

쌀맥주 가공에 적합한 품종선정을 위한 품질특성 평가

김현주¹ · 박지영¹ · 이석기¹ · 박혜영¹ · 조동화¹ · 최혜선¹ · 오세관^{1,†}

Quality Characteristics of Rice Cultivars Suitable for Rice Beer

Hyun-Joo Kim¹, Ji-Young Park¹, Seuk Ki Lee¹, Hye-Young Park¹, Donghwa Cho¹, Hye Sun Choi¹, and Sea-Kwan Oh^{1,†}

ABSTRACT The purpose of this study was to evaluate the effects of rice cultivars (Hangaru, Seolgaeng, Dasan-1 and Anda) on the quality characteristics of rice beer. Hangaru and Seolgaeng which are soft rice varieties, had moisture contents that were 14.48% and 14.62% higher than those of Dasan-1 and Anda, respectively. Dasan-1 and Anda showed higher protein contents than those of the other two varieties. The amylose content of Hangaru was found to be 17.71% lower than that of the other varieties, whereas the reducing sugar content of Hangaru and Seolgaeng was higher than that of Dasan-1 and Anda. Hardness measurements for Hangaru and Seolgaeng were lower than those for Dasan-1 and Anda. Measurements of the alcohol content, pH and color of beers brewed using these rice cultivars revealed no significant difference among the cultivars. However, measurement results for bitterness showed that beers brewed with Hangaru and Seolgaeng had lower bitterness than did the beers brewed with Dasan-1 and Anda. The results of this study indicate that Hangaru and Seolgaeng can be considered as cultivars with brewing qualities suitable for rice beer.

Keywords : cultivar, rice, rice beer

국내 쌀(Rice, *Orzya sativa* L.) 소비량은 식생활의 서구화 및 맛벌이 부부 증가 등과 같은 다양한 사회적 변화로 2011년 71.2 kg에서 2016년 61.9 kg으로 매년 약 1~2 kg씩 계속 감소하고 있다(KOSIS, 2016). 또한 FTA 체결 등으로 인한 수입물량 및 생산량 증가로 쌀의 신 수요창출을 위한 노력이 지속적으로 요구되고 있다. 이에 따라 쌀의 소비 확대를 위해 다양한 종류의 즉석밥을 비롯하여 쌀국수, 쌀음료 등과 같은 간편식제품이 꾸준히 개발되고 있다(Shin *et al.*, 2016).

국내에서 가장 많이 소비되고 있는 주류는 맥주 및 소주로 점유율은 각각 52.50 및 41.25%로 맥주의 소비가 가장 높은 것으로 나타났다(Kim *et al.*, 2013). 최근 국내 맥주 시장은 젊은 층의 맥주 선호도 증가와 함께 맥주 수입량의 증가로 맥주의 기호도가 다양해지고 있다. 특히 ‘크래프트 맥주 펍순례’라는 신조어가 생겨날 정도로 맥주의 다양한 맛, 향 등을 찾는 소비자들이 증가하고 있다. 이에 따라 기

존 ‘라거맥주(Lager beer)’ 중심의 맥주 맛을 벗어나 ‘에일 맥주(Ale beer)’ 등 다양하고 차별화된 맛을 가진 맥주 개발 및 제품 출시가 증가하고 있는 추세이다. 따라서 맥주의 원료로 쌀을 소비한다면 쌀 재고의 문제점 해결과 맥주의 다양성을 증대하는 효과를 함께 볼 수 있을 것으로 판단된다(Park *et al.*, 2004).

