



ARTICLE

새싹인삼 분말 열수추출물의 유식품 적용 연구

신기주^{1,2} · 허창기³ · 오임경³ · 김정실⁴ · 하호경^{1,2*}

¹순천대학교 동물자원과학과, ²순천대학교 IT-Bio시스템융합전공, ³순천대학교 식품공학과, ⁴순천대학교 융합바이오시스템기계공학과

Suitability of Hot Water Extract from *Panax ginseng* Sprout Powder as a Dairy Additive

Gi-Ju Shin^{1,2}, Chang Ki Huh³, Imkyung Oh³, Jungsil Kim⁴,
and Ho-Kyung Ha^{1,2*}

¹Department of Animal Science and Technology, Suncheon National University, Suncheon, Korea
²Interdisciplinary Program in IT-Bio Convergence System, Suncheon National University, Suncheon, Korea
³Department of Food Science Technology, Suncheon National University, Suncheon, Korea
⁴Department of Industrial Machinery Engineering, Suncheon National University, Suncheon, Korea



Received: November 17, 2021

Revised: December 15, 2021

Accepted: December 15, 2021

*Corresponding author :

Ho-Kyung Ha
Department of Animal Science and
Technology and Interdisciplinary
Program in IT-Bio Convergence System,
Suncheon National University, Suncheon
57922, Korea
Tel : +82-61-750-3233
Fax : +82-61-750-3230
E-mail : hkha@scnu.ac.kr

Copyright © 2021 Korean Society of
Dairy Science and Biotechnology.
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.

ORCID

Gi-Ju Shin
<https://orcid.org/0000-0002-7104-1534>
Chang Ki Huh
<https://orcid.org/0000-0003-4456-8477>
Imkyung Oh
<https://orcid.org/0000-0001-5200-7616>
Jungsil Kim
<https://orcid.org/0000-0001-5028-7554>
Ho-Kyung Ha
<https://orcid.org/0000-0002-0773-6585>

Abstract

This study aimed to determine the effect of extraction temperature and time on the antioxidant activity of hot water extract from *Panax ginseng* sprout powder and to evaluate the suitability of this extract for use in dairy products. Water-soluble fractions of commercial *Panax ginseng* sprout powder were obtained by hot water extraction at 25, 60, or 80°C for 0.5, 2, 12, or 24 h. The antioxidant activity of each extract was evaluated by measuring its free radical scavenging activity against 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) and 2,2'-azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid (ABTS). DPPH and ABTS free radical scavenging activity increased with extraction temperature from 25 to 80°C. At 80°C, increasing the extraction time from 0.5 to 2 h led to increases in DPPH and ABTS free radical scavenging activity. Thus, the extract obtained under 2 h at 80°C was selected for addition to milk and yogurt. After 16 days of storage, there were no significant changes in the pH of the milk or the antioxidant activity of the extract. With regard to yogurt fermentation, adding the extract did not affect the pH or the number of viable lactic acid bacteria. In conclusion, hot water extract from *Panax ginseng* sprout powder can be added to dairy products to enhance antioxidant activity.

Keywords

ginseng sprout, ginseng sprout powder, hot water extraction, antioxidant activity, dairy food application

서론

최근 코로나19의 장기화로 인한 외식 감소로 세계적으로 유식품 구매량 증가와 더불어 건강에 대한 큰 관심으로 건강 기능성 식품 시장이 큰 성장세를 이어가고 있다. 이에 따라 다양한 기능성을 지닌 유제품 개발이 요구되고 있으며 유제품의 비타민, 다당류, 미네랄, 식이섬유 등과 같은 성분 조절 및 항산화능 제공 등과 같은 기능성 위해 천연 소재를 적용해오고 있다[1].

항산화능은 노화뿐만 아니라 다양한 질병의 원인이 되는 superoxide anion radicals, hydroxyl radicals, and hydrogen peroxide 등과 같은 활성산소(reactive oxygen species, ROS)를 제거하여 체내에서 산화 스트레스(oxidative stress)를 완화시켜주는 능력으로[2,3], 항산화 활성을 지닌 다양한 합성 및 천연 항산화제가 개발되어 사용되어오고 있다[4].

