

발효쪽 추출물의 생리적 기능과 염색특성(제2보)

한 신 영 · 최 석 철

부산대학교 의류학과

A Study on the Physiological Effects and Dyeing Properties of the Extract of Fermented Indigo(Part II)

Shin-Young Han · Suk-Chul Choi

Dept. of Clothing and Textiles, Graduate School, Pusan National University
(2000. 3. 27 접수)

Abstract

The purpose of this study was to investigate the antimicrobial activity, antimutagenic and anticancer effects and dyeing properties of the fermented indigo extract.

The methanol extract of fermented indigo showed a strong inhibition effect on *Trich. mentagrophytes* and antimutagenic activities against aflatoxin B₁(AFB₁) in the Ames test using *Salmonella typhimurium* TA 100. We also found *in vitro* anticancer effects of the methanol extract of fermented indigo and it was evaluated by using Clone M-3 mouse melanoma cells and A431 human epidermoid carcinoma cells and exerted little cytotoxicity against 3T3-L1 embryo fibroblast cell.

In the relationship between the K/S values of cotton and silk fabrics dyed with fermented indigo and dyeing repeating times, the K/S values became higher as the repeating times were increased. The K/S values were high when the fabrics were dyed at low temperature. The K/S values of cotton fabrics were higher than those of silk fabrics. Changes of surface color of silk fabrics were higher than those of cotton fabrics after water fastness test, laundering, irradiation and treatment of acidic and alkaline perspiration.

Key words: K/S values, dyeing repeating times, changes of surface color, cytotoxicity;

표면염착농도, 염색반복횟수, 표면색변화, 세포독성

I. 서 론

천연물에 존재하는 항균성, 항암성 및 약물로서의 기능은 오래전부터 알려져 왔고, 최근에는 이들이 인체의 기생성 진균류의 성장억제에 관련되어 있다는 연구가 활발히 이루어지고 있다. 우리는 이런 천연물에서 염료를 취해왔지만 과학기술이 발달함에

따라 1856년¹⁾ 이래로 많은 합성염료들이 등장하였고 이들은 다양한 색상뿐만 아니라 염색과정과 시간을 단축시키는 편리함을 제공해 주었다. 그러나, 이러한 합성 염료는 환경오염을 일으킬 뿐 아니라 인체에서 피부염이나 피부암을 유발시키는 부작용이 있어서 많은 연구자들은 다시 천연 염료 사용에 관심을 가지기 시작했다.

그 중 쪽풀색소는 이들 천연염료를 대표하는 색

소로서 인도가 그 원산지이며 4,000년 이상의 역사를 가졌으며, 중국 필리핀 중앙아메리카 서인도제도 브라질 중부아프리카 등에서 광범위하게 재배되고 있다. 또, 곤충이나 뱀들의 독으로부터 신체를 보호하는 작용이 있어 오래전부터 의복에 염색되어 왔다^{2,3)}. 일년초인 쪽풀(藍, *Persiacaria tinctoria gross*)은 단색성 염료이지만 다른 단색소 염료가 세탁 일광견뢰도가 떨어지는데 반해 유일하게 이러한 단점을 내포하지 않고, 다른 화학염료와 비교해서 높은 견뢰도를 가지고 있다.

천연염에 대한 보고(報告) 가운데 정⁴⁾, 이 등^{5,6)}은 천연쪽을 엑기스화시켜 표준 염색 방법을 연구 보고하였고, 高⁷⁾는 건조쪽을 이용한 다른 방법으로 건조쪽에 물을 첨가하여 가열한 다음 알칼리 조제를 넣어 색소를 환원시켜 염색하는 방법을 사용하기도 했다. 또, 高原 등^{8~11)}은 쪽에 균을 접종시킴으로서 발효시간을 단축시키고 염액의 관리를 용이하게 하고 세탁견뢰도도 양호하다는 것을 보고하였다. 본 논문에서는 전보¹²⁾의 실험 결과로부터 우수한 생리 기능을 가진 천연색소중 발효쪽의 생리적 기능 및 염색성을 검토하고자 하였다. 즉, 건조쪽 및 발효쪽 메탄올추출물의 부패미생물에 대한 항균효과, Ames test를 통한 항돌연변이 효과, MTT assay를 통한 *in vitro* 항암효과를 살펴보고 이를 염색에 이용하고자 한다.

