

## 홍차색소의 성분과 특성

서 명 희 · 신 윤 숙\*

담양대학 산업디자인학과 · \*전남대학교 의류학과

### Components and Characteristics of Black Tea Colorants

Myung-Hee Seo · Younsook Shin\*

Dept. of Industrial Design, College of Damyang

\*Dept. of Clothing and Textiles, Chonnam National University

(1998. 2. 10 접수)

#### Abstract

Colored components in black tea were extracted, freeze-dried, and analyzed to investigate the possibility using as a natural dye. Fractionation of the colored components was carried out by gel permeation chromatography. The colored components in black tea were eluted into seven fractions. Each fraction was analyzed by UV spectrophotometer. The early eluted fractions 1-4 did not show any absorption peaks in 320-700 nm and showed the increase in absorption as it approaches to short wavelength and are considered as highly polymerized colored substances. Fractions 5-6 showed  $\lambda_{max}$  at 350 nm and are considered as thearubigins. Fraction 7 showed absorption peaks at 376 nm and 456 nm and is considered as theaflavin. IR spectra of each fraction show: Strong C=O stretching band at 1650  $cm^{-1}$  appears in fractions 1-4, but not in fractions 5-7. Strong C=O stretching band at 1700  $cm^{-1}$  appears in fraction 3-7. C=O stretching band at 1610  $cm^{-1}$  appears as a shoulder in fraction 4 and progressively changes into strong peak in fraction 5-7. From these results, it is assumed that colored components in black tea consist of polyphenolic substances having different molecular weight which were formed during tea manufacturing process. The colorants from black tea infusion were applied to silk, wool, cotton and nylon fabrics. Black tea colorants showed high affinity to wool, silk and nylon, but very low affinity to cotton fabrics.

**Key words:** black tea colorants, gel permeation chromatography, theaflavin, thearubigin, polyphenolic substances; 홍차색소, 겔 크로마토그래피, 테아플라빈, 테아루비긴, 폴리페놀 물질

#### I. 서 론

홍차 색소성분에 관한 연구는 홍차 추출물의 색, 맛

과 같은 품질을 평가하기 위하여 행하여졌다<sup>1-3)</sup>. 홍차는 가장 인기있는 음료중의 하나이며, 대개 한두번 우려낸 후 버려진다. 버려진 홍차를 재사용하여 천연염료로서 이용가능성을 검토하기 위한 기초연구를 행하였

다. 칼럼 크로마토그래피(column chromatography, CC)에 의해 홍차에서 추출된 색소성분을 분리한 후 UV와 FT-IR 분석을 행하여 각 분획물의 특성을 조사하였다. 그리고 홍차에서 색소를 추출·동결건조, 분말화하여 모, 건, 면과 나일론에 대한 염색성에 대한 기초 조사를 행하였다. 각 섬유에 대한 홍차색소의 염착 메카니즘 및 염색조건에 따른 염착량 등 구체적인 염색성을 다음 보에 발표할 예정이다.

## II. 실험

### 1. 재료

홍차는 시판 스리랑카산 100%를, 칼럼 충전제로 Sephadex LH-20(25~100 μm, Pharmacia Co.)을, 기타 시약은 1급시약을 사용하였다.

### 2. 직물

실험에 사용한 직물은 Table 1과 같으며 정련, 표백하여 사용하였다.

Table 1. Characteristics of silk and cotton fabric

Material	Woven structure	Yarn count (w×f/cm <sup>2</sup> )	Weight (g/m <sup>2</sup> )	Thickness (mm)
Silk	Plain weave	82×50	40	0.17
Wool	Plain weave	51×20	223	0.52
Nylon	Plain weave	22×13	177	0.32
Cotton	Plain weave	27×24	155	0.39

### 3. 색소 추출 및 분말화

색소 추출 및 분말화는 홍차 70 g을 3구 둥근바닥 플라스크에 넣고 증류수 700 g을 가하여 100°C에서 40분간 환류시켜 색소를 추출하였다. 추출액을 G5 crucible glass filter로 여과하여 감압 농축한 후 동결건조기(FD 5505, Il Sin Engineering, Korea)로 -50°C 이하에서 건조시켜서 분말상태의 홍차색소를 얻었다. 이때의 홍차색소분말의 수율은 약 20%이었다.