인삼(*Panax ginseng*)은 오가피나무과의 다년생 초본으로 사포닌, 폴리페놀, 폴리아세틸렌, 알칼로이드 등이 다량 함유되어 있어 항산화 작용[5], 동맥경화 및 고혈압 예방[6], 항암작용[7] 등 다양한 건강 증진 효과를 지니고 있다[8]. 정상적으로 재배된 인삼은 강한 쓴맛과 높은 경화도로 인해 많은 사람들이 사용하지 않고 뿌리만 섭취하고 있다. 인삼의 재배에는 많은 시간과 노력이 소요될 뿐만 아니라 재배 기간 동안 노출되는 다양한 병충해로 인해 농약을 사용하여 재배하고 있다[9]. 이에 반해 새싹인삼(*Panax ginseng* sprout)은 1년 또는 2년근 이내의 묘삼을 이용, 약 20-60일 정도의 단기간 재배를 통해 생산 가능할 뿐만 아니라 뿌리, 줄기, 잎을 모두 섭취할 수 있다[10,11]. 또한 새싹인삼은 연중 재배가 가능할 뿐만 아니라 농약의 사용 없이 수경재배가 가능한 장점을 지니고 있어 스마트팜 또는 식물공장 등에서 재배하기 용이한 장점을 지니고 있다[10,11]. 특히, 새싹인삼은 잎과 뿌리의 큰 차이 없이 모두 높은 항산화 효능을 지니고 있다고 알려져 있어[12], 새싹인삼의 잎과 뿌리를 모두 사용하여 분말화 한 새싹인삼 분말 또한 높은 항산화 효과를 지니고 있을 것으로 기대된다. 새싹인삼 분말은 프레스햄[13], 설기떡[14] 등과 같은 식품에 적용되어 오고 있다. 그러나 새싹인삼 분말은 물에 분산 시 용해되지 않고 침전이 발생하여 다양한 식품 적용이 어려운 단점을 지닌다.

수용해도가 낮은 원료의 적용성 증진 및 생리 활성 성분 추출을 위해 온수, 에탄올, 유기용매 등 다양한 용매와 방법을 이용한 추출 방법이 적용되고 있다. 초음파 추출, 마이크로웨이브 추출, 초임계 및 아임계 추출 등의 물리, 화학적 추출 방법 등은 유용 성분의 추출 효율은 높으나, 초기 설치비용이 높고 추출할 수 있는 양이 제한적이다[15,16]. 열수 추출은 추출할 용매를 뜨거운 물에 넣어 추출하는 방법으로 가용 성분 추출에 대하여 상대적으로 낮은 추출 효율을 가지고 높은 에너지와 열에 의한 유용 성분이 파괴될 수 있는 단점을 지니고 있으나, 낮은 초기 설치비용과 추출할 수 있는 양에 대한 제약도 자유로울 뿐만 아니라 유기용매를 사용하지 않아 안전성이 확보되는 등의 장점으로 인해 다양한 원료에서 유용 성분을 추출하는 데 널리 사용되고 있다[16,17].

본 연구에서는 새싹인삼 분말을 비교적 간단하고 대량 처리가 가능한 열수추출을 통해 유제품 적용성을 증진함과 동시에 새싹인삼 분말 고유의 항산화 활성을 부여하고자 유용 성분의 열수추출 효율에 영향을 미칠 수 있는 추출 온도와 시간에 따른 새싹인삼 분말 열수추출물의 항산화 활성을 연구하여 최적 추출 조건을 확립하고, 추출물의 유제품 적용성 연구를 위해 유제품 제조 및 저장 조건에서 항산화 활성 변화 및 유제품 품질에 미치는 영향을 연구하고자 하였다. 따라서 본 연구의 목적은 추출 온도 및 시간이 새싹인삼 분말 열수추출물의 항산화 활성에 미치는 영향을 규명하고, 새싹인삼 분말 열수추출물의 유제품 제조 및 저장 공정 동안 항산화 활성 변화 및 pH와 생균 수 변화에 미치는 영향을 규명하여 유제품 적용성을 평가하는 것이다.

재료 및 방법

1. 시약

새싹인삼 분말은 (주)광양의 가면에서 시판되는 통삼분말을 구매하여 사용하였고, 요구르트 제조를 위한 탈지분유는 서울우유협동조합에서 구매하여 사용하였다. 2,2'-azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid)(ABTS) 시약과 Potassium persulfate, 2,4,6-tripyridyltriazine(TPTZ), ferric chloride, sodium acetate는 Sigma-Aldrich(St. Louis, MO, USA)에서 구매했고 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl(DPPH) 시약은 Alfa Aesar(Haverhill, MA, USA)에서 구매하였다.

