

## 양송이 색소의 특성과 염색성에 관한 연구(I)

— 색소의 추출과 보관 및 성분 분석을 중심으로 —

서 영 숙 · 정 지 윤

경북대학교 생활과학대학 의류학과

### A Study on the Characterization and Dyeability of Mushroom Colorant(I)

— Extraction, storage and analysis of mushroom colorant —

Young Sook Suh · Ji Yoon Jung

Dept. of Clothing and Textiles, Kyungpook National University

(1996. 8. 29 접수)

#### Abstract

The browning characteristic and dyeability of the mushroom were examined to establish the optimum condition for browning and extraction in the process of obtaining the natural dye, brown colorant. The composition of browning extracts from mushroom was also analyzed and the dyeability were investigated.

The results of this study are as follows,

1. The optimum condition for obtaining the browning colorant from mushroom was the crushed phase of sample.
2. The browning reaction by enzymes in mushroom was efficient at a temperature of 35°C, a duratron period of 2 hr and pH of 8.
3. The optimum condition for extraction of browning extracts from browned mushroom was at 95°C and 1hr.
4. To analyze the content of browning extracts in the mushroom, three fractions were obtained from gel filtration using Sephadex G-25 and the fraction 1 was melanin and the fraction 3 was dihydroxyphenylalanine (DOPA) and glutaminyldihydroxybenzene (GDHB).
5. The turbidity in enzymatic browning extraction of mushroom increased depending on refrigeration storage (4°C) and UV radiation. The filtration of the extracts resulted in a decrease of absorbance.
6. The dyeability of the fraction 1 was greater compared to that of the fraction 3 and that of wool greater compared to the other two fabric materials.

\*본 논문은 1996년도 학술진흥재단의 자유공모과제 연구비 지원에 의하여 이루어진 것임.

## I. 서 론

합성염료는 색상이 다양하고 풍부하며 염색 공정이 용이하면서 견뢰한 염색물을 얻을수 있는 장점이 있어 오늘날 의류 염색의 대부분을 합성염료 염색에 의존하고 있다. 그러나 합성염료는 그 염색, 조제 취급과정에서 인체에 유해한 문제가 많고 특히 염색 공정에서 배출되는 염색 폐수는 수질 오염원이 되어 심각한 환경문제를 야기하고 있다<sup>1-2)</sup>.

한편 천연염료는 그 원료의 정제와 보관의 불편함과 복잡한 염색 방법 때문에 실용적인 가치는 적으나, 최근 산업사회에서 추구하는 환경보호의 대명제에 부응하는 환경친화적인 재료이고 또 천연염료가 나타내는 자연스럽고 깊이있는 색조 분위기는 복식의 창의성을 표현할 수 있는 재료라는데 관심을 모으고 있다.

이러한 의미에서 천연염료에 대한 연구는 이미 국내외의 많은 연구가 보고되어 있으며, 환경보호, 복식의 부가가치화, 복식의 개성화 및 천연자원의 활용이라는 측면에서 중요한 의미를 갖는다.

버섯류를 공예염에 사용한 연구<sup>3-4)</sup>가 있으나, 본 연구는 양송이를 천연염료의 염재로 선택하여 그 색소물질의 특성과 염색성을 연구하고자 한다. 양송이는 신선도가 떨어지면 갈변이 진행되어 식품으로서의 상품가치를 잃게 되므로<sup>5)</sup> 그러한 폐 양송이의 천연 갈색 색소물질을 염재로 활용한다.

본 연구의 중요한 연구 문제는 양송이의 갈변 유도 및 강화 방법, 색소물질의 추출 방법, 추출된 색소물질의 보관성, 양송이 색소 성분의 분리·동정 및 염색성을 알아봄으로써 양송이 염색의 과학화와 실용화를 위한 중요한 기초 자료를 얻고자 한다.

## II. 실험

### 1. 양송이의 최적 갈변조건

#### 1) 시료

양송이 (No. 505)는 증류수로 표면에 묻은 흙과 이물질을 씻어낸 후 물기를 제거하고 사용하였다. 양송이 시료는 세가지 상태로 준비하였다. 시료 1은 생 양송이를 으깨고, 시료 2는 일광건조후 30 mesh 크기로 분쇄하고, 시료 3은 생 양송이를 길이 방향으로 8절하여 사

용하였다.

### 2) 실험방법

#### (1) 양송이의 상태에 따른 갈변

생 양송이 상태의 시료 1과 3은 1g, 건조한 양송이 시료 2는 0.2g를 취하여 각각 50g의 증류수에 넣어 35°C에서 30분간 갈변시켰다. 갈변의 정도는 색소물질의 추출 정도로 하였으며, 색소물질의 추출량은 uv-vis spectrophotometer(Beckman Co, Du-650, U.S.A)를 사용하여 350 nm에서의 흡광도로 나타내었다.

