

고려인삼 열매채취시기에 따른 열매형질 및 진세노사이드 함량 변화

이은섭*† · 김연주** · 안영남* · 한정아* · 조창휘*

*경기도농업기술원, **경희대학교 고려인삼유전자은행

Changes of Berry Characteristics and Ginsenoside Content Depending on Collection Time of Korean Ginseng Berry

Eun Seob Yi*†, Yeon Ju Kim**, Young Nam An*, Jeong A Han* and Chang Hui Cho*

*Gyeonggi Agricultural Research and Extension Services, Yeoncheon 11003, Korea.

**Korean Ginseng center and Ginseng Resource Bank, Kyung Hee University, Suwon 02447, Korea.

ABSTRACT

Background: This study was carried out to determine the best time for collecting ginseng berries without reducing the ginsenoside-Re content of ginseng roots, which are used as food, medicine, or cosmetic materials.

Methods and Results: The test variety of ginseng used in this study was is Chunpung, which was collected from a 4-year-old ginseng field. Ginseng berries were collected at 7, 14, 21, 28, 35, 42, 49, and 56 days after flowering. The number of berry bunches per 1.62 m² ranged from 43.4 to 61.4, while the weight of berries per 1.62 m² was the greatest when they were collected 49 days after flowering. The root fresh weight per 1.62 m² was increased by 0.21 - 1.00 kg compared with that before the test, but root weight gain was decreased as the berry collection time was delayed. Total ginsenoside content of 4-year-old ginseng was the highest when berries were collected 7 days after flowering, while the ginsenoside-Re contents was the highest when collection was done 14 days after flowering.

Conclusions: The most suitable period for ginseng berry collection was proposed to be from 14 to 21 days after flowering, as this is when the content of ginsenoside-Re, which is useful as a medicinal or cosmetic material, is still high and the ginseng root has not yet decreased in weight.

Key Words: *Panax ginseng* C. A. Meyer, Collection Date, Flowering Date, Ginseng Berry, Ginsenoside-Re

서 언

인삼 (*Panax Ginseng* C. A. Meyer)은 前漢 (전한) 말 사유가 저술한 「急就章 (급취장)」에 약재로 소개된 이후 2000여 년간 주로 뿌리만을 한약재 또는 건강보조식품으로 이용해 왔으나 최근 잎과 뿌리, 그리고 열매도 다양한 식품소재로 이용되고 종자에서 분리된 과육이나 개화기 전후에 채취된 꽃봉오리도 이용되고 있다. 특히, 성숙된 열매 과육은 화장품 소재로 이용되고 있다. Choi 등 (2012)은 잎과 줄기, 열매에는 뿌리보다 많은 진세노사이드 함량을 함유하고 있다고 보고한 바 있다. 인삼열매는 주로 차, 청, 엑기스 및 화장품 등의 가공

원료로 이용되고 있다. 인삼열매에는 뿌리보다 피부개선과 미백효과가 있는 진세노사이드-Re를 많이 함유하고 있어 새로운 화장품 소재로 주목을 받고 있다 (Kim *et al.*, 2010; Yeom *et al.*, 2010).

인삼열매 추출물의 다양한 약리효능에 대한 연구결과를 보면, 항허혈 (Huang *et al.*, 2005; Kim *et al.*, 2011; Lim *et al.*, 2013), 항염증 (Lee *et al.*, 2012), 항당뇨 (Attele *et al.*, 2002; Park *et al.*, 2013), 항비만 (Xie *et al.*, 2007), 암세포에 대한 항증식 기능 (Lee *et al.*, 2003; Wang *et al.*, 2006; Xie *et al.*, 2011) 등을 보고하였다.

수경 재배한 인삼의 잎, 열매, 뿌리의 진세노사이드 함량을

†Corresponding author: (Phone) +82-31-229-6181 (E-mail) yies07@gg.go.kr

Received 2018 May 14 / 1st Revised 2018 June 4 / 2nd Revised 2018 June 18 / 3rd Revised 2018 June 22 / Accepted 2018 June 22

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.