II. 재료 및 방법

1. 발효쪽 추출물의 생리적 기능 실험

항균성 측정, *in vitro* 항돌연변이 실험, *in vitro*에서 항암 실험을 통해 발효쪽 추출물의 기능성을 테스트 하였는데 그 방법은 전보¹²⁾의 방법과 동일하게 하였다.

2. 직물시료

직물시료는 KS K 0905에 규정된 염색견뢰도 시험용 표준면포와 견포를 사용하였다(Table 1).

3. 염색 및 측색

1) 염색

Table 1. Characteristics of fabric

Fabric	Weave	Density(per cm)		Weight (g/m ²)
		ends	picks	
Cotton	Plain	29.5	26.8	100
Silk	Plain	56.3	39.8	26

자연 발효 및 Culture(*Aspergillus niger*를 접종)를 이용해 발효시킨 발효쪽염액에 염색 시험용 표준면포인 면포 및 견포를 20°C에서 욕비 1:200, pH 11~11.5를 유지하면서 수회 반복염색한 다음 염색된 시료를 충분히 수세후 건조시켰다.

2) 측색

적분구가 달린 자외·가시부 분광광도계(Shimadzu UV-2101 Scanning spectrophotometer, Japan)를 사용하여 C광원 2°시야에서 표면반사율을 측정하고 Kubelka-Munk 식으로 표면염착농도(K/S)를 구하였다.

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

여기서, R : 표면반사율

K : 흡광계수

S : 산란계수

또한, 염색견뢰도 실험에 따른 염색물의 색상변화를 C광원 2°시야에서 3차극값 X, Y, Z를 측색한 후 Munsell 표색계 H V/C, Hunter의 L, a, b 및 색차 ΔE_{ab} 를 산출하였다.

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

여기서, $L = 10 Y^{1/2}$

$$a = 17.5(1.02X - Y)/Y^{1/2}$$

$$b = 7.0(Y - 0.847Z)/Y^{1/2}$$

4. 염색 견뢰도 실험¹³⁾

1) 물견뢰도

KS KS0645의 A법(퍼스피로미터법)에 의거하여 Perspirometer(Hanwon US-052, Korea)를 사용하

여 시험하였다.

2) 세탁견뢰도

KS K0430 Launder-Ometer법(A법)에 의거하여 Launder-Ometer(Hanwon HT-700, Korea)를 사용하여 시험하였다.

3) 일광견뢰도

Fade-Ometer(Hanwon, Korea)를 사용하여 크세논 아크 램프로 40시간 광조사하였다.

4) 땀견뢰도

KS K0715의 퍼스피로미터법에 의거하여 Perspirometer(Hanwon US-502, Korea)를 사용하여 시험하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 발효쪽 추출물의 생리적 기능

1) *Trich. mentagrophytes*에 대한 항균효과

건조쪽 메탄추출물로부터 무증균인 *Trich. mentagrophytes*에 대해 항균효과가 컸기 때문에 발효쪽 추출물의 *Trich. mentagrophytes*에 대한 성장저해효과를 연구한 결과는 Table 2에 나타낸 바와 같다. 균점중시켜 4일간 발효시킨 쪽추출물을 0.25mg/ml와 0.5mg/ml첨가시 각각 36% 42%의 항균력을, 8일간 발효시킨 쪽추출물로부터는 각각 39%, 46%의 높은 항균효과를 보여, 발효쪽 추출물이 건조쪽 추출물처럼 *Trich. mentagrophytes*에 대해 높은 항균효과가 있다는 것을 보여주었다.

2) Ames 실험계를 이용한 발효쪽 추출물의 항돌연변이 효과

발효쪽(*Asp. niger* 접종, 30°C) 메탄추출물의 항돌연변이 효과를 쪽 메탄추출물과 비교해 본 결과는 Table 3과 같다. 1.25mg/plate에서 균점중을 시켜 30°C에서 4일, 8일간 발효시킨 발효쪽은 각각 46%, 50%의 aflatoxin B₁(AFB₁)의 돌연변이 유발성을 억제하였고 건조쪽 메탄추출물은 52%의 저해효과를 나타내었다. 2.5mg/plate 첨가농도에서 발효쪽 메탄추출물의 aflatoxin B₁(AFB₁)에 대한 항돌연변이 효과는 각각 57%, 54%로 나타났으며 쪽 메탄추출물은 58%의 돌연변이 억제효과를 나타내어 쪽풀이 발효되어도 항돌연변이 효과는 거의 변

Table 2. Antimicrobial activity of fermented indigo on the growth of *Trich. mentagrophytes* on Sabrouaud medium at 30°C

Sample	OD ₆₀₀	
	0.25mg/ml	0.5mg/ml
Control	0.53±0.02	0.53±0.02
DIL ¹	0.33±0.01(38) ⁴	0.30±0.01(43)
FIL 4 ²	0.34±0.02(36)	0.31±0.01(42)
FIL 8 ³	0.33±0.01(39)	0.29±0.01(46)

¹ Dried indigo leaves

² Indigo leaves fermented for 4 days at 30°C by *Asp. niger*

³ Indigo leaves fermented for 8 days at 30°C by *Asp. niger*

⁴ The values in parantheses are the inhibition rates(%)

하지 않는 것으로 나타났다.