#### (2) 추출 용매에 따른 갈변

추출용매 50g에 양송이 시료 1을 1g의 비로하여 35°C에서 30분간 갈변시켰으며 갈변의 정도는 추출액의 350 nm에서의 흡광도로 측정하였다. 추출용매로는 MeOH, EtOH, HCl, Ethyl Ether, Benzen(Oriental Chemical Industry, 특급)을 사용하였다.

#### (3) 온도에 따른 갈변

생 양송이 1g당 증류수 50g의 비로 하여 분쇄기로 마쇄한 시료 50g을 flask에 담고 4, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45°C 등의 각 온도별로 30분간 진탕한 후 그 액을 여과하였다. 양송이의 갈변 정도는 그 여과액의 350 nm에서의 흡광도로 나타내었다.

#### (4) 시간에 따른 갈변

생 양송이 1g당 증류수 50g의 비로 하여 분쇄기로 마쇄한 시료 50g을 flask에 담고 35°C에서 진탕하면서 0.5, 1, 1.5, 2, 2.5, 3, 3.5, 4, 4.5, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12시간별로 꺼내어 그액을 여과하였다. 갈변 정도는 그 여과액의 350 nm에서의 흡광도로 나타내었다.

#### (5) pH에 따른 갈변

생 양송이 1g에 buffer solution 50g의 비로 하여 분쇄기로 마쇄한 시료 50g을 각 pH(2~10)별로 취하여 flask에 담고 35°C에서 30분간 진탕하면서 갈변시킨 후 여과하였다. 갈변 정도는 그 여과액의 350nm에서의 흡광도로 나타내었다. buffer solution에 사용한 시약으로는  $\text{KHC}_8\text{H}_4\text{O}_4$ (Shinyo Pure Chemical, 특급시약), NaOH(Shinyo Pure Chemical, 특급시약),  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ (藥理化學株式會社, 특급시약), KCl(Tedia Company CO., 특급시약)이었으며, pH meter로는 Mettler사의 Delta 340를 사용하였다.

## 2. 갈변된 양송이로부터 색소물질 추출을 위한 최적 조건

### 1) 시료

생 양송이 1g당 증류수 50g의 비로 하여 분쇄한 것을 35°C에서 2시간동안 진탕하면서 갈변시킨다. 이것을 시료로 사용하였다.

### 2) 실험 방법

#### (1) 온도에 따른 색소물질의 추출

시료 50g을 취해 flask에 담고 35, 45, 55, 65, 75, 85, 95°C의 온도별로 30분간 진탕하면서 추출하고 그 추출액을 여과하였다. 색소물질의 추출량은 그 여과액의 350 nm에서의 흡광도로 나타내었다.

#### (2) 시간에 따른 색소물질의 추출

시료 50g을 취해 flask에 담고 95°C에서 진탕하면서 0.5, 1, 2, 3, 4, 5시간별로 추출하였다. 색소물질의 추출량은 여과한 추출액의 350 nm에서 흡광도를 나타내었다.

## 3. 양송이 추출액의 보관

### 1) 시료

양송이 1g당 증류수 50g의 비로 하여 분쇄기로 마쇄한 후 35°C에서 진탕하며 2시간동안 갈변시킨다. 갈변시킨 양송이로부터 95°C에서 1시간동안 색소물질을 추출한다. 그 추출액을 여과하여 시료로 사용하였다.

### 2) 실험방법

#### (1) 양송이 추출액의 냉장보관에 따른 변화

양송이 추출액을 냉장고(4°C)에 보관하면서 24시간마다 추출액의 상등액을 취하여 여과한 후 350 nm에서 흡광도를 측정하였다.

#### (2) 양송이 추출액의 자외선 조사에 따른 변화

양송이 추출액을 샤아레에 담고 자외선 발생장치(Upland GL-58, U.S.A)로부터 5cm의 거리에 두고 자외선을 조사하였으며, 자외선 조사된 양송이 추출액을 시간별로 취하여 여과한 후 350 nm에서 흡광도를 측정하였다.

## 4. 양송이 추출액의 색소 성분 동정

### 1) 시료

양송이 1g당 증류수 50g비로 하여 분쇄기로 마쇄한 후, 35°C에서 진탕하며 2시간동안 갈변시킨다. 갈변시

킨 양송이로부터 95°C에서 1시간동안 색소물질을 추출한다. 그 액을 여과지로 여과하고, 그 여과액에 소량의 MeOH(Oriental Chemical Industry, 특급 시약)를 첨가하여 rotary evaporator(EYELA Co., A-3S)로 농축한다. 그 농축된 액을 냉장보관하면서 성분 동정용 시료로 사용하였다.

### 2) 실험방법

Sephadex G-25(Sigma사, superfine)를 증류수에 분산시켜 column에 채운 뒤, 위의 시료를 넣고 eluant로 증류수를 사용하여 분획한다. column을 통해 얻어진 분획들의 성분 동정을 위해 각 분획들에 소량의 MeOH(Oriental Chemical Industry, 특급 시약)을 가하여 rotary evaporator로 농축한 후 동결건조 하였으며, 동결건조된 분획들을 uv-vis spectrum, IR spectrum를 행하였다. 또한 분획된 3분획이 1분획으로의 이행됨을 알아보기 위하여 3분획에 tyrosinase를 첨가하고 시간에 따른 변화를 uv-vis spectrometry로 측정하였다.

