

## Puffing 조건에 따른 황기, 오미자, 맥문동 및 길경을 첨가한 한방차의 Benzo[ $\alpha$ ]pyrene 변화

\*오 성 천

대원대학교 제약식품계열

### The Changes of Benzo[ $\alpha$ ]pyrene in Herbal Teas containing *Astragalus membranaceus*, *Schizandra chinensis*, *Liriope platyphylla* and *Platycodon grandiflorum* Which are affected by the Puffing Conditions

\*Sung-Cheon Oh

Dept. of Food & Pharmacy, Daewon University College, Jecheon 390-702, Korea

#### Abstract

The following study is the result of herbal teas puffed at different temperatures between 140~220°C. Depending on treatment temperatures, the water contents decreased, while some carbonization occurred and crude ash contents relatively increased. Also, the crude protein and crude fat experienced little changes. B( $\alpha$ )P contents (0.16~0.17 ppb) showed little change according to treatment temperatures. From this result, the B( $\alpha$ )P content differed depending on the treatment temperature and raw materials. Solid elution rate figures of the herbal teas ranged from 0.27~0.45% (w/w) and the rate of solid elution increased along with higher puffing temperatures. The reason for the increase in solid elution rates is due to the breakage of cross bridges between the raw materials in the herbal tea which are carbohydrates, proteins, lipids and etc. after treatments of physical changes rather than chemical ones.

Key words: benzo[ $\alpha$ ]pyrene, puffing, herbal teas, solid elution rate

#### 서 론

인체 발암물질로 알려진 benzo[ $\alpha$ ]pyrene(B[ $\alpha$ ]P)은 황색의 결정체로 체내에 유입되면 산화되어 독성을 나타내며(Gelboin HV 1980), 장기 노출 시 폐암(Hecht SS 1999), 위암, 피부암, 대장암, 유방암(Sadikovic & Rodenhier 2006) 등을 유발할 수 있으며, 식품 중 벤조피렌은 주로 음식을 조리, 가공 시 식품의 주성분인 탄수화물, 단백질, 지질 등이 열분해되어 생성되는 것으로 알려져 있다(ATSDR 1995).

한방차의 재료로 사용된 황기(*Astragalus membranaceus*)는 항산화 활성을 이용할 수 있는 식품으로서, 황기를 첨가한 청국장(Choi 등 2007)과 된장(Min SH 2006)을 개발하여 항산화능

과 혈전 용해능이 우수한 것으로 보고하였으며, 항염증 작용(Ryu 등 2008), 혈관 형성 촉진(Seo 등 2007)이 우수하다고 보고하였다.

오미자(*Schizandra chinensis*)는 강장, 진해, 간장 보호, 알콜해독, 항당뇨 작용의 효능이 있으며, 독특한 색깔, 맛과 향을 지니고 있어 차로 이용되는 식물이다(Hikino 등 1984; Sheo 등 1987; Lee 등 1990).

맥문동(*Liriope platyphylla*)은 예로부터 다기능의 음료 형태로 사용되고 있으나, 맥문동 열수 추출물은 신맛과 떼은맛을 함께 가지고 있어 음료 제조 시 맥문동의 효능에 비해 기호적인 측면의 향상이 요구되어 왔으며(Kim 등 2001), 혈당강하 작용, 항염 작용 등의 효능이 보고된 바 있다(Shibata 등 1971; Rhee IJ 1997).

\* Corresponding author: Sung-Cheon Oh, Dept. of Food & Pharmacy, Daewon University College, Jecheon 390-702, Korea. Tel: +82-43-649-3470, Fax: +82-43-649-3470, E-mail: osc5000@mail.daewon.ac.kr

길경(*Platycodon grandiflorum*)은 거담, 진해, 배농, 기침, 천식, 편도선염 등 호흡기계 질환에 효과가 있으며, 중추신경 억제 작용, 항염증 작용, 혈압 강하 작용 및 항콜린 작용 등이 있음이 보고되어 있다(Kubo 등 1986; Kim 등 1995; Sung 등 1996; Choi 등 2009).

