



Physicochemical characteristics and ginsenoside content of Korean traditional wine produced by fermentation of *Panax ginseng* sprouts

Min-Jung Pyo, A-Ro Cho, Min-Jung Kang, Gyeong-Wha Kim, Jung-Hye Shin*
Namhae Garlic Research Institute, Namhae 52430, Korea

새싹삼 발효주의 발효기간 중 이화학적 특성 및 진세노사이드 함량변화

표민정 · 조아로 · 강민정 · 김경화 · 신정혜*
 (재) 남해마늘연구소

Abstract

Panax ginseng sprouts are well known for their high ginsenoside content and are free from pesticide contamination. Therefore, we made liquor from *Panax ginseng* sprouts using different methods of fermentation: using ground *Panax ginseng* sprouts (GP), using an aqueous extract of *Panax ginseng* sprouts at 50±3 °C (WEP), and using an enzyme hydrolyzed extract of *Panax ginseng* sprouts (EEP), along with a control reaction using no *Panax ginseng* sprouts (CO). We evaluated physicochemical characteristics to define the optimal fermentation conditions. Our results showed that acidity, total phenol content, and ABTS radical scavenging activity increased and the pH and reducing sugar content decreased as fermentation progressed. The content of the ginsenoside Re was the highest, followed by Rg1 and Rh1; the other ginsenosides were present in minimal amount. Total ginsenoside content of WEP was higher than that of GP, EEP, and CP on the 6th day of fermentation. These data indicated that the physicochemical changes are similar between the various methods of *Panax ginseng* sprout liquor fermentation; however, aqueous extracts at 50 °C are the most ideal substrates to obtain a high ginsenoside content.

Key words : *Panax ginseng* sprout, traditional fermented wine, ginsenoside, antioxidant activity

서론

동양의 대표적인 영약인 인삼(*Panax ginseng* C. A. Meyer)은 오가과(Araliaceae) 인삼속에 속하는 식물로 다양한 약리효과를 가지고 있어 다방면으로 이용되고 있다(1). 특히 우리나라가 생산하는 고려인삼은 전 세계적으로 그 효능이 우수하다고 알려져 있다(2). 인삼은 한의학적으로 주로 기허(幾許)에 사용하는 중요한 보기약(補氣藥)으로 알려져 있으며, 중국을 비롯한 여러 동양권의 한방의서에 수록되어 체력증강, 피로회복, 소화기계, 신경계, 대사계 순환기계 등의 기능조절을 위해 단독 또는 처방의 구성 생약으

로 활용된다(3).

인삼은 노지에서 5-6년 이상 재배하여 상품이 되며, 사포닌, 폴리페놀, 폴리아세틸렌, 알칼로이드 등이 함유되어 있고, 그 중에서 사포닌은 진세노사이드라고 불리며, 그 종류가 30가지에 이르는데 항산화 작용, 면역증강, 동맥경화와 고혈압 예방(4), 항염증(5) 등 매우 다양한 효능이 알려져 있다. 진세노사이드는 인삼의 뿌리뿐만 아니라 줄기, 잎 등의 부산물에도 다량으로 함유되어 있는데, 인삼 뿌리에는 4.45%, 인삼 잎 12.8-18.7%, 인삼 꽃 6.9%, 인삼 열매 6.68%, 인삼 줄기 1.6-2.39%, 인삼 씨앗에는 3.3%로 인삼 뿌리에 비해 인삼 잎, 꽃, 줄기는 2-4배 정도로 많은 사포닌을 함유하고 있는 것으로 알려져 있으나(6-8), 인삼은 재배기간 동안에 모잘록병, 뿌리썩음병, 점무늬병, 잿빛 곰팡이병, 탄저병 등과 같은 많은 병충해에 감염되므로 다량의 농약을 사용하여 뿌리 이외의 부산물은 이용하지 못하고 폐기하고 있는 실정이다(9).

이에 반해, 새싹삼은 수경재배를 통해 1년 정도 키운 묘

*Corresponding author. E-mail : whanbee@hanmail.net
 Phone : 82-55-860-8947, Fax : 82-55-860-8960
 Received 17 July 2018; Revised 29 August 2018; Accepted 30 August 2018.
 Copyright © The Korean Society of Food Preservation. All rights reserved.

삼을 배양토에 이식하여 2개월 정도 키운 것으로 농약 없이 재배하기 때문에 뿌리부터 줄기, 잎 모두 섭취 및 이용 가능하여 최근 새싹삼에 대한 인기가 높아지고 있다(10). 최근에는 수확시기에 따른 새싹삼의 부위별 생육 및 ginsenoside 함량변화를 확인한 연구(11)와 새싹삼의 이용가공과 관련하여 굴과 새우를 이용한 새싹삼 페이스트의 품질특성에 대한 연구(12), 새싹인삼을 첨가한 카스텔라의 품질특성(13)에 대한 연구가 진행되어 있다.

진세노사이드는 인삼의 재배 조건에 따라 함량에 차이가 나타난다고 알려져 있으나, 대부분의 인삼은 진세노사이드 Rg1, Rb1, Rb2, Rc, 및 Re를 주로 함유하고 있다고 알려져 있는데, 이 중 Re, Rd, Rg1 등이 전체 사포닌의 70% 이상을 차지하며, 비교적 분자량이 적은 저분자 진세노사이드 Rh1, Rg2, 및 Rg3는 거의 함유하지 않는다(14). 진세노사이드 Rh1, Rg2, 및 Rg3는 증숙, 발효 및 산처리 등의 가공을 거쳐야 생성되는 이차적 물질로서 인삼유가 함유한 본래의 고분자 진세노사이드의 화학적 변환에 의해 생성되므로(15) 항염증 효과, 항노화 효과, 암세포 전이 억제효과 등 약리적 활성이 강한 진세노사이드 Rg3를 증가시키고자 효모 등 미생물의 초산발효나 백삼을 홍삼으로 증숙하는 공정을 적용하는 연구들이 진행되고 있다(16,17). 하지만 백삼 추출물을 양조식초에서 90℃를 유지한 채 11시간 반응시켜 놓은 경우 Rg3의 함량은 최대 4.5%를 나타내지만 24시간 후에는 유기산의 영향으로 전체 진세노사이드의 분해를 가속화시키는 효과가 유발된다는 보고(17)도 있어 다양한 발효 조건에서 진세노사이드의 함량의 변화에 대한 연구들이 더 추진되어야 한다.

따라서 본 연구에서는 새싹삼을 이용한 발효 가공품 개발의 기초자료를 확보하고자 3단 담금 공정을 통해 발효주를 제조한 후 전처리 방법을 달리한 새싹삼을 첨가하여 숙성시키면서 phenolic compound와 진세노사이드를 중심으로 한 주요 성분의 변화와 항산화 활성의 변화를 분석하였다.