## 5. Gel filtration한 분획들의 염색성

섬유는 KSK 0905에 규정된 표준 모포, 표준 견포, 표준 나일론포를 사용하였으며, gel filtration하여 얻은 각 분획을 염색으로 사용하였다. 용비는 1:100이며 95°C에서 2시간동안 진탕하면서 염색한 후 수세하고 건조하였다. 염색포의 반사율은 uv-vis spectrophotometer(Beckman Co., DU-650, U.S.A)를 사용하여 350 nm에서 반사율을 측정하였으며 측정된 반사율로부터 K/S 값을 구하였다.

## III. 결과 및 고찰

### 1. 양송이의 최적 갈변 조건

#### 1) 양송이의 상태에 따른 갈변

[그림 1]은 양송이 색소의 추출을 위한 최적 갈변 조건을 알아보기 위하여 양송이의 시료 상태에 따른 갈변도를 색소물질의 추출정도로 본 것이다. 색소물질의 추출정도는 350 nm의 흡광도(10배 희석치)로 나타내었다. 시료 상태에 따른 색소 추출액의 흡광도를 보면 생 양송이를 으갠 시료의 추출액이 가장 흡광도가 높았으며, 다음으로 얇게 slice한 후 일광건조하여 분쇄기로 마쇄하고 30 mesh를 통과한 시료가 높았으며, 생 양송

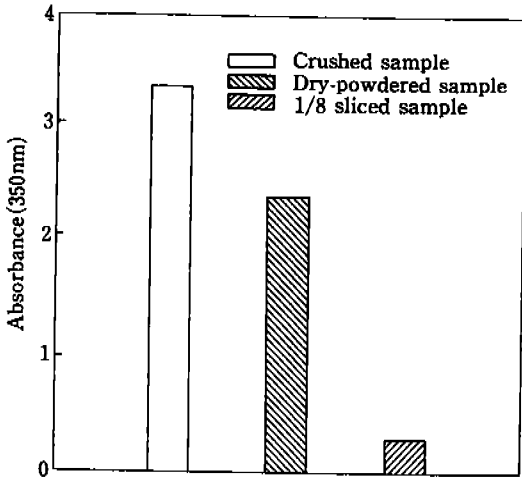


Fig. 1. Effect of treating condition for mushroom browning reaction.

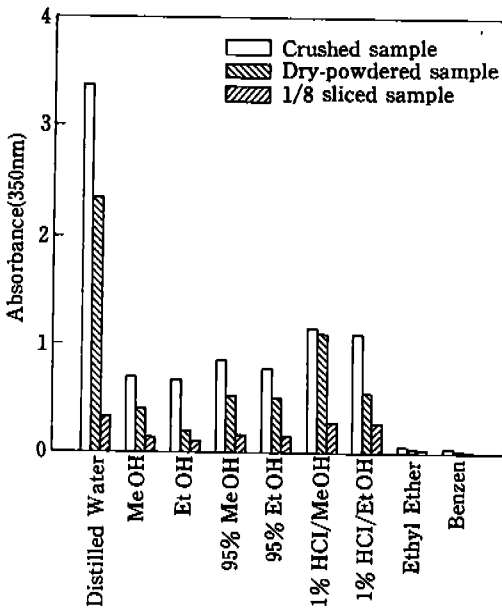


Fig. 2. Optimum solvent for extraction of browning products from mushroom.

이를 길이 방향으로 1/8절 한 시료의 흡광도가 가장 낮았다.

양송이의 수분률 및 건조률을 고려하여 건조 양송이의량은 건조하지 않은 양송이 중량 1g에 대해 0.2g을 사용하였다. 건조 양송이는 일광건조후 25℃의 vaccum oven에서 항량이 될때까지 건조하였다.

2) 추출 용매에 따른 갈변

[그림 2]는 추출용매에 따른 갈변 정도를 나타낸 것이다. 갈변의 정도는 색소물질의 추출량으로 보았으며 이는 350 nm의 흡광도(10배 희석치)로 나타내었다. 추출용매는 극성이 높은 것에서부터 낮은 것에 이르기까지 9종을 선택하였으며, 주로 양송이와 관련된 선행연구들<sup>6-8)</sup>에서 색소 물질의 추출에 사용한 추출 용매들에서 선정하였다. 모든 시료 중에서 증류수가 가장 높은 흡광도를 나타내었다. 따라서 양송이의 색소 물질은 극성이 높은 용매들에서 잘 추출된다고 할 수 있다.

