

개갑처리기간에 따른 품종별 인삼종자의 지방산, 무기이온 및 사포닌 조성의 변화

이가순* · 성봉재* · 김선익* · 한승호* · 김현호* · 원준연** · 김관후*†

*충남농업기술원 인삼약초연구소, **중부대학교 한방건강관리학과

Changes of Fatty Acids, Minerals and Ginsenosides on Ginseng Seeds during Stratifying Treatment

Ka Soon Lee*, Bong Jae Seong*, Sun Ick Kim*, Seung Ho Han*, Hyun Ho Kim*,
Jun Yeon Won** and Gwan Hou Kim*†

*Ginseng and Medicinal Plant Research Institute, CNARES, Geumsan 32723, Korea.

**Department of Herbal Pharmaceutical Science, Joongbu University, Geumsan 32713, Korea.

ABSTRACT

Background : This study was carried out to investigate the changes to fatty acid, mineral, and ginsenosides contents in ginseng seed when they were stratified for different length of time and to determine whether variety had any effects on the changes. The aim was to improve the ginseng seed stratification process.

Methods and Results : The ginseng varieties used were Geumppoong, Chunpoong, Yunpoong, and K-1. Stratifying periods treated on ginseng seed were 0, 20, 40, 60, 80, and 100 days. The main fatty acids of ginseng seed were oleic acid (C18 : 1, n9c) with a content of 78.40 - 79.20% followed by linoleic acid (C18 : 2, n6c). The main mineral in the seeds was potassium (K), at 1208.2 - 1337.6 mg/100 g. The main ginsenosides in ginseng seed were ginsenoside Re and Rb₁. Increasing the length of the stratification periods led to increases in oleic acid content (60 - 80 days), however after this the content declined. In contrast, linoleic acid content fell as the stratification period increased. K, P, Mg, Ca and Na content rose as the stratification period increased. The ginsenoside Re content of Chunpoong and K-1 cultivar seeds also rose as the stratification period increased which meant that total ginsenoside content increased. However, ginsenoside Re content rose in Geumppoong and Yunpoong seeds, but total ginsenoside content decreased as the stratification period increased.

Conclusions : Some beneficial compound in ginseng seed rose as the stratification period increased. Therefore, ginseng seed stratification could improve the food value of ginseng.

Key Words : Fatty Acid, Ginseng Seed, Ginsenosides, Mineral, Stratification

서 언

한국에서 대표적인 건강기능성식품으로 인정받고 있는 인삼 (*Panax ginseng* C. A. Meyer)은 지하부위인 뿌리뿐만 아니라 지상부위인 잎과 열매 모두 식용이 가능한 식물이다. 최근 지상부위인 잎과 열매 특히, 과육부위에서 사포닌이 많이 함유되어 있다는 연구 (Ko *et al.*, 2008; Sugimoto *et al.*,

2009; Hu *et al.*, 2008; Choi *et al.*, 2009)가 이루어지고 있고, 또한 종자 내에 오일의 지방산 분석 등에 대한 연구 (Zhu *et al.*, 2010; Matsumoto *et al.*, 1986; Beveridge *et al.*, 2002; Kim *et al.*, 2013, 2014a)가 이루어지는 등 인삼 씨에 대한 식품이나 약품으로의 응용에 대한 관심이 높아지고 있다. 그러나 인삼종자 수확의 근본적인 목적은 종자를 받아 시켜 인삼을 재배하는데 있다. 따라서 인삼종자를 받아시키기

†Corresponding author: (Phone) +82-41-635-6473 (E-mail) lkasn@korea.kr

Received 2015 August 3 / 1st Revised 2015 August 26 / 2nd Revised 2015 September 8 / 3rd Revised 2015 September 11 / Accepted 2015 September 14

This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

위해서는 채종 시 홍숙 혹은 황숙된 종자이지만 자엽만 분화되어 있고 배는 미성숙 상태로 있어 배성숙을 위한 후숙 처리를 하게 된다 (Kwon and Lee, 1997; Kim *et al.*, 2014b). 이와 같이 후숙 처리를 하게 되면 경질 종자 내 배가 성숙되어 딱딱한 종자 외피가 벌어지게 되는데 이러한 처리과정을 개갑이라고 한다. 따라서 개갑과정 중 일어나는 배성숙 과정 시 성분의 변화 (Yang, 1974), 배유세포의 세포구조 변화 (Yu *et al.*, 1992)에 대한 연구보고가 있고, 또 개갑 후 종자 발아 시 단백질 및 아미노산 등 성분변화 (Hwang and Yang, 1973; Won *et al.*, 1988; Choi, 1990) 등에 대한 연구가 많이 보고되어 있다. 그러나 인삼종자 내에는 저장매체인 탄수화물을 제외하고는 모든 종자와 마찬가지로 유지 성분을 많이 가지고 있다 (Yang, 1974). 따라서 인삼종자 내 유지를 이용하고자 품질 특성뿐만 아니라 (Kim *et al.*, 2013, 2014a), Shon (2011)은 인삼 씨로부터 항염증활성을 확인하고 이의 구조를 검토하기도 하였다. 이와 같이 인삼종자는 종자의 특성상 개갑이 이루어져야 발아율이 높아지는 연관성을 가지고 있다. 따라서 최근 기후의 온난화 현상에 따라 인삼 종자의 성숙도가 낮거나 불량하여 개갑율이 저하되는 현상도 발생하고, 개갑이 되었어도 발아율이 낮아지는 현상도 발생하고 있다. 인삼 품종의 특성에 따라 종자수확 시기가 달라서 적기에 수확하면 개갑과정을 단축시킬 수 도 있으나, 수확시기가 빠를 경우에는 배성숙이 완전히 이루어지지 않아서 출현율이 낮아지는 현상도 발생하기도 하며 (Kim *et al.*, 2014b), 또 과도한 개갑은 휴면타파후 발아가 일찍 진행되어 냉해를 입을 수 있어 출현율이 저하되는 요인이 되기도 한다. 따라서 개갑의 정도를 지금까지는 관행적으로 외피가 적절하게 벌어졌을 때 개갑이 완료되었다고 판정하고 파종을 하여왔다. 본 연구에서는 개갑처리 과정에서 현재까지 인삼종자의 유지 내에 함유되어 있는 지방산 조성, 생체대사 시 필요한 무기질의 조성의 변화 및 인삼에 중요 유효성분인 사포닌 조성의 변화에 대한 연구보고가 없어 이에 대한 조사를 한바 인삼품종별에 따라 적절한 개갑정도를 검토하고 지방산, 무기이온 및 사포닌 조성의 변화 등의 자료를 제공하여 개갑한 인삼종자를 파종하고 남았을 경우 식품소재로 사용할 수 있는 자료로 제공하고자 하였다.

재료 및 방법

1. 실험재료

본 실험에 사용한 인삼 종자는 충남 부여군 인삼재배농가 인삼포장에서 재배된 고려인삼 (*Panax ginseng* C. A. Meyer) 금풍, 천풍, 연풍 및 K-1 품종의 4년생에서 2014년 7월 16일 종자를 수확하고 과육제거기를 이용하여 과육을 제거한 후 흐르는 물에 24시간 세척한 후, 2일간 음건하여 4-

5 mm 종자를 선별한 것을 개갑처리용 시료로 사용하였다.

