



Research Article

Quality characteristics of *yakju* added with lactic acid bacteria-fermented ginseng sprouts

유산균 발효 새싹인삼 첨가 약주의 품질 특성

Su-Hwan Kim^{1†}, Hyo-Gyeong Woo^{2†}, Yu-Ri Choi², Chae-Mi Lee², Jae-Hee Jeong², Dong-Hun Lee², Chae-Yun Lee², Im-Kyung Oh², Ho-Kyung Ha³, Jung-Sil Kim⁴, Byung-Kuk Choi⁵, Chang-Ki Huh^{1,2*}

김수환^{1†} · 우효경^{2†} · 최유리² · 이채미² · 정재희² · 이동훈² · 이재윤² · 오임경² · 하호경³ · 김정실⁴ · 최병국⁵ · 허창기^{1,2*}

¹Research Institute of Food Industry, Suncheon National University, Suncheon 57922, Korea

²Department of Food Science and Technology, Suncheon National University, Suncheon 57922, Korea

³Department of Animal Science and Technology, Suncheon National University, Suncheon 57922, Korea

⁴Department of Convergent Biosystems Engineering, Suncheon National University, Suncheon 57922, Korea

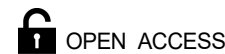
⁵Suncheon City Agriculture Development & Technology Center, Suncheon 57908, Korea

¹순천대학교 식품산업연구소, ²순천대학교 식품공학과, ³순천대학교 동물자원학과,

⁴순천대학교 융합바이오시스템기계공학과, ⁵순천시 농업기술센터

Abstract This study aimed to improve the physiological activity and processing properties of ginseng sprouts. We first determined the effect of extraction and fermentation conditions on the antioxidant activity of ginseng sprouts. The optimal extraction conditions were 2 h at 80°C, with water as a solvent. The fermentation strains used were *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* KCTC 3635 and *Enterococcus faecalis* KCTC 3206. We then analyzed the changes in the reducing sugar and alcohol content. In fermented samples, the reducing sugar content was lower and the alcohol content was higher than those in control sample. The cell counts of lactic acid bacteria were higher in the fermented samples than those in the control sample. Fermented samples contained more ginsenoside than the extract samples, and ginsenoside was not detected in the control sample. The total polyphenol and total flavonoid contents were relatively high in the fermented samples, particularly in the sample fermented by *E. faecalis*. Finally, sensory evaluation revealed that the *Yakju* prepared using ginseng sprouts fermented by lactic acid bacteria was preferable to other drinks control and ginseng sprouts extracted sample. Overall, it was confirmed that the addition of fermented ginseng improved the physiological activity and palatability of *yakju*, there by improving the quality of *yakju*.

Keywords *yakju*, ginseng sprouts, lactic acid bacteria, fermented extract, quality characteristics



Citation: Kim SH, Woo HG, Choi YR, Lee CM, Jeong JH, Lee DH, Lee CY, Oh IK, Ha HK, Kim JS, Choi BK, Huh CK. Quality characteristics of *yakju* added with lactic acid bacteria-fermented ginseng sprouts. Korean J Food Preserv, 29(2), 263-275 (2022)

Received: December 09, 2021
Revised: January 04, 2022
Accepted: January 10, 2022

†These authors contributed equally to this study.

*Corresponding author
 Chang-Ki Huh
 Tel: +82-61-750-3251
 E-mail: hck1008@suncheon.ac.kr

Copyright © 2022 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

인삼(*Panax ginseng* C. A. Meyer)은 3-5년 장기간 재배가 소요되는 작물로써, 또한 휴작 기간이 10년 이상으로 타 작물에 비하여 토지생산성이 매우 낮은 작물이다(Kang 등, 2007).

반면 새싹인삼은 24개월 미만인 묘삼을 키운 것으로 상대적으로 재배기간이 짧고 스마트팜 혹은 식물공장과 같은 시설에서도 재배가 가능하여 계절에 영향을 받지 않으며, 농약을 사용하지 않고 잎과 뿌리를 함께 섭취할 수 있다는 장점이 있어 최근 재배량이 증가하고 있다(Hwang 등, 2021a; Kim 등, 2018a; Lee 등, 2019a). 새싹인삼의 생리활성 연구는 효소 가수분해물의 항산화 활성(Kim 등, 2018b), 멜라닌 생성억제 효과(Lee 등, 2019b) 및 알코올성 간 손상 유발 마우스 모델에서의 간 기능 보호 효과(Lee 등, 2020) 등 다양한 연구가 보고(Hwang 등, 2021b; Kim 등 2018; Park, 2019)되어 있다. 그리고 기능성 성분으로 알려진 ginsenoside는 유산균 발효를 통한 저분자 진세노이드 함량 증진 연구(Choi 등, 2012), 팽화 후 유산균 발효를 통한 ginsenoside 전환 연구(Cho 등, 2021), 장내 유산균에 의한 compound K로의 전환 연구(Bae 등, 2003) 및 ginsenoside 전환 가능 발효 미생물 선별 연구(Kim 등, 2007) 등 유산균을 활용한 기능성 증진 연구가 다양하게 이루어지고 있다. 그러나 가공 연구는 새싹인삼을 첨가한 카스텔라(Kim 등, 2016)와 설기떡(Lee, 2018)의 품질 특성, 볶음처리에 따른 새싹인삼의 영양성분 및 항산화 활성 변화(Kim 등, 2021) 및 새싹삼 발효주의 발효기간 중 이화학적 특성 및 진세노이드 함량 변화(Pyo 등, 2018a) 등 생리활성이나 기능성 성분 연구에 비해 미비한 실정이다.

약주는 한국의 전통주로 효소작용에 의해 발효성 당으로 전환되는 당화 공정과 효모에 의한 발효성 당이 에탄올로의 전환되는 발효 공정이 동시에 진행되는 병행발효주(Yang과 Lee, 1996)로 일반 주류와 달리 단백질, 당질, 비타민 B군을 비롯한 lysine, leucine, proline 등의 아미노산 및 glutathione과 더불어 생효모가 함유되어 있어 다른 주류와 차별화된 특징을 가지고 있다(Jeong 등, 2006; Woo 등, 2010). 인삼을 소재로 한 약주는 인삼 자체를 발효시키는 것보다는 인삼을 첨가제로 이용한 연구가 대부분을 차지하고 있으며, 현재 시중에서 유통되는 인삼주는 소주에 담가 우려내는 인삼 침출수가 대부분을 차지하고 있는 실정이다(Kong 등, 2011a). 따라서 본 연구는 인삼 대비 재배기간이 짧으며 시설재배로 생산량과 수확시기 조절이 가능한 새싹인삼의 부가가치 증진을 도모하고자 유산균 균주에 따른 새싹인삼의 항산화 활성 변화를 확인하여 발효에

적합한 균주를 선정하였다. 그리고 선정 균주로 발효한 새싹인삼의 가공 다양성 확대와 가공적성을 확인하고자 약주에 적용하였으며, 무첨가균인 대조구와 새싹인삼 물 추출물 그리고 유산균 발효 새싹인삼을 각각 첨가하여 제조한 약주의 품질 특성을 비교하였다.

2. 재료 및 방법

2.1. 재료 및 사용균주

실험에 사용된 새싹인삼은 2021년에 수확하여 건조시킨 통삼 분말(충광양에가면, Gwangyang, Korea)을 구입하여 실온보관 하면서 사용하였고, 쌀은 2020년 수확한 강진진미(강진군 농협 쌀 조합 공동 사업법인, Gangjin, Korea)를 구입하여 사용하였다. 약주 제조용 효모는 시판 건조효모인 *Saccharomyces cerevisiae* (Laparisienne, S. I. Lesaffre, France)(*S. cerevisiae*)를 구입하여 사용하였으며, *Bifidobacterium breve* KCTC 3441(*B. breve*), *Pediococcus pentosaceus* KCTC 3116(*P. pentosaceus*), *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* KCTC 3635(*L. bulgaricus*), *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* KCTC 2013(*LC. lactis*), *Latilactobacillus sakei* subsp. *sakei* KCTC 3598(*L. sakei*), *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus* KCTC 3782(*S. thermophilus*), *Enterococcus faecalis* KCTC 3206(*E. faecalis*) 7종을 한국생명공학연구원(KCTC, Daejeon, Korea)에서 분양받아 사용하였다.

