

## 다수성 벼 품종의 양조 특성 연구

이대형\* · 이용선 · 조창휘 · 서재순 · 박인태 · 김희동 · 임재욱  
경기도농업기술원 작물개발과

### Brewing and Fermenting Characteristics of *Makgeolli* Produced from High-yielding Rice Varieties

Dae Hyoung Lee\*, Yong Sun Lee, Chang Hui Cho, Jae Soon Seo, In Tae Park,  
Heui Dong Kim, and Jae Wook Lim

Gyeonggi-do Agricultural Research and Extension Services

**Abstract** We investigated the brewing and fermenting characteristics of *makgeolli* produced from high-yielding rice varieties. We used the high-yielding indica rice varieties, Anda and Dasan 1, and the japonica varieties, Deuraechan and Boramchan. Our results showed that the rice protein level was the highest in *makgeolli* produced from Anda ( $7.5 \pm 0.2\%$ ), while the amylose level was the lowest in *makgeolli* produced from the mid- to late-maturing japonica varieties (Deuraechan,  $18.9 \pm 0.7\%$ ; Boramchan,  $18.9 \pm 1.4\%$ ). Samples of *makgeolli* produced from Anda, Deuraechan, and Boramchan by using the *Ipguk* (Koji) method had an alcohol content of 16.6-17.4% on completion of fermentation. By contrast, *makgeolli* produced from Dasan 1 had an alcohol content of 14.3%; further, the *makgeolli* differed significantly in the sensory test and was scored as excellent regarding comprehensive preference. For *makgeolli* produced by using the uncooked rice fermentation method, samples produced from the indica varieties, Anda and Dasan 1, had lower alcohol contents (17.2% and 17.0%, respectively) and higher total acidity levels (0.33% and 0.31%, respectively) than did samples produced from the japonica varieties, Deuraechan and Boramchan (0.28% for both). In the sensory test, samples produced from Anda and Dasan 1 performed significantly better regarding scent, swallowing, and comprehensive preference.

**Keywords:** high-yielding rice, brewing, boramchan

## 서 론

막걸리는 멥쌀을 원료로 하고 발효제로서 누룩을 첨가하여 병행 복발효로 제조하는 우리나라 고유의 전통주이다(1). 전분질은 미생물이나 맥아에 의하여 생성되는 당화효소에 의하여 발효성 당으로 전환되고 당분은 효모에 의하여 혐기적 상태에서 알코올과 탄산가스로 분해된다(2). 이러한 쌀은 전분이 주성분으로 70% 이상을 차지하고 있으며 곡립의 내층에 존재하고 단백질(7-8%), 지방(1-3%), 비타민, 무기질은 내층 보다는 외층에 존재 한다(3). 청주의 경우 쌀을 75% 이상으로 도정해서 양질의 전분만을 원료로 쓰지만(4) 우리나라에서는 대부분의 술을 백미로 만들어 전분과 미량의 단백질을 사용한다.

쌀 품종은 크게 장립형인 인디카(indica)와 단립형인 자포니카(japonica)로 구분하며 1930년대부터 2010년까지 우리나라에서 육

종되어 개발된 벼 품종은 240여종에 이르며 1970년대 이전 자포니카형의 품종에서, 1970년대에 들어오면서 인디카형과 자포니카형의 교잡종인 다수확계 ‘통일형’이 육종 개발됨으로써 쌀의 자급을 이루게 되었다(5).

쌀은 과거에는 취반용이 대부분이었고, 가공용 쌀은 산업용 원료로써 취급되지 못하였으나, 1986년 이후 쌀의 여유분이 발생하게 됨에 따라 쌀을 가공식품 원료로 소비할 수 있도록 단위면적당 수확량이 많은 가공용 쌀을 개발하기 시작하였으며(6) 이에 맞추어 일반계종 드래찬벼 및 보람찬벼가 단위면적당 생산량(kg/ha)이 각각 6,520, 7,330 kg으로 일반벼 평균 4,700보다 1.39와 1.56배로 수확량이 많은 가공용 벼로 개발되었으며(7) 최근 양조용 품종으로는 ‘설갱’과 ‘양조벼’ 2품종(8)이 개발되었다.

전 연구결과 등에 따르면 국내 쌀 품종에 대한 막걸리 양조전용 쌀 품종 적합도 조사 결과가 있으나(9) 다수성 벼에 대한 막걸리 양조적성 연구는 미흡한 편이다. 양조용으로서 갖추어야 될 벼의 일반적인 특성은 우선 원가절감을 위해 높은 수량성과 재배안정성 있어야 하고, 물리적 특성에 있어서는 천립중이 크고 심백 정도가 높아 수분흡수 및 발효가 용이한 연질미가 유리하며, 화학적 특성으로는 전분가가 높고, 단백질, 지방 및 회분 함량이 낮은 품종이 좋으며, 가공특성으로서 고도 도정을 하여도 왜미율이 낮은 품종이 좋다고 보고되어 있다(5).

본 연구는 국내 육성된 다수성 벼의 미질 특성과 양조 및 발효적성을 구명코자 수행하였다.

\*Corresponding author: Dae Hyoung Lee, Gyeonggi-do Agricultural Research and Extension Services, Hwaseong, Gyeonggi 449-702, Korea

Tel 82-31-229-5784

Fax: 82-31-229-5962

E-mail: leedh2@gg.go.kr

Received May 16, 2013; revised July 3, 2013;

accepted August 29, 2013

## 재료 및 방법

### 재료

막걸리 제조에 사용한 다수확 쌀 품종은 인디카계통인 안다와 다산 1호, 자포니카 계통인 드래찬과 보람찬을 사용하였으며 대 조구로 추청벼를 2011년 본 기관 시험포장에서 재배하여 사용하였다. 입국(Dongsan, Yongin, Korea)은 증자한 쌀에 백국균(*Aspergillus kawachii*)을 번식시켜 제조한 것을 구입하여 사용하였고 조효소(누룩)는 (주)한국효소 제품(역가 1,500 sp)을 정제효소는 테코자임 제품(glucoamylase 92%,  $\alpha$ -amylase 8% 역가 30,000 sp)을 사용하였다. 효모는 시판 중인 *Saccharomyces cerevisiae* (Laparisienne, Netherlands)을 사용하였으며 일반 분석용 시약은 특급을 사용하였다.

