

Roasting 온도에 따른 오미자, 황기, 길경 및 맥문동을 첨가한 한방차의 벤조피렌 함량 변화

장기화 · 송수익 · 오성천[†]

경기대학교 외식조리관리학과, 대원대학교 호텔조리계열, [†]대원대학교 제약식품계열
(2013년 12월 16일 접수; 2013년 12월 27일 수정; 2013년 12월 27일 채택)

The Changes of Benzo[α]pyrene Content in Herbal Tea Containing *Schizandra chinensis*, *Astragalus membranaceus*, *Platycodon grandiflorum* and *Liriope platyphylla* Affected by Roasting Temperature

Gi-Hwa Jang · Soo-Ik Song · Sung-Cheon Oh[†]

Dept. of Foodservice & Culinary management, Kyonggi University, Suwon 443-760, Korea

Dept. of Culinary Art, Daewon University College, Jecheon 390-702, Korea

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

(Received December 16, 2013 ; Revised December 27, 2013 ; Accepted December 27, 2013)

요약 : Roasting 온도를 80~140°C로 달리한 한방차의 성분 변화를 분석한 결과는 다음과 같다. 처리온도의 상승에 따라 수분함량이 감소하고, 일부 탄화가 발생하며 조회분 함량이 상대적으로 상승하는 소폭 변화가 있었고, 조단백질 및 조지방 함량은 거의 변화가 없는 것으로 나타났다.

벤조피렌 함량은 0.17~0.35ppb으로 처리온도가 상승할수록 B(α)P 함량이 증가하는 경향을 보였다. 이러한 결과를 볼 때, 처리온도와 원재료에 따라 B(α)P 함량에 차이가 발생한 것으로 나타났는데, roasting의 경우 실제 내부온도는 약 200°C내외에 그치지만 roaster 표면의 온도는 약 2,000°C에 이르기 때문에 이 표면과 직접 접촉한 부분에서 일부의 B(α)P가 생성된 것으로 판단된다.

한방차의 고형분용출율을 0.18~0.35%(w/w)를 나타내었는데, roasting 온도가 상승할수록 고형분용출율이 감소하는 경향을 나타내었다. 처리온도가 80~110°C처리구간에서는 큰 변화를 나타내지 않은 반면 110~140°C처리구간에서는 고형분용출율이 급격히 감소하는 경향을 보였다. 처리온도가 상승할수록 고형분용출율이 감소하는 것은 내부 조직이 치밀하여 상대적으로 용출이 어렵기 때문으로 생각된다.

주제어 : 벤조피렌, 볶음공정, 한방차, 다환방향족탄화수소

Abstract : The following is the study result of herbal tea roasted at different temperatures between 80~140°C.

Depending on treatment temperature the water content decreased, some carbonization occurred and crude ash content relatively increased. Also crude protein and crude fat changed little.

[†]Corresponding author (E-mail: osc5000@mail.daewon.ac.kr)

Benzopyrene content (0.17~0.35ppb) showed a tendency to increase with higher treating temperature. From this result, the B(α)P content differed depending on the treatment temperature and raw materials. In case of roasting, the actual inside temperature is around 200°C but since the surface temperature of the roaster reaches around 2,000°C some portion of B(α)P content was presumed to be produced from the area that came in contact with this surface.

Solid elution rate of herbal tea showed 0.18~0.35%(w/w) and the rate of solid elution decreased with higher roasting temperature. There was no big change in 80~110°C treatment section but the solid elution decreased rapidly in 110~140°C section. The reason for decreasing solid elution rate at higher treatment temperature is because the compact inner tissue makes elution difficult.

