

홍삼 및 흑삼의 제조 시 증숙 및 건조온도가 Benzo(a)pyrene 생성에 미치는 영향

조은정 · 강신정 · [†]김애정^{*}

중부대학교 한약자원학과, ^{*}혜전대학 식품영양과

Effects of Steam- and Dry-processing Temperatures on the Benzo(a)pyrene Content of Black and Red Ginseng

Eun-Jung Jo, Shin-Jung Kang and [†]Ae-Jung Kim^{*}

Dept. of Medicines Resources, Graduate School of Joongbu University, Choongnam 312-702, Korea

^{*}Dept. of Food & Nutrition, Hyejeon College, Choongnam 350-702, Korea

Abstract

For the purpose of developing a safe & hygienic manufacturing method to acquire low levels of benzo(a)pyrene in black and red ginseng products, this study investigated the effects of steam- and dry-processing temperatures on benzo(a)pyrene production in ginseng. By the red ginseng with a fix dry-process temperature of 50°C and setting the steam-process temperature between 80~120°C, an extremely small amount(0.1 ppb) of benzo(a)pyrene was produced, indicating there was no relationship between the steam-temperature and benzo(a)pyrene production. On the other hand, when the red and black ginseng were steamed at the fixed temperature of 100°C and dried at various temperatures between 50~120°C, the amount of benzo(a)pyrene produced was closely connected with the dry-temperature, and increased with higher drying temperatures.

Upon repeating the steam and dry process nine times, in which the steam-temperature was set at 100°C and the dry-temperature at 50°C, higher amount of benzo(a)pyrene were produced in red and black ginseng, respectively, with increasing steam- and dry-processing time. However, the level of benzo(a)pyrene still remained extremely small(below 0.12 ppb), showing a maximum amount in the black ginseng that was steamed and dried nine times. This suggests that the fine root of ginseng may be carbonized by increasing the number of times it is steam- and dry-processed.

From the above results, this study determined that the optimum temperatures for manufacturing red and black ginseng products with safe levels of benzo(a)pyrene would be a temperature between 80 and 120°C for steaming and a temperature less than 50°C for drying.

Key words: benzo(a)pyrene, red ginseng, black ginseng, nine times steam- and dry-processing.

서론

인삼(*Panax ginseng* C.A. Meyer)은 한의학적으로 기허(氣虛)에 사용되는 중요한 보기약(補氣藥) 중의 하나이며, 중국을 비롯한 우리나라의 많은 한방의서에서 체력 증강, 소화기, 신경, 대사, 순환기 계통 등의 기능 조절을 위한 단·복 처방

의 구성생약으로 기재되어 왔다(Nam 2005; Kim 등 2007).

원형 삼류 가공인삼은 발에서 채취한 상태의 생인삼(수삼)을 원료로 하여 제조·가공하는 방법에 따라 백삼, 태극삼, 홍삼 등 3종류로 분류된다(Nam KY 1996). 이러한 가공인삼은 수침법을 달리함으로써 주요 약효 성분인 인삼사포닌(ginsenoside)의 종류와 함량이 달라진다. Kitagawa I(1992)나 Shoji J

[†] Corresponding author: Ae-Jung Kim, Dept. of Food & Nutrition, Hyejeon College, Choongnam 350-702, Korea. Tel: +82-41-630-5249, Fax: +82-41-630-5175, E-mail: aj5249@naver.com

(1999)는 인삼가공의 수처리에 따른 주요 유효성분의 변화를 조사한 연구에서 그 함량이 조성이 다양하게 변화한다는 것을 밝혔다. 지금까지 홍삼과 백삼으로부터 분리한 ginsenosides는 각각 32종 및 24종이 밝혀져 있고, 최근에는 인삼 가공법이 발전함에 따라 백삼이나 홍삼 중 일반 ginsenosides를 특정 기능을 갖는 ginsenoside로 구조를 전환시킬 수 있는 물리적(Kwon 등 2001), 화학적(Ko 등 2005), 생물학적 처리방법(Bae 등 2004) 등이 개발되고 있다. 한방에서는 오래 전부터 당뇨병 치료에 인삼이 이용되어 왔으며, 당뇨병 환자를 복합 방제의 구성생약 중에는 인삼이 주성분으로 주요한 역할을 하는 약재로 인정되고 있다(Kimura & Suzuki 1985; Joo CN 1995; Nam KY 1996).