2. 개갑 방법 및 개갑처리 기간별 분석 종자 수집

인삼 종자 개갑은 본 연구소에서 제작한 하단부에 구멍이 있는 플라스틱 개갑상자 (120 × 80 × 100 cm)에 선별된 종자 2 kg을 일정량 그물망에 넣어 모래와 자갈 사이에 층적 저장을 7월 22일부터 100일간 하였으며, 개갑기간 중 관수 횟수 및 양 등 기타 관리는 인삼 GAP표준재배지침서에 준하였다 (RDA, 2012). 개갑처리기간 중 분석 종자의 수집은 개갑시작부터 0, 20, 40, 60, 80 및 100일 간격으로 6회 수집하여 이화학적 성분 분석 시료로 사용하였으며 분석 시료는 채취된 종자의 외피를 제거한 후 배와 배유를 동결건조한 후 냉동고에 저장하여 사용하였다.

3. 인삼종자 내 지방산 조성 분석

유리지방산의 함량 변화는 Kim과 Lee (2009)의 방법을 일부 변형하여 분석하였다. 즉 개갑처리 기간별로 취한 인삼종자 10 g을 soxhlet 장치를 이용하여 diethylether로 오일을 추출한 후 회수된 오일 1.0 g을 0.5 N NaOH 메탄올 용액 10 mL를 가하여 충분히 용해한 다음, 이 액 중 1 mL를 15 mL screw cap tube에 넣고 질소가스를 충전한 후 100°C heating block에서 10분간 가온한 다음 22°C로 냉각하고 여기에 14% boron trifluoride methanol 2 mL를 가하고 다시 질소가스를 불어넣은 다음 밀전하여 100°C heating block에서 30분간 가열하였다. 이를 냉각한 다음 isooctane 용액 5 mL를 가하여 밀전하고 30초간 격렬하게 진탕한 후 포화 NaCl용액 5 mL를 넣어 분리를 촉진시킨 후 isooctane 층을 회수하였고, 이에 무수 Na₂SO₄를 소량 가하여 수분을 제거한 용액을 membrane filter (0.2 μm pore size, Whatman Co., Kent, England)로 여과하여 GC 분석용 시료로 하였다. GC의 기기분석 조건은 FID가 장착된 GC (Agilent 7890, Agilent Technologies, Santa Clara, CA, USA)에 Supelco SP-2560 (0.25 mm Fused silica, I.D. 0.20 μm × 100 m, Supelco, Bellefonte, PA, USA) 칼럼을 장착시켜 사용하였으며 칼럼 oven 온도는 140°C에서 5분간 유지시킨 후 240°C까지 분당 4°C씩 증가시켜 15분간 유지시켰다. Carrier gas는 30 mL/min 유속의 N₂를 사용하였고, injector 온도와 detector 온도는 각각 240°C로 하였다. 시료는 GC에 1 μL를 주입하여 split ratio 50 : 1로써 지방산을 분석하였다.

4. 인삼종자 내 무기질 분석

개갑처리기간별 인삼종자의 무기질 함량 분석은 종피를 제거한 인삼종자 0.5 g을 취하여 질산, 과염소산과 질산액의 혼합액 및 염산을 순차적으로 이용하여 분해시킨 후 일정량으로 희석, 여과한 후 ICP analyzer (Thermo iCAP 6500 ICP-OES Dual View Spectrometer, Thermo Fisher Scientific Co.,

London, England)를 사용하여 원자흡광광도법으로 정량하였다.

5. 인삼종자 내 사포닌 성분분석

외피를 제거한 배와 배유의 건조된 인삼종자는 75 mesh로 미분쇄하여 일정량 (5 g)을 취한 후 사포닌을 분석하였다. 사포닌 정량을 위하여 Ando 등 (1971)의 수포화부탄올 추출법으로 조사포닌을 추출하였고, 진세노사이드 조성 및 함량은 조사포닌 추출한 것을 HPLC용 MeOH에 용해한 후 이를 membrane filter (0.20 μ m pore size, Whatman Co., Kent, England)로 여과, HPLC (Agilent 1200, Santa Clara, CA, USA)에 10 μ l씩 주입하여 분석하였으며, 검출기는 YMC Pro C₁₈ RS (YMC Co., Ltd, Kyoto, Japan) 을 장착한 HPLC system (Agilent 1200 series system with DAD detector at 203 nm)을 이용하여 분석하였다. 분석조건은 이동상으로 용매 A (water)와 용매 B (acetonitrile)를 이용하여 용매 B를 0분 (17%), 55분 (30%), 80분 (40%), 135분 (60%), 140분 (17%)의 조건하에 유속 0.8 ml/min으로 흘려주었다. 진세노사이드 표준시약으로는 Rg3 (Chengdu Biopurify Phytochemicals, Sichuan, China)등 20종의 사포닌을 이용하였다 (Jo *et al.*, 2011).

6. 인삼종자의 개감확인 및 개감률 조사

일반적으로 품종별 인삼종자의 개감정도는 육안으로 보고 판단하지만 본 연구에서는 2D측정기인 Precision mapping instrument (SVS2010, T-King Co. Ltd., Shenzhen, China)으로 46배로 확대 측정하여 개감정도를 확실하게 확인하여 종자 개감률을 확인하였다.

7. 통계처리

본 연구의 실험결과들은 각 처리구 시료에 대하여 3회 반복 측정하여 이루어졌으며 모두 평균 $\pm$ 표준편차로 나타내었다. 모든 자료의 통계분석은 SAS (Statistical Analysis System) software package (SAS 9.1.3, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA)를 이용하여 일원분산분석 (one-way ANOVA)를 통해 그 값을 구하였으며 평균값의 차이는 $p < 0.05$ 의 조건에서 유의성을 인정하였다.

결과 및 고찰

1. 품종별 인삼종자 내 개감처리기간에 따른 지방산 조성 변화

인삼품종별 종자를 개감처리하는 과정에서 처리기간별 인

Table 1. Changes of fatty acids composition on the various ginseng seeds during stratifying treatment (% , dry basis).