분석한 결과, 뿌리 183.0 mg/g, 잎 170.6 mg/g, 열매 151.0 mg/g으로 열매가 가장 낮았으나, 진세노사이드-Re의 함량은 열매에서 101.0 mg/g으로 가장 높았다 (Choi *et al.*, 2012). 인삼 열매에 풍부한 진세노사이드-Re를 진세노사이드-Rg₂ 또는 Rh₁으로 전환하려는 연구를 수행하였다 (Jeon *et al.*, 2011; Kim *et al.*, 2013; Hong *et al.*, 2016; Ha *et al.*, 2016). 이와 같이 인삼열매에 대한 다양한 연구가 이루어졌음에도 불구하고, 모두 종자용으로 채종하여 열매에서 과육을 분리하여 활용할 목적으로 연구는 다양하게 이루어졌으나 인삼 미성숙열매를 활용한 연구는 전무한 실정이다.

따라서 현재 인삼재배농가에서 3년생부터 6년생까지 인삼 뿌리의 비대를 위해 개화기에 꽃봉오리를 제거해 왔다. 그러나 인삼 재배면적의 감소로 인해 수집이 어려워진 숙과 과육을 대체하는 동시에 인삼재배농가의 소득을 보전하기 위해 본 연구는 인삼 미숙열매 활용 방안을 도출하고자 4년생 인삼을 대상으로 개화기부터 개화기 후 56일까지 7일 간격으로 인삼열매를 채취하여 인삼열매의 특성과 10월 상순에 인삼을 채굴하여 뿌리수량의 변화와 인삼열매의 진세노사이드 함량을 분석하여 인삼열매 채취시기를 구명하고자 수행하였다.

재료 및 방법

1. 실험재료 및 처리

본 연구는 인삼 (*Panax Ginseng* C. A. Meyer)의 뿌리생장을 위해 개화기에 제거했던 인삼열매를 식·의약품 또는 화장품 소재 개발하여 인삼농가의 소득구조를 개선하고자 경기도 연천군 신서면 도신리에 소재한 비가림 인삼재배 시설에서 2017년에 개화기부터 개화기 후 56일까지 1주일 간격으로 채취하여 인삼열매의 수량, 인삼열매의 진세노사이드 함량, 인삼뿌리의 중량을 조사하여 인삼 뿌리생장에 영향을 미치지 않는 인삼 열매채취에 적합한 시기를 구명하고자 하였다.

공시품종은 천풍이고, 인삼열매 채취는 4년생 인삼밭에서 실시하였다. 인삼열매 채취는 개화기 (5월 23일)를 시점으로, 개화기 후 7일, 14일, 21일, 28일, 35일, 42일, 49일 및 56일까지 7일 간격으로 9회에 걸쳐 실시하였는데, 채취시기마다 1.62 m² 3 반복으로 하였다.

2. 인삼열매 특성조사

인삼열매의 특성은 건조 전에 1.62 m² 당 열매 송이수와 열매중량을 조사하였고, 이 데이터를 근거로 채취시기별 송이 당 무게, 1.62 m² 당 인삼열매 채취량, 건조율 등을 환산하였다. 건조율은 채취된 열매를 40°C 열풍건조기에서 48시간 건조하여 산출하였고, 건조된 시료는 진세노사이드 분석을 위해 냉동고에 -20°C로 보관하였다. 분석할 기료는 분쇄기 (ZM200, Retsch, Haan, Germany) 0.5 T Mesh를 이용하여 조제하였다

Table 1. UHPLC analysis condition of ginsenoside in ginseng berry.