2. 새싹인삼 분말 열수추출물 제조

열수추출물 제조를 위해 새싹인삼 분말을 10%(w/v) 농도로 증류수에 분산시킨 후 60℃ 및 80℃에서 30분, 1시간, 2시간, 12시간 및 24시간 동안 열처리하여 열수추출하였다. 추출물을 실온으로

냉각한 후 3,000×g, 20℃에서 20분간 원심분리하여 침전물을 제거하고 수용성 상층액을 취하여 냉장보관하며 사용하였다.

3. 2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl(DPPH) 자유 라디칼 소거활성 측정

DPPH 자유 라디칼 소거 활성은 Blois[18]의 방법을 사용하여 평가하였다. 새싹인삼 분말 열수추출물 희석액 100 μ L와 메탄올에 용해시킨 0.1 mM DPPH 용액 150 μ L를 혼합한 후 30분간 반응시킨 다음 517 nm에서 흡광도를 측정하였다. DPPH 자유 라디칼 소거 활성(scavenging activity)은 다음과 같은 식에 대입하여 계산하였으며, 3회 반복 실험하여 얻은 결과를 평균과 표준편차로 나타내었다.

$$\text{Scavenging activity}(\%) = (1 - A_{\text{sample}}/A_{\text{blind}}) \times 100$$

여기에서 A_{sample} 은 시료와 DPPH 용액 혼합물의 흡광도이고, A_{blind} 는 시료 대신 메탄올 100 μ L를 첨가하여 측정한 흡광도이다.

4. 2,2'-Azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid)(ABTS) 자유 라디칼 소거활성 측정

ABTS 자유 라디칼 소거 활성은 ABTS+cationdecolourisation assay의 방법을 변형하여 사용하였다[19]. 우선 7 mM ABTS 용액을 제조한 후 5 mL를 취한 다음 140 mM Potassium persulfate 용액 88 μ L를 혼합하여 암실에서 24시간 반응시켜 ABTS stock 용액을 제조하였다. 그런 다음 분광광도계를 이용하여 ABTS stock 용액을 732 nm에서 흡광도가 0.70±0.02가 되도록 증류수를 사용하여 희석하였다. 희석된 ABTS 용액 1.8 mL와 새싹인삼 분말 열수추출물 0.2 mL를 혼합한 후 암실에서 30분간 반응시킨 다음 734 nm에서 흡광도를 측정하였다. ABTS 라디칼 소거 활성(scavenging activity)은 다음과 같은 식에 대입하여 계산하였으며, 3회 반복 실험하여 얻은 결과를 평균과 표준편차로 나타내었다.

$$\text{Scavenging activity}(\%) = (1 - A_{\text{sample}}/A_{\text{blind}}) \times 100$$

여기에서 A_{sample} 은 시료와 ABTS 용액 혼합물의 흡광도이고, A_{blind} 는 시료 대신 증류수 100 μ L를 첨가하여 측정한 흡광도이다.

5. 새싹인삼 분말 열수추출물의 유식품 적용성 연구

새싹인삼 분말 열수추출물의 유식품 적용성 연구는 유식품 제조 및 저장 기간 동안의 항산화 활성 변화를 통해 평가하였다. 최적 조건에서 제조된 새싹인삼 분말 열수추출물의 유식품 적용성 연구를 위해 추출물을 유식품의 열처리 온도인 65℃에서 30분 및 95℃에서 30분간의 열처리를 실시한 후 DPPH 및 ABTS 라디칼 소거 활성을 측정하였다.

새싹인삼 분말 열수추출물 첨가 우유의 품질 특성 평가는 4℃에서 16일간의 저장 기간 동안 pH 변화 및 항산화 활성 변화를 DPPH 및 ABTS 라디칼 소거 활성 측정을 통해 평가하였다.

새싹인삼 분말 열수추출물 첨가 요구르트 품질 특성은 시판 중인 살균 우유에 스타터 균체인 *Lactobacillus bulgaricus*와 *Streptococcus thermophilus*를 10.7% 멸균환원탈지유에 접종 후 pH가 5.2에 도달한 다음 95℃에서 30분간 열처리한 12%(w/w) 환원 탈지유에 2%(w/w) 접종 후 42℃에서 발효하여 요구르트를 제조하였으며, 요구르트 발효 중 pH 및 생균 수 변화를 측정하여

평가하였다. 요구르트 발효 중 생균 수의 변화는 0, 2, 4, 6시간에 취한 시료를 MRS agar를 이용하여 standard plate count 법으로 37°C에서 48시간 배양한 후 생성된 colony 수가 30-300개 나타난 것을 선별한 다음 counting 하였다.