최근에는 ginsenoside의 함량을 더 증강시키고자 하는 노력으로 흑삼이라는 새로운 원형 삼류 신제품이 개발되어 인삼 가공제품의 원료로 사용되고 있다. 흑삼은 한약재 수처리법의 하나인 구증구포(九蒸九曝)의 원리를 이용해 수삼을 9번 찌고 말리는 과정을 반복하여 제조된 것으로 색깔은 흑색을 띤다. 그러나 흑삼은 제조 과정이 아홉 번 찌서 말린다는 기본 원칙만 있을 뿐, 어느 정도의 온도에서 얼마 동안 찌 것인지, 건조는 어떻게, 얼마나 할 것인지 등 표준화된 공정이 아직 설정되어 있지 않은 채 파우치나 농축액으로 가공하여 홍삼 가공 식품류로 유통되고 있어서(Kim SN 2008) 안전성 문제가 대두되고 있다.

그럼에도 불구하고 흑삼은 수삼을 여러 차례 찌고 말리는 과정을 반복함으로써 ginsenoside Rg₃ 함량이 수삼 또는 홍삼에 비하여 급격히 증가되어 있는 차별화 된 특징을 가지므로써(Kim SN 2008), 백삼 또는 홍삼과 차별화되는 새로운 약리 효능성 물질의 연구대상으로 관심이 집중되고 있다(Kim SN 2008). 그러나 흑삼은 제품의 안전성 검증이 미흡한 상태이며, 과도한 열처리가 수반될 경우 탄화를 유발하여 위해성 물질인 benzo(a)pyrene이 홍삼이나 흑삼의 제조과정에도 열처리가 수행되기 때문에 benzo(a)pyrene 생성 가능성을 배제할 수 없다. 이러한 추정은 열처리 과정을 통하여 제조되는 식품에서 발암성 물질인 benzo(a)pyrene이 생성되었다는 여러 학자들의 연구보고로부터 근거를 찾을 수 있다(Choi & Lee 1994; Hu 등 2008).

Benzo(a)pyrene은 다환 방향족 탄화수소 화합물(polycyclic aromatic hydrocarbons, 이하 PAHs)로써 내분비계에 장애를 일으키는 물질이다. 이것은 산소가 부족한 상태에서 식품이나 유기물이 탄화될 때 생기는 tar상 물질의 구성 성분으로써 PAHs 화합물 중에서도 benzo(a)pyrene은 피부암(Jay 등 1984), 폐암(Kulkarni & Anderson 1984), 간암(IARC 2006)을 일으키는 강력한 발암물질로 보고되어 있다.

IARC(2006)는 benzo(a)pyrene을 그룹 1의 가장 위험한 인

체 발암물질로 분류하고 있고, 각국에서는 식품 유지류에서 그 허용함량을 법적으로 제한하고 있다(Choi & Lee 1994).

우리나라 및 유럽 등은 benzo(a)pyrene의 허용함량을 올리브유, 식용유, 참기름, 들기름, 대두유, 옥수수유 등의 식품유 지류에서 2 ppm 이하로 규정하고 있다(허 등 2007). 그러나 이외의 식품에 대하여는 제한 규정이 없다.

