

감압 건조에 의한 인삼의 유효 생리 활성 증진

김지선¹ · 최영범² · 고정림² · 이현용^{1,3*}

¹강원대학교 의생명소재공학과, ²농업회사법인(주)오제주, ³서원대학교 식품공학과

Enhancement of Biological Activities of Fresh *Ginseng* by Balanced Low Pressure Drying Processes

Ji Seon Kim¹, Young Beom Choi², Jung Rim Ko², and Hyeon Yong Lee^{1,3*}

¹Department of Medical Biomaterials Engineering, Kangwon National University

²Ojeju Agro Food Tech Holdings, Inc.

³Department of Food Science and Engineering, Seowon University

Abstract

This study was performed to maintain the biological activities of fresh ginseng during the drying processes. To obtain this purpose, a balanced low pressure drying process was employed to dry fresh ginseng at low temperature and pressure. This process requires a longer process time than that of hot air drying, but much lower temperature. This system is also economically feasible as it requires lower input energy than freeze drying and maintains similar biological activities such as acidic polysaccharides, because these polysaccharides were known to be heat labile and also resulted in lowering the biological activities of ginseng extract. It was also found that the higher process time and temperature of hot air drying significantly reduced volatile biologically active components such as phenolic compounds, which resulted in lowering the antioxidant activities of ginseng extract. Furthermore, the liquid extracts from ginseng dried by the balanced low pressure drying process increased the growth of human B and T cells, also increased secretion of both IL-6 and TNF- α . These results demonstrate that low pressure drying under balanced air condition could reduce the degradation of ginseng by preventing the breakdown of heat labile biologically active components, not ginsenosides. It could eventually improve the biological activities of fresh *ginseng*.

Key words: balanced low pressure drying, fresh *ginseng*, saponin, antioxidant activity, immune activities

서 론

인삼(*Panax ginseng* C. A. Meyer)은 오갈피나무과(Araliaceae) 인삼속(*Panax*)에 속하는 다년생 초본류로 수천 년간 동양에서 약용으로 이용한 대표적인 약용 식물이며, triterpenoid saponins을 비롯한 polyacetylenes, sesquiterpenes를 포함한 정유(essential oils) 성분, 페놀 화합물(phenolic compounds), 다당체(polysaccharide), 펩티도글리칸(peptidoglycans) 등의 성분을 함유하고 있다(Attele et al., 1999). 또한 최근 인삼의 주요 유효 성분에 대한 과학적 연구에 따른 구조 규명이 이루어져 있으며 이들의 효능은 면역증진(Rivera et al., 2005), 항암(Lee et al., 1999), 항스트레스(Kim et al.,

2003), 항산화(Kim et al., 2002), 기억 및 학습 능력 증진(Wang et al., 2010) 등의 약리작용이 있다고 알려져 있다. 이렇게 약리작용의 연구가 활발히 진행됨에 따라 세계적으로 인삼이 과학적 및 객관적으로 보편화되어 기능성 소재 및 식품으로 개발되고 있다. 이러한 인삼의 성분 중 주요 유효성분으로 사포닌 성분이 알려져 있으나, 인삼의 성분 중에는 비 사포닌계의 여러 유효성분도 함유하고 있다. 이러한 성분 중 일부 성분들은 가공 공정 처리과정 중 화학 구조가 변화되어 일부 생리활성 성분의 함량 변화가 일어나기도 한다(Nam, 1996). 인삼은 가공 공정에 따라 크게 세 가지로 분류되는데 가공하기 전의 상태를 수삼(Lee et al., 2008, 2009; Li et al., 2009), 수삼을 찌지 않고 건조한 상태를 백삼(Kwak et al., 1997; Gil, 2003, Hawng et al., 2005), 수삼을 찌서 건조한 상태를 홍삼이라 한다(Joo et al., 2006; Kim, 2007). 위와 같은 가공 공정 중의 하나인 건조 공정은 크게 열풍건조, 동결건조 및 감압건조 방법이 있다. 열풍 건조는 건조 온도를 90°C 이상의 발생된 열을 송풍기를 통하여 건조를 하는 기술로 높은 온도에 의하여

*Corresponding author: Hyeon Yong Lee, Department of Food Science and Engineering, Seowon University, Cheongju 361-742, Korea
Tel: +82-43-299-9471; Fax: +82-43-299-9471
E-mail: hyeonl@seowon.ac.kr
Received August 6, 2013; revised October 4, 2013; accepted November 4, 2013

유효 성분들이 불활성화 될 수 있는 단점이 있다(Choi, 2010). 동결 건조 기술은 -50°C 이하의 낮은 온도로 동결시킨 후 건조기 내부를 진공 상태로 만들어 수분을 승화시키는 방법으로 건조 시간과 비용의 소비가 많기 때문에 제품화를 위한 건조 기술로는 문제점을 가지고 있다(George and Datta, 2002). 또 다른 건조 기술인 감압 건조 기술은 60°C 이하의 온도로 건조를 실행하여 건조물의 불활성화를 방지할 수 있으며, 대기압보다 낮은 기압으로 감압시켜 건조함으로써 건조 시간을 단축시키는 기술로 열풍 건조의 문제점인 높은 온도에 의한 유효성분의 변성을 막고 동결 건조의 문제점인 건조 시간과 비용의 소비를 절감할 수 있는 건조 기술이다. 이러한 60°C 이하의 온도로 건조할 수 있는 감압 건조 기술을 이용하여 인삼을 건조할 경우 인삼의 주요 성분인 saponin 성분 이외의 약리 효능을 나타내는 성분들이 높은 온도에 의하여 화학구조의 변화 등의 불활성화 되는 것을 방지할 수 있으며, 대기압보다 낮은 기압으로 건조 시간을 단축시켜 경제적으로 효율적인 이점이 있다. 따라서 본 연구에서는 감압 건조 기술을 적용하여 인삼을 건조함으로써 인삼의 유효성분 손실 및 불활성화를 최소화하여 유효성분의 추출을 용이하도록 하고 건조 시간 및 비용을 단축할 수 있도록 하였으며, 이에 따른 인삼의 유효성분의 변화와 항산화 활성 및 면역활성과 같은 유효생리 활성의 검증을 통하여 기능성 소재로써 인삼의 활용 가능성을 알아보았다.