6. 통계 분석

열수 추출 공정 요인(추출 온도 및 시간)과 음식품 제조 및 저장 공정에 따른 새싹인삼 분말 열수추출물의 DPPH 및 ABTS 자유 라디칼 소거 활성은 SAS software package(Version 9.1, SAS Institute, Cary, NC, USA)를 사용하여 일원분산분석(one-way ANOVA)을 통해 분석하였다. 일원분산분석의 경사별 차이 유의성은 Fisher의 최소유의차(least significant difference, LSD) 법으로 5% 유의수준($p < 0.05$)에서 검정하였다. 모든 실험은 3번 반복하여 평균±표준편차로 나타내었다.

결과 및 고찰

1. 새싹인삼 분말 열수추출물의 특성 평가

1) 열수추출 온도에 따른 DPPH 및 ABTS 자유 라디칼 소거 활성 평가

다양한 항산화 활성 측정 방법에도 불구하고 DPPH 자유 라디칼 소거 활성법은 비교적 간단하고 빠르게 측정 가능할 뿐만 아니라 대량 측정이 가능한 장점으로 인해 특정 물질의 항산화 활성 측정에 널리 이용되고 있다[20]. 새싹인삼 분말의 최적 열수 추출 온도를 평가하기 위해 추출 온도를 실온(25°C), 60°C, 80°C로 조절하여 2시간 동안 추출한 새싹인삼 분말 열수추출물의 DPPH 및 ABTS 자유 라디칼 소거 활성은 Fig. 1에 나타내었다. DPPH 자유 라디칼 소거 활성 측정 결과, 추출 온도가 25°C에서 80°C로 증가함에 18.8%에서 26.1%로 유의적으로($p < 0.05$) 증가하였다(Fig. 1A). 또한 추출 온도가 25°C에서 80°C로 증가함에 따라 새싹인삼 분말 열수추출물의 ABTS 자유 라디칼 소거 활성이 40.8%에서 50.2%로 유의적으로($p < 0.05$) 증가하였다(Fig. 1B). 본 연구와 같은 조건의 추출 방법은 아니지만, 인삼을 고온에서 압출 성형 시 열처리 온도의 증가는 항산화 활성을 지닌 페놀 화합물의 추출 효율을 증가시켜 추출물의 항산화 활성을 증가시킨다고 보고되었다[21]. 따라서 새싹인삼 분말 열수 추출 시 최적 온도는 DPPH 및 ABTS 자유 라디칼 소거 활성이 가장 높은 80°C로 설정하고 추후 실험을 진행하였다.

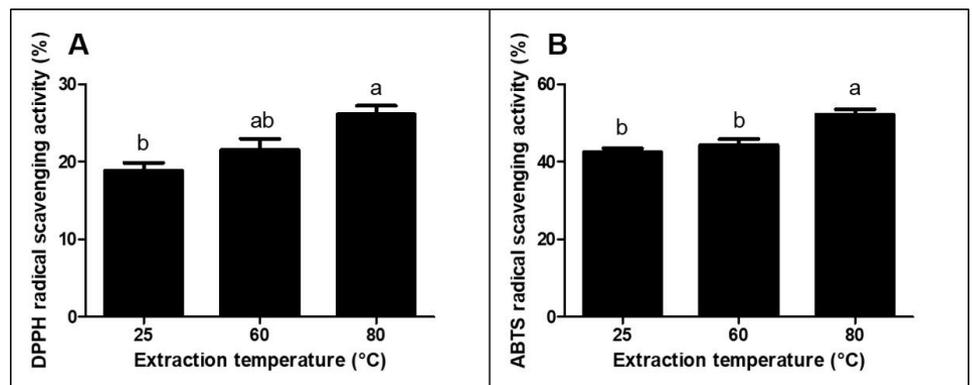


Fig. 1. Effects of extraction temperature on the DPPH (A) and ABTS (B) free radical scavenging activity of hot water extract from *Panax ginseng* sprout powder. Different letters on a column indicate significant ($p < 0.05$) differences. DPPH, 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl; ABTS, 2,2'-azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid).