Keywords : benzo[α]pyrene, roasting, herbal tea, polycyclicaromatichydrocarbons

1. 서 론

다환방향족탄화수소(polycyclicaromatichydrocarbons, PAHs)는 2개 이상의 벤젠고리 구조를 가진 화합물로서 200여종의 유도체화합물들이 알려져 있으며[1-2], 인체발암물질로 알려진 benzo[α]pyrene(B[α]P)은 황색의 결정체로 체내에 유입되면 산화되어 독성을 나타내며[3] 장기 노출 시 폐암[4], 위암, 피부암, 대장암, 유방암[5] 등을 유발할 수 있다.

식품 중 벤조피렌은 주로 음식을 조리, 가공 시 식품의 주성분인 탄수화물, 단백질, 지질 등이 열분해 되어 생성되는 것으로 알려져 있다[6].

한방차의 재료로 사용된 오미자(*Schizandra chinensis*)는 강장, 진해, 간장보호, 알콜 해독, 항당뇨 작용의 효능이 있으며[7-9], 독특한 색깔, 맛과 향을 지니고 있어 차로 이용되는 식물이다. 황기(*Astragalus membranaceus*)는 항염증작용[10], 혈관형성촉진[11]이 우수하다는 보고가 있으며 항산화 활성을 이용할 수 있는 식품으로서 황기를 첨가한 청국장[12]과 된장[13]을 개발하여 항산화능과 혈전용해능이 우수한 것으로 보고되었다.

길경(*Platycodon grandiflorum*)은 거담, 진해, 배농, 기침, 천식, 편도선염 등 호흡기계 질환에 효과가 있으며, 항염증 작용, 혈압강하작용, 항콜린 작용, 중추신경 억제작용 및 항암 작용 등이 있음이 보고되어 있다[14-18].

맥문동(*Liriope platyphylla*)은 혈당강하작용, 항염작용 등의 효능이 보고된 바 있으며[19-20], 예로부터 다기능의 음료형태로 사용되

고 있으나 맥문동 열수 추출물은 신맛과 떫은 맛을 함께 가지고 있어 음료 제조 시 맥문동의 효능에 비해 기호적인 향상이 요구 되어 왔다[21].

제조과정 중 직화 처리를 하는 한방차는 볶음 공정에서 부분적으로 고온에 노출되고 발생 하는 연기와 직접적인 접촉이 가능한 점 등의 원인으로 인하여 benzo(α)pyrene[B(α)P]의 발생 우려가 크기 때문에 유해성 문제가 대두되고 있다.

이에 본 연구는 국내산 오미자, 황기, 길경 및 맥문동을 첨가한 한방차를 개발하고 roasting 조건을 적용하여 B(α)P이 감소된 안전한 한방차를 얻는데 목적이 있다.

2. 실험재료 및 방법

2.1. 실험 재료

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

2.2. 한방차의 제조

한방차의 재료는 오미자(*Schizandra chinensis*), 황기(*Astragalus membranaceus*), 길경(*Platycodon grandiflorum*) 및 맥문동(*Liriope platyphylla*)을 roasting 전에 입자를 가공선별하고 각각 25%씩 제조 하여 혼합하였다.

다음에 roasting 처리 온도 조건을 80°C, 95°C, 110°C, 125°C, 140°C로 나누어 다르게 하고 20분간 가열 후 제조된 한방차를 실험에 사용하였다.

2.3. 한방차로부터 B(a)P함량 측정용 시료의 조제

B(a)P 함량측정을 위한 시료의 전 처리는 분쇄한 한방차 시료 각 50g에 ethyl ether 500ml를 가하고 12시간 동안 일체의 열처리 없이 기름 성분을 추출하였다. Ethyl ether 추출물을 진공 감압 농축하여 얻어진 기름성분을 시료로 사용하였다.

2.4. 이화학적 특성의 분석

한방차의 수분, 조단백질, 조지방, 조회분 함량은 A.O.A.C.법[22]에 의해 각각 측정 하였다.