Parameter	Isoflavone	
Instrument	UHPLC	
Column	Perkinelmer 2.7 μm×C18 2.1×75 mm	
Column oven temperature	35°C	
Wavelength	203 nm	
Detector	Flexar Tox-PDA UHPLC	
Sovent A	Acetonitrile	
Sovent B	Water (0.1% acetic acid)	
Flow rate	0.6 mL/min	
Gradient elution system		
Time (min)	%A	%B
Initial	85	15
10.0	85	15
10.2	85	15
24.2	70	30
25.2	68	32
26.2	60	40
28.2	60	40
32.2	45	55
35.0	45	55
Sample injection volume	3.0 μL	

3. 진세노사이드 함량 분석

인삼열매의 진세노사이드함량은 분말로 조제하여 보관된 시료 1.0 g 과 80% MeOH 50 ml 를 200 ml 삼각플라스크에 넣고 80°C에서 2 시간씩 3 회 반복 추출한 다음 여과지 (MN020250, HYUNDAI Micro Co., Seoul, Korea)를 사용하여 여과한 후 모두 혼합하여 감압농축기 (LABOROTA 40000, Heidolph Instrument GmbH & Co. KG, Schwabach, Germany)로 농축하였다. 이를 동량의 증류수에 용해한 후 수포화 BuOH를 첨가하여 인삼 사포닌을 추출하였다. 총 3 회 반복 추출하여 이를 감압농축기를 이용하여 다시 농축건조한 후에 10 ml 메탄올에 용해시키고 0.45 μm membrane filter로 여과한 다음 HPLC (Agilent 1260, Agilent Technologies Inc., Santa Clara, CA, USA)를 이용하여 사포닌 함량을 분석하였다. 진세노사이드 분석조건은 Table 1과 같다.

4. 통계처리

모든 시험결과들은 평균치 ± 표준편차 (Means ± SD)로 나타내었으며 통계분석은 Statistical Analysis System (SAS v9.2, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA)을 이용하여 분석하였다.

Table 2. Change of characteristics and amount of ginseng berry by collection times.

Collection time (day)	No. of berry bunch (bunch/1.62 m ²)	Berry weight (g/plant)	Dry matter ratio (%)	Berry weight (g/1.62 m ²)	Amount of harvest (kg/1,000 m ²)
DAF ¹⁾ 0	47.60±8.80 ²⁾	0.92±0.17 ³⁾	13.80±2.60 ^d	44.00±7.90 ^a	11.00±1.95 ^f
DAF 7	43.40±7.00	1.45±0.23 ^e	14.50±2.10 ^{cd}	63.00±11.50 ^e	15.80±2.88 ^f
DAF 14	61.40±4.30	2.60±0.29 ^d	14.10±1.20 ^{cd}	159.60±17.40 ^d	39.90±4.36 ^e
DAF 21	61.40±3.70	5.14±0.43 ^c	16.10±1.20 ^{cd}	316.20±24.10 ^c	79.10±6.03 ^d
DAF 28	51.80±6.40	6.15±1.19 ^b	19.10±3.40 ^c	319.60±48.30 ^c	79.80±12.01 ^d
DAF 35	53.60±13.70	7.47±1.23 ^{ab}	24.70±4.50 ^b	400.60±104.20 ^b	100.10±24.33 ^c
DAF 42	51.60±4.60	7.77±0.64 ^{ab}	28.20±2.70 ^{ab}	400.80±34.30 ^b	100.20±8.50 ^c
DAF 49	61.00±5.90	8.08±0.82 ^a	29.50±2.90 ^a	492.80±50.80 ^a	123.20±12.71 ^a
DAF 56	60.00±4.80	7.54±0.96 ^{ab}	28.00±3.10 ^{ab}	452.60±39.00 ^{ab}	113.20±9.65 ^b

¹⁾Day after flowering, ²⁾Means values ± standard deviation from triplicate separated experiments are shown, ³⁾Mean with same letters are not significantly different by DMRT (*p* < 0.05).