2) 열수추출 시간에 따른 DPPH 및 ABTS 자유 라디칼 소거 활성 평가

열수 추출 온도 80℃에서 0.5에서 24시간 동안 열수추출한 후 DPPH 및 ABTS 자유 라디칼 소거 활성 평가 결과는 Fig. 2에 나타내었다. 그 결과, 추출 시간이 0.5에서 2시간으로 증가함에 따라 DPPH 자유 라디칼 소거 활성이 18.9%에서 26.1%로 유의적으로($p < 0.05$) 증가한 반면, 추출시간이 12시간, 24시간 경과 시 각각 24.2%, 22.9%로 유의적으로($p < 0.05$) 감소하였다(Fig. 2A). ABTS 자유 라디칼 소거 활성 또한 80℃에서 추출시간이 0.5에서 2시간으로 증가함에 따라 34.7%에서 50.2%로 유의적으로($p < 0.05$) 증가하였으나, 추출시간이 12시간, 24시간 경과 시 ABTS 자유 라디칼 소거활성이 각각 48.6%, 45.7%로 유의적으로($p < 0.05$) 감소하였다(Fig. 2B). DPPH 및 ABTS 자유 라디칼 소거 활성 측정 결과에 따라 새싹인삼 분말 열수 추출의 최적 조건은 80℃에서 2시간으로 설정하였다.

2. 새싹인삼 분말 열수추출물의 유식품 적용성 연구

1) 유식품 제조 공정에 따른 새싹인삼 분말 열수추출물의 항산화 활성 평가

최적 조건(80℃에서 2시간 동안 열수 추출)에서 제조된 새싹인삼 분말 열수추출물의 유식품 적용성 연구를 위해 유식품의 대표적인 살균조건인 65℃에서 30분 및 95℃에서 30분간 열처리 후 항산화 활성 변화를 DPPH 및 ABTS 라디칼 소거활성 측정을 통해 평가하였다(Fig. 3). 그 결과, 65℃ 및 95℃에서 30분간의 열처리에 따른 새싹인삼 분말 열수추출물의 DPPH와 ABTS 라디칼 소거 활성에는 유의적인 차이가 없음을 확인하였다. 이에 따라 제조된 새싹인삼 분말 열수추출물의 유식품 적용 시 살균에 의한 항산화 활성 저하 없이 높은 적용성을 보일 것으로 기대된다.

2) 새싹인삼 분말 열수추출물 첨가 우유의 품질 특성 평가

새싹인삼 분말 열수추출물을 첨가한 우유의 저장기간에 따른 pH 변화는 Fig. 4에 나타내었다. 그 결과, 새싹인삼 분말 첨가 우유의 pH는 6.613 ± 0.08 로 새싹인삼 첨가 후 우유의 pH에 유의적인 변화가 나타나지 않았으며, 16일간의 저장기간에도 pH에는 유의적인 영향을 주지 않아 높은 유식품 적용성을 지님을 확인하였다(Fig. 4).

새싹인삼 분말 열수추출물 첨가 우유의 저장기간에 따른 DPPH와 ABTS 라디칼 소거활성 측정 결과, 4℃에서 16일간의 저장 기간 동안 유의적인 차이를 나타내지 않았다(Fig. 5). 결과적으로 새싹

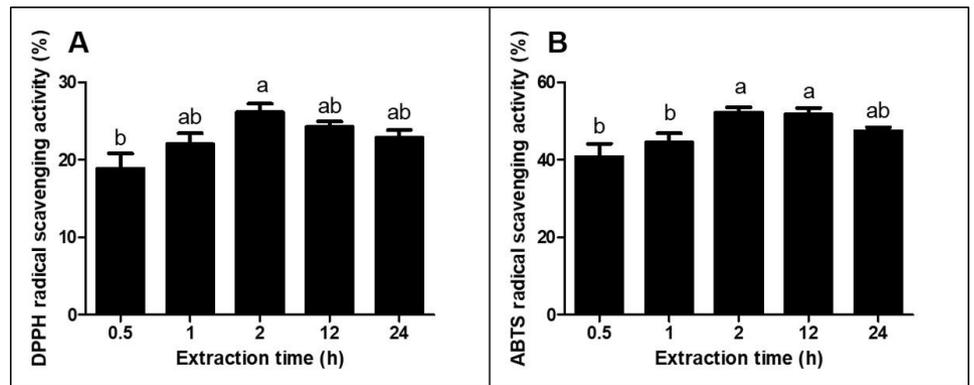


Fig. 2. Impacts of extraction time on the DPPH (A) and ABTS (B) free radical scavenging activity of hot water extract from *Panax ginseng* sprout powder. Different letters on a column indicate significant ($p < 0.05$) differences. DPPH, 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl; ABTS, 2,2'-azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid).

