

황기를 첨가한 발효주의 품질 특성

최지호¹ · 박지혜¹ · 김소라¹ · 이충환² · 박신영¹ · 김택중³ · 정석태¹ · 최한석¹ · 여수환^{1*}

¹농촌진흥청 국립농업과학원 농식품자원부 발효이용과, ²건국대학교 생명공학과, ³연세대학교 생명과학기술부

Quality Characteristics of Fermented Alcoholic Beverage with Astragali Radix Added

Ji-Ho Choi¹, Ji-Hye Park¹, So-Ra Kim¹, Choong Hwan Lee², Shin-Young Park¹, Tack-Joong Kim³,
Seok-Tae Jeong¹, Han-Seok Choi¹ and Soo-Hwan Yeo^{1*}

¹Fermentation & Food Processing Division, NAAS, RDA, Suwon 441-853, Korea

²Dept. of Bioscience and Biotechnology and Bio/Molecular Informatics Center, Konkuk University, Seoul 143-701, Korea

³Division of Biological Science and Technology, College of Science and Technology, Yonsei University, Wonju 220-710, Korea

Abstract

We produced *Hwanggiyu* (added 0.5~2.0% of ground Astragali Radix compared to starch contents) and investigated the physicochemical characteristics, DPPH free radical scavenging activities, polyphenol contents, and sensory evaluation. For all treatments, the initial pH was 3.9~4.1 and gradually decreased for 6 days from the 1st mashing day, and then rapidly increased to 4.67. As the fermentation proceeded, total acid contents increased in most of the treatments, reduced temporarily after the 2nd mashing time because of the addition of starch material and water, and then slightly rose again. There were little changes in pH and total acid contents followed by adding ground Astragali Radix (AR) to the fermentation periods. Amino acidities of all treatments showed patterns of which consistently rose as the fermentation proceeded and slightly reduced followed by increasing the addition rate of ground AR to the mashes. Soluble solid and alcohol contents also increased continuously and there were few differences among the treatments followed by adding to the ground AR rate. In color, there was no differences in L value, but a and b value showed significant differences by adding ground AR rate. In DPPH free radical scavenging activities, the control (no AR added) showed 53.6% and when grinded AR added, there were improving effects of the activities (0.52~6.9%). In polyphenol contents, the control was 1.05 mg/mL and the ground AR added treatments increased slightly. In the sensory evaluation, the control received a relatively high score (5.0±1.0), and the treatments which added 0.5% ground AR during the 2nd mashing time were also well received (4.5±1.3).

Key words : *Hwanggiyu*, Astragali Radix, Korean traditional alcoholic beverage, fermentation.

서 론

최근 국민소득 향상과 더불어 식생활과 건강에 대한 관심이 높아짐에 따라 노화, 만성질환, 성인병 등을 예방할 수 있는 기능성 물질 첨가 제품들이 소개되고 있으며, 이와 더불어 소비자의 기호를 충족시킬 수 있는 방법도 같이 연구되고 있다(You *et al* 2010). 주류에 있어서도 알코올 해독과 건강 보조 및 질병예방 등의 생리기능성을 가진 발효주들이 각광 받고 있으며, 인삼, 구기자, 두충, 감초, 오미자, 산수유, 숙지황, 매실, 탕자, 사삼, 질경, 작약, 당귀, 천금 및 동충하초 등을 활용한 약용주가 개발되었다(Lee & Kim 2011).

황기(*Astragalus membranaceus*)는 콩과(Leguminosae)에 속하는 다년생 초본으로 우리나라의 중북부 지역 및 유럽에 주로 분포한다. 식품에 주로 첨가되는 황기의 뿌리부분(Astra-

gali Radix, AR)은 풍부한 isoflavone 배당체로 formonetin 외에 triterpenoid saponin으로 astragaloside 등이 함유되어 있어 한방에서는 맛이 달고 성질이 따뜻한 약재로 기(氣)를 보호하고 양(陽)을 강화시키며, 혈류를 개선하여 부종을 예방하는 한약재로 잘 알려져 있다(Mou *et al* 2011, Min SH 2006). 황기에 대한 연구는 현재 다양하게 이루어지고 있으며, 그 중에서도 세포성 및 체액성 면역 증가(Rios & Waterman 1997), 혈관형성(Seo *et al* 2007), 간 기능 보호, 항산화(Jung *et al* 2006b), 항노화(Kim *et al* 2007), 항염, 이노, 강장(Baek *et al* 1996), 혈당강하(Jung *et al* 2008), 항종양, 항바이러스(Ryu *et al* 2008), 항고혈압(Inoue *et al* 2003) 등의 생리작용에 관한 연구가 보고되었다(대한한의과대학 공동교재편찬위원회 2005, Hwang & Ahn 2008, Min & Park 2008, Im *et al* 2010, Kim *et al* 2010).

쌀 입국은 증가한 쌀에 국균을 인위적으로 접종한 후 배양한 것으로 탁주, 약주 및 청주의 양조에 이용되는 대표적

* Corresponding author : Soo-Hwan Yeo, Tel : +82-31-299-0580, Fax : +82-31-299-0554, E-mail : yeobio@korea.kr

인 발효제이다. 국균에 의하여 생성된 amylase와 protease는 원료 중의 전분과 단백질을 발효성 당과 아미노산으로 전환시키며(Cha *et al* 1999), 국이 가지고 있는 무기질과 비타민 등을 효모에 공급하여 주종 특유의 풍미성분을 생성한다(Lee *et al* 2005). 오늘날 입국으로 사용되는 대표적인 곰팡이인 *Aspergillus kawachii*는 1938년 일본에서 도입되었으며, 내산성 당화효소의 활성이 강력하고 유기산 생성력이 높아 발효기간을 단축시키며, 알코올 수율도 높여주는 잇점이 있어 최근 탁주, 약주, 소주 제조에 많이 이용되고 있다(Lee *et al* 2010, So *et al* 1999, So MH 1991). 또한 *Aspergillus oryzae* 역시 오랫동안 산업용 효소생산에 이용되어 왔으며, 전분 당화력과 단백질 분해능이 강하여 발효촉진제로서의 역할을 한다. 맛을 향상시키는 아미노산을 생성하는 능력이 뛰어나고 상대적으로 쓴맛을 유발하는 아미노산을 적게 생성시킨다(Choi & Kim 2011, Choi *et al* 2002).

본 연구는 황기를 첨가한 발효주의 산화화 가능성을 검토하기 위해 실시되었으며, 분쇄된 황기 뿌리를 황국과 백국을 병용하여 발효시킨 술덧에 첨가하여 황기주를 제조하였다. 또한, 황기의 첨가량과 첨가시기에 따라서 이화학적 성분, 기호성과 향산화성의 변화를 살펴보고자 수행되었다.

재료 및 방법

1. 실험 재료

본 실험에서 입국제조 시 균주는 *Aspergillus oryzae* KCCM 60345를 한국미생물보존센터에서 분양받아 접종하였으며, *Aspergillus kawachii*(충무발효, Ulsan, Korea)를 시중에서 구입하여 증자한 쌀에 각각 접종하여 제조하였다. 입국제조 시 사용한 쌀은 2010년 강원도 철원에서 생산된 오대미를 사용하였다. 찰쌀은 동진찰벼를 사용하였고, 황기(AR)는 충북 제천에서 생산(제천한방약초, Jecheon, Korea)된 것을 사용하였다. 누룩은 시판 증자용 개량누룩(Korea Enzyme Co., Ltd., Seoul, Korea)을 사용하였으며, 효모 *Saccharomyces cerevisiae*는 주식회사 비전 바이오캠(Seoul, Korea)에서 구매하여 사용하였다. 음용수는 수질검사를 받아 음용할 수 있는 지하수를 사용하였다.