재료 및 방법

실험 재료

본 연구에서 이용한 인삼은 금산에서 재배된 구입한 4년근 인삼을 금산 농협을 통해 구입하여 사용하였다.

건조 인삼의 제조 방법

본 연구에서 적용한 감압 건조는 감압 건조기(O'jeju Agro Food Tech Holdings, Inc., Korea)를 이용해 진행하였으며, 건조 기압은 800 hPa, 건조 온도는 60°C 에서 건조를 진행하였다. 또 다른 건조 방법인 열풍건조는 열풍 건조기(C-DF2, Changsin Lab, Korea)를 통하여 90°C 에서 진행하였으며, 동결건조는 동결건조기(FDS, Ilshin Bio Base, Korea)를 통하여 -50°C 에서 진공상태로 건조를 진행하였다.

건조 인삼의 건조 수율 및 수분함량 측정

각 건조 방법 별 인삼의 건조 수율을 측정하기 위하여 건조 전 인삼의 무게와 건조 후 인삼의 무게를 측정하여 아래와 같은 식을 이용해 수율을 측정하였다. 또한 건조한 인삼의 수분함량을 측정하기 위하여 시간 별로 sample을 채취하였으며 AOAC 수분 측정법을 이용하여(Association of Official Analytical Chemists, 1990) 수분함량을 측정하였다.

$$\text{건조 수율} = \frac{\text{건조 후 인삼 무게 (g)}}{\text{건조 전 인삼 무게 (g)}} \times 100 (\%)$$

건조 인삼의 추출 및 수율

각각의 건조 방법을 이용해 건조한 건조 인삼 분말에 함유되어 있는 유효 성분의 추출을 위해 증류수를 건조 인삼 증량의 10 배수로 하여 100°C 에서 60 분 추출을 3 회 반복하여 추출하여 회전감압 농축기(Rotary vacuum evaporator N-N series, Eyela, Tokyo, Japan)로 여과 및 감압 농축과 동결건조기(FDS, Ilshin Bio Base, Korea)를 통하여 건조시켜 파우더 상태로 제조하여 사용하였다.

$$\text{추출 수율} = \frac{\text{추출 후 인삼 무게 (g)}}{\text{추출 전 인삼 무게 (g)}} \times 100 (\%)$$

Crude saponin 분석

건조 인삼 추출물 3 g을 농축 플라스크에 정확히 측정하여 불포화 butanol 50 mL을 넣고 80°C 에서 1시간 추출한 추출물을 butanol 증만 여과하고 같은 방법으로 3 회 반복하여 추출한 후 마지막으로 여액에 10 mL butanol을 넣어 butanol 증만 여과시켰다. 여과된 용액은 250 mL 분액깔때기에 옮겨 물 20 mL로 진탕 후 분리된 상층액을 농축 플라스크에 옮겨 감압 농축하여 butanol을 제거하고 105°C 에서 20분간 건조한 다음 30분간 방치 후 계량하여 아래와 같은 식을 통하여 정량 하였다.

$$\text{Crude saponin (mg/g)} = \frac{(B - A)}{C} \times 1000$$

A: 빈 플라스크 무게 (g), B: 건조 후 인삼 무게 (g), C: 검체량 (g)

산성다당체 함량 분석

건조 방법 별 인삼의 성분 변화를 알아보기 위하여 인삼의 비사포닌계 성분으로 산성다당체 함량을 측정하였다. 각각의 건조 방법을 이용해 건조한 건조 인삼 추출물의 산성다당체 정량은 Do 등의 방법(Do et al., 1993)을 참고하여 carbazole-sulfuric acid 방법으로 측정하였다. 건조 인삼 추출액 0.5 mL에 carbazole 0.25 mL와 $\text{c-H}_2\text{SO}_4$ 3 mL를 가해준 후 80°C 에서 5분간 반응시키고 실온에서 15분간 냉각시켜 525 nm에서 흡광도를 측정하였다.

총 페놀 측정

총 페놀의 함량은 Folin-Denis 방법에 의하여 비색정량하여 측정하였다(Folin and Denis, 1912). 각각의 건조 방법을 통해 건조한 인삼의 추출물을 메탄올에 10 mg/mL 로 용해한 용액 1 mL과 Folin 시약을 1 mL을 혼합한 뒤 3분간 정치하여 발색시킨 후 1 mL의 10% Sodium carbonate 용액을 서서히 가하였다. 이 혼합액을 90분간 정치한 후

microplate reader를 사용하여 760 nm에서 흡광도를 측정하였다. 총 페놀 함량을 측정하기 위해 Gallic acid를 사용하여 구한 검량선을 이용하여 당량으로 환산하여 시료 중의 총 페놀 함량을 구하였다.