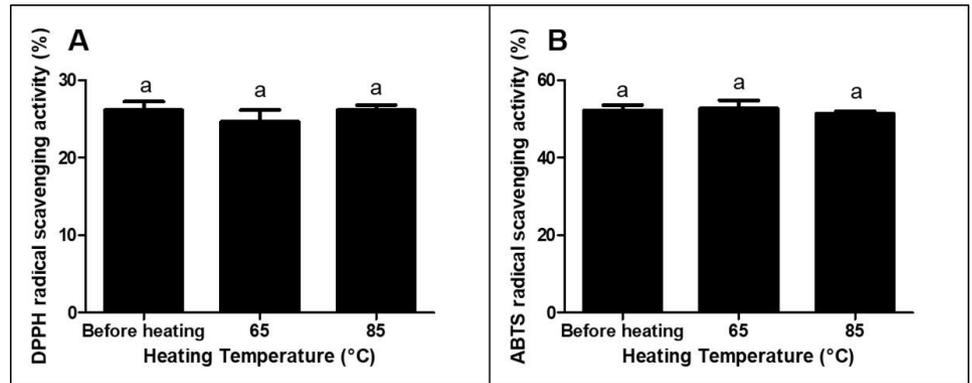


Fig. 3. Effects of heat pasteurization of hot water extract from *Panax ginseng* sprout powder at 65°C and 95°C for 30 min on the DPPH and ABTS free radical scavenging activity. Different letters on a column indicate significant ($p < 0.05$) differences. DPPH, 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl; ABTS, 2,2'-azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid).

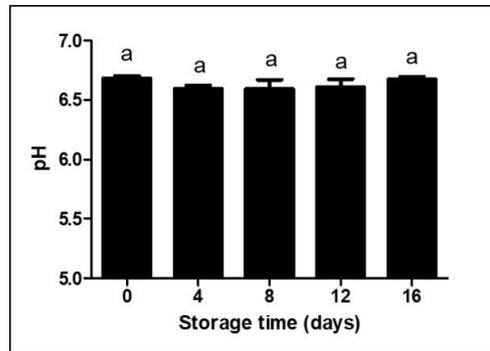


Fig. 4. Changes in pH of milk fortified with hot water extract from *Panax ginseng* sprout powder during storage at 4°C for 16 days. Different letters on a column indicate significant differences ($p < 0.05$).

인삼 분말 열수추출물은 우유에 적용 시 저장기간 동안 항산화 활성을 유지하는 것을 확인하였다.

3) 새싹인삼 분말 열수추출물 첨가 요구르트의 품질 특성 평가

새싹인삼 분말 열수추출물이 첨가된 우유를 사용하여 요구르트 제조 과정 중 pH 변화는 Fig. 6에 나타내었다. 새싹인삼 분말 열수추출물과 starter culture가 첨가된 우유를 40°C에서 배양한 결과, 6시간 배양 뒤 pH 4.55 ± 0.06 에 도달하였고 열수추출물 미첨가구(control)와 첨가구(extract)간 pH에 유의적인 차이를 보이지 않았다. 따라서 새싹인삼 분말 열수추출물 첨가 시 요구르트의 품질 특성 중 하나인 pH에 영향을 주지 않는 것을 알 수 있었다.

새싹인삼 분말 열수추출물이 첨가된 우유를 사용하여 요구르트 발효 중 유산균의 생균 수 변화 측정 결과, 새싹인삼 분말 열수추출물 첨가는 요구르트 발효 중 유산균의 생균 수에 유의적인 영향을 주지 않아 요구르트 품질 특성에 영향을 미치지 않는 것을 확인하였다(Fig. 7). 기존 연구에서 요구르트에 첨가한 성분이 유산균의 산 생성능력에 영향을 준다는 결과들이 보고되었다. 그 예로 클로렐라 [22], 복분자[23], 쌀 막걸리[24] 등을 요구르트에 첨가 시 유산균의 산 생성 가능 강화로 요구르트의 pH가 더 빠르게 감소되어 요구르트 제조 시간을 단축할 수 있다고 보고되었으나 본 연구에서 사용된 새싹인삼 분말 열수추출물은 유산균의 산 생성에는 큰 영향을 주지 않는 것을 알 수 있었다.