제조과정 중 직화 처리를 행하는 한방차는 볶음공정에서 부분적으로 고온에 노출되고, 발생하는 연기와 직접적인 접촉이 가능한 점 등의 원인으로 인하여 benzo( $\alpha$ )pyrene[B( $\alpha$ )P]의 발생 우려가 크기 때문에, 그 잠재 유해성으로 인한 안정성 확보의 중요성이 대두되고 있다.

이에 본 연구에서는 국내산 황기, 오미자, 맥문동 및 길경을 첨가한 한방차를 개발하고, puffing 조건을 적용하여 B( $\alpha$ )P가 감소된 안전한 한방차를 얻고자 실시하였다.

## 실험재료 및 방법

### 1. 실험 재료

본 실험에서 사용한 한약재는 충청북도 제천에서 2012년 수확한 것으로 건조, 포장된 상태로 구매한 후 냉동 보관하여 사용하였다. 분석에 사용한 시약은 전량 특급 HPLC용으로, B( $\alpha$ )P 표준품은 benzo( $\alpha$ )pyrene standard(Wako Pure Chemical Ind., Ltd.)를 구입하여 냉장 보관하여 사용하였다.

### 2. 한방차 및 B( $\alpha$ )P 함량 측정용 시료의 조제

본 연구에서 사용한 한방차의 재료는 황기(*Astragalus membranaceus*), 오미자(*Schizandra chinensis*), 맥문동(*Liriope platyphylla*) 및 길경(*Platycodon grandiflorum*)을 puffing 전의 입자를 가공 선별하고, 각각 25%씩 혼합 제조하였다. 다음에 puffing 처리 온도 조건을 140°C, 160°C, 180°C, 200°C, 220°C로 나누어 다르게 하고, 40초간 가열 후 제조된 한방차를 실험에 사용하였다. B( $\alpha$ )P 함량 측정을 위한 시료의 전 처리는 분쇄한 한방차 시료 각 50 g에 ethyl ether 500 ml를 가하고 12시간 동안 일체의 열처리 없이 기름 성분을 추출하였다. 추출물을 진공 감압 농축하여 얻어진 기름성분을 시료로 사용하였다.

### 3. 이화학적 특성의 분석

한방차의 수분, 조단백질, 조지방, 조회분 함량은 A.O.A.C. 법(Association of Official Analytical Chemists 1980)에 의해 각각 측정하였다.

### 4. 분석시료의 추출 및 정제

시료유 10 g을 정량하고 *n*-hexane 100 ml에 녹여 분액깔때기에 옮기고, N,N-dimethylformamide-water(9:1, v/v) 50 ml를 넣어 심하게 흔들어 섞은 후 정치하여 N,N-dimethylformamide-

water층을 다른 분액깔때기에 옮겼다. *n*-Hexane 층에 N,N-dimethylformamide-water 25 ml씩을 넣고 위와 같이 2회 반복하여 N,N-dimethylformamide-water 층을 위의 분액깔때기에 합하였다. 이층을 1% sodium sulfate 용액 100 ml로 희석한 후 *n*-hexane 50 ml를 넣고 심하게 흔들어 섞은 후 정치하여 *n*-hexane 층을 분액깔때기에 옮겼다. N,N-dimethylformamide-water 층에 *n*-hexane 35 ml씩을 넣고, 위와 같이 2회 반복하여 *n*-hexane 층을 위의 분액깔때기에 합하였다. 여기에 물 40 ml씩을 넣고 심하게 흔들어 섞은 후 정치하여 물 층을 버리는 조작을 2회 반복하였다. *n*-Hexane 층을 무수황산나트륨을 넣은 IPS 여과지로 여과하였다. 다시 *n*-hexane 20 ml로 분액깔때기를 씻고, 이 액으로 여과지의 잔류물을 씻는 조작을 2회 반복하여 여과하였다. 여액을 합쳐 40°C 이하의 수욕 상에서 감압하여 약 2 ml로 농축하였다. 활성화시킨 Sep-Pak Florisil cartridge에 시험용액을 1 ml/min의 속도로 가하였다. 이어서 *n*-hexane 10 ml와 *n*-hexane/dichloromethane(3:1, v/v) 8 ml로 용출시켜 전량을 40°C 이하의 수욕 상에서 질소가스 하에 거의 날려 보낸 후 잔사를 acetonitrile에 녹여 전량을 10 ml로 하여 이를 0.45  $\mu$ m의 membrane filter로 여과한 것을 시험 용액으로 하였다.

