

쪽 생잎汁液에 의한 絹染色에 관한 研究

정 인 모

농촌진흥청 원예축산과

Dyeing of Silk by the use of fresh leaves of Indigo plant

In-Mo Chung

Horticulture & Livestock Div
Rural Development Administration, Suwon, Korea, 441-707

ABSTRACT

The indigo dyeing on silk was carried out by the use of fresh leaves juice of *polygonum tinctorium*. By means of spectroscopic analysis, it is proved that indoxyl are present in the juicese due to the enzymatic reducing of indican contained in the leaves. In case of fresh leaf dyeing, K/S value of dyed fabric was higher at 25°C than at 35°C of the dyeing temperature, its colour fastness aganist washing, perspiration and light ranged from 4 to 5 grade.

Key words : Indoxyl, silk dyeing, Indigo dyeing

서 론

이 연구에 사용한 쪽풀은 여귀과에 속하는 *Polygonum tinctoria*로서 1년생 식물으로 草長은 60~100 cm 내외이며, 그 잎에는 indican이 함유되어 있다.

이러한 쪽풀에 대해서 옛 문헌인 鄉藥救急方에 “藍汁은 우리말로 靑黛라고 하니 이는 잎을 쓰는 藍이다. 주로 여러 毒을 풀어주며 맛이 쓰고 寒하나 毒이 없다”고 하였으며, 訓蒙字會에서도 “藍을 쪽람이라 訓하고 청대는 큰 것”이라고 하였으며, 新編集成馬醫方에는 “청대는 大靑·靑花라 부른다”고 기록되어 있다(李 등 1988).

일반적으로 생즙액을 이용하여 염색하는 방법은 생잎을 먹서 등으로 갈아서 액즙을 분리하여 사용하는데, 이 방법은 염료식물의 생육기간 내에 염색하여야 하는 단점이 있지만 염색방법이 간편하고 염색물에 생잎의 향이 잔존되는 특징이 있으며, 또한 다른 염료로 먼저 염색하고 난 후에 생잎쪽으로 염색하여 間色을 발현할 수 있는 장점이 있다고 알려져 있다(Fumoto 등 1988).

생즙액 염색에 대한 우리의 옛문헌인 閩閩叢書에는 “쪽풀 잎이 둥글고 두꺼워 두툼두툼한 것이 호품이요, 얇고 긴 것은 좋지 아니하니, 날이 뜨거울 때에는 잠깐 사이에 빛이 붉어지니 서늘한 날을 가리어 들이되, 쪽잎을 따서

물을 많이 붓고 비단과 명주를 담가놓고, 큰 바가지에 쪽풀을 가는(磨) 돌을 세워 놓고 쪽을 물을 쳐가며 힘써 갈아 造水(얼리다)하여 체에 다른 그릇을 받쳐 감을 넣어 들이되 연한 남물을 약간 치고 얼음을 많이 쫓아 손을 급히 눌러 너비를 아사야 쉬지아느니”라고 기록되어 있다(李 등 1974).

생잎즙액에 대한 연구로는, 쪽풀 생잎 중에는 색소성분인 indigo는 함유되어 있지 않고, indigo로 변화될 수 있는 물질인 indican이 존재하며, 이것은 glucose 화합물로서 수용액 중에서 가수분해되면 glucose와 무색의 indoxyl의 두 성분으로 분리되는데, 이 가수분해는 생잎 중에 함유된 indimulsin, indoxylase, isatase 효소의 작용에 의해서 촉진되며, indoxyl 상태로 섬유와 결합된 후 공기 중의 산소에 의하여 산화되어 indigo로 변화된다고 알려져 있다(Minagawa 1980).

Epstein(1967)의 연구논문에 의하면 大靑에는 indigo의 전구체인 β -D-glucoside가 존재하지 않으며, “Isatan”이라고 하는 유리된 indoxyl 물질이 존재한다고 하였고, 그의 구조는 Indoxyl-5-ketogluconate로 증명되었으며, Isatan B 이라 명명하였다.