DPPH free radical 소거 활성 측정

각 건조 방법별 건조 인삼 추출물을 수소전자공여능에 의해 항산화 활성을 측정하였다(Boo et al., 2009). 여러 농도의 시료를 에탄올에 용해하여, 900 uL의 DPPH 용액 (100 μM)과 각 시료 100 uL를 혼합하여 교반하였다. 이 혼합 시료를 암소에서 30분간 반응 시킨 후 517 nm에서 흡광도를 측정하였다. 수소전자공여능은 각 실험을 3회 반복하여 평균을 낸 다음 대조구에 대한 흡광도의 감소 정도를 다음 식에 의하여 계산하였다.

$$A_n = (A_0A) / A_0 \times 100$$

A_n: DPPH radical 소거능에 대한 항산화 활성 (%)

A₀: 시료가 첨가되지 않은 DPPH 용액의 흡광도

A: 반응용액 중의 DPPH와 시료의 반응 흡광도

면역세포 생육 증진 효과

면역기능 증강 효과는 인간 면역 세포인 T cell(Jurkat)과 B cell(Raji)을 이용하여 검증하였다. 세포의 생육은 10% FBS를 함유하는 RPMI 1640 배지를 이용하여 5% CO₂, 37°C에서 배양하였으며, 면역기능 증강 효과는 6 well plate에 세포를 1.0×10⁴ cells/mL의 농도로 조절한 후 시료의 최종농도를 0.5 mg/mL로 투여하여 6일 동안 배양하면서 매일 각 well의 cell을 hemacytometer로 세포 수를 측정하여 생육도를 측정하는 방법을 사용하였다(Lee et al., 2002).

Cytokine 분비량 측정

Cytokine은 IL-6와 TNF-α의 정량을 Chemicon(USA)사의 IL-6와 TNF-α 정량 kit를 사용하여 측정하였다. 세포의 농도를 1.0~2.0×10⁴ cells/mL 의 농도로 조절한 후 24 well plate에 900 μl씩 첨가하여 24시간 동안 배양(37°C, 5% CO₂)시킨 후 시료의 최종농도를 0.5 mg/mL로 100 uL씩 첨가하여 다시 배양(37°C, 5% CO₂)하였다. 원심분리기를 이용하여 배양배지의 상층액을 취한 다음 450 nm에서 microplate reader를 이용하여 흡광도를 측정하여 얻어진 O.D값을 표준물질을 이용해 작성한 표준곡선과 비교하여 cytokine의 양을 측정하였다(Lim et al., 2008).

통계처리

Microsoft excel의 student t-test에 의해 유의성을 검증하였다. 또한 각 실험 결과는 triplicate determinations에 의한 Mean±standard deviation(SD)로 표시하였으며, 각 평균치 간의 차이는 student t-test에 의해 P<0.001, P<0.005, P

Table 1. Comparison of drying time, drying yields and equilibrium moisture contents of fresh ginseng according to different drying processes.

Drying method	Drying time (hours)	Drying yields (% w/w)	Moisture content (%)
HAD ¹⁾	17.8	16.5	8.70
FD ²⁾	24.1	19.1	9.27
BLPD ³⁾	9.2	18.6	7.41

¹⁾HAD: Hot air drying

²⁾FD: Freeze drying

³⁾BLPD: Balanced low pressure drying

< 0.01 수준에서 유의성을 검증하였다.

결과 및 고찰

건조 인삼의 수율 및 수분함량

Table 1은 건조 방법 별 건조 인삼의 건조시간, 건조수율 및 수분 함량을 나타낸 표이다. 건조 시간에 있어서 감압 건조는 동결 건조에 비하여 약 15시간, 열풍 건조에 비하여 약 8시간의 시간이 단축시켰다. 이는 건조 기압을 대기압에서 실행한 열풍건조 보다 낮은 800 hPa의 기압으로 건조를 진행하며, 동결건조 보다 높고, 열풍건조 보다 낮은 온도인 60°C의 온도에서도 건조를 진행함으로써 건조 시간에 따른 평형 수분 함량에 도달하는 건조 시간이 동결 건조와 열풍 건조에 비하여 짧아 건조가 가장 빠르게 이루어 졌다고 생각된다. 건조 수율은 모든 건조방법에서 약 17-19%의 비슷한 수율을 나타내었다. 이에 따른 건조 후 수분함량은 감압 건조의 수분함량이 7.41%로 가장 낮은 수분함량을 나타내었으며, 이러한 결과는 감압 건조를 통하여 건조를 진행할 경우 수분함량과 비교하여 평형 수분 함량에 도달하는 건조 시간이 가장 짧으며, 이는 비용적인 면에서 다른 건조 방법 보다 효율적인 건조방법으로 사료된다.

건조 인삼의 추출 수율 및 crude saponin 함량

Saponin은 인삼의 주요 약효 성분으로 알려져 있어 인삼의 성분적 품질평가의 지표가 된다(An et al., 2002). 각각의 건조 방법 별 건조 인삼의 최종 추출 수율 및 crude saponin 함량은 Table 2와 같다. 추출 수율은 감압 건조 > 동결 건조 > 열풍 건조 순으로 높은 추출 수율을 보였으며, 건조한 인삼의 추출 수율은 건조하지 않은 인삼과 비교하여 감소하는 반면 감압 건조 인삼의 추출 수율은 차이가 없는 것으로 나타났다. 또한 crude saponin 함량의 측정 결과, 추출 수율과 같은 감압 건조 > 동결 건조 > 열풍 건조 순으로 높은 crude saponin 함량을 확인하였다. 열풍 건조 인삼의 crude saponin 함량이 43.43 mg/g으로 가장 낮은 것은 crude saponin 성분이 높은 건조 온도로 인하여 불안정화 된 결과라고 생각되며(Park et al., 1993), 동결 건조

Table 2. The extraction yields and crude saponin concentration of fresh *ginseng* according to different drying processes.