Benzo(a)pyrene의 생성이 탄화에 의해 생성되는 것이라면 볶거나, 태우는 가공공정을 거치는 한약재나 식품의 경우 benzo(a)pyrene의 생성 가능성이 충분히 있다. 특히 홍삼이나 흑삼의 경우도 증포(蒸曝) 과정을 거치기 때문에 가공공정에 따라 benzo(a)pyrene의 생성가능성이 있다. 그러나 이 분야의 연구는 아주 미흡한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 benzo(a)pyrene으로부터 안전한 홍삼 및 흑삼의 제조방법을 찾아내기 위해서 수삼의 증숙온도와 건조온도를 달리할 때 생성되는 benzo(a)pyrene 함량을 조사함으로써 안전한 홍삼 및 흑삼 제조를 위한 benzo(a)pyrene 저감화 기술을 확립하고자 하였다.

재료 및 방법

1. 실험재료

2007년 11월 1일 강원주농장(금산, 한국)에서 채굴한 5년 근 상품 수삼을 구입하여 실험원료로 사용하였다.

2. 시약 및 기기

분석시약은 dichloromethane(HPLC급, JT Baker, Phillipsburg, USA), hexane(HPLC급, JT Baker, Phillipsburg, USA), acetonitrile(HPLC급, JT Baker, Phillipsburg, USA), methanol(JT Baker, Phillipsburg, USA), NaCl(Junsei Chemical, Tokyo, Japan), sodium sulfate, anhydrous(Junsei, Chemical, Tokyo, Japan)을 사용하였고, benzo(a)pyrene standard(Supelco, Bellefonte, USA), internal standard로는 3-methylcholanthrene(Supelco, Bellefonte, USA), ginsenoside Rg₃ standard(Wako, Osaka, Japan), IPS filter paper(Whatman, Ø 150 mm, Meidstone, England)를 사용하였다.

HPLC/FLD는 NS2001P(Futechs, Daejeon Korea), FLD(Waters MA, Milford, USA), HPLC/MSD(Waters MA, Milford, USA)를 사용하였으며, 그 외 기기로 rotary vacuum evaporator(Eyela, Tokyo, Japan), balance(Precisa, Bostone, USA), sonicator(Branson, Danbury, USA), funnel shaker(Jeio Tech, Daejeon, Korea), centrifuge(Hanil S.M.E, Anyang, Korea), vacuum pump(GAST, Boston, USA), vortex mixer(Scientific Industries, New York, USA), mill(IKA, Maribor, German) 등을 사용하였다.

3. 홍삼 및 흑삼시료 제조

1) 증숙온도 별 시료 제조

깨끗이 세척한 수삼을 80, 100, 120℃에서 2시간 증숙기 (Du-Sung, Kyungki, Korea)에서 증숙하여 50℃ 열풍 건조기 (Du-Sung, Kyungki, Korea)에서 24시간 건조한 후, 1주일 이상 태양건조를 하였다. 건조가 완료된 시료는 100 mesh로 분말화하여 시료로 사용하였다.

2) 건조온도 별 시료 제조

수삼을 100℃에서 2시간 증숙한 후, 건조온도(50, 80, 100, 120℃)를 달리하면서 24시간 열풍 건조와 1주일 이상 태양건조를 하였다. 건조가 완료된 시료는 100 mesh로 분말화하여 시료로 사용하였다.

3) 증포 횟수 별 시료 제조

수삼을 100℃에서 2시간 증숙하고 50℃에서 24시간 건조하는 증포 과정을 1회에서 9회까지 반복한 후 1주일 이상 태양 건조하여 100 mesh로 분말화하였다.

4) 부위별 시료 제조

80℃에서 2시간 증숙과 50℃에서 24시간 건조를 4회 반복한 4포 시료를 동체부(동체+중미)와 미삼부를 구분하여 각각의 시료를 100 mesh로 분말화하였다.

4. Benzo(a)pyrene 분석

시료 중의 benzo(a)pyrene 함량 분석은 식품의약품안전청 (2007) “건강기능성식품(소위 흑삼) 중 benzo(a)pyrene 시험법 지침(식약청공문 건강기능성식품규격탐-5454, 2007. 12. 31)에 근거하여 Fig. 1과 같이 실험하였다.

