pISSN 1229-1153 / eISSN 2465-9223 *J. Food Hyg. Saf.*
Vol. 36, No. 5, pp. 418~429 (2021)
https://doi.org/10.13103/JFHS.2021.36.5.418

Journal of Food Hygiene and Safety
Available online at http://www.foodhygiene.or.kr

효소 가수분해 백삼, 홍삼을 첨가한 양갱의 품질특성 및 항산화 활성

서희재*
선문대학교 식품과학부·식품바이오 융합연구소

Characteristics and Antioxidant Properties of Yanggaeng Containing Enzymatic Hydrolyzed White Ginseng or Red Ginseng

Hee-Jae Suh*
Department of Food Science, Research Center for Food and Bio Convergence, Sun Moon University, Asan, Korea

(Received August 23, 2021/Revised September 12, 2021/Accepted September 13, 2021)

ABSTRACT - This paper investigates the antioxidant activity and quality characteristics of yanggaeng containing white ginseng and red ginseng extracts and their enzyme hydrolysates that were produced for the purpose of the study. White and red ginseng extracts were hydrolyzed using Rapidase C80 max, Pyr-flo, and Ultimase MFC. Ginsenoside F2 and compound K (CK) were not detected in white and red ginseng before enzymic reaction but were detected in white and red ginseng hydrolyzed through Rapidase C80 max, Pyr-flo, and Ultimase MFC, and the content of CK was the highest in the second enzymic reaction group of red ginseng. Upon preparing yanggaeng containing white and red ginseng before or after enzymatic hydrolysis, the polyphenol content and antioxidant abilities were analyzed. The yanggaeng containing enzyme-hydrolyzed white ginseng and red ginseng showed greater total polyphenol content, superior DPPH radical scavenging activity, superior ABTS radical scavenging activity, and superior FRAP analysis results compared to the yanggaeng that doesn't contain white or red ginseng. As the enzymic reaction was performed in the added white and red ginseng, the antioxidant activity increased significantly ($P<0.05$). In brightness(L*), non-additive yanggaeng (control group) was the highest, red ginseng yanggaeng (RG) showed the highest redness(a*), and the white ginseng yanggaeng (WG) showed the highest yellowness(b*). In terms of texture, the yanggaeng containing red ginseng with second hydrolysis (RG-T2) showed significantly high results in hardness, springiness, chewiness, cohesiveness, and gumminess ($P<0.05$). In conclusion, treating white and red ginseng with Rapidase C80 max, Pyr-flo, and Ultimase MFC is very useful in ginsenoside deglycosylation and will produce CK with excellent biological activity. It can also be seen that yanggaeng containing white and red ginseng hydrolyzed with enzymes significantly increase total polyphenol and antioxidant activity compared to the control group (yanggaeng with no added ginseng). These results will be useful as excellent foundational data for the production of functional yanggaeng in the future.

Key words : Ginsenoside, Ginseng, Yanggaeng, Antioxidant activity, Enzyme hydrolysis

고려인삼[Panax ginseng C. A. Meyer]은 한국, 중국 등 동아시아가 원산지로서 수천 년 동안 한약재 또는 식품으로 사용되어왔다[1]. 인삼은 가공방법에 따라 수삼, 백삼, 홍삼, 흑삼 등으로 구분되는데[2], 수삼은 가공하지 않은 생인삼을 말하며, 백삼(white ginseng)은 4년근 이상의 수삼을 가열하지 않고 건조한 것, 홍삼(red ginseng)은 4년근 이상의 인삼을 쪄서 건조한 것, 흑삼은 수삼을 구중구포(아홉번 쪄서 말리는 방식) 원리를 적용하여 가공한 것이다[2,3]. 인삼에는 항인플루엔자, 항종양, 면역조절, 당뇨병 방지 및 항산화 활성과 같은 다양한 약리학적 효과가 있는 것으로 보고되고 있으며, 이러한 효과는 진세노사이드의 구성과 밀접한 관련이 있다고 밝혀지고 있다[4-6]. 인삼의 진세노사이드는 aglycone에 부착된 당의 위치와 갯수에 따라 프로토파낙사디올(protopanaxadiol, PPD)과 프로토파낙사트리올(protopanaxatriol, PPT)의 두 가지 주요 유

*Correspondence to: Hee-Jae Suh, Department of Food Science, Sun Moon University, Asan 31460, Korea
Tel: +82-41-530-2267, Fax; +82-41-530-2917
E-mail: suhhj@sunmoon.ac.kr

Copyright © The Korean Society of Food Hygiene and Safety. All rights reserved. The Journal of Food Hygiene and Safety is an Open-Access journal 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.

형으로 분류되며, PPD형에는 Rb1, Rb2, Rc, Rd, Rg2, Rg3, Ph2, 화합물 K(compound K, CK)등이 있고, PPT형에는 Re, Rf, Rg1, Rg2, Rh1, F1 등이 있다[7]. 이 중에서 Rb1, Rb2, Rc, Re, Rf, Rg1은 인삼에 함유된 총 진세노사이드 함량의 90% 이상을 차지하지만 그 자체로는 생체이용률이 낮으며[6,7], 장내 미생물 등에 의해 저분자 대사체로 전환되면 혈액으로의 흡수가 용이해져 약리활성을 향상시킨다고 한다[8,9]. 특히 최근에는 진세노사이드 대사체 CK에 대한 연구가 활발히 이루어지고 있으며, 항염증, 항암, 간 보호 효과뿐만 아니라 알레르기, 당뇨병, 노화 방지 등에 탁월한 약리학적 효과가 있는 것으로 보고되고 있다[6]. 그러나 CK는 백삼이나 홍삼에는 함유되어 있지 않으며, 백삼이나 홍삼에 함유되어 있는 PPD형 진세노사이드 Rb1, Rb2, Rc가 효소처리(미생물이 분비하는 효소 또는 상업적 효소)에 의해 탈당화 되면서 생성된다[8].

양갱은 우리나라 전통음식으로 팥을 삶은 후 체에 내려 팥물을 제조하고, 녹말, 당분, 소금을 넣고 가열하여 졸인 다음 묵과 같은 형태로 굳힌 것이다[10]. 양갱의 주재료는 팥 외에도 오미자, 복분자, 모과, 살구, 귤 등 각종 과즙이 사용되기도 하며 색과 향이 우수하여 주로 잔치음식이나 후식으로 섭취되었고, 궁중 연회 상차림에도 자주 등장하였다[11]. 양갱 제조 시 응고를 위해 첨가하는 재료로는 녹말, 젤라틴 보다는 주로 한천이 이용되는데, 한천은 식이섬유 성분이므로, 칼로리는 낮고 포만감을 줄 뿐만 아니라 변비에도 효과가 있기 때문에[12], 저 칼로리 음식 및 간식 제조에 주로 이용된다. 다양한 부재료를 활용하여 제조한 양갱의 품질 및 항산화 특성을 측정한 연구가 꾸준히 보고되고 있는데, 딸기, 유자, 밤, 고구마와 같은 기호식품으로부터 도라지, 황기, 인삼, 홍삼, 홍화씨 등 기능성 재료에 이르기까지 그 활용 범위가 다양하다[13-15]. 인삼 및 홍삼을 활용한 양갱 제조의 경우, 인삼이나 홍삼 가루를 첨가하여 그 품질 특성을 보고하거나, 발효 홍삼을 첨가한 경우도 양갱의 품질 특성을 보고하는데 초점을 맞췄으며[2,16], 발효 인삼(또는 홍삼)을 활용한 양갱의 생리활성 및 항 산화능을 보고한 선행연구는 미흡한 수준이다.

본 연구에서는 백삼 및 홍삼 추출물에 식품 가공용으로 허용된 상업적 효소로 처리하여 저분자 진세노사이드를 함유한 백삼, 홍삼 농축액을 제조하고, 이를 함유한 양갱의 최적 제조 조건을 확립한 후 그 품질 특성 및 항산화 활성을 측정함으로써 기능성이 강화된 양갱 제조의 기초자료를 제공하고자 한다.

Materials and Methods

실험 재료

양갱 제조에 사용된 홍삼은 4년근 또는 6년근으로 2020년 9월 금산 인삼시장에서 구입하였다. 한천분말은 푸른빈(Yeongcheon, Korea), 설탕은 제일제당(Seoul, Korea), 흰 강낭콩 앙금은 대두식품(Seoul, Korea)에서 구입하였다. 상업용 효소로는 Rapidase C80 max (SJD, Seongnam, Korea), Pyr-flo (SJD, Seongnam, Korea), Ultimase MFC (Daejong Enzyme, Seoul, Korea)를 사용하였다. 진세노사이드(Rg1, Rb1, Rc, Rd, F2, Rg3, CK, Rh2) 표준품은 에이스엠자임(Anseong, Korea)에서 구입하였으며, 물과 아세토니트릴은 대정(Siheung, Korea)으로부터 HPLC 등급을 구입하였다. 항산화 실험을 위한 Folin & Ciocalteu's phenol, Na_2CO_3, gallic acid, DPPH (1,1-diphenyl-1-picrylhydrazyl), sodium acetate buffer, potassium persulfate, TPTZ (2,4,6-Tris(2-pyridyl)-s-triazine), ABTS (2,2′-Azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid)), $FeCl_3 \cdot 6H_2O$ 등은 Sigma-Aldrich Co. (St. Louis, MO, USA)에서 구입하였다.