3) 온도에 따른 갈변

생 양송이에 증류수를 가해 분쇄한 시료를 사용하여 보다 효과적으로 갈변되는 조건을 알아 보았다. [그림 3]의 온도에 따른 양송이의 갈변정도를 본 실험 결과이며, 35℃에서 가장 높은 흡광도를 나타내었다. 이는 양송이의 갈변에 관여하는 효소의 활성 온도와 관계 있다<sup>9)</sup>.

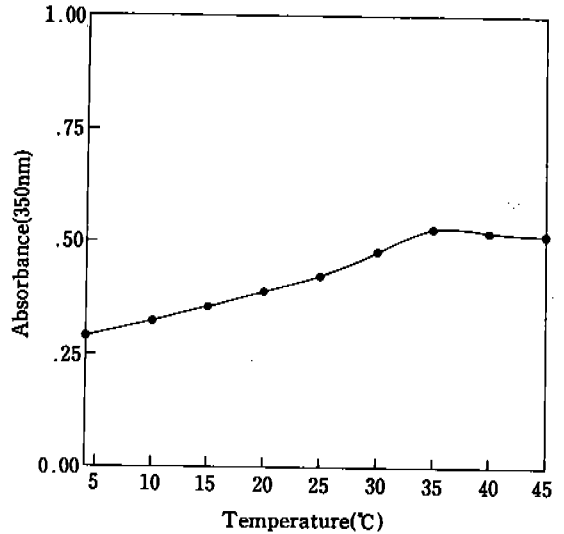


Fig. 3. Effect of temperature on mushroom browning reaction.

4) 시간에 따른 갈변

[그림 4]는 양송이의 갈변에 대한 시간의 효과를 본 것이다. 증류수를 가해 분쇄한 양송이를 flask에 담고 35℃에서 진탕하면서 시간별로 꺼내 350 nm에서 흡광도를 측정하였다. 그 결과, 갈변반응은 초기의 연한 적갈색에서 흑갈색의 액으로 그리고 시간이 지나면서 갈

색색소는 소색되어 반응 진행시간이 10시간이 지나면서 맑고 옅은 갈색액이 되었다. 이는 2시간을 전후하여 흡광도의 변화를 나타내고 있다.

5) pH에 따른 갈변

[그림 5]는 양송이의 갈변에 대한 pH의 효과를 나타낸 것으로 pH 8에서 가장 높은 흡광도를 보였다.

2. 갈변된 양송이로부터 색소물질 추출을 위한 최적 조건

[그림 6]은 [그림 3]과 [그림 4]의 결과를 볼때 35°C에서 2시간동안 갈변시키는 것이 최적 갈변 조건이었다. 따라서 최적으로 갈변된 양송이로부터 갈색 색소물질을 효과적으로 추출하기 위한 온도 조건을 실험하였다. 그 결과, 온도가 높을수록 추출액의 흡광도가 높았다. 이는 온도의 증가가 색소물질의 추출에 영향을 준다는 것을 의미하며 특히 55°C 이상의 고온은 양송이 효소의 활성을 억제시키는데도 효과적이다<sup>9)</sup>.

[그림 3], [그림 4] 및 [그림 6]의 결과를 볼때 35°C에서 2시간동안 갈변시키는 것이 최적 갈변 조건이었으며 최적으로 갈변된 양송이로부터 갈색 색소물질을 효과적으로 추출하기 위한 온도 조건은 95°C였다. [그림 7]은 이상의 조건들에서 가장 효과적인 추출시간을 알아본 것이다. 추출이 진행됨에 따라 흡광도가 증가되나 1시간을 전후하여 흡광도는 감소한다.

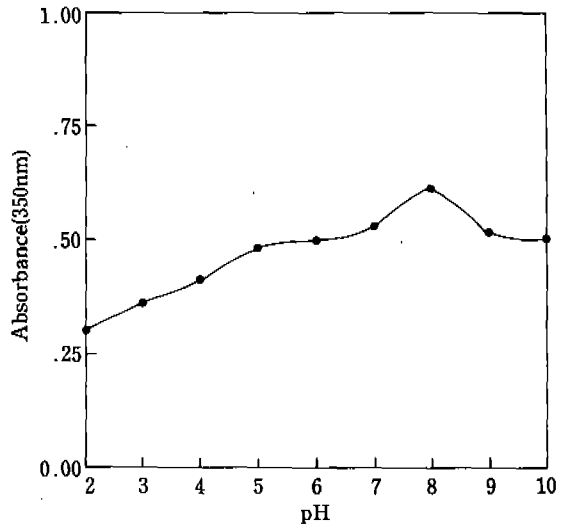


Fig. 5. Effect of pH on mushroom browning reaction.