2.5. 분석시료의 추출

시료유 10 g을 정량하고 n-hexane 100ml를 녹여 분액깔때기에 옮기고 N,N-dimethylformamide-water(9:1, v/v) 50ml를 넣어 심하게 흔들어 섞은 후 정치하여 N,N-dimethylformamide-water층을 다른 분액깔때기에 옮겼다. n-Hexane 층에 N,N-dimethylformamide-water 25ml씩을 넣고 위와 같이 2회 반복하여 N,N-dimethylformamide-water 층을 위의 분액깔때기에 합하였다.

이층을 1% sodium sulfate용액 100ml로 희석한 후 n-hexane 50ml를 넣고 심하게 흔들어 섞은 후 정치하여 n-hexane 층을 분액깔때기에 옮겼다.

N,N-dimethylformamide-water 층에 n-hexane 35ml씩을 넣고 위와 같이 2회 반복하여 n-hexane 층을 위의 분액깔때기에 합하였다. 여기에 물 40ml씩을 넣고 심하게 흔들어 섞은 후 정치하여 물 층을 버리는 조작을 2회 반복하였다. n-Hexane 층을 무수황산나트륨을 넣은 1PS여과지로 여과하였다. 다시 n-hexane 20ml로 분액깔때기를 씻고 이 액으로 여과지의 잔류물을 씻는 조작을 2회 반복하여 여과하였다. 여액을 합쳐 40°C이하의 수욕 상에서 감압하여 약 2ml로 농축하였다.

2.6. 분석시료의 정제

활성화시킨 Sep-Pak Florisil cartridge에 시험용액을 1ml/min의 속도로 가하였다. 이어서 n-hexane 10ml와 n-hexane/dichloromethane (3:1, v/v) 8ml로 용출시켜 전량을 40°C이하의 수욕 상에서 질소가스 하에 거의 날려 보낸 후 잔사를 acetonitrile에 녹여 전량을 10ml로 하여 이를 0.45µm의 membrane filter로 여과한 것을 시험용액으로 하였다.

2.7. Benzo(a)pyrene 함량의 정량

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

$$\text{Benzo}(\alpha)\text{pyrene}(\mu\text{g}/\text{kg}) = \frac{\text{표준용액의 농도}(\text{ng}/\text{mL}) \times \text{PA}/\text{PS} \times 1/\text{S}}{\text{PS} : \text{표준용액의 봉우리면적}} \\ \text{PA} : \text{시험용액의 봉우리면적} \\ \text{S} : \text{시료 채취량}(\text{g})$$

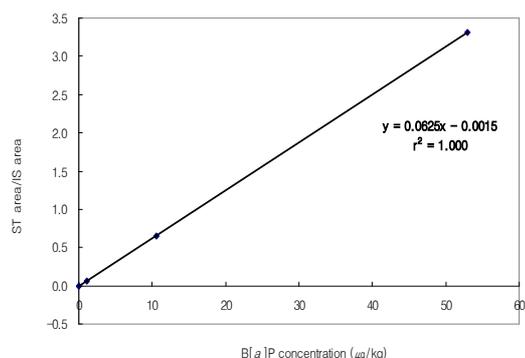


Fig. 1. Standard curve of benzo(a)pyrene by HPLC.

2.8. 고형분용출율

일반적으로 마시는 방법과 동일하게 각각의 차를 뜨거운 물에 담가 고형성분을 용출시킨 후 이를 시료로 하여 위의 수분함량 정량법을 이용하여 수분함량을 측정하였다. 전체 100에서 얻어진

수분함량을 빼 이를 고형분용출량으로 환산하였다.

2.9. 통계처리

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±표준편차로써 나타냈으며 ANOVA 분석을 통한 유의성 검정을 하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1. Roasting 온도 차이에 따른 한방차의 수분 함량 변화

Roasting 온도 차이에 따른 한방차의 수분함량 변화는 Table 1과 같다. 수분함량은 처리온도가 상승함에 따라 감소하였으며 온도변화에 따라 통계적으로 유의한 차이가 있었다($p < 0.05$).