### 5. Benzo( $\alpha$ )pyrene 함량의 정량

시료용액 50  $\mu$ l를 형광검출기가 내장된 HPLC(Agilent Technologies, 1200 Series, Germany)에 주입하고, acetonitrile-water(80:20, v/v) 혼합용매를 이동상으로 하여 1.0 ml/min의 속도로 검출기 파장 294 nm, 형광 파장 404 nm에서 분석하였다. 이때, B( $\alpha$ )P의 양을 산출하기 위한 표준곡선은 Fig. 1에 나타낸 바와 같이 작성하였으며, 계산은 아래의 식으로 하였다.

$$\text{Benzo}(\alpha)\text{pyrene}(\mu\text{g}/\text{kg}) =$$

$$\frac{\text{표준용액의 농도}(\text{ng}/\text{ml}) \times \text{PA}/\text{PS} \times 1/\text{S}}$$

PS: 표준용액의 봉우리 면적

PA: 시험용액의 봉우리 면적

S: 시료 채취량(g)

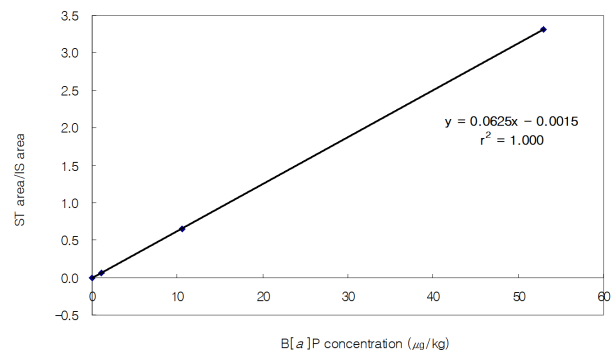


Fig. 1. Standard curve of benzo( $\alpha$ )pyrene by HPLC.

## 6. 고형분 용출율

일반적으로 마시는 방법과 동일하게 각각의 차를 뜨거운 물에 담가 고유성분을 용출시킨 후, 이를 시료로 하여 위의 수분 함량 정량법을 이용하여 수분 함량을 측정하였다. 전체 100에서 얻어진 수분 함량을 빼 이를 고형분 용출량으로 환산하였다.

## 7. 통계 처리

본 연구에서 얻어진 데이터는 SPSS package for Windows (Version 10.0)를 이용하여 분석하였다. 상호간에 일부의 편차가 발생하여 모두 3회 반복 실험을 행한 후 그 범위를 평균 $\pm$ 표준편차로써 나타냈으며, ANOVA 분석을 통한 유의성 검정을 하였다.

## 결과 및 고찰

### 1. Puffing 온도 차이에 따른 한방차의 수분 함량 변화

Puffing 온도 차이에 따른 본 연구에서 사용된 한방차의 수분 함량 변화는 Table 1과 같다. 수분 함량은 처리온도가 상승함에 따라 감소하였으며, 온도 변화에 따라 통계적으로 유의한 차이가 있었다( $p<0.05$ ).

### 2. Puffing 온도 차이에 따른 한방차의 조단백질 함량 변화

**Table 1. The changes of moisture content in herbal tea affected by puffing temperature**

Puffing temperature(°C)	Moisture(%) <sup>1)</sup>	F value
140	5.96 $\pm$ 0.03	318.86* (0.000)
160	5.66 $\pm$ 0.04	
180	5.34 $\pm$ 0.05	
200	5.12 $\pm$ 0.03	
220	4.98 $\pm$ 0.04	

Values are mean $\pm$ SD. Values are mean of triplicates.