2.2. 추출시간과 ethanol 농도에 따른 추출물 제조

새싹인삼 추출물 제조 조건을 설정하기 위해 용매는 water와 ethanol(30%, 50%, 70% 및 100%)을 사용하였으며, 추출온도와 시간은 80℃에서 0.6-4시간(1시간 간격) 환류냉각 추출을 실시하였다. 즉, 새싹인삼 분말에 10배(w/v)의 용매를 가하여 80℃에서 환류냉각 추출을 실시한 후 추출액을 여과지(Quantitative Filter paper No. 2, Advantec Toyo Kaisha, Ltd., Tokyo, Japan)로 여과하여 냉장 보관(4℃)하면서 사용하였다.

2.3. 사용 균주에 따른 새싹인삼 추출 유산균 발효물(액) 제조

새싹인삼 추출 유산균 발효물(액)의 제조는 새싹인삼 분

말에 10배(w/v)의 정제수를 가하여 80℃에서 2시간 환류 냉각 추출한 다음 여과하여 제조한 추출물에 미리 활성화한 7종의 균주(*L. bulgaricus*, *L. sakei*, *P. pentosaceus*, *S. thermophilus*, *B. breve*, *E. faecalis*, *LC. lactis*)를 각각 1%(v/v)를 접종한 후 37℃에서 1시간, 3시간, 6시간, 12시간 그리고 24시간 배양하였다.

2.4. 새싹인삼 추출 유산균 발효물(액) 첨가 약주 제조

새싹인삼 물 추출물과 유산균 발효추출물 첨가 약주 제조는 쌀 5 kg을 수세하여 5시간 물에 침지하고 2시간 탈수 후 1시간 동안 증자 후 냉각하였다. 냉각 후 개량누룩 15 g, 효모 15 g, 양조용수 7.5 L 첨가하였다. 이 후 새싹인삼 물 추출물, *L. bulgaricus* 균주 발효물, *E. faecalis* 균주 발효물을 각각 50 mL씩 첨가하여 혼합하고, 25℃ 배양기에서 11일간 발효시켜 대조구인 새싹인삼 추출물을 첨가하지 않은 약주(Con), 새싹인삼 물 추출물 첨가 약주(We), *L. bulgaricus* 균주 발효물 첨가 약주(Lb), *E. faecalis* 균주 발효물 첨가 약주(Ef)로 제조하였다.

2.5. pH 및 적정 산도 측정

pH는 시료 15 mL를 취하여 pH meter(HM-40X, Dkk-toa Co., Shinjuku-ku, Tokyo, Japan)를 사용하여 측정하였으며, 적정 산도는 시료를 원심분리하여 상등액 10 mL를 취해 0.1 N NaOH 용액으로 적정한 후 0.009를 곱하여 lactic acid로 환산하였다(Kang 등, 1998).

2.6. 환원당 및 ethanol 함량 측정

환원당 함량 측정은 시료 10 mL를 somogyi 변법(Chitoshi와 Yoshiaki, 1980)에 의해 정량하여 glucose 함량으로 표시하였고, ethanol 함량 측정은 시료 100 mL를 취한 다음 증류수 약 30 mL를 넣어 혼합하고, 70 mL를 증류한 다음 증류수 30 mL를 혼합하여 100 mL로 정용하고, 15℃로 보정한 뒤 주정계를 사용하여 값을 읽고, Gay-Lussak의 주정도수환산표를 이용하여 알코올 함량을 나타내었다(NTS, 2014).

2.7. 유산균수 및 효모수 측정

유산균수와 효모수 측정 배지는 각각 MRS Broth(Difco,

Detroit, MI, USA)와 YM Broth(Difco, Detroit, MI, USA)를 사용하였으며, 유산균은 37℃, 효모는 25℃에서 배양하고, 이를 3회 반복 계수하여 평균값을 구해 log CFU(colony forming units)/mL로 표시하였다(MFDS, 2020a; Park 등, 1998).

2.8. Ginsenoside 함량 측정

Ginsenoside 함량 측정은 식품공전(MFDS, 2020b)에 따라 HPLC(Waters 1525 and 717, Waters Co., Milford, MA, USA)로 분석하였다. 분석에 사용된 column은 C₁₈ column(ID 4.6×250 mm, 5 μm, Waters Co., Milford, MA, USA)를 사용하였으며, mobile phase는 solvent A는 water, solvent B는 acetonitrile을 사용하였다. 용매 조건은 solvent B를 0 min-20%, 5 min-20%, 20 min-23%, 45 min-30%, 55 min-50%, 65 min-50%, 70 min-20%, 75 min-20%의 기울기 용리조건(gradient system) 하에서 flow rate는 1.0 mL/min, detector는 waters 996 (Waters Co., Milford, MA, USA)를 사용하여 UV 203 nm에서 측정하였으며, 함량은 외부표준법으로 나타내었다.

2.9. Total polyphenol 및 total flavonoid 함량 측정

Total polyphenol 함량 측정은 Folin-Denis법(Folin과 Denis, 1912)에 따라 시료는 2 mL에 folin-denis reagent 2 mL를 가하고 3분 후 5% Na₂CO₃ 5 mL를 혼합하여 발색시킨 다음 1시간 방치한 후 분광광도계(HP 8453, Hewlett Packard Co., Palo Alto, CA, USA)를 이용하여 700 nm에서 흡광도를 측정하였으며, 표준물질로는 tannic acid(Sigma-Aldrich Co., St, Louis, MO, USA)를 사용하였다. Total flavonoid 함량 측정은 Kim 등(2005)의 방법에 따라 시료 0.5 mL에 에탄올 1.5 mL, 10% 질산알루미늄 0.1 mL, 1 M 초산칼륨용액 0.1 mL, 증류수 2.8 mL를 가하여 혼합한 후 40분간 실온에서 방치한 후 분광광도계(HP 8453, Hewlett Packard Co., Palo Alto, CA, USA)를 이용하여 415 nm에서 흡광도를 측정하였으며, 표준물질로는 quercetin(Sigma-Aldrich Co., St, Louis, MO, USA)를 사용하였다.

2.10. DPPH 라디칼 소거 및 ABTS 라디칼 소거 활성 측정

1,1-diphenyl-2-picryl-hydrazyl(DPPH) 라디칼 소거 활성 측정은 Blois법(Blois, 1958)의 방법에 따라 측정하였다. 즉, 일정 농도의 시료는 2 mL에 0.2 mM DPPH solution 2 mL를 가하고 혼합한 후 37°C에서 30분 방치한 다음 분광광도계(HP 8453, Hewlett Packard Co., Palo Alto, CA, USA)를 이용하여 517 nm에서 흡광도를 측정하였으며, 3회 반복 실험하여 얻은 결과를 EDA%(electron donating ability)로 나타내었다. 2,2'-azinobis(-3 ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid) diammonium salt (ABTS) 라디칼 소거 활성 측정은 Re 등(1999)의 방법에 따라 측정하였다. 즉, 2.4 mM potassium persulfate 용액을 가하여 7 mM ABTS가 되도록 용해시킨 다음 암소에서 24시간 동안 반응시킨 후 이 용액과 각 추출물을 1:1로 혼합하여 분광광도계(HP 8453, Hewlett Packard, Palo Alto, CA, USA)를 이용하여 732 nm에서 흡광도를 측정하였으며, 3회 반복 실험하여 얻은 결과를 평균한 값으로 나타내었다.

2.11. 관능평가

관능평가는 패널 10명을 대상으로 하여 향(flavor), 색(color), 신맛(sour taste), 단맛(sweet taste), 목넘김(swallow)을 평가항목으로 하고 최종적으로 전체적인 기호도(overall acceptability)를 7점 척도법으로 실시하였다(순천대학교 생명윤리심의위원회 심의 승인번호: 1040173-202111-HR-037-0, 승인일자:2021. 11. 15). 채점 기준은 아주 좋다: 7점, 보통 좋음: 5점, 아주 싫음: 1점으로 하였다. 2시간 간격으로 시료의 번호를 바꾸어 같은 panel들로 3회 반복하였으며, 각 반복 시 가장 높은 점수와 가장 낮은 점수를 제외하고 평균 득점을 구하였다.