3) MTT assay를 이용한 *in vitro* 항암효과

(1) 3T3-L1 embryo fibroblast cell에 대한 효과

발효쪽 추출물이 암세포에만 선택적으로 효과를 지니는지를 알아보기 위해 정상세포인 3T3-L1 embryo fibroblast cell을 이용하여 세포독성효과를 검토하였다. Table 4에서 보는 바와 같이 10μg/assay 첨가 농도에서 균(*Asp. niger*)을 접종시켜 30°C에서 4일, 8일간 발효시킨 쪽추출물의 처리 후 OD값과 대조군의 OD값을 비교했을 때, 비슷한 값을 나타낸 것으로 보아 정상세포에 대하여 발효쪽 추출물은 세포독성을 보이지 않았다.

(2) Clone M-3 mouse melanoma cell에 대한 효과

발효쪽 추출물을 Clone M-3 마우스 멜라노마 암세포주에 대하여 MTT assay를 실시하였다. Table 5는 쪽풀 및 발효쪽의 Clone M-3 마우스 멜라노마에 대한 저해효과를 MTT assay로 살펴본 결과이다. 암세포의 증식 정도를 나타내는 OD값을 보면 10μg/assay 첨가 농도에서 건조쪽 메탄추출물은 41%의 저해효과를 보인 반면, 30°C에서 4일, 8일간 발효시킨 쪽추출물은 각각 35%, 33%의 저해효과를 나타내었고, 20μg/assay 첨가 농도에서도 쪽 메탄추출물이 43%의 저해효과를 나타내었지만 30°C에서 4일, 8일간 발효시킨 쪽추출물은 각각 35%, 33%의

Table 3. Effect of methanol extracts from fermented indigo (by *Asp. niger* at 30°C) on the mutagenicity induced by aflatoxin B₁ (AFB₁, 0.75µg/plate) in *Salmonella typhimurium* TA100

Treatment	Revertant/plate (level of extract mg/plate)	
	1.25mg/plate	2.5mg/plate
Spontaneous Control (AFB ₁)	87±6 726±23	
AFB ₁ + DIL ¹	395±21(52) ⁴	356±7(58)
+ FIL 4 ²	433±11(46)	359±16(57)
+ FIL 8 ³	406±9(50)	382±11(54)

- ¹ Dried indigo leaves
- ² Indigo leaves fermented for 4 days at 30°C by *Asp. niger*
- ³ Indigo leaves fermented for 8 days at 30°C by *Asp. niger*
- ⁴ The values in parantheses are the inhibition rates(%)

Table 4. 3-(4,5-dimethylthiazol-2-yl)-2,5-diphenyltetrazolium bromide(MTT) assay of the extracts(µg/assay) from fermented indigo (by *Asp. niger* at 30°C) against 3T3-L1 fibroblast cells

Sample	OD ₅₄₀	
	10µg	20µg
Control	0.59±0.01	0.59±0.01
DIL ¹	0.56±0.01(5) ⁴	0.49±0.01(18)
FIL 4 ²	0.59±0.01(0)	0.50±0.01(17)
FIL 8 ³	0.68±0.02(0)	0.46±0.01(22)

- ¹ Dried indigo leaves
- ² Indigo leaves fermented for 4 days at 30°C by *Asp. niger*
- ³ Indigo leaves fermented for 8 days at 30°C by *Asp. niger*
- ⁴ The values in parantheses are the inhibition rates(%)

저해효과를 나타내었다.