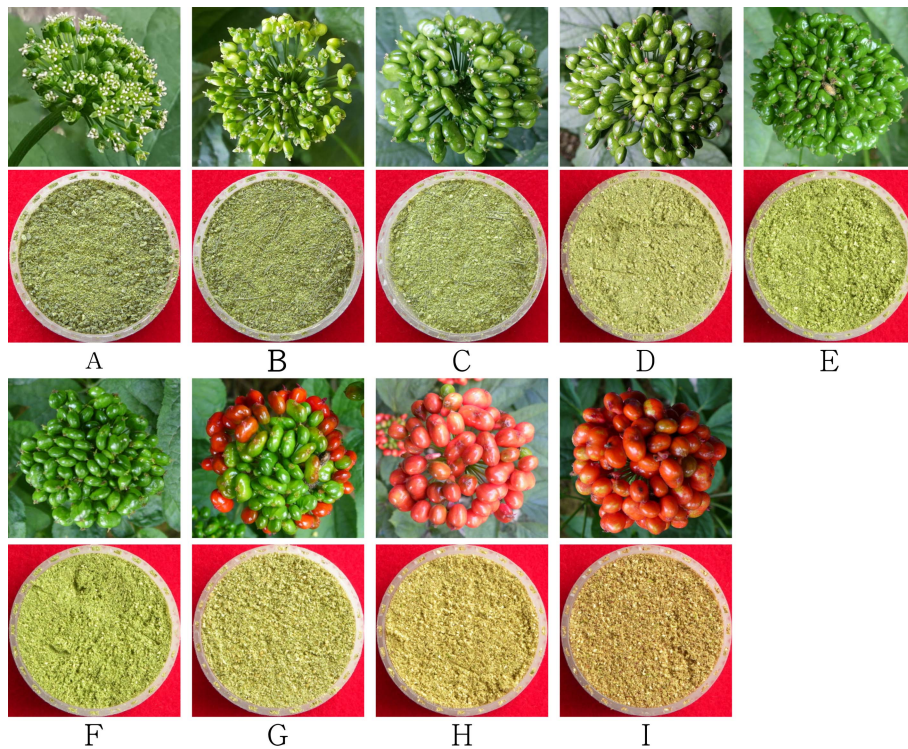


Fig. 1. The shape and color of the ginseng berry by the collection times. A; flowering date, B; 7 days after flowering, C; 14 days after flowering, D; 21 days after flowering, E; 28 days after flowering, F; 35 days after flowering, G; 41 day after flowering, H; 49 days after flowering, I; 56 days after flowering.

결과 및 고찰

1. 채취시기별 인삼 열매형질의 변화

인삼부위별 진세노사이드의 종류는 뿌리와 열매는 9 종, 잎은 10 종인 것으로 알려져 있다 (Choi *et al.*, 2012). 특히 인삼열매에는 주름과 피부톤 개선에 효과가 있는 진세노사이드-Re의 함량은 뿌리보다 83.9% 더 함유하고 있다 (Choi *et*

al., 2012). 이와 같이 식·의약품 및 화장품 소재로 활용 가능한 진세노사이드-Re를 함유한 인삼열매를 뿌리생장에 영향을 미치지 않는 시기에 채취하고자 4 년생 인삼을 대상으로 채취 시기별로 인삼열매 채취량과 특성을 분석한 결과는 Table 2와 같다.

1.62 m² 당 열매 송이 수는 43.4 - 61.4 개이고, 열매송이중량은 44.0 - 492.8 g 이었으며 인삼열매 송이 건조율은 개화기

Table 3. Change of ginseng root weight by collection times.