Drying method	Extract yields (% w/w)	Crude saponin concentration (mg/g)
Control ¹⁾	8.41	51.03
HAD ²⁾	7.43	43.43
FD ³⁾	7.98	46.57
BLPD ⁴⁾	8.44	51.24

¹⁾Control : Fresh *ginseng*²⁾HAD: Hot air drying³⁾FD: Freeze drying⁴⁾BLPD: Balanced low pressure drying

인삼의 crude saponin 함량 또한 46.57 mg/g으로 건조 하지 않은 인삼의 51.03 mg/g에 비하여 낮은 것은 긴 건조 시간으로 인하여 crude saponin 성분의 손실이 있었을 것으로 사료된다. 그에 비하여 감압 건조 인삼은 51.24 mg/g의 crude saponin 함량으로 건조 하지 않은 인삼과 비슷한 수치를 나타내는 것은 건조 과정에 있어 높은 열로 인한 유효 성분의 변성 및 파괴를 방지하고, 다른 건조 방법보다 짧은 건조 시간으로 인하여 성분의 손실 없이 안정적이고 신속하게 건조가 되었을 것으로 생각된다.

산성다당체 함량

건조 방법 별 인삼의 변화를 알아보기 위하여 saponin 함량 외에 산성다당체 성분은 혈당강하작용(Oshima et al., 1985), 면역조절작용(Park et al., 2000)뿐만 아니라 항암작용(Kim et al., 2002)을 지닌 것으로 보고되었다. 이러한 산성다당체 함량에 대한 분석 결과를 Table 3에 나타내었다. 건조하지 않은 인삼의 경우 5354.14 mg%에 비하여 건조 인삼의 경우 4114.59-5212.56 mg%로 감소하는 경향을 나타내었다. 그 중 가장 함량 손실이 적으며, 건조하지 않은 인삼과 비슷한 함량을 나타낸 건조 인삼으로는 감압 건조 인삼으로 5212.56 mg%의 함량을 나타내었으며, 이에 비하여 열풍 건조와 동결 건조를 통한 인삼의 함량은 건조 하지 않은 인삼보다 감소한 것으로 나타났다. 이러한 결과는 산성다당체의 경우 수용성 성분으로 열처리에 의한 탈수 과정을 통해 당의 가수 분해 반응으로 함량의 변화가 일어나는 것으로 건조 과정을 통해 수분이 증발하는 과정에 있어 산성다당체 성분이 수분에 함께 함유되어 손실이 발생하여 함량이 감소하는 것으로 생각되나(Nam, 2005), 현재 정확한 생성기전은 밝혀지고 있지 않다. 이에 따라 감압 건조 인삼의 함량이 가장 높은 것은 saponin 함량 결과와 마찬가지로 열풍 건조보다 낮은 온도와 동결 건조보다 높은 속도로 건조를 함으로써 수분에 함유되어 있을지도 모르는 유효성분들의 손실을 최소화하고, 당 성분의 변성 및 파괴로 인한 가수분해 반응의 불활성화를 방지한 것으로 사료된다(Nam, 2005).

Table 3. Comparison of the acidic polysaccharide contents of fresh *ginseng* according to different drying processes.

Drying method	acidic polysaccharide content (mg%)
Control ¹⁾	5354.14
HAD ²⁾	4114.59
FD ³⁾	4751.93
BLPD ⁴⁾	5212.56

¹⁾Control : Fresh *ginseng*²⁾HAD: Hot air drying³⁾FD: Freeze drying⁴⁾BLPD: Balanced low pressure drying

총 폴리페놀 함량

페놀성 화합물은 2 차 대사물질로 수산기를 가지는 방향성 화합물을 총칭하는 것으로 세포벽 다당류, 리그닌 등과 에스테르 결합을 이루고 있거나 중합체로 존재하며, 수산기를 통한 수소공여와 페놀 고리구조의 공명 안정화에 의하여 항산화능을 나타낸다. 즉, 폴리페놀류는 체내의 항산화 체계와 함께 자유기로부터 조직을 보호해 주는 역할을 한다고 알려져 있다(Hyon et al., 2010). 이러한 인삼에 함유되어 있는 폴리페놀 함량을 측정함으로써 건조 과정을 통해 비사포닌계 성분 중의 하나인 방향성 화합물의 성분 변화를 알아보고 이를 통한 항산화 활성을 측정하였다(Fig. 1). 측정 결과 건조하지 않은 인삼 추출물은 8.0 mg/g 측정되었으며, 열풍 건조 인삼 추출물은 7.6 mg/g과 동결 건조 추출물은 8.3 mg/g으로 비슷한 수치를 나타내었다. 이에 비해 감압 건조 인삼 추출물은 8.2 mg/g으로 동결 건조 인삼 추출물과 함께 열풍 건조 인삼 추출물의 폴리페놀 함량보다 다소 증가한 수치를 보였다. 또한 이러한 수치는 유자씨의 4.22 mg/g보다 높은 함량으로 측정되었으며(Woo et al., 2009), 구지뽕 나무 뿌리의 10.1 mg/g과 비슷한 함량을 나타내었다(Cha et al., 1999). 이러한 결과는 인삼에 함유