3. 양송이 추출액의 보관에 따른 변화

[그림 8]은 양송이 추출액의 냉장(4°C)보관에 따른 변화이다. 냉장보관한 시간이 길어질수록 냉장보관액의 여과액은 흡광도가 감소함을 나타낸다. 그러나 여과하지 않은 상태의 액에서는 부유물의 증가로 인해 추출액의 탁도가 증가하며, 양송이 추출액을 rotary evaporator로 농축하여 냉장보관하면 보관용기의 바닥에 갈

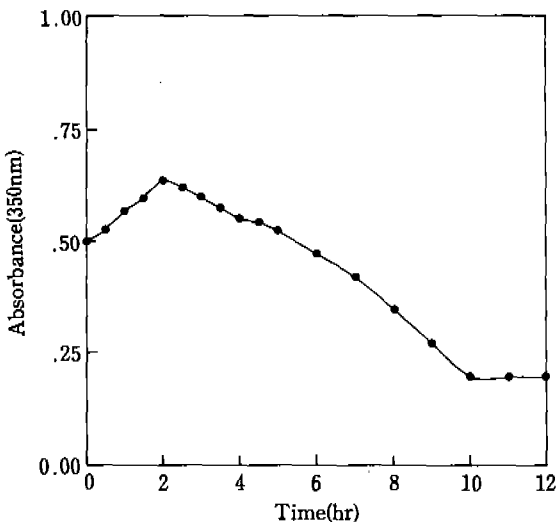


Fig. 4. Effect of time on mushroom browning reaction.

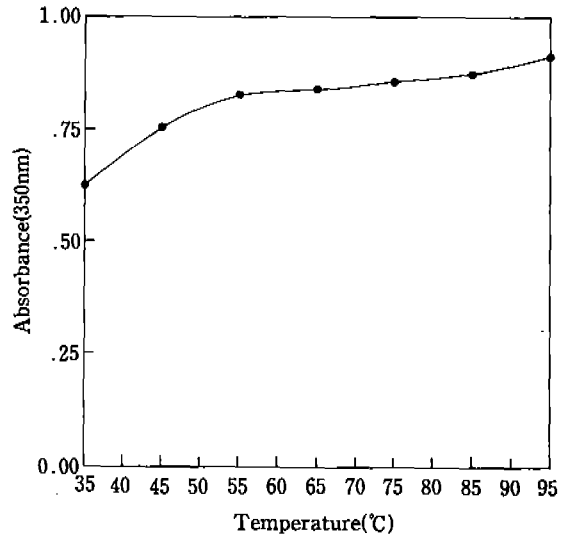


Fig. 6. Effect of extraction temperature for the extraction of colorants from browning mushroom.

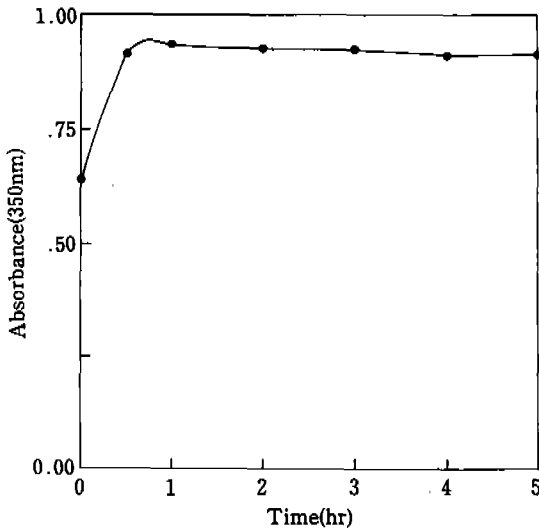


Fig. 7. Effect of extraction time for the extraction of colorants from browning mushroom at 95°C.

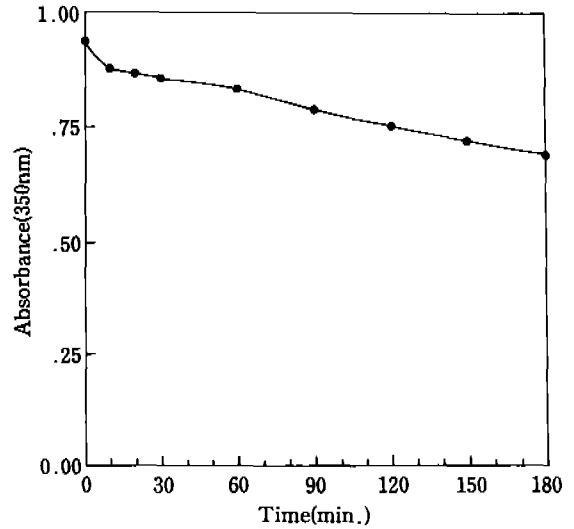


Fig. 9. Effect of uv radiation time on the discoloration of mushrooms' extracts.