쌀을 이용한 주류 개발은 탁주를 중심으로 연구 및 개발되어져왔고, 맥주에 부원료로 적용하기 위한 연구가 일부 시도된 바 있다. Lee *et al.* (1998)은 쌀을 50% 이상 첨가한 맥주는 맥아 100% 맥주보다 당화가 용이하지 않았다고 보고하였다. Hyun *et al.* (2012)의 연구결과에 따르면 쌀맥주 가공과정 시 당화효율을 개선하기 위하여 아밀라아제를 첨가하였으나 맥주의 거품안정성 및 색도 등과 같은 품질 저하가 발생하였다고 발표하였다. 최근 해외에서도 쌀을 이용하여 맥주 가공을 위한 연구 결과가 발표되고 있는데 Das *et al.* (2014)은 쌀맥주의 품질 개선을 위하여 스타터를 활용하

¹⁾(농촌진흥청 국립식량과학원 중부작물부 수확후이용과, Crop Post-harvest Technology Division, Department of Central Area Crop Science, National Institute of Crop Science, Rural Development Administration, Suwon, Gyeonggi 16613, Korea)

[†]Corresponding author: Sea-Kwan Oh; (Phone) +82-31-695-0610; (E-mail) ohskwan@korea.kr

<Received 18 April, 2017; Revised 22 May, 2017; Accepted 1 June, 2017>

였으며, Mayer *et al.* (2016)은 rice malt를 이용하여 맥주 가공기술을 확립한 결과를 보고하였다. 그러나 국내외 모두 쌀맥주를 제조하기 위한 적합 쌀 품종 개발 및 기존 육성품종에 대한 맥주 제조 및 품질 특성 평가는 전무한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 쌀맥주에 적합한 원료 쌀의 품종 선정을 위하여 농촌진흥청 국립식량과학원에서 개발된 품종 중에 발효특성이 우수하고 쉽게 분쇄되는 특징(Oh *et al.*, 2011)을 가진 연질미인 한가루 및 설갱과 초다수성 가공용 품종인 다산1호 및 안다를 이용하여 원료곡의 품질특성을 분석하고 이를 이용하여 제조한 쌀맥주의 주질 특성을 비교분석하여 쌀맥주용으로 유망한 품종을 선정하고 확대 보급하고자 하였다.

재료 및 방법

실험재료

본 연구에 사용된 쌀은 2015년에 농촌진흥청 국립식량과학원 중부작물부에서 재배 및 수확한 한가루, 설갱, 다산1호 및 안다 품종을 사용하였으며, 수확한 정조는 제현기(Model SY88-TH, Ssangyong Ltd., Incheon, Korea)를 이용하여 왕겨를 분리한 현미를 시험재료로 사용하였다.

원료곡의 품질 특성

일반성분 분석

일반성분(수분, 회분, 지방 및 단백질) 분석은 AOAC 방법(2000)에 의하여 정량하였다. 수분은 105°C 상압가열건조법, 회분은 600°C 직접 회화법으로 회화 후 측정하였다. 지질은 에틸에테르를 용매로 soxhlet 추출기(Soxtex System HT 1043 extraction unit, Foss Tecator, Hoganas, Sweden)로 분석하였고, 단백질은 kjeldahl법으로 자동 단백질 분석기(Kjeltec 2400 AUT, Foss Tecator, Mulgrave, Australia)로 측정하였다.

아밀로스 및 총 전분 함량 분석

아밀로스 함량은 Juliano (1985)의 비색정량법에 따라 시료 100 mg에 95% ethanol과 1 N sodium hydroxide를 가하고, 100°C에서 호화시킨 후 냉각시켰다. 호화액에 1 N acetic acid와 2% I₂-KI용액을 첨가하여 정색반응을 시킨 후 분광광도계(UV Spectrophotometer 1601, Shimadzu Co., Kyoto, Japan)를 이용하여 620 nm의 파장에서 흡광도를 측정하였다. 총 전분 함량은 total starch assay kit (Megazyme Int., Wicklow, Ireland)를 이용하여 AACC의 방법(Method 76-13)에 준하여 분석하였다.

경도

시료의 경도는 형태가 균일한 것만을 취한 다음 데시계 이터를 이용하여 수분함량을 균일하게 유지한 다음 Texture analyzer (TestXpert II, Zwick Roell, Ulm, Germany)를 이용하였으며, 측정조건은 Pre-test speed 2 mm/sec, Post-test speed 2 mm/sec, Strain 20%, Probe diameter 4 mm의 조건으로 압축하여 경도를 측정하였다.