Benzo(a)pyrene 함량은 시험한 시료를 105℃에서 8시간 건조하여 측정된 수분 함량으로부터 보정(補正)된 건조시료의 무게당 함량으로 계산하였다.

5. 통계 처리

모든 연구결과와 자료는 통계 프로그램인 SAS package(ver. 12.0)를 이용하여 평균과 표준오차를 계산하였으며, 유의성 검정은 $\alpha=0.05$ 수준에서 Student's *T*-test와 Duncan's multiple range test로 하였다.

결과 및 고찰

최근 충남 금산을 중심으로 개발되어 생산되고 있는 흑삼은 ginsenoside Rg₃의 함량이 크게 증폭된 가공삼으로서 ginsenoside Rg₃ 함량면에서 백삼이나 홍삼과는 차별화된 특징을 가지고 있다(Kim SN 2008). 이러한 특성 때문에 흑삼은

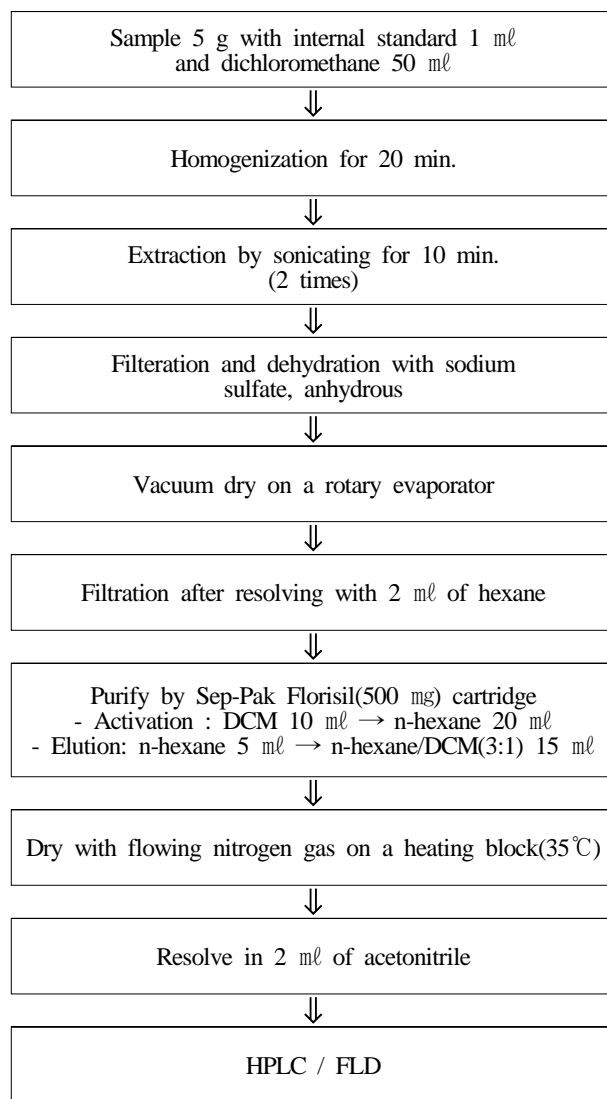


Fig. 1. Flow diagram of Benzo(a)pyrene analysis in red/black ginseng.

건강 기능성 식품 또는 의약품 소재로서의 이용 가능성이 충분히 있다. 그러나 홍삼이나 흑삼은 증숙과 건조의 가열처리 과정을 거쳐 제조되기 때문에 benzo(a)pyrene의 생성에 대한 문제점이 제기되고 있다(Lee YD 2007). 따라서 본 연구에서는 증숙온도 또는 건조온도에 따른 인삼의 benzo(a)pyrene 생성 정도를 조사하였다.