재료 및 방법

발효주 제조용 재료

새싹삼은 개체당 무게 4.5 ± 0.8 g, 길이 50 ± 5 cm 정도의 것을 고성 공룡엑스포 영농조합법인으로부터 제공받아 흐르는 물에서 세척하여 자연건조 한 다음 전체를 분쇄하여 시료로 사용하였다. 발효주의 최종 분량 대비 3%의 새싹삼을 함유하도록 분량의 새싹삼 분쇄물에 무게 대비 20배의 물을 가한 후 50 ± 2 ℃에서 6시간 동안 가열하여 저온 추출물을 제조하였다. 효소분해 추출액은 저온 추출물과 동일한 분량의 새싹삼 분쇄물과 정제수를 혼합한 다음 viscozyme (Novozyme, Bagsvaerd, Copenhagen, Denmark) 0.75%와

fungamyl(Novozyme)을 0.25% 혼합한 효소액을 전체 부피 대비 1% 첨가하여 50 ± 2 ℃에서 24시간 동안 효소 분해하여 제조하였다.

새싹삼 발효주 제조를 위한 누룩은 세척하여 3-4시간 불려서 물빼기한 후 분쇄한 다음 무게 대비 10% 정도의 수분을 함유하도록 조정하고 여기에 *Rhizopus oryzae* 포자를 접종하여 고루 혼합하여 두께 3-5 cm 정도로 만들어 한지로 포장하여 실온에서 20일 정도 띄워 제조하였다. 띄우기가 완성된 누룩은 표면의 균사체를 털어내고 분쇄하여 사용하였으며 정제수는 시판되고 있는 삼다수를 구입하여 사용하였다. 지에밥 제조를 위한 쌀은 무게 비율로 찰쌀과 멥쌀을 2:8로 혼합하여 사용하였다. 분량의 쌀을 세척한 후 5시간 동안 불림처리 한 다음 40분 동안 증숙하여 고두밥을 제조해 50℃ 정도로 식혀서 사용하였다.

새싹삼 발효주의 제조 및 숙성

새싹삼 발효주는 3단 발효를 통해 제조하였다. 1단계에서는 가열 살균한 맥아 추출액에 *Saccharomyces cerevisiae*를 접종하여 30℃에서 2일간 증식시킨 주모, 누룩 및 정제수를 25:400:500의 무게비로 혼합한 후 30℃에서 2일간 발효하였다. 이어 2단계 발효에서는 1단 담금된 시료에 누룩 70 g과 지에밥 480 g을 추가한 후 정제수 1,000 g을 가하여 25℃에서 2일간 발효하였다. 3단계에서는 2단계 발효 시와 동일한 양의 누룩, 지에밥과 정제수에 새싹삼 저온추출액과 효소 분해액을 각각 가하고, 분쇄물 첨가군은 분량의 분쇄물에 용수만을 가하여 각각을 혼합한 후 20℃에서 6일간 발효시켰다. 이 때 동일한 방법으로 용수에 새싹삼을 첨가하지 않은 것을 대조군으로 하였다. 1, 2단계 발효에서는 담금 직후와 숙성 2일에 각각 시료를 취하였고, 3단계 발효에서는 담금 직후와 숙성 기간 동안 2일 간격으로 시료를 취하였다.

알코올 농도, pH 및 산도

알코올 농도는 국세청 주류분석규정(18)에 따라 측정하였다. 500 mL 둥근 플라스크에 100 mL의 시료를 취한 후 수증기 증류하여 증류액이 60 mL가 되면 증류수를 가해 100 mL로 정용하여 잘 혼합한 다음 디지털 주정계(MT-830, Atago Co., Ltd., Tokyo, Japan)로 측정하였다.

pH와 산도는 시료액 1 mL를 취하여 자동적정기(G20 compact titrator, Mettler toledo, Langacher, Greifensee, Switzerland)를 이용해 동시에 분석하였다.

환원당

Dinitrosalicylic acid(DNS)법에 따라 증류수로 희석한 시료액 1 mL에 DNS시약 3 mL를 가한 후 끓는 물에서 15분간 중탕 가열 한 다음 빙수 중에서 냉각하였다. 이것을 분광광도계(Libra S 35, Biochrom Ltd., Cambridge, England)로 570

nm에서 흡광도를 측정하여 glucose(Sigma-Aldrich Co., St. Louis, MO, USA)를 표준물질로 한 검량곡선에 따라 정량하였다.

총 페놀 화합물 함량

총 페놀 화합물의 함량은 폴리페놀성 물질인 phosphomolybdic acid와 반응하여 청색을 나타내는 원리로 Folin-Denis 법(19)에 따라 시료 추출 여액 1 mL에 Folin-Ciocalteu 시약 0.5 mL를 넣고 3분간 충분히 교반한 다음 10% Na₂CO₃ 용액을 0.5 mL를 가하여 실온의 암실에서 1시간 정치한 후 760 nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준물질로 gallic acid(Sigma-Aldrich Co.)를 사용하여 시료와 동일한 방법으로 분석하여 얻은 검량선으로부터 총 페놀 화합물의 함량을 계산하여 gallic acid equivalent(mg GAE/g)로 표기하였다.

진세노사이드 정량

시료 3 g에 30 mL의 50% MeOH을 첨가한 후 15분 동안 초음파 추출하여 여과하였다. Sep-Pak Plus C₁₈ cartridge에 MeOH 3 mL를 서서히 용출시켜 conditioning하고 다시 3 mL의 증류수로 2차 conditioning 시켰다. 추출 시료액 2 mL을 cartridge에 loading하고 10 mL 증류수로 서서히 용출하여 당류 등을 제거하였다. 메탄올 2 mL를 처리하여 진세노사이드를 용출한 후 0.45 µm membrane filter로 여과하였다. 진세노사이드 함량은 HPLC-DAD(Agilent 1260, Agilent Technologies, Santa clara, CA, USA)로 분석하였다. 분석 컬럼은 Agilent Zorbax SB-C₁₈(4.6×250 mm, 5 µm, Agilent Technologies)를 사용하고, 이동상의 유속은 0.8 mL/min, 컬럼 온도는 40°C, UV 검출기의 검출파장은 203 nm로 분석하였다. 이동상은 water(A)와 acetonitrile(B)를 사용하여 서로의 비율을 70:30-5:95로 변화시키면서 유속을 0.8 mL/min로 조정하여 70분간 분석하였다. 표준물질로 10종의 진세노사이드(Sigma-Aldrich Co.)를 사용하여 시료와 동일한 방법으로 분석하여 얻은 검량선으로부터 함량을 계산하였다.