2.12. 통계처리

통계처리는 실험결과를 3회 이상 반복 실시하여 SPSS 통계분석 프로그램(26, IBM Corp., Armonk, NY, USA)을 이용하였고, mean±SD를 구하였으며, Duncan's multiple range test에 의해 평균치 간의 유의성(p<0.05)을 검정하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1. 추출시간과 ethanol 농도에 따른 DPPH 자유라디칼 소거 활성

새싹인삼의 추출조건 설정을 위해 추출시간과 ethanol 농도별 추출물의 DPPH 자유라디칼 소거 활성을 측정한 결과 추출시간에 따른 DPPH 자유라디칼 소거 활성은 모든 시료구가 2시간 추출조건에서 가장 높은 활성을 나타내었으며, 물 추출물, 100% ethanol 추출물 그리고 70% ethanol 추출물이 각각 36.07 EDA%, 36.07 EDA% 그리고 32.04 EDA% 순으로 높은 활성을 나타내었다(Fig. 1). Kim 등(2007)과 Huang 등(2019)은 용매에 따른 인삼 추출물의 항산화 활성을 측정한 결과, ethanol 농도가 증가함에 따라 DPPH 자유라디칼 소거능이 증가하는 것으로 보고하여 본 연구결과의 100% ethanol 추출물의 높은 DPPH 자유라디칼 소거능 결과와 일치하는 경향을 보였으나, 물 추출물의 높은 소거능 결과와는 차이를 나타내었다. 인삼의 부위별 소거능과 총 페놀 함량은 뿌리보다 잎과 줄기에서 높은 것으로 보고되어 있으며(Lee 등, 2004), 고품분으로 확인한 인삼 부위별 추출 수율이 ethanol 추출보다 물 추출 조건에서 높게 나타내었음이 보고되어 있어(Kim 등, 1987), 본 연구에서 물 추출물의 높은 DPPH 자유라디칼 소거능은 잎과 줄기에 포함되어 있는 페놀화합물(Lee 등, 2004)에 의한 영향으로 나타난 것으로 판단된다. 따라서 유산균 발효를 위한 새싹인삼 추출물은 새싹인삼 분말에 정제수 10배를 가하여 80°C에서 2시간 추출한 물 추출물로 선정하여 유산균 발효 연구를 진행하였다.

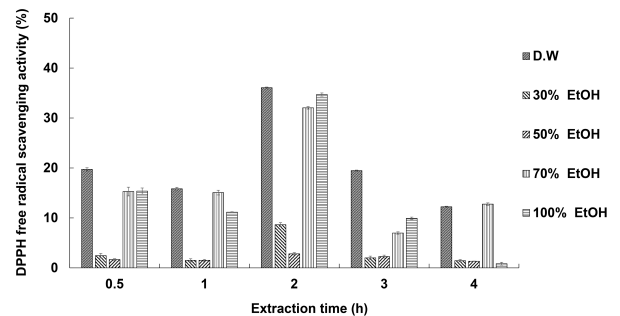


Fig. 1. DPPH free radical scavenging activity according to ethanol concentration and extraction time of ginseng sprouts.

3.2. 새싹인삼 추출 유산균 발효물(7종)의 DPPH 자유라디칼 소거 활성

추출조건 탐색 및 선정을 통해 제조한 새싹인삼 물 추출물에 7종의 유산균주를 각각 접종하여 37°C에서 1, 3, 6, 12 그리고 24시간 동안 배양하며 DPPH 자유라디칼 소거 활성을 측정한 결과는 Fig. 2와 같다. 균주 접종 후 1시간째 9.97-14.58 EDA%에서 6시간 후 8.40-9.20 EDA%까지 완만한 감소를 나타내는 경향을 보였으나, 12시간과 24시간이 경과한 시료군에서는 활성이 증가하여 각각 12.70-18.50 EDA%와 11.05-22.39 EDA%의 활성을 나타내었다. 이는 대추 추출물에 유산균을 접종하여 확인한 항산화 활성에서 모든 시료구가 0시간 대비 12시간부터 항산화 활성이 증가하는 것으로 보고된 결과(Lia 등, 2021)와 유사한 경향을 나타내었다. 모든 시료군의 활성이 증가한 12시간째 *L. bulgaricus* 18.50 EDA%, *E. faecalis* 15.87 EDA% 순으로 높은 활성을 나타내었으며, 24시간째는 *E. faecalis* 22.39 EDA%, *L. bulgaricus* 16.20 EDA% 순으로 높은 활성을 나타내었다. Park 등(2015)은 베리류와 과채류 추출물에 다양한 유산균주를 접종하여 항산화 활성을 측정한 결과, 모든 유산균이 발효를 통해 항산화 활성을 증가시키는 것이 아닌 발효기질에 따른 특정 유산균에 의한 항산화 활성이 증가함을 보고하였다. 따라서 본 연구결과에서 새싹인삼 물 추출물을 발효기질로 진행한 연구를 통해 *L. bulgaricus*와 *E. faecalis*가 다른 균주에 비하여 항산화 활성이 우수하다 판단되어 새싹인삼 추출물 발효를 위한 균주로 선정하였다.

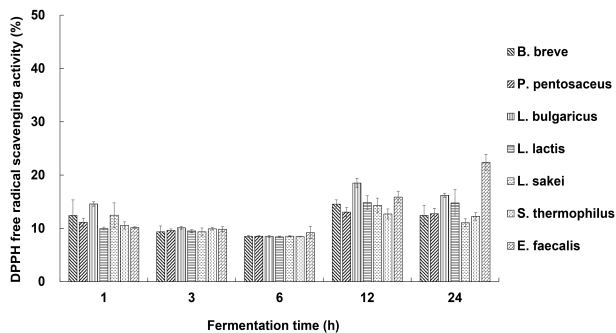


Fig. 2. DPPH free radical scavenging activity of ginseng sprouts fermented by lactic acid bacteria.

3.3. 새싹인삼 약주의 품질 및 생리활성

3.3.1. pH 및 적정 산도의 변화

발효기간에 따른 pH 변화는 모든 시료구가 발효 5일까지 급격하게 감소하여 3.65-4.11의 범위를 나타내었으며, 이후 완만하게 감소하는 경향을 나타내었다(Fig. 3). 약주의 발효 기간 pH는 4.0 이하의 상태가 안전한 상태이며(So 등, 1993), 정상적인 발효과정으로 보고되어 있어(Huh 등, 2013) 7일째 모든 시료구가 3.63-3.90의 범위로 4.0 이하의 pH를 보여 정상적인 발효과정을 거친 것으로 판단된다. 발효 종료 시점인 11일째 대조구가 3.67로 가장 높은 값으로 나타났고, 다음으로 새싹인삼 물 추출물 첨가 시료구, *L. bulgaricus* 균주 발효물 첨가 시료구 그리고 *E. faecalis* 균주 발효물 첨가 시료구 순으로 각각 3.61, 3.59 그리고 3.55로 나타났다. 대조구 대비 새싹인삼 물 추출물은 큰 차이를 보이지 않아 인삼 첨가 비율에 따른 약주의 pH 변화는 큰

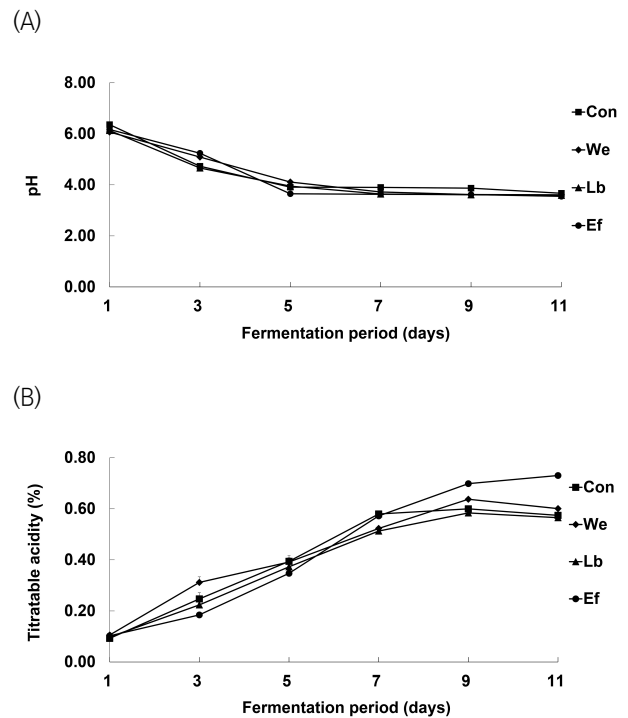


Fig. 3. Changes in pH (A) and titratable acidity (B) of yakju with water extracts of fermented ginseng sprouts. Con, yakju made without ginseng sprouts; We, yakju made with water extracts of ginseng sprouts; Lb, yakju made with extracts of ginseng sprouts fermented by *Lactobacillus bulgaricus*; Ef, yakju made with extracts of ginseng sprouts fermented by *Enterococcus faecalis*.