Collection times	No. of plant (plant/1.62 m ²)	Root weight (kg/1.62 m ²)			Root weight (g/plant)		
		Yield	Increment ²⁾	Difference ³⁾	Yield	Increment	Difference
Before experiment	70	1.48±0.38 ⁴⁾	0.00	–	26.10±5.10	0.00	–
DAF ¹⁾ 0	61	2.24±0.48	0.76	0.00	42.40±6.50	20.30	0.00
DAF 7	66	2.48±0.55	1.00	0.24	45.00±6.60	18.90	-1.40
DAF 14	64	2.28±0.45	0.80	0.04	48.00±7.20	21.90	1.60
DAF 21	68	2.37±0.54	0.89	0.13	47.40±7.10	21.30	1.00
DAF 28	61	1.98±0.41	0.50	-0.26	46.00±6.90	19.90	-0.40
DAF 35	59	1.80±0.39	0.32	-0.44	35.80±6.40	9.70	-6.60
DAF 42	58	1.72±0.40	0.24	-0.52	36.60±6.70	10.50	-5.80
DAF 49	61	1.75±0.41	0.27	-0.49	37.00±6.10	10.90	-5.40
DAF 56	60	1.69±0.38	0.21	-0.55	34.10±6.30	8.00	-8.30

¹⁾Day after flowering, ²⁾Root weight before test - root weight at collection time (DAF 0, 7, 14, 21, 28, 35, 42, 49, 56), ³⁾Root weight at flowering - root weight at collection time (DAF 0, 7, 14, 21, 28, 35, 42, 49, 56), ⁴⁾Means values ± standard deviation from triplicate separated experiments are shown.

Table 4. Change of ginsenoside content of ginseng berry by collection times.

Collection time (day)	Ginsenoside content (mg/g)						Total
	Rg ₁	Re	Rb ₁	Rc	Rb ₂	Rd	
DAF ¹⁾ 0	1.19±0.08 ²⁾	14.28±1.02 ³⁾	1.36±0.07	2.10±0.10	2.53±0.11	4.49±0.18 ^c	25.95±1.13 ^b
DAF 7	0.91±0.04	14.86±1.02 ^{bc}	1.85±0.07	4.83±0.18	4.60±0.16	8.69±0.20 ^a	34.74±1.24 ^a
DAF 14	1.00±0.06	17.77±1.12 ^a	1.69±0.06	3.44±0.12	3.97±0.09	6.18±0.15 ^b	34.05±1.34 ^a
DAF 21	0.26±0.01	15.98±1.05 ^b	1.22±0.06	2.25±0.11	2.44±0.07	3.56±0.09 ^d	25.71±1.11 ^b
DAF 28	0.38±0.04	8.13±0.22 ^e	0.81±0.01	1.52±0.03	1.60±0.05	1.86±0.06 ^f	14.30±1.04 ^e
DAF 35	0.48±0.02	6.74±0.12 ^f	0.62±0.01	1.27±0.03	1.23±0.04	1.61±0.05 ^{fg}	11.95±1.04 ^f
DAF 42	0.92±0.02	8.93±0.21 ^e	0.69±0.01	1.18±0.07	1.26±0.06	1.30±0.05 ^{fg}	14.28±1.08 ^e
DAF 49	1.16±0.07	11.35±0.65 ^d	0.97±0.03	1.86±0.07	1.84±0.07	1.06±0.05 ^g	18.24±1.07 ^d
DAF 56	1.15±0.07	11.86±0.52 ^d	0.99±0.02	1.75±0.05	1.75±0.04	2.42±0.09 ^e	19.92±1.10 ^c

¹⁾Day after flowering, ²⁾Means values ± standard deviation from triplicate separated experiments are shown, ³⁾Mean with same letters are not significantly different by DMRT ($p < 0.05$).

후 49 일에 29.5%로 가장 높았으나 개화기 후 42 일 후에는 뚜렷한 차이를 보이지 않았다. 개체 당 열매송이의 중량은 개화기 후 지속적으로 증가하여 개화 기후 49 일에 8.08 g으로 가장 무거웠으나 이후 다소 감소하였다. 1,000 m² 당 열매 송이 채취량은 개화기 후 계속 증가하여 개화기 후 42 일에는 123.2 kg으로 가장 높았으나 개화기후 56 일에는 다소 감소하는 경향이였다.