2. 입국 제조

쌀 28 kg과 12 kg을 각각 10회 세척한 뒤 12시간 침지한 후 3시간 동안 물빼기를 실시하였다. 그 다음 증미기에서 1시간 쪄 후 30℃까지 식히고, 황국(*Aspergillus oryzae* KCCM 60345) 포자 8.4 g과 백국(*Aspergillus kawachii*) 3.6 g을 각각 접종한 후 33℃에서 배양하였다. 1차 뒤집기는 24시간 후에 하였으며 12시간 뒤에 2차 뒤집기를 하였다. 그 후 18시간 배양한 뒤 50℃에서 24시간 건조하였다(Fig. 1).

3. 술덧 제조

제조한 입국으로 25℃에서 황기주를 제조하였다. 각 처리구에 사용된 입국의 배합은 황국(*Aspergillus oryzae* KCCM 60345) 700 g, 백국(*Aspergillus kawachii*) 300 g이었으며, 물 1,500 mL, 시판 개량누룩 15 g, 효모 3.75 g을 첨가하여 황기주 제조를 위한 기본 술덧으로 1차담금을 실시하였다. 2차담금은 3일 후에 찰쌀 500 g을 깨끗이 씻어 고두밥을 쪄 후 끓여 식힌 물 750 mL와 함께 1차담금한 술덧에 첨가하였으며, 최종 여과는 2차담금한지 7일 후에 실시하였다. 황기(AR)는 깨끗이 세척하고, 40℃에서 12시간 건조 과정을 거친 후 물밀(동광산업, Daegu, Korea)로 2회 과쇄한 뒤 첨가량별(0%, 0.5%, 1.0%, 1.5%, 2.0%), 첨가시기별(1차담금, 2차담금, 여과 3일 전)로 술덧에 첨가하였다(Table 1). 실험은 총 13처리구, 3반복으로 진행하였다(Table 1).

4. pH 및 총산 측정

pH는 pH meter(Metrohm 691, Metrohm, Herisau, Switzerland)를 사용하여 측정하였고, 총산은 Sample 10 mL를 취한 후 혼합지시약(Bromothymol Blue 0.2 g과 Neutral Red 0.1 g을 95% ethyl alcohol 300 mL에 용해) 2~3방울을 가하고 용액이 담록색으로 변화하는데 소비된 0.1 N NaOH 용액의 mL 수를 citric acid로 환산하였다(Lee *et al* 2010).

5. 아미노산도 측정

아미노산은 phenolphthalein을 3~4방울 가하여 0.1 N NaOH로 중화한 다음 중성포르말린 용액 5 mL를 가하여 유리된 아미노산을 0.1 N NaOH 용액으로 적정하여 선홍색으로 변화하는데 소비된 mL수로 하여 측정하였다(Kim & Hur 2009).

6. 가용성 고형분 함량

가용성 고형분은 Hand Refractometer(PR101, ATAGO®, Japan)를 이용하여 °Brix로 나타내었다.

7. 환원당 및 알코올 함량

환원당은 DNS(dinitrosalicylic acid) 방법으로 분석하였다. 희석한 시료 용액 1 mL에 DNS 시약 3 mL를 넣고 끓는 수욕 중에서 5분 동안 끓인 다음 실온에서 냉각하였다. 이에 21 mL의 증류수를 넣고 잘 혼합한 후 spectrometer(JP/U-2000 spectrophotometer, Hitachi Ltd., Tokyo, Japan)로 550 nm에서 흡광도를 측정하였으며, glucose standard curve를 이용하여 환원당 함량(% w/v)을 계산하였다(Min & Park 2008).

알코올 함량은 주류분석규정의 주정분석에 따라 시료 100 mL를 취하여 증류한 다음 15℃로 맞추고 주정계를 이용하여 측정하였다(Hwang & Ahn 2008).

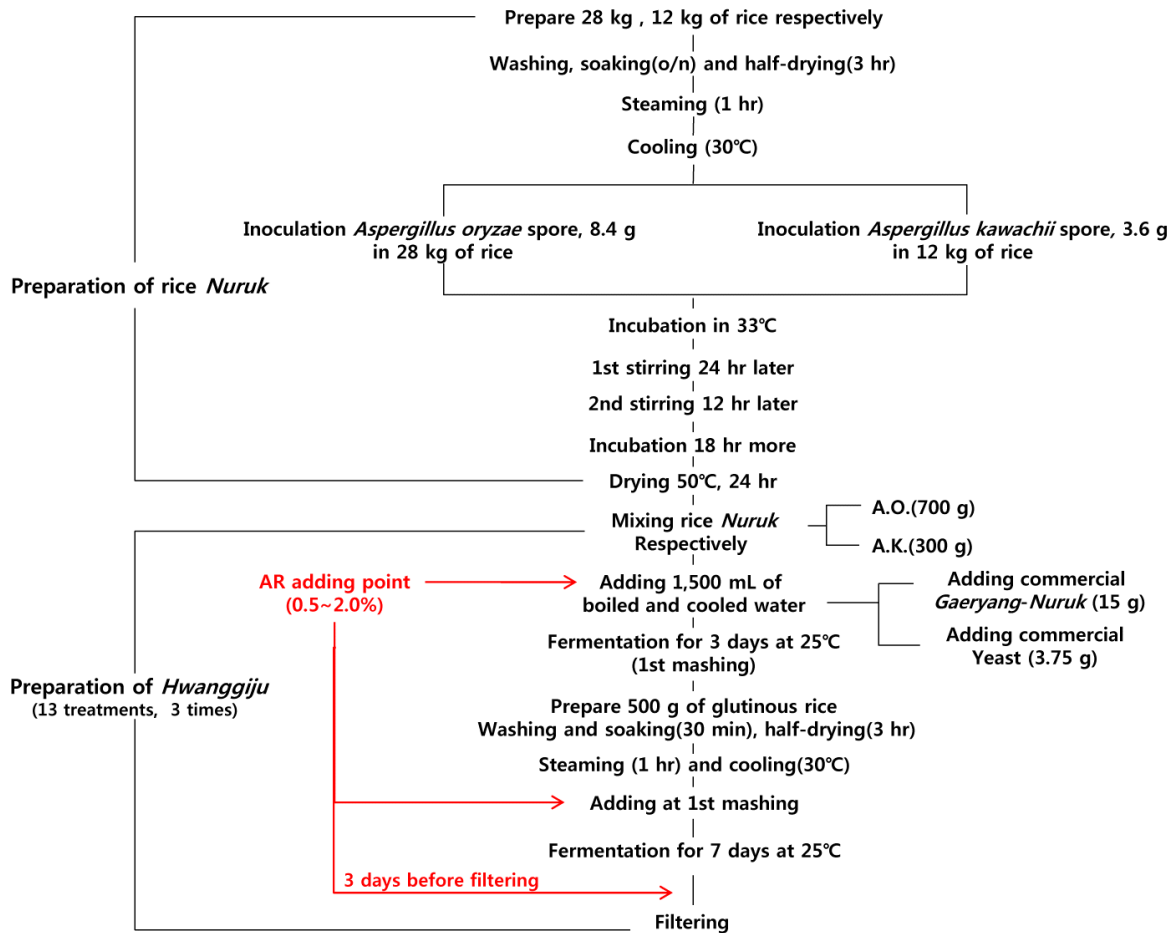


Fig. 1. Schematic diagrams of processing methods of *Hwanggiju* followed by adding ratio and adding time of ground Astragal Radix.

8. 색도

Hunter color value는 색차계(Hunterlab Ultra Scan Pro, Reston, VA, USA)를 사용하여 L(lightness 명도), a(redness 적색도), b(yellowness 황색도)값을 측정하였다.