### 쌀 품종별 일반성분 분석

무기질 분석 방법은 분쇄한 시료 1-2 g을 예비 탄화시킨 후 450-600°C의 온도에서 여러시간 가열하여 백색-회백색의 회분이 얻어질 때까지 회화한다. 이 회분을 방냉 후 주의하여 물로 적신 후 묽은 질산용액 약 3 mL를 가해 열판에서 완전 증발 건조시킨다. 이 건조물에 묽은 염산용액 약 10 mL를 가해 3시간 동안 방치시킨 후 3차 증류수를 이용하여 50 mL 메스플라스크에 정용하고 무회분여과지로 여과하여 시험용액으로 사용하였다. 제조한 시험용액을 유도결합플라즈마 원자발광분광법(inductively coupled plasma atomic emission spectrometry)에 따라 플라즈마에 주입하여 각각의 스펙트럼선 강도를 측정하고 시험용액 중 원소의 농도가 정량범위를 벗어나면 시료를 희석하여 측정하였다. 각 원소의 측정 파장은 Ca 393.366 nm, Na 589.592 nm, P 213.618 nm, Zn 213.856 nm, Fe 238.204 nm, Mg 279.079 nm, K 766.490 nm 그리고 Mn 259.373 nm이었다. 모든 분석은 3회 반복하여 실시하였다(10).

### 쌀 품종별 이화학적 특성

1000립 중은 이물, 싸라기, 분상질립 등의 비정상립을 제외한 정립을 수작업으로 선별하여 중량을 3회 반복하여 측정하였다. 시료의 수분 함량은 근적외선 분광분석기(Infratec 1241, Foss Tecator, Hoganas, Sweden)에 내장된 수분함량 예측프로그램을 이용하여 측정하였고, 건조된 시료의 백미 단백질함량은 켈달분해(Kjeldahl)법에 따라 분석하였다(11). 쌀의 아밀로스 함량은 곡물 성분분석기(Infratec 1241, Foss Tecator, Hoganas, Sweden)를 사용하여 RI205045 백미모드에서 300 g의 시료를 사용하여 측정하였다. 알칼리 붕괴도는 균일한 시료 6립을 15 mL 시험관에 넣고 1.4% KOH용액 10 mL을 넣은 후 30°C 항온기에서 24시간 정치한 후 붕괴도(퍼집도, 투명도)를 조사하여 1(부풀지 않고 그대로 있음)-7(형태를 알 수 없게 퍼져서 투명화 됨)등급으로 나누어 판단하였다(12).

전분가는 분쇄한 시료 1 g에 물 300 mL과 농염산 15 mL을 넣고 autoclave로 100°C에서 2-3시간 증자한 후, 찬물로 냉각시킨 후 20% NaOH를 사용해서 pH 4.3-4.5 사이에 오도록 정확히 조정 후 총 50 mL로 정용하였다. 이렇게 전처리한 시료를 dinitrosalicylic acid 방법에 따라 UV/VIS spectrophotometer (Agilent 8453, Hewlett-Packard, CA, USA)을 이용하여 550 nm에서 흡광도를 측정하고 표준물질 glucose (Sigma, St. Louis, MO, USA)를 농도별로 제조 후 정량하여 시료 g당 전분가를 산출하였다(13).

### 쌀 품종별 호화 특성

호화특성은 고속전분분석기(rapid visco analyser (RVA), Newport Scientific Pty. Ltd., Narrabeen, NSW, Australia)를 이용하여 최고점도, breakdown(최고점도-최저점도)과 setback(최종점도-최저점도)을 측정하였다. 호화조건은 초기온도를 50°C로 1분간 유지한 후 분당 11.25로 가온하여 95°C까지 올린 후 2분 30초간 유지하고, 분당 12.86로 감온하여 50°C까지 내린 후 1분 30초간 유지하였다(10).

### 막걸리 담금 및 발효

막걸리 제조법은 일반 입국 탁주 제조법(14)과 무증자 제조법(15)을 일부 변형시켜 다음과 같이 진행했다. 먼저 입국 막걸리 제조법으로 탁주 술덧(주모)의 담금 원료 사용 비율은 입국 1 kg, 효모 3 g, 물 1.3 L를 발효용기에 넣어 잘 혼합한 후 품온을 20 ± 3°C로 유지시키며 3일 동안 발효시켰다. 그 후, 1단 발효로 발효된 밑술에 입국 6.2 kg과 물 10 L를 첨가 후 품온을 20 ± 3°C로 유지시키며 2일 동안 발효 시켰다. 2단 담금으로 1단 발효된 곳에 쌀 품종별로 15.4 kg을 세척하여 24 ± 2°C에서 2시간 동안 물에 침지시킨 다음, 물을 빼고 찜통에 30분간 증자하여 25-30°C로 방냉한 고두밥을 넣고 정제효소 9 g과 물 20 L를 첨가 후 품온을 20 ± 3°C로 유지시키며 5일 동안 발효 시켰다. 발효가 완료되면 100 mesh의 체에 걸러 술지게미를 제거하여 최종적으로 알코올 함량 6%로 제성하였다.

무증자 막걸리의 제조법은 전통주 담금법을 일부 변형시켜 다음과 같이 실시하였다. 먼저 1단 담금으로 멥쌀 2 kg을 2시간 물에 침지한 후 1시간 동안 물을 빼다. 다음으로 믹서기를 이용 쌀을 분쇄한 후 1단 멥쌀을 기준으로 160%의 물, 조효소(누룩) 6%, *S. cerevisiae* 1%를 첨가하여 20°C에서 2일간 1차 발효시킨 후 2단 담금으로 1단 멥쌀의 200%의 멥쌀, 정제효소 0.15%을 넣고 2단 담금 멥쌀 기준으로 180%의 물을 넣고 20°C에서 8일간 2차 발효시켰다. 발효가 완료되면 100 mesh의 체에 걸러 술지게미를 제거하여 최종적으로 알코올 함량 6%로 제성하였다.

