



Research Article

Characterization of bitterness components of ginseng using electronic tongue

전자혀를 이용한 인삼의 쓴맛 성분 특성화

Kyung-Tack Kim, Sang Yoon Choi*

김경탁 · 최상윤*

Korea Food Research Institute, Wanju 55365, Korea

한국식품연구원

Abstract Ginseng root is a medicinal plant widely used in Korea for its immunity enhancing and anti-fatigue properties. However, its bitter taste has a negative impact on the expansion of the ginseng market. In this study, we determined the bitter tasting compounds of ginseng using an electronic tongue. The results of measuring bitterness showed that phenolic compounds and polyacetylenes of ginseng had low bitterness. On the other hand, the bitterness was strong in ginsenosides and alkaloids of ginseng. Among them, the bitterness of ginseng was higher in ginsenosides than in alkaloids. These results suggest that ginsenosides have a significant affect on the bitter taste of ginseng.

Keywords ginseng, bitterness, electronic tongue, ginsenoside, alkaloid



Citation: Kim KT, Choi SY. Characterization of bitterness components of ginseng using electronic tongue. Korean J Food Preserv, 30(4), 663-668 (2023)

Received: June 21, 2023
Revised: August 03, 2023
Accepted: August 04, 2023

***Corresponding author**
 Sang Yoon Choi
 Tel: +82-63-219-9307
 E-mail: sychoi@kfri.re.kr

Copyright © 2023 The Korean Society of Food Preservation. This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

1. 서론

사람의 미각평가가 불가한 시료의 맛을 정성 및 정량적인 수치로 맛을 평가하는 방법으로 전자혀를 통한 방법이 수행되고 있다(Legin 등, 2000). 전자혀에는 혀를 대신한 인공 지방질 막이 부착되어 있고, 시료에 들어있는 각종 물질들에 반응하는 센서가 들어있어 이러한 센서를 소재에 담그면 맛을 가진 물질을 흡수하며 인간과 같이 인공 지방질 막의 막전위 변화가 일어난다. 각각의 센서에서 나온 신호와 시료의 맛을 나타내는 성분 간의 감응도를 측정하여 수치화하는 작업을 거치게 되어 맛을 구별하고 맛을 종합적으로 판단할 수 있다. 전자혀가 사람의 혀보다 기능적으로 뛰어난 점은 일정한 성분에 언제나 정확히 반응하는 장점이 있어, 이러한 특성에 따라 식품소재산업분야에서는 식품소재의 맛을 정량화하고 객관화하는 분야에 활용되고 있다(Kim과 Park, 2016; Kiyoshi, 1998).

고려인삼(*Panax ginseng* C.A. Meyer)은 면역력 증진, 항당뇨 및 항피로 효능이 널리 알려져 있는 우리나라의 대표적인 생약재이자 식품소재 식물자원이나(Arring 등, 2018; Chen 등, 2019; Choi, 2008; Ratan 등, 2021), 쓴맛을 가져 기호상 부정적인 요소로 작용하고 있으며 이러한 쓴맛을 감소시키기 위한 가공공정개발들이 요구되고 있다. 인삼의 주요한 생리활성 물질로는 ginsenosides, polyacetylenes, 페놀성 물질, 알칼로이드, 아미노산 및 무기원소,

플라보노이드 등이 알려져 있다(Hwang과 Choi, 2006; Hyun 등, 2020; Lee 등, 2020; Yeo 등, 2017). 인삼의 쓴맛에 대한 연구는 물리적, 화학적으로 추출 및 가공과정을 달리하여 관능적으로 쓴맛을 감소시키는 방법에 대한 연구가 진행된 바 있다(Choi 등, 2016; Tamamoto 등, 2010). 그러나 윤리상, 건강상의 문제로 사람에게 대한 직접적인 관능검사가 어려운 각각의 개별 인삼성분의 쓴맛에 대한 연구 보고는 부족한 실정이다. 이에 본 연구에서는 전자혀를 이용하여 인삼의 주요성분의 쓴맛을 측정함으로써 인삼 쓴맛 물질 규명연구를 진행하여 인삼 쓴맛 저감화 공정연구에 활용 가능한 기초자료로 제시하고자 하였다.