영향을 미치지 않는 보고(Kong 등, 2011b)와 유사한 경향을 나타내었으나 발효물 첨가 시료구는 비교적 낮은 pH를 나타내었다. 적정 산도 함량의 변화는 모든 시료구가 발효 7일까지 급격히 증가하는 경향을 보였으며, 이후 첨가물에 따른 변화를 나타내었다. 11일째 대조구, 새싹인삼 물 추출물 및 *L. bulgaricus* 균주 발효물 첨가 시료구는 각각 0.57, 0.60 및 0.57로 첨가에 따른 유의적인 차이를 보이지 않았으나, *E. faecalis* 균주 발효물 첨가 시료구는 0.73으로 다른 시료구와 유의적인 차이를 보였다. 발효기간에 따른 pH와 적정 산도는 대조구와 물 추출물 첨가 시료구보다 발효물을 첨가한 시료구가 비교적 낮은 pH와 높은 산도를 보였다. 이는 유산균이 젖산 등 다양한 화합물을 생성하는 것으로(Turpin 등, 2010) 알려져 있으므로 유산균의 첨가로 인해 생성된 화합물에 의한 영향으로 판단된다.

3.3.2. 환원당 및 알코올 함량의 변화

환원당은 에탄올 생성과 감미도에 관여하는 중요한 성분이며(Park과 Lee, 2002) 미생물의 영양원이나 발효 기질로 이용되는 것으로 알려져 있다(Lee 등, 2013). 발효에 따른 환원당의 함량 변화는 발효 1일째 물 추출물과 발효추출물 첨가에 따른 차이를 보이지 않았으며, 모든 시료구가 발효 3일까지 환원당 함량이 증가하여 대조구 13.85%, 새싹인삼 물 추출물 첨가 시료구 12.18%, *L. bulgaricus* 균주 발효물 첨가 시료구 11.78% 그리고 *E. faecalis* 균주 발효물 첨가 시료구 11.59%로 나타났다. 이후 감소하는 경향을 보이며 발효 종료 시점인 11일째의 환원당 함량은 대조구가 4.29%로 가장 높은 환원당 함량을 나타내었으며 다음으로 *L. bulgaricus* 균주 발효물 첨가 시료구 3.75%, 새싹인삼 물 추출물 첨가 시료구 3.70% 그리고 *E. faecalis* 균주 발효물 첨가 시료구 1.58% 순으로 환원당 함량을 나타내었다(Fig. 4). 인삼은 효모의 생육과 당 소비를 촉진하는 것으로 보고되어 있어(Park과 Jo, 1993) 대조구 대비 첨가 시료구의 낮은 환원당 함량은 새싹인삼 물 추출물과 발효물 첨가에 의한 영향으로 사료된다. 알코올 함량 변화는 환원당 잔존율이 낮을수록 알코올 생성량이 많다는 보고(Park 등, 2004)와 유사한 것으로 나타났다. 모든 시료구가 지속적으로 알코올 함량이 증가하여 발효 종료 11일째 *E. faecalis* 균주 발효물 첨가 시료구 15.1%로 가장 높은 알

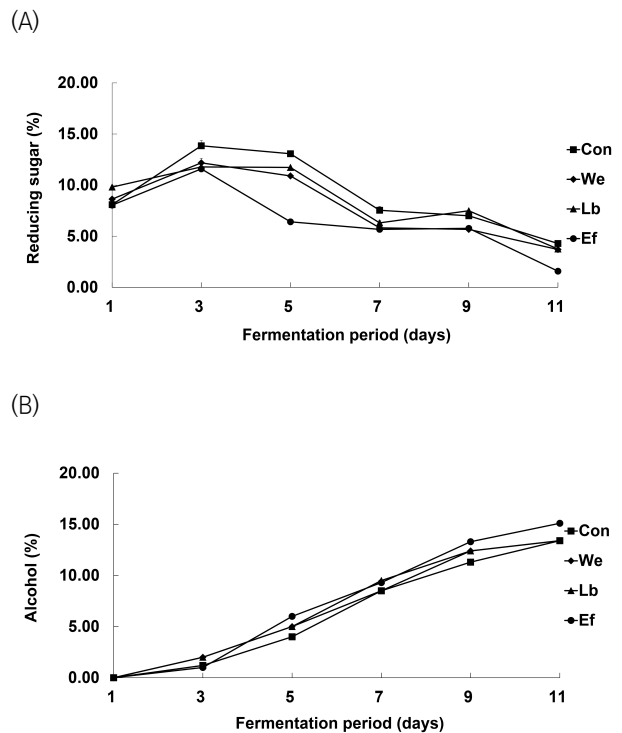


Fig. 4. Changes in reducing sugar content (A) and alcohol content (B) of *yakju* with water extracts of fermented ginseng sprouts. Con, *yakju* made without ginseng sprouts; We, *yakju* made with water extracts of ginseng sprouts; Lb, *yakju* made with extracts of ginseng sprouts fermented by *Lactobacillus bulgaricus*; Ef, *yakju* made with extracts of ginseng sprouts fermented by *Enterococcus faecalis*.

코올 함량을 나타내었으며, 그 외 시료구는 13.4%의 알코올 함량을 나타내었다(Fig. 4). 효모와 유산균의 혼합발효는 대부분 에탄올 생산에 부정적인 영향을 주나 일부의 유산균과의 복합발효는 에탄올 생성을 증가시킨다는 보고가 있어(Paramithiotis 등, 2006a) 본 연구의 발효물 첨가 시료구의 유의적인 차이는 균종에 따른 복합발효에 의한 영향으로 사료된다.

3.3.3. 유산균 수 및 효모 수

유산균 수는 새싹인삼 무첨가군인 대조구가 6.57 log CFU/mL로 가장 낮은 유산균 수를 나타내었으며 *L. bulgaricus* 균주 발효물 첨가 시료구와 *E. faecalis* 균주 발효물 첨가 시료구가 각각 7.24 log CFU/mL와 7.67 log CFU/mL로 대조구 대비 높은 유산균 수를 나타내었다. 효모 수는 *E. faecalis* 균주 발효물 첨가 시료구가 6.87 log

CFU/mL로 가장 낮게 나타났으며 대조구가 7.13 log CFU/mL 가장 높은 효모 수를 나타내었으나 모든 시료구에서 유의적인 차이를 보이지 않았다(Table 1). Seo 등(2005)은 탁주의 유산균 수와 효모수가 각각 8.3×10^6 CFU/mL와 3.2×10^8 CFU/mL로 유산균 수보다 효모 수가 높다고 보고하여, 본 연구의 대조구와 새싹인삼 물 추출물 첨가 시료구와 유사한 경향을 보였으며, 유산균 수의 경우 유사한 수준으로 확인되나 효모 수는 본 연구결과보다 높은 효모 수를 보고하였다. 이는 누룩의 첨가량이 증가함에 따라 탁주 내 효모 농도가 증가하는 것으로 보고(Bae, 2008)되어 있어 누룩 첨가 유무에 따른 차이에 의한 것으로 판단된다. 발효물 첨가 시료구의 경우 일반 탁주의 경향과 다르게 유산균 수가 효모 수보다 높게 나타나 발효물 첨가에 의한 영향이 확인되었으며, 복합발효에 의해 효모 수보다 유산균 수가 높아지는 연구결과(Paramithiotis 등, 2006b)와 유사한 경향을 나타내었다.