Hidaka(1985)는 생잎염색은 생잎을 직접 이용하는 염색 방법과 생즙액을 이용하는 방법으로 크게 나눌 수 있으며,

자유로운 무늬로 염색할 경우에는 생잎으로 염색하는 방법이 좋지만 일정한 윤곽의 모양이나 무늬 염색을 행할 때에는 생잎으로 즙액을 만들어 염색하는 것이 적당하고, 이때 생잎 중에 존재하는 indican은 물에 용해되므로 이 즙액을 물로 희석하여 침염하면, 견섬유 중의 amino 基가 indoxyl과 이온결합하기 때문에 잘 염색된다고 하였다.

본 연구에서는 쪽풀생잎 중에는 indican이 함유된 것은 잘 알려진 사실이나, indican이 쪽풀에 존재하는 효소에 의하여 분해특성을 알기 위하여 UV/Vis로 분광 특성을 조사하여 생즙액의 염착기구를 구명하고자 합성 indican 수용액에 소량의 쪽풀 생즙액을 첨가하였을 때의 UV/Visible spectrum의 경시 변화와 혼합용액에 견직물을 넣고 염색반복횟수 등에 의하여 염색된 견직물의 색채변화와 반복 염색진액의 UV/Visible spectrum의 변화 등을 검토하고자 실험하였다.

재료 및 방법

1. 시료 및 시약

가. 쪽풀

이 연구에 사용한 쪽풀은 *Polygonum tinctorium*으로 여귀과에 속하는 1년생 식물으로 草長은 60~100 cm 내외이며, 3월 초순에 파종하여 5월 초순에 밭에 옮겨 심고, 7월 중순부터 8월 하순까지 잎을 수확하여 사용하였다.

나. 견직물

시판 한복지용을 구입하여 사용하였는데, 직물 조직은 평직이며, 폭이 22인치, 중량이 65 g/m²인 精練 견직물을 0.5% 마르세이유 비누용액으로 95°C에서 30분간 재 정련하고 충분히 수세한 후 건조하여 사용하였다.

다. 시약

- Indoxyl-β-D-glucoside (Sigma Chem. Co.)
- Indoxyl acetate (Sigma Chem. Co.)
- Indoxyl sulfate (Sigma Chem. Co.)

라. 생즙액을 이용한 염색

1) 생즙액의 효소분해 특성

쪽풀 생즙액을 시약 indican (indoxyl-β-d-glucose) 수용액에 첨가하였을 때의 분광특성과 반복염색에 의한 염색 견직물의 색상을 측정하였다

소정량의 쪽풀 생잎을 1 l의 물에 넣고 믹서로 갈아서 여과하여 즙액을 얻고, 염색온도를 조절한 incubator 중에서 소정시간 염색한 다음 실내에서 공기산화시킨 후 수세, 건조하였다.

2) 염착농도 및 색채 측정

색차계 (Nippon Denshoku SQ-300 H)를 이용하여 색채 (H V/C)를 측정하였고, 최대흡수파장에서의 반사율을 측

정하여 Kubelka-munk 식에 대입하여 염착농도(K/S)를 산출하였다.

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

단, K : 염색포의 흡광계수이며, 농도에 비례하는 값

R : 염색포로부터의 단색광의 반사율

S : 산란계수

마. 염색건뢰도 측정

Fade-O-Meter(Model : 25-FR, Atlas Electric Devices Co., U.S.A.)를 사용하여 KS K 0700에 준하여 일광건뢰도를 측정하였으며, Launder-O-Meter(Type LHD-EF, Atlas Electric Devices Co., U.S.A.)를 사용하여 KS K 0640에 준하여 세탁건뢰도를 측정하였고, AATCC Perspiration Tester (Model PR-1, Atlas Electric Devices Co., U.S.A.)를 사용하여 KS K 0715에 준하여 땀건뢰도를 측정하였다.

결과 및 고찰

1. 생즙액 염색의 염착기구

쪽풀 염색은 방법에 따라 쪽풀 생즙액을 이용하는 염색과 색소를 제조한 후 저장하였다가 발효시켜서 염색하는 발효 염색방법으로 크게 나눌 수 있다.

Fumoto 등 (1988)은 쪽풀 생즙액 염색의 염착기구에 대해서 충분한 실험 결과를 토대로 하여 염착기구를 검토하여 보고하였다.