### 막걸리 주류분석

막걸리의 화학적 성질에서 에탄올 함량은 원심분리한 각각의 발효액을 수증기 증류한 다음 주정계로 측정하였다. 총산은 시료 10 mL를 0.1 N NaOH 용액으로 중화적정한 후 소비량을 succinic acid로 환산하여 표시하였다(14). 당도(brix)는 당도계(RX-5000a, ATAGO Co. Ltd., Tokyo, Japan)로 측정하였고 잔당은 dinitrosalicylic acid method에 따라 550 nm에서 흡광도를 측정하여 포도당으로 환산하여 정량하였다(16).

막걸리의 관능검사는 Lee 등(16)의 방법을 일부 변형시켜 경기도농업기술원의 훈련된 관능 평가원들로 하여금 탁주에서 느낄 수 있는 향과 맛 특성을 묘사하게 하고, 이들 중에서 공통적으로 묘사된 특성을 선정하였다. 선정된 향과 맛 특성에 대하여 1-9의 강도로 표시하게 한 후 그 평균값을 구하여 다각형 그림으로 나타내었고 향과 맛을 고려한 전체적인 기호도는 가장 싫다 1, 가장 좋다 9의 점수로 표시하여 그 결과를 SAS 프로그램(Statistical Analysis System, SAS 9.1, SAS Institute, Cary, NC, USA)를 이용하여 5% 유의수준에서 Duncan's multiple range test로 분석하였다.

## 결과 및 고찰

### 쌀 품종별 미질 특성

쌀 무기질 함량을 분석한 결과는 Table 1에 나타내었다. 품종

**Table 1. Mineral composition of rice varieties**

(mg/100 g)

Variety	P	K	Ca	Mg	Na	Fe	Zn	Mn	Cu
Chucheong	98.12±0.42	118.80±0.71	1.83±0.11	17.10±0.03	2.03±0.02	0.23±0.01	1.45±0.02	1.10±0.01	0.19±0.11
Anda	96.91±35	71.63±0.23	0.92±0.21	21.00±0.04	5.05±0.04	0.25±0.03	1.24±0.03	0.66±0.01	0.17±0.08
Dasan 1	97.51±0.15	72.88±0.51	2.03±0.31	21.78±0.12	4.07±0.03	0.17±0.02	1.34±0.02	0.58±0.03	0.18±0.05
Deuraechan	109.61±0.29	101.39±0.38	2.93±0.18	28.01±0.28	6.50±0.05	0.29±0.02	1.52±0.01	0.77±0.02	0.18±0.04
Boramchan	137.51±0.41	111.99±0.47	2.53±0.23	36.57±0.31	4.13±0.03	0.39±0.03	1.52±0.03	0.91±0.02	0.17±0.06

Each value represents mean±SD (n=3).

**Table 2. Physicochemical properties of rice varieties**

Variety	Moisture (%)	Protein (%)	1000 grains weight (g)	Amylose contents (%)	Alkali digestion value	Starch value (% dry basis)
Chucheong	13.9±0.2	6.7±0.3	19.56±0.12	21.6±0.6	5.8±0.2	80.5±0.2
Anda	13.3±0.3	7.5±0.2	24.13±0.21	20.4±0.2	5.1±0.2	86.2±0.3
Dasan 1	13.5±0.3	6.8±0.4	21.08±0.28	19.8±0.7	4.1±0.3	82.0±0.5
Deuraechan	13.5±0.2	6.3±0.1	23.23±0.18	18.9±1.4	6.5±0.3	78.6±0.2
Boramchan	13.1±0.1	6.4±0.2	23.53±0.24	19.2±0.3	6.1±0.1	77.2±0.4

Each value represents mean±SD (n=3).

**Table 3. Pasting characteristics of rice varieties by rapid visco analyzer (RVA)**

Variety	Pasting temp (°C)	Viscosity (cp)			
		Peak	Final Visc.	Breakdown	Setback
Chucheong	74.0±1.0	151.6±3.7	137.0±2.6	85.5±2.9	-14.6±2.1
Anda	76.1±0.0	213.1±2.6	164.8±1.2	120.9±2.5	-48.3±1.5
Dasan 1	78.1±0.1	219.5±2.7	163.9±1.7	126.8±2.3	-55.5±2.0
Deuraechan	73.2±0.1	156.7±1.4	125.2±0.8	92.9±2.0	-31.6±1.9
Boramchan	73.1±0.1	162.1±0.4	144.9±1.8	92.4±0.9	-17.2±1.9

Each value represents mean±SD (n=3).

별 무기질 함량을 보면 다수성 자포니카계통인 보람찬과 드래찬의 P, K, Ca, Mg, Fe, Zn, Mn이 다수성 인디카계통인 다산 1호, 안다보다 높았으나 Na와 Cu는 비슷하였다. 또한 국균과 효모의 증식을 촉진하는 것으로 알려진(9) K의 함량은 드래찬과 보람찬에서 높게 나타났다. 또한 Kim 등(17)이 쌀의 품종별 무기질 함량을 분석한 결과 일반계와 다수계의 품종간 차이를 보이지 않았으며 다수계의 Mg, Na, K 함량이 더 높은 경향을 보였고 P와 Ca는 더 낮은 경향을 보였다.

### 쌀 품종별 이화학적 특성

쌀의 일반성분 분석 결과는 Table 2에 나타내었다. 단백질 함량은 안다벼가 7.5±0.2%로 다른 쌀에 비해 높게 나왔으며 나머지 쌀은 6.3±0.1-6.8±0.4%로 낮았다. 쌀의 일반성분 조성을 농촌진흥청 식품성분표(18)와 비교해 본 결과 단백질은 5.7-7.7%로 일반성분 함량은 식품성분표상의 쌀들의 측정 범위에 있었으나 쌀 품종별로는 일반성분에서 차이가 있었다. 각 품종별 1000립의 무게 측정 결과 안다, 드래찬, 보람찬 품종만이 24.13±0.21, 23.23±0.18, 23.53±0.24 g으로 중립으로 분류되었으며 그 외 추정, 다산 1호는 모두 소립으로 분류되었다. 이것은 Park 등(7)의 안다 23.86±0.56 g, 드래찬 22.94±0.11 g, 보람찬 21.92±0.09 g과 차이가 있는 것으로 도정의 방법과 도정율에 따라 차이가 난 것으로 추측된다.