(3) A431 human epidermoid carcinoma cell에 대한 효과

Table 5. 3-(4,5-dimethylthiazol-2-yl)-2,5-diphenyltetrazolium bromide(MTT) assay of the extracts(µg/assay) from fermented indigo (by *Asp. niger* at 30°C) against Clone M-3 mouse melanoma cells

Sample	OD ₅₄₀	
	10µg	20µg
Control	0.49±0.01	0.49±0.01
DIL ¹	0.29±0.01(41) ⁴	0.28±0.01(43)
FIL 4 ²	0.28±0.01(35)	0.32±0.01(35)
FIL 8 ³	0.33±0.01(33)	0.33±0.01(33)

- ¹ Dried indigo leaves
- ² Indigo leaves fermented for 4 days at 30°C by *Asp. niger*
- ³ Indigo leaves fermented for 8 days at 30°C by *Asp. niger*
- ⁴ The values in parantheses are the inhibition rates(%)

Table 6. 3-(4,5-dimethylthiazol-2-yl)-2,5-diphenyltetrazolium bromide(MTT) assay of the extracts(µg/assay) from fermented indigo (by *Asp. niger* at 30°C) against A431 human epidermoid carcinoma cells

Sample	OD ₅₄₀	
	10µg	20µg
Control	0.95±0.01	0.95±0.01
DIL ¹	0.90±0.01(5) ⁴	0.68±0.02(29)
FIL 4 ²	0.58±0.02(39)	0.55±0.01(43)
FIL 8 ³	0.71±0.01(25)	0.70±0.01(26)

- ¹ Dried indigo leaves
- ² Indigo leaves fermented for 4 days at 30°C by *Asp. niger*
- ³ Indigo leaves fermented for 8 days at 30°C by *Asp. niger*
- ⁴ The values in parantheses are the inhibition rates(%)

Table 6은 A431 인체 유표피암 세포에 대한 쪽풀 및 발효쪽 메탄올 추출물의 MTT에 대한 저해효과를 나타낸 것이다. 10µg/assay 첨가 농도에서 건조 쪽 메탄올 추출물이 5%의 낮은 저해효과를 보인 반면 30°C에서 4일, 8일간 발효시킨 쪽추출물 처리군

은 각각 39%, 25%의 저해 효과를 보였다. 20 μ g/assay 첨가시 4일간 발효시킨 쪽추출물이 43%의 높은 저해효과를 보였다.

2. 발효쪽의 표면염착농도(K/S)

발효 온도에 따른 발효쪽의 K/S값을 측정한 결과 30 $^{\circ}$ C와 50 $^{\circ}$ C가 가장 좋은 온도 조건인 것을 알 수 있다. 따라서, 이들 온도에서 4일 및 8일간 *Asp. niger*를 접종시켜 발효시킨 것과 자연 발효시킨 것을 면포 및 견포에 5회 반복염색한 결과를 Fig. 1과 Fig. 2에 나타내었다. 그림에서 알 수 있듯이 면염색포, 견염색포 모두다 30 $^{\circ}$ C에서 *Asp. niger*를 접종시켜 발효한 쪽풀로 염색한 것이 가장 높은 염착량을 보였는데, 이로부터 *Asp. niger*는 30 $^{\circ}$ C가 가장 잘 번식할 수 있는 최적 온도이며, 이로 인해 이 균이 인디칸(indican)을 인디고(indigo)로의 환원을 촉진시키는 역할을 한다고 추측할 수 있다. 또, 30 $^{\circ}$ C에서 균을 접종시켜 4일, 8일간 발효시킨 쪽풀로 염색한 결과 K/S값의 차이가 그다지 크지 않았는데, 이것은 高原⁸⁻¹¹⁾의 보고에서 균을 접종시킴으로 인해서 발효시간을 단축시켰다는 것과 일치한다. 그러나, 50 $^{\circ}$ C에서 *Asp. niger*를 접종시켜 발효시킨 발효쪽은 시간이 길어짐에 따라 표면염착량이 낮았다. 특히

면염색포의 경우, 50 $^{\circ}$ C에서 8일간 자연 발효시킨 쪽풀로부터 염착량이 급격히 낮아졌는데, 그 이유는 50 $^{\circ}$ C가 최적 번식 온도인 *Bacillus*균은 세균류이므로 시간이 경과함에 따라 세균류의 기질이 약해져 쪽풀 발효에 큰 영향을 줄 수 없었다고 추측할 수 있다. 따라서, 30 $^{\circ}$ C에서 *Asp. niger*를 접종시킴으로써 발효 시간을 단축시키고 높은 K/S값을 얻을 수 있는 것으로 기대된다.