합성 indican(indoxyl-β-D-glucose) 수용액의 분광특성을 알기 위하여 실험한 결과, Fig. 1와 같이 자외부 경우에 280 nm의 흡수는 기타의 indoxyl 유도체의 경우와 동일대에 있기 때문에 indol 환에 의한 흡수라고 추정할 수 있

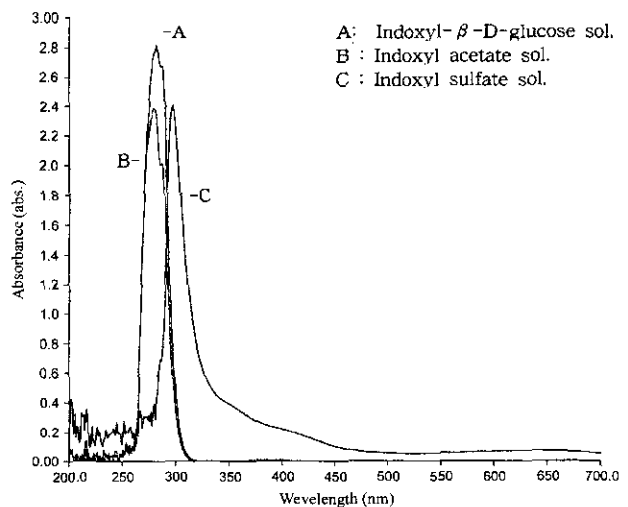


Fig. 1. UV/Visible spectra of aqueous solutions of indoxyl derivatives.

지만, 가시부에는 전혀 흡수가 없고 무색임을 알 수 있다.

그러므로 쪽풀에 indican을 분해하는 효소가 존재하여 indoxyl 분리한 후 염색에 관여하는지를 알기 위하여 쪽풀 생즙액과 쪽풀과 같이 indican을 함유하고 같은科에 속하는 발개여뀌 즙액을 첨가한 후 가시부의 분광특성을 검토한 결과는 Fig. 2에서와 같이 300~500 nm에서 완만한 흡수가 나타나며, 쪽풀 생즙액과 발개여뀌 생즙액 모두 680 nm의 특이적인 엷은 흡수 peak가 나타났고, 시각적으로는 엷은 연록색대이다.

Fig. 3~4은 쪽풀 생잎에 존재하는 효소가 indican을 분해하는지를 알기 위하여 0.015% indican 수용액 500 ml에 쪽풀 생즙액과 발개여뀌 생즙액을 각각 4 ml씩 첨가한 후 그 변화를 시간별로 본 결과이다.

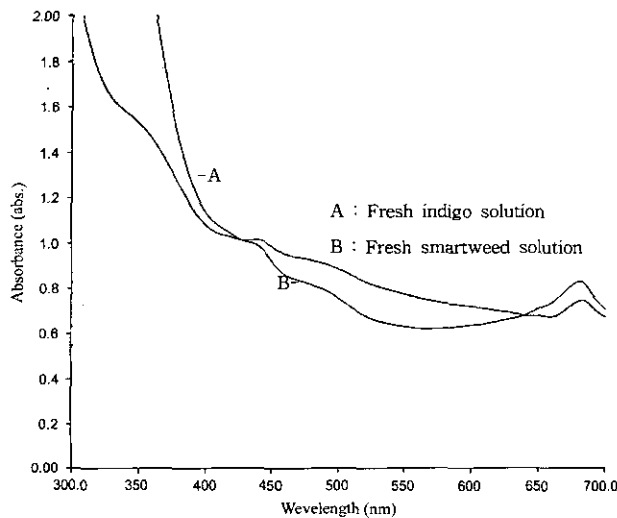


Fig. 2. UV/Visible spectra of the juice of fresh leaves indigo and smartweed mixed in aqueous indican solution.