Varieties	Period (days)	C16 : 0	C16 : 1	C18 : 1n9c	C18 : 2n6t	C18 : 2n6c	C20 : 0	C18 : 3n6	C20 : 1n9	C18 : 3n3
Geumpoong	0	2.12 $\pm$ 0.03	0.30 $\pm$ 0.01	79.20 $\pm$ 0.23	0.73 $\pm$ 0.05	16.92 $\pm$ 0.21	0.04 $\pm$ 0.00	0.14 $\pm$ 0.01	0.48 $\pm$ 0.03	0.07 $\pm$ 0.01
	20	2.23 $\pm$ 0.04	0.30 $\pm$ 0.02	79.52 $\pm$ 0.25	0.76 $\pm$ 0.04	16.46 $\pm$ 0.22	0.04 $\pm$ 0.01	0.13 $\pm$ 0.01	0.48 $\pm$ 0.02	0.08 $\pm$ 0.01
	40	2.30 $\pm$ 0.03	0.32 $\pm$ 0.02	79.65 $\pm$ 0.25	0.79 $\pm$ 0.05	16.24 $\pm$ 0.18	0.03 $\pm$ 0.00	0.13 $\pm$ 0.01	0.47 $\pm$ 0.03	0.07 $\pm$ 0.01
	60	2.34 $\pm$ 0.03	0.32 $\pm$ 0.01	79.67 $\pm$ 0.24	0.78 $\pm$ 0.04	16.27 $\pm$ 0.20	0.04 $\pm$ 0.00	0.13 $\pm$ 0.01	0.47 $\pm$ 0.02	0.07 $\pm$ 0.01
	80	2.31 $\pm$ 0.04	0.32 $\pm$ 0.01	79.72 $\pm$ 0.23	0.78 $\pm$ 0.04	16.17 $\pm$ 0.19	0.03 $\pm$ 0.00	0.13 $\pm$ 0.00	0.47 $\pm$ 0.02	0.07 $\pm$ 0.01
	100	2.17 $\pm$ 0.02	0.31 $\pm$ 0.01	79.35 $\pm$ 0.23	0.76 $\pm$ 0.03	16.68 $\pm$ 0.20	0.04 $\pm$ 0.01	0.13 $\pm$ 0.00	0.48 $\pm$ 0.02	0.09 $\pm$ 0.02
Chunpoong	0	2.24 $\pm$ 0.02	0.30 $\pm$ 0.01	78.40 $\pm$ 0.24	0.75 $\pm$ 0.04	17.61 $\pm$ 0.22	0.04 $\pm$ 0.01	0.11 $\pm$ 0.01	0.49 $\pm$ 0.03	0.07 $\pm$ 0.01
	20	2.33 $\pm$ 0.03	0.30 $\pm$ 0.01	78.55 $\pm$ 0.22	0.76 $\pm$ 0.03	17.35 $\pm$ 0.20	0.04 $\pm$ 0.00	0.11 $\pm$ 0.00	0.49 $\pm$ 0.03	0.07 $\pm$ 0.01
	40	2.33 $\pm$ 0.04	0.31 $\pm$ 0.02	78.89 $\pm$ 0.23	0.79 $\pm$ 0.04	16.98 $\pm$ 0.19	0.04 $\pm$ 0.01	0.10 $\pm$ 0.00	0.49 $\pm$ 0.02	0.06 $\pm$ 0.01
	60	2.37 $\pm$ 0.03	0.31 $\pm$ 0.01	78.82 $\pm$ 0.23	0.79 $\pm$ 0.03	17.02 $\pm$ 0.20	0.04 $\pm$ 0.01	0.10 $\pm$ 0.01	0.49 $\pm$ 0.03	0.07 $\pm$ 0.01
	80	2.33 $\pm$ 0.03	0.30 $\pm$ 0.02	78.84 $\pm$ 0.22	0.78 $\pm$ 0.03	17.04 $\pm$ 0.19	0.04 $\pm$ 0.01	0.10 $\pm$ 0.01	0.49 $\pm$ 0.03	0.07 $\pm$ 0.01
	100	0.22 $\pm$ 0.02	0.31 $\pm$ 0.01	78.42 $\pm$ 0.20	0.76 $\pm$ 0.03	17.56 $\pm$ 0.17	0.04 $\pm$ 0.01	0.10 $\pm$ 0.01	0.50 $\pm$ 0.04	0.09 $\pm$ 0.00
Yunpoong	0	2.27 $\pm$ 0.03	0.28 $\pm$ 0.00	78.89 $\pm$ 0.22	0.72 $\pm$ 0.02	17.14 $\pm$ 0.18	0.04 $\pm$ 0.01	0.10 $\pm$ 0.00	0.49 $\pm$ 0.02	0.06 $\pm$ 0.00
	20	2.38 $\pm$ 0.04	0.29 $\pm$ 0.01	78.95 $\pm$ 0.19	0.75 $\pm$ 0.05	16.92 $\pm$ 0.18	0.04 $\pm$ 0.02	0.10 $\pm$ 0.00	0.49 $\pm$ 0.04	0.07 $\pm$ 0.01
	40	2.31 $\pm$ 0.02	0.29 $\pm$ 0.01	79.21 $\pm$ 0.20	0.75 $\pm$ 0.04	16.75 $\pm$ 0.16	0.04 $\pm$ 0.01	0.10 $\pm$ 0.01	0.49 $\pm$ 0.03	0.07 $\pm$ 0.01
	60	2.31 $\pm$ 0.03	0.29 $\pm$ 0.01	79.32 $\pm$ 0.20	0.75 $\pm$ 0.04	16.64 $\pm$ 0.17	0.04 $\pm$ 0.01	0.09 $\pm$ 0.00	0.49 $\pm$ 0.04	0.07 $\pm$ 0.01
	80	2.33 $\pm$ 0.03	0.29 $\pm$ 0.01	79.18 $\pm$ 0.19	0.74 $\pm$ 0.03	16.79 $\pm$ 0.18	0.04 $\pm$ 0.00	0.09 $\pm$ 0.01	0.49 $\pm$ 0.02	0.07 $\pm$ 0.01
	100	2.17 $\pm$ 0.02	0.29 $\pm$ 0.00	78.95 $\pm$ 0.20	0.71 $\pm$ 0.03	17.16 $\pm$ 0.15	0.04 $\pm$ 0.00	0.10 $\pm$ 0.00	0.50 $\pm$ 0.03	0.08 $\pm$ 0.01
K-1	0	2.12 $\pm$ 0.02	0.29 $\pm$ 0.01	79.13 $\pm$ 0.19	0.66 $\pm$ 0.02	17.01 $\pm$ 0.20	0.03 $\pm$ 0.00	0.17 $\pm$ 0.01	0.50 $\pm$ 0.03	0.07 $\pm$ 0.01
	20	2.31 $\pm$ 0.03	0.31 $\pm$ 0.02	80.21 $\pm$ 0.18	0.75 $\pm$ 0.03	15.75 $\pm$ 0.19	0.03 $\pm$ 0.01	0.17 $\pm$ 0.01	0.52 $\pm$ 0.04	0.07 $\pm$ 0.00
	40	2.20 $\pm$ 0.03	0.30 $\pm$ 0.01	79.86 $\pm$ 0.20	0.72 $\pm$ 0.03	16.14 $\pm$ 0.21	0.03 $\pm$ 0.01	0.17 $\pm$ 0.00	0.50 $\pm$ 0.03	0.06 $\pm$ 0.01
	60	2.22 $\pm$ 0.03	0.30 $\pm$ 0.02	79.82 $\pm$ 0.20	0.72 $\pm$ 0.02	16.30 $\pm$ 0.20	0.03 $\pm$ 0.00	0.17 $\pm$ 0.01	0.51 $\pm$ 0.03	0.06 $\pm$ 0.01
	80	2.24 $\pm$ 0.02	0.31 $\pm$ 0.01	79.82 $\pm$ 0.21	0.71 $\pm$ 0.03	16.30 $\pm$ 0.17	0.03 $\pm$ 0.01	0.17 $\pm$ 0.01	0.50 $\pm$ 0.02	0.07 $\pm$ 0.01
	100	2.24 $\pm$ 0.02	0.30 $\pm$ 0.02	78.71 $\pm$ 0.20	0.74 $\pm$ 0.01	16.92 $\pm$ 0.16	0.02 $\pm$ 0.00	0.17 $\pm$ 0.00	0.50 $\pm$ 0.02	0.10 $\pm$ 0.02