### 4. 색소성분분리 및 분석

추출한 홍차색소의 성분을 칼럼 크로마토그래피에 의해 분리하기 위해서 먼저 홍차추출액에 아세톤을 가해

30% 아세톤용액으로 하여 이때 생기는 다당류를 제거하였다. 60% 아세톤으로 활성화한 Sephadex LH-20으로 칼럼(1.6×54 cm)을 충전시킨 후 홍차추출액의 30% 아세톤용액 2 ml를 주입시키고 60% 아세톤을 이동상으로 하여 용출액을 3 ml씩 분취해 380 nm에서 각 분획물의 흡광도를 측정하였다. 친수성 색소성분과 소수성 색소성분의 분리는 竹尾 등<sup>4)</sup>의 보고에 따라서 홍차추출액 10 ml와 n-butyl alcohol 10 ml를 가하여 교반기에서 5분간 혼합한 후 5분간 정치시키고, 이어 n-butyl alcohol층과 물층으로 분리되면 각각 2 ml씩 칼럼에 주입시켜 3 ml씩 분취하여 380 nm에서 흡광도를 측정하였다. 이때 각 분획물의 흡광도는 UV spectrophotometer(Hewlett Packard Ltd., U.S.A.)를 사용하였으며, 분말상의 각 분획물은 KBr을 섞어 펠릿을 만들어 FT-IR 분석(FT-IR spectrometer, Nicolet 520, U.S.A.)을 행하였다.

### 5. 염색 및 염착량 측정

염색은 Table 2와 같이 색소농도를 변화시키면서 적외선 고압염색기(AHIBA NUANCE, Data Color International, U.S.A.)를 사용하여 염색하였으며, 측정용 색차계(Macbeth, Color Eye 3100)로 λ<sub>max</sub>에서 피염물의 K/S값을 측정하여 염착량으로 평가하였다.

Table 2. Dyeing conditions

Samples	Dye conc. (% , o.w.b. <sup>a</sup> )	pH	Temp. (°C)	Time (min.)
Silk	0.2~1.6	5	30 min / 40°C / 80°C	60 min
Wool	0.2~1.6	5	30 min / 40°C / 90°C	60 min
Nylon	0.2~1.6	5	30 min / 40°C / 90°C	60 min
Cotton	0.2~1.6	5	30 min / 40°C / 100°C	60 min

a : on the weight of bath, Liquor ratio : 1 : 50

### III. 결과 및 고찰

홍차에서 추출한 물질을 칼럼 크로마토그래피로 분리하였을 때 크로마토그램을 Fig. 1에 나타내었다. 그림에 보이듯이 7개의 흡수피크가 나타났다. 이 결과로부터 제일 먼저 나온 분획물 F1이 분자량이 가장 큰(중합도가 큰) 성분이며 F7은 분자량이 가장 작은 성분임을 알 수 있다. 또한 물에 의한 추출시간에 따른 추출물의 변화를 보면 추출시간에 관계없이 용출패턴이 비슷하여 용출되어 나오는 추출물의 종류가 일정하다는 것을 알 수 있다.

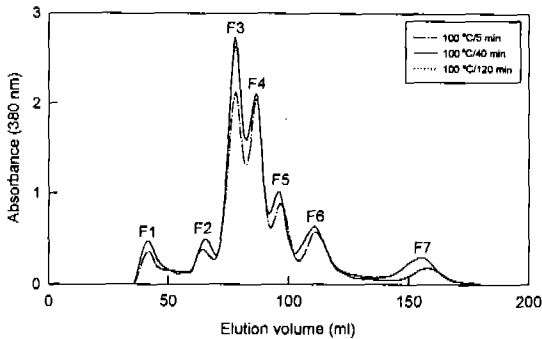


Fig. 1. Elution patterns of colorants extracted with water.

칼럼 크로마토그래피에 의해 분리된 7개 분획물의 각각에 대한 가시부 흡수스펙트럼을 Fig. 2에 제시하였다. 분획물 F1~F4는 갈색에서 초콜릿색을 띠며 홍차 제조과정에서 생성된 것으로 각 분획물의 정확한 성분 규명이 되지 않았고 다만 산화중합물로 추측이 된다. 이들 성분은 320 nm에서 700 nm사이의 가시부에서는 흡수피크는 보이지 않으며, 단파장에 가까워짐에 따라 흡수가 증가하였다. 분획물 F5와 F6은 약간 검은색을 띠며 홍적색이고, 354 nm에서 최대흡수를 보여 이것은 테아루비긴이라 부르는 다중 다양한 카테킨 산화중합물의 흡수스펙트럼과 일치한다. 분획물 F7은 밝은 등적색을 띠고, 376 nm와 456 nm에서 각각 흡수피크가 있다. 이 성분은 테아플라비닌이라 부르는 화합물의 가시부 흡수스펙트럼과 일치하며, 성분형성과정을 Scheme 1에 보인다<sup>9)</sup>.

Fig. 3은 각각 n-부틸 알코올 층과 물층에서 추출한 색소의 크로마토그램이다. n-부틸 알코올층에 용해된 성분은 Fig. 1의 분획물 F5~F7의 크로마토그램과 일치하며 소수성 구조를 가지고 있음을 알 수 있다. 물층에서 추출한 색소의 크로마토그램은 Fig. 1의 분획물 F1~F4의 크로마토그램과 일치하며 친수성구조를 가지고 있음을 알 수 있다.