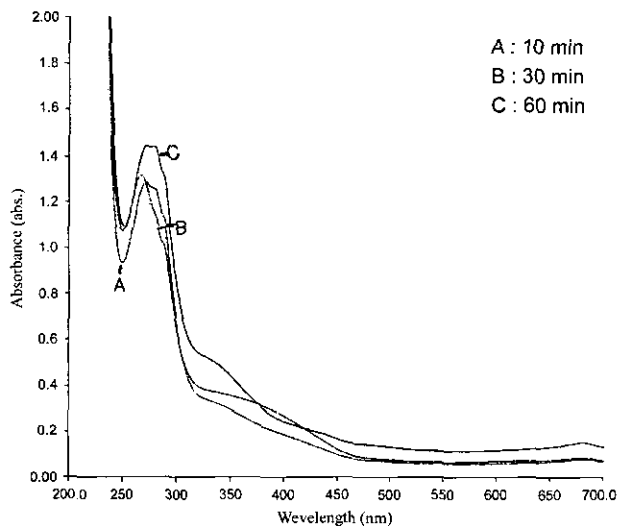


Fig. 3. UV/Visible spectra of mixed solution of fresh indigo juice and indican for various times.

Fig. 3에서와 같이 쪽풀 생즙액 첨가는 시간이 지날수록 280 nm대의 흡광도가 높아지나, 발개여뀌 생즙액 첨가는 Fig. 4에서와 같이 1시간이 지나도 흡광곡선의 변화가 없는 것을 알 수 있다.

Fig. 5~6는 500 ml indican 수용액에 4 ml 쪽풀 생즙액과 발개여뀌 생즙액을 첨가 후 1시간 지난 후 액비 1:100으로 하여 27°C에서 견직물을 매회 염색 후에 그 잔액의 흡수곡선을 측정한 결과이다. Fig. 5에서와 같이 쪽풀 생즙액 첨가는 염색횟수를 거듭하면 할수록 280 nm대의 peak가 점차적으로 소멸되고, Fig. 6에서와 같이 발개여뀌 생즙액 첨가는 변화가 없는 것으로 보아서 indican 수용액에서는 염색이 안되는 것과, 또한, 680 nm 엷록소의 peak가 소멸될 것으로 보아서 엷록소만 견직물에 염색된 것을 추론할 수 있다.

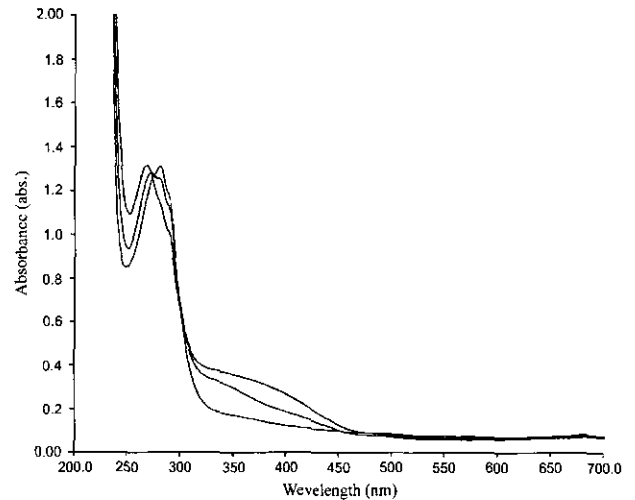


Fig. 4. UV/Visible spectra of mixed solution of fresh smartweed juice and indican for various times.

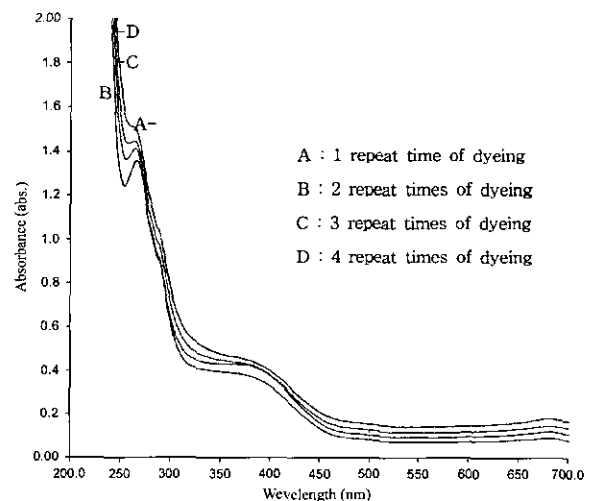


Fig. 5. UV/Visible spectra of mixed solution of fresh indigo juice and indican for repeat times of dyeing.