3.3.4. Ginsenoside 함량

인삼의 주요 ginsenoside로 알려져 있는 Rg1과 Rb1 성분은 새싹인삼 무첨가군인 대조구에서는 검출이 되지 않았고, 이외 모든 시료구에서 검출되었다. Rg1은 *E. faecalis* 균주 발효물 첨가 시료구가 0.25 mg%로 가장 높게 나타났으며 다음으로 *L. bulgaricus* 균주 발효물 첨가 시료구

0.16 mg%, 새싹인삼 물 추출물 첨가 시료구 0.05 mg% 순으로 나타났다. Rb1 함량은 Rg1 함량과 같은 경향을 나타내어 *E. faecalis* 균주 발효물 첨가 시료구, *L. bulgaricus* 균주 발효물 첨가 시료구, 새싹인삼 물 추출물 첨가 시료구 순으로 각각 0.08 mg%, 0.05 mg%, 0.01 mg%로 나타났다(Table 2). Pyo 등(2018b)은 새싹삼을 첨가한 발효주의 진세노사이드 성분을 분석한 결과, 발효기간 동안 Rg3 함량은 증가하였으나 Rg1과 Rb1의 함량은 감소하였다는 보고를 하였으나, Cho 등(2021a)은 유산균 발효를 통해 Rg1과 Rb1의 증가와 더불어 총 진세노사이드 함량이 증가하였다고 보고하였다. Cho 등(2021b)의 결과는 본 연구 결과와 유사한 경향을 나타내어 효모의 단일발효와 효모와 유산균의 복합발효에 따른 영향, 미생물의 종류에 따른 영향(Park 등, 2017) 등이 ginsenoside 성분 변화에 영향을 미치는 것으로 판단된다.

3.3.5. 총폴리페놀 및 총플라보노이드 함량

총폴리페놀 함량은 모든 시료구가 32.09–35.28 mg/100 mL의 함량을 나타내었으며 대조구가 32.09 mg/100 mL로 가장 낮은 함량을 보였고 *E. faecalis* 균주 발효물 첨가 시료구가 35.28 mg/100 mL로 가장 높은 함량을 나타내었다. 대조구 대비 새싹인삼 물 추출물 첨가 시료구가 높은 폴리페놀 함량을 보였으며, 새싹인삼 물 추출물 첨가 시료구 보다 발효물 첨가 시료구가 높은 폴리페놀 함량을 나타

Table 1. The cell counts of lactic acid bacteria and yeast in *yakju* with water extracts of fermented ginseng sprouts (log CFU/mL)

Sample ¹⁾	Lactic acid bacteria	Yeast
Con	6.57±0.03 ^{2)a3)}	7.03±0.37 ^{ns4)}
We	6.90±0.10 ^{b)}	6.99±0.35
Lb	7.24±0.05 ^{c)}	6.92±0.32
Ef	7.67±0.04 ^{d)}	6.78±0.32

¹⁾Con, *Yakju* made without ginseng sprouts; We, *Yakju* made with water extracts of ginseng sprouts; Lb, *Yakju* made with extracts of ginseng sprouts fermented by *Lactobacillus bulgaricus*; Ef, *Yakju* made with extracts of ginseng sprouts fermented by *Enterococcus faecalis*.

²⁾All values are mean±SD (n=3).

³⁾Means with different superscript letters in the same column are significantly different at p<0.05 by Duncan's multiple range test. a<b<c<d.

⁴⁾Not significant.

Table 2. The content of ginsenosides in *yakju* with water extracts of fermented ginseng sprouts (mg%)

Sample ¹⁾	Rg1	Rb1
Con	ND ²⁾	ND
We	0.05±0.01 ^{3)a4)}	0.01±0.00 ^{b)}
Lb	0.16±0.02 ^{b)}	0.05±0.01 ^{b)}
Ef	0.25±0.04 ^{c)}	0.08±0.01 ^{c)}

¹⁾Con, *Yakju* made without ginseng sprouts; We, *Yakju* made with water extracts of ginseng sprouts; Lb, *Yakju* made with extracts of ginseng sprouts fermented by *Lactobacillus bulgaricus*; Ef, *Yakju* made with extracts of ginseng sprouts fermented by *Enterococcus faecalis*.

²⁾Not detected.

³⁾All values are mean±SD (n=3).

⁴⁾Means with different superscript letters in the same column are significantly different at p<0.05 by Duncan's multiple range test. a<b<c.

내었다(Fig. 5). Pyo 등(2018c)은 새싹삼을 첨가한 발효주의 폴리페놀 함량 변화는 초기 대조구보다 새싹삼 첨가 발효주의 함량이 높았으나 발효종료일에는 대조구의 폴리페놀이 새싹삼 첨가 발효주보다 높은 폴리페놀 함량을 나타내었음을 보고를 하여 본 연구 결과와 차이를 나타내었다. 이러한 차이는 누룩의 첨가 비율이 높아짐에 따라 총폴리페놀 함량이 증가한다고 알려져 있으며(Kim 등, 2020) 누룩 내 존재하는 미생물의 종류나 대사산물에 의해 총폴리페놀 함량의 차이가 발생하는 것으로 보고(Jung과 Chang, 2019) 되어 있어 발효주 제조방법 중 누룩 첨가 유무에 따른 영향으로 판단된다. 총플라보노이드 함량은 대조구, 새싹인삼 물 추출물 첨가 시료구, *L. bulgaricus* 균주 발효물 첨가 시료구 및 *E. faecalis* 균주 발효물 첨가 시료구가 각각 8.09 mg/100 mL, 7.68 mg/100 mL, 7.74 mg/100 mL

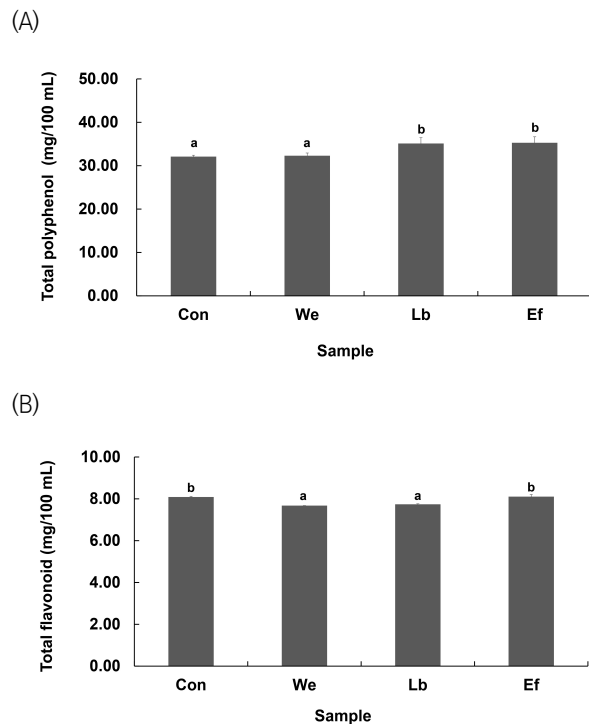


Fig. 5. The contents of total polyphenol (A) and total flavonoid (B) in *yakju* with water extracts of fermented ginseng sprouts. Con, *yakju* made without ginseng sprouts; We, *yakju* made with water extracts of ginseng sprouts; Lb, *yakju* made with extracts of ginseng sprouts fermented by *Lactobacillus bulgaricus*; Ef, *yakju* made with extracts of ginseng sprouts fermented by *Enterococcus faecalis*. Means with different superscript letters in bar are significantly different at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test. a<b.

및 8.10 mg/100 mL로 *E. faecalis* 균주 발효물 첨가 시료구가 가장 높은 함량을 나타내었다(Fig. 5). 본 연구 결과 총폴리페놀과 총플라보노이드 함량은 시료구 간의 큰 차이는 나타나지 않았으나 발효물 첨가 시료구 특히 *E. faecalis* 균주 발효물 첨가 시료구가 비교적 높은 함량을 나타내는 것으로 확인되었다. 이는 유산균으로 아마씨를 발효한 결과 대조구 대비 모든 시료구의 총폴리페놀과 플라보노이드 함량이 증가한다는 보고(Park 등, 2018)와 유사한 경향으로 유산균 발효에 의한 영향으로 사료된다.