9. DPPH Free Radical 소거능 및 폴리페놀 함량 측정

DPPH free radical 소거능은 황기 첨가량 및 첨가시기별로 발효시킨 황기주 0.2 mL를 0.2 mM DPPH(1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl) 4 mL와 혼합한 후 실온에서 약 30분간 암소에서 반응시킨 후 520 nm에서 흡광도를 측정하였다(Cho *et al* 2010). 폴리페놀 함량은 Kim *et al*(2002)의 방법을 변형하여 사용하였다. 시료 1 mL에 2% Na₂CO₃을 2 mL를 가한 후 실온에서 30분간 반응시킨다. 그 다음 50% Folin-ciocalteu reagent 0.2 mL를 가한 후 실온에서 30분간 방치하고 750 nm에서 흡광도로 측정하였다. 검량선은 17% ethanol에 gallic acid (Sigma Chemical Co., st. Louis, MO, USA)의 농도(0~500 mg/mL)를 달리하여 작성하였다.

10. 관능평가

관능평가는 본 연구소 연구원 25명이 4가지 항목(색, 맛, 향, 전반적 기호도)을 7점 척도로 평가(매우 좋음 7, 좋음 6, 조금 좋음 5, 보통 4, 조금 나쁨 3, 나쁨 2, 매우 나쁨 1)하였다.

11. 통계처리

SPSS 12.0(SPSS Inc.)을 이용하여 실험군당 평균과 표준편차를 구하였으며, 실험군 간의 통계적 유의성은 $p < 0.05$ 수준에서 Duncan's multiple range test로 검증하였다.

결과 및 고찰

황기의 첨가비율(0~2%)과 첨가시기(1차담금, 2차담금, 여과 3일전)에 따라 품질특성을 조사하였다.

1. pH 및 총산

pH는 발효가 진행됨에 따라 6일차까지 모든 처리구에서

Table 1. Component of raw materials in *Hwanggiju* followed by adding ratio and adding time of ground *Astragal Radix*

Sample ¹⁾	1'st mashing						2'nd mashing			3 days before filtration
	A.O. ²⁾ (g)	A.K. ³⁾ (g)	Water (mL)	Improved <i>Nuruk</i> (g)	Yeast (g)	AR ⁴⁾ (g)	Glutinous rice (g)	Water (mL)	AR (g)	AR (g)
0%	700	300	1,500	15	3.75	-	500	750	-	-
0.5% A	700	300	1,500	15	3.75	7.5	500	750	-	-
0.5% B	700	300	1,500	15	3.75	-	500	750	7.5	-
0.5% C	700	300	1,500	15	3.75	-	500	750	-	7.5
1.0% A	700	300	1,500	15	3.75	15	500	750	-	-
1.0% B	700	300	1,500	15	3.75	-	500	750	15	-
1.0% C	700	300	1,500	15	3.75	-	500	750	-	15
1.5% A	700	300	1,500	15	3.75	22.5	500	750	-	-
1.5% B	700	300	1,500	15	3.75	-	500	750	22.5	-
1.5% C	700	300	1,500	15	3.75	-	500	750	-	22.5
2.0% A	700	300	1,500	15	3.75	30	500	750	-	-
2.0% B	700	300	1,500	15	3.75	-	500	750	30	-
2.0% C	700	300	1,500	15	3.75	-	500	750	-	30

¹⁾ 0~2.0% : Adding ratio of AR contrast to starch material amount, A : Adding AR at 1st mashing day, B : Adding AR at 2nd mashing day, C : Adding AR at three days before the end of fermentation.

²⁾ *Aspergillus oryzae* KCCM 60345.

³⁾ *Aspergillus kawachii*.

⁴⁾ *Astragali Radix*.

서서히 감소하였다가 발효 종료 시점에서 급격히 상승하는 양상을 보였다(Fig. 2). 이는 So *et al*(1999)와 Lee & Kim(2011) 연구에서와 같이 단백질의 분해로 술덧 내 pH의 완충작용을 하는 아미노산이 증가하였기 때문으로 해석된다. 한편, 황기 첨가 직후 술덧의 pH는 약간 증가하였지만 술덧 발효 종료 후에는 처리구 별 pH 차이는 뚜렷하게 나타나지 않았다(data not shown, Table 2).

술의 발효에서 적정 산도 유지는 유해세균을 막아주는 역할을 하며, 술의 맛에도 많은 영향을 준다(Jung *et al* 2006a). 본 실험에서 총산은 발효가 진행됨에 따라 증가하다가 2차 담금 후 낮아지기 시작하여 발효가 끝나면서 다시 약간 증가하였다(Fig. 3). 2차담금 후 총산이 낮아지는 것은 전분질 원료와 물이 들어감으로써 술덧이 희석되어졌기 때문으로 보이며, 마찬가지로 단백질 분해 산물인 아미노산 등 완충 역할을 하는 성분들의 증가에 의한 것으로 보인다(So *et al* 1999). 황기 첨가량별, 황기 첨가시기별에 따른 두드러진 변화는 없었으며, 발효 완료 후 처리구 별 총산의 차이는 미미

하였다(Table 2).

2. 아미노산도

아미노산도는 쌀과 누룩 속에 포함된 단백질이 acidic protease와 기타 peptidase 등의 분해효소 작용에 의해 유리되는 아미노산을 측정할 수치로서, 적당량의 유리아미노산은 발효 주에 감칠맛을 부여하여 소비자 기호도에 영향을 준다(Han *et al* 1997). 본 연구에서 아미노산도는 술덧 발효가 진행됨에 따라 증가하는 양상을 보였는데(Fig. 4), 발효 3일차 이후부터는 증가하는 경향이 둔화되었다가 8일째 부터는 다시 증가하는 패턴이었다. 이는 2차담금 후 첨가되는 찹쌀고두밥과 물에 의해 유리아미노산이 희석되어 분석 수치가 낮게 측정되었다가 찹쌀고두밥의 분해가 다시 진행되면서, 단백질 분해로 인해 아미노산도가 증가된 것으로 사료된다. 한편, 술덧에 황기를 첨가한 경우, 황기 첨가량이 증가될수록 아미노산도는 약간씩 감소하였다(Table 2). 또한, 2차담금 시 황기를 첨가한 처리구들이 1차담금과 여과 3일전에 첨가한 처리

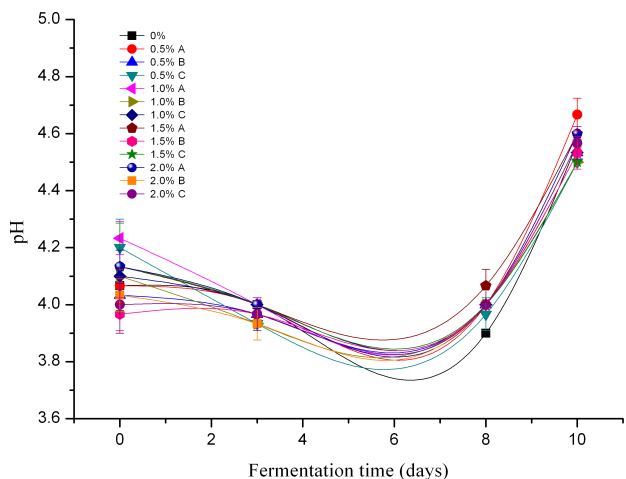


Fig. 2. Changes of pH during the fermentation period followed by adding ratio and adding time of ground Astragal Radix.

0~2.0 : Adding ratio of AR contrast to starch material amount.

Data are expressed as the mean±S.D. of three experiments.

A : Adding AR at 1st mashing day.

B : Adding AR at 2nd mashing day.

C : Adding AR at three days before the end of fermentation.