Table 1. The Changes of Moisture Content in Herbal Tea affected by Roasting Temperature

Roasting temperature (°C)	Moisture (%) ¹⁾	F
80	5.02±0.59	
95	4.83±0.47	519.847
110	4.01±0.45	*
125	3.64±0.76	(0.000)
140	3.18±0.64	

Values are mean±SD. Values are mean of triplicates

¹⁾Percentages of wet weight basis. * $p < 0.05$

3.2. Roasting 온도 차이에 따른 한방차의 조단백질 함량 변화

Roasting 온도 차이에 따른 조단백질함량 변화는 Table 2와 같다. 조단백질함량은 거의 변화가 없는 것으로 나타났으며 온도변화에 따라 통계적으로 유의한 차이가 없었다($p > 0.05$).

Table 2. The Changes of Crude Protein Content in Herbal Tea Affected by Roasting Temperature

Roasting temperature (°C)	Crude protein (%) ¹⁾	F
80	11.63±1.09	
95	11.58±1.04	
110	11.59±0.98	3.413*
125	11.57±1.01	(0.052)
140	11.52±0.94	

Values are mean±SD. Values are mean of triplicates

¹⁾Percentages of wet weight basis. * $p > 0.05$

3.3. Roasting 온도 차이에 따른 한방차의 조지방 함량 변화

Roasting 온도 차이에 따른 한방차의 조지방 함량 변화는 Table 3과 같다. 조지방 함량은 거의 변화가 없는 것으로 나타났으나 온도변화에 따라 통계적으로 유의한 차이가 있었다($p < 0.05$).

Table 3. The Changes of Crude Fat Content in Herbal Tea affected by Roasting Temperature

Roasting temperature (°C)	Crude fat (%) ¹⁾	F
80	5.02±0.65	
95	4.83±0.56	
110	4.01±0.51	22.457*
125	3.64±0.63	(0.000)
140	3.18±0.71	

Values are mean±SD. Values are mean of triplicates

¹⁾Percentages of wet weight basis. * $p < 0.05$

3.4. Roasting 온도 차이에 따른 한방차의 조회분 함량 변화

Roasting 온도 차이에 따른 한방차의 조회분 함량 변화는 Table 4와 같다. 조회분 함량은 처리온도가 상승함에 일부 탄화가 발생하여 상대적으로 상승하는 소폭의 변화가 있었으며 온도변화

에 따라 통계적으로 유의한 차이가 있었다 ($p < 0.05$).

Table 4. The Changes of Crude Ash Content in Herbal Tea affected by Roasting Temperature(%)

Roasting temperature (°C)	Crude ash (%) ¹⁾	F
80	8.26±0.94	
95	8.25±0.96	
110	8.29±0.98	17.973*
125	8.31±1.04	(0.000)
140	8.41±1.01	

Values are mean±SD. Values are mean of triplicates

¹⁾Percentages of wet weight basis. * $p < 0.05$

3.5. Roasting 온도 차이에 따른 한방차의

B(α)P함량 변화

Roasting 온도 차이에 따른 한방차의 B(α)P함량 변화는 Table 5와 같다.

B(α)P함량은 0.17~0.35ppb으로 처리온도가 상승할수록 B(α)P 함량이 증가하는 경향을 보였으며 온도변화에 따라 통계적으로 유의한 차이가 있었다($p < 0.05$). 이러한 결과로 볼 때, 처리온도와 원재료에 따라 B(α)P 함량에 차이가 발생하였는데, roasting의 경우 실제 내부온도는 약 200°C내외에 그치지만 roaster표면의 온도는 약 2,000°C에 이르기 때문에 이 표면과 직접 접촉한 부분에서 일부의 B(α)P가 생성된 것으로 보인다.