2. 재료 및 방법

2.1. 인삼성분 시료의 조제

Ginsenoside Rb₁, Rg₁, Rg₂, Rg₃, Re, Rc, Rh₁와 salicylic acid, *p*-coumaric acid, ferulic acid, vanillic acid, cinnamic acid, syringic acid, 4-hydroxybenzoic acid, *m*-coumaric acid, harmane, caffeine은 Sigma-Aldrich사(St. Louis, MO, USA)에서 구입하여 사용하였고 panaxydol과 panaxynol은 Chemfaces사(Wuhan, China)에서 구입하여 사용하였다.

Ginsenoside Rb₁, Rg₁, Rg₂, Rg₃, Re, Rc, Rh₁는 주정 45%에 녹여 각각 0.1% 진세노사이드 용액을 5종을 제조하였다. 인삼 페놀성 성분인 salicylic acid, *p*-coumaric acid, ferulic acid, vanillic acid, syringic acid, 4-hydroxybenzoic acid, *m*-coumaric acid와 카르복실산 성분인 cinnamic acid는 주정 45%에 녹여 각각 0.1% 용액 10종을 제조하였다. 인삼의 폴리아세틸렌 성분인 panaxydol, panaxynol과 인삼의 알칼로이드 성분인 harmane, caffeine 또한 45% 주정에 녹여 각각 0.1% 용액을 제조하였다.

2.2. 인삼 추출물의 제조

충청남도 금산에서 구입한 4년생 수삼(*Panax ginseng* C.A. Meyer, 고려인삼)을 이용하여 백삼과 홍삼(증숙인삼)을 제조하였다. 백삼은 수삼을 50°C에서 36시간 열풍 건조하여 제조하였으며 홍삼은 수삼을 95°C에서 3시간 증숙 후 50°C에서 36시간 열풍 건조하여 제조하였다. 백삼과 홍삼

시료를 분쇄하고 70% 에탄올을 사용하여 3시간씩 2회 추출 후 감압농축 및 동결건조하여 백삼 및 홍삼 추출물을 제조하였다.

2.3. 전자혀를 이용한 쓴맛 측정

제조된 인삼의 진세노사이드, 페놀성, 폴리아세틸렌, 알칼로이드 성분 용액 및 인삼 추출물을 시료액으로 사용하였고 보정액으로는 10 mM 염화칼륨 수용액을 사용하였다. 미각센서 기기는 SA402B(Insent, Atsugi, Japan)를 이용하였으며, 센서는 foodstuff sensor 5종(CT0, C00, AAE, CA0 및 AE1)을 장착하고 4회 반복 측정하였다. 측정결과는 분석 소프트웨어(Taste Analysis Application, Insent, Japan)를 이용하여 산출하였다. 표시 단위는 분석 소프트웨어에서 산출되는 미각정보 단위(taste information unit)로 하였다.

2.4. Ginsenoside 함량 분석

Ginsenoside 함량은 HPLC system(Jasco, Tokyo, Japan)을 사용하여 분석하였다. μ Bondpack C18 column (10 μ m, 300×3.9 mm, Waters, Milford, MA, USA)을 사용하여 이동상은 증류수(용매 A)와 acetonitrile(용매 B)을 초기에 용매 A 80%에서 70분 후 용매 A 0%로 gradient를 주어 용출하였다. 용출속도는 1.0 mL/min, column의 온도는 25°C로 유지하였으며 시료의 검출은 203 nm에서 측정하였다. 분석용 추출물 시료는 10 mg/mL로 메탄올에 녹인 후 0.45 μ m syringe filter(Millipore, Bedford, MA, USA)로 여과하여 사용하였다.