개갑처리기간에 따른 품종별 인삼종자의 이화학적 특성변화

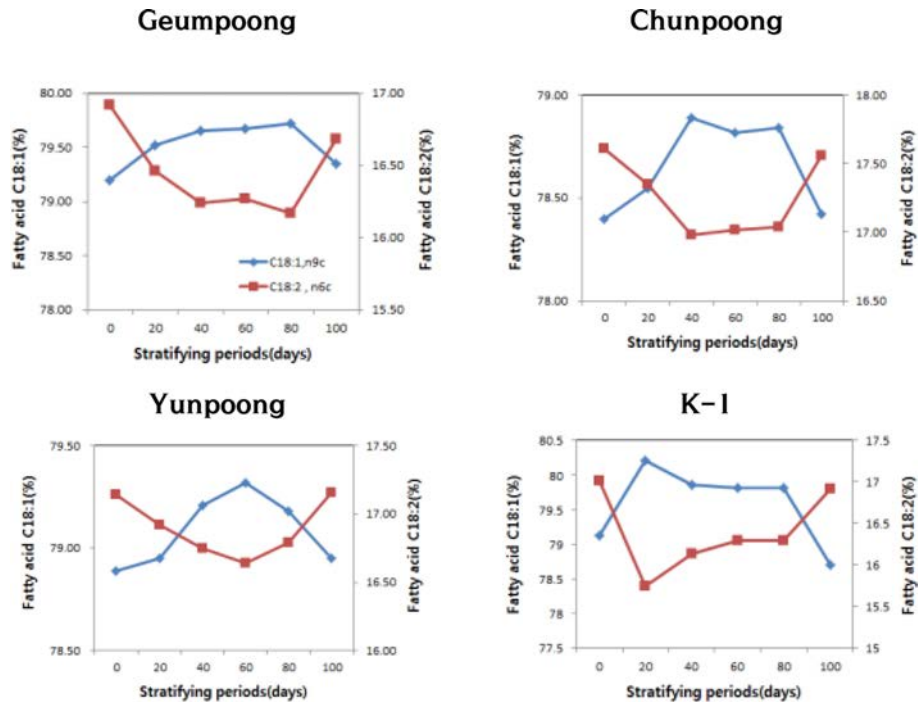


Fig. 1. Changes of oleic acid and linoleic acid composition on the various ginseng seeds during stratifying treatment.

삼종자의 지방산 조성은 Table 1과 같다. 지방산 조성은 97% 이상이 불포화지방산이었으며 개갑 전 인삼종자의 모든 인삼 품종에서 oleic acid (C18:1, n9c)가 78.55 - 79.20%로 가장 높게 나타났고 linoleic acid (C18:2, n6c)가 16.92 - 17.62%로 그 다음 많은 함량을 보였다. 이는 일반적으로 식용유로 많이 애용해왔던 대두유 및 옥수수유와는 달리 올리브유와 같은 조성을 가지고 있었다 (Lee *et al.*, 2013a). 이외에 포화지방산은 palmitic acid (C16:0)가 2.12 - 2.27%의 함량을 보였으며 이외의 지방산은 공통적으로 미미한 수준으로 나타났다. 인삼품종 간에 지방산조성의 함량비율은 아주 미약하게 차이가 있기는 하지만 공통적으로 지방산조성은 거의 같은 비율로 함유되어있음을 볼 수 있었다. 이는 Kim 등 (2013)이 한국인삼, 중국인삼 및 미국인삼의 종자를 가지고 지방산 조성을 분석한 결과 oleic acid의 함량이 가장 많았고 또 3년근보다 4년근에서 더 높은 함량을 보였다고 한 것과, Lee 등 (2013c)이 여러 가지 추출방법에 의하여 인삼씨유를 추출한 결과 oleic acid함량이 79%이상이었다고 하였는데 본 연구와 비슷한 결과를 보였다. 또한 두 번째로 높은 함량을 보인 linoleic acid (C18:2, n6c)의 함량은 15.56%로 보고하였는데 본 결과에서는 16.92% 이상을 보여 약간 더 높은 함량을 보였다. Kim 등 (2013)의 보고를 볼 때 한국인삼이 중국인삼이나 미국인삼에 비하여 linoleic acid의 함량이 더 높은 차이를 보여주었다. 이는 본 연구와 같은 결과인 것을 볼 수 있었으며 같

은 한국인삼이라도 3년근보다 4년근에서 oleic acid의 조성 비율이 약간 높은 것을 볼 수 있었다. 이와 같은 조성에서 인삼종자의 개갑처리기간에 따른 지방산 조성의 변화를 본 결과 Fig. 1과 같은 변화를 보였다. 인삼품종별 종자 모두 개갑처리기간이 증가할수록 oleic acid의 함량이 일정기간동안 증가하다가 감소하는 경향을 보였고 linoleic acid (C18:2, n6c)는 상대적으로 일정기간 감소하다가 증가하는 경향을 비슷하게 보였다. 그러나 oleic acid의 증가와 linoleic acid의 감소는 품종마다 개갑기간에 따라 약간 차이를 보여주었다. 즉, 금풍은 개갑 80일까지 oleic acid의 함량이 지속적으로 증가하다가 그 이후에 갑자기 감소하는 경향이었고 천풍은 개갑처리 40일째 갑자기 증가하였다가 80일까지는 크게 변화하지 않다가 80일째 갑자기 감소하였으며, 연풍은 개갑처리 60일째까지 지속적으로 증가하다가 그 이후는 지속적으로 감소하는 경향을 보였으며 K-1품종은 개갑처리 20일째 갑자기 증가하였으며 80일까지는 미비하게 감소하다가 그 이후 갑작스럽게 감소하는 것을 볼 수 있었다.

2. 품종별 인삼종자내 개갑처리기간에 따른 무기질 조성 변화

품종별 인삼종자 내에 함유되어 있는 무기질조성 및 함량은 Table 2와 같다. 인삼종자는 품종별 모두 K가 1,208.2 - 1,137.6 mg/100 g으로 가장 많이 함유되어 있었고 그 다음 P이 961.6 - 1,049.4 mg/100 g이었으며 Mg, Ca, Na순으로 많이 함

Table 2. Changes of minerals composition on the various ginseng seeds during stratifying treatment (mg/100 g, dry basis).