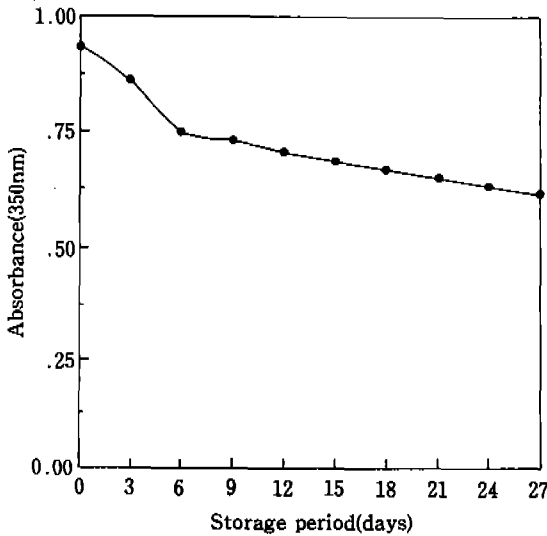


Fig. 8. Absorbance change of mushrooms' extracts during storage at 4°C.

색 침전물이 생겨나는 것을 볼 수 있다. 이러한 현상은 양송이 추출물이 계속적인 갈변반응의 진행으로 저분자 상태에서 고분자상태의 물질에로의 중합반응이 계속적으로 일어나고 있기 때문으로 생각된다.

[그림 9]는 양송이 추출액의 보관에 있어서의 자외선의 영향을 나타낸 것이다. 양송이 추출액은 자외선 조

사에 의해 소색하였으며 여과에 의해 흡광도는 감소한다. 냉장보관에 의한 변화에서의 결과와 같이 여과하지 않은 액의 경우 부유물의 증가로 인해 추출액의 탁도가 급격히 증가되었다.

4. 양송이 추출액의 색소성분 분리 및 동정

양송이로부터 추출한 색소액의 성분분석을 위해 Sephadex G-25를 사용하여 gel filtration하였다. column의 제일 아래쪽 band를 1분획, 그 다음의 band를 2분획 그리고 가장 윗쪽의 band를 3분획이라 하였다.

분획이 진행됨에 따라 2분획은 소멸되고 최종적으로 1분획과 3분획만을 얻을 수 있었다. <표 1>은 gel filtration으로 얻어진 분획들의 La\*b\* 값이다. 색차의 측정은 color meter (日本電色工業株式會社, serial printer, PR-95, Japan)를 사용하였다. column상에서 1분획은 흑갈색, 2분획은 연갈색, 3분획은 적갈색이었

Table 1. The color difference value of the fractions obtained on gel filtration by Sephadex G-25

	L	a*	b*
Fraction 1	13.6	0.2	-1.4
Fraction 3	7.9	0.7	-0.8

다. 1분획과 3분획은 분획하여 색소의 성분동정 및 염색에서의 염액으로 사용하였다.

[그림 10]은 1분획과 3분획의 uv-vis spectrum이다. 1분획과 3분획에서 260 nm와 350 nm에서 최대 흡수과장대를 볼 수 있는데 260 nm의 peak는 phenol류가 갖는 특징적인 peak이며, 350 nm의 peak는 melanin 중합체의 특징적인 peak이다. 1분획은 260 nm의 흡수가 3분획에 비해 아주 낮으며 전반적으로 visible 영역의 흡수가 높은 것을 볼 수 있다.

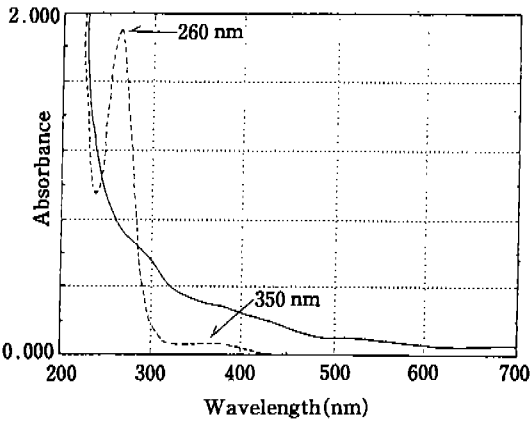


Fig. 10. Uv-vis absorption spectrum of fraction 1 and 3 obtained from the gel fraction of mushrooms' extracts.  
—, fraction 1; ·····, fraction 3

[그림 11]은 2분획과 3분획이 tyrosinase에 의한 갈변반응으로 최종적으로 1분획으로 이행하는 것을 보기 위한 것으로 3분획에 tyrosinase를 첨가하여 시간에 따른 변화를 본 것이다. a는 3분획의 uv-vis spectrum이며, b, c, d, e는 a의 tyrosinase를 첨가한 후의 시간에 따른 변화이다. 시간의 경과에 따라 260 nm의 흡광도는 낮아지고, 350 nm의 흡광도 및 가시광선영역의 흡광도가 증가하며, 1분획으로 이행된다는 것을 알 수 있다<sup>9)</sup>.