2.5. 통계 분석

결과는 평균±표준편차로 나타내었다. One-way ANOVA (GraphPad, San Diego, CA, USA) 수행 후 Duncan's multiple range-test($p < 0.05$)로 다중비교검정을 실시하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1. 진세노사이드의 쓴맛 강도

전자혀를 통한 ginsenoside 종류별 쓴맛의 평가에 있어 standard solution으로 인삼 중 가장 높은 함량을 지니고 용

해성이 좋은 Rb₁으로 설정하였다. 인삼의 주요 ginsenoside 인 Rb₁의 0.1% 용액에 대하여 전자혀 장치에 의한 쓴맛을 측정된 결과 6.7로 나타나 가장 강도가 높았고 ginsenoside Rg₁, Rg₃, Re, Rc 0.1% 용액의 각각의 쓴맛을 측정된 결과는 5.9-6.2로 나타났으며, Rg₂, Rg₃, Rh₁의 쓴맛 강도가 5.0-5.4로 상대적으로 낮았다(Fig. 1). 화학구조적으로는 배당체인 ginsenoside에 결합된 당이 적은 ginsenoside의 쓴맛 강도가 상대적으로 낮은 경향을 나타내었다. Ginsenoside의 쓴맛 강도 측정 결과를 전체적으로 볼 때, ginsenoside의 쓴맛 강도는 비교적 높은 경향(5.0-6.7)을 나타내어 ginsenoside는 인삼의 쓴맛에 전반적인 영향을 주는 성분으로 확인할 수 있었다.

3.2. 인삼 페놀성 성분과 폴리아세틸렌 성분의 쓴맛 강도

전자혀를 이용하여 인삼의 주요 페놀성 성분별 쓴맛을 측정된 결과 2.4-3.1점으로 쓴맛의 강도가 낮게 나타났다. 따라서 페놀성 성분은 인삼의 쓴맛에 큰 영향을 주지 않는 것으로 판단된다(Fig. 2). 또한, 인삼의 주요 폴리아세틸렌 성분인 panaxynol, panaxydol의 쓴맛을 전자혀를 이용하여 측정된 결과 각각 2.9, 4.0으로 쓴맛 강도값이 낮게 나타나 이 역시 인삼에 쓴맛에 있어 주요요인으로 작용하는 성분이 아닌 것으로 확인할 수 있었다(Fig. 3).

3.3. 인삼 알칼로이드 성분의 쓴맛 강도

인삼의 알칼로이드 성분인 harmane, caffeine의 쓴맛

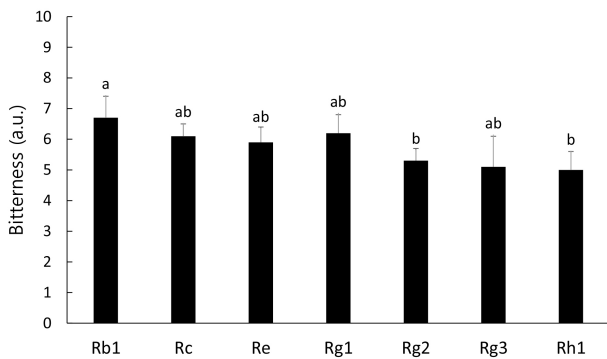


Fig. 1. The bitterness score of major ginsenosides measured by electronic tongue. Results were expressed as the mean±SD (n=4). Means with different letters are significantly different (p<0.05) by Duncan's multiple range test.

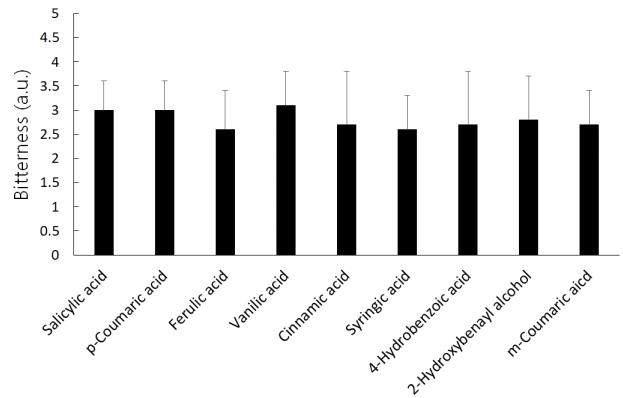


Fig. 2. The bitterness score of ginseng phenolic compounds measured by electronic tongue. Results were expressed as the mean±SD (n=4). There was no significant difference between phenolic compounds.