3. 염색성

1) 반복횟수에 따른 표면염착농도(K/S)

Fig. 3은 반복횟수에 따른 표면염착농도(K/S)의 변화를 나타낸 것으로서 면염색포의 경우 염색 횟수가 증가할수록 염착량이 증가하는 경향을 보이고 있으나 10회의 염색 이후에는 그다지 증가하지 않았다. 견염색포도 반복횟수가 증가함에 따라 염착량의 증가는 보이고 있지만, 그다지 큰 증가폭은 보이지 않았다. 쪽풀(생잎)에 함유된 천연인디고 색소의 생성과정은 쪽의 주색소성분인 인디칸이 생잎 자체의 효소에 의해 가수분해되어 인독실이 되고, 이것이 산화되어 2개의 카르보닐기를 가진 케토형 구조를 취하고 있으며 물에 불용성이 된다. 발효쪽의 섬유

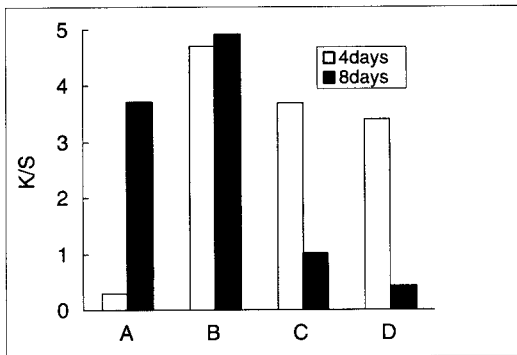


Fig. 1. K/S values of cotton fabrics dyed five times with indigo fermented by various fermentation methods.

- A: Indigo fermented at 30 $^{\circ}$ C naturally
 B: Indigo fermented at 30 $^{\circ}$ C by *Aspergillus niger*
 C: Indigo fermented at 50 $^{\circ}$ C naturally
 D: Indigo fermented at 50 $^{\circ}$ C by *Aspergillus niger*

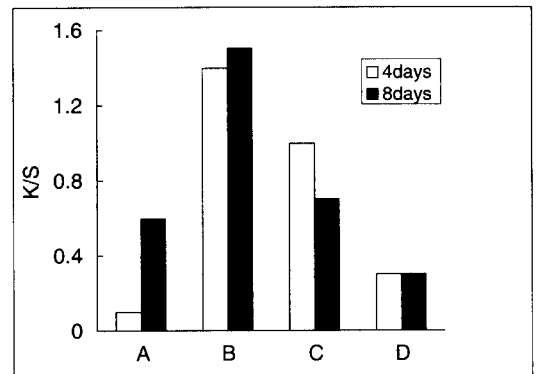


Fig. 2. K/S values of silk fabrics dyed five times with indigo fermented by various fermentation methods.

- A: Indigo fermented at 30 $^{\circ}$ C naturally
 B: Indigo fermented at 30 $^{\circ}$ C by *Aspergillus niger*
 C: Indigo fermented at 50 $^{\circ}$ C naturally
 D: Indigo fermented at 50 $^{\circ}$ C by *Aspergillus niger*

에 대한 염착기구는 천연 인디고가 발효에 의해 환원되어 하이드로퀴논 구조를 가진 류코화합물이 되고 알칼리에 의해 류코염이 되어 수용성을 지니게 된다. 이 류코염은 섬유와 친화성을 가지고, 염착 후 공기산화에 의해 케토형으로 복원되어 섬유와 결합하여 청색을 띤다고 알려져 있다^{14, 15)}. 셀룰로오스계 섬유에서는 수용성인 류코(leuco)화합물이 판데르발스력으로 섬유표면에 염착된 후, 섬유와 염료사이에서 아민기(-NH-)와 카르복실기(>C=O)가 수소결합으로 연결되어 염착이 이루어진다¹⁶⁾. 반면, 단백질계 섬유인 견섬유에 대한 염착은 류코(leuco)화합물이 섬유에 직접 염착되지 않고, 약알칼리 상태에서 섬유에 접촉해서 일부 가수분해 되어 바트산이 된 것이 단백질 섬유의 말단 아민기와 이온결합을 형성하여 염착된다¹⁷⁾.

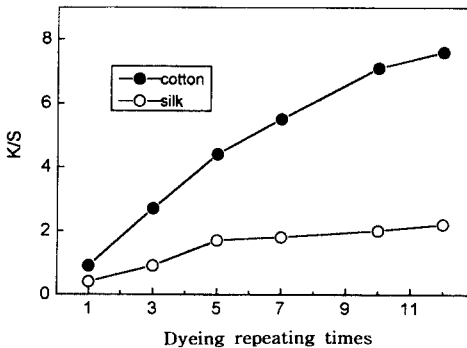


Fig. 3. Relationship between K/S values of cotton and silk fabrics and repeating times.