쌀 품종에 따른 맥주 제조 및 품질 특성 평가

쌀 맥주 제조

쌀 맥주를 양조하기 위해 맥아는 광맥(Kwangmaeg, Gochang GDC, Jeonbuk, Korea)을 사용하였다. 홉은 cascade 및 centennial (Hopunion, USA)를 혼합하여 사용하였으며, 효모는 건조된 에일용 효모(SAFALE US-05 Dry Ale Yeast, Fermentis, France)를 사용하였다.

쌀 맥주의 제조공정은 Fig. 1과 같다. 즉, 원료를 분쇄한 다음 쌀 2 kg과 맥아 0.6 kg을 혼합하여 액화를 진행하였다. 그 후 당화과정을 위하여 맥아 2.4 kg을 첨가한 다음 68°C에서 78°C로 승온하여 1시간 동안 반응하여 당화액을 얻었다. 그 다음 100°C에서 60분 동안 끓임 단계 중에 홉 40 g을 반응 시작 15분 후 및 반응 종료 10분 전에 나누어서 첨가하였다. 끓인 맥즙을 냉각한 다음 발효조에 옮겨 담은 후 효모를 첨가하여 발효과정을 20°C에서 7일간 진행하였다. 발효 후 효모를 제거한 다음 4°C 이하에서 약 1.5~2달간 숙성하여 쌀 맥주를 얻었다.

알코올 함량, pH, 쓴맛

쌀 품종에 따라 제조한 맥주의 알코올 함량은 증류법(NTS Liquors Licence Aid Center, 2010)으로 분석하였으며, 증류 후 알코올-온도 보정표에서 15°C로 보정한 알코올 함량을 표준 보정곡선에 대입하여 알코올 함량(% v/v)을 계산하였으며, pH는 pH meter기(Model 750, iSTEC, Seoul, Korea)로 측정하였다. 맥주의 쓴맛 측정은 국제청 주류분석규정을 토대로 분석하였다(NTS Liquors Licence Aid Center, 2013).

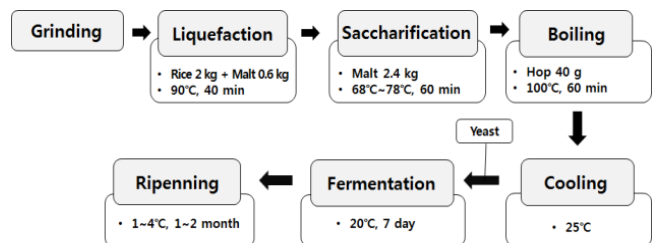


Fig. 1. Manufacturing process for rice beer brewed using different rice cultivars.

색도

쌀 품종에 따라 제조한 맥주의 색도 변화를 측정하기 위해 시료를 50 mm의 투명용기에 옮겨 담은 후 Color Difference-meter (CM-3500d, Konica Minolta Sensing, Osaka, Japan)를 이용하여 측정하였다. 기계는 측정 전 표준흑판과 표준백판을 표준화한 후 사용하였으며 명도(L*, lightness), 적색도(a*, redness) 및 황색도(b*, yellowness)값으로 나타내었다. 측정된 값은 Spectra Magic Software (Minolta Cyber Chrom Inc., Osaka, Japan)를 이용하여 기록하였다.

통계분석

본 시험에서 얻어진 결과는 SPSS 12.0 (Statistical Package for Social Sciences, SPSS Inc., Chicago, IL, USA) program을 사용하여 각 실험구간의 유의성을 검증한 후 Duncan's multiple range tests에 의해 실험군간의 차이를 5% 유의수준에서 분석하였다.