Varieties	Period (days)	K	P	Mg	Ca	Na	Cu	Mn	Fe	Zn
Geumpoong	0	1208.2 ± 13.4	974.0 ± 6.0	309.4 ± 0.9	172.2 ± 1.9	29.4 ± 0.4	1.8 ± 0.0	3.0 ± 0.0	11.4 ± 0.2	5.6 ± 0.0
	20	1146.6 ± 9.8	914.6 ± 5.4	301.0 ± 1.1	158.2 ± 1.2	30.6 ± 0.2	1.6 ± 0.0	2.8 ± 0.0	8.8 ± 0.1	4.6 ± 0.1
	40	1227.0 ± 12.4	985.8 ± 1.2	321.2 ± 2.1	170.8 ± 1.7	31.2 ± 0.4	1.8 ± 0.0	2.8 ± 0.0	13.4 ± 0.2	4.6 ± 0.0
	60	1214.6 ± 9.6	957.4 ± 1.8	316.0 ± 1.4	175.0 ± 0.6	28.4 ± 0.1	2.0 ± 0.1	2.8 ± 0.0	11.8 ± 0.1	4.8 ± 0.0
	80	1369.4 ± 16.6	1090.2 ± 3.0	360.0 ± 4.8	199.8 ± 2.5	32.8 ± 0.4	2.0 ± 0.0	3.2 ± 0.1	13.2 ± 0.2	5.2 ± 0.0
	100	1446.4 ± 19.8	1141.0 ± 3.2	370.2 ± 2.3	214.2 ± 2.9	39.0 ± 0.7	2.0 ± 0.0	3.2 ± 0.1	10.6 ± 0.1	5.6 ± 0.0
Chunpoong	0	1289.0 ± 7.4	1003.2 ± 5.8	326.8 ± 4.2	170.0 ± 0.7	27.8 ± 0.2	1.8 ± 0.0	2.4 ± 0.0	14.6 ± 0.1	4.4 ± 0.0
	20	1271.4 ± 5.4	1064.2 ± 5.6	347.4 ± 2.2	198.8 ± 0.6	27.2 ± 0.2	1.8 ± 0.0	2.4 ± 0.0	10.0 ± 0.1	4.8 ± 0.0
	40	1283.6 ± 6.6	1004.2 ± 3.9	327.8 ± 1.4	176.2 ± 1.0	27.0 ± 0.3	1.8 ± 0.0	2.2 ± 0.0	7.8 ± 0.0	4.2 ± 0.0
	60	1316.4 ± 3.8	1032.2 ± 3.6	329.8 ± 2.6	187.4 ± 0.1	33.6 ± 0.0	1.8 ± 0.1	2.2 ± 0.0	12.0 ± 0.1	4.4 ± 0.0
	80	1284.0 ± 4.0	1010.2 ± 1.4	324.4 ± 3.4	184.2 ± 0.2	29.2 ± 0.1	1.8 ± 0.0	2.2 ± 0.0	10.8 ± 0.1	4.0 ± 0.0
	100	1509.6 ± 7.0	1187.4 ± 3.1	377.0 ± 7.6	219.6 ± 0.1	45.6 ± 0.2	2.2 ± 0.0	2.4 ± 0.0	10.4 ± 0.0	5.2 ± 0.0
Yunpoong	0	1337.6 ± 14.6	1049.4 ± 1.6	337.2 ± 1.4	159.4 ± 1.5	14.6 ± 0.2	1.8 ± 0.0	2.8 ± 0.1	7.4 ± 0.1	4.2 ± 0.0
	20	1235.0 ± 4.8	1021.8 ± 1.0	334.2 ± 7.2	161.8 ± 0.8	20.4 ± 0.1	1.6 ± 0.0	2.6 ± 0.0	7.0 ± 0.1	4.2 ± 0.0
	40	1332.2 ± 3.6	1041.0 ± 5.2	335.2 ± 4.5	163.8 ± 0.7	17.2 ± 0.0	1.8 ± 0.0	2.6 ± 0.0	7.6 ± 0.1	4.4 ± 0.1
	60	1331.4 ± 5.0	1056.2 ± 5.1	337.2 ± 3.6	170.2 ± 0.7	24.6 ± 0.2	1.8 ± 0.1	2.6 ± 0.0	7.2 ± 0.0	4.4 ± 0.0
	80	1420.2 ± 8.4	1209.4 ± 2.1	380.5 ± 5.2	194.1 ± 1.4	26.1 ± 0.3	1.8 ± 0.0	2.8 ± 0.0	7.6 ± 0.0	4.5 ± 0.0
	100	1675.8 ± 9.6	1330.2 ± 2.5	419.0 ± 5.5	222.4 ± 1.8	29.4 ± 0.5	2.2 ± 0.0	3.2 ± 0.1	9.8 ± 0.1	5.0 ± 0.0
K-1	0	1255.0 ± 8.2	961.6 ± 2.2	331.8 ± 3.8	163.4 ± 1.1	17.6 ± 0.1	1.4 ± 0.0	4.0 ± 0.0	7.4 ± 0.0	5.0 ± 0.0
	20	1192.0 ± 2.8	936.0 ± 2.6	323.6 ± 1.2	165.0 ± 0.8	18.6 ± 0.1	1.4 ± 0.0	3.4 ± 0.0	8.2 ± 0.0	4.6 ± 0.0
	40	1211.8 ± 2.6	948.2 ± 2.2	322.6 ± 2.8	168.2 ± 0.6	15.6 ± 0.1	1.4 ± 0.0	3.4 ± 0.0	7.2 ± 0.0	4.4 ± 0.1
	60	1179.0 ± 17.8	917.8 ± 1.2	321.4 ± 2.4	166.4 ± 2.6	16.4 ± 0.3	1.2 ± 0.1	3.4 ± 0.1	6.8 ± 0.1	4.2 ± 0.0
	80	1184.6 ± 3.0	928.2 ± 2.1	321.8 ± 1.5	168.4 ± 0.7	16.6 ± 0.3	1.4 ± 0.1	3.2 ± 0.0	6.6 ± 0.0	4.2 ± 0.0
	100	1291.8 ± 4.0	997.6 ± 0.9	344.6 ± 3.1	195.2 ± 0.8	26.8 ± 0.1	1.4 ± 0.0	3.6 ± 0.0	8.6 ± 0.1	4.6 ± 0.1

유하고 있었다. K의 함량으로 볼 때 식용유로 많이 애용되고 있는 대두가 일반적으로 1,539 mg/100 g라고 보고된 것에 비하면 다소 낮은 편이지만 일반적인 종실류와 비교해볼 때 높은 함량을 보이고 있었다 (RDA, 2011). 그러나, Kim 등 (2013)의 보고에 의하면 인삼종자 내 K의 함량이 232.21 mg/100 g로 보고된 것과 비교할 때 상당히 차이가 남을 볼 수 있는데 Kim 등 (2013)의 무기질 분석 시, 종자의외피를 제거하지 않고 그대로 분석한 값으로 외피에 의한 무기질 함량에 차이가 크게 남을 알 수 있었다. 인삼품종별에 따른 무기질 함량은 연풍이 가장 많은 함량을 보였고 K-1이 가장 낮은 함량을 보였다. 개갑처리기간이 길어짐에 따라 다량으로 함유되어있는 K, P, Mg 및 Ca 등의 함량은 개갑처리 80일 까지는 증가와 감소현상이 반복적으로 나타났으나 개갑처리 100일에서는 모든 품종에 있어서 많은 양이 증가함을 볼 수 있었다. 이는 Yang (1974)이 종자 개갑처리기간에 따른 종자 세포 내 인산함량을 측정된 결과 개갑처리기간이 길어질수록 인산함량이 증가하고 특히 무기이온태 인산이 상당량 증가한다고 보고한 것과 일치하는 결과를 보여주었다.