아밀로스 함량은 식미/취반 특성을 결정하는 가장 중요한 요소이며 재배지역, 등숙온도, 일장, 출수기 등에 의해 영향을 받는다. 조사 결과 드래찬과 보람찬 쌀이 18.9±1.4, 19.2±0.3%으로 아

밀로스 함량이 낮게 나타났다. 쌀의 호화온도를 간접적으로 측정할 수 있는 알칼리 붕괴도는 호화온도가 70°C 이하로 낮으면 KOH하에서 미립이 완전히 풀리며 70-74°C로 중간인 것은 일부만 풀리며 74°C 이상으로 높은 것은 KOH에 받는 영향이 적다. RVA에 따른 호화특성 실험(Table 3)에서 74°C 이상의 높은 호화온도를 보인 추정, 안다의 경우 알칼리 붕괴도는 7단계의 기준 중 5단계로 '심하게 갈라져 꽤 넓은 퍼짐도 보이고 투명화 현상 시작의 상태'를 보였으며 이것은 Kim 등(10)의 추정 알칼리 붕괴도 결과와 유사했다. 나머지 인디카계통인 다산 1호는 4단계로 '부푼쌀 너비 정도의 퍼짐도 보이나 투명화 현상없음'의 상태를 나타내었다. 다음으로 자포니카계통인 드래찬, 보람찬은 6단계로 '완전히 퍼지고 외곽은 거의 투명화 됨'의 상태를 나타내었다.

전분가는 시료 100 g 중 존재하는 전분의 g수로 시료 중의 당류, dextrin, 전분을 포함한다. 전분의 양이 많다는 것은 당 성분을 많이 만들어 내는 것을 의미하며 양조 과정에서 알코올 수율과 직접적으로 연결 된다. 시험품종의 전분 분석결과 자포니카계통인 드래찬과 보람찬이 78.6±0.2, 77.2±0.4% 이상의 값을 나타냈으나 인디카계통인 안다와 다산 1호는 86.2±0.3, 82.0±0.5%를 나타냈다.

### 쌀 품종별 호화특성

RVA에 의한 품종별 호화특성은 Table 3과 같다. 호화개시온도는 가열시 전분입자가 호화(gelatinization)되는데 필요한 온도로 드래찬, 보람찬 쌀이 73.2±0.1, 73.1±0.1로써 추정(74.05)과 비슷하여 호화가 용이할 것으로 사료되며 다산 1호가 78.1±0.1로 호화 온

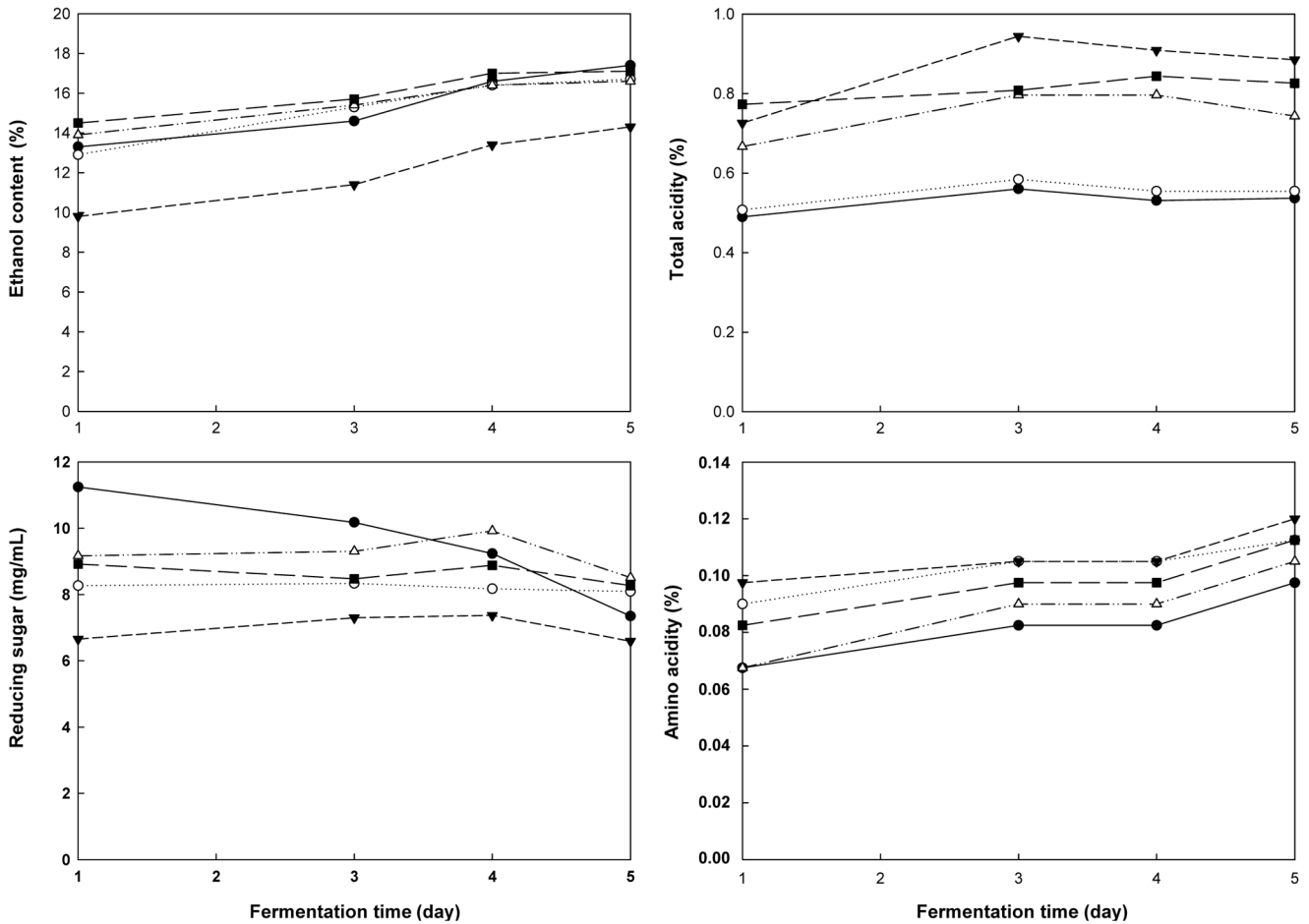


Fig. 1. Changes of ethanol, total acidity, amino acidity and reducing sugar during *makgeolli* fermentation using a rice koji (ipguk) method. ●: Chucheong, ○: Anda, ▼: Dasan 1, ▽: Deuraechan, ■: Boramchan