결과 및 고찰

원료곡의 이화학적 성분 및 품질 특성

쌀 품종에 따른 원료곡의 일반성분 분석 결과를 Table 1에 제시하였다. 수분함량의 경우 연질미인 한가루 및 설갱이 각각 14.48 및 14.62%로 다산1호 및 안다보다 높게 나타났다. 단백질 함량은 다산1호 및 안다가 각각 8.11 및 8.12%로 연질미인 한가루 및 설갱보다 높게 측정되었다. 회분함량은 1.50~1.64%로 나타났으며 지질함량은 2.59~3.10%로 확인되었다. 이와 같은 결과는 원료곡 품종의 차이와 재배시기, 질소시비량 등과 같은 재배방법, 토양 등의 환경에 의한 차이(Kim *et al.*, 2010)로 판단된다.

쌀 품종별 원료곡의 아밀로스 함량은 한가루 품종이 17.71%로 다른 품종(18.03~18.81%)보다 다소 낮았다(Table 2). 일반

Table 1. Proximate composition (%) of the different rice cultivars.

	Moisture	Ash	Protein	Lipid
Hangaru	14.48±0.31 ^a	1.50±0.23	7.86±0.08 ^b	2.96±0.76
Seolgaeng	14.62±0.16 ^a	1.64±0.06	7.24±0.02 ^c	3.09±0.98
Dasan-1	11.46±0.35 ^b	1.64±0.16	8.11±0.01 ^a	2.59±0.15
Anda	11.18±0.09 ^b	1.50±0.02	8.12±0.06 ^a	3.10±0.22
SEM ¹⁾	0.207	0.104	0.040	0.519

^{a-c}Different letters within the same column indicate significant differences (p<0.05).

¹⁾Standard errors of the mean (n = 3).

적으로 쌀에 포함되어 있는 아밀로스 함량이 높을수록 밥이 푸석푸석해지고 밥맛이 저하되는 것으로 알려져 있어 국내 고품질 쌀 품종 선발기준에서 아밀로스 함량을 20% 이하로 규정하고 있으나 양조용 쌀의 아밀로스 함량기준에 대한 명확한 규정은 없다(Oh *et al.*, 2011). 환원당 함량의 경우 한가루 및 설갱 품종은 각각 2.92 및 2.37%로 다산1호 1.13% 및 안다 1.54% 보다 높았으며, 총 전분 함량의 경우 75.00~78.54%의 범위로 나타났다(Table 2). 쌀 품종에 따른 환원당 및 총 전분 함량의 차이에 관한 연구는 보고되어있지 않으나 재배방법 및 토양 등의 환경에 의한 차이(Kim *et al.*, 2010)로 판단되며, 보다 정확한 구명을 위한 후속연구가 필요하다고 판단된다.

경도 분석 결과 한가루 및 설갱이 다산1호 및 안다보다 낮아(Fig. 2) 연질의 배유특성을 보였으며, 설갱벼의 전분 입자 형태가 둥글게 생겨서 다른 품종에 비해 잘 부서진다는 연구결과와 일치하였다(Oh *et al.*, 2011). 이같이 경도가

Table 2. Amylose, reducing sugar and total starch contents (%) of the different rice cultivars.

	Amylose	Reducing sugar	Total starch
Hangaru	17.71±0.28 ^b	2.92±0.04 ^a	75.00±0.19 ^c
Seolgaeng	18.03±0.08 ^b	2.37±0.04 ^b	78.19±0.63 ^a
Dasan-1	18.08±0.20 ^b	1.13±0.05 ^c	77.06±0.05 ^b
Anda	18.81±0.28 ^a	1.54±0.08 ^d	78.54±0.28 ^a
SEM ¹⁾	0.185	0.042	0.293

^{a-d}Different letters within the same column indicate significant differences (p<0.05).

¹⁾Standard errors of the mean (n = 3).

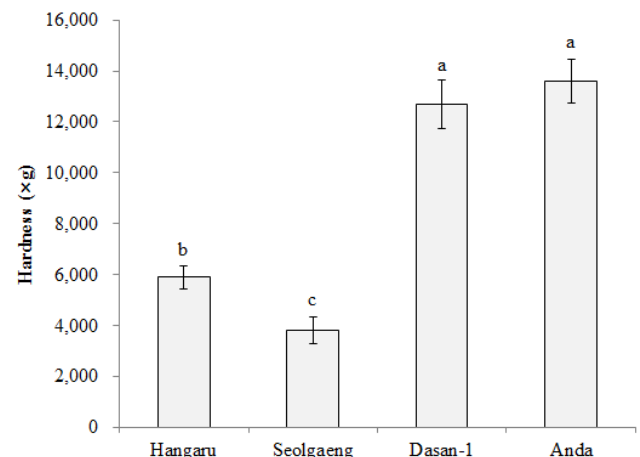


Fig. 2. Hardness (g) of rice by various cultivars.