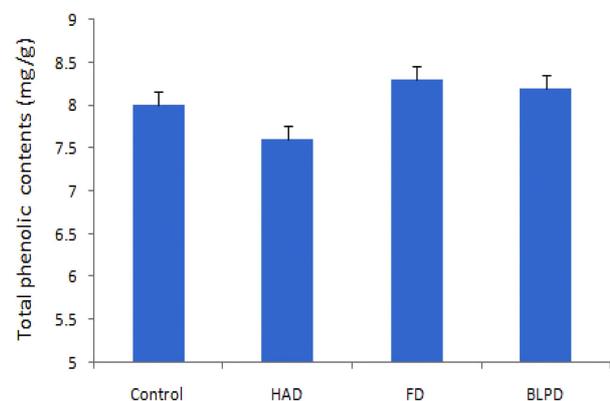


Fig. 1. Total phenolic contents of fresh *ginseng* according to different drying processes (Control : Fresh *ginseng*, HAD: Hot air drying, FD: Freeze drying, BLPD: Balanced low pressure drying). Mean values±SD from triplicate separated experiments are shown.

되어 있는 방향성 화합물인 페놀성 화합물이 건조 과정을 통하여 수분의 증발과 함께 손실되어 감소하였으나, 감압 건조 방법을 통해 건조한 인삼은 건조 과정에 있어 가장 짧은 건조 시간으로 성분의 손실을 최소화하였기 때문에 건조하지 않은 인삼의 함량과 비슷한 수치를 나타낸 것으로 사료된다. 따라서 이러한 감압 건조 방법은 다른 건조 방법에 비하여 인삼의 품질 및 효능의 변화 없이 건조할 수 있는 건조 방법으로 사료된다.

DPPH 소거활성 측정

DPPH(1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl) radical 소거능 측정법은 항산화 활성 측정 방법 중 하나로 항산화질의 전자공여능으로 인해 방향족 화합물 및 방향족 아민류에 의해 환

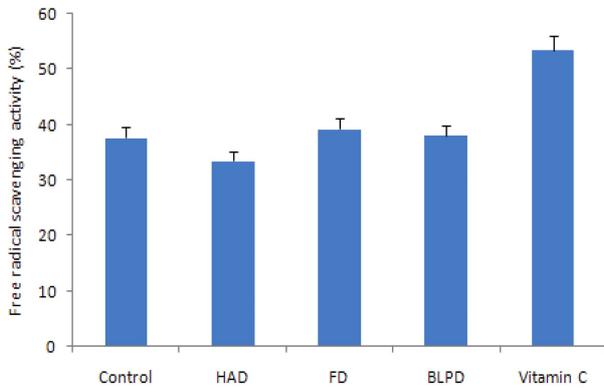


Fig. 2. DPPH radical scavenging activities of fresh *ginseng* from different drying processes (Control : Fresh *ginseng*, HAD: Hot air drying, FD: Freeze drying, BLPD: Balanced low pressure drying, Vitamin C : Positive control). Mean values±SD from triplicate separated experiments are shown.

원되어 자색이 탈색되는 정도를 나타내는 정도를 지표로 하여 항산화능을 측정하는 방법이다. 건조 인삼 추출물을 1,000 ppm 의 농도로 DPPH radical 소거활성을 측정한 결과(Fig. 2), 같은 농도에서 측정한 천연항산화제인 비타민 C의 53.45%와 비교할 때, 건조하지 않은 인삼 추출물은 37.67%, 열풍 건조 인삼 추출물은 33.47%, 동결 건조 인삼 추출물은 39.25%, 감압 건조 인삼 추출물은 38.05%로 천연항산화제인 비타민C보다 다소 적은 수치를 나타내었다. 이러한 수치는 같은 농도의 약용식물 수용성 추출물인 당귀 15.8%, 감초 13.3%, 옥죽 5.4%(Park et al., 2009) 등과 비교하여 인삼의 DPPH radical 소거활성이 다른 약용식물 추출물 보다 우수하게 나타난 것을 알 수 있었으며 총 폴리페놀 함량의 결과와 같은 경향을 나타내었다. 또한 감압 건조를 통하여 인삼을 건조할 경우 총 폴리페놀 등의 방향성 화합물 성분의 손실을 최소화 하여 건조 하지 않은 인삼의 활성과 비슷한 항산화 활성을 나타내어 향후 건조 인삼을 활용한 기능성 소재화의 가능성이 높을 것으로 사료된다.

면역세포 생육 증진 및 cytokine 분비량 측정

B cell의 생육도의 경우 시료 투여 후 전체적으로 4-5 일 까지 생육도가 증가하는 경향을 보였다(Fig. 3). 열풍 건조 인삼 추출물의 경우 면역 세포의 증진이 건조하지 않은 인삼 추출물과 비슷한 수치를 확인할 수 있었으며, 동결 건조 인삼 추출물의 경우 6 일 제 20.05×10^4 cells/ml로 가장 높은 수치를 나타내었다. 이와 비교하여 감압 건조 인삼 추출물의 경우 6 일 제 19.89×10^4 cells/ml로 동결 건조 인삼 추출물과 비슷한 세포 생육 농도를 나타내었다. 이는