3.3.6. DPPH 및 ABTS 라디칼 소거 활성

DPPH 라디칼 소거 활성은 대조구, 새싹인삼 추출물 첨가 시료구, *L. bulgaricus* 균주 발효물 첨가 시료구 및 *E. faecalis* 균주 발효물 첨가 시료구가 각각 47.45 EDA%, 47.50 EDA%, 47.50 EDA% 및 50.61 EDA%로 *E. faecalis* 균주 발효물 첨가 시료구가 가장 높은 DPPH 라디칼 소거 활성을 나타내었다. ABTS 라디칼 소거 활성은 대조구와 새싹인삼 물 추출물 첨가 시료구는 32.06%와 33.69%로 나타났으며, *L. bulgaricus* 균주 발효물 첨가 시료구 및 *E. faecalis* 균주 발효물 첨가 시료구는 37.34%와 36.87%를 나타내어 발효추출물 첨가에 의해 ABTS 라디칼 소거 활성이 증가하는 것으로 나타나 DPPH와 ABTS 라디칼 소거 활성 모두 대조구보다 모든 첨가 시료구에서 높은 활성을 나타내는 것으로 확인되었다(Fig. 6). 이는 발효주 제조 시 자색고구마(Cho 등, 2012), 오미자(Song 등, 2015), 으름열매(Lee 등, 2013), 겨우살이(Ko 등, 2017) 및 당귀(Lee 등, 2013) 첨가에 의해 대조구보다 첨가 시료구가 높은 항산화 활성을 나타낸다는 보고와 일치하였다. 또한, 유산균을 활용하여 어성초(Kim 등, 2016), 보리(Lee 등, 2018), 오디(Lee와 Hong, 2016)를 발효한 결과 항산화 활성이 증가함을 보고하였으며, Jung 등(2021)은 막걸리의 유산균 접종 효과 연구를 통해 유산균 접종에 의해 항산화 활성이 증가하였음을 보고하여 새싹인삼의 항산화 물질과 더불어 유산균에 의한 영향으로 발효추출물 첨가 시료구의 항산화 활성을 높게 나타난 것으로 사료된다.

3.4. 관능평가

시료구별 관능평가 결과 향, 색, 단맛, 신맛, 목넘김 및

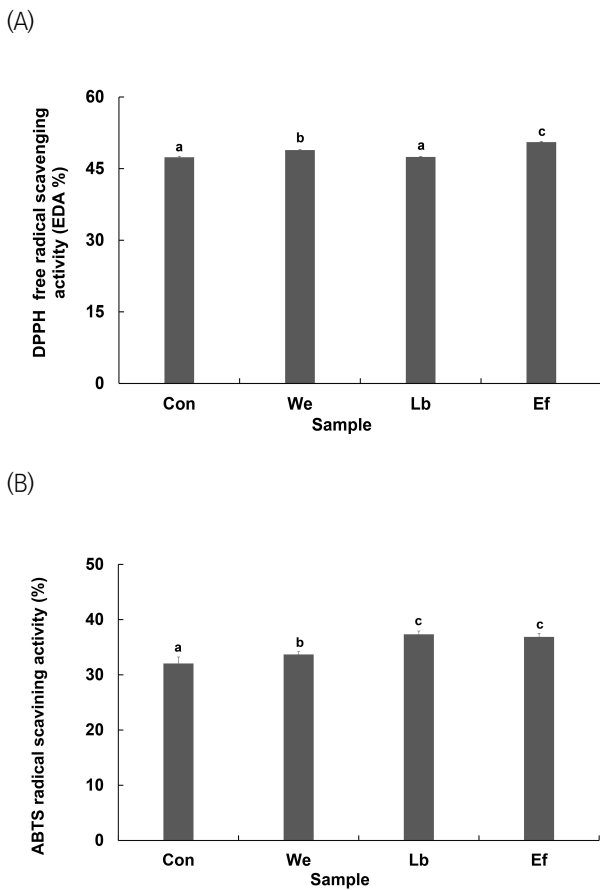


Fig. 6. The radical scavenging activity of DPPH (A) and ABTS (B) in *yakju* with water extracts of fermented ginseng sprouts. Con, *yakju* made without ginseng sprouts; We, *yakju* made with water extracts of ginseng sprouts; Lb, *yakju* made with extracts of ginseng sprouts fermented by *Lactobacillus bulgaricus*; Ef, *yakju* made with extracts of ginseng sprouts fermented by *Enterococcus faecalis*. Means with different superscript letters in bar are significantly different at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test. a<b<c.

전체적인 기호도의 모든 항목에서 *L. bulgaricus* 균주 발효물 첨가 시료구가 5.88, 5.88, 4.50, 4.00, 4.38 및 4.38로 가장 높은 기호도를 보였다. 새싹인삼 물 추출물로 제조한 약주의 경우 모든 평가 항목에서 5.13, 5.13, 3.88, 2.75, 4.00 및 3.25로 가장 낮은 기호도를 보였고, 전체적인 기호도에서 새싹인삼 추출물을 첨가하지 않고 제조한 약주의 기호도와 비교했을 때 새싹인삼 발효물 첨가 시료구가 높게 나타나 새싹인삼 유산균 발효물을 첨가함으로써 약주의 품질 개선 효과가 있음을 확인하였다(Table 3).

4. 요약

새싹인삼의 생리활성과 가공활용도 증진을 도모하기 위해 새싹인삼 추출 조건 선정, 발효 균주 선정 및 약주 첨가에 따른 품질 특성을 비교하였다. 새싹인삼 추출 및 발효 조건은 DPPH 라디칼 소거 활성 평가를 통해 용매는 물로 하여 80℃에서 2시간 추출 조건으로 선정하였으며, 발효균주는 *L. bulgaricus*와 *E. faecalis*로 선정하였다. 약주의 pH와 산도 변화는 발효물을 첨가한 시료구가 비교적 낮은 pH와 높은 산도를 보였으며, 환원당 및 알코올 함량 변화는 발효물을 첨가한 시료구가 다른 시료구 대비 낮은 환원당 함량과 높은 알코올 함량을 나타내었다. 효모 수는 모든 시료구에서 유의적인 차이를 나타내지 않았으나 유산균 수는 발효물 첨가 시료구가 높은 유산균 수를 나타내었다. Ginsenoside는 대조구에서 검출되지 않았고, 새싹인삼 물 추출물 첨가 시료구보다 발효물 첨가 시료구가 높은 ginsenoside 함량을 나타내었다. 총폴리페놀과 총플라보

Table 3. Sensory evaluation of *yakju* with water extracts of fermented ginseng sprouts

Sample ¹⁾	Flavor	Color	Sweet taste	Sour taste	Swallow	Overall acceptability
Con	6.00±1.07 ^{2)ab3)}	5.88±0.64 ^{ns4)}	4.50±1.41 ^{ns}	4.13±1.13 ^{ns}	4.38±0.52 ^{ns}	3.88±0.64 ^{ab}
We	5.13±0.99 ^a	5.13±1.25	3.88±1.25	2.75±1.16	4.00±1.07	3.25±0.70 ^a
Lb	5.88±1.13 ^{ab}	5.88±1.25	4.50±0.93	4.00±1.60	4.38±0.74	4.38±1.60 ^b
Ef	6.50±1.07 ^b	5.75±0.89	3.88±2.36	4.38±2.00	4.00±1.30	4.38±0.52 ^b

¹⁾Con, *Yakju* made without ginseng sprouts; We, *Yakju* made with water extracts of ginseng sprouts; Lb, *Yakju* made with extracts of ginseng sprouts fermented by *Lactobacillus bulgaricus*; Ef, *Yakju* made with extracts of ginseng sprouts fermented by *Enterococcus faecalis*.

²⁾All values are mean±SD (n=8).

³⁾Means with different superscript letters in the same column are significantly different at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test. a<b.

⁴⁾Not significant.