이러한 연구결과는 Ahn 등 (1986)이 4년생 인삼을 대상으로 인삼종자의 생장변화에 대한 연구결과를 보고한 바와 같이 인삼열매의 무게는 수정된 이후 성숙기인 수정 후 60 일까지 증가하였고 인삼종자 100 립의 무게도 같은 경향을 보였다고 하였는데, 이 원인은 배유의 길이와 폭은 수정 후 30 일 이전과, 배유의 두께는 수정 후 40 일 이전과 이후에 유의적인 차이를 보였으나, 수정 후 40 일 이후 배유는 뚜렷하게 성장하지 않았지만 과육이 성장함에 따라 인삼 열매의 무게가 증가

한 것으로 분석된다. 본 연구에서도 위의 연구결과와 같은 이유로 주당 열매송이 무게가 개화기 후 35 일 이후 채취시기 간에 유의한 차이를 보이지 않은 것으로 고찰된다.

2. 채취시기별 인삼 열매분말의 색도 변화

인삼열매 채취시기별로 인삼열매의 외관의 변화를 알아보기 위해 사진을 촬영한 결과는 Fig. 1과 같다.

인삼열매가 수정되는 시기는 개화기 후 7 일 내에 이루어졌고, 이후 성장하여 개화기 후 28 일에는 열매의 성장이 거의 이루어졌으며, 개화기 후 42 일에는 과육의 색이 성숙색으로 변하기 시작하여 개화기 후 49 일에는 착색이 완료되었다.

3. 채취시기별 인삼 뿌리중량의 변화

인삼 열매채취는 개화기로부터 7 일 간격으로 개화기 후 56 일까지 채취하였다. 그리고 인삼열매 채취시기에 따른 인삼뿌

리의 감소량을 추정하기 위해 인삼채굴시기인 10월 10일에 채굴하여 뿌리의 중량을 조사한 결과는 Table 3과 같다.

1.62 m² 당 인삼 개체 수는 58-68 주로 시험 전에 비해 2-12 주 감소하였으며 뿌리 무게는 시험 전 1.48 kg에 비해 0.21-1.00 kg 증가되었다. 이는 인삼열매 채취시기가 늦어질수록 감소하여 개화기 후 56 일에는 0.55 g 감소하였고 1.62 m² 당 인삼뿌리의 개체 무게도 근중과 같은 경향을 보여 개화기 후 21 일 이후 감소하기 시작하여 개화기후 56 일에는 8.3 g 감소되었다.

이 연구결과는 Ahn 등 (1986)의 보고와 같이 인삼종자의 배유와 과육의 성장으로 인해 채종시기가 늦어질수록 인삼종자는 커진다는 보고 (GARES, 2010)에 따르면 4년생 인삼의 경우, 월별 인삼뿌리 무게는 출아전인 4월 중순에 29.5 g에서 출아후인 5월 중순에 23.6 g으로 20% 감소하였으나, 6월 중순에는 28.3 g으로 회복되었고, 인삼열매를 수확한 7월 중순에는 32.1 g으로 증가했다는 연구결과를 감안할 때 전년의 뿌리 무게로 회복하는데 소요되는 기간은 약 2 개월 이상이 소요되었다.

선행연구결과를 종합해 보면 인삼열매 채종시기가 늦어짐에 따른 인삼뿌리 무게가 감소 원인은 지상부 출현에 따른 뿌리의 감소분 회복과 종실의 성장을 위한 양분의 분배가 이루어졌고 6월말 이후에는 해가림시설 내 기온이 인삼의 광합성 적온인 21-25°C보다 높아지는 혹서기로 접어들면서 광합성 효율이 낮아진데 기인한 것으로 분석되었다.