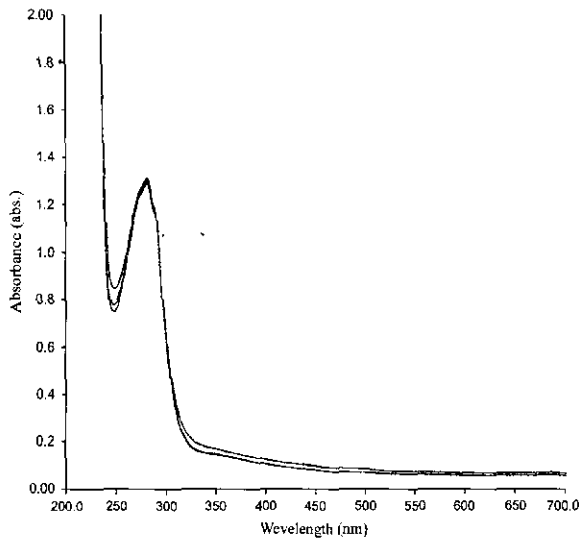


Fig. 6. UV/Visible spectra of mixed solution of smartweed fresh juice and indican for repeat times of dyeing.

Table 1. H V/C values of silk fabrics dyed with mixed solution of indigo fresh juice and indican for repeat times of dyeing

Dyeing repeat times	Colour	H V/C
1		6.58 B 6.97/2.33
2		5.51 B 7.16/1.54
3		5.09 B 7.19/1.69
4		3.18 B 7.33/1.01

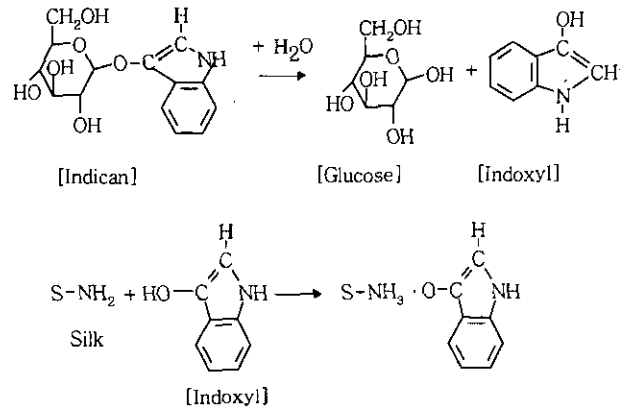
Indican aqueous : 0.015%
Addition of indigo juice : 4 mll

또한, Table 1에서와 같이 염색견직물의 색상은 쪽풀 생즙액 염색은 파랑(B)색상대이며, 염색횟수가 증가할수록 파랑 색상대에서 옅은 색상으로 변하였다. 한편, 발개여뀌 생즙액을 첨가하여 염색한 견직물의 색상은 염색하지 않는 견직물과 동일한 색상이었다. 이상의 결과를 종합하여 검토하면 Fumoto 等(1988)이 제시한 것과 같이 쪽풀 생즙액에 의한 견섬유 염색의 염착기구는 scheme 1과 같이 생잎에 존재하는 indican이 수용액에서 생잎에 공존한 indicanase 등의 효소에 의하여 glucose와 indoxyl로 분해한 후 견섬유의 말단기인 -COOH기, -NH₂기와 결합한 것을 추론할 수 있다.

2. 생즙액의 염색조건

가. 염색온도 및 시간이 염색성에 미치는 영향

쪽풀 생즙액의 염색온도가 염색성에 미치는 영향을 보기 위하여 40g의 쪽풀생잎을 1l 물에 넣고 믹서로 분쇄 후 여과하여 얻은 액을 25°C와 35°C에서 10, 20, 30, 40분간 염색한 직물을 자연광에서 건조한 후 수세하여 얻은



Scheme 1. Dyeing mechanism of fresh leaf juice.