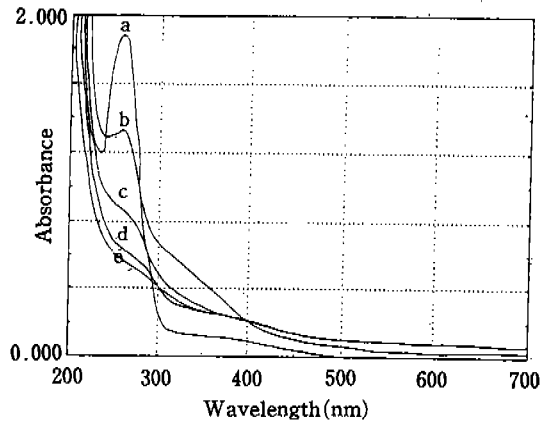


Fig. 11. The change of uv-vis absorbance spectrum of fraction 3 treated with tyrosinase.  
a; fraction 3  
b, c, d, e; fraction 3 treated with tyrosinase

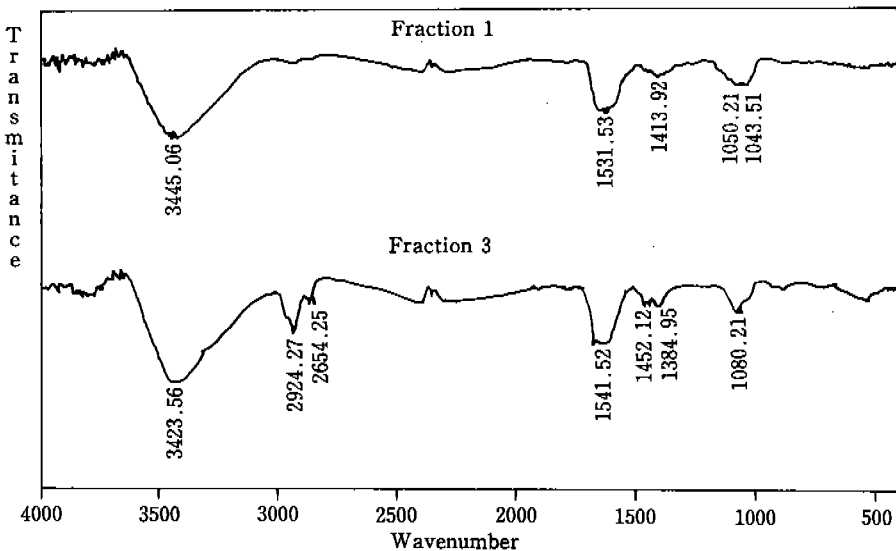


Fig. 12. The IR spectrum of fraction 1 and 3 obtained from gel filtration of mushrooms' extracts.

[그림 12]는 1분획과 3분획의 IR spectrum이다. 1분획의 IR spectrum에서는  $3,500\sim 3,200\text{ cm}^{-1}$ 의 흡수대에서  $-\text{OH}$  group을 확인할 수 있으며,  $1,600\text{ cm}^{-1}$ 에서  $\text{C}=\text{O}$  group을 확인할 수 있으며,  $1,400\text{ cm}^{-1}$ 의 흡수대에서는  $\text{C}=\text{C}$  aromatic conjugated를 볼 수 있다. 3분획의 IR spectrum에서는 1분획에서의 흡수대 외에  $2,920\text{ cm}^{-1}$ 의 흡수대의 aliphatic CH를 확인할 수 있다.

이상의 결과들을 종합해 볼 때 3분획은 tyrosine 및 GHB(glutaminylhydroxybenzen)가 tyrosinase에 의해 산화되어 형성된 3,4-dihydroxyphenylanine (DOPA) 및 GDHB(glutaminylidihydroxybenzene) 단계인 것으로 생각되며, 1분획은 DOPA 및 GDHB가 다시 tyrosinase에 의해 산화되어 DOPA quinone 및 GBQ(glutaminylbenzoquinone)가 되고, 이것이 다시 비효소적으로 산화 중합된 상태 및 이 단계를 거쳐 형성된 melanin인 것으로 생각된다<sup>9-12)</sup>. 다음의 염색에서 사용할 염액의 상태는 양송이의 tyrosine 및 GHB가 tyrosinase에 의해 진행되는 갈변반응의 중간산물 및 최종산물이 공존하는 상태임을 알 수 있다.

분획 1은 갈변반응의 최종산물인 melanin으로 동결 건조에 의해 분말상을 얻을 수 있는데 이 상태로 냉동 보관하면 갈변반응으로 생긴 양송이 갈색 색소를 보관에 의한 변화를 최소화하여 줄이면서 보다 효과적으로 천연염료 염색의 염재로 사용할 수 있을 것으로 사료된

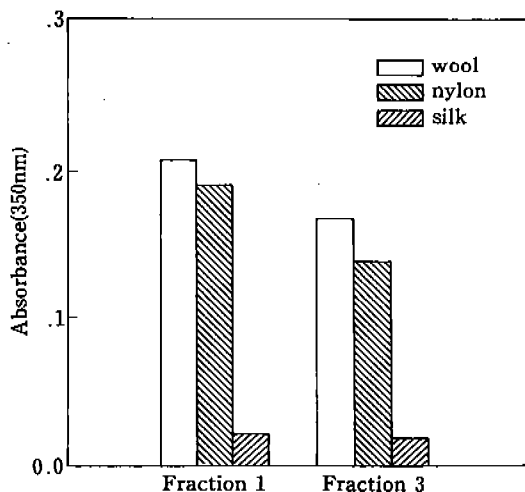


Fig. 13. Dyeabilities of the fraction 1 and 3 obtained from gel filtration of mushrooms' extracts.