백삼, 홍삼의 효소 가수분해 조건

백삼 및 홍삼으로부터 최적의 진세노사이드를 추출하기 위해 Park 등[1]의 연구를 참고하여 백삼 및 홍삼 뿌리 20 g을 뜨거운 물 200 mL를 첨가하여 80°C에서 48시간 동안 추출하였다. 백삼 및 홍삼 추출물은 5° brix% (MASTER-93H, Atago Co., Ltd., Tokyo, Japan)로 측정되었으며, 냉장보관 하며 3일 이내에 실험에 사용하였다.

효소 가수분해를 위해 예비 실험을 수행한 결과 시판되는 3종의 효소(Rapidase C80 max, Pyr-flo, Ultimate MFC)는 pH 5.5와 50°C에서 최적의 활성을 보였다. Flask에 5° brix%의 백삼 및 홍삼 추출물 20 mL를 각각 취한 후 1 N 구연산나트륨 용액을 첨가하여 pH를 5.5로 조정하였다. 효소 가수분해 조건은 Park 등[1]의 연구를 참고하였으며, Rapidase C80 max와 Pyr-flo를 각각 2%(v/v) 씩 혼합하여 인삼(백삼 및 홍삼) 현탁액에 첨가하고 50°C로 제어된 인큐베이터에서 160 rpm으로 진탕하면서 24시간 동안 반응시켰다(처리군 1, T-1). 반응을 종료시키기 위해 10분간 끓인 후 냉각하여 실험에 사용하였다. 처리군 2(T-2)를 위해서 처리군 1의 백삼 및 홍삼 반응물에 Ultimate MFC를 5% 농도가 되도록 첨가하여 50°C에서 160 rpm으로 진탕하면서 48시간 동안 반응시켰다. 반응을 완료하기 위해 10분 동안 끓여 반응을 종료시키고, 백삼 및 홍삼 추출물 2종과 효소 반응물 4종을 고형분 58-61%가 될 때까지 농축한 후 냉장보관하며 양갱제조 및 실험에 사용하였다.

Ginsenoside 함량 분석

효소처리 전과 후의 백삼 농축액, 홍삼 농축액 각 1 g씩을 취해 70% 메탄올 10 mL로 추출한 후 0.2 μm membrane filter (Whatman Co., Maidstone, England)로 여과한 시험용액을 고속액체크로마토그래프(high performance lipid chromatograph, HPLC)에 주입하여 진세노사이드를 분석하였다. 분석 조건은 Zhou 등[17]의 방법을 참고하였고, HPLC

1260 (Agilent, Santa Clara, CA, USA)과 Zorbax SB-C18 컬럼(4.6×150 mm, 5 μm, Agilent Technologies)을 사용하여 203 nm에서 분석하였다. 컬럼 온도는 30°C, 유속은 1.0 mL/min 이었으며, 이동상 A와 B는 각각 물과 아세토니트릴로 구성하여 다음과 같은 용리구배 조건으로 분석되었다: 0 min, 30% B; 20 min, 60% B; 30 min, 90% B; 31 min, 30% B. 진세노사이드 표준품(Rg1, Rb1, Rc, Rd, F2, Rg3, CK, Rh2)을 100-1000 mL의 범위로 희석하여 측정된 검량선을 이용하여 시료중의 진세노사이드 함량을 산출하였다.

백삼, 홍삼 함유 양갱 제조

효소처리를 포함한 6가지 종류의 백삼 및 홍삼 추출 농축액은 Table 1에 제시된 비율로 배합하여 양갱제조에 활용되었다. 양갱제조 방법은 Kim 등[16]의 방법을 참고하였으며, 예비실험을 거쳐 흰 강낭콩 앙금의 20%에 해당하는 6가지 인삼농축액을 각각 첨가하였다. Table 1에 제시된 비율로 모든 재료를 넣고, 잘 혼합한 후 내열용기(Corning, NY, USA)에 넣어 전기레인지(PK-802, Kitchen-Art Co., Incheon, Korea)에서 60°C를 유지하며 10분 동안 가열하였다. 이후 전기레인지의 온도를 80°C로 조정한 후 다시 10분 동안 가열하였으며, 이때 재료의 균질화를 위해 계속 저어주었다. 가열된 양갱 제조물은 성형틀(4×2×2.5 cm)에 부어 상온에서 3시간 방치하여 굳힌 후 품질 및 항산화 평가를 위한 시료로 사용하였다.

pH, 당도, 수분함량 분석

6가지 종류의 인삼을 함유한 양갱의 pH는 양갱 제조물 5 g을 취해 증류수 45 mL를 첨가하여 잘 혼합한 후 여과한 여액을 pH meter (S220, Mettler-Toledo, Seoul, Korea)로 측정하였다. 양갱의 당도는 당도계(MASTER-93H, Atago Co., Ltd., Tokyo, Japan)를 사용하여 측정하였고, 수분함량은 식품공전[18] 방법에 준하여 105°C에서 상압가열건조법으로 측정하였다. 모든 시료는 3반복 측정하여 평균을 산출하였다.

색도 측정

Table 1에 제시된 배합비율에 따라 백삼 및 홍삼 추출 농축액과 이를 효소처리 한 농축액을 첨가하여 Fig. 1과 같이 제조된 양갱 시료의 색도는 색차계(Chrom meter Cr-400, Minolta, Tokyo, Japan)를 사용하여 측정하였다. 명도(L^*, lightness), 적색도(a^*, redness), 황색도(b^* yellowish)를 3회 반복하여 측정하였고, 평균을 산출하였다. 표준 백색판의 L^*, a^*, b^* 값은 97.10, +0.24, +1.75로 확인되었다.

조직감 측정

양갱의 조직감은 Texture analyzer (CT3, Brookfield, Middleboro, MA USA)를 사용하여 TPA (Texture Profile Analysis)를 측정하였다. 모든 시료는 일정한 크기(20×20×20 mm)로 절단한 후 Jeong 등[19]의 방법을 참고로 하여 원기둥형 probe 35 mm (TA25/1000)를 사용하여 다음의 조건으로 분석하였다: Deformation 40%, pre-test speed 3 mm/sec, test speed 1.0 mm/sec, post-test speed 1.0 mm/sec, test distance 15 mm. 양갱 조직감 특성으로 경도(hardness), 검성(gumminess), 탄력성(springiness), 응집성(cohesiveness), 씹힙성(chewiness)을 선정하였으며, 총 5회 반복 측정하여 평균을 산출하였다.

Table 1. Formular for yanggaeng containing various treated ginseng extracts

Sample	Kidney bean sediment (%)	Ginseng extract[1] (%)	Agar powder (%)	Sugar (%)	Water (%)
Control[2]	100[3]	0	2.5	12.5	50
WG[4]	100	20	2.5	12.5	50
WG-T1[5]	100	20	2.5	12.5	50
WG-T2[6]	100	20	2.5	12.5	50
RG[7]	100	20	2.5	12.5	50
RG-T1[8]	100	20	2.5	12.5	50
RG-T2[9]	100	20	2.5	12.5	50

[1] Ginseng extract : concentrated 60% solid content of red ginseng, white ginseng and its enzyme-hydrolyzed products.
[2] Control : yanggaeng without white ginseng red ginseng.
[3] All ratios are expressed as a percentage to kidney bean sediment.
[4] WG : yanggaeng containing 20% of white ginseng.
[5] WG-T1 : yanggaeng containing 20% of white ginseng treated with enzymes in 1st step.
[6] WG-T2 : yanggaeng containing 20% of white ginseng treated with enzymes in 2nd step.
[7] RG : yanggaeng containing 20% of red ginseng.
[8] RG-T1 : yanggaeng containing 20% of red ginseng treated with enzymes in 1st step.
[9] RG-T2 : yanggaeng containing 20% of red ginseng treated with enzymes in 2nd step.