항산화활성

항산화활성은 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl(DPPH)와 2,2'-

azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulphonic acid)(ABTS) radical 소거활성을 통해 평가하였다. DPPH radical 소거활성은 DPPH에 대한 전자공여 활성으로 나타낸 것으로 시료의 항산화 활성이 높을수록 보라색이 탈색되는 원리를 이용한 Blois(20)의 방법을 변형하여 측정하였다. 에탄올로 1.5×10⁻⁴ M 농도가 되도록 조절된 DPPH 용액 100 µL와 시료 100 µL를 혼합한 다음 실온에서 20분간 반응시킨 후 525 nm에서 흡광도를 측정해 시료 무첨가구에 대한 시료첨가구의 흡광도비로 계산하여 %로 나타내었다.

ABTS radical 소거활성은 Re 등(21)의 방법에 따라 7 mM ABTS 용액에 potassium persulfate를 2.4 mM이 되도록 용해시킨 다음 암실에서 12-16시간 동안 반응시킨 후 415 nm에서 흡광도가 1.5가 되도록 증류수로 희석하였다. 이 용액 100 µL에 농도별 시료액을 100 µL 가하여 실온에서 5분간 반응시킨 후 415 nm에서 흡광도를 측정하였으며, ABTS radical 소거능은 시료첨가구와 무첨가구의 흡광도비로 나타내었다.

통계처리

모든 실험은 3회 이상 반복하여 실시하였으며 실험으로부터 얻은 결과는 SPSS 18.0(IBM Corporation, Endicott, NY, USA)을 사용하여 분석하였다. 결과치는 실험군당 평균±표준편차로 표시하였고, 통계적 유의성 검정은 일원배치 분산분석 한 후 p<0.05 수준에서 Duncan's multiple range test를 시행하였다.

결과 및 고찰

담금 중 이화학적 특성

발효주를 3단계로 나누어 증량함에 있어 각 단계마다 2일간 숙성시키면서 이화학적 특성을 분석한 결과는 Table 1과 같다. 알코올 함량은 발효주 담금 1단계 숙성 2일째에 15.00%였고, 담금 2단계 숙성 2일째에 10.00%, 담금 3단계 숙성 2일째에는 13.00%로 발효주의 담금이 성공적으로 진행됨을 알 수 있었다.

발효주 담금 1단계 숙성 전의 pH는 6.67에서 2일 숙성

Table 1. Changes in physicochemical characteristics of wine mashing step added with *Panax ginseng* sprout from different pre-treatment condition

Fermentation periods (days)	1 st fermentation step		2 nd fermentation step		3 rd fermentation step	
	0	2	0	2	0	2
Alcohol contents (%)	-	15.00±0.20 ¹⁾	5.00±0.10 ^a	10.00±0.30 ^c	7.00±0.10 ^b	13.00±0.20 ^d
pH	6.67±0.26 ^c	4.70±0.07 ^b	6.70±0.41 ^c	3.77±0.01 ^a	3.98±0.02 ^a	3.86±0.02 ^a
Acidity (%)	0.16±0.01 ^a	0.38±0.05 ^b	0.17±0.03 ^a	0.87±0.02 ^d	0.64±0.02 ^c	0.69±0.03 ^c
Reducing sugar (g/100 g)	3.36±0.03 ^e	1.26±0.02 ^b	3.52±0.14 ^f	2.23±0.04 ^d	1.95±0.04 ^c	0.82±0.02 ^a

^{1)a-d} Means with different superscripts within the same row are significantly different by Duncan's multiple range test (p<0.05).

후 4.70으로 떨어졌으며, 2단 담금에서 pH는 6.70에서 2일 후 3.77로 감소한 이후, 담금 3단계에는 숙성 전후의 pH에 유의적 차이가 없었다. 이는 Jang(22)의 연구에서 시판약주의 pH는 발효초기에 저하되지만, 이후에는 pH 4.0 이하로 안정적으로 유지된다는 보고와 동일한 경향이었다.

발효주 담금 단계에서의 산도는 담금 2단계에서 숙성 전 0.17%이던 것이 숙성 2일 후 0.87%로 증가하여 그 변화 폭이 가장 컸다. 반면 담금 3단계에는 숙성 전에는 산도가 0.64%에서 숙성 2일 후에는 0.69%로 차이가 없었다. 이러한 결과는 발효주의 발효 초기에 총산의 함량이 급격히 증가하며 그 이후에는 변화가 미미하였다는 So 등(23)의 연구결과와 유사하였다.

알코올 발효에서 원료 중 전분은 당화 amylase작용에 의해서 큰 전분분자가 작은 전분분자로 분해되고 다시 glucose로 분해되어 알코올 발효의 기질로 이용되며, 감미도에 관여하는 중요한 성분이다(24). 발효주 담금 1단계에서 숙성 전에 환원당의 함량은 3.36 g/100 g에서 숙성 2일 후 1.26 g/100 g으로 변화하였고, 발효주 담금 2단계에서는 숙성 전 3.52 g/100 g에서 숙성 2일 후 63.4% 정도가 잔존하였고, 담금 3단계에서는 1.95 g/100 g에서 0.82 g/100 g으로 감소하였다. 이러한 변화는 담금이 진행됨에 따라 발효주의 환원당이 알코올 발효되었기 때문으로 생각되는데, 1단 담금 후 환원당 함량이 가장 큰 폭으로 감소하여 2일 숙성 후 잔존율은 약 37.5%로 발효가 가장 활발히 진행된 것으로 추정된다.

발효주 숙성 중 알코올의 함량변화

새싹삼 발효주의 3단 담금 후 숙성 기간 동안 알코올 함량의 변화는 Table 2와 같다. 새싹삼 발효주의 알코올 함량은 숙성기간 동안 증가하는 경향이었으나 숙성 4일과 6일에는 알코올 함량 차이가 없어 숙성 4일이 지나면서 알코올 발효는 종료된 것으로 판단된다. 새싹삼 발효주의

Table 2. Changes in alcohol contents of fermented wine added with *Panax ginseng* sprout from different pre-treatment condition

Sample code ¹⁾	Fermentation periods (days)			
	0	2	4	6
CO	8.50±0.20 ^{a2)A3)}	11.03±0.80 ^{bB)}	12.13±0.50 ^{cA)}	12.10±0.53 ^{cA)}
GP	8.20±0.30 ^{aA)}	10.50±0.20 ^{bAB)}	11.50±0.20 ^{cA)}	12.03±0.31 ^{dA)}
WEP	8.00±0.36 ^{aA)}	10.03±0.21 ^{bA)}	11.50±0.40 ^{cA)}	11.80±0.60 ^{cA)}
EET	9.03±0.21 ^{aB)}	10.50±0.40 ^{bAB)}	11.50±0.20 ^{cA)}	11.80±0.40 ^{cA)}

¹⁾CO, not added *Panax ginseng* sprout; GP, added grind *Panax ginseng* sprout; WEP, added low temperature (50±3 °C) extract of *Panax ginseng* sprout; EET, added enzyme hydrolyzed extract of *Panax ginseng* sprout.