4. 채취시기별 인삼 열매의 진세노사이드 함량 변화

인삼뿌리의 생장에 영향 없이 인삼열매를 식·의약품 및 화장품 소재로 활용할 수 있는 채취시기를 구명하기 위해서는 진세노사이드 함량이 높으면서 뿌리의 감량이 없는 시기에 채취하는 것은 매우 중요하다. 식·의약품 또는 화장품 소재로의 활용과 농가소득 증대에 기여 정도를 분석하고자 개화기로부터 7 일 간격으로 인삼열매를 채취하여 진세노사이드 함량 변화를 분석한 결과는 Table 4와 같다.

총 진세노사이드 함량은 개화기 후 7 일, 진세노사이드-Re 함량은 개화기 후 14 일에 가장 높았다. 그리고 진세노사이드 함량 중 가장 높은 비율을 차지하는 성분은 진세노사이드-Re로 42.8-62.5%로 높은 비율이었다. 인삼열매의 총 진세노사이드 함량이 개화기 후 7 일경에 최고에 달한 후 개화기 후 35 일까지 감소하다가 이후 증가하는 양상을 보였다.

지금까지는 채종시기에 따른 인삼열매의 진세노사이드 함량 변화에 대한 선행연구 결과가 없어 정확한 감소원인을 추정할 수 없으나, 인삼열매는 개화기 후 30 일 이후 개갑도 가능하고 발아가 비교적 양호할 정도로 배가 성장한다는 Ahn 등 (1986)의 보고를 토대로 보면 개화기 후 35 일경에는 이미 배가 어느 정도 성장하고 종피도 성장했기 때문에 종자와 과육

의 비율 변화에 기인된 것으로 추론된다.

진세노사이드-Re는 화장품 소재로 각광을 받고 있는 진세노사이드-Rg₂의 전환이 가능한 성분이다 (Kim *et al.*, 2010; Hong *et al.*, 2016). 그간 진세노사이드-Re를 진세노사이드-Rg₂로 전환하기 위한 연구를 수행하였으나 아직 전환 수율이 15.8% 정도로 낮은 편이다 (Ha *et al.*, 2016). 따라서 인삼열매의 부가가치를 높이기 위해서는 진세노사이드-Re를 진세노사이드-Rg₂로 보다 효율적인 생물이나 효소 전환기술 개발이 요구된다.

이상의 연구결과를 보면 식·의약품 및 화장품 소재로 활용하기 위해서는 뿌리의 감량도 없고 인삼열매의 채취량도 농가 소득에 보탬이 되어야 한다. 따라서 인삼열매 채취적기는 뿌리의 감소를 최소화되고 인삼열매의 진세노사이드 함량이 높았던 시기인 개화기 후 14-21 일이 적합한 것으로 분석되었다.

감사의 글

본 연구는 농촌진흥청의 공동연구사업(과제번호: PJ10109430 22017)의 연구비지원에 의해 이루어진 결과로 이에 감사드립니다.

REFERENCES

- Ahn SD, Kwon WS, Chung CM and Son ER. (1986). Study on the optimum time of seed production and development of embryo in *Panax ginseng* C. A. Meyer. Korean Journal of Crop Science. 31:123-128.
- Attele AS, Zhou YP, Xie JT, Wu IA, Zhang L, Dey L, Pugh W, Rue PA, Polonsky KS and Yuan CS. (2002). Antidiabetic effects of *Panax ginseng* berry extract and the identification of an effective component. Diabetes. 51:1851-1858.
- Choi SY, Cho CW, Lee YM, Kim SS, Lee SH and Kim KT. (2012). Comparison of ginsenoside and phenolic ingredient contents in hydroponically-cultivated ginseng leaves, fruits, and roots. Journal of Ginseng Research. 36:425-429.
- Gyeonggido Agriculture Research and Extension Services (GARES). (2010). 2009 Research report. Gyeonggido Agriculture Research and Extension Services. Daegu, Korea. p.745-770.
- Ha YJ, Yoo SK and Kim MR. (2016). Process optimization of ginseng berry extract fermentation by *Lactobacillus* sp. strain KYH isolated from fermented Kimchi and product analysis. Journal of the East Asian Society of Dietary Life. 26:88-98.
- Hong JT, Nam YM, Kim SJ and Ko SK. (2016). The change of ginsenoside composition in ginseng berry extract by the ultrasonication process. Yakhak Hoeji. 60:58-63.
- Huang YC, Chen CT, Chen SC, Lai PH, Liang HC, Chang Y, Yu LC and Sung HW. (2005). A natural compound (ginsenoside Re) isolated from *Panax ginseng* as a novel angiogenic agent for tissue regeneration. Pharmaceutical Research. 22:636-646.
- Jeon JM, Kim SK, Kim YJ, Jang SJ, Cheon JW and Lee JW.