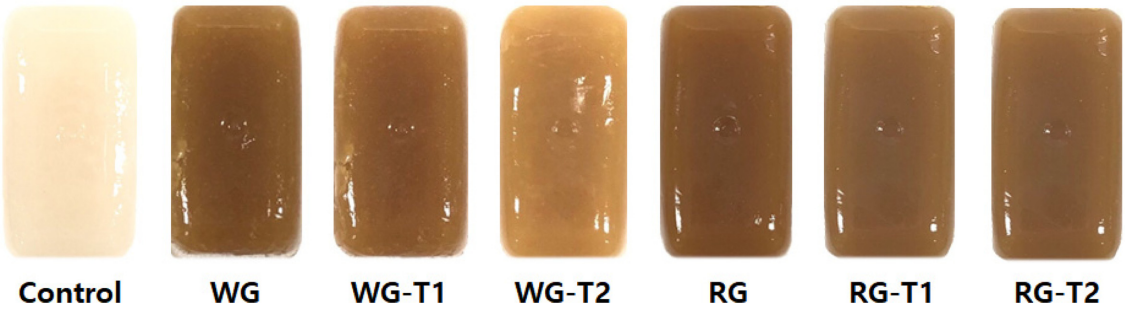


Fig. 1. Productions of yanggaeng containing white and red ginseng with or without enzyme treatment.
Control : yanggaeng without ginseng.
WG : yanggaeng containing 20% of white ginseng.
WG-T1 : yanggaeng containing 20% of white ginseng treated with enzymes in 1st step.
WG-T2 : yanggaeng containing 20% of white ginseng treated with enzymes in 2nd step.
RG : yanggaeng containing 20% of red ginseng.
RG-T1 : yanggaeng containing 20% of red ginseng treated with enzymes in 1st step.
RG-T2 : yanggaeng containing 20% of red ginseng treated with enzymes in 2nd step.

총 폴리페놀 함량

총 폴리페놀 함량은 Folin & Ciocalteu's phenol reagent (Sigma-aldrich)가 시료의 페놀성 화합물에 의해 환원되어 청색으로 발색하는 것을 원리로 Negi 등[20]의 방법을 일부 변형하여 측정하였다. 양갱제조물 1 g을 80% ethanol 20 mL에 희석하여 vortex mixer (Vortex-genie 2, Scientific Industries, NY, USA)로 5분간 혼합한 후 원심분리기(Jeio Tech Co., Itd, Daejeon, Korea)로 10,000 rpm에서 10분간 원심 분리한 상등액을 0.2 μm membrane filter (Whatman Co., Maidstone, England)로 여과하여 양갱 시험용액으로 하였다. 양갱 시험용액 0.5 mL를 취하여 1 N Folin & Ciocalteu's phenol reagent (Sigma-aldrich) 0.3 mL와 혼합하여 3분 동안 반응시켰다. 이후 2% Na_2CO_3 3 mL를 첨가한 후 30분 동안 실온에서 반응시키고, spectrophotometer (Libra S22, biochrom Co.)를 이용하여 720 nm에서 흡광도를 측정하였다. 시료 중의 총 폴리페놀 함량은 gallic acid를 0, 20, 40, 60, 80 μg/g 범위의 표준곡선을 이용하여 gallic acid equivalent (μg GAE/g)로 나타내었다.

항산화 활성 측정

양갱 추출물의 항산화 활성은 DPPH 라디칼 소거활성, ABTS 라디칼 소거활성, FRAP (ferric reduction antioxidant power) 분석으로 측정하였다. DPPH 라디칼 소거 활성은 Liang 등[21]이 제안한 0.4 mM DPPH (1,1-diphenyl1-2-picryl hydrazyl) 용액을 준비하여 흡광도가 0.97-0.99 범위가 되도록 에탄올로 희석한 것을 사용하였다. 총 페놀 측정에 사용된 양갱 시험용액 2 mL에 0.4 mM DPPH 에탄올 용액 2 mL를 첨가해 혼합하고 암소에서 30분 동안 반응시킨 후 원심분리(Jeio Tech Co., Itd, Daejeon, Korea)한 상등액을 517 nm에서 흡광도를 측정하였다. 80% 에탄올을 대조구로 실험한 후 다음의 계산식(1)을 이용하여 DPPH 라디칼 소거능(%)을 계산하였다.

ABTS 라디칼 소거능은 Re 등[22]의 방법을 수정하여 측정하였다. 7 mM의 ABTS 시액과 2.6 mM potassium persulfate 시액을 2:1로 혼합하여 실온의 암소에서 24시간 동안 양이온을 생성시킨 후 그 흡광치가 0.71-0.70이 되도록 에탄올로 희석한 것을 사용하였다. 총 페놀 분석에 사용된 양갱 시험용액 0.02 mL를 취한 후 흡광치가 조정된 ABTS 용액 2 mL를 혼합하여 암소에서 40분간 반응한 후 750 nm에서 흡광도를 측정하였다. 80% 에탄올을 대조구로 실험한 후 다음 계산식(2)에 대입하여 ABTS 함량을 산출하였다.

$$\text{DPPH radcal scavenging (\%)} = \left(1 - \frac{A_s - A_b}{A_c}\right) \times 100 \quad (1)$$

$$\text{ABTS radcal scavenging (\%)} = \left(1 - \frac{A_s - A_b}{A_c}\right) \times 100 \quad (2)$$

(As: Absorbance of sample, Ab: Absorbance of blank, Ac: Absorbance of DPPH or ABTS solution)

양갱 제조물의 FRAP 분석은 수정된 Benzie와 Strain의 방법[23]으로 측정하였다. FRAP 시약은 300 mM sodium acetate 완충액(pH3.6):10 mM TPTZ 용액:20 mM $FeCl_3 \cdot 6H_2O$ 용액을 10:1:1(v/v)의 비율로 혼합하여 제조하였다. 위에서 제조한 양갱 시험용액 추출물 0.05 mL, FRAP 용액 1.5 mL를 혼합하고 암소에서 5분간 반응시킨 후 590 nm에서 흡광도를 측정하였다. Ferric sulfate로 표준곡선을 구한 후 시료에서 측정된 흡광치를 대입하여 양갱 시료중의 FRAP 활성을 μg/mL로 표시하였다.

통계분석

실험결과의 유의성 검증은 SPSS program (IBM, 2019, New York, NY, USA)을 이용하여 실시하였다. 각 처리별 유의성은 Duncan's multiple range test로 검증하였고 시료간 차이가 $P<0.05$ 이면 유의적이라고 판단하였다.

Results and Discussion

효소 가수분해 백삼, 홍삼의 Ginsenoside 함량

6가지 종류의 인삼 추출액으로부터 진세노사이드 함량을 분석한 결과 Fig. 2, Table 2, Table 3과 같은 결과를 얻었다. 8종류 진세노사이드의 분리능은 우수하였으며(Fig. 2), 표준품으로 부터 얻은 검량선의 직선성은 0.99 이상이었다(Table 2). 가수분해 전 백삼과 홍삼에 함유된 주요 진세노사이드는 Rb1, Rc, Rg1 이었다. 1차 효소 가수분해 후에는 백삼의 경우 Rd, Rg1, F2, 홍삼의 경우 F2, Rd, Rg1이 주요 진세노사이드인 것으로 나타났다. 2차 가수분해 후에는 백삼의 경우 Rd, F2, Rg1, 홍삼의 경우 F2, Rd, CK로 나타났다(Table 3). 최근 연구에 의하면 진세노사이드 Rb1은 PPD 유형의 주요 진세노사이드로서 Rd로 가수분해 된 다음(Rb1→Rd) 탈당화가 진행되며 Rd→F2→CK로 순차적으로 전환된다고 한다[1,6,24]. 본 연구에서 1차 효소 가수분해 군(Rapidase C80 max와 Pyr-flo 혼합처리, T1)의 경우, 백삼과 홍삼 모두에서 Rb1은 감소하고 Rd와 F2가 증가하였다. 가수분해 전 백삼과 홍삼에는 Rb1이 각각 15.47 mg/g, 14.41 mg/g 검출되었으나, 1차 가수분해 백삼과 홍삼에는 각각 3.19 mg/g, 0.02 mg/g으로 나타나 크게 감소하였다. Rd의 경우는 가수분해 전에 4.65 mg/g(백삼),