^{2)a-c)}Means with different superscripts within the same row are significantly different by Duncan's multiple range test (p<0.05).

^{3)A-B)}Means with different superscripts within the same column are significantly different by Duncan's multiple range test (p<0.05).

알코올 함량은 3단 담금 후 8.00-9.03%이던 것이 숙성 2일째에는 10.03-11.03%로 가장 큰 폭으로 증가하였는데, 이는 일반 탁주 발효의 경우 2단 담금 후 4-7일에 알코올 생성량이 급격히 증가 또는 정점에 도달한다는 Kim(27)의 보고와 일치하였다. 숙성 6일에는 새싹삼의 첨가 여부나 첨가 형태에 관계없이 시료간의 알코올 함량은 유의적인 차이가 없었다. 이는 오이를 첨가한 막걸리와 오이를 첨가하지 않고 만든 막걸리의 알코올 함량이 각각 16.3%와 16.2%로 유의적인 차이가 없었다는 Kim 등(28)의 보고와 일치하는 경향이었으며 이로 미루어 보아 새싹삼이 발효주의 알코올 발효 및 함량변화에 영향을 미치지 않음을 알 수 있었다.

발효주 숙성 중 pH 및 산도의 변화

전통 약주의 pH는 3.51-4.56으로 범위가 넓은 것으로 보고되어 있다(29). 술에 함유되어 있는 약간의 산은 관능적 기호도를 높이며 술덧 발효에서 잡균의 번식을 억제하는데 긍정적인 영향을 미치지만 약주와 탁주의 술덧은 산도의 변화가 적은 것이 정상이며, 이상발효 시 유해세균의 오염으로 인해 산도가 급격히 상승하게 된다(30).

새싹삼 발효주의 pH(Table 3)는 숙성 전 모든 시료에서 4.10-4.18의 범위였다. CO는 숙성 기간 동안 pH에 유의적 차이가 없었으나, 여타의 새싹삼 첨가 시료들은 감소하는 경향이다가 숙성 6일째에 pH가 가장 낮았으나 새싹삼 첨가 시료간의 차이는 없었다.

Table 3. Changes in pH of fermented wine added with *Panax ginseng* sprout from different pre-treatment condition

Sample code ¹⁾	Fermentation periods (days)			
	0	2	4	6
CO	4.10±0.17 ^{a2)A3)}	4.17±0.01 ^{aB)}	4.17±0.03 ^{aB)}	4.12±0.06 ^{aB)}
GP	4.13±0.08 ^{bA)}	4.05±0.01 ^{aA)}	4.06±0.02 ^{aA)}	4.00±0.04 ^{aA)}
WEP	4.13±0.01 ^{bA)}	4.16±0.06 ^{bB)}	4.14±0.01 ^{bb)}	4.03±0.01 ^{aA)}
EET	4.18±0.01 ^{bA)}	4.18±0.01 ^{bb)}	4.18±0.03 ^{bb)}	4.04±0.02 ^{aA)}

¹⁾CO, not added *Panax ginseng* sprout; GP, added grind *Panax ginseng* sprout; WEP, added low temperature (50±3 °C) extract of *Panax ginseng* sprout; EET, added enzyme hydrolyzed extract of *Panax ginseng* sprout.

^{2)a-b)}Means with different superscripts within the same row are significantly different by Duncan's multiple range test (p<0.05).

^{3)A-B)}Means with different superscripts within the same column are significantly different by Duncan's multiple range test (p<0.05).

새싹삼 발효주의 숙성 중 산도 변화는 다음 Table 4와 같으며 전체적으로 증가하는 양상을 보여 pH가 감소하는 것과 상반된 결과였다. CO에서는 숙성 2일에 산도는 증가하였지만 pH는 유의적 차이가 없었는데, 이는 발효주의 숙성으로 인한 단백질 분해로 펩티드와 아미노산이 증가하여 발효주의 완충능력을 높여 주었기 때문인 것으로 판단된다(31). 새싹삼 첨가 발효주 중 GP는 발효기간 동안 산도가 CO와 유의차가 없었으나, 새싹삼 분쇄물을 첨가한 WEP와

EEP는 발효 0일과 6일에는 CO보다 유의적으로 높았다.

Lee 등(32)은 보통의 상품으로서 발효주의 pH는 4.2 내외이며, 유기산을 0.8% 포함하고 있다고 하였는데, 본 연구에서 새싹삼 발효주의 pH는 평균 4.12, 산도는 0.6%로 상품으로서의 발효주 수준에 부합되었다.

Table 4. Changes in acidity of fermented wine added with *Panax ginseng* sprout from different pre-treatment condition

Sample code ¹⁾	Fermentation periods (days)			
	0	2	4	6
CO	0.53±0.04 ^{a2/A3)}	0.64±0.03 ^{bC}	0.59±0.06 ^{abA}	0.59±0.06 ^{abA}
GP	0.54±0.02 ^{aA}	0.62±0.02 ^{bBC}	0.62±0.02 ^{bA}	0.63±0.04 ^{abB}
WEP	0.61±0.01 ^{bb}	0.57±0.01 ^{aA}	0.62±0.01 ^{cA}	0.65±0.01 ^{dB}
EEP	0.60±0.01 ^{ab}	0.58±0.01 ^{aAB}	0.59±0.02 ^{aA}	0.65±0.02 ^{bB}

¹⁾CO, not added *Panax ginseng* sprout; GP, added grind *Panax ginseng* sprout; WEP, added low temperature (50±3°C) extract of *Panax ginseng* sprout; EEP, added enzyme hydrolyzed extract of *Panax ginseng* sprout.

^{2)a-d)}Means with different superscripts within the same row are significantly different by Duncan's multiple range test (p<0.05).

^{3)A-C)}Means with different superscripts within the same column are significantly different by Duncan's multiple range test (p<0.05).

발효주 숙성 중 환원당 변화

새싹삼 발효주의 3단 담금 후 숙성 중 환원당 변화를 분석한 결과는 Table 5와 같았다. 3단 담금 후 전처리 방법을 달리한 새싹삼을 첨가한 직후 발효주의 환원당 함량은 숙성 0일에 EEP에서 484.17 mg/100 g으로 가장 높았다.

Park 등(33)은 셀룰로오스가 viscozyme과 fungamyl과 같은 가수분해효소에 의해서 글루코오스로 가수분해된다고 하였는데 이와 같은 원리로 새싹삼을 효소분해 하는 동안 함유되어 있던 식물성 다당류가 분해되어 글루코오스와 같은 단당류로 전환됨으로 인해 다른 형태의 새싹삼 첨가군들에 비해 환원당 함량이 더 높아진 것으로 생각된다.