도가 높게 측정되었다. 최고점도는 다산 1호 품종이 219.5±2.7 cp로 가장 높게 나타났으며 다음으로 안다가 213.1±2.6 cp로 높았고 추청벼가 151.6±3.7 cp로 가장 낮게 나타났다. 최종 점도는 가열이 중지되고 cooling이 되는 단계에서 일어나는 과정이며 이때 특히 아밀로스와 같은 전분분자들이 다시 재결합하여 점도가 증가한다. 안다, 다산1호 품종이 163 cp 이상으로 높게 나타났고 드래찬이 125.2±0.8 cp로 가장 낮게 나타났다.

호화 중 전분의 열과 전달력에 대한 저항의 척도인 강화점도 (breakdown)는 최종점도와 마찬가지로 안다와 다산1호 120.92 cp 이상으로 높게 나타났으며 냉각 후의 최종 점도와 최고점도의 차이로 노화의 특성을 나타내는 취반점도(setback) 값은 인디카계통인 안다와 다산 1호가 -48.3±1.5 cp 이하의 값을 나타냈으나 자포니카계통은 -31.6±1.9 cp 이상의 값을 보였다.

**입국법 막걸리의 품질특성**

원료를 달리하여 제조한 품종별 입국 막걸리의 알코올, 총산, 아미노산도, 환원당은 Fig 1과 같다. 적정한 알코올 농도는 유해 미생물의 오염 방지와 효모의 발효능력도 증진시킬 수 있는데 (19) 다산 1호를 제외한 모든 품종에서 발효 완료시 16.6-17.4% 정도의 알코올이 생성 되었으며 다산 1호는 14.3%의 최저 알코올이 생성 되었고 추청은 17.4%로 가장 높았다. 다산 1호의 알코올 생성이 낮았던 것은 다른 품종에 비해 높은 호화온도와 강화점도로 인해 충분한 열이 쌀 내부로 전달되지 못하여 원활한

증가가 안 된 것으로 추측된다. 막걸리의 총산은 막걸리의 발효 과정에서 생성되는 다양한 유기산의 종류와 농도 등에 영향을 받으므로, 발효진행 상황을 예측할 수 있는 중요한 지표이다(20). 특히 총산 함량은 막걸리의 특유한 신맛에 영향을 주는 요인이며 산패를 판정하는 기본 요소로 산도가 높아지면 막걸리가 산패현상을 나타낸다(21). 발효 1일에는 쌀 품종별 총산이 0.48-0.77%이었으며 발효일이 지날수록 산도는 서서히 증가하였다. 발효 최종 일날 인디카계통인 안다와 다산 1호는 총산이 0.8% 이상으로 높게 나왔으나 자포니카계통인 드래찬과 보람찬은 0.6% 이하로 낮게 생성되었다. 이것은 Dong 등(22)의 산도 결과와 유사한 것으로 인디카계통의 산도가 높은 원인은 인디카계통의 지방산가가 자포니카형 계통보다 높기(23) 때문인 것으로 여겨진다.

막걸리 발효과정 중 쌀에 함유되어 있는 단백질은 아미노태 질소로 분해된다. 아미노태 질소는 탁주 맛에 영향을 주고(21) 술덧 pH 변화에 완충역할을 한다(24). 품종별 아미노산도 함량은 1 일 후에 서서히 증가하였으나 인디카계통과 자포니카계통간 아미노산도는 큰 차이를 보이지 않았다.

환원당은 탁주의 감미, 산미, 감칠맛과 알코올 함량뿐만 아니라 품질에 영향을 미친다(25). 담금 직후 자포니카계통인 드래찬과 보람찬은 8.5, 8.2 mg/mL로 환원당이 매우 높았으나 인디카계통인 다산 1호는 6.5 mg/mL로 환원당 값이 가장 낮았다. 이는 다산 1호 품종이 전분가는 높았으나 알칼리 붕괴도는 4.1로 낮았으며 호화 개시 온도가 78.1로 높아서 충분한 호화가 되지 못하면

**Table 4. Sensory evaluation of rice koji (ipguk) method *makgeolli* with rice varieties**

Variety	Color <sup>1)</sup>	Flavor	Taste	Body	Total acceptability
Chucheong	6.5±0.33 <sup>a</sup>	6.3±0.34 <sup>b</sup>	6.5±0.21 <sup>b</sup>	6.5±0.35 <sup>a</sup>	6.4±0.15 <sup>b</sup>
Anda	6.4±0.25 <sup>a</sup>	7.0±0.26 <sup>b</sup>	6.8±0.52 <sup>b</sup>	6.8±0.62 <sup>a</sup>	7.3±0.24 <sup>b</sup>
Dasan 1	6.8±0.52 <sup>a</sup>	7.5±0.23 <sup>a</sup>	7.2±0.17 <sup>a</sup>	6.7±0.19 <sup>a</sup>	7.8±0.13 <sup>a</sup>
Deuraechan	6.3±0.32 <sup>a</sup>	6.2±0.30 <sup>b</sup>	6.2±0.56 <sup>b</sup>	6.3±0.22 <sup>a</sup>	6.3±0.31 <sup>b</sup>
Boramchan	6.3±0.34 <sup>a</sup>	6.1±0.21 <sup>b</sup>	6.9±0.44 <sup>b</sup>	6.2±0.15 <sup>a</sup>	6.2±0.30 <sup>b</sup>

Each value represents mean±SD ( $n=3$ ).