<sup>1)</sup> Percentages of wet weight basis. \*  $p<0.05$ .

**Table 2. The changes of crude protein content in herbal tea affected by puffing temperature**

Puffing temperature(°C)	Crude protein(%) <sup>1)</sup>	F value
140	12.13 $\pm$ 0.03	10.00* (0.002)
160	12.14 $\pm$ 0.03	
180	12.13 $\pm$ 0.04	
200	12.03 $\pm$ 0.03	
220	12.04 $\pm$ 0.12	

Values are mean $\pm$ SD. Values are mean of triplicates.

<sup>1)</sup> Percentages of wet weight basis. \*  $p>0.05$ .

Puffing 온도 차이에 따른 본 연구에서 사용된 한방차의 조단백질 함량 변화는 Table 2와 같다. 조단백질 함량은 거의 변화가 없는 것으로 나타났으며, 온도 변화에 따라 통계적으로 유의한 차이가 없었다( $p>0.05$ ).

### 3. Puffing 온도 차이에 따른 한방차의 조지방 함량 변화

Puffing 온도 차이에 따른 본 연구에서 사용된 한방차의 조지방 함량 변화는 Table 3과 같다. 조지방 함량은 거의 변화가 없는 것으로 나타났으나, 온도 변화에 따라 통계적으로 유의한 차이가 있었다( $p<0.05$ ).

### 4. Puffing 온도 차이에 따른 한방차의 조회분 함량 변화

Puffing 온도 차이에 따른 본 연구에서 사용된 한방차의 조회분 함량 변화는 Table 4와 같다. 조회분 함량은 처리온도가 상승함에 일부 탄화가 발생하여 상대적으로 상승하는 소폭의 변화가 있었으며, 온도 변화에 따라 통계적으로 유의한 차이가 있었다( $p<0.05$ ).

### 5. Puffing 온도 차이에 따른 한방차의 B( $\alpha$ )P 함량 변화

Puffing 온도 차이에 따른 본 연구에서 사용된 한방차의 B( $\alpha$ )P 함량 변화는 Table 5와 같이 0.16~0.17 ppb으로 처리온도에 따른 변화는 거의 나타나지 않았다. 이러한 결과로 볼

**Table 3. The changes of crude fat content in herbal tea affected by puffing temperature**

Puffing temperature(°C)	Crude fat(%) <sup>1)</sup>	F value
140	2.64 $\pm$ 0.02	20.53* (0.000)
160	2.62 $\pm$ 0.05	
180	2.59 $\pm$ 0.01	
200	2.54 $\pm$ 0.03	
220	2.54 $\pm$ 0.12	

Values are mean $\pm$ SD. Values are mean of triplicates.

<sup>1)</sup> Percentages of wet weight basis. \*  $p<0.05$ .

**Table 4. The changes of crude ash content in herbal tea affected by puffing temperature(%)**

Puffing temperature(°C)	Crude ash(%) <sup>1)</sup>	F value
140	8.98 $\pm$ 0.01	13.23* (0.001)
160	8.98 $\pm$ 0.01	
180	9.01 $\pm$ 0.02	
200	9.03 $\pm$ 0.01	
220	9.06 $\pm$ 0.03	

Values are mean $\pm$ SD. Values are mean of triplicates.

<sup>1)</sup> Percentages of wet weight basis. \*  $p<0.05$ .

**Table 5. The changes of Benzo( $\alpha$ )pyrene content in herbal tea affected by puffing temperature**

Puffing temperature(°C)	Benzo( $\alpha$ )pyrene( $\mu$ g/kg)	F value
140	0.17±0.02	0.85 (0.525)
160	0.17±0.01	
180	0.17±0.01	
200	0.17±0.01	
220	0.18±0.01	

Values are mean±SD. Values are mean of triplicates.