1. 홍삼의 Benzo(a)pyrene 생성에 미치는 증숙온도의 영향

홍삼 제조과정 중에서 증숙온도가 benzo(a)pyrene 생성에 관여하는지를 알아보기 위하여 수삼을 80~120℃ 범위의 온도구간에서 증숙온도를 달리하면서 2시간 동안 증숙한 후, 50℃로 24시간 열풍건조하고 1주일간 태양 건조한 홍삼의

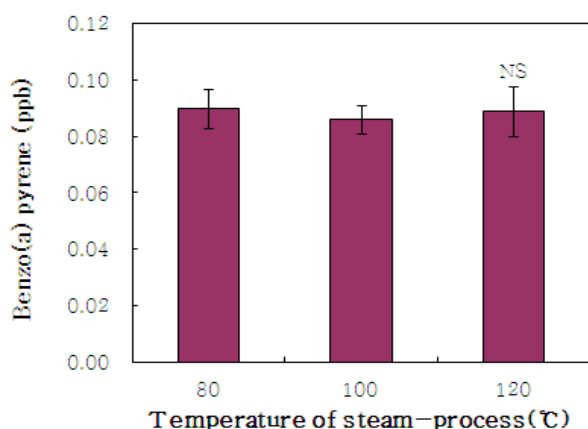


Fig. 2. Content of benzo(a)pyrene in Korean ginseng steam-processed at various temperatures prior to be dry-processed for 24 hours at the fixed temperature of 50 °C and sunlight-dried for 1 week.

benzo(a)pyrene 함량을 조사한 결과는 Fig. 2와 같았다. Benzo(a)pyrene의 생성량은 증숙온도의 전 구간에서 0.09 ppb 내외의 비슷한 함량이 분석되었다. 이러한 결과는 증숙온도가 홍삼 내 benzo(a)pyrene의 생성에 크게 영향을 주지 않고 있음을 설명하고 있다. 즉 수증기로 인삼을 찌 때는 benzo(a)pyrene의 생성이 증숙온도의 높낮이에 영향을 받지 않는다는 것을 확인할 수 있었다.

2. 홍삼의 Benzo(a)pyrene 생성에 미치는 건조온도의 영향

홍삼의 제조과정 중 건조온도가 benzo(a)pyrene 생성에 관여하는지를 알아보기 위하여 수삼을 100 °C에서 2시간 증숙한 후, 50~120 °C 범위의 온도 구간에서 온도를 달리하면서 24시간 열풍건조한 후, 1주일간 태양 건조하여 제조된 홍삼의 benzo(a)pyrene 함량 분석결과를 Fig. 3에 표시하였다. 건조 온도가 상승할수록 benzo(a)pyrene의 생성량은 유의성있게 증가하였다. 이 결과로부터 건조온도가 benzo(a)pyrene 생성에 관여하며, 건조온도가 높아지면 benzo(a)pyrene의 생성량도 증가함을 확인할 수 있었다.

3. 홍삼 및 흑삼 중의 Benzo(a)pyrene 생성에 미치는 증포 횟수의 영향

증포 횟수가 홍삼 및 흑삼의 benzo(a)pyrene 생성에 관여하는지를 알아보기 위하여 수삼을 100 °C에서 2시간 증숙한 후 50 °C에서 24시간 열풍 건조하는 과정을 9회 반복하면서 각 증포 별 제조한 홍삼 및 흑삼의 benzo(a)pyrene 함량을 분석하였으며, 그 결과는 Fig. 4와 같았다. 1포에서 9포 시료 모두

