

담금유형에 따른 쌀 막걸리 술덧의 품질특성

박찬우¹ · 장세영^{1,2} · 박은지¹ · 여수환³ · 정용진^{1,*}

¹계명대학교 식품가공학과, ²(주)케이엠에프, ³농촌진흥청 국립농업과학원 농식품자원부 발효이용과

Quality Characteristics of Rice *Makgeolli* Prepared by Mashing Types

Chan-Woo Park¹, Se-Young Jang^{1,2}, Eun-Ji Park¹, Soo-Hwan Yeo³, and Yong-Jin Jeong^{1,*}

¹Department of Food Science and Technology, Keimyung University

²KMF Co., Ltd.

³Fermentation & Food Processing Division, Department of Agrofood Resources, NAAS, RDA

Abstract Six different mashing types ((A) *koji*+purified enzyme, (B) *koji*+crude enzyme, (C) *koji*+*nuruk*, (D) *koji*+purified enzyme+*nuruk*, (E) *koji*+crude enzyme+*nuruk*, (F) purified enzyme+*nuruk*) had been established, according to fermentation agents and a mixing rate of rice *makgeolli*, in this study. The alcohol content was the highest in the mashing type (C), which was 13.6%, followed by (D) 13.5%, (A) 13.1%, (B) 12.9%, (E) 12.7% and (F) 12.1%. The reducing sugar content of (A) was the highest with 401.6 mg% and those of (B), (C), (D) and (F) were between 337.3-380.9 mg%. The alcohol components were found and tended to increase during the fermentation. The oligo-saccharides content was the highest in (D) with 1251.3 mg%, which was followed by (E) 1,219.2 mg%, (C) 1,141.4 mg%, (A) 1,049.9 mg% and 973.8 mg% in (B). The total free amino acid was highest in (B) with 781.4 mg% and followed by (C) 703.2 mg%, (D) 702.6 mg%, (E) 678.7 mg%, (A) 630.4 mg% and (F) 328.7 mg% in order. There were 16 different types of volatile flavor components, in the mashing types (A) and (B), in addition to 15 different types of those in type (C), as well as 14 different types of those in (D), (E) and (F). There were significant differences in the overall preference between the type (A) and (C).

Keywords: rice *makgeolli*, fermenter, *koji*, *nuruk*, volatile compounds

서 론

우리나라의 전통주류로는 탁주, 약주, 소주, 재제주 등 여러 종류의 술이 있으나, 이 중 탁주라고 불리는 막걸리는 감미, 산미, 고미, 신미, 샤프미의 오미가 고루 조화된 특유의 지미와 청량미를 지닌 우리 고유의 발효주이다(1). 막걸리는 전분질 원료와 발효제를 주원료로 하여 발효시킨 술덧을 혼탁하게 제성한 것을(2) 그대로 걸러서 음용하므로 생효모, 비타민 B군 및 lysine 등의 필수 아미노산을 비롯한 glutamic acid, proline, glutathion 등을 함유하여 다른 주류보다 영양학적으로 우수하다(3). 막걸리 담금용 발효제는 술덧의 품질을 결정짓는 중요한 요소로 우리나라 고유의 전통 누룩과, 1940년대를 전후하여 사용되기 시작하여 점차 사용량이 증가된 입국, 1960년대 이후로 사용하게 된 분국 및 1970년대에 개발되어 간편하게 이용되는 효소제로서 만들어진 효소표품 등이 발효제로 널리 사용되고 있다(4). 전통적인 막걸리를 제조할 때는 누룩만 발효제로 사용하였으나, 오늘날은 입국만을 사용하거나 입국에 소량의 조효소나 누룩을 병용하기도 한다(5,6). 막걸리 제조에 있어 누룩을 사용하면 발효에 불필요한 미생물이 다량 함유되

어 있어 온도관리를 잘못하면 술덧이 실패하기 쉽고, 효소력과 효모수가 높지 못해 균일화된 주질의 제품 생산에 어려움이 있다(7,8). 반면, 입국은 구연산과 내산성 당화효소를 생산하기 때문에 술덧의 pH를 산성으로 유지하여 누룩으로 양조할 때보다 발효를 안전하게 하고, 양조시간을 단축시키며, 알코올 수율도 높여주게 된다. 그러나 입국으로 제조한 막걸리는 독특한 향이 없고, 아미노산의 함량이 낮으며, 입국에서 오는 유기산의 신맛이 지나치게 강하여 누룩으로 제조했을 때와 같은 조화로운 향미가 없는 것으로 알려지고 있다(7). 최근 국내·외에서 전통주인 막걸리에 대한 관심이 증대되고 있으며(4), 1조원대 시장규모로 급성장이 예상되고 있다(5). 현재 780개(533개 업체만 생산) 양조장 및 대기업에서 다양한 브랜드로 상품화되고 있지만 대부분의 양조장은 매우 영세하고 시설낙후, 품질향상 및 관리가 어려운 실정이다(9). 막걸리의 지속적인 소비 증대 및 시장 확대를 위해서는 품질이 우수한 막걸리 제조기술 개발과 주질 개선을 비롯한 담금조건 표준화를 통한 품질 및 공정표준화가 절실히 요구된다. 막걸리의 발효제에 관한 연구로는 누룩 종류를 달리하여 담금한 탁주 발효과정 중 술덧의 품질특성(9), 개량누룩의 사용에 의한 탁주의 품질 개선(10), 종균을 달리 접종한 입국들로 담금한 탁주에 관한 연구(11,12), 전분질 원료 종류 및 가공방법에 따른 발효주의 품질특성(13,14) 등 누룩 및 입국의 종류에 관한 연구가 대부분으로 발효제 종류에 따른 담금유형별 발효특성에 대한 연구는 미흡한 실정이다. 발효제 종류 및 배합비율에 따라 효소활성, 유기산 생산력 및 알코올 발효력 등이 달라지며, 이로 인해 막걸리의 휘발성 풍미 성분, 맛, 색상 등의 품질특성에 큰 영향을 미칠 것으로 예상된다.