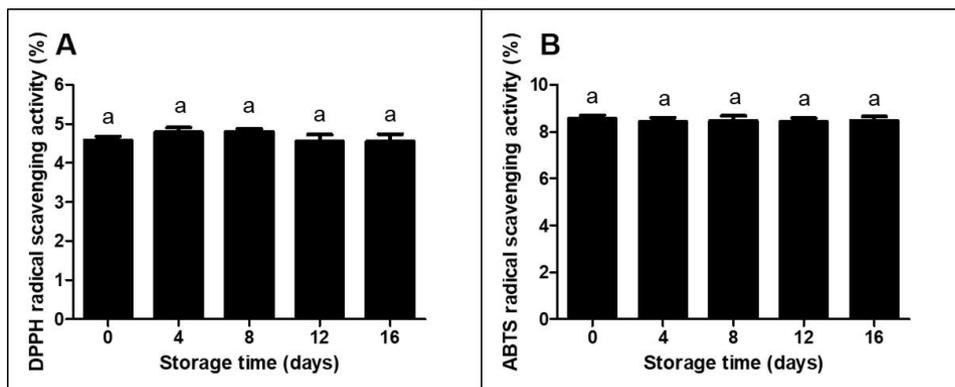


Fig. 5. Changes in DPPH (A) and ABTS (B) free radical scavenging activity of milk fortified with hot water extract from *Panax ginseng* sprout powder during storage at 4°C for 16 days. Different letters on a column indicate significant differences ($p < 0.05$). DPPH, 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl; ABTS, 2,2'-azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid).

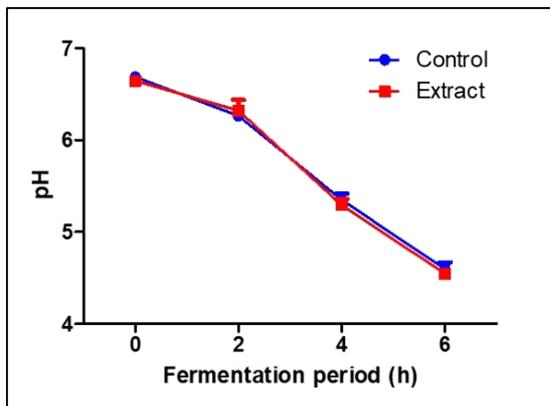


Fig. 6. Changes in pH during fermentation of yogurt fortified with hot water extract from *Panax ginseng* sprout powder at 42°C for 6 h.

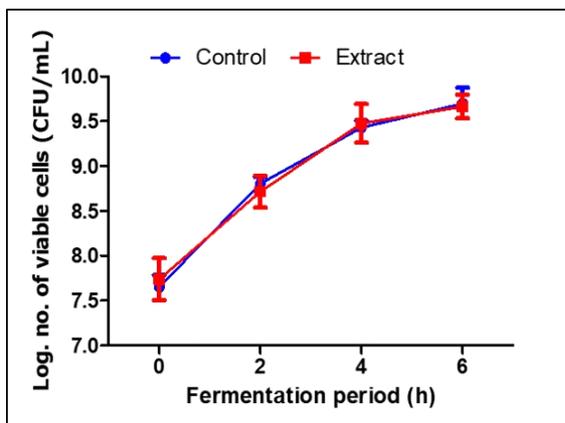


Fig. 7. Changes in number of viable lactic acid bacteria during fermentation of yogurt fortified with hot water extract from *Panax ginseng* sprout powder at 42°C for 6 h.

요 약

본 연구에서는 수용해도가 낮은 새싹인삼 분말을 열수 추출하여 식품 적용성을 높이고자 하였다. 본 연구에서는 다양한 열수추출 온도와 시간 조절을 통해 가장 높은 항산화 활성을 지닌 새싹인삼 분말 열수추출물 제조 조건을 선별하였다. 본 연구에서 제조된 새싹인삼 분말 열수추출물은 유식품 제조 및 저장 조건에서 항산화 활성을 유지할 뿐만 아니라 우유 및 요구르트 적용 시 pH 및 유산균 생균 수와 같은 유제품의 주요 특성에도 큰 변화가 없어 높은 유식품 적용성을 나타내었다. 결론적으로 본 연구에서 제조된 수용성 새싹인삼 분말 추출물은 뛰어난 유식품 적용성을 지닐 뿐만 아니라 식품 저장 및 제조 공정 중 항산화 활성을 유지하기 때문에 다양한 식품 적용이 가능할 것으로 기대된다.

Conflict of Interest

The authors declare no potential conflict of interest.

감사의 글

본 연구는 과학기술정보통신부 및 정보통신기획평가원의 지역지능화혁신인재양성(Grand ICT연구센터) 사업의 연구결과로 수행되었음(IITP-2021-2020-0-01489).