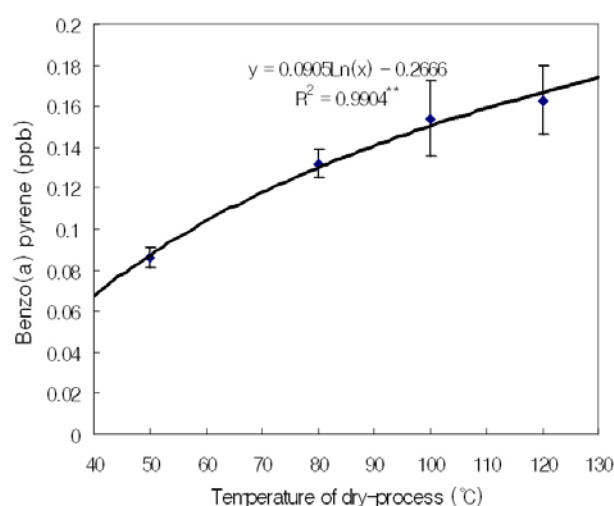


Fig. 3. Content of benzo(a)pyrene in Korean ginseng dry-processed at various temperatures after steam-processed for 2 hours at the fixed temperature of 100 °C.

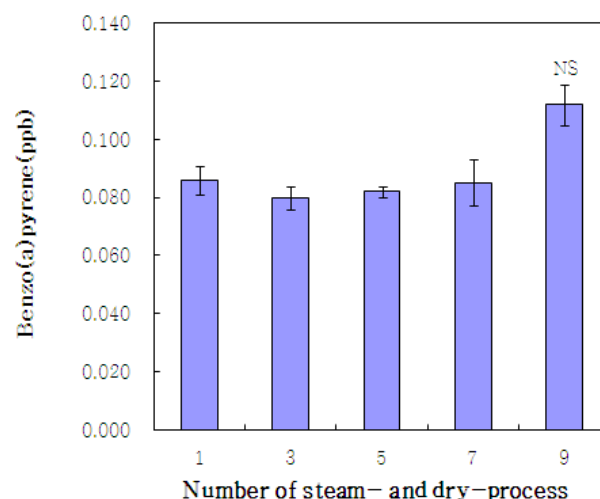


Fig. 4. Content of benzo(a)pyrene in the Korean ginseng manufactured by successive 9 time-steaming and dryings at the fixed temperatures of 100 °C for steam-process and 50 °C for dry-process.

benzo(a)pyrene의 함량은 0.08~0.12 ppb 이하의 극미량이 분석되었다. 이러한 함량은 올리브유에서의 법적 허용함량 2 ppb 이하에 해당된다(Hu 등 2008). 따라서 본 실험방법에 의해 제조된 홍삼 및 흑삼은 benzo(a)pyrene으로부터 안전한 제품으로 판정할 수 있었다. 한편, 증포 횟수를 증가함으로써 benzo(a)pyrene의 생성량은 증가하는 경향을 보였다. 그러나 증가의 함량은 식품위생상 문제가 되지 않는 아주 저 농도의 함량이었다. 증가의 경향은 1% 수준에서 유의성이 인정되었다. 이

러한 결과는 50℃의 낮은 온도에서 건조를 진행하여도 건조 횟수가 증가하면 benzo(a)pyrene의 함량이 증가할 수 있음을 나타낸다.

4. 인삼의 부위별 Benzo(a)pyrene 생성량

증포 과정 중 인삼의 부위에 따라 benzo(a)pyrene 생성량의 변화가 있는지 알아보기 위하여, 80℃ 2시간 증숙, 50℃ 24시간 건조를 4회 반복한 4포의 흑홍삼을 동체부(동체+중미)와 미삼부로 구분하여 benzo(a)pyrene 함량을 분석한 결과는 Fig. 5와 같았다. Benzo(a)pyrene 함량은 동체삼 0.09 ppb, 미삼 0.3 ppb로 동체삼의 benzo(a)pyrene 함량은 1포 홍삼의 함량과 유사하였다. 그러나 미삼의 benzo(a)pyrene 함량은 동체삼의 4배 이상 많은 함량을 보였다. 이 결과로부터 50℃의 건조온도에서 동체삼의 benzo(a)pyrene 생성량은 안전하나, 미삼의 경우 건조횟수의 증가나 장시간의 건조를 거칠 경우 benzo(a)pyrene이 상당량 생성될 수 있음을 시사하고 있다. 즉, 미삼은 동체삼에 비하여 부위가 가늘기 때문에 낮은 온도에서 건조 공정을 거치더라도 건조과정의 많은 반복은 미삼의 탄화가 수반될 수 있으며, 따라서 benzo(a)pyrene의 생성량이 증가될 수 있음을 의미한다.