Table 5. The Changes of Benzo(α)pyrene Content in Herbal Tea affected by Roasting Temperature

Roasting temperature (°C)	Benzo(α)pyrene ($\mu\text{g}/\text{kg}$)	F
80	0.17±0.05	
95	0.18±0.04	
110	0.21±0.05	89.958*
125	0.23±0.03	(0.000)
140	0.35±0.03	

Values are mean±SD. Values are mean of triplicates

* $p < 0.05$

3.6. Roasting 온도 차이에 따른 한방차의

고형분 용출을 변화

Roasting 온도 차이에 따른 본 연구에서 사용된 한방차의 고형분용출을 변화는 Table 6과 같다.

한방차의 고형분용출을 0.18~0.35%(w/w)를 나타내었는데, roasting 온도가 상승할수록 고형분용출율이 감소하는 경향을 나타내었으며 온도 변화에 따라 통계적으로 유의한 차이가 있었다 ($p < 0.05$). 처리온도가 80~110°C 처리 구간에서는 큰 변화를 나타내지 않은 반면 110~140°C 처리 구간에서는 고형분용출율이 급격히 감소하는 경향을 보였다. 처리온도가 상승할수록 고형분용출율이 감소하는 것은 내부 조직이 치밀하여 상대적으로 용출이 어렵기 때문으로 생각된다.

Table 6. The Changes of Solid Elution Rate in Herbal Tea affected by Roasting Temperature

Roasting temperature (°C)	Solid elution rate(%w/w) ¹⁾	F
80	0.35±0.09	
95	0.34±0.08	122.105
110	0.31±0.05	*
125	0.23±0.06	(0.000)
140	0.18±0.04	

Values are mean±SD. Values are mean of triplicates

¹⁾Percentages of wet weight basis. * $p < 0.05$

4. 결론

Roasting 온도를 80~140°C로 달리한 한방차의 성분 변화를 분석한 결과는 다음과 같다. 처리온도의 상승에 따라 수분함량이 감소하고, 일부 탄화가 발생하며 조회분 함량이 상대적으로 상승하는 소폭 변화가 있었고, 조단백질 및 조지방 함량은 거의 변화가 없는 것으로 나타났다.

벤조피렌 함량은 0.17~0.35ppb으로 처리온도가 상승할수록 B(α)P함량이 증가하는 경향을 보였다. 이러한 결과를 볼 때, 처리온도와 원재료에 따라 B(α)P함량에 차이가 발생한 것으로 나타났는데, roasting의 경우 실제 내부온도는 약 200°C

내외에 그치지만 roaster 표면의 온도는 약 2,000°C에 이르기 때문에 이 표면과 직접 접촉한 부분에서 일부의 B(α)P가 생성된 것으로 판단된다.

한방차의 고품분용출율을 0.18~0.35%(w/w)를 나타내었는데, roasting 온도가 상승할수록 고품분용출율이 감소하는 경향을 나타내었다. 처리온도가 80~110°C처리구간에서는 큰 변화를 나타내지 않은 반면 110~140°C처리구간에서는 고품분용출율이 급격히 감소하는 경향을 보였다. 처리온도가 상승할수록 고품분용출율이 감소하는 것은 내부 조직이 치밀하여 상대적으로 용출이 어렵기 때문으로 생각된다.