3. 품종별 인삼종자내 개갑처리기간에 따른 사포닌 조성 변화

품종별 인삼종자 내에 함유되어 있는 사포닌 조성 및 함량은 Table 3과 같다. 인삼종자 내에 함유되어 있는 총사포닌 함량은 0.311 - 0.456 mg/g으로 상당히 적은 양이 함유되어 있었다. 인삼종자 중 금풍이 총사포닌 함량이 0.456 mg/g으로 가장 많았고 연풍, K-1, 천풍 순으로 함유되어 있었으며 천풍이 0.311 mg/g으로 가장 적게 함유되어 있었고 K-1은 0.313 mg/g을 함유하고 있었다. 또한 총사포닌 함량이 높은 금풍은 진세노사이드 Re보다도 Rb₁의 함량이 높았고 다른 품종의 인삼종자는 Re함량이 가장 높아 주된 사포닌이 Re로 나타났다. 이는 인삼은 품종에 따라 인삼종자의 수확적기가 홍숙종인 연풍이 가장 빠르고 천풍이 가장 늦는 것으로 알려져 있으며 금풍은 종자색이 황색이라 기타 품종과 비교하기가 어렵다고 볼 수 있다. 본 연구에서는 개갑처리를 일제히 같은 환경조건에서 시작하기 위하여 수확을 같은 시기에 실시하였기 때문에 종자의 성숙정도가 좀 달랐고 특히 천풍은 수확시기가 좀 이른 것을 수확했으며 K-1품종은 수확년도 및 수확시기에 기후가 고온기상태가 지속되어 종자의 성숙도가 좀 낮은 것을 이용하였다. 이에 따라 사포닌 함량이 다른 품종에 비하여 낮은

Table. 3. Changes of ginsenosides composition on the various ginseng seeds during stratifying treatment (mg/g, dry basis).

Varieties	Period (days)	Re	Rh1	Rb1	Rc	Rb2	F1	Rd	Rg3	Rk1	C-K	Total
Geumpoong	0	0.084 ± 0.005	trace	0.123 ± 0.010	0.078 ± 0.006	—	0.046 ± 0.002	0.073 ± 0.004	—	0.013 ± 0.001	0.039 ± 0.003	0.456 ± 0.008
	20	0.075 ± 0.004	0.023 ± 0.000	0.076 ± 0.008	0.070 ± 0.005	—	0.025 ± 0.000	0.040 ± 0.002	—	0.029 ± 0.000	0.064 ± 0.003	0.402 ± 0.004
	40	0.078 ± 0.003	0.015 ± 0.000	0.086 ± 0.007	0.061 ± 0.004	—	0.017 ± 0.000	0.035 ± 0.002	—	0.021 ± 0.000	0.046 ± 0.002	0.359 ± 0.005
	60	0.092 ± 0.005	0.019 ± 0.001	0.080 ± 0.005	0.058 ± 0.004	—	0.016 ± 0.000	0.029 ± 0.000	—	0.029 ± 0.000	0.077 ± 0.004	0.400 ± 0.004
	80	0.107 ± 0.008	0.019 ± 0.001	0.116 ± 0.009	0.036 ± 0.001	—	0.013 ± 0.000	0.020 ± 0.000	—	0.016 ± 0.001	0.034 ± 0.002	0.361 ± 0.006
	100	0.105 ± 0.010	trace	0.154 ± 0.012	0.044 ± 0.002	trace	0.0014 ± 0.001	0.040 ± 0.002	trace	0.020 ± 0.001	0.056 ± 0.002	0.433 ± 0.008
Chunpoong	0	0.108 ± 0.008	—	0.031 ± 0.002	0.045 ± 0.002	—	0.016 ± 0.001	0.020 ± 0.000	—	0.025 ± 0.001	0.066 ± 0.003	0.311 ± 0.004
	20	0.097 ± 0.006	—	0.041 ± 0.001	0.048 ± 0.002	—	0.016 ± 0.002	0.023 ± 0.001	—	0.011 ± 0.000	0.053 ± 0.002	0.289 ± 0.004
	40	0.083 ± 0.007	—	0.047 ± 0.002	0.069 ± 0.006	—	0.020 ± 0.001	0.019 ± 0.001	0.042 ± 0.003	0.021 ± 0.001	0.079 ± 0.004	0.380 ± 0.005
	60	0.124 ± 0.010	—	0.056 ± 0.003	0.082 ± 0.007	—	0.018 ± 0.000	0.012 ± 0.000	0.027 ± 0.002	0.042 ± 0.002	0.022 ± 0.000	0.383 ± 0.006
	80	0.159 ± 0.013	—	0.060 ± 0.002	0.064 ± 0.004	0.073 ± 0.010	—	0.058 ± 0.002	0.038 ± 0.000	0.024 ± 0.002	0.018 ± 0.000	0.494 ± 0.006
	100	0.158 ± 0.012	—	0.046 ± 0.002	0.025 ± 0.000	0.036 ± 0.005	0.018 ± 0.001	0.028 ± 0.002	0.087 ± 0.008	0.031 ± 0.002	0.126 ± 0.001	0.555 ± 0.007
Yunpoong	0	0.122 ± 0.009	0.014 ± 0.001	0.028 ± 0.000	—	0.080 ± 0.005	0.025 ± 0.001	0.040 ± 0.008	—	0.024 ± 0.001	0.036 ± 0.004	0.369 ± 0.004
	20	0.101 ± 0.013	—	0.036 ± 0.001	—	0.058 ± 0.004	0.011 ± 0.000	0.022 ± 0.002	0.022 ± 0.002	0.034 ± 0.002	0.022 ± 0.000	0.306 ± 0.006
	40	0.102 ± 0.013	—	0.067 ± 0.003	—	0.085 ± 0.004	0.015 ± 0.000	0.062 ± 0.004	trace	0.055 ± 0.003	0.024 ± 0.000	0.410 ± 0.006
	60	0.115 ± 0.013	—	0.062 ± 0.003	—	0.072 ± 0.003	0.008 ± 0.000	0.037 ± 0.002	0.022 ± 0.000	0.044 ± 0.002	0.023 ± 0.000	0.383 ± 0.004
	80	0.122 ± 0.010	—	0.058 ± 0.003	—	0.048 ± 0.002	—	0.019 ± 0.001	0.008 ± 0.000	0.019 ± 0.002	0.024 ± 0.000	0.298 ± 0.004
	100	0.156 ± 0.013	—	0.063 ± 0.002	—	0.038 ± 0.002	—	—	—	0.054 ± 0.002	0.025 ± 0.001	0.336 ± 0.003
K-1	0	0.116 ± 0.003	trace	0.038 ± 0.002	0.027 ± 0.001	0.063 ± 0.003	—	0.033 ± 0.002	trace	0.022 ± 0.000	0.014 ± 0.000	0.313 ± 0.005
	20	0.132 ± 0.009	—	0.061 ± 0.004	0.032 ± 0.001	0.059 ± 0.002	—	trace	0.020 ± 0.001	0.043 ± 0.003	0.198 ± 0.004	0.545 ± 0.007
	40	0.140 ± 0.008	—	0.066 ± 0.003	0.027 ± 0.000	0.058 ± 0.003	0.017 ± 0.000	0.039 ± 0.003	0.033 ± 0.002	0.036 ± 0.002	0.183 ± 0.003	0.599 ± 0.005
	60	0.149 ± 0.010	—	0.070 ± 0.003	0.023 ± 0.001	0.050 ± 0.002	0.010 ± 0.000	0.029 ± 0.002	0.044 ± 0.002	0.013 ± 0.000	0.116 ± 0.003	0.504 ± 0.006
	80	0.161 ± 0.012	—	0.066 ± 0.004	0.040 ± 0.002	0.063 ± 0.001	0.008 ± 0.001	0.024 ± 0.002	0.051 ± 0.002	0.018 ± 0.000	0.140 ± 0.003	0.571 ± 0.008
	100	0.172 ± 0.010	—	0.071 ± 0.004	0.016 ± 0.000	0.025 ± 0.001	0.009 ± 0.001	0.014 ± 0.000	0.037 ± 0.003	0.018 ± 0.000	0.197 ± 0.004	0.559 ± 0.008

