생님, 선혜미선생님, 조은주선생님께도 드립니다. 같이 논문 준비 하면서 고생하신 임은숙 선생님께도 감사드립니다. 피복재료학 실험실의 고성미 선생님, 고은숙 선생님께도 감사드립니다.

제가 학교에 다니는 동안 일하면서 살림꾼이 다 된 사무랑, 신경 많이 못써준 엄마한테 늘 미소로 답해주는 세운, 정민, 서현이 사랑해. 고사리에 미친 저한테 힘을 북돋아 주고 많은 에너지를 준 소영이한테 감사의 마음을 전합니다. 멀리 있어도 항상 우리딸 화이팅이라고 말해주신 어머니랑 아버지께 감사의 마음을 보냅니다. 전화 해서 늘 몸은 어떡냐고 물으시던 울진 어머니께도 감사드립니다. 논문을 완성해 가면서 궁금한걸 알아간다는 것이 큰 기쁨임을 느꼈습니다. 끝이 보이지 않던 긴 마라톤에 결승지점의 테잎을 끊는 순간 그 것이 끝이 아니고 또 다른 시작임을 알 듯이 지금처럼 늘 노력할 수 있도록 저 자신을 사랑하겠습니다.

꼼짝 꼼짝 고사리 꼼짝
제주도 한라산 고사리 꼼짝
꼼짝 꼼짝 고사리 꼼짝
제주도 한라산 고사리 꼼짝
멍석 말라 비워써
멍석 퍼라 별남써
꼼짝 꼼짝 고사리 꼼짝
제주도 한라산 고사리 꼼짝
꼼짝 꼼짝 고사리 꼼짝
제주도 한라산 고사리 꼼짝