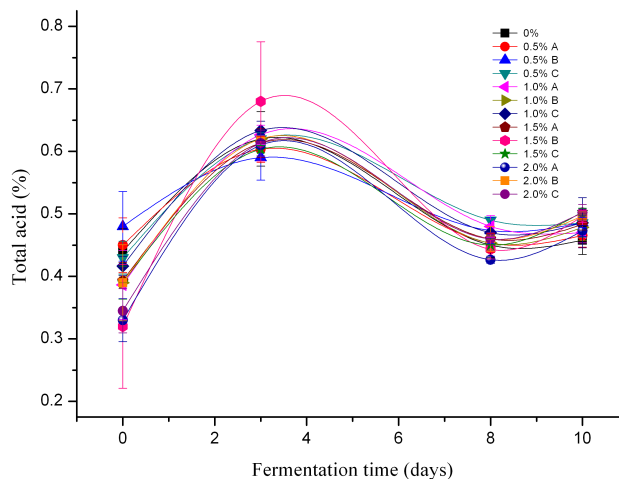


Fig. 3. Changes of total acid(%) during the fermentation period followed by adding ratio and adding time of ground Astragal Radix.

0~2.0 : Adding ratio of AR contrast to starch material amount.

Data are expressed as the mean±S.D. of three experiments.

A : Adding AR at 1st mashing day.

B : Adding AR at 2nd mashing day.

C : Adding AR at three days before the end of fermentation.

Table 2. Physicochemical characteristics of Hwanggiju followed by adding ratio and adding time of ground Astragal Radix

Sample	pH	Total acid (Citric acid, %)	Amino acidity (mL)	Soluble solid (°Brix)	Reducing sugar (% w/v)	Alcohol (% v/v)
0%	4.57±0.06 ^{bc1)}	0.46±0.02 ^c	5.21±0.07 ^{ab}	16.70±0.43 ^{abc}	4.71±0.58 ^{ab}	16.73±0.74 ^{bc}
0.5% A ²⁾	4.67±0.06 ^a	0.47±0.02 ^{bc}	5.31±0.17 ^a	16.53±0.40 ^{abc}	4.49±0.42 ^{ab}	17.17±0.25 ^{abc}
0.5% B	4.53±0.06 ^{bc}	0.49±0.01 ^{abc}	5.09±0.22 ^{abc}	17.13±0.25 ^a	5.13±0.02 ^a	17.17±0.31 ^{abc}
0.5% C	4.50±0.00 ^c	0.49±0.02 ^{abc}	5.17±0.16 ^{ab}	17.10±0.17 ^{ab}	5.21±0.81 ^a	17.00±0.26 ^{abc}
1.0% A	4.53±0.06 ^{bc}	0.47±0.02 ^{abc}	5.17±0.15 ^{ab}	16.63±0.49 ^{abc}	5.11±0.54 ^{ab}	17.50±0.10 ^{ab}
1.0% B	4.50±0.00 ^c	0.48±0.02 ^{abc}	4.97±0.06 ^{bc}	16.70±0.50 ^{abc}	4.98±0.06 ^{ab}	16.83±0.21 ^{bc}
1.0% C	4.53±0.06 ^{bc}	0.49±0.04 ^{abc}	5.13±0.02 ^{abc}	16.87±0.25 ^{abc}	5.27±0.79 ^a	17.00±0.36 ^{abc}
1.5% A	4.60±0.00 ^{ab}	0.48±0.01 ^{abc}	5.08±0.08 ^{abc}	16.40±0.44 ^{bc}	4.43±0.64 ^{ab}	17.56±0.21 ^{ab}
1.5% B	4.53±0.06 ^{bc}	0.50±0.01 ^{ab}	4.98±0.19 ^{bc}	16.83±0.51 ^{abc}	5.01±0.63 ^{ab}	17.60±0.53 ^{ab}
1.5% C	4.50±0.00 ^c	0.50±0.01 ^a	4.90±0.05 ^c	16.97±0.31 ^{ab}	5.32±0.57 ^a	17.07±0.25 ^{abc}
2.0% A	4.60±0.00 ^{ab}	0.47±0.01 ^{abc}	5.00±0.10 ^{bc}	16.17±0.25 ^c	4.11±0.43 ^b	18.00±0.89 ^a
2.0% B	4.57±0.06 ^{bc}	0.50±0.01 ^{ab}	4.92±0.14 ^c	16.70±0.30 ^{abc}	4.57±0.31 ^{ab}	16.57±0.92 ^{bc}
2.0% C	4.57±0.06 ^{bc}	0.50±0.01 ^a	5.17±0.08 ^{ab}	16.90±0.10 ^{ab}	5.11±0.09 ^{ab}	16.43±0.91 ^c
F-value ³⁾	1.687	3.396 ^{**}	2.804 [*]	1.586	2.044	1.827

¹⁾ Values are mean±S.D. ^{a-c} Mean in a column by different superscripts are significantly different at the $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test.

²⁾ 0~2.0% : adding ratio of AR contrast to starch material amount, A : adding AR at 1st mashing day, B : adding AR at 2nd mashing day, C : adding AR at three days before the end of fermentation.

³⁾ * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$.

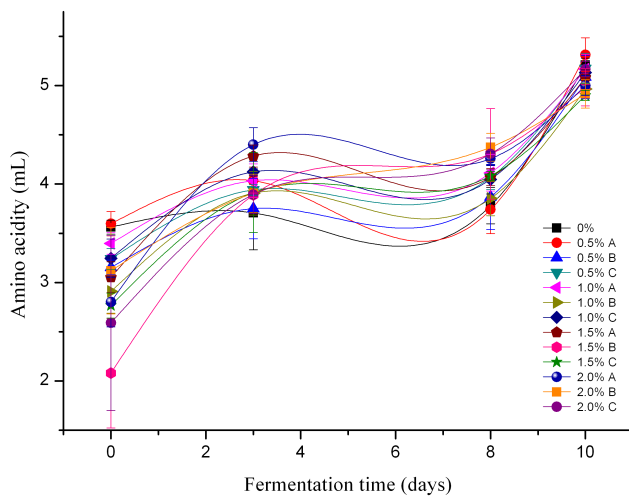


Fig. 4. Changes of amino acidity (mL) during the fermentation period followed by adding ratio and adding time of ground Astragal Radix.

0~2.0 : Adding ratio of AR contrast to starch material amount.

Data are expressed as the mean±S.D. of three experiments.

A : Adding AR at 1st mashing day.

B : Adding AR at 2nd mashing day.

C : Adding AR at three days before the end of fermentation.

구에 비해 대체로 낮았는데, 황기가 술덧 발효 중 일정 기간 동안 누룩미생물의 생육 또는 단백질 분해효소를 저해하는 작용을 할 수 있는 것으로 사료된다. 향후 황기와 누룩미생물, 효소간의 상관관계를 구명하기 위해서는 보다 더 자세한 연구가 수행되어야 할 것이다.

3. 가용성 고형분 함량

발효주 내의 당 함량은 효모의 에탄올 생산 농도를 결정짓고 주류의 향기 성분과 단맛에 영향을 주는 것으로 알려져 있다(Park *et al* 2004, Choi *et al* 2011). 본 연구에서, 가용성 고형분은 발효기간 동안 꾸준히 증가하는 경향을 나타내었다(Fig. 5). 이는 탁주 발효 중 원료내의 전분질이 당화 amylase에 의해 당분으로 분해됨과 동시에 미생물의 영양원이나 발효 기질로 이용되므로 발효 후기에 감소한다고 보고된 Kim *et al*(2011)과 Park & Lee(2002)의 연구결과와는 차이가 있었다. 본 실험에서 가용성 고형분이 계속 증가하는 이유는 2차담금시 찹쌀고두밥 첨가에 의해 지속적으로 전분질이 공급되었고, 2차담금 후 7일 동안 당화 및 알코올 발효가 계속 진행 중이었기 때문인 것으로 사료된다. 한편, 황기주 발효 중 황기 첨가량과 첨가시기에 의한 처리구간 가용성 고형분 함량의 차이는 미미하였다(Table 2).