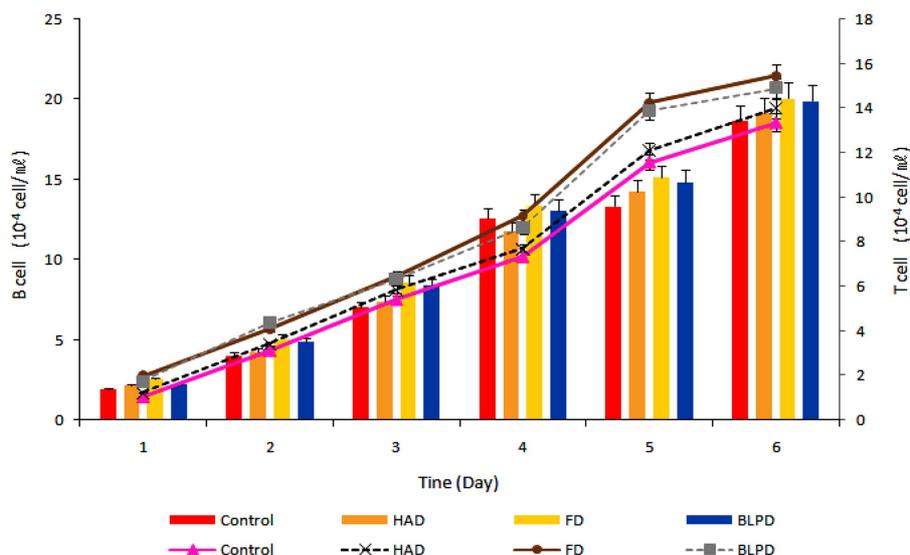


Fig. 3. The immune cell growth of human B cell (bar chart) and T cell (line chart) in adding 0.5 (mg/ml) of fresh *ginseng* extracts from three drying processes (Control : Fresh *ginseng*, HAD: Hot air drying, FD: Freeze drying, BLPD: Balanced low pressure drying). Mean values±SD from triplicate separated experiments are shown.

감압 건조를 통해 건조한 인삼이 면역계에 긍정적 영향을 미치는 활성 성분을 건조 하지 않은 인삼 및 열풍 건조 인삼보다 더 많이 함유하고 있으며, 항산화 활성의 결과와 함께 사포닌 성분 외의 비사포닌계 성분이 건조 과정에 있어 손실 없이 인삼 내에 함유되어 활성의 증진에 영향을 주었다고 사료된다. T cell의 경우 모든 건조 인삼 추출물에서 생육 5 일째까지 생육도가 증가하였으며, B cell과 마찬가지로 동결 건조 인삼 추출물에서 15.48×10^4 cells/ml로 가장 높은 생육 증진도를 나타내었으며, 감압 건조 인삼 추출물에서 14.89×10^4 cells/ml로 비슷한 생육 증진도를 나타내었다. 이는 매자나무 추출물을 통한 연구 등과도 비교하였을 때 유사한 면역세포 생육촉진을 확인 할 수 있다 (Jin et al., 2008). 이러한 결과로 미루어 보아 낮은 온도에서 건조를 진행할 경우 열로 인한 면역 활성 성분의 파괴 및 변성 없이 활성 증진이 가능하며, 향후 인간 생체 내에서 보다 높은 효능 향상에 기인 할 것으로 기대된다.

Cytokine 분비량 측정

Table 4는 면역세포들이 분비하는 cytokine(IL-6와 TNF- α)의 분비량을 B cell과 T cell에서 측정 한 결과이다. Cytokine은 표적세포의 수용체에 결합하여 세포 내 활성화 매커니즘을 발현 시켜 인간 면역세포의 생육 증진에 관여하는 성분이다. 각 건조 인삼에 대한 세포 당 IL-6의 분비량을 보면, 동결 건조 인삼 추출물에서 5 일째에 B cell 과 T cell에서 각각 3.05×10^4 pg/cell, 2.13×10^4 pg/cell로 최대 분비량을 나타내었으며, 이와 비슷한 분비량으로 감압 건조 인삼 추출물이 5일째에 B cell과 T cell에서 각각 2.98×10^4 pg/cell, 2.11×10^4 pg/cell의 분비량을 나타내었다. TNF- α 도 마찬가지로 동결 건조 인삼 추출물에서 1.94×10^4 pg/cell, 2.06×10^4 pg/cell로 가장 높은 분비량을 나타내었으며, 감압 건조 인삼 추출물에서 1.89×10^4 pg/cell, 2.09×10^4 pg/cell로 비슷한 수치를 나타내었다. 이는 열풍 건조에 비해 1.2 배가량 높은 수치이며, 이는 면역활성이 있다고 알려진 복분자 추출물을 통한 연구(Kwon et al., 2007) 등과도 비교하여 cytokine 분비량이 2 배가량 높은 수치이다. 또한 이러한 결과는 앞서 실행한 면역세포 생육 증진 결과와 함께 면역세포의 생육 증진으로 인하여 인간 면역 체계가 활성화 되어 Cytokine 분비량도 증가된 것으로 생각된다(Mun et al., 2004). 이는 열풍 건조와 비교하여 낮은 온도에서 인삼을 건조함으로써 건조 과정 중 면역 활성을 나타내는 산성다당체 등의 유효 성분의 파괴 및 변성이 일어나지 않고 보존된 것으로 보여지며, 동결 건조와 비교하여 비슷한 활성을 나타내는 동시에 건조 시간을 단축함으로써 효율적인 건조 방법으로 생각된다. 이와 같은 감압 건조 방법을 통해 생리활성이 증진된 건조 인삼을 이용하여 향후 기능성 소재로서의 활용 이 극대화 될 수 있을 것이라 기대하는 바이다.

Table 4. The secretion of IL-6 and TNF- α from human B and T cells in adding fresh *ginseng* extracts from three drying processes (0.5 mg/ML).