2) 염색온도에 따른 표면염착농도(K/S)

Fig. 4는 온도변화에 따른 표면염착농도(K/S)의 변화를 나타낸 것이다. 염색포 염색온도가 낮을수록 K/S값이 높은 것은 발효쪽 염색과정이 가역적이므로 온도가 높아지면 가역작용이 일어나지 않고 과환원되어 염착량이 낮아지는 것으로 사려된다. 따라서, 발효쪽 염색에서는 염색온도가 낮을수록 염착량이 높아진다고 할 수 있다.

4. 염색건뢰도

1) 물건뢰도

발효쪽으로 염색한 포의 물에 대한 건뢰도를 알

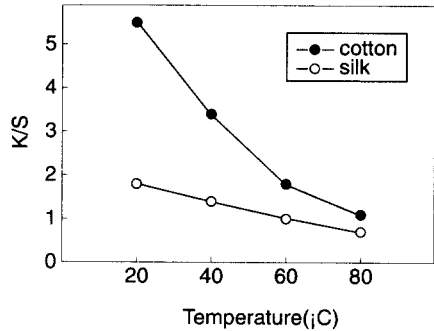


Fig. 4. K/S values of cotton and silk fabrics dyed for five times with indigo leaves fermented for 4 days at 30°C by *Asp. niger* at various temperatures.

아보기 위해 염색포를 증류수에 흠뻑 적신후 물이 떨어지지 않을 정도로 물기를 제거한 후 퍼스피로미터법으로 37±2°C 온도의 건조기에서 4시간 방치하여 시험전후의 Hunter의 L, a, b의 차 및 색차 ΔE_{ab}, 그리고 Munsell 표색값(H, V/C)을 Table 7에 나타냈다. 표에서 알 수 있듯이 면염색포와 견염색포의 모두 ΔL값과 색차값(ΔE_{ab}) 모두 큰 값을 나타내지 않은 것으로 보아 물에 대해 건뢰함을 알 수 있다. 또, Munsell 색상에서 면염색포는 색상의 변화가 거의 없었으나 견염색포는 일부 청색대(B)에서 청자색대(PB)로 약간 이동하는 경향을 보였다.

2) 세탁건뢰도

발효쪽 염색포의 세탁에 대한 건뢰성을 알아보기 위해 온도 50±2°C, 마르셀 비누 5g/l인 세액으로 30분간 세탁 실험하여 세탁처리 전에 대한 색차 및 면셀표색값을 Table 8에 나타냈다. 견염색포의 ΔL값은 면염색포에 비해 상당히 컸으므로 면염색포가 견염색포보다 세탁에 건뢰하다고 할 수 있겠다. Munsell의 색상에서 보면 면염색포의 경우 세탁후 색상의 변화가 거의 없지만 견염색포의 경우 3회, 5회 반복염색한 포의 세탁건뢰도 실험후에 청색대(B)에서 청녹색대(BG)로 이동하는 것을 볼 수 있다

3) 일광건뢰도

발효쪽 염색포의 일광 건뢰성을 알아보기 위해 시료를 크세논아크(xenon arc)등광에 40시간 광조사하여 표준색 변화의 색차를 Table 9에 나타내었

Table 7. Changes in ΔL , Δa , Δb , ΔE_{ab} and Munsell color system of fabrics dyed with indigo leaves fermented for 4 days at 30°C by *Asp. niger* after water fastness test

Sample	Dyeing repeating times	ΔL	Δa	Δb	ΔE_{ab}	H	V/C
Cotton	3	3.2	2.4	-2.9	4.9	3.2PB	6.5/5.6
	5	-0.2	1.2	-1.2	1.7	3.6PB	5.3/6.4
	7	1.3	1.6	-2.2	3.0	3.9PB	4.9/6.3
	10	1.8	1.0	-2.0	2.9	3.8PB	4.8/6.4
Silk	3	0.5	5.7	0.7	5.8	8.2B	8.2/2.6
	5	2.6	5.4	4.6	7.5	1.4PB	7.3/3.8
	7	0.9	5.3	2.1	5.7	2.0PB	6.4/4.4
	10	2.8	5.3	3.3	6.8	2.0PB	6.4/4.3

Table 8. Changes in ΔL , Δa , Δb , ΔE_{ab} and Munsell color system of fabrics dyed with indigo leaves fermented for 4 days at 30°C by *Asp. niger* after laundering