Table 2. H V/C values of silk fabrics dyed for various dyeing times and dyeing temperatures in fresh leaves indigo dyeing

Dyeing conditions		Colour (H V/C)	
Temp.(°C)	Time(min.)		
25	10	5.24 BG	6.19/1.36
	20	4.01 B	4.52/3.73
	30	4.72 B	4.11/4.01
	40	6.29 B	3.89/3.72
35	10	1.64 B	4.77/3.12
	20	9.25 BG	4.82/2.86
	30	7.26 BG	4.68/2.63
	40	3.57 BG	4.54/2.46

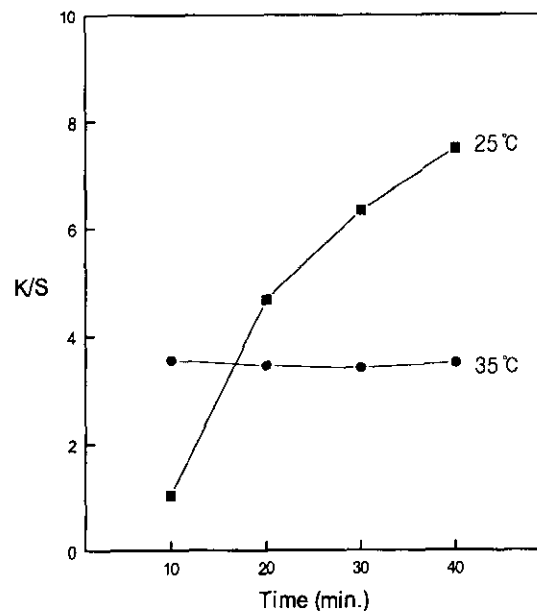


Fig. 7. Relationship between K/S values of degummed silk fabrics and dyeing times at various dyeing temperatures.

염색직물의 색채를 측정된 결과를 Table 2에 나타내었고, 염착농도를 측정된 결과는 Fig. 7에 나타내었다.

Table 2에서 볼 수 있는 바와 같이 25°C에서 염색한 견

직물의 색상은 염색시간이 10분일 때는 녹색대(5.25 BG)이고, 20~40분간 염색할 때의 색상은 파랑색대(B)이고, 한편, 35°C에서 염색할 때에는 염색시간이 짧은 10분일 때에 색상이 파랑 (1.64 B)이나, 염색시간이 그 이상 길어지면 염색견의 색상이 청록색(BG)으로 변화됨을 알 수 있다.

Fig. 7에서 보는 바와 같이 견직물의 염착농도는 25°C에서 염색할 때에는 염색시간이 30분 일 때까지는 염색시간의 증가에 따라 염착농도가 상당히 증가하나, 35°C에서 염색할 때에는 염색시간이 길어짐에 따라 염착농도가 약간 감소하였으나 큰 차이가 없다.

이와 같은 결과는 閔閣叢書(李 등 1974)에 쪽이 꽃필 무렵이면 외기 온도가 높기 때문에 염색 온도를 낮게 하기 위하여 얼음을 채워서 염색함으로써 아름다운 색상을 얻을 수 있다고 기록되어 있는 것과 같이 낮은 온도에서 염색하여야 함을 보여 주는 것으로 생쪽잎으로 염색하는 시기가 7~8월중인데 외기 온도가 대부분 30°C를 상회하기 때문에 외온보다 낮은 온도로 염색하여야만 생즙액의 고유색상인 파랑 색상을 얻을 수 있음을 알 수 있다.

나. 생즙액의 반복 염색

100 g의 쪽풀 생잎을 1/의 물에 넣고 믹서로 분쇄한 후 여과하여 25°C에서 10분간 염색한 후 자연광에서 30분간 산화시킨 후 수세, 건조하기를 1~5회 반복 염색하여 얻은 염색견직물의 색채를 측정한 결과는 Table 3에서 보는 바와 같이 1회 염색한 견직물의 색상은 5.24 BG, 2회 염색한 견직물의 색상은 4.78 B로, 2회 이상 염색견직물의 색상은 생즙액 염색견의 고유색상인 blue 색상대며, 또한 염색횟수의 증가에 따라 PB의 색상에 가까운 blue 색상대고, 명도값도 염색 반복횟수가 증가할수록 낮아져서 검게 염색된다.

또한, 염착농도는 Fig. 8에서 볼 수 있는 바와 같이 견직물의 염색 반복회수가 증가할수록 증가하나, 4회 이상 반복하여 염색하는 경우의 염착농도의 증가폭은 완만하다. 이것으로 보아 6회정도 염색하면 염착농도가 거의 일정한 것으로 생각된다.