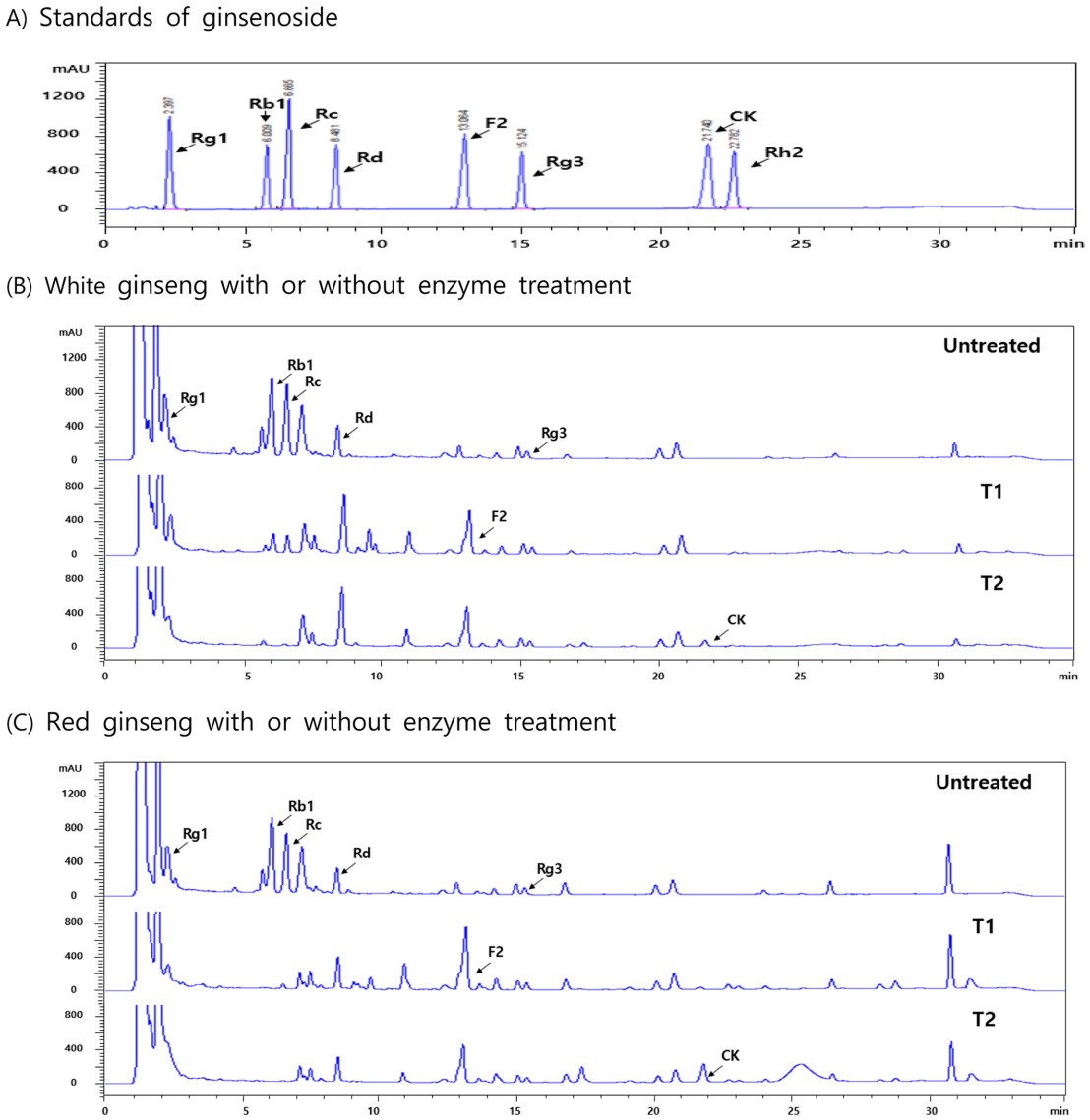
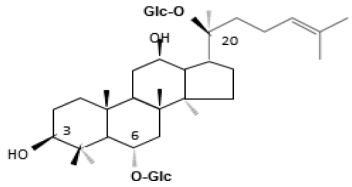
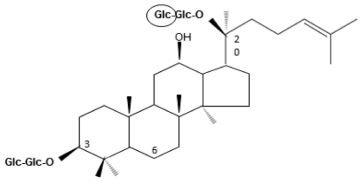
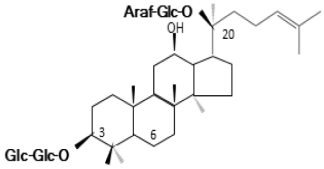
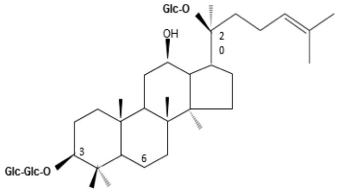
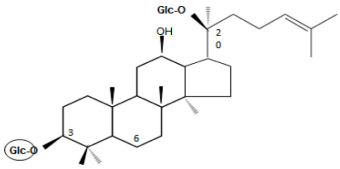
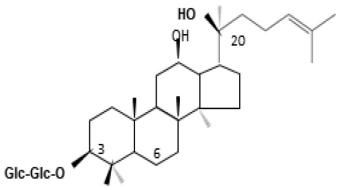
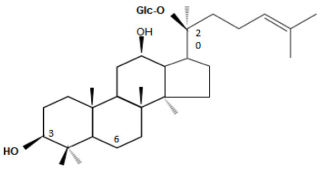
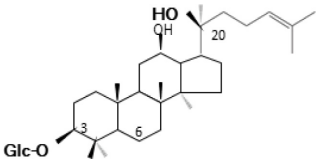


Fig. 2. Chromatogram of ginsenoside standards (A), white ginseng with or without enzyme treatment (B) and red ginseng with or without enzyme treatment (C) obtained from HPLC analysis.

Table 2. Calibration curve of ginsenosides standard solution

Ginsenosides	Structure	Standard curve	Linearity (R^2)
Rg1		y = 4.7246x + 122.84	0.993
Rb1		y = 5.4088x + 96.373	0.999
Rc		y = 6.8698x - 245.2	1.000
Rd		y = 5.8844x + 132.16	0.996
F2		y = 8.5991x + 199.56	0.999
Rg3		y = 7.4061x - 76.835	0.999
CK		y = 9.6534x - 23.274	0.999
Rh2		y = 8.5937x - 150.77	0.998

3.71 mg/g(홍삼) 함유되어 있었으나, 1차 가수분해 후에 10.27 mg/g(백삼), 4.27 mg/g(홍삼)으로 증가하였고, F2의 경우는 가수분해 전 백삼과 홍삼 모두에서 검출되지 않았지만, 1차 가수분해 후에 6.45 mg/g(백삼), 9.78 mg/g(홍삼)으로 생성되었다. 즉, 백삼과 홍삼을 Rapidase C80 max와 Pyr-flo 혼합 효소로 가수분해한 경우 Rb1→Rd→F2로의 전환이 이루어지는 것으로 나타났으며, 특히 홍삼은 Rd→F2로의 전환이 더 활발한 것으로 나타났다. Choi 등[25]

Table 3. Compositions of ginsenosides in white and red ginseng with or without enzyme treatment (Unit: mg/g)

Ginsenosides	Various ginseng extract (60% solid)					
	White ginseng[1)]	White ginseng-T1[2)]	White ginseng-T2[3)]	Red ginseng[4)]	Red ginseng-T1[5)]	Red ginseng-T2[6)]
Rg1	11.00±0.07[7a)]	7.20±0.15[c]	4.93±0.12[d]	8.66±0.05[b]	3.84±0.02[e]	ND
Rb1	15.47±0.25[a]	3.19±0.01[c]	ND	14.41±0.17[b]	0.02±0.00[d]	ND
RC	11.58±0.03[a]	2.50±0.01[c]	ND	9.31±0.01[b]	0.95±0.01[d]	ND
Rd	4.65±0.02[c]	10.27±0.04[a]	9.92±0.01[b]	3.71±0.00[e]	4.27±0.01[d]	3.09±0.01[f]
F2	ND	6.45±0.01[b]	5.84±0.00[c]	ND	9.78±0.00[a]	5.19±0.02[d]
Rg3	1.58±0.00[a]	1.51±0.00[b]	1.28±0.01[e]	1.50±0.00[c]	1.31±0.00[d]	1.03±0.00[f]
CK	ND	0.11±0.01[d]	0.86±0.01[b]	ND	0.33±0.01[c]	2.40±0.01[a]
Rh2	ND	0.12±0.00[c]	0.06±0.00[d]	ND	0.55±0.00[a]	0.17±0.01[b]

[1)] No treated white ginseng.
[2)] Enzyme treated white ginseng with 2% Pyr-flo and 2% Rapidase C80 max for 24 h.
[3)] Enzyme treated white ginseng with 2% Pyr-flo and 2% Rapidase C80 max for 24 h, followed by 5% Ultimase MFC for 48 h.
[4)] No treated red ginseng.
[5)] Enzyme treated red ginseng with 2% Pyr-flo and 2% Rapidase C80 max for 24 h.
[6)] Enzyme treated red ginseng with 2% Pyr-flo and 2% Rapidase C80 max for 24 h, followed by 5% Ultimase MFC for 48 h.
[7)] Data are mean±SD of triplicate experiment.
[a-f)] Means with different superscripts in the same row are significantly different at $P<0.05$.
ND: not detected.