이상의 결과로부터 유추하면 Fig. 5에서 증포 횟수가 증가할수록 benzo(a)pyrene의 함량이 증가한 주원인이 미삼의 탄화에 의한 것으로 유추되었다. 그리고 인삼은 증포처리로 benzo(a)pyrene이 생성되지만 증숙 과정보다는 건조과정에서 대부분이 생성되고 있다는 결과를 얻을 수 있었다. 이러한 결과는 Choi & Lee(1994)가 제시한 연구결과와 일치한다. 본 연구 결과로부터 안전한 홍삼 및 흑삼의 제조 방법은 증숙온도 90~

120℃, 건조온도 50℃가 적합하며, 미삼의 경우는 건조온도를 50℃ 이하로 하여야 하고, 흑삼 제조시에는 주근부와 미삼부를 분리하여 가공하여야 할 것으로 판정되었다.

요약 및 결론

Benzo(a)pyrene이 저감된 안전한 홍삼 및 흑삼 제조방법을 개발하기 위하여 증숙 및 건조온도와 benzo(a)pyrene 생성관계를 조사한 결과는 다음과 같았다.

1. 건조온도를 50℃로 고정시키고 증숙온도를 80~120℃ 범위에서 홍삼을 제조한 결과 증숙온도 상승에 따른 benzo(a)pyrene 생성량의 증가는 없었다. 반면, 증숙온도를 100℃로 고정시키고, 50~120℃ 범위에서 건조온도를 달리하여 홍삼을 제조한 결과, 건조 온도의 상승에 따른 benzo(a)pyrene 생성량의 유의적인 증가가 보였다.

2. 증숙온도 100℃, 건조온도 50℃로 하여 수삼을 9회 반복하여 증포한 경우, 증포 횟수의 증가는 benzo(a)pyrene의 증가를 수반하는 경향을 보였으나, benzo(a)pyrene 함량 증가는 극미량이었으며, 최고 함량을 보인 9포 흑삼에서도 0.12 ppb가 측정될 정도로 낮은 함량이었다. 또한 이러한 benzo(a)pyrene의 증가는 증포 횟수를 증가함으로써 미삼부분의 탄화에 의한 것으로 확인되었다.

이상의 결과를 종합하여 benzo(a)pyrene으로부터 안전한 홍삼 및 흑삼을 제조할 수 있는 증숙 및 건조 온도는 각각 80~120℃ 및 건조온도 50℃ 이하가 적합한 것으로 판단된다.

참고문헌

- Bae EA, Hyun YJ, Choo NK, Oh JK, Ryu JH, Kim DH. 2004. Protective effect of fermented red ginseng on a transient focal ischemic rats. *Arch Pharm Res* 7:1136-1140
- IARC. 2006. Monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans
- Hu SJ, Jin SH, Choi DM. 2008. Analysis of benzo(a)pyrene in red ginseng beverage. *J Fd Hyg Safety* 23:26-30
- Hu SJ, Woo GJ, Choi DM. 2007. Determination of benzo(a)pyrene in olive oils. *Anal Sci & Technol* 20:170-175
- Jay HL, William JB, Franco B, Robert F, Charles RG, Michael K, Dietrich S, Giuseppe V. 1984. Pat-terns of lung cancer risk according to type of cigarette smoked. *Int J Cancer* 33:569-576
- Joo CN. 1995. Hongsam eui Shinbi. p11. Moonjung Press. Seoul. Korea