<sup>1)</sup>The scores were estimated by 9 point scale where 9 is excellent, 5 is moderate and acceptable, and 1 is very poor and unacceptable

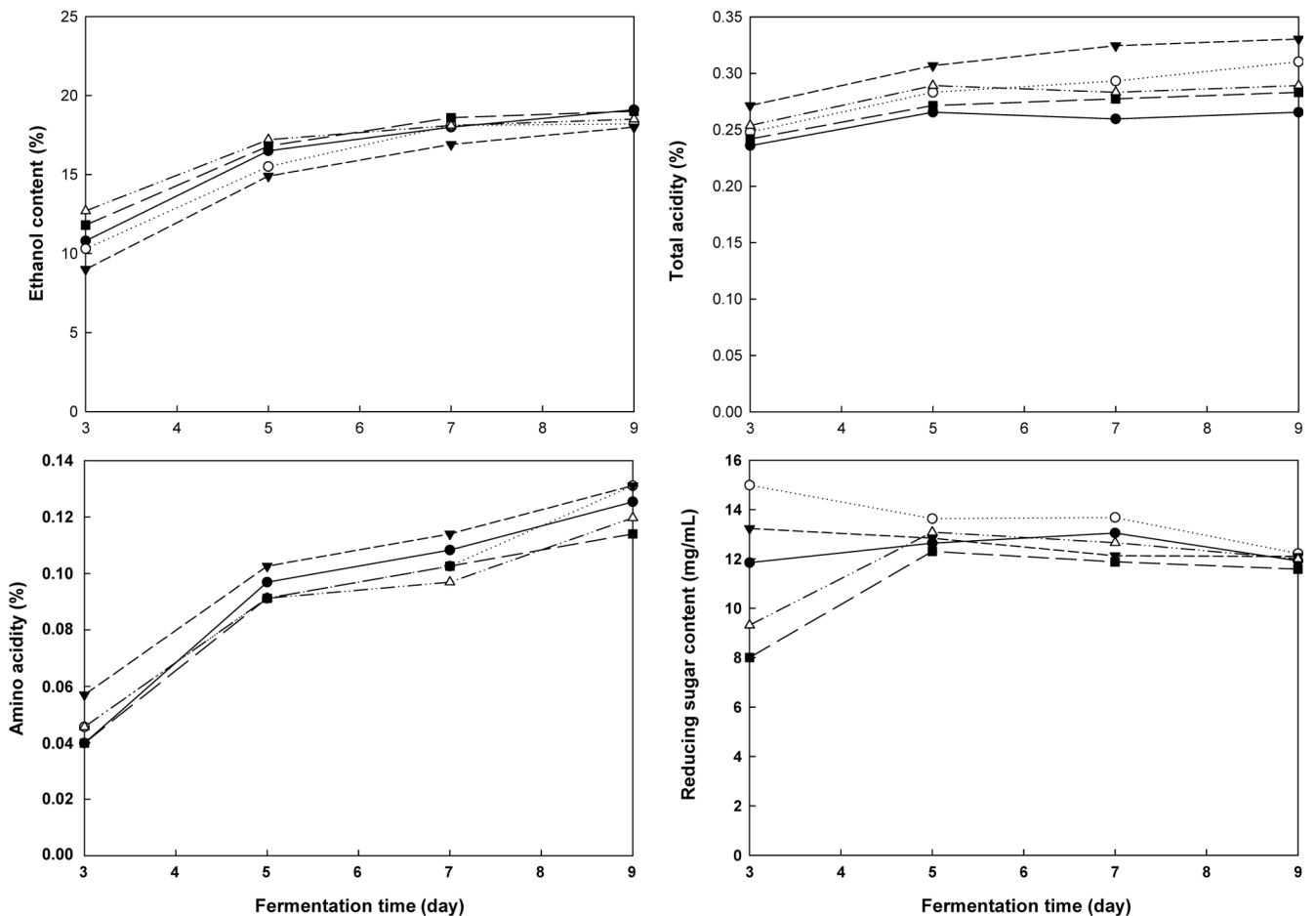
<sup>2)</sup>Different letters show significant difference by Duncan's multiple range test at  $p=0.05$ .

서  $\alpha$ -glucosidase에 의해 쌀의 분해가 늦게 되어서라고 생각한다. 발효 마지막 일에도 추청을 제외한 모든 품종의 환원당은 발효 초기와 큰 변화가 없었으나 추청의 경우 알코올발효로 당분의 소비가 급격히 증가된 것으로 여겨지며 Park 등(26) 및 Lee 등(27)과 일치하였다.

입국법 막걸리 5종에 대한 관능적 기호도 분석결과는 Table 4와 같다. 5종의 입국 막걸리의 기호도 점수 중 시각적 점수는 품종에 따른 차이가 거의 없었으며 향기, 맛, 종합적 기호도의 경우에서 다산 1호가 7.5±0.23, 6.7±0.19, 7.8±0.13으로 다른 품종의 막걸리와 유의적인 차이를 나타냈다. 나머지 다수확 자포니카계통인 드래찬과 보람찬은 고품질벼인 추청과 관능에서 유사한 결과를 나타내었다.

#### 무증자법 막걸리의 품질특성

무증자 제조법으로 제조한 쌀 품종별 막걸리의 일반성분 분석 결과는 Fig. 2와 같다. 제일 먼저 알코올 도수에서 초기 발효시에는 인디카계통인 안다와 다산 1호가 10.3%, 9.0%로 낮은 알코올을 생성하였으며 발효 완료시에도 알코올이 17.2%, 17.0%로 낮게 생성되었다. 이것은 Huh 등(6)의 안다벼를 이용한 약주에서의 알코올 생성 패턴과 유사하였으며 최종 발효시에서도 16.9%로 비슷하였다. 또한 다산 1호는 입국법에서와 같이 품종들 중에서 가장 낮은 알코올이 생성되었으나 입국법과 무증자법의 제조 방법 차이로 인해 전체적인 알코올은 입국법보다 높게 생성되었다. 자포니카계통인 드래찬과 보람찬은 발효 완료시에 각각 18.5%와 19.0%의 알코올이 생성되었다. 총산의 경우 발효 1일에는 쌀