^{a-c}Different letters above the bars indicate significant differences (p<0.05).

낮게 측정된 한가루 및 설갱과 같은 연질미 품종이 쌀맥주 제조를 위한 쌀가루 가공특성이 일반 밥쌀용 품종에 비해 용이할 것으로 판단된다.

쌀맥주 제조

쌀 품종별 맥주의 제조공정은 Fig. 1에 제시하였다. 본 제조과정은 맥아 100%를 기준으로 한 맥주 기본 가공 과정인 분쇄, 당화, 끓임, 냉각, 발효 및 숙성과정으로 하였다. 맥주의 맛과 질 등을 좌우하는 주요한 인자들 중의 하나가 맥즙의 품질이고, 맥즙을 제조하는 과정 중에 가장 기본이 되는 공정이 당화이다. 맥주를 가공할 때 쌀을 첨가하게 되면 쌀의 겨층에 당화효소가 함유되어 있기 때문에 당화과정이 용이하지 않다는 기존 연구결과(Kwon *et al.*, 2012)에 따라 본 연구에서는 당화과정 전에 쌀과 맥아를 일부 혼합하여 액화과정을 먼저 시행하였다.

맥주 제조과정 시 다산1호 및 안다의 경우 한가루 및 설갱 품종보다 낮은 응집현상이 발생되었는데, 이는 연질미인 한가루 및 설갱 품종이 일반미에 비해 전분 입자가 둥글고 치밀하지 않기 때문인 것으로 판단된다(data not shown).

쌀 품종에 따라 제조한 맥주의 품질 특성

맥주의 품질관리 분석은 미국의 경우 American Society of Brewing Chemists (ASBC), 유럽은 European Brewery Convention (EBC)에서 분석규정을 개정 및 시행하고 있고, 국내에서는 국세청의 주류분석규정에서 명시되어있는 알코올 함량을 포함한 9개의 시험을 통해 품질 관리 기준을 설정하고 있다(Kim *et al.*, 2013). 본 연구에서는 쌀맥주 가공에 적합한 쌀 품종을 선정하기 위해 진행한 연구로 맥주의 가장 기본적인 품질 조건으로 알코올함량, pH, 쓴맛 및 색도를 측정하였다.

알코올 함량의 경우 4.13~4.57%, pH는 4.26~4.32로 나타났다. 품종에 따른 차이는 관찰되지 않았다(Table 3). 맥주 품질에서 나타내는 쓴맛 정도는 주로 홉에서 나오는 유도체인 iso- α acid 함량에 따라 나타나며, 맥주의 iso-octane으로 산성화되어 추출된 bitter substances를 측정하여 결정하게 된다(Kim *et al.*, 2013). 쓴맛 측정결과 한가루 및 설갱은 각각 16.88 및 17.83으로 나타난 반면 다산1호 및 안다의 경우 29.85 및 32.35로 높게 나타났는데(Table 3), 쌀맥주를 음용하였을 때 다산1호 및 안다로 제조한 맥주보다 연질미인 한가루 및 설갱으로 제조한 맥주가 조금 더 부드러운 맛을 느낄 수 있었다는 결과(data not shown)와 일치하였다. 그러나 품종에 따른 쓴맛차이에 대한 명확한 구명을 위해 지속적인 연구가 요구된다. 쌀 품종에 따라 제조한 맥

Table 3. Alcohol content, pH and bitterness of rice beer brewed using different rice cultivars.