4. 환원당 및 알코올 함량

환원당은 황기주 담금 직후 감소하다가 2차담금 후 증가

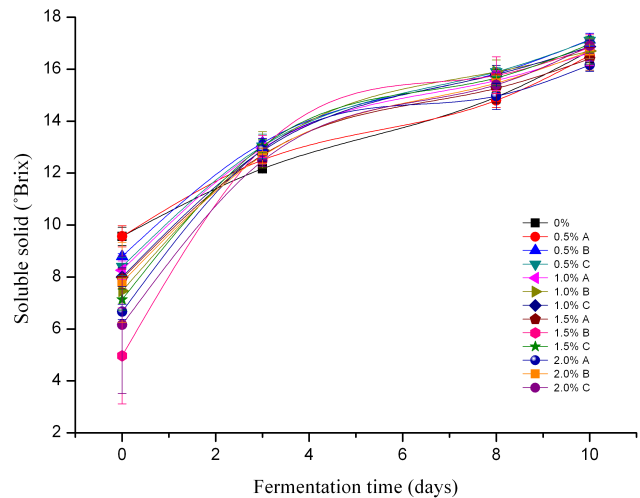


Fig. 5. Changes of soluble solid (°Brix) during the fermentation period followed by adding ratio and adding time of ground Astragal Radix.

0~2.0 : Adding ratio of AR contrast to starch material amount.

Data are expressed as the mean±S.D. of three experiments.

A : Adding AR at 1st mashing day.

B : Adding AR at 2nd mashing day.

C : Adding AR at three days before the end of fermentation.

하였으며, 발효 8일차부터는 다시 감소하는 경향을 나타내었다(Fig. 6). So *et al*(1999)의 연구에서와 같이, 환원당 함량은 발효제의 종류에 따라 그 변화 추이가 다른데, 누룩의 경우

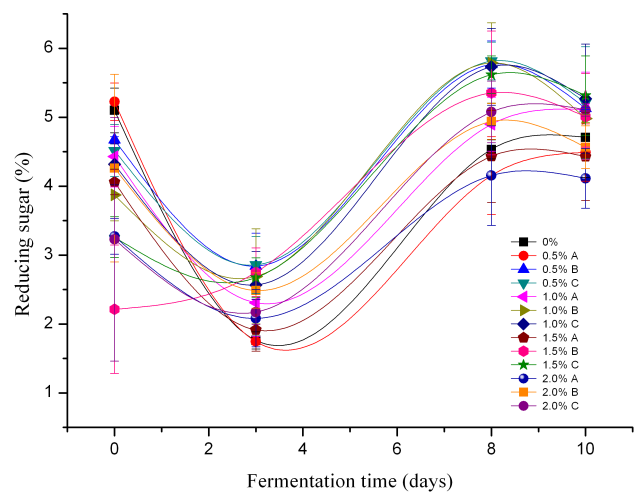


Fig. 6. Changes of reducing sugar contents during the fermentation period followed by adding ratio and adding time of ground Astragal Radix.

0~2.0 : Adding ratio of AR contrast to starch material amount.

Data are expressed as the mean±S.D. of three experiments.

A : Adding AR at 1st mashing day.

B : Adding AR at 2nd mashing day.

C : Adding AR at three days before the end of fermentation.

발효 초기 환원당이 증가하는데 반해 입국으로 제조한 술은 발효 초기에 환원당이 감소하였다. 이는 입국제조 시 전분질이 누룩곰팡이에 의해 분해되어 당의 형태로 잔류하고 있다 가 술덧 발효 초기에 그만큼 알코올로 빨리 전환되었기 때문으로 사료된다. 본 연구에서는 1차담금 이후에는 환원당 함량이 감소하였지만 2차담금 후 증가하였는데, 이것은 2차담금 시 찹쌀고두밥이 첨가되었기 때문인 것으로 판단된다. 또한, 첫 담금 후 8일차 이후부터 환원당 함량이 감소하는 것은 효모에 의한 당의 알코올 전환에 의한 것으로 보인다(Fig. 7). 이는 발효 후기에는 환원당이 낮아진다는 Lee *et al*(2004), Han *et al*(1997)과 동일한 결과였다. 한편, 황기 첨가량에 의한 환원당과 알코올 함량에 있어서는 유의적인 차이가 없었으며, 황기 첨가시기에 따라서는 황기 첨가시기가 빠른 처리구보다 늦은 처리구에서 환원당 함량이 높았으며, 여과 3일 전에 첨가한 처리구가 가장 높은 수치를 나타내었다(Table 2).

5. 색도

황기 첨가량과 첨가시기별 황기주의 색도는 Table 3과 같다. 명도(밝은 정도)를 나타내는 L값은 황기 첨가량이 증가할수

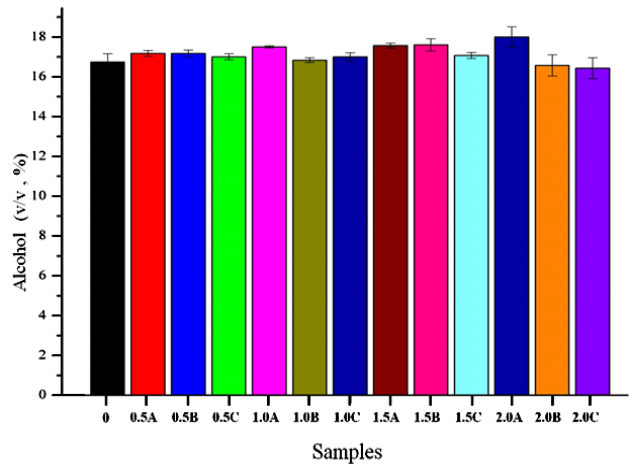


Fig. 7. Alcohol contents of final fermentation treatments followed by adding ratio and adding time of ground Astragal Radix.

0~2.0 : Adding ratio of AR contrast to starch material amount.
 Data are expressed as the mean±S.D. of three experiments.
 A : Adding AR at 1st mashing day.
 B : Adding AR at 2nd mashing day.
 C : Adding AR at three days before the end of fermentation.

Table 3. Changes of color(L, a, b) and anti-oxidative activities of *Hwanggiyu* followed by adding ratio and adding time of ground Astragal Radix

Sample	L	a	b	DPPH (%)	Polyphenol (mg/mL)
0%	90.86±1.90	-1.80±0.18 ^{abc1)}	19.96±0.50 ^g	53.63±1.78 ^d	1.05±0.01 ^{ab}
0.5% A ²⁾	91.53±1.32	-1.95±0.20 ^c	21.18±0.42 ^{cdef}	54.95±1.87 ^{cd}	1.04±0.02 ^b
0.5% B	91.29±1.19	-1.86±0.16 ^{bc}	20.53±0.84 ^{efg}	54.31±2.30 ^d	1.05±0.02 ^{ab}
0.5% C	92.29±1.21	-1.62±0.58 ^{abc}	20.90±0.32 ^{defg}	56.42±1.98 ^{abcd}	1.05±0.00 ^{ab}
1.0% A	89.52±0.97	-1.62±0.07 ^{abc}	21.57±0.59 ^{bcde}	56.09±0.99 ^{abcd}	1.06±0.02 ^{ab}
1.0% B	91.76±0.81	-1.79±0.04 ^{abc}	20.27±0.29 ^{fg}	56.05±3.09 ^{bcd}	1.06±0.00 ^{ab}
1.0% C	91.43±1.31	-1.72±0.09 ^{abc}	21.15±0.69 ^{cdef}	56.98±2.65 ^{abcd}	1.06±0.01 ^{ab}
1.5% A	90.34±1.96	-1.75±0.27 ^{abc}	22.51±0.62 ^{ab}	54.15±0.70 ^d	1.06±0.01 ^{ab}
1.5% B	90.65±2.54	-1.75±0.26 ^{abc}	21.78±1.15 ^{abcd}	57.62±4.98 ^{abcd}	1.06±0.03 ^{ab}
1.5% C	90.44±2.41	-1.77±0.24 ^{abc}	22.12±0.60 ^{abc}	58.94±1.91 ^{abc}	1.07±0.00 ^a
2.0% A	89.91±2.47	-1.67±0.27 ^{abc}	22.54±0.74 ^{ab}	60.55±0.27 ^a	1.05±0.01 ^{ab}
2.0% B	88.41±3.28	-1.41±0.35 ^{ab}	22.21±0.70 ^{abc}	58.96±1.88 ^{abc}	1.06±0.01 ^{ab}
2.0% C	87.60±2.84	-1.30±0.28 ^a	22.84±0.32 ^a	59.46±1.96 ^{ab}	1.07±0.01 ^a
F-value ³⁾	0.790	1.315	6.228 ^{***}	2.749 [*]	1.188