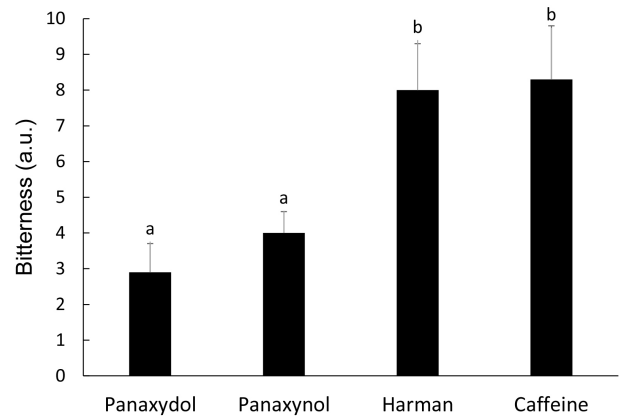


Fig. 3. The bitterness score of ginseng polyacetylene and alkaloid compounds measured by electronic tongue. Results were expressed as the mean±SD (n=4). Means with different letters are significantly different (p<0.05) by Duncan's multiple range test.

강도를 전자혀를 이용하여 측정된 결과 각각 8.0, 8.3의 값을 나타내어(Fig. 3) 5.0-6.7인 진세노사이드보다도 높다. 따라서 이들 알칼로이드 성분은 분석한 성분 중 가장 쓴맛이 높은 성분으로 판단된다(Fig. 4). 또한, Herraiz(2004)와 Pfau 등(2004)은 harmane 성분이 독성을 나타낸다고 보고한 바 있어 알칼로이드 성분을 제거한다면 독성과 쓴맛을 동시에 낮출 수 있을 것으로 기대되나, Filipiak-Szok 등(2017)의 보고에 따르면 고려인삼(*P. ginseng* C.A. Meyer) 추출물 내 harmane 함량은 미검출 수준이고, caffeine 함

량은 1.42 mg/100 g으로 함유량이 매우 낮아 실질적인 인삼의 쓴맛에 미치는 영향은 미비할 것으로 판단된다.

3.4. 인삼 추출물의 ginsenoside 함량

제조된 백삼과 홍삼 추출물 내 ginsenoside 함량을 측정한 결과 백삼에 함유된 주요 ginsenoside인 Rb₁, Rc, Rd, Rg₁이 홍삼 증숙 과정으로 인해 줄어들고 ginsenoside Rg₂, Rg₃, Rh₁의 함량이 늘어난 것을 확인할 수 있었으며, 이는 백삼과 홍삼의 ginsenoside 함량을 비교한 Nam (2005)의 연구보고와 일치하였다. 또한, 분석된 ginsenoside 함량의 총합은 백삼에 비해 홍삼에서 소폭 증가하였다(Table 1).

3.5. 인삼 추출물의 쓴맛 강도

제조된 백삼과 홍삼의 쓴맛 강도를 전자혀를 이용하여 10 mg/mL 농도에서 측정한 결과 백삼 추출물의 쓴맛강도는 5.9인 데 비해 홍삼 추출물은 쓴맛 강도 4.8을 나타내었다(Fig. 5). Table 1의 주요 ginsenoside 함량분석 결과를 볼 때 전체적인 ginsenoside 함량은 홍삼이 높으나 쓴맛 강도가 백삼보다 비교적 낮은 것은 백삼(ginsenoside Rg₂+Rg₃+Rh₁: 0.24 mg/g)보다 홍삼(ginsenoside Rg₂+Rg₃+Rh₁: 3.12 mg/g)에 많이 함유되어 있는 ginsenoside Rg₂, Rg₃, Rh₁의 쓴맛 강도가 다른 ginsenoside에 비하여 낮은 것이 영향을 미칠 수 있는 것으로 판단된다(Fig. 1). 다만 인삼에는 ginsenoside 이외에 여러 가지 일반성분과 영양

Table 1. Ginsenoside contents in white ginseng and red ginseng extracts

Compounds	White ginseng (ginsenoside content, mg/g)	Red ginseng (steamed ginseng) (ginsenoside content, mg/g)
Ginsenoside Rb ₁	2.56±0.05 ¹⁾	2.43±0.04*
Ginsenoside Rc	1.63±0.06	1.54±0.07
Ginsenoside Re	2.35±0.09	1.52±0.08**
Ginsenoside Rg ₁	2.56±0.14	1.93±0.10**
Ginsenoside Rg ₂ +Rh ₁	0.24±0.01	3.12±0.15***
Ginsenoside Rg ₃	ND ²⁾	0.06±0.00*
Total	9.34	10.60

¹⁾Results are expressed as mean±SD (n=3). *p<0.05, **p<0.01, ***p<0.001 vs. white ginseng group.