새싹삼 발효주의 숙성 동안 환원당 함량은 점차 감소하였는데 숙성 6일에 잔존율은 28.6-38.2%였으며, 환원당 함

량이 가장 높았던 EEP군에서 170.21 mg/100 g으로 가장 높은 함량이었고 여타 실험군 간에는 환원당 함량에 유의적인 차이가 없었다. 알코올 발효에서 환원당 함량은 발효가 진행됨으로 인해 그 함량이 급격히 감소하는데, 알코올의 생성량이 많을수록 환원당의 잔존율이 낮았다는 보고(34)는 본 연구의 결과와 동일한 경향이였다.

3단 담금 후 숙성 중 총 페놀 화합물의 변화

페놀 화합물은 phenolic hydroxy기를 가진 식물체 유래의 대사산물로, 단백질 등의 거대분자들과 결합하려는 성질을 가지고 있어, 항산화 효과 등의 생리활성을 가진다고 알려져 있다(35). 식품에서 phenol 화합물은 2차 대사산물로서, 총 페놀 함유량이 증가함에 따라 항산화 활성이 상승하는 상관관계 속에 있으므로 항산화 활성에 간접적인 지표로 활용 된다(36).

새싹삼 발효주의 숙성 기간 중 총 페놀 화합물의 함량 변화는 Table 6과 같다. 페놀 화합물의 함량은 모든 새싹삼 발효주에서 숙성 기간이 경과함에 따라 점차 증가하는 경향이였다. 숙성 기간 중 총 페놀 화합물의 함량 증가폭이 가장 높았던 새싹삼 무첨가 대조군(CO)은 숙성 전 총 페놀 화합물의 함량이 29.15 mgGAE/100 g이었는데 6일간 숙성 후에는 약 1.3배가 증가한 37.19 mgGAE/100 g이였다. 6일 숙성 후 총 페놀 화합물의 함량은 EEP군과 CO군은 유의적인 차이가 없었으며, 이들에 비해 유의적으로 함량이 낮은 GP군과 WEP군은 각각 35.30 mgGAE/100 g과 35.36 mgGAE/100 g으로 서로 간에는 유의차가 없었다.

발효가 진행되는 동안 총 페놀 화합물의 함량이 증가한 것은 누룩으로부터 유래된 미생물의 효소작용으로 인해 유리형 phenolics가 증가하기 때문(25)으로 추정된다.

3단 담금 후 숙성 중 진세노사이드의 변화

3단 담금 후 전처리 조건을 달리한 새싹삼을 첨가해 제조한 발효주의 숙성 중 진세노사이드의 함량 변화는 Table 7과 같다. 새싹삼 발효주에서 진세노사이드는 Re가 가장

Table 5. Changes in reducing sugar content of fermented wine added with *Panax ginseng* sprout from different pre-treatment condition (mg/100 g)

Sample code ¹⁾	Fermentation periods (days)			
	0	2	4	6
CO	312.08±6.92 ^{d2/A3)}	229.06±4.06 ^{cB}	156.77±2.31 ^{bb}	119.27±4.40 ^A
GP	332.19±10.19 ^{db}	208.33±4.73 ^{cA}	145.73±2.16 ^{bA}	116.67±4.21 ^{aA}
WEP	421.35±4.45 ^{cC}	229.06±3.98 ^{cB}	143.54±3.70 ^{bA}	120.52±2.67 ^{aA}
EEP	484.17±4.98 ^{dd}	263.55±2.39 ^{cC}	199.79±6.63 ^{bc}	170.21±8.41 ^{ab}

¹⁾CO, not added *Panax ginseng* sprout; GP, added grind *Panax ginseng* sprout; WEP, added low temperature (50±3°C) extract of *Panax ginseng* sprout; EEP, added enzyme hydrolyzed extract of *Panax ginseng* sprout.

^{2)a-d)}Means with different superscripts within the same row are significantly different by Duncan's multiple range test (p<0.05).

^{3)A-D)}Means with different superscripts within the same column are significantly different by Duncan's multiple range test (p<0.05).

Table 6. Changes in total phenolic compounds content of fermented wine added with *Panax ginseng* sprout from different pre-treatment condition

Sample code ¹⁾	Fermentation periods (days)			
	0	2	4	6
CO	29.15±0.11 ^{a2)A3)}	35.02±0.70 ^{bAB}	36.14±1.30 ^{bcB}	37.19±0.56 ^{cB}
GP	30.67±0.21 ^{aAB}	33.29±1.40 ^{bA}	35.07±0.88 ^{cAB}	35.30±0.10 ^{cA}
WEP	32.35±2.82 ^{aBC}	34.24±0.90 ^{abAB}	34.27±0.70 ^{abA}	35.36±0.95 ^{ba}
EPP	34.11±0.88 ^{cC}	35.50±1.92 ^{ab}	35.27±0.52 ^{abAB}	37.73±0.83 ^{cB}

¹⁾CO, not added *Panax ginseng* sprout; GP, added grind *Panax ginseng* sprout; WEP, added low temperature (50±3°C) extract of *Panax ginseng* sprout; EEP, added enzyme hydrolyzed extract of *Panax ginseng* sprout.

^{2)a-c}Means with different superscripts within the same row are significantly different by Duncan's multiple range test (p<0.05).

^{3)A-C}Means with different superscripts within the same column are significantly different by Duncan's multiple range test (p<0.05).

많이 검출되었고, 다음으로 Rg1, Rh1, Rg3 순서로 많이 검출되었다. 백삼의 경우 진세노사이드 Rg1이 가장 많이 검출되고, 다음으로 Re, Rb2, Rf, Rd 순서로 많은 량의 진세노사이드가 검출이 되는 것으로 보고되어 있는데(37) 본 연구의 결과와 비교할 때 그 함량에는 차이가 있었지만 Re와 Rg1이 주요 진세노사이드로 동일한 경향이였다.

가장 함량이 높았던 Re는 숙성 0일 차에 24.86-34.30 mg/L이던 것이 숙성 6일에는 20.06-28.72 mg/L의 범위였는

데, 새싹삼 분쇄물 첨가군(GP)과 새싹삼 효소분해 추출물 첨가군(EPP)에서는 함량이 감소하는 경향이였으나 새싹삼 저온 추출물 첨가군(WEP)에서는 숙성 기간에 따른 Re의 함량은 유의적인 차이가 없었다. 다음으로 함량이 높았던 Rg1의 경우도 Re와 동일한 변화의 경향을 보였으며, 숙성 0일에 17.71-21.63 mg/L이던 것이 숙성 6일후에는 14.89-18.13 mg/L의 범위로 검출되었다.