References

1. FA. Gunther and F. Buzzetti, Occurrence, isolation and identification of polynuclear hydrocarbons as residues. *Residue Rev.* 23, 90 (1965).
2. DJ. Tilgner and H. Daun, Polycyclic aromatic hydrocarbons in smoked foods. *Residue Rev.* 27, 19 (1969).
3. HV. Gelboin, Benzo[a]pyrene metabolism, activation and carcinogenesis : role and regulation of mixed-function oxidase and related enzymes. *Physiol Rev.* 60, 1107-1166 (1980).
4. SS. Hecht, Tobacco smoke carcinogens and lung cancer. *J. Natl Cancer Inst.* 91, 1194-1210 (1999).
5. B. Sadikovic, DI. Rodenhier, Benzopyrene exposure disrupts DNA methylation and growth dynamics in breast cancer cells. *Toxicol Appl Pharmacol.* 216, 458-468 (2006).
6. Agency for toxic substances disease registry(ATSDR), Toxicological profile for polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs). U. S. Department of Health and Human Services, Public Health Service, Atlanta, GA, USA (1995).
7. H. Hikino, Y. Kios, H. Takuchi and Y. Ikeya, Validity of the oriental medicines 60. Liver-protective drugs. II. Antihepatotoxic action of lignoids from *S. chinensis* fruits. *Planta Med.* 50, 213-216 (1984).
8. J. S. Lee and S. W. Lee, Effects of water extract in fruits of Omija on alcohol metabolism. *Korean J. Dietary Culture.* 5, 259-262 (1990).
9. H. J. Sheo, M. Y. Lee and J. S. Hwang, Effects of Schizandrae fruits extract on blood constituents of alloxan induced diabetic rabbits. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 16, 262-268 (1987).
10. M. S. Ryu, E. H. Kim, M. S. Chun, S. H. Kang, B. S. Shim, Y. B. Jeong and J. S. Lee. *Astragali Radix* elicits anti-inflammation via activation of MKP-1, concomitant with attenuation of p38 and Erk. *J. Ethnopharmacol.* 115, 184-193 (2008).
11. D. M. Seo, D. Y. Choi and J. D. Lee, Effects of *Astragalus membranaceus* on angiogenesis. *J. Kor. Acupuncture & Moxibustion Sci.* 24, 113-123 (2007).
12. H. S. Choi, S. J. Joo, H. S. Yoon, K. S. Kim, I. G. Song and K. B. Min, Quality characteristic of Hwangki(*Astragalus membranaceus*) Chungkukjang during fermentation. *Kor. J. Food preserve,* 7, 297-302 (2007).
13. S. H. Min, Quality characteristics of Doenjang containing *Astragalus membranaceus* water extracts. *Kor. J. Food Cookery Sci.* 22, 514-520 (2006).
14. J. H. Choi, Y. P. Hwan, H. S. Lee, H. G. Jeong, Inhibitory effect of *Platycodi radix* on ovoalbumin-induced airway inflammation in a murine model of asthma. *Food Chem. Toxicol.* 47, 1272-1279 (2009).
15. M. Kubo, T. Nagao, H. Matsuda, K. Namba, Immune pharmacological studies on *Platycodi radix* I : Effect on the phagocytosis in the mouse. *Shoyagaku Zasshi.* 40, 367 (1986).
16. Y. S. Kim, B. E. Lee, K. J. Kim, Y. T. Lee, K. B. Cho, Y. C. Chung, Antitumor and immunulatory activities of the

- Platycodon grandiflorum* cultivated for more than 20years. *42*, 382-387 (1998).
17. K. S. Kim, O. Ezaki, S. Ikemoto, H. Itakura, Effects of *Platycodon grandiflorum* feeding on serum and liver lipid concentrations in rats with diet-induced hyperlipidemia. *J. Nut. Sci. Vitamino.* **41**, 485-491 (1995).
 18. N. Y. Sung, S. J. Lee, J. H. Shin, I. S. Lee, Y. C. 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 (1996).
 19. I. J. Rhee, Effect of *Liriopsis* tuber extract on the decrease of blood glucose. *Hyosung Bull. Pham. Sci.* **2**, 49-56 (1997).
 20. M. Shibata, R. Noguchi, M. Suzuki, H. Iwase, K. Soeda, K. Niwayama, E. Kataoke and M. Hamano, Pharmacological studies on medicinal plant components. On the extracts of ophiopogen and some folk medicine. *Proc. Hoshi Pharm.* **13**, 66-76 (1971).
 21. S. D. Kim, Y. S. Ku, I. Z. Lee and K. S. Youn, General components and sensory evaluation of hot water extract from *Liriopsis* tuber. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* **30**, 20-24 (2001).
 22. Association of Official Analytical Chemists. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists. 3rd ed. (1980).