은 홍삼 추출물에 Rapidase C80 max 또는 Viscozyme을 첨가하여 가수분해 할 때 Rb1은 감소하고 Rd가 생성된다고 보고하였고, Kim 등[26)]은 홍삼 추출물에 Celluclast를 반응시켜 Rd를 생성하였고, F2 또는 CK는 생성되지 않았다고 보고하였으나, 본 연구에서는 Rb1→Rd→F2로 탈당화가 더 진행되는 것으로 나타났다. 위의 두 연구에서는 단일 효소를 사용한데 반해, 본 연구에서는 Pyr-flo와 Rapidase C80 max의 두 효소를 혼합으로 사용했으므로 Rd→F2로의 가수분해 활성이 높게 나타난 것으로 사료된다.

2차 효소 가수 분해물(Rapidase C80 max와 Pyr-flo 혼합 처리 후 Ultimase MFC 처리)의 경우, 항염증, 항암, 간보호, 알레르기, 당뇨병, 노화 방지 등에 약리학적 효과가 있는 것으로 보고되고 있는[6)] 진세노사이드 CK가 검출되었다. 이는 효소 Ultimase MFC가 F2를 CK로 전환할 수 있는 높은 가수분해 활성을 갖고 있기[1)] 때문인 것으로 판단된다. 또한 CK는 백삼 가수 분해물(0.86 mg/g) 보다 홍삼 가수 분해물(2.4 mg/g)에 더 많이 함유된 것으로 나타나 홍삼의 F2→CK 전환이 백삼보다 더 우수한 것을 알 수 있었다. 이상에서 백삼과 홍삼 모두 효소 가수분해에 의해 Rb1→Rd→F2→CK 순으로 가수분해 되는 것을 확인하였으며 이는 선행연구[1,6,24)]와 일치하는 결과이다.

pH, 당도, 수분 함량

6가지 인삼 농축액을 함유한 양갱의 pH는 무첨가 양갱(대조군)이 6.59로 가장 높았으며, 인삼 농축액 첨가 양갱 6종 모두에서 5.46-5.81로 대조군보다 낮게 나타났다($P<0.05$). 이는 Kim 등[27)]이 보고한 것과 같이 인삼과 홍삼 추출물에 citric acid, malonic acid, succinic acid, oxalic acid, malic acid 등의 유기산이 존재하기 때문으로 보인다. 또한 효소 가수분해가 진행될수록 pH가 낮아지는 것으로 확인되었다($P<0.05$).

당도는 1차 효소처리 인삼을 첨가한 양갱이 대조군(56.50 brix)에 비해 높게 나타나, 62.83 brix(백삼양갱 WG-T1), 58.83 brix(홍삼양갱 RG-T1)로 나타났다. 이는 백삼과 홍삼의 Rb1이 효소(Rapidase C80 max, pyr-flo)에 의해 aglycone에 부착된 포도당이 탈당화 되어[1,6)] 유리당이 증가하므로 나타난 결과로 사료된다.

대조군과 6가지 종류의 인삼 농축액을 첨가한 양갱의 수분 함량은 39.21-42.47%로 나타나, 인삼 무첨가 양갱(대조군)과 인삼 농축액을 첨가한 시료 간에 유의한 차이는 없었다(Table 4). Jeon과 Chung[28)]은 밀웜 함유 양갱의 수분함량을 40.99-43.50%로 보고하여 본 연구와 유사하였으며, 이는 40% 부근의 수분 함량을 함유할 때 양갱은 적절한 형태를 갖출 수 있다는 것을 암시하는 결과이다.

양갱의 색도

효소 가수분해 조건을 달리하여 제조된 인삼 농축액 6가지를 첨가하여 양갱을 제조하고 그 색도를 측정한 결과는 Table 5와 같이 나타났고, 양갱의 색을 비교한 그림은 Fig. 1과 같았다. 적색도(a^*)는 무처리 홍삼 농축액을 첨가한 양갱(RG)이 4.89로 가장 높았고, 효소 가수분해를 진행하면 적색도가 낮아지는 것으로 나타났다($P<0.05$). 밝기(L^*)는 인삼 무첨가 양갱(대조군)이 가장 높아 44.75로 나타났고, 백삼 양갱(WG, WG-T1, WG-T2), 홍삼 양갱(RG,

Table 4. Moisture contents and ° brix value of yanggaeng with various ginseng

Sample	pH	° brix (%)	Moisture (%)
Control[1)]	6.59±0.00[a]	56.50±0.41[c]	39.21±0.79[NS]
WG[2)]	5.78±0.01[c]	59.33±0.47[b]	41.31±1.27
WG-T1[3)]	5.72±0.00[d]	62.83±0.24[a]	39.28±0.53
WG-T2[4)]	5.70±0.00[e]	52.83±0.24[d]	42.01±1.11
RG[5)]	5.81±0.00[b]	51.50±0.82[d]	42.47±1.85
RG-T1[6)]	5.55±0.01[f]	58.83±0.62[b]	39.80±1.81
RG-T2[7)]	5.46±0.01[g]	55.50±0.41[c]	41.87±1.37

[1)] Control : yanggaeng without white ginseng red ginseng.
[2)] WG : yanggaeng containing 20% of white ginseng.
[3)] WG-T1 : yanggaeng containing 20% of white ginseng treated with enzymes in 1st step.
[4)] WG-T2 : yanggaeng containing 20% of white ginseng treated with enzymes in 2nd step.
[5)] RG : yanggaeng containing 20% of red ginseng.
[6)] RG-T1 : yanggaeng containing 20% of red ginseng treated with enzymes in 1st step.
[7)] RG-T2 : yanggaeng containing 20% of red ginseng treated with enzymes in 2nd step.
[8)] Data are mean±SD of triplicate experiment.
[a-g)] Means with different superscripts in the same column are significantly different at $P<0.05$.
[NS]No significant difference.

Table 5. Changes in hunter's color value of yanggaeng containing white and red ginseng with or without enzyme treatment

Sample	L* value	a* value	b* value
Control[1)]	44.75±0.54[8)a]	-1.03±0.15[e]	2.62±0.23[e]
WG[2)]	38.11±0.14[c]	3.03±0.16[c]	14.54±0.04[a]
WG-T1[3)]	38.53±0.30[c]	3.38±0.12[c]	12.14±0.55[c]
WG-T2[4)]	40.37±0.87[b]	2.56±0.22[d]	7.86±0.45[d]
RG[5)]	35.84±0.71[d]	4.89±0.30[a]	13.36±0.86[b]
RG-T1[6)]	34.19±0.11[e]	4.07±0.03[b]	11.84±0.08[c]
RG-T2[7)]	33.36±0.31[e]	3.86±0.37[b]	8.59±0.32[d]

[1)] Control : yanggaeng without white ginseng red ginseng.
[2)] WG : yanggaeng containing 20% of white ginseng.
[3)] WG-T1 : yanggaeng containing 20% of white ginseng treated with enzymes in 1st step.
[4)] WG-T2 : yanggaeng containing 20% of white ginseng treated with enzymes in 2nd step.
[5)] RG : yanggaeng containing 20% of red ginseng.
[6)] RG-T1 : yanggaeng containing 20% of red ginseng treated with enzymes in 1st step.
[7)] RG-T2 : yanggaeng containing 20% of red ginseng treated with enzymes in 2nd step.
[8)] Data are mean±SD of triplicate experiment.
[a-g)]Means with different superscripts in the same column are significantly different at $P<0.05$.

RG-T1, RG-T2) 순으로 나타났다($P<0.05$). Kim 등[16)]의 연구에서도 밝기는 인삼 무첨가 양갱이 가장 높고, 적색도(*a**)는 홍삼 첨가 양갱이 가장 높았다고 보고하여 본 연구 결과와 일치하였다. 황색도(*b**)는 백삼양갱(WG)이 가장 높아 14.54이었고, 효소반응이 진행될수록 감소하는 것으로 나타났다($P<0.05$). 인삼을 첨가하지 않은 양갱의 황색도(*b**)는 백삼이나 홍삼을 첨가한 양갱에 비해 현저히 낮은 것으로 나타났는데, 인삼 페이스트를 첨가한 양갱[29)], 인삼 분말을 첨가한 쿠키[30)], 인삼 분말을 첨가한 증편[31)]과 같은 선행 연구에서도 인삼을 첨가하면 황색도(*b**)가 증가한다고 보고하여 본 연구와 유사하였다.