- (2011). Antioxidant and antiaging effect of ginseng berry extract fermented by lactic acid bacteria. *Journal of the Society of Cosmetics Scientists of Korea*. 37:75-81.
- Kim HB, Lim KH, Kim CW, Kim BS, Rho YS, Kwon JK, Kim SH, Ejaz S and Kim JH.** (2011). Influence of ginsenoside-Re against myocardial infarction in isolated heart. *Molecular and Cellular Toxicology*. 7:15-24.
- Kim JK, Kim BS, Park CW, Seo DB, Yoo HR and Lee SJ.** (2010). Effect of ginseng-berry extract on the improvement of blood microcirculation and skin brightness. *Korean Journal of Oriental Physiology and Pathology*. 24:85-90.
- Kim ST, Kim HJ, Jang SK, Lee DI and Joo SS.** (2013). Establishment of optimal fermentation conditions for steam-dried ginseng berry *via* friendly bacteria and its antioxidant activities. *Korean Journal of Food Science and Technology*. 45:77-83.
- Lee KW, Jung SY, Choi SM and Yang EJ.** (2012). Effects of ginsenoside Re on LPS-induced inflammatory mediators in BV2 microglial cells. *BMC Complementary and Alternative Medicine*. 12:196. <https://bmccomplementaltemmed.biomedcentral.com/articles/10.1186/1472-6882-12-196> (cited by 2018 Jan15).
- Lee YJ, Jin YR, Lim WC, Ji SM, Cho JY, Ban JJ and Lee SK.** (2003). Ginsenoside Rc and Re stimulate c-Fos expression in MCF-7 human breast carcinoma cell. *Archives of Pharmacal Research*. 26:53-57.
- Lim KH, Lim DJ and Kim JH.** (2013). Ginsenoside-Re ameliorates ischemia and reperfusion injury in the heart: A hemodynamics approach. *Journal of Ginseng Research*. 37:283-292.
- Park EY, Kim HJ, Kim YK, Park SU, Choi JE and Cha JY and Jun HS.** (2013). Increase in insulin secretion induced by *Panax ginseng* berry extracts contributes to the amelioration of hyperglycemia in streptozotocin-induced diabetic mice. *Journal of Ginseng Research*. 35:153-160.
- Wang CZ, Zhang B, Song WX, Wang A, Ni M, Luo X, Aung HH, Xie JT, Tong R, He TC and Yuan CS.** (2006). Steamed American ginseng berry: Ginsenoside analyses and anticancer activities. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 54:9936-9942.
- Xie JT, Du GJ, McEntee E, Aung HH, He H, Mehendale SR, Wang CZ and Yuan CS.** (2011). Effect of triterpenoid glycosides from fresh ginseng berry on SW480 human colorectal cancer cell line. *Cancer Research and Treatment*. 43:49-55.
- Xie JT, Wang CZ, Ni M, Wu AJ, Mehendale SR, Aung HH, Foo A and Yuan CS.** (2007). American ginseng berry juice intake reduces blood glucose and body weight in *ob/ob* mice. *Journal of Food Science*. 72:590-594.
- Yeom MH, Lee JY, Kim JS, Park CW, Kim DH and Kim HK.** (2010). The anti-aging effects of Korean ginseng berry in the skin. *Korean Journal of Pharmacognosy*. 41:26-30.