이와 같은 진세노사이드 함량의 감소는 진세노사이드의

Table 7. Changes in ginsenosides content of fermented wine added with *Panax ginseng* sprout from different pre-treatment condition

Sample code	Fer. period (days)	Ginsenosides							
		Re	Rg1	Rf	Rh1	Rb2	Rd	Rg3	Total
CO	0	-	-	-	-	-	-	-	-
	2	-	-	-	-	-	-	-	-
	4	-	-	-	-	-	-	-	-
	6	-	-	-	-	-	-	-	-
GP	0	34.30±0.54 ^{c2)C3)}	20.35±2.11 ^{cAB}	0.28±0.02 ^{bB}	7.72±0.59 ^{bB}	-	0.13±0.02 ^A	1.03±0.02 ^{aA}	63.83±3.30 ^{cB}
	2	29.25±1.54 ^{bNS4)}	18.53±0.55 ^{bcB}	0.16±0.01 ^a	4.68±1.25 ^{aA}	-	-	3.94±0.58 ^{bB}	56.56±3.92 ^{bNS}
	4	27.33±1.03 ^{abB}	16.40±0.44 ^{abNS}	-	6.31±0.80 ^{abNS}	-	-	1.53±0.11 ^{aNS}	51.57±2.37 ^{abNS}
	6	26.19±0.86 ^{aB}	15.22±0.44 ^{aA}	-	6.07±0.79 ^{abA}	-	-	1.23±0.61 ^{aNS}	48.71±2.70 ^{aB}
WEP	0	24.86±1.03 ^{NSA}	17.71±0.56 ^{NSA}	0.07±0.01 ^A	6.14±0.09 ^{NSA}	-	0.05±0.00 ^A	-	48.83±1.69 ^{NSA}
	2	25.73±8.99	14.52±0.70 ^A	-	6.84±1.35 ^{AB}	-	-	2.48±0.64 ^{ba}	49.57±11.68
	4	28.63±3.42 ^B	14.61±3.88	-	7.42±0.78	-	-	1.86±0.34 ^b	52.52±8.41
	6	28.72±2.34 ^B	14.89±1.78 ^A	-	7.09±0.09 ^B	-	-	0.79±0.00 ^a	51.49±4.21 ^B
EEP	0	30.52±1.11 ^{cB}	21.63±1.27 ^{bB}	-	8.24±0.49 ^{bB}	1.53±0.01 ^c	0.83±0.07 ^{bB}	2.87±0.46 ^{bB}	65.62±3.42 ^{cB}
	2	24.12±1.06 ^b	19.24±1.28 ^{abB}	-	7.83±0.36 ^B	1.35±0.06 ^b	0.75±0.06 ^b	1.49±0.01 ^{aA}	54.78±2.83 ^b
	4	20.42±1.98 ^{aA}	19.20±1.41 ^{ab}	-	6.87±0.42 ^b	0.41±0.04 ^a	0.06±0.00 ^a	-	46.95±3.85 ^a
	6	20.06±1.06 ^{aA}	18.13±1.19 ^{ab}	-	6.09±0.12 ^{aA}	0.35±0.09 ^a	0.06±0.01 ^a	-	44.69±2.47 ^{aA}

¹⁾CO, not added *Panax ginseng* sprout; GP, added grind *Panax ginseng* sprout; WEP, added low temperature (50±3°C) extract of *Panax ginseng* sprout; EEP, added enzyme hydrolyzed extract of *Panax ginseng* sprout.

^{2)a-c}Means with different superscripts within the same sample code are significantly different by Duncan's multiple range test (p<0.05).

^{3)A-B}Means with different superscripts within the same fermentation day are significantly different by Duncan's multiple range test (p<0.05).

^{4)NS}Means no significantly difference.

본래의 성질에 의한 것으로 진세노사이드는 유기산과 효소 등에 의해 분해되어 작은 분자량의 진세노사이드로 변화하는 특징이 있는데 진세노사이드의 당과 물분자의 제거 정도에 따라 구조 및 성상이 달라지며, 고분자에서 저분자로 변형됨에 따라 약리적 활성도 바뀌게 된다(17). 예를 들어 protopanaxaiol(PPD) 계열인 진세노사이드 Rb1의 경우 20번 탄소에 연결된 두 개의 glucose 중 하나가 제거되면 진세노사이드 Rd가 되며, 진세노사이드 Rd에서 glucose 하나가 더 제거되면 진세노사이드 Rg3가 형성된다(15). 새싹삼 막걸리에 다량 함유되어 있는 ginsenoside Re와 Rg1은 비교적 큰 분자의 진세노사이드에 속하므로 발효주의 숙성이 진행됨에 따라 증가한 유기산에 의해서 분해됨으로 인해 숙성기간이 경과할수록 그 함량이 감소된 것으로 생각된다.

숙성 기간의 경과에 따른 진세노사이드의 총량은 WEP군에서는 유의적인 변화가 없었으나 GP군과 EEP군에서는 유의적으로 감소하여 숙성 6일에 잔존율은 각각 76.3%와 68.1%로 EEP군에서 감소폭이 더 컸다.

Kim 등(38)은 진세노사이드가 효소의 영향을 받아 가수분해가 진행된다고 하였는데, 진세노사이드의 감소가 가장 많은 EEP군의 경우 숙성 초기부터 환원당 함량이 높아 효모의 증식에 유리한 환경을 제공함에 따라 효모가 생성한 효소의 양이 증가됨으로 인해 진세노사이드의 가수분해를 촉진한 결과로 추정된다.

상대적으로 다량 함유된 Re, Rg1, 및 Rh1을 제외한 진세노사이드는 일부 시료에서는 검출되지 않거나 숙성기간의 경과에 따라 생성 또는 소실되었다. 즉, Rg3의 경우 GP군에서는 숙성 2일에 3.94 mg/L로 가장 함량이 높았다가 이후에는 점차 감소하였으며, WEP군에서는 숙성 2일에 2.48 mg/L로 처음 검출되었고, EEP군에서는 숙성 0일에 2.87 mg/L이 검출되었으나 그 함량이 감소하여 숙성 4일부터는 검출되지 않았다. Rd의 경우 GP군과 WEP군에서는 숙성이 진행되면서 검출되지 않았으나 EEP군에서는 0.06-0.83 mg/L의 범위에서 전 숙성 기간 동안 검출되었다. Rb2는 EEP군에서만 0.35-1.53 mg/L 범위에서 검출되었으며 Rf는 GP군에서

는 숙성 2일까지, WEP군에서는 숙성 0일 차에만 검출되었으며, EEP군에서는 검출되지 않았다. 이러한 진세노사이드의 함량 차이는 숙성 0일 차를 기준으로 볼 때 첨가된 새싹삼의 전처리 과정이 서로 상이하기 때문에 이후 발효주의 숙성 과정에서 진세노사이드의 분해와 전환에 영향을 미쳤기 때문으로 추정된다.