노이드 함량은 시료구 간 큰 차이는 나타나지 않았으나 *E. faecalis* 균주 발효물 첨가 시료구가 비교적 높은 함량을 나타내었다. DPPH와 ABTS 라디칼 소거 활성은 새싹인삼의 항산화물질에 의한 영향으로 대조구보다 새싹인삼 첨가 시료구가 높은 활성을 나타내는 것으로 판단되며, 유산균 또한 영향을 미치는 것으로 판단된다. 관능평가는 대조구와 새싹인삼 물 추출물 첨가 약주보다 새싹인삼 유산균 발효추출물 첨가 약주가 높게 나타나 새싹인삼 유산균 발효물이 약주의 품질 개선 효과가 있다는 것을 확인하였다.

감사의 글

본 연구는 2021년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 정보통신기획평가원의 지원을 받아 수행된 지역진흥·혁신인재양성 사업(No. 2020-0-01489-002, Grand ICT 연구센터(순천대학교)) 연구결과의 일부로 이에 감사드립니다.

Conflict of interests

The authors declare no potential conflicts of interest.

Author contributions

Conceptualization: Oh IK, Ha HK, Kim JS, Choi BK, Huh CK. Data curation: Kim SH, Woo HG, Choi YR, Lee CM, Jeong JH, Lee DH, Lee CY. Formal analysis: Kim SH, Woo HG, Huh CK. Methodology: Kim SH, Woo HG, Huh CK. Validation: Kim SH, Woo HG, Huh CK. Writing - original draft: Kim SH, Woo HG, Huh CK. Writing - review & editing: Kim SH, OH IK, Ha HK, Kim JS, Choi BK, Huh CK.

Ethics approval

This research was approved by IRB from the Suncheon National University (1040173-202111-HR-037-0).

ORCID

Su-Hwan Kim (First author)

<https://orcid.org/0000-0002-5163-9061>

Hyo-Gyeong Woo

<https://orcid.org/0000-0003-1976-4759>

Yu-Ri Choi

<https://orcid.org/0000-0001-6268-5568>

Chae-Mi Lee

<https://orcid.org/0000-0001-5203-2993>

Jae-Hee Jeong

<https://orcid.org/0000-0001-5898-8689>

Dong-Hun Lee

<https://orcid.org/0000-0003-0127-9691>

Chae-Yun Lee

<https://orcid.org/0000-0002-2609-6106>

Im-Kyung Oh

<https://orcid.org/0000-0001-5200-7616>

Ho-Kyung Ha

<https://orcid.org/0000-0002-0773-6585>

Jung-Sil Kim

<https://orcid.org/0000-0001-5028-7554>

Byung-Kuk Choi

<https://orcid.org/0000-0003-3292-6046>

Chang-Ki Huh (Corresponding author)

<https://orcid.org/0000-0003-4456-8477>

References

- Bae EA, Kim NY, Han MJ, Choo MK, Kim DH. Transformation of ginsenosides to compound K (IH-901) by lactic acid bacteria of human intestine. *J Microbiol Biotechnol*, 13, 9-14 (2003)
- Bae SM, Lee YH, Kang SA, Cheong C. Effects of traditional *Nuruk* ratio and yeast on the fermentation and quality of *Yakju*. *J East Asian Soc Dietary Life*, 18, 41-48 (2008)
- BLOIS MS. Antioxidant determination by the use of a stable free radical. *Nature*, 181, 1199-1200 (1958)
- Chitoshi H, Yoshiaki K. Determination of glucose by a modification of somogyi-nelson method. *Agric Bioi Chem*, 44, 2943-2949 (1980)
- Cho HK, Lee JY, Seo WT, Kim MK, Cho KM.

- Quality characteristics and antioxidant effects during *Makgeolli* fermentation by purple sweet potato-rice *Nuruk*. Korean J Food Sci Technol, 44, 728-735 (2012)
- Cho SM, Kim S, Kim WJ, Suh HJ, Hong KB. The effect of explosive puffing process after fermentation on ginsenosides conversion. Process Biochem, 111, 21-26 (2021)
- Choi WY, Lee CG, Song CH, Seo YC, Kim JS, Kim BH, Shin DH, Yoon CS, Lim HW, Lee HY. Enhancement of low molecular ginsenoside contents in low quality fresh ginseng by fermentation process. Korean J Medicinal Crop Sci, 20, 117-123 (2012)
- Folin O, Denis W. On phosphotungstic-phosphomolybdic compounds as color reagents. J Biol Chem, 12, 239-243 (1912)
- Huang Y, Kwan KKL, Leung KW, Yao P, Wang H, Dong TT, Tsim KWK. Ginseng extracts modulate mitochondrial bioenergetics of live cardiomyoblasts: A functional comparison of different extraction solvents. J Ginseng Res, 43, 517-526 (2019)
- Huh CK, Lee JW, Kim YD. Comparison of the organic acids, fusel oil contents and antioxidant activities of *Yakju* with the additions of various rice cultivars. Korean J Food Preserv, 20, 365-371 (2013)
- Hwang SH, Kim SC, Seong JA, Lee HY, Cho DY, Kim MJ, Jung JG, Jeong EH, Son KH, Cho KM. Comparison of ginsenoside contents and antioxidant activity according to the size of ginseng sprout has produced in a plant factory. J Appl Biol Chem, 64, 253-261 (2021)
- Jang GY, Kim MY, Lee YJ, Lee SH, Hwang IG, Choi J, Shin YS, Lee J, Jeong HS. Influence of ethanol concentration and organic acids on conversion of ginsenoside Rg1. J Korean Soc Food Sci Nutr, 47, 813-819 (2018)
- Jeong JW, Park KJ, Kim MH, Kim DS. Changes in quality of spray-dried and freeze-dried *Takju* powder during storage. Korean J Food Sci Technol, 38, 513-520 (2006)
- Jung DJ, Chang BS. Assessing the antioxidant activity and potential utility in cosmetics of *Nuruk*, a traditional Korean fermentation starter. J Invest Cosmetol, 15, 17-23 (2019)
- Jung WH, Kim GW, Kang KO, Shim JY, Son JY. Effect of lactic acid bacteria inoculation on functional component and antioxidant activity of *Makgeolli*. Foodserv Ind J, 17, 129-141 (2021)
- Kang MY, Park YS, Mok C, Chang HG. Improvement of shelf-life of *Yakju* by membrane filtration. Korean J Food Sci Technol, 30, 1134-1139 (1998)
- Kim DG, Shin JH, Kang MJ. Physiochemical characteristics of *Panax ginseng* C. A Meyer sprout cultivated with nanobubble water and antioxidant activities of enzymatic hydrolysates. J Agric Life Sci, 52, 109-120 (2018)
- Kim EJ, Lee HJ, Kim HJ, Nam HS, Lee Mk, Kim HY, Lee JH, Kang YS, Lee JO, Kim HY. Comparison of colorimetric methods for the determination of flavonoid in propolis extract products. Korean J Food Sci Technol, 37, 918-921 (2005)
- Kim GW, Choi YH, Kim BL, Kim Y, Seong RS, Han MH, Kim GA, Choi MJ, Jeong YG. Determination of anti-oxidative and whitening effects of complex extracts obtained from sprout *Panax ginseng* C. A. Meyer and *Cassia nomame* (Sieb.) honda on skin. Asian J Beauty Cosmetol, 16, 309-320 (2018)
- Kim HG, Kim, KY, Cha CJ. Screening for ginseng-fermenting microorganisms capable of biotransforming ginsenosides. Korean J Microbiol, 43, 142-146 (2007)
- Kim JK, Jo SW, Kim EJ, Ham SH, Jeong DY. Characteristics of brown rice *Makgeolli* brewed at different temperatures and mixing ratios of *Nuruk*. Korean J Food Sci Technol, 52, 94-102 (2020)
- Kim KP, Kim KH, Yook HS. Quality characteristics of castella with *Panax ginseng* sprout powder.