Sample	Time (day)	Cell line			
		B cell (10^4 pg/ml)		T cell (10^4 pg/ml)	
		IL-6	TNF- α	IL-6	TNF- α
Control ¹⁾	1	0.86	0.84	0.82	0.73
	2	1.22	0.96	1.20	1.04
	3	1.44	1.14	1.42	1.26
	4	1.96	1.28	1.66	1.44
	5	2.45	1.44	1.74	1.68
HAD ²⁾	1	0.98	0.93	0.94	0.74
	2	1.35	1.15	1.48	1.08
	3	1.62	1.21	1.52	1.35
	4	2.08	1.33	1.67	1.49
	5	2.68	1.65	2.08	1.70
FD ³⁾	1	1.29	1.16	1.17	0.87
	2	1.97	1.36	1.58	1.58
	3	2.23	1.55	1.72	1.75
	4	2.45	1.76	1.94	1.73
	5	3.05	1.94	2.13	2.06
BLPD ⁴⁾	1	1.18	1.04	1.06	0.88
	2	1.90	1.14	1.56	1.41
	3	1.98	1.35	1.66	1.61
	4	2.12	1.64	1.89	1.74
	5	2.88	1.89	2.11	2.09

¹⁾Control : Fresh *ginseng*

²⁾HAD: Hot air drying

³⁾FD: Freeze drying

⁴⁾BLPD: Balanced low pressure drying

요 약

본 연구는 건조 공정을 통하여 인삼의 생리 활성을 유지 하기 위해 수행되었다. 인삼의 생리활성을 유지하면서 인삼을 건조하기 위해서 낮은 온도와 압력에서의 균형 잡힌 감압 건조 공정을 적용하였다. 감압 건조 공정은 일반적인 열풍 건조보다 긴 공정 시간이 걸리지만 훨씬 낮은 온도에서 건조를 진행할 수 있기 때문에 열에 불안정한 인삼의 다당류의 파괴를 막을 수 있으며, 동결건조 공정보다 낮은 에너지로도 비슷한 생리 활성을 유지할 수 있어 경제적으로도 이점이 있다. 이러한 결과는 열풍건조 공정의 단점인 높은 온도로 인한 폐놀성 화합물과 같은 휘발성 생리 활성 성분들의 파괴를 줄여 높은 항산화 활성을 유지하였다. 더 나아가, 감압건조 공정을 통한 건조인삼의 열수 추출물은 열풍건조와 동결건조 공정을 통한 건조인삼 보다 면역 B 세포와 T 세포의 생육도가 증진되었으며, IL-6와 TNF- α 와 같은 cytokine의 분비량도 증가하였다. 이러한 결과는 낮은 온도와 압력의 감압 건조 공정을 인삼에 함유된 진세노사이드 외의 열에 약한 성분들의 파괴를 막아 생리활성의 저

하를 줄일 수 있을 것으로 사료된다.

감사의 글

본 연구는 2011년도 농림축산식품부 한식현지화상품개발 사업의 연구비 지원에 의해 얻은 결과이므로 이에 감사 드립니다.