	Alcohol contents (%)	pH	Bitterness
Hangaru	4.57±0.12 ^a	4.32±0.01 ^a	16.88±0.60 ^c
Seolgaeng	4.13±0.06 ^b	4.29±0.01 ^{ab}	17.83±1.33 ^c
Dasan-1	4.53±0.15 ^a	4.26±0.01 ^b	29.85±0.78 ^b
Anda	4.57±0.15 ^a	4.26±0.05 ^b	32.35±1.21 ^a
SEM ¹⁾	0.103	0.019	0.835

^{a-c}Different letters within the same column indicate significant differences ($p < 0.05$).

¹⁾Standard errors of the mean ($n = 3$).

Table 4. Hunter color values of rice beer brewed using different rice cultivars.

	L*	a*	b*
Hangaru	84.43±0.01 ^b	4.99±0.01 ^c	56.64±0.01 ^b
Seolgaeng	85.73±0.14 ^a	5.35±0.04 ^b	45.29±0.17 ^d
Dasan-1	84.43±0.01 ^b	4.54±0.01 ^d	55.41±0.01 ^c
Anda	83.72±0.01 ^c	5.45±0.01 ^a	57.05±0.01 ^a
SEM ¹⁾	0.059	0.017	0.070

^{a-d}Different letters within the same column indicate significant differences ($p < 0.05$).

¹⁾Standard errors of the mean ($n = 3$).

주의 색도 측정 결과 명도는 83.72~85.73, 적색도 4.54~5.45, 황색도 45.29~57.05의 범위로 나타났다(Table 4). 맥주의 색도는 양조용수, 맥즙 제조과정 및 발효과정 등에 영향을 받아 페놀화합물 및 메일라드 반응(Maillard reaction)에 의하여 변화한다고 알려져 있는데(Sung & Lee, 2017) 쌀 품종에 따른 색의 특징적인 차이는 관찰되지 않았다.

본 연구에 대한 결과를 종합하였을 때, 쌀맥주를 가공하는데 있어서 적합한 품종으로 가루가 잘되고 당화과정이 용이한 한가루 및 설갱이 적합한 것으로 판단되었다.

적 요

본 연구에서는 쌀맥주 가공에 적합한 쌀 품종을 선정하기 위해 연질미 품종인 한가루, 설갱과 초다수성 품종인 다산1호 및 안다의 품질특성을 살펴보고 이를 이용하여 쌀맥주를 제조한 후 가공특성을 살펴보았다. 원료 쌀의 수분함량은 연질미인 한가루 및 설갱이 각각 14.48 및 14.62%로 다산1호 및 안다보다 높게 나타났다. 단백질 함량은 다산1호 및 안다가 각각 8.11 및 8.12%로 다른 품종보다 높은 경

향을 보였다. 아밀로오스 함량은 한가루 품종이 17.71%로 다른 품종보다 낮게 나타났으며, 환원당 함량의 경우 한가루 및 설갱이 다산1호 및 안다보다 높은 경향을 보였다. 경도 분석 결과 연질미인 한가루 및 설갱이 다산1호 및 안다보다 낮게 측정되었다. 쌀 품종별 맥주 제조과정 시 다산1호 및 안다의 경우 한가루 및 설갱보다 잦은 응집현상이 발생되어 연질미가 맥주 가공에 더 용이한 것으로 판단하였다. 쌀 품종별로 제조한 맥주의 알코올 함량, pH 및 색도 측정 결과 품종에 따른 유의적인 차이는 관찰되지 않았으나, 쓴맛을 측정한 결과 한가루 및 설갱으로 제조한 맥주가 다산1호 및 안다로 제조한 맥주보다 쓴맛 지수가 낮은 것으로 나타났다. 이상의 결과를 종합하여 볼 때 쌀 맥주를 제조할 경우, 일반미 보다는 연질미인 한가루 및 설갱이 적합할 것으로 판단된다.

사 사

본 논문은 농촌진흥청 AGENDA 연구사업(과제번호:PJ01211101)의 지원에 의해 이루어진 것임.