다. 염색견뢰도

쪽풀 생즙액 염색은 100 g의 쪽풀 생잎을 1/의 물에 넣고 믹서로 분쇄한 후 여과하여 25°C에서 10분간 염색한

Table 3. H V/C value of silk fabrics dyed for repeating times of dyeing

Repeating times	Colour (H V/C)	
1	5.24 BG	6.19/1.36
2	4.78 B	3.80/3.74
3	5.28 B	3.57/2.79
4	5.61 B	2.90/2.87
5	7.31 B	2.81/2.08

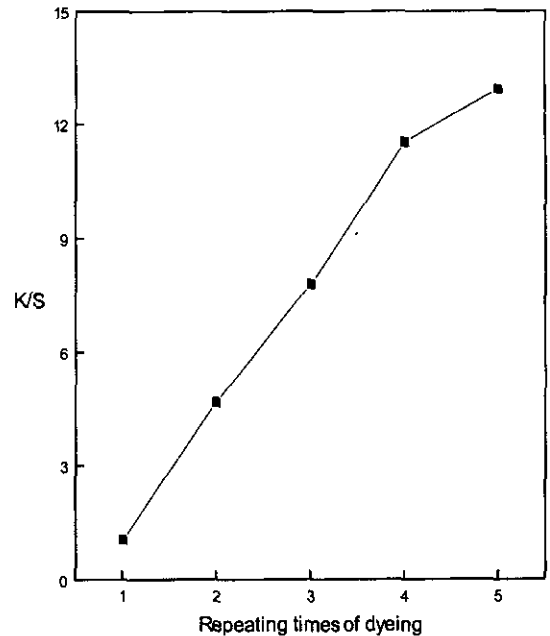


Fig. 8. Relationship between K/S values of silk fabrics and repeating times of fresh indigo juice dyeing.

Table 4. Colour Fastness of Silk Fabrics dyed with Fresh Leaf Juice

Dyeing method	Fastness (grade)				Light
	Washing		Perspiration (Alkaline sol)		
	Fade	Stain (Silk)	Fade	Stain (Silk)	
Fresh leaf juice	4	4	4	4	4

후 자연광에서 30분간 산화, 건조시킨 후 수세, 건조하기를 4회 반복하여 염색하였으며, Table 4에서와 같이 세탁, 땀 및 일광견뢰도가 모두 4급 이상으로 염색견뢰도가 우수한 하였는데, 쪽풀 색소가 견섬유에 결합, 또는 흡착되어 공기산화에 의하여 물에 불용성인 indigo로 변하기 때문에 세탁·땀견뢰도가 높은 것으로 생각된다.

적 요

쪽풀 생잎을 꽃 피기 전에 채취하여 믹서로 갈아서 생즙액을 만든 후 견섬유에 대한 염색 시험한 결과

1. 신선한 생잎 중의 인디고 성분의 일부는 녹색색대의 indoxyl로서 존재하며 그 상태로 견섬유에 흡착하는 것이 확인 되었다.

2. 쪽풀 생즙액 염색시는 25°C에서 염색한 경우가, 35°C에서 염색한 경우 보다 염착농도가 높았다.

3. 쪽풀생즙액 염색견직물의 염색견뢰도는 세탁, 땀, 일광 모두 4~5급으로 우수하였다.

인용문헌

Minagawa Motoi, Yoshida Yoshiko & Matsumoto Kanko (1980); 絹の染色に関する研究(第10報), 大阪市立大學 生活科學部記要, p.28, pp.87-97.
Kume Jun(1967); 自然産藍 と最近の研究, 纖維加工, Vol. 19 (10), pp.27-32.

李春寧, 金友政(1988); 天然香辛科와 食用色素, 郷文社, 서울, pp.81-85.
Fumoto Izumi, Toyama Kyoko(1988); 生藍染めの染色機構について, 武庫川女子大學紀要, 第36集, pp.176-182.
李慶善(1974) 校註 閩閩叢書, 新丘文化社, pp. 57-56.
Hidaka Sayoshi(1985); あい染めの理論と實際, 染色加工, 37 (9), pp.438-443.