양갱의 조직감 특성

6가지 인삼 농축액을 첨가한 양갱의 조직감은 Table 6과 같이 나타났다. 효소 가수분해 홍삼 농축액을 첨가한 양갱(RG-T2)이 가장 높은 경도(hardness)를 나타내었고, 백삼 첨가양갱, 무첨가 양갱(대조군) 순으로 나타났다($P<0.05$). 탄력성(springiness), 씹힘성(chewiness), 검성(gumminess), 응집성(cohesiveness)의 경우도 효소 가수분해 홍삼 농축액을 첨가한 양갱(RG-T2)이 가장 높게 측정되었으며, 백삼 양갱, 무첨가 양갱(대조군)의 순으로 나타났다($P<0.05$). Kim 등[16)]은 발효 홍삼을 첨가한 양갱에서 응집성(cohesiveness), 검성(gumminess), 씹힘성(chewiness)이 인

Table 6. Texture properties of yanggaeng containing white and red ginseng with or without enzyme treatment

Sample	Hardness	Springiness	Chewiness	Gumminess	Cohesiveness
Control[1)]	1564.33±120.68[8)d]	3.36±0.23[d]	8.57±2.11[d]	257.67±47.35[c]	0.16±0.02[d]
WG[2)]	1903.33±53.69[cd]	3.84±0.06[cd]	13.40±1.30[c]	354.00±30.35[bc]	0.19±0.02[bc]
WG-T1[3)]	2000.33±237.80[bcd]	3.33±0.38[d]	10.73±2.06[cd]	359.67±24.79[bc]	0.17±0.01[cd]
WG-T2[4)]	2412.00±154.20[bc]	4.20±0.06[bc]	19.10±1.78[b]	463.67±39.17[b]	0.19±0.01[b]
RG[5)]	2264.33±99.50[bc]	4.15±0.22[bc]	18.27±1.15[b]	448.67±6.51[b]	0.20±0.01[b]
RG-T1[6)]	2453.00±340.65[b]	4.69±0.79[ab]	20.17±2.88[b]	453.67±83.64[b]	0.18±0.01[bc]
RG-T2[7)]	4319±536.71[a]	4.88±0.56[a]	47.63±4.51[a]	1008.67±194.33[a]	0.23±0.02[a]

[1)] Control : yanggaeng without white ginseng red ginseng.
[2)] WG : yanggaeng containing 20% of white ginseng.
[3)] WG-T1 : yanggaeng containing 20% of white ginseng treated with enzymes in 1st step.
[4)] WG-T2 : yanggaeng containing 20% of white ginseng treated with enzymes in 2nd step.
[5)] RG : yanggaeng containing 20% of red ginseng.
[6)] RG-T1 : yanggaeng containing 20% of red ginseng treated with enzymes in 1st step.
[7)] RG-T2 : yanggaeng containing 20% of red ginseng treated with enzymes in 2nd step.
[8)] Data are mean±SD of triplicate experiment.
[a-g]Means with different superscripts in the same column are significantly different at $P<0.05$.

삼 무첨가 양갱과 차이가 없다고 보고하였고, 인삼, 더덕, 마늘 등 부재료를 첨가하여 양갱을 제조한 선행연구[2,32,33]에서 대조군에 비해 경도가 감소하였다고 보고하여 본 연구와는 다른 결과를 나타내었다. 이는 본 연구에서 인삼 농축액 첨가량을 20%로 증가시켰기 때문으로 보인다. 인삼 농축액 첨가량을 달리하여 양갱을 제조한 Lee 등[29]의 연구에서 인삼 농축액 첨가량이 10% 이상인 경우 대조군에 비해 응집성(cohesiveness), 검성(gumminess), 씹힘성(chewiness)에서 유의하게 증가하였다고 보고하여 본 연구 결과와 일치하였다(P<0.05).

총 폴리페놀 함량

6가지 인삼 농축액을 첨가한 양갱의 총 폴리페놀 함량은 Fig. 3과 같이 나타났다. 효소 무처리 인삼을 첨가한 양갱은 21.66 μg GAE/g(백삼양갱), 17.23 μg GAE/g(홍삼양갱) 으로 측정되어, 인삼 무첨가 양갱(대조군, 2.04 μg GAE/g)에 비해 약 8.4-10.6배 더 높은 것으로 나타났다. Rapidase C80 max와 Pyr-flo 혼합물로 1차 가수분해한 인삼(T1)을 첨가한 양갱의 총 폴리페놀 함량은 22.69 μg GAE/g(백삼양갱 WG-T1), 22.23 μg GAE/g(홍삼양갱 RG-T1)으로 나타나, 효소 무처리 인삼 첨가군에 비해 조금 증가하였다($P<0.05$). 2차 효소 가수분해(1차 처리 후 Ultimase MFC 첨가) 인삼(T2)을 첨가한 양갱의 총 폴리페놀 함량은 각각 28.68 μg GAE/g(백삼양갱 WG-T2), 33.02 μg GAE/g(홍삼양갱 RG-T2)으로 측정되어 1차 효소처리군 보다 각각 1.3배, 1.5배 증가하였다. 즉 첨가한 인삼의 효소처리가 증가함에 따라 양갱의 폴리페놀 함량도 증가하였으며 홍삼의 경우 증가폭이 더 크다는 것을 알 수 있었다($P<0.05$). Kim 등[34]은 홍삼 추출액에 alcalase를 처리하여 대조구 보다 총

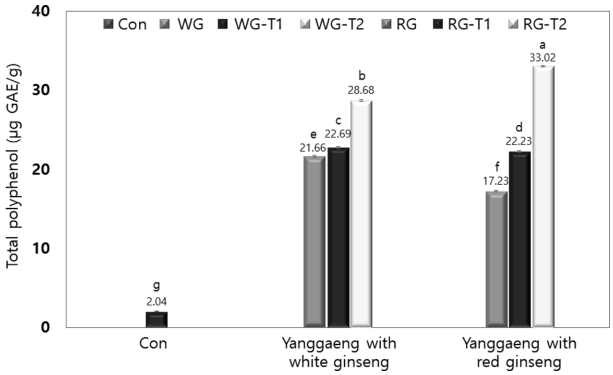


Fig. 3. Total polyphenol content of yanggaeng containing white and red ginseng with or without enzyme treatment.
[1)] Control : yanggaeng without white ginseng red ginseng
[2)] WG : yanggaeng containing 20% of white ginseng
[3)] WG-T1 : yanggaeng containing 20% of white ginseng treated with enzymes in 1st step
[4)] WG-T2 : yanggaeng containing 20% of white ginseng treated with enzymes in 2nd step
[5)] RG : yanggaeng containing 20% of red ginseng
[6)] RG-T1 : yanggaeng containing 20% of red ginseng treated with enzymes in 1st step
[7)] RG-T2 : yanggaeng containing 20% of red ginseng treated with enzymes in 2nd step
[a-g]Means with different superscripts in the same column are significantly different at $P<0.05$.
GAE: gallic acid equivalent

폴리페놀 함량이 1.8배 증가하였다고 보고하였고, Kim 등[35]은 홍삼 추출액에 pectinase를 처리한 경우 무처리 추출물보다 총 폴리페놀 함량이 증가하였다고 보고하여 본 연구 결과와 유사하였다. 인삼에는 폴리페놀성 물질이 많이 함유되어 있으며[36], 효소 가수분해를 진행하게 되면 세포벽

Table 7. Antioxidant activities of yanggaeng containing white and red ginseng with or without enzyme treatment

Sample	DPPH radical scavenging (%)	ABTS radical scavenging (%)	FRAP assay
Control[1)]	16.70±0.20[g]	2.40±0.30[f]	11.85±0.80[g]
WG[2)]	32.36±0.71[f]	11.50±0.30[b]	43.95±0.76[e]
WG-T1[3)]	81.36±0.52[d]	12.97±0.28[c]	49.14±0.46[c]
WG-T2[4)]	88.57±0.45[b]	14.24±0.32[a]	53.21±0.46[b]
RG[5)]	77.20±0.52[e]	8.42±0.07[e]	39.63±0.52[f]
RG-T1[6)]	84.89±0.10[c]	10.87±0.24[d]	46.05±0.63[d]
RG-T2[7)]	95.56±0.26[a]	14.78±0.37[a]	77.78±0.30[a]

[1)] Control : yanggaeng without white ginseng red ginseng.
[2)] WG : yanggaeng containing 20% of white ginseng.
[3)] WG-T1 : yanggaeng containing 20% of white ginseng treated with enzymes in 1st step.
[4)] WG-T2 : yanggaeng containing 20% of white ginseng treated with enzymes in 2nd step.
[5)] RG : yanggaeng containing 20% of red ginseng.
[6)] RG-T1 : yanggaeng containing 20% of red ginseng treated with enzymes in 1st step.
[7)] RG-T2 : yanggaeng containing 20% of red ginseng treated with enzymes in 2nd step.
[8)] Data are mean±SD of triplicate experiment.
[a-g]Means with different superscripts in the same column are significantly different at $P<0.05$.