**Fig. 2. Changes of ethanol, total acidity, amino acidity and reducing sugar during *makgeolli* fermentation using an uncooked rice method. ●: Chucheong, ○: Anda, ▼: Dasan 1, ▽: Deuraechan, ■: Boramchan**

Table 5. Sensory evaluation of uncooked method *makgeolli* with rice varieties

Variety	Color <sup>1)</sup>	Flavor	Taste	Body	Total acceptability
Chucheong	7.2±0.13 <sup>a</sup>	6.3±0.34 <sup>b</sup>	6.4±0.21 <sup>c</sup>	6.5±0.35 <sup>a</sup>	6.4±0.25 <sup>b</sup>
Anda	7.4±0.42 <sup>a</sup>	7.1±0.18 <sup>a</sup>	7.0±0.22 <sup>b</sup>	6.8±0.62 <sup>a</sup>	7.1±0.12 <sup>a</sup>
Dasan 1	7.5±0.32 <sup>a</sup>	7.2±0.15 <sup>a</sup>	7.2±0.17 <sup>a</sup>	6.7±0.19 <sup>a</sup>	7.1±0.25 <sup>a</sup>
Deuraechan	7.4±0.28 <sup>a</sup>	7.2±0.30 <sup>a</sup>	6.7±0.56 <sup>bc</sup>	6.3±0.22 <sup>a</sup>	6.7±0.22 <sup>ab</sup>
Boramchan	7.3±0.58 <sup>a</sup>	6.8±0.21 <sup>ab</sup>	6.9±0.44 <sup>b</sup>	6.2±0.15 <sup>a</sup>	6.7±0.42 <sup>ab</sup>

Each value represents mean±SD (n=3).

<sup>1)</sup>The scores were estimated by 9 point scale where 9 is excellent, 5 is moderate and acceptable, and 1 is very poor and unacceptable

<sup>2)</sup>Different letters show significant difference by Duncan's multiple range test at p=0.05.

품종별 총산이 0.23-0.27% 이었으며 발효시간이 지날수록 산도는 서서히 증가하였다. 발효 최종 일날 인디카계통인 안다와 다산 1호는 총산이 0.33, 0.31%로 자포니카계통인 드래찬과 보람찬의 0.28%보다 높게 생성되었다. 이것은 앞에서 설명한 Dong 등(22)의 보고와 유사하였다.

모든 시료의 아미노산도 함량은 발효 초기에 매우 빠르게 증가하였으며 5일 후 부터 서서히 증가하였다. 발효 최종일에 아미노산도는 0.11-0.13%로 인디카계통과 자포니카계통의 아미노산도는 큰 차이를 보이지 않았다.

담금 직후 인디카계통인 안다와 다산1호는 14.9, 13.2 mg/mL의 높은 환원당을 보였으나 자포니카계통인 드래찬과 보람찬은 9.3, 8.0 mg/mL의 낮은 환원당을 나타내었다. 또한 이것은 입국법의 환원당 결과와 반대가 되는 것으로 입국법은 쌀을 증자하여 막걸리를 제조하는데 반해 무증자법의 제조방법은 쌀을 찌지 않고 분쇄 후 정제효소를 첨가함으로써 전분을 분해하여 당을 생성한다(15). 이때 자포니카계통인 드래찬과 보람찬은 인디카계통인 안다와 다산 1호에 비해 경질미이며 경질미의 특징으로는 아밀로스 함량과 단백질 함량이 낮고 전분입자가 불규칙한 무정형구조로 되어 있으며 배유세포 안이 단단한 결합과 단단한 세포벽으로 되어 있다(7). 이러한 경질미 구조로 인해  $\alpha$ -glucosidase가 세포내의 단단한 결합을 침투하기가 어렵고 전분입자가 불규칙한 무정형 구조로 당 생성이 낮은 것으로 추측된다. 이러한 이유로 드래찬과 보람찬은 발효 초기에는 당 생성이 낮아 환원당 값이 낮았으나 발효가 진행되면서 경질미 구조가 느슨해지면서  $\alpha$ -glucosidase에 의해 당 생성이 활발해 지면서 발효 중기에는 환원당 값이 안다, 다산1호와 유사해 졌다.

무증자법 막걸리에 대한 관능적 기호도 분석결과는 Table 5와 같다. 시험품종별 무증자법 막걸리의 기호도 점수중 시각적 점수는 품종에 따른 차이가 거의 없었으며 향기, 목넘김, 종합적 기호도의 경우에서 안다와 다산 1호가 다른 품종의 막걸리와 유의적인 차이를 나타냈다. 나머지 다수화 자포니카계통인 드래찬과 보람찬은 고품질벼인 추정과 관능에서 유사한 결과를 나타내었다.

## 요 약

국내 육성 가공품종 중 다수성 벼를 원료로 한 양조적성 확인을 위해 인디카계통인 안다와 다산 1호 자포니카계통인 드래찬과 보람찬을 사용하여 원료쌀 품종에 따른 양조 적성 확인을 연구하였다. 또 국균과 효모의 증식을 촉진하는 것으로 알려진 K의 함량은 드래찬과 보람찬에서 높게 나타났다. 쌀의 일반성분 분석 결과는 단백질 함량은 안다벼가 7.5±0.2%로 다른 쌀에 비해 높았으며 아밀로스 함량은 자포니카계통 드래찬과 보람찬 쌀이 18.9±0.7%, 18.9±1.4%으로 낮은 함량을 보였다. 전분가는 자포니카계통인 드래찬 보람찬이 78.6±0.2, 77.2±0.4%으로 낮은 값