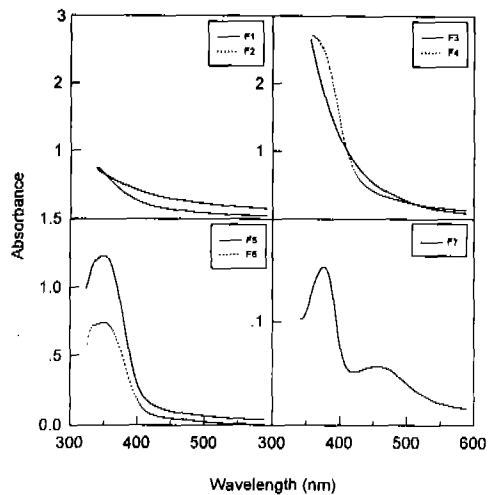
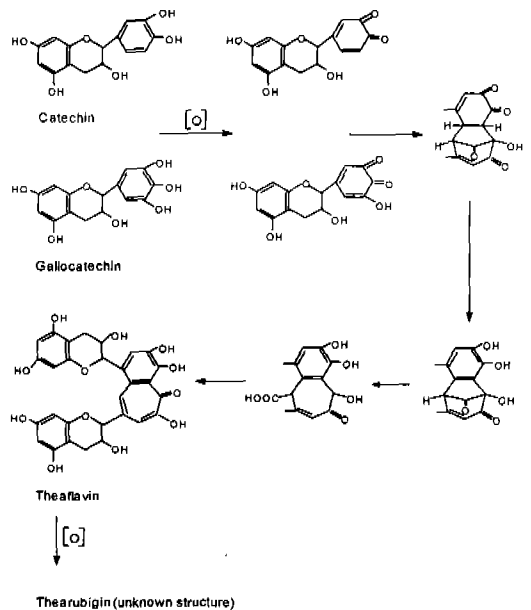


Fig. 2. UV spectra of fractions 1~7.



Scheme 1. Theaflavin and thearubigin formation<sup>9)</sup>.

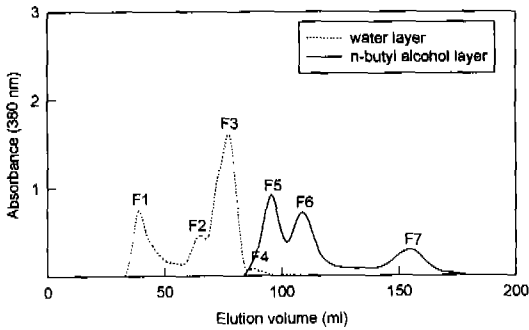


Fig. 3. Elution pattern of colorants extracted from n-butyl alcohol layer and water layer.

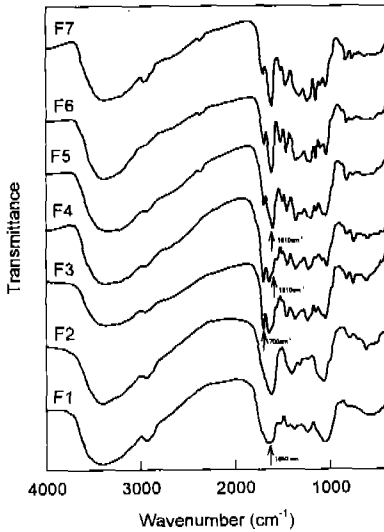


Fig. 4. IR spectra of fractions 1~7.

Fig. 4는 7가지 분획물의 IR 스펙트럼이다. 세종류의 C=O 신축진동이 1650 cm<sup>-1</sup>, 1700 cm<sup>-1</sup>, 그리고 1610 cm<sup>-1</sup>에서 보인다. 1650 cm<sup>-1</sup>에서 분획물 F1~F4는 강한 C=O 신축진동이 보였으나 분획물 F5~F7에서는 보이지 않았다. 그리고 분획물 F3~F7은 1700 cm<sup>-1</sup>에서 강한 C=O 신축진동이 나타나는 것을 확인할 수 있으며, 1610 cm<sup>-1</sup>에서 C=O 신축진동이 어깨피크로서 분획물 F4에서 보이다가 분획물 F5~F7에서는 점차적으로 강한 피크로 변하였다. 이것은 1700 cm<sup>-1</sup>에서 -COOH의 C=O 신축진동에 의한 것이며, 1650 cm<sup>-1</sup>의 피크는 산화된 방향족 케톤의 C=O 신축진동에 의한 것으로 추정된다. 테이플라빈으로 추정하고 있는 분획물 F7은 구조상 1700 cm<sup>-1</sup>에서 -COOH에 의한 흡수

피크가 나타나지 않아야 하는데 나타나고 있다. 이는 테이플라빈이 형성되는 과정에서 생성되는 산화물이 섞여 있기 때문으로 사료된다.