Sample	Dyeing repeating times	ΔL	Δa	Δb	ΔE_{ab}	H	V/C
Cotton	3	10.1	1.0	0.2	10.1	3.1PB	7.1/5.3
	5	9.5	-0.2	2.2	9.8	3.2PB	6.2/5.9
	7	5.0	1.2	-3.3	6.1	3.9PB	5.2/6.5
	10	-0.4	2.0	-3.9	4.4	4.4PB	4.6/6.9
Silk	3	14.1	8.6	11.2	20.0	9.7G	9.4/0.5
	5	22.0	6.3	17.7	29.0	7.5BG	9.2/0.7
	7	25.9	2.2	15.1	30.1	3.1B	8.4/1.6
	10	26.2	1.7	13.7	29.6	1.9B	8.3/1.6

Table 9. Changes in ΔL , Δa , Δb , ΔE_{ab} and Munsell color system of fabrics dyed with indigo leaves fermented for 4 days at 30°C by *Asp. niger* after irradiation for 40hrs

Sample	Dyeing repeating times	ΔL	Δa	Δb	ΔE_{ab}	H	V/C
Cotton	3	13.6	-0.6	6.7	15.2	0.9PB	7.8/3.6
	5	5.2	-0.7	0.6	5.2	2.8PB	5.8/6.1
	7	5.9	0.2	-1.1	6.0	3.3PB	5.3/6.2
	10	1.6	1.5	-3.5	4.1	3.9PB	4.7/6.6
Silk	3	11.8	3.5	13.4	18.2	2.3G	9.2/1.1
	5	18.6	-0.8	17.5	25.5	6.0BG	8.8/1.9
	7	14.8	-2.7	10.7	18.5	2.0B	7.9/3.1
	10	15.8	-0.6	11.3	19.5	4.2B	7.6/3.1

Table 10. Changes in ΔL , Δa , Δb , ΔE_{ab} and Munsell color system of fabrics dyed with indigo leaves fermented for 4 days at 30°C by *Asp. niger* after treatment of acidic perspiration

Sample	Dyeing repeating times	ΔL	Δa	Δb	ΔE_{ab}	H	V/C
Cotton	3	-0.3	2.0	-2.8	3.5	3.3PB	6.4/5.8
	5	-0.7	1.6	-1.6	2.3	3.8PB	5.2/6.5
	7	0.5	1.9	-3.3	3.9	4.1PB	4.8/6.5
	10	-1.8	2.3	-2.8	4.0	4.4PB	4.5/6.6
Silk	3	0.9	7.1	1.4	7.3	9.3B	8.3/2.8
	5	2.2	6.3	3.7	7.6	2.1PB	7.4/4.1
	7	1.7	5.9	0.3	6.2	2.7PB	6.4/4.8
	10	2.6	5.0	-0.7	5.6	2.6PB	6.2/4.7

Table 11. Changes in ΔL , Δa , Δb , ΔE_{ab} and Munsell color system of fabrics dyed with indigo leaves fermented for 4 days at 30°C by *Asp. niger* after treatment of alkaline perspiration

Sample	Dyeing repeating times	ΔL	Δa	Δb	ΔE_{ab}	H	V/C
Cotton	3	1.2	2.3	-2.7	3.8	3.4PB	6.4/5.6
	5	-0.7	1.5	-0.7	1.8	3.8PB	5.3/6.5
	7	0.5	1.7	-2.9	3.4	4.2PB	4.8/6.6
	10	0.6	1.6	-2.2	2.8	4.1PB	4.7/6.4
Silk	3	2.4	7.3	2.1	7.9	8.6B	8.5/2.5
	5	1.3	6.3	3.5	7.3	2.0PB	7.3/4.1
	7	1.4	5.7	2.1	6.2	2.5PB	6.3/4.7
	10	1.9	5.2	0.5	5.6	2.6PB	6.1/4.7

다. 견염색포는 면염색포보다 더 큰 색차값(ΔE_{ab})을 보여주었으므로 면염색포가 견염색포보다 일광에 더 견뢰하다고 할 수 있겠다. Munsell 색상에서 면염색포는 색상의 변화가 거의 없지만 견염색포는 청색대(B)에서 녹색대(G), 청녹색대(BG)로 이동하였다.