숙성 중 항산화활성의 변화

ABTS를 이용한 라디칼 소거활성 측정법은 수소공여항산화제(hydrogen donating antioxidant)와 연쇄 절단형 항산화제(chain breaking antioxidant)를 모두 측정할 수 있고, 수용상(aqueous phase)과 유기상(organic phase) 모두에 적용이 가능한 장점이 있다(21,39).

전처리 방법을 달리한 새싹삼 첨가 발효주의 숙성 동안 ABTS 라디칼 소거활성의 변화는 Table 8과 같다. 숙성 0일 차의 ABTS 라디칼 소거활성은 53.08-57.89%의 범위이던 것이 숙성 기간의 경과와 더불어 점차 증가하여 숙성 6일에는 62.64-64.71%의 범위로 시료 간에 유의적인 차이는 없었다. 이는 Kim 등(25)의 논문 설기떡을 이용한 흑마늘 막걸리의 제조와 품질 특성에서 발효주의 숙성기간이 경과함에 따라 ABTS 라디칼 소거활성이 높아지는 것과 같은 결과였다.

Cho 등(26)은 총 페놀, 플라보노이드 및 안토시아닌의 함량이 높을수록 ABTS 라디칼 소거활성이나 환원력과 같은 항산화 활성이 높다고 보고하였는데, 이는 본 연구의 결과에서도 동일한 경향으로 총 페놀 화합물의 증가폭이 상대적으로 높은 숙성 24일의 시료에서 ABTS 라디칼 소거활성이 더 높았다.

요 약

새싹삼의 유효성분 및 진세노사이드를 함유한 발효주 제조를 위해 3단계로 나누어 각 2일씩 발효 증량하면서

Table 8. Changes in ABTS radical scavenging activity of fermented wine added with *Panax ginseng* sprout from different pre-treatment condition

Sample code ¹⁾	Fermentation periods (days)			
	0	2	4	6
CO	54.62±1.63 ^{2)A3)}	59.96±0.58 ^{bB}	63.00±2.46 ^{cB}	63.43±1.55 ^{3)A}
GP	53.08±0.31 ^{3)A}	58.22±0.56 ^{bA}	61.75±0.65 ^{cAB}	63.52±0.47 ^{dA}
WEP	56.61±0.36 ^{bB}	56.73±0.46 ^{aA}	60.05±0.57 ^{bA}	62.64±0.43 ^{cA}
EEP	57.89±1.22 ^{bB}	61.42±1.83 ^{bb}	63.83±0.92 ^{cB}	64.71±0.96 ^{3)A}

¹⁾CO, not added *Panax ginseng* sprout; GP, added grind *Panax ginseng* sprout; WEP, added low temperature (50±3°C) extract of *Panax ginseng* sprout; EEP, added enzyme hydrolyzed extract of *Panax ginseng* sprout.

^{2)B-C}Means with different superscripts within the same row are significantly different by Duncan's multiple range test (p<0.05).

^{3)A-B}Means with different superscripts within the same column are significantly different by Duncan's multiple range test (p<0.05).

발효주를 제조 한 후 전처리 방법을 달리한 새싹삼(CO, 무첨가 대조군; GP 새싹삼 분쇄물 첨가; WEP, 새싹삼 물 추출물; EEP, 새싹삼 효소분해 추출물)을 발효주의 총 무게 대비 6%씩 함유하도록 첨가하여 6일간 숙성시키면서 이화학적 특성을 분석하였다. 3단계까지의 담금 과정에서 알코올 함량은 담금 단계가 이어질수록 높아졌으며, pH는 낮아지고, 산도는 증가하는 경향이었다. 3단계 담금 후 6일간의 숙성 동안 알코올 함량은 서서히 높아졌으며, pH는 서서히 낮아지고 산도가 증가하였다. 숙성 6일 동안 환원당 함량은 감소하는 경향이었으며, 특히 숙성 2일에 급격하게 함량이 감소하였다. 총페놀화합물의 함량은 숙성이 진행됨에 따라 점차 증가하는 경향이었다. 발효주의 숙성 중 진세노사이드는 Re가 가장 높은 함량이었으며 다음으로 Rg1과 Rh1의 순으로 함량이 높았고, 그 외의 진세노사이드는 일부 시료에서만 검출되었으며, 그 함량도 낮았다. 숙성 초기의 진세노사이드 함량은 GP와 EEP가 WEP에 비해 더 높았으나 숙성기간의 경과와 더불어 점차 감소하여 숙성 6일후에는 WEP에서 총진세노사이드의 함량이 가장 높았다. 숙성기간 중 ABTS 라디칼 소거활성은 숙성 기간의 경과와 더불어 증가하는 경향이었으며, 숙성 6일에는 62.64-64.71%로 서로 간에 유의적인 차이가 없었다. 이상의 결과로부터 볼 때 담금이 진행 된 후 첨가된 새싹삼은 전처리 방법에 관계 없이 발효주의 기초 품질에는 영향을 미치지 않았으나 진세노사이드 함량을 기준으로 볼 때 50℃ 정도의 저온에서 추출한 물추출물을 첨가하는 것이 가장 적절할 것으로 판단된다.

감사의 글

본 논문은 중소기업벤처부의 지역주력산업육성사업 창의융합 R&D 과제(R0006093) 수행에 따른 연구 성과의 일부이며 이에 감사드립니다.