참고문헌

- An YN, Lee SY, Choung MG, Choi KJ and Kang KH. 2002. Ginsenoside concentration and chemical component as affected by harvestin time of four-year ginseng root. *Korean J. Crop Sci.* 47: 236-220.
- AOAC Official Methods of Analysis, 15th ed. 1990. 934.06, Moisture in dried fruits. Association of Official Analytical Chemists. Washington DC, USA.
- Attele AS, Wu JA and Yuan CS. 1999. Ginseng pharmacology: Multiple constituents and multiple actions. *Biochem. Pharm.* 58: 1685-1693.
- Boo HO, Lee HH, Lee JW, Hwang SJ and Park SU. 2009. Different of total phenolics and flavonoids, radical scavenging activities and nitrite scavenging effects of *Momordica charantia* L. according to cultivars. *Korean J. Medicinal Crop Sci.* 17: 1520.
- Cha JY, Kim HJ, Chung CH and Cho YU. 1999. Antioxidative activities and contents of polyphenolic compound of *Cudrania tricuspidata*. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 28: 1310-1315.
- Choi YB. 2010. The Manufacturing Method of Dried Kimchi by Using Reduced Pressure Drying. Korea Patent. 1020100077718.
- Do JH, Lee HO, Lee SK, Jang JK, Lee SD and Sung HS. 1993. Colorimetric determination of acidic polysaccharide from *Panax ginseng*, its extraction condition and stability. *Korean J. Ginseng Sci.* 17: 139-144.
- Folin O and Denis W. 1912. On phosphotungstic-phosphomolybdic compounds as color reagents. *J. Biol. Chem.* 12: 239-249.
- George JP and Datta AK. 2002. Development and validation of heat and mass transfer models for freeze-drying of vegetable slices. *J. Food Eng.* 25: 89-93.
- Gil BI. 2003. A survey on the quality characteristics of dried ginseng products. *Korean J. Food Sci. Technol.* 35: 1003-1006.
- Hawng JB, Ha JH, Hawer WD, Nahmgung B and Lee BY. 2005. Ginsenoside contents of Korean white ginseng and taeguik ginseng with various sizes and cultivation years. *Korean J. Food Sci. Technol.* 37: 508-512.
- Hyon JS, Kang SM, Senevirathne M, Koh WJ, Yang TS, Oh MC, Oh CK, Jeon YJ and Kim SH. 2010. Antioxidative activities of extracts from dried Citrus sunki and C. unshiu Peels. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 39: 1-7.
- Jin L, Han JG, Ha JH, Jeong HS, Kwon MC, Ahn JH, Min JC, Choi GP, Chung EK and Lee HY. 2008. Effect of Immune Activity on *Berberis koreana* Palibin by Ultra High Pressure Low Temperature Process. *Korean J. Medicinal Crop Sci.* 16: 439-445.
- Joo SS, Won TJ, Lee YJ, Hwang KW, Lee SG, Yoo YM and Lee DI. 2006. Ginsenoside Rg3 from red ginseng prevents damage of neuronal cells through the phosphorylation of the cell survival protein Akt. *Food Sci. Biotechnol.* 15: 244-247.
- Kim DH, Moon YS, Lee TH, Jung JS, Suh HW and Song DK. 2003. The inhibitory effect of ginseng saponins on the stress-induced plasma interleukin-6 level in mice. *Neurosci. Lett.* 353: 13-16.
- Kim JH. 2007. Cardioprotective effect of the mixture of ginsenoside Rg3 and CK on contractile dysfunction of ischemic heart. *J. Ginseng Res.* 31: 23-33.
- Kim YK, Guo Q and Packer L. 2002. Free radical scavenging activity of red ginseng aqueous extracts. *Toxicology.* 172: 149-156.
- Kim YS, Park KM, Shin HJ, Song KS, Nam KY and Park JD. 2002. Anticancer activities of red ginseng acidic polysaccharide by activation of macrophages and natural killer cells. *Yakhak Hoeji.* 46: 113-119.
- Kwak YS, Kim MJ, Kim EH and Kim YA. 1997. An rapid extraction of ginseng saponin compounds. *Korean J. Food Sci. Technol.* 29: 1327-1329.
- Kwon MC, Kim CH, Na CS, Kwak HG, Kim JC and Lee HY. 2007. Comparison of Immuno-Modulatory Activities of *Rubus coreanus* Miquel by Ultra High Pressure Extracts Process. *Korean J. Medicinal Crop Sci.* 15: 398-404.
- Lee SH, Lee HS, Park YS, Hwang B, Kim JH and Lee HY. 2002. Screening of immune activation activities in the leaves of *Dendropanax morbifera* Lev. *Korean J. Medicinal Crop Sci.* 10: 109-115.
- Lee SJ, Sung JH, Lee SJ, Moon CK and Lee BH. 1999. Antitumor activity of a novel ginseng saponin metabolite in human pulmonary adenocarcinoma cells resistant to cisplatin. *Cancer Lett.* 144: 39-43.
- Lee SW, Yeon BY, Kim CG, Shin YS, Hyun DY, Kang SW and Cha SW. 2008. Effect of variety and shading material on growth characteristics and ginsenoside contents of 2-year-old ginseng grown in imperfectly drained paddy soil. *Korean J. Medicinal Crop Sci.* 16: 434-438.
- Lee SW, Kim GS, Yeon BY, Hyun DY, Kim YB, Kang SW and Kim YC. 2009. Comparison of growth characteristics and ginsenoside contents by drainage classes and varieties in 3-yearold ginseng (*Panax ginseng* C. A. Meyer). *Korean J. Medicinal Crop Sci.* 17: 346-351.
- Lim BO, Park PJ, Choi WS and Kim JD. 2008. *Scutellaria baicalensis* modulates cytokine production, T cell population and immunoglobulin level by mesenteric lymph node lymphocytes in experimental mice with colitis. *Korean J. Medicinal Crop Sci.* 16: 100-105.
- Mun HC, Park JH, Kim DH, Yoo JE, Kim JH, Kim CH, Kim JD, Park YS, Lee HJ and Lee HY. 2004. Comparison of Immune Activities of Essential Oils from *Juniperus rigida* S. et Z. and *Boswellia cartei* Birew by Supercritical Fluid Extraction System. *Korean J. Medicinal Crop Sci.* 13: 243-248.
- 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.
- Oshima Y, Konno C and Hikino H. 1985. Isolation and hypoglycemic activity of panaxans I, J, K and L, glycans of *Panax ginseng* roots. *J. Ethnopharmacol.* 14: 255-259.
- Park JC, Cha JY, Lee CH, Doh ES, Kang IH and Cho YS. 2009. Biological activities and chemical characteristics of *Monascus-*

- fermented korean red ginseng, J. Life Sci. 19: 1553-1561.
- Park, KM, Jeong TC, Kim YS, Shin HJ, Nam KY and Park JD. 2000. Immunomodulatory effect of acidic polysaccharide from korean red ginseng (*Panax ginseng*). Nat. prod. Sci. 6: 31-35.
- Park MH, Kim KC and Kim JS. 1993. Changes in the physicochemical properties of ginseng by roasting. Korean J. Ginseng Sci. 17: 228-231.
- Rivera E, Pettersson F.E, Inganas M, Paulie S and Gronvik KO. 2005. The Rb1 fraction of ginseng elicits a balanced Th1 and Th2 immune response. Vaccine. 23: 5411-5419.
- Wang Y, Jiang RS, Li GR, Chen YH, Luo HM, Gao Y and Gao QP. 2010. Structural and enhanced memory activity studies of extracts from *Panax ginseng* root. Food Chem. 119: 969-973.
- Woo KS, Jeong JY, Hwang IG, Lee YJ, Lee YR, Park HJ, Park ES and Jeong HS. 2009. Antioxidant activity of ethanol extraction on citron seed by response surface methodology. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 38: 384-390.