References

1. Sukhikh SA, Astakhova LA, Golubcova YV, Lukin AA, Prosekova EA, Milent'eva IS, et al. Functional dairy products enriched with plant ingredients. *Foods Raw Mater.* 2019;7:428-438.
2. Luo D, Fang B. Structural identification of ginseng polysaccharides and testing of their antioxidant activities. *Carbohydr Polym.* 2008;72:376-381.
3. Wang Y, Wu Y, Wang Y, Xu H, Mei X, Yu D, et al. Antioxidant properties of probiotic bacteria. *Nutrients.* 2017;9:521.
4. Yoon JW, Kim HN, Ha TJ, Park SH, Lee SM, Ahn SI, et al. Antioxidant activity of greek-style yogurt with stevia leaf extracts. *J Milk Sci Biotechnol.* 2016;34:263-270.
5. Kim HG, Yoo SR, Park HJ, Lee NH, Shin JW, Sathyanath R, et al. Antioxidant effects of *Panax ginseng* C.A. Meyer in healthy subjects: a randomized, placebo-controlled clinical trial. *Food Chem Toxicol.* 2011;49:2229-2235.
6. Jeon BH, Kim CS, Park KS, Lee JW, Park JB, Kim KJ, et al. Effect of Korea red ginseng on the blood pressure in conscious hypertensive rats. *Gen Pharmacol Vascul Syst.* 2000;35:135-141.
7. Shin HR, Kim JY, Yun TK, Morgan G, Vainio H. The cancer-preventive potential of *Panax ginseng*: a review of human and experimental evidence. *Cancer Causes Control.* 2000;11:565-576.
8. Park JD. Recent studies on the chemical constituents of Korean ginseng. *Korean J Ginseng Sci.* 1996;20:389-415.

9. 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.* 2019;48:699-703.
10. Seong BJ, Kim SI, Jee MG, Lee HC, Kwon AR, Kim HH, et al. Changes in growth, active ingredients, and rheological properties of greenhouse-cultivated ginseng sprout during its growth period. *Korean J Med Crop Sci.* 2019;27:126-135.
11. Hwang SH, Kim SC, Seong JA, Lee HY, Cho DY, Kim MJ, et al. Comparison of ginsenoside contents and antioxidant activity according to the size of ginseng sprout has produced in a plant factory. *J Appl Biol Chem.* 2021;64:253-261.
12. Park SJ. Antioxidant activities and whitening effects of ethanol extract from *Panax ginseng* sprout powder. *J Korean Soc Food Sci Nutr.* 2019;48:276-281.
13. Lee JI. Quality characteristics of press ham containing ginseng powder. *J Anim Sci Technol.* 2006;48:425-434.
14. Lee SH. Quality characteristics of Sulgidduk added with *Panax ginseng* sprout powder. *Culin Sci Hosp Res.* 2018;24:133-139.
15. Shin SL, Lee CH. Antioxidant activities of ostrich fern by different extraction methods and solvents. *J Life Sci.* 2011;21:56-61.
16. Kwon YR, Youn KS. Antioxidant and physiological activities of *Hijikia fusiforme* by extraction methods. *Korean J Food Preserv.* 2017;24:631-637.
17. Kim SI, Sim KH, Ju SY, Han YS. A study of antioxidative and hypoglycemic activities of Omija (*Schizandra chinensis* Baillon) extract under variable extract conditions. *Korean J Food Nutr.* 2009;22:41-47.
18. Blois MS. Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. *Nature.* 1958;181:1199-1200.
19. 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.* 1999;26:1231-1237.
20. Que F, Mao L, Zhu C, Xie G. Antioxidant properties of Chinese yellow wine, its concentrate and volatiles. *LWT-Food Sci Technol.* 2006;39:111-117.
21. Hwang IG, Kim HY, Joung EM, Woo KS, Jeong JH, Yu KW, et al. Changes in ginsenosides and antioxidant activity of Korean ginseng (*Panax ginseng* C.A. Meyer) with heating temperature and pressure. *Food Sci Biotechnol.* 2010;19:941-949.
22. Sung YM, Cho JR, Oh NS, Kim DC, In MJ. Preparation and quality characteristics of curd yogurt added with chlorella. *J Korean Soc Appl Biol Chem.* 2005;48:60-64.
23. Lee JS, Choi HY, Bae I. Quality properties of yoghurt added with bokbunja (*Rubus coreanus* Miquel) wine. *Korean J Food Sci Anim Resour.* 2013;33:806-816.
24. Lee JS, Bae I. A study on the quality properties of yogurt containing Makgeolli (Korea Rice-Wine). *J Milk Sci Biotechnol.* 2017;35:135-142.