References

1. Ko SR, Choi KJ, Kim YH (1996) Comparative study on the essential oil components of *Panax* species. Korean J Ginseng Sci, 20, 42-48
2. Min JY, Kim NY, Kim US, Han MJ (2015) The quality characteristics of pasteurized ginseng *Makgeolli* added with different concentration of ginseng powder. Korean J Korean Soc Food Cult, 30, 757-765
3. Nam KY (2002) Clinical applications and efficacy of Korean ginseng (*Panax ginseng* C.A. Meyer). J Ginseng Res, 26, 111-131
4. Kim D, Kim KH, Yook HS (2014) Quality characteristics of cookies added with ginseng leaf. Korean J Food Cook Sci, 30, 679-686
5. Cabral de Oliveira AC, Perez AC, Merino G, Prieto JG, Alvarez AI (2001) Protective effects of *Panax ginseng* on muscle injury and inflammation after eccentric exercise. Comp Biochem Physiol C Toxicol Pharmacol, 130, 369-377
6. Chang HK (1998) Changes of saponin contents in *Panax ginseng* leaves by different harvesting months. Korean J Food Nutr, 11, 82-86
7. Chang HK (2003) Effect of processing methods on the saponin contents of *Panax ginseng* leaf-tea. Korean J Food Nutr, 16, 46-53
8. Cho SH (1977) Saponins of Korean ginseng CA Meyer (Part II): the saponins of the ground part of ginseng. J Korean Agric Chem Soc, 20, 142-146
9. Horticultural industry. Ministry of agriculture (2014) Ginseng collection of statistics in 2013. No. 11-1543000-000004-10
10. Park MY (2017) A study on the optimization of wild-simulated ginseng in the forest. MS Thesis, Silla University, Korea, p 1-2
11. Jang IB, Yu J, Suh SJ, Jang IB, Kwon KB (2018) Growth and ginsenoside content in different parts of ginseng sprouts depending on harvest time. Korean J Med Crop Sci, 26, 205-213
12. Kim KP, Kim KH, Yook HS (2016) Quality characteristics of castella with *Panax ginseng* sprout powder. J Korean Soc Food Sci Nutr, 45, 711-716
13. Jung HB, Seoung TJ, Kim JG (2017) Quality characteristics of sprout ginseng paste added dry oyster and dry shrimp. Culinary Sci Hospitality Res, 23, 206-215
14. Lee JH, Cho SH, Yun MY, An SK, Jang HH, Lee SN, Song GY (2015) Anti-wrinkle effect of rare ginsenosides, produced from ginsenoside Rd. Korean J Aesthetic Cosmetol, 13, 909-916
15. Kim SD, Seu JH (1982) Conversion of ginseng saponin with the enzyme produced by *Rhizopus* sp. (part 1): confirmation of conversion of ginsenoside-Rb1 to ginsenoside-Rd. Korean J Appl Microbiol Bioeng, 10, 267-273
16. So MH, Lee YS, Han SH, Noh WS (1999) Analysis of major flavor compounds in *Takju* mash brewed with a modified *Nuruk* Korean J Food Nutr, 12, 421-426
17. Ko SK, Lee KH, Hong JK, Kang SA, Sohn UD, Im BO, Han ST, Yang BW, Chung SH, Lee BY (2005)

- Change of ginsenoside composition in ginseng extract by vinegar process. *Food Sci Biotechnol*, 14, 509-513
18. NTSTSI (2005) Manufacturing guideline of *Takju* and *Yakju*. National Tax Service Technical Service Institute. Seoul, Korea, p 195-198
 19. Gutfinger T (1981) Polyphenols in olive oils. *J Am Oil Chem Soc*, 58, 966-968
 20. Blois MS (1958) Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. *Nature*, 181, 1199-1200
 21. Re R, Pellegrini N, Proteggente A, Pannala A, Yang M, Rice EC (1999) Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radical Biol Med*, 26, 1231-1237
 22. Jang JH (1989) History of Korean traditional rice wine. *Korean J Diet Cult*, 4, 271-274
 23. So MH, Lee YS, Noh WS (1999) Changes in microorganisms and main components during *Takju* brewing by a modified *Nuruk*. *Korean J Food Nutr*, 12, 226-232
 24. Lee HS, Park CS, Choi JY (2010) Quality characteristics of the mashes of *Takju* prepared using different yeasts. *Korean J Food Sci Technol*, 42, 56-62
 25. Kim GM, Jung WJ, Shin JH, Kang MJ, Sung NJ (2011) Preparation and quality characteristics of *Makgeolli* made with balck garlic extract and *Sulgidduk*. *J Korean Soc Food Sci Nutr*, 40, 759-766
 26. Cho HK, Lee JY, Seo WT, Kim MK, Cho KM (2012) Quality characteristics and antioxidant effects during *Makgeolli* fermentation by purple sweet potato-rice *Nuruk*. *Korean J Food Sci Technol*, 44, 728-735
 27. Kim CJ (1963) Studies on the quantitative changes of organic acid and sugars during the fermentation of *Takju*. *Appl Biol Chem*, 4, 33-42
 28. Kim SY, Kim EK, Yoon SJ, Jo NJ, Jung SK, Kwon SH, Chang YH, Jeong YH (2011) Physicochemical and microbial properties of Korean traditional rice wine, *makgeolli*, supplemented with cucumber during fermentation. *J Korean Soc Food Sci Nutr*, 40, 223-228
 29. Lee MK, Lee SW, Yoon TH (1994) Quality assessment of *Yakju* brewed with conventional *Nuruk*. *J Korean Soc Food Sci Nutr*, 23, 78-89
 30. Lee JO, Kim CJ (2011) The influence of adding buckwheat sprouts on the fermentation characteristics of *Yakju*. *J Korean Soc Food Cult*, 26, 72-79
 31. So MH, Lee Y, Noh WS (1999) Improvement in the quality of *takju* by a modified *nuruk*. *Korean J Food Nutr*, 12, 427-432
 32. Lee TJ, Hwang DY, Lee CY, Son HJ (2009) Changes in yeast cell number, total acid and organic acid during production and distribution processes of *Makgeolli*, traditional alcohol of Korea. *Korean J Microbiol*, 45, 391-396
 33. Park EY, Kim JY, Jeong SM, Lee DH (2014) Characteristics of enzymatic hydrolysis of microcrystalline cellulose and *Laminaria japonica*. *J Korea Soc Waste Manage*, 31, 820-832
 34. Park JH, Bae SM, Yook C, Kim JS (2004) Fermentation characteristics of *Takju* prepared with old rice. *Korean J Food Sci Technol*, 36, 609-615
 35. Cai Y, Luo Q, Sun M, Corke H (2004) Antioxidant activity and phenolic compounds of 112 traditional Chinese medicinal plants associated with anticancer. *Life Sci*, 74, 2157-2184
 36. Budak HN, Guzel Seydim ZB (2010) Antioxidant activity and phenolic content of wine vinegars produced by two different techniques. *J Sci Food Agric*, 90, 2021-2026
 37. Sun BS, Gu LJ, Fang ZM, Wang CY, Wang Z, Lee MR, Li Z, Li JJ, Sung CK (2009) Simultaneous quantification of 19 ginsenosides in black ginseng developed from *Panax ginseng* by HPLC-ELSD. *J Pharm Biomed Anal*, 50, 15-22
 38. Kim JH, Han IH, Yamabe N, Kim YJ, Lee W, Eom DW, Choi P, Cheon GJ, Jang HJ, Kim SN, Han J, Kang KS (2014) Renoprotective effects of maillard reaction products generated during heat treatment of ginsenoside Re with leucine. *Food Chem*, 143, 114-121
 39. Jeon MH, Lee WJ (2011) Characteristics of blueberry added *Makgeolli*. *J Korean Soc Food Sci Nutr*, 40, 444-449