1) Values are mean±S.D. ^{a-g} Mean in a column by different superscripts are significantly different at the $p<0.05$ by Duncan's multiple range test.
 2) 0~2.0% : adding ratio of AR contrast to starch material amount, A : adding AR at 1st mashing day, B : adding AR at 2nd mashing day, C : adding AR at three days before the end of fermentation.
 3) * $p<0.05$, ** $p<0.01$, *** $p<0.001$.

록 감소하는 경향을 나타내었다. 이는 황기 농축액의 첨가량이 증가함에 따라 L값이 감소하였다는 Hwang & Ahn(2008)의 연구와 동일한 결과였다. 적색도를 나타내는 a값은 황기 첨가량이 증가함에 따라 높은 값을 나타낸다는 Min SH(2009)의 연구에서와 같은 결과를 보였다. 황기 첨가시기에 따라서는 L, a값 모두 특정한 추이를 나타내지 않았다. 반면, 황색도 b값은 황기 첨가량과 첨가시기에 따른 대조구와의 유의적인 차이를 보였다. 황기 첨가량이 많은 처리구에서 황색도가 높았으며, 황기 첨가시기에 따라서는 1차담금과 여과 3일 전에 첨가한 처리구가 2차담금시 첨가한 처리구보다 높은 경향을 나타내었다. b값과 황기첨가 시기에 따른 결과와의 관계를 해석하기 위해서는 추가연구가 요구된다. 관능평가와 연관지어 생각해 볼 때, 황기의 첨가로 술덧의 L, a, b값이 변화되었지만, 패널들의 색 감별에는 별다른 영향을 주지는 못하였다(Table 4).

6. DPPH 및 Polyphenol 측정

DPPH(1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl)는 비교적 안정된 free radical을 지니고 있는 화합물로 ascorbic acid, tocopherol, polyhydroxy 방향족 화합물, 방향족 아민류에 의해 환원되어 항산화 능력을 확인하는데 널리 사용되는 물질로써 DPPH를 이용한 free radical 소거반응은 항산화 물질의 전자공여능으로 인해 방향족 화합물 및 방향족 아민류에 의해 환원되어 자색이 탈색에 의해 나타내는 정도를 지표로 하여 항산화능을 측정하는 방법이다(Blois MS 1958, Cha *et al* 1999, Choi *et al* 2002, Choi *et al* 2003). 일반적으로 항산화작용 기능이 있는 원료 함량이 증가할수록 높은 DPPH free radical 소거능이 나타나는데(Cha *et al* 2009), 본 실험에서도 황기첨가량이 많은 처리구에서 높은 DPPH free radical 소거능을 나타내었다(Table 3). Mou *et al*(2011)의 연구에서는 황기 100g을 열수추출하여 동결건조한 후, 10% 수용액 형태로 제조하여 실험한 결과 47.8%의 효과가 있었다. 본 연구에서는 황기 무첨가구에서도 53.6%를 보였으며, 황기가 0.5~2.0% 첨가되었을 때 황기주의 DPPH free radical 소거능이 0.52~6.9% 향상되었다. 또한, 황기 첨가시기별로 차이가 있었는데, 1차담금시 첨가하는 것보다 여과 3일전에 첨가하는 것이 대체로 높은 DPPH free radical 소거능을 나타내었다.

폴리페놀 화합물은 식물계에서 널리 분포되어 있는 2차 대사산물로서 크게 flavonoid, catechin, tannin류로 구분된다. 특히, 페놀성 화합물들은 phenolic hydroxyl 그룹 때문에 단백질 또는 효소단백질, 기타 거대 분자들과 결합되어 있는 성질, 2가 금속이온과의 결합력을 가지며, 전자공여능이 있어 높은 항산화 작용을 나타내는 것으로 알려져 있다(Cha *et al* 2009, Son & Pyu 2009). 폴리페놀의 경우 Kwon *et al*(2010)

의 연구에서는 황기 100 g을 물 2,000 mL(5%)에 넣고 효소처리한 다음 100℃에서 8시간 열수추출 한 결과, 폴리페놀의 함량이 최고 0.66 mg/mL 검출되었다. 반면, 본 실험에서는 황기를 첨가하지 않은 대조구에서도 1.05 mg의 폴리페놀이 검출되었다(Table 3). 이러한 결과로 볼 때 술덧 발효과정 중 누룩과 전분질원료, 효모 등에 의한 발효산물에서 DPPH free radical 소거능이 나타나고, 폴리페놀류가 유리되는 등 항산화능이 있는 것으로 사료된다. 황기주에서도 통계결과상 소폭이지만 황기가 첨가됨에 따라 폴리페놀의 함량도 증가되는 것으로 분석되었다. 또한, 황기의 첨가 시기가 늦을수록 증가하는 양상을 나타내었다. 황기를 보다 많이 첨가하면 DPPH free radical 소거능과 폴리페놀류 함량이 향상되었지만, 황

Table 4. Sensory evaluation result of Hwanggiju followed by adding ratio and adding time of ground Astragal Radix

Sample	Sensory evaluation ¹⁾			
	Color	Flavor	Taste	Overall acceptability
0%	5.2±1.1	4.8±0.9	5.0±1.2 ²⁾	5.0±1.0 ^a
0.5% A ³⁾	5.0±1.1	4.2±1.2	3.7±1.5 ^b	4.2±1.1 ^{ab}
0.5% B	4.9±1.2	4.6±0.8	4.2±1.4 ^{ab}	4.5±1.3 ^{ab}
0.5% C	5.0±1.1	4.2±0.7	4.3±1.6 ^{ab}	4.3±1.1 ^{ab}
1.0% A	4.7±1.2	4.5±1.2	4.2±1.7 ^{ab}	4.2±1.4 ^{ab}
1.0% B	4.8±1.3	4.6±0.7	4.3±1.7 ^{ab}	4.2±1.3 ^{ab}
1.0% C	5.3±1.2	4.5±1.4	3.8±1.8 ^{ab}	4.2±1.7 ^{ab}
1.5% A	4.7±1.4	4.4±1.3	3.7±1.9 ^b	3.8±1.5 ^b
1.5% B	4.8±1.2	4.7±1.2	4.2±1.8 ^{ab}	4.4±1.7 ^{ab}
1.5% C	4.6±1.3	4.2±1.1	4.1±1.6 ^{ab}	4.1±1.5 ^{ab}
2.0% A	4.9±1.3	4.6±1.3	3.9±1.6 ^{ab}	4.1±1.4 ^{ab}
2.0% B	4.8±1.4	4.7±1.6	3.6±1.5 ^b	3.6±1.4 ^b
2.0% C	4.7±1.5	4.5±1.4	3.8±1.8 ^{ab}	3.9±1.7 ^b
F-value ⁴⁾	0.548	0.545	0.988	1.094

¹⁾ Estimated by 7 point scale, where 7, excellent; 6, good; 5, just good; 4, fair; 3, not too good; 2, poor; 1, very poor and unacceptable.

²⁾ Values are mean±S.D.

^{a~b} Mean in a column by different superscripts are significantly different at the $p<0.05$ by Duncan's multiple range test.