인용문헌(REFERENCES)

- AACC. 2000. Approved Method of the AACC. 10th ed. Method 76-13. American Association of Cereal Chemists. St. Paul, MN, USA.
- AOAC. 2000. Official methods of analysis. 17th ed. Method 991.43. Association of Official Analytical Communities, Washington, DC. USA.
- Cha, Y. S., H. Y. Kim, J. R. Soh, and S. H. Oh. 2000. Changes of carnitine levels during the germination of soybean seeds. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 29: 762-765.
- Das, A. J., P. Khawas, T. Miyaji, and S. C. Deka. 2014. Effect of various microbial starters for amylolytic fermentation on some quality attributes of rice beer. *Int. Food Res. J.* 21: 2443-2450.
- Hyun, S. K., Y. A. Kwon, and S. J. Lee. 2012. Quality characteristics of brewed beer with rice adjunct. *Food Eng. Progress* 16: 139-144.
- Juliano B. 1985. Polysaccharide, proteins, and lipids of rice. In *Rice Chemistry and Technology*. The American Association of Cereal Chemists, Inc., St. Paul, MN, USA. 59-120.
- Kim, H. R., M. J. Kim, Y. H. Yang, K. J. Lee, and M. R. Kim. 2010. Effect of grain size on the physicochemical & nutritional properties of beef porridge. *Korean J. Food Culture* 25: 70-75.
- Kim, J. H., J. H. Kim, S. J. Lee, K. W. Hong, Y. A. Kwon, J. C. Park, and W. J. Kim. 2013. Characterization of fermentation kinetics of beer made of Korean 6 row-barley. *Food Eng. Prog.* 17: 189-197.
- Kim, K. H., S. J. Park, J. E. Kim, H. Dong, I. S. Park, J. Lee, S. Y. Hyun, and B. S. Noh. 2013. Assessment of physicochemical characteristics among different types of pale ale beer. *Korean J. Food Sci. Technol.* 45: 142-147.
- KOSIS. 2015. Korean Statistical Information Service. Agricultural Statistics Info: An output tendency of crops. Available from: <http://kostat.go.kr/wsearch/search.jsp>
- Kwon, Y. A., K. G. Lee, K. W. Hong, and S. J. Lee. 2012. Improving qualities of rice beer using enzymes and amino acids. *Food Eng. Prog.* 16: 151-156.
- Lee, J. Y., C. G. Mook, J. H. Park, H. K. Jang, and D. J. Goo. 1998. Optimal preparation of saccharified rice solution for *Bifidobacterium* fermentation. *Agric. Chem. Biotechnol.* 41: 527-532.
- Mayer, H., D. Ceccaroni, O. Marconi, V. Sileoni, G. Perretti, and P. Fantozzi. 2014. Development of an all rice malt beer: A gluten free alternative. *LWT-Food Sci. Technol.* 67: 67-73.
- NTS Liquors Licence Aid Center. 2010. Coursebook on the preparation of *Takju* and *Yakju*. 20-39.
- NTS Liquors Licence Aid Center. 2013. Regulation of alcoholic beverage analysis for national tax service.
- Oh, S. K., D. J. Kim, S. J. Ryu, A. Chun, M. R. Yoon, I. S. Choi, H. C. Hong, and Y. K. Kim. 2011. Quality characteristics of Korean traditional wine using *Seolgaengbyeol* for brewing rice. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 40: 1189-1194.
- Park, J. H., S. M. Bae, C. Yook, and J. S. Kim. 2004. Fermentation characteristics of *Takju* prepared with old rice. *Korean J. Food Sci. Technol.* 36: 609-615.
- Shin, D. S., Y. J. Choi, E. Y. Sim, S. K. Oh, S. J. Kim, S. K. Lee, K. S. Woo, H. J. Kim, and H. Y. Park. 2016. Comparison of the hydration, gelatinization and saccharification properties of processing type rice for beverage development. *Korean J. Food Nutr.* 29: 618-627.
- Sung, S. and S. J. Lee. 2017. Physicochemical and sensory characteristics of commercial top-fermented beers. *Korean J. Food Sci. Technol.* 49: 35-43.