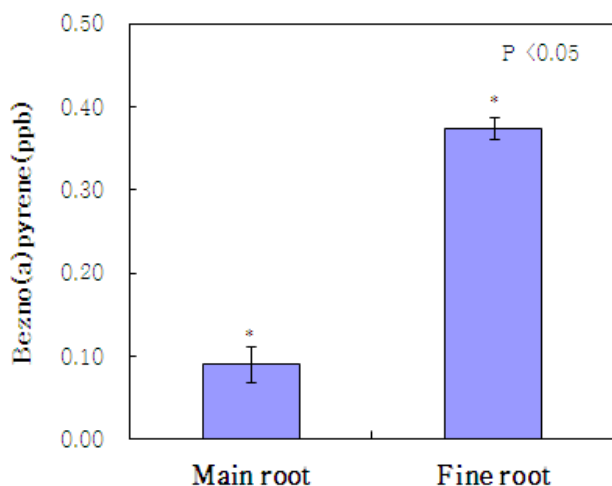


Fig. 5. Content of benzo(a)pyrene in the main and fine root of Korean ginseng manufactured by successive 4 time-steaming and dryings.

- Kim HJ, Hwangbo MH, Lee JW, Im HG, Lee, IS. 2007. Antioxidant effects of ginseng powder on liver of benzo (α)pyrene-treated mice. *Korean J Food Sci Technol* 39: 217-221
- Kim SN. 2008. Study on ginsenoside patterns on the steam processing of Korean ginseng and hypoglycemic action on streptozotocin induced diabetic rats of 9 time-steaming ginsengs, ph.D. thesis. Choongbu Uni
- Kimura M, Suzuki J. 1985. The pharmacological role of ginseng in the blend effect of traditional Chinese medicine in hypoglycemia(Advances in Chinese Medicinal Research). pp. 181-192. World Scientific Pub. Co, Singapore
- Kitagawa I. 1992. Chemical investigation of naturally occurring drug materials: Elucidation of scientific basis for traditional medicines and exploitation of new naturally occurring drugs. *Yakugaku Zasshi* 112:1-41
- Ko SK, Lee KH, Hong JK, Kang SA, Sohn UD, Im BO, Han ST, Yang BW, Chung SH, Lee BY. 2005. Change of ginsenoside composition in ginseng extract by vinegar process. *Food Sci Biotechnol* 14:509-513
- Kwon SW, Han SB, Park IH, Park JM, Park, MK. 2001. Liquid chromatographic determination of less polar ginsenosides in processed ginseng. *J Chromatogr A* 921:335-339
- Kulkarmi MC, Anderson MW. 1984. Persistence of benzo(a)pyrene metabolite: DNA adducts in lung and liver of mice. *Cancer Res* 44:97-101
- Lee BM, Choi, OK. 1994. Pyrolytic formation of benzo(a)pyrene in foods during heating and cancer risk assessment in Koreans. *J Fd Hyg Safety* 9:133-139
- Levin W, Wood AW, Yagi H, Dansette PM, Jerina DM, Conney AH. 1976. Carcinogenicity of benzo(a)pyrene 4,5-, 7,8- and 8,10-oxides on mouse skin. *Proc Nat Acad Sci* 7:243-247
- 이영돈. 2007. KBS 1TV 시사교양 소비자 고발 프로그램 2007년 5월 4일자 방송. 한국방송공사
- Nam KY. 2005. The comparative understanding between red ginseng and white ginsengs, processed ginsengs(*Panax ginseng* C.A. Meyer). *J Ginseng Res* 29:1-18
- Nam KY. 1996. Choishin Corea Insam. pp.4-79. Chonil Press. Seoul. Korea
- 남기열. 1996. 최신고려인삼(성분 및 효능편). pp.3-134. 한국인삼연구회. 한국
- Shoji J. 1999. Studies on the constituents of ginseng. *Nat Med* 53:55-59

(2009년 4월 1일 접수; 2009년 5월 20일 채택)