³⁾ 0~2.0% : adding ratio of AR contrast to starch material amount, A : adding AR at 1st mashing day, B : adding AR at 2nd mashing day, C : adding AR at three days before the end of fermentation.

⁴⁾ * $p<0.05$, ** $p<0.01$, *** $p<0.001$.

기 특유의 쓴맛 때문에 황기주에는 2% 이상을 첨가하지 못한 것이 본 연구에서의 한계점이라고 말할 수 있다.

7. 관능평가

황기 첨가량 및 첨가시기별로 제조한 황기주의 관능평가(7점 척도)를 실시하였다(Table 4). 색은 황기 1.0%를 여과 3일 전에 첨가한 처리구에서 가장 높은 평가를 받았으나(5.3±1.2), 통계적으로 유의적인 차이를 보이지는 않았다. 그러나 육안상 처리구 간 색 차이는 거의 나지 않는다는 의견이 대부분이었다. 향에 있어서는 황기 무첨가구에서 4.8±0.9로 가장 높은 점수를 받았으며, 황기가 첨가된 처리구들 간 유의적인 차이는 없었다. 맛 또한 황기 무첨가구에서 5.0±1.2로 가장 좋은 반응을 보였으며, 여과 3일 전에 황기를 0.5% 첨가한 처리구가 4.3±1.6으로서 2번째로 좋은 평가를 받았다. 전반적인 기호도 역시 황기 무첨가구가 5.0±1.0으로써 비교적 높은 평가를 받았으며, 그 다음으로 2차 담금시 황기를 0.5% 첨가한 처리구가 4.5±1.3으로서 좋은 평가를 받았다. 같은 0.5%의 비율이라도 1차담금시 첨가한 황기주의 경우 쓴맛이 강하게 느껴진다는 의견이 많았으며, 2차담금시 첨가한 처리구와 여과 3일 전에 첨가한 처리구의 맛의 차이는 대부분의 패널들이 실제적으로 느끼지 못하였다. 즉, 전분질량 대비 0.5% 황기 분쇄물로서 2차담금 후 또는 여과 3일 전에 첨가하는 것이 가장 이상적인 황기 첨가 조건으로 사료된다. 한편, 전반적으로 황기 무첨가구에 비해 황기 첨가 처리구의 점수가 낮게 나온 것은 황기와 술덧이 혼합되었을 때 향미가 향상될 것이라는 기대와는 달리, 황기 첨가 유무에 따라 향의 차이가 많이 나지 않는다는 것과 황기 1.0% 이상 첨가한 처리구에서는 쓴맛이 느껴진다는 의견이 많았기 때문으로 사료된다. 쓴맛이 느껴지는 단점을 보완하기 위해서는 다양한 전처리법(뒤움, 증숙 등)을 황기에 적용하는 방법, 부재료나 첨가물의 혼합조건 설정 등 황기주 본연의 특성을 잃지 않으면서 풍미를 향상시키는 연구가 추가되어야 할 것이다.

결론

술덧에 0.5~2.0%의 황기 분쇄물을 발효 시기별로 첨가했을 때, 황기 첨가 유무에 따른 이화학적 성분변화(pH, 총산, 아미노산도, 가용성 고형분, 환원당, 알코올, 색도) 및 항산화 활성, 폴리페놀함량 차이는 미미한 것으로 나타났다. 단, 황기 첨가율이 증가됨에 따라 아미노산도가 감소하는 것으로 보아 단백질 분해효소를 저해하는 성분이 황기에 있는 것으로 추측되며, 이를 증명하기 위해서는 향후 황기 첨가량에 대한 아미노산도의 상관관계를 구명하는 연구가 수행되어야 할 것으로 사료된다. 또한, 색도에서 b값(황색도)이 황기 첨가량이 증가하였을 때 높은 값을 나타내었으며, 이들 간의 상

관관계도 구명되어야 할 것이다. DPPH free radical 소거능과 폴리페놀 함량은 황기가 첨가되지 않은 처리구에서도 53.6% 및 1.05 mg/mL를 보였으며, 황기가 첨가됨에 따라 소폭씩 증가하였지만, 황기가 첨가되지 않더라도 항산화성이 있는 것으로 판단된다. 즉, 황기가 첨가되지 않은 쌀누룩으로 제조한 순곡주의 경우에서도 항산화성이 50% 이상 되는 것으로 기대된다. 향후 누룩별로 제조한 순곡주의 항산화 작용에 대해 연구해 보는 것도 가치가 있을 것으로 생각된다. 관능평가에서는 황기를 2차담금시 0.5% 첨가한 처리구가 4.5±1.3으로서 비교적 좋은 평가를 받았다. 전반적으로 황기 무첨가구에 비해 황기 첨가 처리구의 기호도 점수가 낮게 나왔으며, 이는 황기 특유의 쓴맛에 그 원인이 있는 것으로 판단된다. 황기의 쓴맛이 느껴지는 단점을 보완하기 위해서는 다양한 전처리법, 부재료 설정 등 황기주의 풍미를 향상시키는 연구가 추가되어야 할 것이다.

요약

황기뿌리 분쇄물을 전분질 원료대비 0.5~2.0% 첨가한 발효주를 제조하여 이화학적 특성, DPPH free radical 소거능, 폴리페놀 함량, 기호도평가를 실시하였다. 술덧 발효 초기의 pH는 3.9~4.1 였으며, 모든 처리구에서 발효 시작 6일차까지 낮아지는 경향을 보이다가 발효 종료 시점에서 4.67 까지 상승하였다. 총산의 경우 모든 처리구에서 발효가 진행됨에 따라 증가한 후 2차담금시 전분질 원료와 물의 첨가로 감소하였다가 다시 소폭 상승하는 양상을 보였다. 술덧 발효 중 황기 첨가량 및 첨가시기에 따른 pH 변화와 총산함량의 차이는 미미하였다. 아미노산도는 황기 첨가량이 증가할수록 소폭 감소하는 경향을 나타냈으며, 모든 처리구에서 발효가 진행됨에 따라 지속적으로 상승하는 양상을 보였다. 가용성 고형분과 알코올 함량은 지속적으로 증가하였으며, 황기 첨가에 따른 처리구간의 차이는 미미하였다. 색도에 있어서, L 값은 첨가량과 첨가 시기에 따라 유의적인 차이가 없었으나, a값과 b값은 유의적인 차이를 보였다. DPPH free radical 소거능에 있어서 황기가 첨가되지 않은 대조구는 53.6%의 활성을 보였으며, 황기 첨가시 0.52~6.9%의 향상효과가 있는 것으로 판단되었다. 폴리페놀류는 대조구에서 1.05 mg/mL 함량을 보였으며, 미미하지만 황기 첨가시 폴리페놀함량이 증가되는 것으로 나타났다. 관능평가에서는 황기 무첨가구에서 비교적 높은 평가점수를 받았으며(5.0±1.0), 0.5% B 처리구 또한 좋은 반응을 얻었다(4.5±1.3).

감사의 글

본 연구는 농촌진흥청 국립농업과학원 농업과학기술 연구

개발사업(과제번호 : PJ007381032011)의 지원에 의해 이루어진 것입니다.