²⁾ND, not detected.

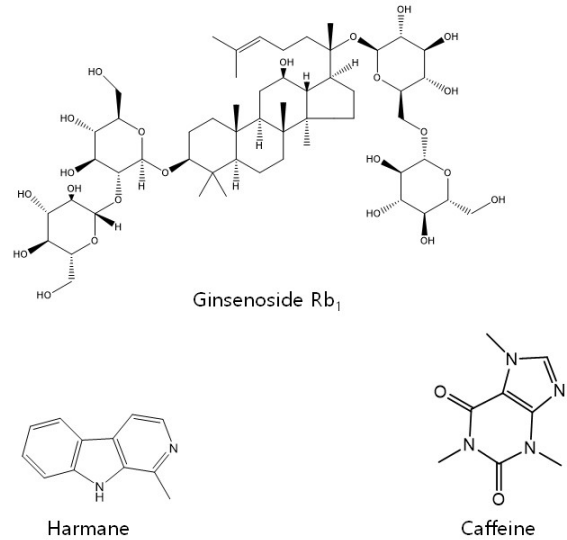


Fig. 4. Chemical structure of ginseng ingredients with a high score for bitterness using electronic tongue.

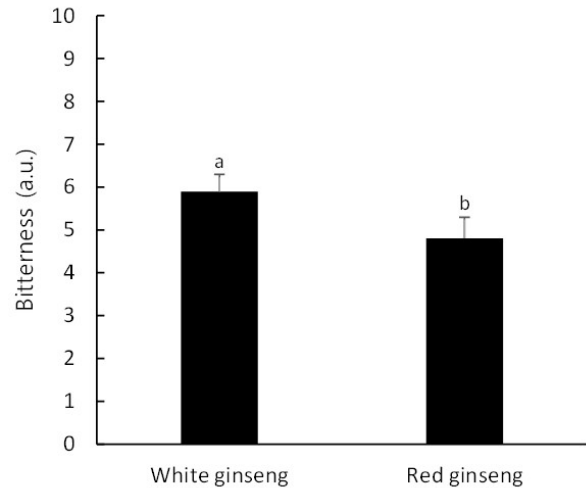


Fig. 5. The bitterness score of white ginseng and red ginseng measured by electronic tongue. Results were expressed as the mean±SD (n=4). Means with different letters are significantly different (p<0.05) by Duncan's multiple range test.

성분도 함유되어 있으므로 이들의 쓴맛에 미치는 영향에 대한 추가적인 연구가 필요하다고 사료된다.

4. 요약

인삼의 쓴맛 성분을 규명하기 위해 전자혀를 이용하여 여

러 인삼성분의 쓴맛 강도를 측정된 결과, ginsenoside와 알칼로이드 성분의 쓴맛 강도가 높은 것으로 나타났다. 이 중 알칼로이드 성분은 고려인삼 내 함량이 낮아 인삼의 쓴맛에 실질적인 영향이 미비할 것으로 판단되며 함량이 높은 ginsenoside가 쓴맛에 미치는 영향이 클 것으로 사료된다. Ginsenoside는 인삼 고유의 활성성분으로 큰 폭의 ginsenoside 함량감소는 인삼의 고유 기능성에 부정적인 영향을 줄 수 있으므로, 기호성을 높여 시장성을 확대하고자 인삼의 쓴맛을 경감하기 위하여는 ginsenoside Rb₁을 비롯한 인삼 내 함량이 높고 쓴맛이 강한 ginsenoside를 다른 ginsenoside로 전환시키는 가공방법을 개발하는 것이 바람직할 것으로 판단된다. 또한, 전자혀와 실제 사람의 미각과는 차이가 있을 수 있으므로 향후 사람의 미각에 대한 직접적인 추가 검증 연구도 필요하다고 사료된다.