때, 처리온도, 원재료에 따라 B( $\alpha$ )P 함량에 차이가 발생한 것으로 나타났다. 전체적으로 극심한 열처리 과정이 없는데도 불구하고, 이와 같이 B( $\alpha$ )P이 검출되는 이유는 다음과 같은 기존의 연구결과를 볼 때 그 원인을 쉽게 찾을 수 있다. 식품 중 B( $\alpha$ )P는 주로 음식을 조리, 가공할 때 식품의 주성분인 탄수화물, 단백질, 지방 등이 열분해되어 생성되는 것으로 알려져 있다(Tilgner DJ 1970). 또한 식품에는 고온 조리에 의한 탄수화물, 단백질 및 지방의 탄화에 의해 생성되며, 농산물 등 조리, 가공하지 않는 식품에도 존재한다. 야채, 과일류 등의 대기입자의 침착 또는 오염된 토양에서의 재배 등으로 인한 오염으로 판단된다(Aaenni & Fischbach 1972).

#### 6. Puffing 온도 차이에 따른 한방차의 고형분 용출율 변화

Puffing 온도 차이에 따른 본 연구에서 사용된 한방차의 고형분 용출율 변화는 Table 6과 같이 0.27~0.45%(w/w)를 나타내 puffing 온도가 상승할수록 고형분 용출율이 증가하는 경향을 나타내었으며, 온도 변화에 따라 통계적으로 유의한 차이가 있었다( $p<0.05$ ). 화학적 변화보다 물리적 변화를 초래하여 식품의 원재료 성분인 탄수화물, 단백질, 지방 등의 천연의 상태에서는 상호가교를 형성하고 있으나, 물리적인 힘에 의해 가교가 어느 정도 파괴됨에 따라 이들 성분의 용출을 돕기 때문인 것으로 생각된다.

**Table 6. The changes of solid elution rate in herbal tea affected by puffing temperature**

Puffing temperature(°C)	Solid elution rate(% <sub>w/w</sub> ) <sup>1)</sup>	F value
140	0.27±0.01	123.30 (0.000)
160	0.33±0.01	
180	0.36±0.01	
200	0.41±0.01	
220	0.46±0.02	

Values are mean±SD. Values are mean of triplicates.

<sup>1)</sup> Percentages of wet weight basis. \*  $p<0.05$ .

## 요약 및 결론

한방차의 puffing 처리온도를 각각 140~220°C로 하여 함유된 제품의 성분 변화를 분석한 결과는 다음과 같다. 처리온도의 상승에 따라 수분 함량이 감소하고, 일부 탄화가 발생하며 조회분 함량이 상대적으로 상승하는 소폭의 변화가 있었고, 조단백질 및 조지방 함량은 거의 변화가 없는 것으로 나타났다. B( $\alpha$ )P 함량은 0.16~0.17 ppb으로 처리온도에 따른 변화는 거의 나타나지 않았다. 이러한 결과로 볼 때, 처리온도, 원재료에 따라 B( $\alpha$ )P 함량에 차이가 발생한 것으로 나타났다. 한방차의 고형분 용출율을 0.27~0.45%(w/w)를 나타내었는데, puffing 온도가 상승할수록 고형분 용출율이 증가하였다. 이런 결과는 화학적 변화보다 물리적 변화를 초래하여 식품의 원재료 성분인 탄수화물, 단백질, 지방 등의 천연의 상태에서는 상호가교를 형성하고 있으나, 물리적인 힘에 의해 가교가 어느 정도 파괴됨에 따라 이들 성분의 용출을 돕기 때문인 것으로 생각된다.

## 감사의 글

본 연구는 2012년 중소기업청 산학연 공동기술개발 공정 혁신지원사업의 지원에 의해 시행된 연구결과의 일부이며, 이에 감사드립니다.