다.

## 5. Gel filtration한 분획들의 염색성

[그림 13]은 gel filtration으로 얻어진 각 분획들이 염착성이 있는지를 알아보기 위하여 얻어진 분획을 염료원액으로 하여 욕비 1:100으로  $95^{\circ}\text{C}$ 에서 2시간동안 염색한 결과이다. 1분획과 3분획 모두 wool, nylon, silk에 대한 염착성이 있었으며 특히 wool에 대한 염착성이 좋았다. 일반적으로 wool, silk, nylon의 순으로 높은 염색성을 나타낸다<sup>11)</sup>. 본 실험의 결과는 K/S값으로 볼때 이와는 다른 결과를 보이거나 염색후 잔류의 측정 결과에서는 위와 같은 결과를 보였다. K/S값은 염색된 포의 두께 및 표면상태에 영향을 받으므로 silk의 K/S값이 낮은 것은 실험에 사용한 포의 두께와 관계 있는 것으로 생각된다.

## V. 결 론

양송이로부터 천연염제인 색소물질을 얻고 이의 특성과 추출 방법을 알아보고, 양송이 갈색 추출물의 성분 분석을 실시하고 그 분획들의 염색성을 검토하였다. 연구결과는 다음과 같다.

1. 양송이로부터 색소물질을 얻을 수 있는 양송이의 최적 상태는 으깬 상태였다.
2. 양송이의 효소에 의한 갈변에 효과적인 온도는  $35^{\circ}\text{C}$ 였으며, 시간은 2hr이었으며, pH는 8이었다.
3. 갈변된 양송이로부터 색소물질을 추출하는 최적의 조건은  $95^{\circ}\text{C}$ 에서 1hr이었다.
4. 양송이 추출액의 성분 분석을 위하여 Sephadex G-25를 이용하여 gel filtration하여 3개의 fraction을 얻었으며, 분획하는 과정중 소멸한 분획 2를 제외한 분획 1과 분획 3을 uv-vis spectrum를 측정하였다. 그 결과, 분획 1은 indole-5,6-quinone가 (DOPA quinone) 및 GBQ 산화 중합된 상태 및 이 단계를 거쳐 형성된 melanin이며, 분획 3은 3,4-dihydroxyphenylanine(DOPA) 및 GDHB로 고찰되었다.
5. 양송이 추출액을 냉장보관( $4^{\circ}\text{C}$ )하면 탁도가 증가하였으며 그 액을 여과하여 uv-vis spectrum를 측정하면 흡광도가 감소하였다. 또한 자외선 조사에 의해 급격히 탁도가 증가하였으며 그 액을 여과하여 uv-vis spectrum를 측정하면 흡광도는 감소하였다. 그 결과,



냉장보관 및 자외선에 불안정하므로 보관상의 어려움이 예상된다. 한편 양송이 갈변의 최종산물인 분획 1의 경우 동결건조에 의해 분말상의 색소물질을 얻을 수 있었다.

6. Gel Filtration의 결과 얻은 분획 1과 분획 3을 육비 1:100으로 95°C에서 2hr의 조건하에서 염색한 결과 wool, nylon, silk에 대해 염착성을 나타내었으며, 특히 분획 1이 분획 3에 비해 염착성이 뛰어났으며 wool이 가장 염착성이 높았다.

### 참 고 문 헌

- 1) 趙慶來, 染色理論과 實驗, 螢雪出版社, Seoul, 1991.
- 2) 김경환, 배옥희, 染色學, 螢雪出版社, Seoul, 1990.
- 3) 구영일, 한국 자생 버섯에 대한 염색 연구, 석사학위논문, 건국대학교 대학원, 1990.
- 4) Miriams Rice, Mushroom For Color, Mad River Press Inc, 1980.
- 5) 권중호, 변명우, 김석원, 양재승, 차보숙, 조한옥, 양송이의 관능적 특성에 대한 감마에너지의 영향, *Korean J. Food Sci. Technol.*, 3: 285, 1990.
- 6) 강세식, 방사선 조사에 의한 한국산 양송이의 저장성에 관한 연구, 박사학위논문, 원광대학교 대학원, 1991.
- 7) 손태화, 성종환, 농촌과 과학, 3, 21, 1980.
- 8) 우원식, 천연물화학연구법, 민음사, 1984.
- 9) 김윤동, 권용주, 양희천, 윤형식, 식품화학, 영지문화사, 1991.
- 10) 林孝三編; 植物色素, 養賢堂, Tokyo, 1980.
- 11) Nicolaus, R.A., Melanins, Hermann, Paris, 1968.
- 12) Thomson, R.H., Comparative Biochemistry, Vol. 3 A, Acad Press, London and New York, 1962.