기질이 분해되어 폴리페놀의 추출이 용이하다고 한다[37]. 본 연구에서 사용한 Pyr-flo, Rapidase C80 max, Ultimase MFC에는 cellulase, pectinase, hemicellulase와 같은 식물 세포벽 분해 효소가 포함되어 있으므로[1)], 효소처리 인삼 양갱에서 폴리페놀 함량이 증가한 것으로 보인다. 최근에는 cellulase, hemicellulase, pectinase, glucanase와 같은 탄수화물 가수분해 효소가 식물세포벽 복합체를 파괴하여 폴리페놀을 효과적으로 추출하기 위해 주로 사용되고 있다[38,39].

항산화 활성

본 연구에서 제조한 양갱의 DPPH 라디칼 소거능, ABTS 라디칼 소거능, FRAP 분석 결과는 Table 7과 같이 나타났다. DPPH 라디칼 소거능은 대조군이 16.7%이었고, 백삼양갱(WG) 32.4%, 홍삼양갱(RG) 77.2%, 1차 효소처리 백삼양갱(WG-T1) 81.4%, 홍삼양갱(RG-T1) 84.9%, 2차 효소처리 백삼양갱(WG-T2) 88.6%, 홍삼양갱(RG-T2) 95.6%의 순으로 나타나 첨가한 인삼의 효소처리가 진행될수록 DPPH 라디칼 소거능이 유의적으로 증가함을 알 수 있었고($P<0.05$), 동일한 효소처리 조건별로 백삼 처리군 보다 홍삼 처리군을 첨가한 양갱에서 DPPH 라디칼 소거능이 더 우수하다는 것을 알 수 있었다.

ABTS 라디칼 소거능은 대조군이 2.4%이었고, 인삼을 첨가한 양갱은 8.4-14.8%로 나타나 대조군에 비해 훨씬 높은 ABTS 라디칼 소거능을 보였다($P<0.05$). 또한 첨가한 인삼의 효소처리가 진행될수록 ABTS 라디칼 소거능이 유의적으로 증가하였으며($P<0.05$), 동일한 효소처리 조건별로는 백삼 처리군을 첨가한 양갱의 ABTS 라디칼 소거능이 더 우수하였다.

FRAP 분석 결과는 대조군이 11.9이었고, 인삼 첨가 양갱에서는 39.6-77.8로 나타났다. 효소 무처리 또는 1차 처리군의 경우 백삼양갱(WG-T1, 44.0-49.1)이 홍삼양갱(RG-T1, 39.6-46.1)에 비해 더 우수한 결과를 나타내었으나, 2차 효소처리군 에서는 홍삼양갱(RG-T2)이 77.8로 측정되어 백삼양갱(WG-T2) 53.2 보다 더 우수한 것을 알 수 있었다($P<0.05$).

이상의 결과를 종합해 보면, 인삼 무첨가 양갱(대조군)의 항산화 활성이 가장 낮았고, 인삼 첨가 양갱의 항산화 활성은 대조군에 비해 현저히 향상되는 것으로 나타났다. 이는 인삼 첨가로 인해 양갱의 총 폴리페놀 함량이 증가했기 때문으로 판단된다[40]. 또한 첨가한 인삼에 1차 효소(Rapidase C80 max와 Pyr-flo 혼합 효소) 및 2차 효소(1차 효소처리 후 Ultimase MFC 처리)를 순차적으로 진행할수록 이를 첨가한 양갱의 항산화 활성(DPPH 라디칼 소거능, ABTS 라디칼 소거능, FRAP assay)이 증가하는 경향을 나타내었다($P<0.05$). Kim 등[3)]은 발효 홍삼을 첨가한 양갱에서 무첨가 양갱에 비해 DPPH 라디칼 소거능이 증가하였고, Kim 등[35)]은 인삼 추출물에 pectinase를 처리할 때 물이나 용매 추출물에 비해 DPPH 라디칼 소거능이 우수하였으며, Ku 등[41)]은 홍삼을 1% 이상 함유한 양갱에서 무첨가 양갱에 비해 DPPH 라디칼 소거능, ABTS 라디칼 소거능, Potassium ferricyanide reduction 모두 유의적으로 증가하였다고 보고하여 본 연구와 유사하였다. 특히 본 연구에서 2차 효소 가수분해를 진행한 홍삼양갱(T2)의 항산화 활성이 가장 우수한 것으로 나타났는데, 이는 인삼의 증숙 횟수를 증가하면 DPPH 라디칼 소거능, ABTS 라디칼 소거능이 증가하기 때문에[42)], 증숙과 효소처리의 두 가지 효과가 반영된 결과로 보인다.

Acknowledgement

본 연구는 2020 선문대학교 교내학술연구비 지원에 의하여 이루어졌음을 밝힙니다.

국문요약

본 연구에서는 백삼 및 홍삼 추출물과 그 효소 가수 분해물을 제조하고 이를 첨가하여 제조된 양갱의 항산화 활성 및 품질 특성을 조사하였다. 백삼과 홍삼 추출물의 효소 가수분해를 위해서는 Rapidase C80 max, Pyr-flo, Ultimase MFC를 선정하였다. Rapidase C80 max, Pyr-flo, Ultimase MFC로 가수분해 한 백삼과 홍삼에서는 효소반응 전에는 검출되지 않았던 ginsenoside F2와 Compound K (CK)가 검출되었으며 특히 홍삼의 2차 효소 반응군에서 CK의 함량이 가장 높았다. 효소 가수분해 전 또는 후의 백삼 및 홍삼을 함유한 양갱을 제조한 후 폴리페놀 함량, 항산화 능력을 분석한 결과 백삼 및 홍삼을 함유하지 않은 양갱(대조군)에 비해 총 폴리페놀 함량, DPPH 라디칼 소거능, ABTS 라디칼 소거능, FRAP 분석 결과 모두 우수하였으며, 첨가한 백삼 및 홍삼에 효소반응을 진행할수록 유의적으로 항산화 활성이 증가하였다(P<0.05). 밝기(L*)는 무첨가 양갱(대조군)이, 적색도(a*)는 홍삼양갱(RG)이, 황색도(b*)는 백삼양갱(WG)이 높게 나타났고, 조직감은 홍삼 첨가 후 2차 가수분해까지 진행한 양갱(RG-T2)이 강도(hardness), 탄력성(springiness), 씹힘성(chewiness), 응집성(cohesiveness), 검성(gumminess) 모두 유의하게 높은 결과를 나타내었다(P<0.05). 결론적으로, 백삼 또는 홍삼 추출물에 Rapidase C80 max, Pyr-flo, Ultimase MFC를 처리하면 진세노사이드 탈당화에 매우 유용하여 생리활성이 우수한 CK를 생산할 수 있으며, 효소로 가수분해 된 백삼 및 홍삼을 첨가한 양갱은 대조군(인삼 무첨가 양갱)에 비해 총 폴리페놀과 항산화 활성을 유의하게 증가시킨다는 것을 알 수 있었다. 이러한 결과는 향후 기능성 양갱 제조에 우수한 기초자료로 활용될 수 있을 것으로 보인다.