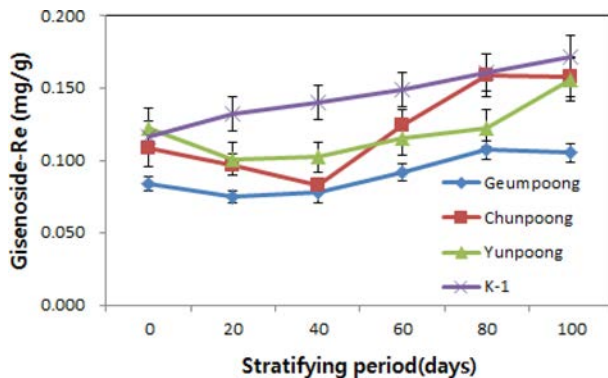


Fig. 2. Changes of main ginsenoside Re content on the various ginseng seeds during stratifying treatment.

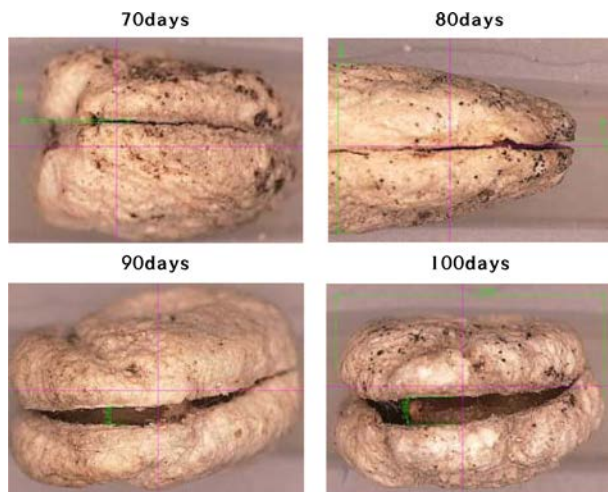


Fig. 3. Stratification degrees on ginseng seeds during stratifying treatment.

것일 수도 있을 것으로 판단되며 이후에 더 검토할 필요가 있을 것으로 생각된다. 인삼종자에 대한 사포닌 분석은 Lee 등 (1987)이 종자의 착생위치에 따라 사포닌을 분석한 자료가 있으나 이는 종자내의 과육을 포함한 사포닌 함량값으로 상당히 차이가 남을 볼 수 있었다. 또 인삼종자는 종자 안에 있는 배유나 배아부위보다 외피 외면에 있는 과육에 사포닌 함량이 상당히 많이 함유되어있는 것으로 보고되고 있다 (Kim *et al.*, 2011; Lee *et al.*, 2013b). 본 실험에서는 인삼종자의 개갑처리과정 중 처리기간이 길어질수록 금풍과 연풍은 총사포닌 함량이 크게 변하지 않았으나 성숙도가 낮은 천풍과 K-1은 개갑처리기간이 길어질수록 종자 중 주된 사포닌인 Re의 함량이 다른 품종에 비하여 많이 증가함에 따라 총사포닌 함량도 함께 증가함을 볼 수 있었다. 이는 성숙도가 낮기 때문에 개갑처리과정 중에 종자의 성숙도가 진행되어 사포닌 함량이 증가되는 것일 수도 있을 것으로 추론되며 이후에 더 검토해 볼 필요가 있을 것으로 생각된다.

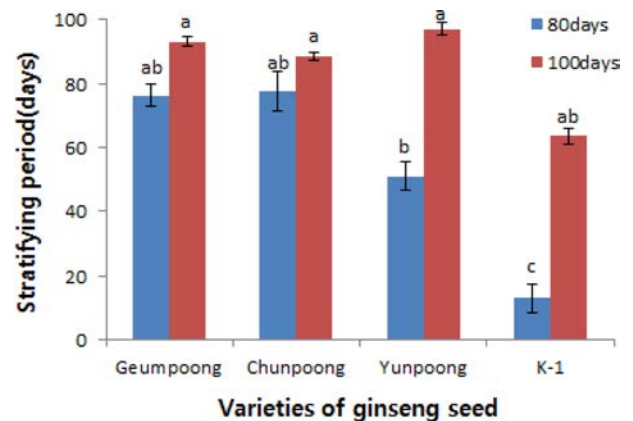


Fig. 4. Stratification rates on the various ginseng seeds during stratifying treatment. Value are means $\pm$ SD (n = 300) mean difference letter (a - c) within sample are significantly different at $p < 0.05$.

4. 인삼종자의 개갑처리기간에 따른 개갑정도 및 개갑률
인삼종자의 개갑처리기간별에 따른 개갑정도를 precision mapping instrument를 이용하여 종피가 벌어지는 정도를 확인한 결과 Fig. 3과 같았다. 개갑처리 70일까지는 90% 이상이 0.0437 ± 0.0028 mm 정도 이하로 벌어지는 것을 확인하였고 80일에서는 0.147 ± 0.027 mm 정도로 개갑되었으며 90일째는 90% 이상이 0.343 ± 0.012 mm 정도로 벌어져서 개갑이 확실히 이루어짐을 볼 수 있었고 개갑 100일째는 0.492 ± 0.025 mm로 벌어져 개갑정도가 심하게 이루어짐을 볼 수 있었다. 이상과 같이 개갑의 정도를 Precision mapping instrument product photo 기기로 이용할 경우 0.3 mm 이상 개갑되었을 경우 배 성장이 3.00 mm 이상의 배 길이를 보여 개갑이 확실히 되었음을 볼 수 있었다.