## References

- Aaenni ED, Fischbach H. 1972. Trace Polycyclic Aromatic Hydrocarbons Analysis, the Contribution of Chemistry to Food Supplies. IUPAC, Butterworth, London, pp. 209-215
- Agency for Toxic Substances Disease Registry (ATSDR) 1995. Toxicological profile for polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs). U. S. Department of Health and Human Services, Public Health Service, Atlanta, GA, USA
- Association of Official Analytical Chemists. 1980. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists. 3<sup>rd</sup> ed
- Choi HS, Joo SJ, Yoon HS, Kim KS, Song IG, Min KB. 2007. Quality characteristic of *Hwangki* (*Astragalus membranaceus*) *Chungkukjang* during fermentation. *Kor J Food Preserve* 7:297-302
- Choi JH, Hwan YP, Lee HS, Jeong HG. 2009. Inhibitory effect of *Platycodi radix* on ovoalbumin-induced airway inflammation in a murine model of asthma. *Food Chem Toxicol* 47:1272-

1279

- Gelboin HV. 1980. Benzo[ $\alpha$ ]pyrene metabolism, activation and carcinogenesis: Role and regulation of mixed-function oxidase and related enzymes. *Physiol Rev* 60:1107-1166
- Hecht SS. 1999. Tobacco smoke carcinogens and lung cancer. *J Natl Cancer Inst* 91:1194-1210
- Hikino H, Kios Y, Takuchi H, Ikeya Y. 1984. Validity of the oriental medicines 60. Liver-protective drugs. II. Antihepatotoxic action of lignoids from *S. chinensis* fruits. *Planta Med* 50:213-216
- Kim KS, Ezaki O, Ikemoto S, Itakura H. 1995. Effects of *Platycodon grandiflorum* feeding on serum and liver lipid concentrations in rats with diet-induced hyperlipidemia. *J Nut Sci Vitamino* 41:485-491
- Kim SD, Ku YS, Lee IZ, Youn KS. 2001. General components and sensory evaluation of hot water extract from *Liriopsis* tuber. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 30:20-24
- Kubo M, Nagao T, Matsuda H, Namba K. 1986. Immune pharmacological studies on *Platycodi radix* I : Effect on the phagocytosis in the mouse. *Shoyagaku Zasshi* 40:367
- Lee JS, Lee SW. 1990. Effects of water extract in fruits of *Omija* on alcohol metabolism. *Korean J Dietary Culture* 5:259-262
- Min SH. 2006. Quality characteristics of *Doenjang* containing *Astragalus membranaceus* water extracts. *Kor J Food Cookery Sci* 22:514-520
- Rhee IJ. 1997. Effect of *Liriopsis* tuber extract on the decrease of blood glucose. *Hyosung Bull Pham Sci* 2:49-56
- Ryu MS, Kim EH, Chun MS, Kang SH, Shim BS, Jeong YB, Lee JS. 2008. *Astragali radix* elicits anti-inflammation via activation of MKP-1, concomitant with attenuation of p38 and Erk. *J Ethnopharmacol* 115:184-193
- Sadikovic B, Rodenhier DI. 2006. Benzopyrene exposure disrupts DNA methylation and growth dynamics in breast cancer cells. *Toxicol Appl Pharmacol* 216:458-468
- Seo DM, Choi DY, Lee JD. 2007. Effects of *Astragalus membranaceus* on angiogenesis. *J Kor Acupuncture & Moxibustion Sci* 24:113-123
- Sheo HJ, Lee MY, Hwang JS. 1987. Effects of *Schizandrae fructs* extract on blood constituents of alloxan induced diabetic rabbits. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 16:262-268
- Shibata M, Noguchi R, Suzuki M, Iwase H, Soeda K, Niwayama K, Kataoke E, Hamano M. 1971. Pharmacological studies on medicinal plant components. On the extracts of ophiopogen and some folk medicine. *Proc Hoshi Pharm* 13:66-76
- Sung NY, Lee SJ, Shin JH, Lee IS, Lee YC. 1996. Effects of *Platycodon grandiflorum* extract on blood glucose and lipid composition in alloxan induced hyperglycemic rats. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 25:986-992
- Tilgner DJ. 1970. Food in a carcinogenic environment. *Food Manuf* 87:47-50

---

접 수 : 2013년 12월 18일  
 최종수정 : 2014년 1월 6일  
 채 택 : 2014년 1월 27일