- J Korean Soc Food Sci Nutr, 45, 711-716 (2016)
- Kim SC, Choi KJ, Ko SR, Joo HK. Content comparison of proximate compositions, various solvent extracts and saponins in root, leaf and stem of *Panax ginseng*. Korean J Ginseng Sci, 11, 118-122 (1987)
- Kim SC, Kang YM, Seong JA, Lee HY, Cho DY, Joo OS, Lee JH, Cho KM. Comprehensive changes of nutritional constituents and antioxidant activities of ginseng sprouts according to the roasting process. Korean J Food Preserv, 28, 72-87 (2021)
- Kim TH. Rice processing industry and rice processing product status. Korean J Food Preserv, 9, 86-96 (2010)
- Kim YC, Cho CW, Rhee YK, Yoo KM, Rho J. Antioxidant activity of ginseng extracts prepared by enzyme and heat treatment. J Korean Soc Food Sci Nutr, 36, 1482-1485 (2007)
- Kim YM, Jeong HJ, Chung HS, Seong JH, Kim HS, Kim DS, Lee YG. Anti-oxidative activity of the extracts from *Houttuynia cordata* thunb. fermented by lactic acid bacteria. J Life Sci, 26, 468-474 (2016)
- Ko EH, Park EM, Kim MY. *In vitro* antioxidant and lipase inhibitory activities of *Makgeolli* supplemented with Jeju camellia mistletoe (*Korthalsella japonica* Engl.) during fermentatio. J Appl Biol Chem, 60, 235-239 (2017)
- Kong MH, Jeong ST, Yeo SH, Choi JH, Choi HS, Han GJ, Jang MS, Chung IM. Determination of ginseng *Yakju* quality using different percentages and application dates of ginseng. J East Asian Soc Dietary Life, 21, 207-214 (2011)
- Lee DH, Hong JH. Physicochemical properties and antioxidant activities of fermented mulberry by lactic acid bacteria. J Korean Soc Food Sci Nutr, 45, 202-208 (2016)
- Lee DU, Ku HB, Lee YJ, Kim GN, Lee SC. Antioxidant and antimelanogenic activities of *Panax ginseng* sprout extract. J Korean Soc Food Sci Nutr, 48, 699-703 (2019)
- Lee JH, Yoon YC, Kim JK, Park YE, Hwang HS, Kwon GS, Lee JB. Antioxidant and whitening effects of the fermentation of barley seeds (*Hordeum vulgare* L.) using lactic acid bacteria. J Life Sci, 28, 444-453 (2018)
- Lee JK, Jo HJ, Kim KI, Yoon JA, Chung KH, Song BC, An JH. Physicochemical characteristics and biological activities of *Makgeolli* supplemented with the fruit of *Akebia quinata* during fermentation. Korean J Food Sci Technol, 45, 619-627 (2013)
- Lee JM, Lee HN, Chang YH. Quality characteristics of *Makgeolli* using *Angelica gigas* Nakai Water Extracts. J East Asian Soc Dietary Life, 23, 332-340 (2013)
- Lee MK, Jang IB, Lee MH, Lee DY. Protective effects of extracts from the aerial parts of hydroponically cultured ginseng on alcohol-induced liver damage in mice and quantitative analysis of major ginsenosides. J Appl Biol Chem, 63, 413-420 (2020)
- Lee SE, Lee SW, Bang JK, Yu YJ, Seong NS. Antioxidant activities of leaf, stem and root of *panax ginseng* C. A. Meyer. Korean J Medicinal Crop Sci, 12, 237-242 (2004)
- Lee SH. Quality characteristics of *Sulgidduk* added with *Panax ginseng* sprout powder. Culi Sci & Hos Res, 24, 133-139 (2018)
- Lee Y, Kim H, Eom T, Kim SH, Choi GP, Kim M, Yu S, Jeong Y. Quality characteristics of Korean traditional rice wine with glutinous rice. J Korean Soc Food Sci Nutr, 42, 1829-1836 (2013)
- Li T, Jiang T, Liu N, Wu C, Xu H, Lei H. Biotransformation of phenolic profiles and improvement of antioxidant capacities in jujube juice by select lactic acid bacteria. Food Chem, 339, 127859 (2021)
- MFDS. Food Code (No. 2020-3, 2020. 1. 14). Ministry of Food and Drug Safety, p 213-214 (2020a)
- MFDS. Food Code (No. 2020-3, 2020. 1. 14). Ministry

- of Food and Drug Safety, p 284-286 (2020b)
- NTS. Alcohol Analysis Regulations (No. 2073, 2014. 11. 1), National Tax Service, p 39-40 (2014)
- Paramithiotis S, Gioulatos S, Tsakalidou E, Kalantzopoulos G. Interactions between *Saccharomyces cerevisiae* and lactic acid bacteria in sourdough. *Process Biochem*, 41, 2429-2433 (2006)
- Park B, Hwang H, Lee J, Sohn SO, Lee SH, Jung MY, Lim HI, Park HW, Lee JH. Evaluation of ginsenoside bioconversion of lactic acid bacteria isolated from *kimchi*. *J Ginseng Res*, 41, 524-530 (2017)
- Park CS, Lee TS. Quality characteristics of *Takju* prepared by wheat flour *Nuruks*. *Korean J Food Sci Technol*, 34, 296-302 (2002)
- Park HJ, Min YK, Kim KY, Kang SW. Sterilization effects of hydrostatic pressure and low temperature treatments on the jujube wine. *Food Eng Prog*, 2, 163-170 (1998)
- Park JB, Sim HS, Ha SJ, Kim MD. Enhancement of antioxidative activities of berry or vegetable juices through fermentation by lactic acid bacteria. *Microbiol Biotechnol Lett*, 43, 291-295 (2015)
- Park JH, Bae SM, Yook C, Kim JS. Fermentation characteristics of *Takju* prepared with old rice. *Korean J Food Sci Technol*, 36, 609-615 (2004)
- Park SH, Jo JS. The effects of Korean ginseng (*Panax ginseng* C. A. Meyer) extracts and their fractions on the growth and metabolism of *Saccharomyces cerevisiae* and *Saccharomyces uvarum*. *Korean J Ginseng Sci*, 17, 210-218 (1993)
- Park SJ. Antioxidant activities and whitening effects of ethanol extract from *Panax ginseng* sprout powder. *J Korean Soc Food Sci Nutr*, 48, 276-281 (2019)
- Park YE, Kim BH, Yoon YC, Kim JK, Lee JH, Kwon GS, Hwang HS, Lee JB. Total polyphenol contents, flavonoid contents, and antioxidant activity of roasted-flaxseed extracts based on lactic-acid bacteria fermentation. *J Life Sci*, 28, 547-554 (2018)
- Pyo MJ, Cho AR, Kang MJ, Kim GW, Shin JH. Physicochemical characteristics and ginsenoside content of Korean traditional wine produced by fermentation of *Panax ginseng* sprouts. *Korean J Food Preserv*, 25, 659-667 (2018)
- Qin Y, Zhou XW, Zhou W, Li XW, Feng MQ, Zhou P. Purification and properties of a novel beta-glucosidase, hydrolyzing ginsenoside Rb1 to CK, from *Paecilomyces bainier*. *J Microbiol Biotechnol*, 18, 1081-1089 (2008)
- Re R, Pellegrini N, Proteggente A, Pannala A, Yang M, Rice-Evans C. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radical Bio Med*, 26, 1231-1237 (1999)
- Seo MY, Lee JK, Ahn BH, Cha SK. The changes of microflora during the fermentation of *Takju* and *Yakju*. *Korean J Food Sci Technol*, 37, 61-66 (2005)
- So MH, Yu TJ. The effect of medium-cooked rice on the production of Korean traditional *Yakju*. *Korean J Food Nutr*, 6, 189-198 (1993)
- Song YR, Lim BU, Song GS, Baik SH. Quality characteristics and antioxidant activity of *Makgeolli* supplemented with *Omija* berries (*Schizandra chinensis* Baillon). *Korean J Food Sci Technol*, 47, 328-335 (2015)
- Turpin W, Humblot C, Thomas M, Guyot JP. Lactobacilli as multifaceted probiotics with poorly disclosed molecular mechanisms. *Int J Food Microbiol*, 143, 87-102 (2010)
- Woo SM, Shin JS, Seong JH, Yeo SH, Choi JH, Kim TY, Jeong YJ. Quality characteristics of brown rice *Takju* by different *Nuruks*. *J Korean Soc Food Sci Nutr*, 39, 301-307 (2010)
- Young JY, Lee KH. Shelf-life and microbiological study of sansung *Takju*. *Korea J Food Sci Technol*, 28, 779-785 (1996)