품종별에 따른 인삼종자의 개갑률은 K-1품종이 80일째 13%, 100일째 64% 정도로 가장 낮았고 연풍이 80일째는 51%로 낮은 편이었으나 100일째는 97%로 제일 높았다. 이는 Kim 등 (2014b)이 보고한 품종별 인삼종자의 개갑률 향상을 위한 적정 수확시기 및 GA처리효과를 검토한 결과에서 개갑 90일째 재래종, 천풍 및 연풍의 개갑률 중 천풍이 수확적기에 수확하여 개갑처리를 하여도 개갑 정도가 낮다고 보고한 것과 비슷한 결과를 보여주었다. 이상과 같이 미성숙 인삼종자를 개갑과정을 거쳐 성숙과 동시에 발아를 유도하는 과정에서 인삼종자에 함유되어있는 지방산, 무기질 및 사포닌 조성의 변화를 검토한 결과 개갑하는 과정에서 배성숙의 발달로 수확직후 인삼종자가 가지는 화학적 성분 보다 더 높아짐을 볼 수 있었다. 따라서 인삼종자를 개갑처리한 후 잉여분에 대하여 식품 소재로 활용하는데 충분한 가치가 있을 것으로 생각된다.

REFERENCES

- Ando T, Tanaka O and Shibata S. (1971). Chemical studies on the oriental plant drugs(XXV): Comparative studies on the saponins and sapogenins of ginseng and related crude drugs. Japanese Journal of Pharmacognosy. 25:28-33.
- Beveridge THJ, Li TSC and Drover JCG. (2002). Phytosterol content in American ginseng seed oil. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 50:744-750.
- Choi JE, Li X, Han YH and Lee KT. (2009). Changes of saponin contents of leaves, stems and flower-buds of *Panax ginseng* C. A. Meyer by harvesting days. Korean Journal of Medicinal Crop Science. 17:251-256.
- Choi SY. (1990). Electrophoretic variations in protein and some enzymes during stratification of *Panax ginseng* seeds. Korean Journal of Crop Science. 35:334-341.
- Hu JN, Lee JH, Shin JA, Choi JE and Lee KT. (2008). Determination of ginsenosides content in Korean ginseng seeds and roots by high performance liquid chromatography. Food Science and Biotechnology. 17:430-433.
- Hwang JK and Yang HC. (1973). Studies on the physiological chemistry of flower organ and seed in ginseng plant. I. Variation of free amino acids during the growth of flower organ and seed. Korean Journal of Breeding Science. 5:37-45.
- Jo HK, Sung MC and Ko SK. (2011). The comparison of ginseng prosapogenin composition and contents in red and black ginseng. Korean Journal of pharmacognosy. 42:361-365.
- Kim GH, Seong BJ, Kim SI, Han SH, Kim HH and Lee KS. (2011). Yield and quality characteristics of ginseng's first byproducts. Korean Journal of Medicinal Crop Science. 19:313-318.
- Kim HJ, Yoo KM, Lee S, Kim KT and Hwang IK. (2013). Physicochemical characteristics of various ginseng seeds. Korean Journal of Food Science and Technology. 45:274-278.
- Kim JE, Lee S, Yoo KM, Lee KH, Kim KT, Lee MH and Hwang IK. (2014a). Quality characteristics of ginseng seed oil obtained by different extraction methods. Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition. 43:439-445.
- Kim YC, Kim YB, Park HW, Bang KH, Kim JU, Jo IH, Kim KH, Song BH and Kim DH. (2014b). Optimal harvesting time of ginseng seeds and effect of gibberellic acid(GA₃) treatment for improving stratification rate of ginseng(*Panax ginseng* C. A. Meyer) seeds. Korean Journal of Medicinal Crop Science. 22:423-428.
- Kim YJ and Lee KT. (2009). Evaluation of the fatty acid composition of fried chicken sold in the market. Journal of Korean Society of Food and Cookery Science. 25:600-605.
- Ko SK, Bae HM, Cho OS, Im BO, Chung SH and Lee BY. (2008). Analysis of ginsenoside composition of ginseng berry and seed. Food Science and Biotechnology. 17:1379-1382.
- Kwon WS and Lee JM. (1997). Changes of cytokinins and gibberellin contents during low temperature storage of dehiscid ginseng seeds. Journal of Korea Society Horticulture Science and Technology. 38:111-115.
- Lee CJ, Ahn DJ, Byen JS, Jang JG and Hwang KJ. (1987). Effect of seed position on seed size, contents of ginsenosides, free sugars and fatty acids in *Panax ginseng*. Korean Journal of Crop Science. 32:330-335.
- Lee KS, Kim GH, Kim HH, Seong BJ, Kim SI, Han SH, Lee SS and Lee GH. (2013a). Physicochemical properties of frying ginseng and oils derived from deep frying ginseng. Journal of Korean Society and Food Science and Nutrition. 42:941-947.
- Lee KS, Kim GH, Seong BJ, Kim SI, Han SH, Lee SS, Song MR and Lee GH. (2013b). Quality characteristics of Yakgwa added with ginseng fruit, leaf and root. Journal of Korean Society and Food Science and Nutrition. 42:1981-1987.
- Lee MH, Kim SS, Cho CW, Choi SY, In G and Kim KT. (2013c). Quality and characteristics of ginseng seed oil treated using different extraction methods. Journal of Ginseng Research. 37:468-474.
- Matsumoto T, Akihisa T, Soma S, Takido M, Takahashi S and Yamanouchi S. (1986). Composition of unsaponifiable lipid from seed oils of *Panax ginseng* and *P. quinquefolim*. Journal of the American Oil Chemists' Society. 63:544-546.
- Rural Development Administration(RDA). (2011). Food composition table(8th ed.). II. National Rural Living Science Institute, Rural Development Administration. Suwon, Korea, p.94, 104-117.
- Rural Development Administration(RDA). (2012). Good agricultural practice of ginseng(Revised ed.). Rural Development Administration. Suwon, Korea. p.76-77.
- Shon JH. (2011). Chemical components from seed of *Panax ginseng* and their anti inflammatory activity. Master Thesis. Chungnam National University. p.18-45.
- Sugimoto S, Nakamura S, Matsuda H, Kitagawa N and Yoshikawa M. (2009). Chemical constituents from seeds of *Panax ginseng*: Structure of new dammarane type triterpene ketone, panaxadione, and HPLC comparisons of seeds and flesh. Chemical and Pharmaceutical Bulletin. 57:283-287.
- Won JY, Jo JS and Kim HH. (1988). Studies on the germination of Korean ginseng(*Panax ginseng* C. A. Meyer) seed. II. Influences of temperature and seed treatment on embryo growth and germination. Korean Journal of Crop Science. 33:59-63.
- Yang HC. (1974). Studies on the physiological chemistry of seed development in ginseng seed. Journal of Korean Society and Crop Science. 17:115-133.
- Yu SC, Lee CS and Kim WK. (1992). Ultrastructural changes of endosperm cells in ginseng(*Panax ginseng* C. A. Meyer) seeds during after ripening. Korean Journal of Botany. 35:53-60.
- Zhu XM, HU JN, Shin JA, Lee JH, Hong ST and Lee KT. (2010). Comparison of seed oil characteristics from Korean ginseng, Chinese ginseng(*Panax ginseng* C. A. Meyer) and American ginseng(*Panax quinquefolim* L.) Journal of Food Science and Nutrition. 15:275-281.