Acknowledgements

본 연구는 한국식품연구원 기본사업(E0210300)의 지원에 의해 이루어졌습니다.

Conflict of interests

The authors declare no potential conflicts of interest.

Author contributions

Conceptualization: Kim KT, Choi SY. Data curation: Kim KT, Choi SY. Formal analysis: Kim KT, Choi SY. Methodology: Kim KT. Validation: Kim KT, Choi SY. Writing - original draft: Choi SY. Writing - review & editing: Choi SY.

Ethics approval

This article does not require IRB/IACUC approval because there are no human and animal participants.

ORCID

Kyung-Tack Kim (First author)

<https://orcid.org/0000-0002-5753-9870>

Sang Yoon Choi (Corresponding author)

<https://orcid.org/0000-0001-8712-6877>

References

- Arring NM, Millstine D, Marks LA, Nail LM. Ginseng as a treatment for fatigue: A systematic review. *J Altern Complement Med*, 24, 624-633 (2018)
- Choi JW, Oh MJ, Ha SK, Park Y, Park HY. Characterization and optimization for beverage manufacture using Korean red ginseng extract. *Korean J Food Preserv*, 23, 319-325 (2016)
- Choi KT. Botanical characteristics, pharmacological effects and medicinal components of Korean *Panax ginseng* CA Meyer. *Acta Pharmacol Sin*, 29, 1109-1118 (2008)
- Filipiak-Szok A, Kurzawa M, Szyk E, Twaruzek M, Biajet-Kosicka A, Grajewski J. Determination of mycotoxins, alkaloids, phytochemicals, antioxidants and cytotoxicity in Asiatic ginseng (*Ashwagandha*, *Dong quai*, *Panax ginseng*). *Chem Pap*, 71, 1073-1082 (2017)
- Herraiz T. Relative exposure to beta-carbolines norharman and harman from foods and tobacco smoke. *Food Addit Contam*, 21, 1041-1050 (2004)
- Hwang EY, Choi SY. Quantitative analysis of phenolic compounds in different parts of *Panax ginseng* C.A. Meyer and its inhibitory effect on melanin biosynthesis. *Korean J Med Crop Sci*, 14, 148-152 (2006)
- Hyun SH, Kim SW, Seo HW, Youn SH, Kyung JS, Lee YY, In G, Park CK, Han CK. Physiological and pharmacological features of the non-saponin components in Korean Red Ginseng. *J Ginseng Res*, 44, 527-537 (2020)
- Kim MJ, Park JH. Electric-nose/tongue and their applications. *Food Indust Nutri*, 21, 15-18 (2016)
- Kiyoshi T. Electronic tongue. *Biosens Bioelectron*, 13, 701-709 (1998)
- Lee IS, Kang KS, Kim SY. *Panax ginseng* pharmacopuncture: Current status of the research and future challenges. *Biomolecules*, 10, 33 (2020)
- Legin A, Rudnitskaya A, Vlasov Y, Natale CD, Mazzone E, D Amico A. Application of electronic tongue

- for qualitative analysis of complex liquid media. *Sensor and Actuator B*, 65, 232-234 (2000)
- Nam KY. The comparative understanding between red ginseng and white ginsengs, processed ginsengs (*Panax ginseng* C. A. Meyer). *J Ginseng Res*, 29, 1-18 (2005)
- Pfau W, Skog K. Exposure to beta-carbolines norharman and harman. *J Chromatogr B Analyt Technol Biomed Life Sci*, 802, 115-126 (2004)
- Ratan ZA, Haidere MF, Hong YH, Park SH, Lee JO, Lee J, Cho JY. Pharmacological potential of ginseng and its major component ginsenosides. *J Ginseng Res*, 45, 199-210 (2021)
- Tamamoto LC, Schmidt SJ, Lee SY. Sensory properties of ginseng solutions modified by masking agents. *J Food Sci*, 75, S341-347 (2010)
- Yeo CR, Yong JJ, Popovich DG. Isolation and characterization of bioactive polyacetylenes *Panax ginseng* Meyer roots. *J Pharm Biomed Anal*, 139, 148-155 (2017)