홍차색소를 이용하여 면, 모, 견 및 나일론 직물에 염색하여 염착량(K/S값)을 측정하여 Fig. 5에 제시하였다. 염욕의 pH는 5.0으로써 조정하지 않고 색소물물에 용해시킨 그대로를 사용하였다. Fig. 5에 보이는 바와같이 홍차색소는 면직물에 대해서는 매우 낮은 친화력을 보였으며, 대체로 산성염료에 염착성을 보이는 모, 견 및 나일론에 대해 좋은 친화력을 보였다. 특히 모직물에 높은 염착량을 보였다. 이들 섬유는 -NH<sub>2</sub>, -COOH 등의 반응기를 가지고 있으며, 염색조건을 고려할 때 홍차색소의 반응기가 음이온으로 작용하여 양전하를 띠는 섬유와 이온결합하는 것으로 추측된다.

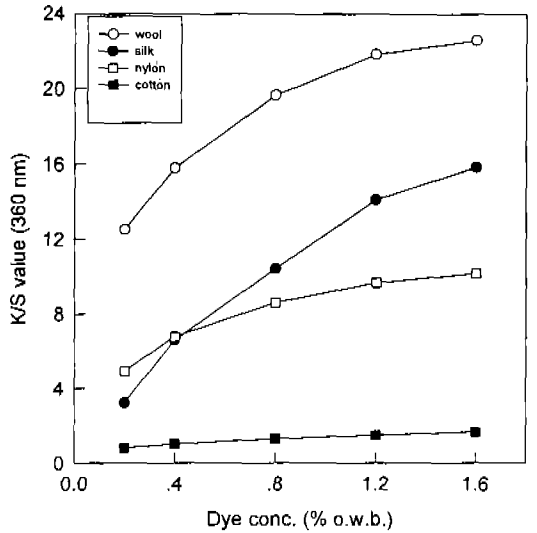


Fig. 5. Effect of dye concentration on the dye uptake of wool, silk, nylon and cotton fabrics.

#### IV. 결 론

칼럼 크로마토그래피에 의해 홍차 추출물을 분석한 결과, 7개의 분획을 얻었으며, 분획물 F1~F4 산화중합물, 분획물 F5와 F6은 테이루비긴, 분획물 F7은 테이플라빈으로 추정되었다. 이중 분획물 F1~F4는 친수성 구조를 가졌으며, 분획물 F5~F7은 소수성 구조를

가진 것으로 나타났다.

각 분획물의 IR 스펙트럼분석으로부터 분획물 F1~F4는  $1650\text{ cm}^{-1}$ 에서 강한 C=O 신축진동이 보였으나 분획물 F5~F7은 보이지 않았다. 그리고 분획물 F3~F7은 -COOH로 추정되는  $1700\text{ cm}^{-1}$ 에서 강한 C=O 신축진동이 보였으며,  $1610\text{ cm}^{-1}$ 에서 C=O 신축진동이 어깨피크로서 분획물 F4에서 보이다가 분획물 F5~F7에서 점차적으로 강한 피크로 나타났다. 이로부터 홍차색소성분은 카르복실산기를 가지는 폴리페놀 구조로 이루어진 분자량이 다양한 산화축합물로 구성되어 있음을 알았다.

홍차색소를 이용하여 면, 모, 견 및 나일론 직물에 염색한 결과, 면직물에 대해서는 매우 낮은 친화력을 보였으며, 대체로 산성염료에 염착성을 보이는 모, 견 및 나일론에 대해 좋은 친화력을 보였다. 특히 모직물에 높은 염착량을 보였다.

## 참 고 문 헌

- 1) 竹尾忠一, 大澤キミコ, “紅茶の水色に関する研究(第4報) - 紅茶水色の化學的平價方法”, 日本食品工業學會誌, 20, pp. 463-467, 1973.
- 2) 김영수, 김혜영, 남영중, 고영수, “홍차선호도와 관련된 이화학적 특성에 대한 통계적 분석”, 한국식품과학회지, 18, pp. 16-23, 1986.
- 3) 竹尾忠一, 大澤キミコ, “紅茶の水色に関する研究(第1報) - 紅茶に含まれる水溶性色素類の分離”, 19, pp. 406-409, 1972.
- 4) A. Agarwal and A. Garg, “Development of suitable dyeing process for dyeing of wool with natural dye - Henna(Lawsonia inermis)”, *Colourage*, 39, pp. 43-45 (1992).
- 5) C. O. Chichester, “The Chemistry of Plant Pigments”, p. 154, Academic Press, 1972.