Conflict of interests

The author declare no potential conflict of interest

ORCID

Hee-Jae Suh https://orcid.org/0000000306313270

References

1. Park, Y.J., Hwang, U.S., Park, S.Y., Sim, S., Jeong, S.Y., Park, M.S., Kang, M.J., Lee, Y.S., Song, Y.J., Park, H., Suh, H.J., Optimal bioconversion for compound K production from red ginseng root (C.A. Mayer) by sequential enzymatic hydrolysis and its characteristics. *Appl. Biol. Chem.*, **64**, 1-11 (2021).
2. Kim, A.J., Lee, S.H., Jung, E.K., Quality Characteristics of Yanggaeng with White, Red and Black Ginseng Powder. *J. East Asian Soc. Diet. Life,* **23**, 78-84 (2013)
3. Kim, K.Y., Shin, J.K., Lee, S.W., Yoon, S.R., Chung, H.S., Jeong, Y.J., Choi, M.S., Lee, C.M., Moon, K.D., Kwon, J.H., Quality and functional properties of red ginseng prepared with different steaming time and drying method. *Korean J. Food Sci. Technol*., **39**, 494-499 (2007).
4. Park, S.Y., Park, J.H., Kim, H.S., Lee, C.Y., Lee, H.J., Kang, K.S., Kim, C.E., Systems level mechanisms of action of Panax ginseng: a network pharmacological approach. *J. Ginseng Res.*, **42**, 98–106 (2018).
5. Park, Y.C., Lim, J.D., Kim, J.B., Lee, S., Review of red ginseng in terms of mechanisms for pharmacodynamics and toxicity. *J. Korean Med.*, **33**, 200–230 (2012).
6. Yang, X.D., Yang, Y.Y., Ouyang, D.S., Yang G.P., A review of biotransformation and pharmacology of ginsenoside compound K. *Fitoterapia* **100**, 208–220 (2015).
7. Lee, S.M., Bae, B.S., Park, H.W., Ahn, N.G., Cho, B.G., Cho, Y.L., Kwak, Y.S., Characterization of Korean Red Ginseng (Panax ginseng Meyer): history, preparation method, and chemical composition. *J. Ginseng Res.*, **39**, 384–391 (2015).
8. Kim, D.H., Gut microbiota-mediated pharmacokinetics of ginseng saponins. *J. Ginseng Res.*, **42**, 255–263 (2018).
9. Lee, J.Y., Lee, E.J., Kim, D.H., Lee, J.H., Yoo, J.H., Koh, B.H., Studies on absorption, distribution and metabolism of ginseng in humans after oral administration. *J. Ethnopharmacol*., **122**, 143–148 (2009).
10. Yoon, S.J., 1998. Korean rice cakes, confectionery, and dessert. Jigu Culture Co. Ltd., Seoul, Korea, pp. 252.
11. Jeong, B.M., Nutritional components of yanggaeng prepared by different ratio pumpkin. *Korea J. Food Cookery Sci*., **20**, 614-618 (2004).
12. Jeon, S.W., Hong, C.O., Kim, D.S., Quality characteristics and storage stability of yanggaengs added with natural coloring ingredients. *J. Res. Inst. Eng. Technol.*, **12**, 19-34 (2005).
13. Joo, M.J., Physicochemical and sensory characteristics of black bean yanggaeng preparation. MS Thesis, Youngin University, Youngin, Korea (2007).
14. Min, S.H., Park, O.J. Quality characteristics of yanggaeng-prepared with different amounts of Astragalus membranaceus powder. *J. East Asian Soc. Dietary Life*, **18**, 9-13, (2008).
15. Park, M.S., A study on quality characteristics of doraji (Platydodon grandiflorum) yanggaeng by different pre-treatment methods and adding levels of doraji. MS Thesis, Dongguk University, Seoul, Korea, (2009).
16. Kim, A.J., Han, M.R., Lee, S.J., Antioxidative capacity and quality characteristics of yanggaeng using fermented red ginseng for the elderly. *Korean J. Food Nutr.,* **25**, 83-89 (2012).

17. Zhou W, Li J, Li X, Yan Q, Zhou P., Development and validation of a reversed-phase HPLC method for quantitative determination of ginsenosides Rb1, Rd, F2, and compound K during the process of biotransformation of ginsenoside Rb1. *J. Separation Sci.,* **31**, 921-925 (2008).
18. KFDA: Korean Food Standard Codex. Ministry of Food and Drug Safety. Cheongwon, Korea. Available from: http://www.foodsafetykorea.go.kr/foodcode/01_02.jsp?idx=263 Assessed May 2021.
19. Jeong, S.H., Kim, J.H., Yang, S.J., Lee, S.H., Oh, J.H., Lee, J.O., Lee, H.J., Quality and antioxidant activity of yanggaeng containing herbal medicine extracts for the elderly. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, **44**, 1304-1310 (2015).
20. Negi, P.S., Jayaprakasha, G.K., Jena, B.S., Antioxidant and antimutagenic activities of pomegranate peel extracts. *Food Chem.,* **80**, 393–397, (2003).
21. Liang, X.L., Wang, X.L., Li, Z., Hao, Q.H., Wang, S.Y., Improved in vitro assays of superoxide anion and 1, 1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH) radical-scavenging activity of isoflavones and isoflavone metabolites. *J. Agric. Food Chem.,* **58**, 11548–11552 (2010).
22. Re, R., Pellegrini, N., Proteggente, A., Pannala, A., Yang, M., Rice-Evans, C., Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radic. Biol. Med.,* **26**, 1231-1237 (1999).
23. Benzie, I.F.F., Strain, J.J., The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of "antioxidant power": the FRAP assay. *Anal. Biochem.,* **239**, 70–76 (1996).
24. Bae, E.A., Park, S.Y., Kim, D.H., Constitutive β-glucosidases hydrolyzing ginsenoside Rb1 and Rb2 from human intestinal bacteria. *Biol. Pharm. Bull.*, **23**, 1481-1485 (2000).
25. Choi, H.S., Kim, S.Y., Park, Y., Jung, E.Y., Suh, H.J., Enzymatic transformation of ginsenosides in Korean Red Ginseng (*Panax ginseng* Meyer) extract prepared by Spezyme and Optidex. *J. Ginseng Res.,* **38**, 264-269 (2014).
26. Kim, J., Soh, S.Y., Bae, H., Nam, S.Y., Antioxidant and phenolic contents in potatoes (Solanum tuberosum L.) and micropropagated potatoes. *Appl. Biol. Chem.*, **62**, 17 (2019).
27. Kim, C.S., Choi, K.J., Kim, S.C., Ko, S.Y., Sung, H.S., Lee, Y.G., Control of the hydrolysis of Ginseng saponins by neutralization of organic acid in Red Ginseng extract preparations. *J. Ginseng Res.*, **22**, 205-210 (1998).
28. Jeon, A.R., Chung, H.J., Quality characteristics of yanggaeng made with different concentration of mealworm powder. *J. Korean Soc. Food Cult.* **33**, 169-175 (2018).
29. Lee, Y.J., Oh, Y.J., Kim, H.R., Hwang, E.S., Quality characteristics of yanggaeng with ginseng paste. *Korean J. Food Nutr.,* **30**, 1341-1347 (2017).
30. Kang, H.J., Choi, H.J., Lim, J.K., Quality characteristics of cookies with ginseng powder. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, **38,** 1595-1599 (2009).
31. Han, M.J., Sung, J.H., Quality characteristics of Jeungpyun manufactured by ginseng makgeolli. *Korean J. Food Cook. Sci.*, **24**, 837-848 (2008).
32. Kim, M.H., Chae, H.S., A study of the quality characteristics of yanggaeng supplemented with *Codonopsis lanceolata traut* (Bench et Hook). *J. East Asian Soc. Diet. Life,* **21**, 228-234 (2011).
33. Park, C.H., Kim, K.H., Kim, N.Y., Kim, S.H., Yook, H.S., Antioxidative capacity and quality characteristics of yanggaeng with fermented aged black giant garlic (*Allium ampeloprasum L. var. ampeloprasum Auct.*) paste. *Korean J. Food Nutr.,* **27**, 1014-1021 (2014).
34. Kim, D.C., Lee, T.J., In, M.J., Potential of proteolytic enzyme treatment for production of Korean red ginseng extract. *J. Appl. Biol. Chem.*, **62**, 385-389 (2019).
35. Kim, Y.C., Cho, C.W., Rhee, Y.K., Yoo, K.M., Rho, J.H., Antioxidant activity of ginseng extracts prepared by enzyme and heat treatment. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.,* **36**, 1482-1485 (2007).
36. Woo, W.S., 2002. Natural Product Chemistry Research Act. Seoul National University Press, Seoul, Korea, pp. 158-160.
37. Le Bourvellec, C., Guyot, S., Renard, C.M.G.C., Interactions between apple (Malus domestica Borkh.) polyphenols and cell walls modulate the extractability of polysaccharides. *Carbohydr. Polym.,* **75**, 251-261 (2009).
38. Sørensen, H.R., Pedersen, S., Viksø-Nielsen, A., Meyer, A.S., Efficiencies of designed enzyme combinations in releasing arabinose and xylose from wheat arabinoxylan in an industrial ethanol fermentation residue. *Enzyme Microb. Technol.*, **36**, 773-784 (2005).
39. Landbo, A,K,, Meyer, A.S., Enzyme-assisted extraction of antioxidative phenols from black currant juice press residues (Ribes nigrum). *J. Agric. Food Chem.*, **49**, 3169-3177 (2001).
40. Lee, L.S., Cho, C.W., Hong, H.D., Lee, Y.C., Choi, U.K., Kim, Y.C., Hypolipidemic and antioxidant properties of phenolic compound-rich extracts from white ginseng (*Panax ginseng*) in cholesterol-fed rabbits. *Molecules.*, **18**, 12548–12560 (2013).
41. Ku, S.K., Choi, H.Y., Antioxidant Activity and Quality Characteristics of Red Ginseng Sweet jelly (Yanggaeng), *Korean J. Food Cook. Sci.,* **25**, 219-226 (2009).
42. Kwon, D.S., Change in ginsenoside contents, antioxidant and anticancer activities according to steaming condition in ginseng. MS Thesis, Dankook University. Seoul, Korea (2012).