4) 땀견뢰도

발효쪽으로 염색한 면염색포 및 견염색포를 산성 및 알칼리성 인공땀액으로 실험한 후의 표면색 변화와 처리전후의 색차를 Table 10 및 11에 나타내었다. 면염색포의 경우 산성땀액 처리 후의 ΔL 값과 색차값(ΔE_{ab})을 보면 산성 땀액 처리후의 ΔL 값이 알칼리땀액처리 것에 비해 음의 값을 띠는 경향이 컸고 색차값(ΔE_{ab})도 더 작았으므로 산성땀에 더

견뢰하다는 것을 알 수 있다. 견염색포에 있어서는 산성 및 알칼리 땀액 처리에 대한 ΔL 값과 색차값(ΔE_{ab})을 비교한 결과 그다지 큰 차이는 없었다. Munsell 색상에서는 면염색포의 경우는 산성 및 알칼리 땀액처리 후에도 색상의 변화는 거의 보이지 않았으나 견염색포는 청색대(B)에서 청자색대(PB)로 이동하는 경향을 띠었다. 면염색포와 견염색포 색차값(ΔE_{ab})을 비교하면 면염색포가 견염색포보다 그값이 작으므로 면포가 땀에 대해 더 견뢰하다고 하겠다.

IV. 결 론

1. 균(*Asp. niger*)을 접종시켜 발효시킨 쪽풀은 무

중균인 *Trich. mentagrophytes*에 대해서 높은 항균력을 보였고, 항돌연변이 실험 및 *in vitro* 항암실험에서도 높은 항돌연변이 및 항암효과를 보였다.

2. 발효쪽으로 염색했을때 반복횟수가 많을수록 또, 염색 온도가 낮을수록 염착량(K/S)이 높아지는 것으로 나타났다.

3. 면포와 발효쪽 염료사이에는 판데르발스 결합과 수소결합이 견포와는 이온결합이 주로 관여하는 것으로 추측되고, 면염색포가 견염색포보다 염착량이 높았다.

4. 견뢰도 시험 후의 색차값은 견염색포가 면염색포보다 컸으므로 발효쪽으로 염색한 면염색포가 견염색포보다 견뢰하다고 할 수 있겠다.

참 고 문 헌

1. 田辺勝利, 藍と茜からみた染料の歴史, 衣生活, 2(1991, 5).
2. Krochmal, Anord and Connie, The Complete Illustrated Book of Dyes from Natural Sources, 66-67, Garden City, New York: Double & Company Inc.(1974).
3. 趙慶來, 染色理論과 實驗, 螢雪出版社, 45-46(1996).
4. 정인모, "쪽물색소를 이용한 絹纖維의 染色에 관한 研究", 成均館大學校 大學院 博士論文(1997).
5. 이용우 외 6명, 전통 천연염료 염색방법 현대화 제1차년도 연차 보고서, 과학 기술처(1995).
6. 이용우 외 6명, 전통 천연염료 염색방법 현대화 제2차년도 연차 보고서, 과학 기술처(1996).
7. 高岡昭, 植物色素による染色 ③, 衣生活研究, 19, 3(1992).
8. 高原義昌, 田辺脩, 細菌による藍の工業的還元に関する研究-(第2報)發酵建に及ぼす諸因子の影響, 醱酵工學雜誌, 38, 4(1960).
9. 高原義昌, 田辺脩, 細菌による藍の工業的還元に関する研究-(제9보)工業試驗(その1)正藍建, 38, 9(1960).
10. 高原義昌, 高崎義幸, 田辺脩, 細菌による藍の工業的還元に関する研究-(第10報)工業試驗(その2)割建, 38, 9(1960).
11. 高原義昌, 高崎義幸, 田辺脩, 細菌による藍の工業的還元に関する研究-(第11報)工業試驗(その3)ピニロエンの染色, 39, 2(1961).
12. 한신영·최석철, 발효쪽 추출물의 생리적 기능과 염색특성(I), 한국의류학회지, 24, 1(2000).
13. 崔錫哲, 千泰一, 纖維測定法, 213-222, 修學社(1994).
14. 禹志亨, 쪽(蓼藍, 木藍, 大靑)의 傳統染色과 바이오테크놀로지의 응용(II), 의류기술 52호(1994).
15. 坂川哲雄, 渡辺弘, 壙田昭治, バット染料の新應用技術(5), 染色工業, 35, 2(1987).
16. 坂川哲雄, 越田均, 中山降幸, 感性の染色への一提言(1), 染色工業, 39, 4(1991).
17. 坂川哲雄, 越田均, 中山降幸, 感性の染色への一提言(1), 染色工業, 39, 11(1991).