문헌

- 대한한의과대학 교재편찬위원회 (2005) 본초학. 영림사, 서울. pp 579-581.
- Baek NI, Kim YS, Kyung JS, Park KH (1996) Isolation of and hepatotoxic from the root of *Astragalus membranaceus*. *Kor J Pharmacogn* 27: 111-116.
- Blois MS (1958) Antioxidant determination by the use of a stable free radical. *Nature* 26: 1199-1204.
- Cha JY, Ahn HY, Eom KE, Park BK, Jun BS, Cho YS (2009) Antioxidative activity of *Aralia elata* shoot and leaf extracts. *Journal of Life Science* 19: 652-658.
- Cha JY, Kim HJ, Chung CH, Cho YS (1999) Antioxidative activities and contents of polyphenolic compound of *Cudrania tricuspidata*. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 28: 1310-1315.
- Cho YS, Lee KH, Ha HJ, Park SY, Choi YH, Kim EM (2010) Effect of medicinal herb extracts on physicochemical characteristics of cooked rice. *J Appl Biol Chem* 53: 219-224.
- Choi CH, Song ES, Kim JS, Kang MH (2003) Antioxidative activities of *Castanea crevata* Flos. methanol extracts. *Korean J Food Sci Technol* 35: 1216-1220.
- Choi JH, Jeon JA, Jung ST, Park JH, Park SY, Lee CH, Kim TJ, Choi HS, Yeo SH (2011) Quality characteristics of *Seok-tanju* fermented by using different commercial *Nuruks*. *Korean J Microbiol Biotechnol* 39: 56-62.
- Choi MS, Do DH, Choi DJ (2002) The effect of mixing beverage with *Aralica continentalis* Kitagawa root on blood pressure and blood constituents of the diabetic and hypertensive elderly. *Korean J Food Nutr* 15: 165-172.
- Choi SH, Kim SM (2011) Quality properties of fermented squid viscera product with *Aspergillus oryzae* koji and its seasoning. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 40: 94-101.
- Han EH, Lee TS, Noh BS, Lee DS (1997) Quality characteristics in mash of *Takju* prepared by using different *Nuruk* during fermentation. *Korean J Food Sci Technol* 29: 555-562.
- Hwang SJ, Ahn JC (2008) Quality characteristics of Jeolpyeon containing *Astragalus membranaceus* extract. *Korean J Food Cookery Sci* 24: 266-271.
- Im KR, Kim MJ, Jung TK, Yoon KS (2010) Analysis of iso-flavonoid contents in *Astragalus membranaceus* bunge cultivated in different areas and at various ages. *KSBB Journal* 25: 271-276.
- Inoue K, Shirai T, Ochiai H, Kasao M, Hayakawa K, Kimura M (2003) Blood-pressure-lowering effect of a novel fermented milk containing γ -aminobutyric acid in mild hypertensives. *Eur J Clin Nutr* 57: 490-495.
- Jung HK, Park CD, Park HH, Lee GD, Lee IS, Hong JH (2006a) Manufacturing and characteristics of Korean traditional liquor, *Hahyangju* prepared by *Saccharomyces cerevisiae* HA3 isolated from traditional *Nuruk*. *Korean J Food Sci Technol* 38: 659-667.
- Jung HS, Lee EJ, Lee JH, Kim JS, Kang SS (2008) Phytochemical studies on *Astragalus* root (3): Triterpenoids and sterols. *Kor J Pharmacogn* 39: 186-193.
- Jung TK, Kim MJ, Lim KR, Yoon KS (2006b) Moisturizing and anti-oxidation effect of *Astragalus membranaceus* root extract. *J Soc Cosmet Scientists Korea* 32: 193-200.
- Kim IC, Hur SS (2009) Antioxidative properties and whitening effects of the *Astragali radix*, *Atractylodis rhizoma alba* and *Acanthopanax cortex*. *J of the Korean Oil Chemists' Soc* 26: 110-116.
- Kim JW, Kim SD, Youn KS (2010) Effects of chicken treated with *Hwangki-Beni* koji sauces on ROS generating and scavenging related enzyme activities in rats fed with a high fat and high cholesterol diet. *Korean J Food Sci Technol* 42: 605-612.
- Kim MJ, Lim KR, Jung TK, Yoon KS (2007) Anti-aging effect of *Astragalus membranaceus* root extract. *J Soc Cosmet Scientists Korea* 33: 33-40.
- Kim NY, Yu AR, Min JY, Han MJ (2011) Fermentation characteristics of *Ginpi* wine with different levels of added *Ginpi*. *Korean J Food Culture* 26: 178-183.
- Kim OO, Lee KW, Lee HJ, Lee CY (2002) Vitamin C equivalent antioxidant capacity (VCEAC) of phenolic phytochemicals. *J Agric Food Chem* 50: 3713-3717.
- Kwon SC, Choi GH, Hwang JH, Lee KH (2010) Physicochemical property and antioxidative activity of hot-water extracts from enzyme hydrolysate of *Astragalus membranaceus*. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 39: 406-413.
- Lee HC, Moon SH, Park JS, Jung JW, Keum TH (2010) Volatile compounds in liquor distilled from mash produced using koji or nuruk under reduced or atmospheric pressure. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 39: 880-886.
- Lee HJ, Kim YA, Ahn JW, Lee BJ, Moon SG, Soe MW (2004)

- Screening of peroxyinitrite and DPPH radical scavenging activities from salt marsh plants. *Korean J Biotechnol Bioeng* 19: 57-61.
- 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.
- Lee JO, Kim JC (2011) The influence of adding buckwheat sprouts on the fermentation characteristics of *Yakju*. *Korean J Food Culture* 26: 72-79.
- Lee MK, Park JK, Lee SK (2005) The physicochemical properties of seed mash prepared with koji. *Korean J Food Sci Technol* 37: 199-205.
- Min SH (2006) Quality characteristics of Doenjang containing *Astragalus membranaceus* water extracts. *Korean J Food Cookery Sci* 22: 514-520.
- Min SH (2009) Quality characteristics of Sikhe prepared with *Astragalus membranaceus* water extracts. *J East Asian Soc Dietary Life* 19: 216-223.
- Min SH, Park OJ (2008) Quality characteristics of Yanggaeng prepared with different amounts of *Astragalus membranaceus* powder. *J East Asian Soc Dietary Life* 18: 9-13.
- Mou JC, Lee SN, Kim MG, Kim MH, Kim HJ, Cho HJ, Leem KH (2011) Effects of Astragali Radix extracts on the elastase activity and DPPH and NO scavenging activities. *Kor J Herbology* 26: 59-63.
- Park CS, Lee TS (2002) Quality characteristics of *Takju* prepared by wheat flour *Nuruks*. *Korean J Food Sci Technol* 34: 296-302.
- 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.
- Rios JL, Waterman PG (1997) A review of the pharmacology and toxicology of *Astragalus*. *Phytother Res* 11: 411-418.
- Ryu MS, Kim EH, Chun MS, Kang SH, Shim BS, Yu YB, Jeong GJ, Lee JS (2008) Astragali Radix elicits anti-inflammation via activation of MKP-a, concomitant with attenuation of p38 and Erk. *J Ethnopharmacol* 115: 184-193.
- Seo DM, Choi DY, Lee JD (2007) Effects of *Astragalus membranaceus* on angiogenesis. *J Korean Acupuncture & Moxibustion Soc* 24: 113-123.
- So MH (1991) Improvement in the quality of *Takju* by the combined use of *Aspergillus kawachii* and *Aspergillus oryzae*. *Korean J Food & Nutr* 4: 115-124.
- So MH, Lee YS (2010) Effects of culture conditions of *Rhizopus* sp. ZB9 on the production of protease during preparation of rice koji. *Korean J Food & Nutr* 23: 399-404.
- So MH, Lee YS, Noh WS (1999) Changes in microorganism and main components during *Takju* brewing by a modified *Nuruk*. *Korean J Food & Nutr* 12: 226-232.
- Son HJ, Pyu GH (2009) Chemical compositions and antioxidant activity of extract from an extruded white Ginseng. *J Korea Soc Food Sci Nutr* 38: 946-950.
- You SG, Kim SW, Jung KH, Moon SK, Yu KW, Choi WS (2010) Effect of Astragali Radix and *Opuntia humifusa* on quality of red ginseng drink. *Food Engineering Progress* 14: 299-306.

접 수: 2011년 10월 26일
 최종수정: 2012년 1월 10일
 채 택: 2012년 2월 25일