을 나타내었으며 인디카계통인 안다와 다산 1호는 86.2±0.3, 82.0±0.5%을 나타내었다. 호화특성으로는 전분의 열과 전달력에 대한 저항의 척도인 강화점도(breakdown)는 안다와 다산 1호가 120.92±2.5 cp 이상으로 높게 나타났다. 품종별 발효적성을 실험한 결과 먼저 입국법 막걸리의 경우 다산 1호를 제외한 모든 시료에서 발효 완료시 16.6-17.4% 사이의 알코올이 생성되었다. 다산 1호만 14.3%의 알코올이 생성 되었으며 또한 관능결과에서는 다산 1호가 다른 품종의 막걸리와 유의적인 차이를 나타내며 종합적인 기호도가 좋았다. 무증자법 막걸리의 경우 인디카계통인 안다와 다산 1호가 발효 완료시에 알코올이 17.2%, 17.0%로 다른 품종에 비해 낮게 생성되었다. 총산의 경우 안다와 다산 1호는 총산이 0.33, 0.31%로 드래찬과 보람의 0.28%보다 높게 생성되었다. 관능결과에서는 향기, 목넘김, 종합적 기호도의 경우에서 안다와 다산 1호가 다른 품종의 막걸리와 유의적인 차이를 나타내며 기호도가 좋았다. 입국과 무증자 막걸리 제조에서 다산 1호가 가장 우수한 관능 값을 보였으나 입국 제조시 알코올 생산량이 낮은 문제를 해결한다면 다수화 품종 중 다산 1호가 막걸리 생산에 적합한 품종으로 사료된다.

## 감사의 글

본 논문은 농촌진흥청 공동연구사업(과제번호: PJ008821) 중 「막걸리 가공 원료곡 품질향상 종합 수익 모델의 지원」에 의해 이루어진 것입니다.

## References

- Lee SR. Korean Fermentation Foods. Ewha Woman's University Press, Seoul, Korea. pp. 224-294 (1986)
- Lee DH, Kang HY, Lee YS, Cho CH, Kim SJ, Lee JS. Effects of yeast and nuruk on the quality of Korean *yakju*. Korean J. Microbiol. Biotechnol. 39: 274-280 (2011)
- Song BH, Kim DY, Kim SK, Kim YD, Choi KS. Distribution of minerals within the degermed brown rice kernel. J. Korean Agric. Chem. Soc. 31: 162-168 (1988)
- Kim HR, Lee AR, Kwon YH, Lee HJ, Jo SJ, Kim JH, Ahn BH. Physicochemical characteristics and volatile compounds of glutinous rice wines depending on the milling degrees. Korean J. Food Sci. Technol. 42: 75-81 (2010)
- FACT. Woorisool treasure house. Foundation of Agri. Tech. Commercialization & Transfer, Suwon, Korea (2011)
- Huh CK. Quality Characteristics of *yakju* by rice cultivates and various starter culture. PhD thesis, Suncheon National University, Suncheon, Korea (2011)
- Park SJ, Park KW, Shin MS. The cooking characteristics of high-yielding japonica and tongil type rice. Korean J. Food Cookery Sci. 27: 735-743 (2011)
- Choi HC. Current status and perspectives in varietal improvement of rice cultivars for high-quality and value-added products.

- Korean J. Crop Sci. 47S: 15-32 (2002)
9. KFRI. Research on suitability of rice variety for *makgeolli* production. Korea Food Research Institute, Seongnam, Korea (2010)
  10. Kim HR, Kwon YH, Kim JH, Ahn BH. Quality analysis of diverse rice species for products. Korean J. Food Sci. Technol. 43: 142-148 (2011)
  11. AOAC. Official Method of Analysis of AOAC Intl. 14<sup>th</sup> ed. Method 990.03. Association of Official Analytical Chemists, Arlington, VA, USA (1984)
  12. Choi HC. A guide to rice breeding. Rural Development Administration. National Institute of Crop Science, Seoul, Korea. pp. 293-294 (2006)
  13. Miller GL. Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. Anal. Chem. 31: 426-428 (1959)
  14. Technical Service Institute, National Tax Service Administration. Textbook of alcoholic beverage-making. Technical Service Institute, National Tax Service administration, Seoul, Korea (1997)
  15. Bae SM. Edible Everything can become Alcoholic Beverages. Wogok Press, Inc., Seoul, Korea. pp. 9-109 (2006)
  16. Lee DH, Kim JH, Lee JS. Effect of pears on the quality and physiological functionality of *makgeolli*. Korean J. Food Nutr. 22: 606-611 (2009)
  17. Kim SK, Kim IW, Han YI, Park HH, Lee KH, Kim ES, Cho MH. Calorie, mineral content and amino acid composition of Korean rice. J. Korean Soc. Food Nutr. 13: 372-376 (1984)
  18. Lee HG. Food Composition Table. 7<sup>th</sup> Rev. Korea National Rural Living Science Institute, RDA, Suwon, Korea. p. 20 (2006)
  19. Jin TY, Chung HJ, Eun JB. The effect of fermentation temperature on the quality of *Jinyangju*, a Korean traditional rice wine. Korean J. Food Sci. Technol. 38: 414-418 (2006)
  20. Song JC, Park HJ, Shin WC. Change of *takju* qualities by addition of cyclodextrin during the brewing and aging. Korean J. Food Sci. Technol. 29: 895-900 (1997)
  21. Jeong JW, Park KJ, Kim MH, Kim DS. Quality characteristics of *takju* fermentation by addition of chestnut peel powder. Korean J. Food Preserv. 13: 329-336 (2006)
  22. Dong M, Yi YH. Physicochemical and organoleptic characteristics of short grain rice, long grain rice and puffed rice powder added *takju* during fermentation. Food Eng. Prog. 15: 338-345 (2011)
  23. Han SH, Choi EJ, Oh MS. A comparative study on cooking qualities of imported and domestic rices (Chuchung byeo). Korean J. Soc. Food Sci. 16: 91-97 (2000)
  24. So MH, Lee YS, Noh WS. Changes in microorganisms and main components during *takju* brewing by a modified *nuruk*. Korean J. Food Nutr. 12: 226-232 (1999)
  25. Lee SM, Lee TS. Effect of roasted rice and defatted soybean on the quality characteristics of *takju* during fermentation. J. Nat. Sci. 12: 71-79 (2000)
  26. Park JH, Bae SM, Yook C, Kim JS. Fermentation characteristics of *takju* prepared with old rice. Korean J. Food Sci. Technol. 36: 609-615 (2004)
  27. Han EH, Lee TS, Noh BS, Lee DS. Quality characteristic in mash of *takju* prepared by using different *nuruk* during fermentation. Korean J. Food Sci. Technol. 29: 555-562 (1997)