*Corresponding author: Young-Jin Jeong, Department of Food Science and Technology, Keimyung University, Daegu 704-701, Korea
Tel: 82-53-580-5557
Fax: 82-53-580-6477
E-mail: yjjeong@kmu.ac.kr
Received October 10, 2011; revised December 1, 2011;
accepted February, 2, 2012

따라서 본 연구에서는 쌀 막걸리의 담금 공정, 원료 배합 및 발효제(입국, 누룩, 조효소제 및 정제효소제) 종류에 따른 배합비율과 함량을 달리한 6가지 유형의 담금을 설정하여 막걸리 술덧을 제조하여 각각의 품질특성을 비교 조사하였다.

재료 및 방법

재료 및 시약

본 실험에 사용한 원료미는 2011년 경북 상주시에서 재배한 맷쌀(일품벼, 가야농산)을 구입하여 사용하였다. 발효제 중 입국(백국균, 당화력 60 saccharification power(이하 sp), *Aspergillus niger* var. *kawachii*)은 (주)친일산업(Chun Il Industry Co., Ltd., Yeosu, Korea)에서, 누룩(당화력 1,800 sp)은 한국효소주식회사(Korea Enzyme Co., Ltd., Hwaseong, Korea), 조효소제(당화력 4,000 sp)는 (주)감로바이오산업(Gamro Bio Industry Co., Ltd., Daegu, Korea), 정제효소제(당화력 15,000 sp)는 (주)충무발효(Chung Moo Fermentation Co., Ltd., Ulsan, Korea)에서 구입하여 사용하였다.

사용균주

쌀 막걸리에 사용된 균주는 계명대학교 식품가공학과 발효공학실에서 보관하면서 탁·약주제조에 많이 사용되었던 *Saccharomyces cerevisiae* GRJ를 YPD agar배지(yeast extract 1%, peptone 2%, glucose 2%, agar 2%, pH 6.0)에 30°C, 24시간 계대 배양한 후 4°C에 보관하면서 사용하였다. 효모배양액은 YPD배지에 한 백금이 접종하여 항온 배양기(HB-103-2H, Hanbaek Scientific Co., Bucheon, Korea)에서 30°C, 36시간 동안 정치배양 시켜 사용하였다.

쌀 막걸리 술덧의 담금유형

쌀 막걸리의 담금유형은 국내 주요 양조장별 막걸리 담금원료 및 배합비율을 조사하여 Table 1과 같이 6가지(A: 입국·정제효

소제, B: 입국·조효소제, C: 입국·누룩, D: 입국·정제효소제·누룩, E: 입국·조효소제·누룩, F: 정제효소제·누룩) 담금 유형별 배합비율을 설정하였다(15).

쌀 막걸리 술덧 제조

발효제 종류에 따른 담금유형별 쌀 막걸리 술덧은 고두밥과 입국의 합산한량을 1 kg으로 하여 Table 2와 같이 담금하였다. 밀술은 담금 (A)-(E)형은 입국 30 g에 효모 배양액 20 mL과 물 48 mL을 혼합하였으며, 담금 (F)형은 고두밥 50 g에 효모 배양액 20 mL, 젓산 2 mL, 누룩 3 g, 정제효소제 0.05 g 및 물 80 mL을 혼합하여 항온 배양기(HB-103-2H, Hanbaek Scientific Co.)에서 25°C, 36시간 동안 담금하였다. 1단 담금은 각각의 밀술에 담금 (A)-(E)형은 입국 320 g과 물 512 mL을, 담금 (F)형은 고두밥 300 g, 누룩 12 g, 정제효소제 0.3 g, 물 480 mL를 각각 혼합하여 항온 배양기(HB-103-2H)에서 25°C, 36시간 동안 담금하였다. 2단 담금은 1단 담금액에 고두밥 650 g과 물 1,040 mL를 각각 첨가한 후 담금 (A)형은 정제효소제 0.4 g, (B)형은 조효소제 10 g, (C)형은 누룩 20 g, (D)형은 누룩 10 g, 정제효소제 0.2 g, (E)형은 누룩 10 g, 조효소제 5 g, (F)형은 누룩 20 g, 정제효소제 0.4 g을 혼합하여 25°C의 항온 배양기(HB-103-2H)에서 5일 동안 담금 시키면서 품질특성을 조사하였다.

알코올 함량 및 당도

알코올 함량은 시료 100 mL를 증류한 다음 주정계를 이용하여 측정된 후 Gay Luccac Table을 이용하여 15°C로 보정하였다(16). 당도는 digital refractometer(PR-101, ATAGO Co., Tokyo, Japan)를 사용하여 측정하였다.

적정산도 및 pH

적정산도는 0.1 N NaOH로 중화 적정하여 acetic acid(%)로 환산하였고, pH는 pH meter(Metrohm 691, Metrohm. UK Ltd., Herisau, Switzerland)로 측정하였다.

Table 1. Mashing types of rice *makgeolli*

(unit: %)

Kind of fermenters	Mashing types ¹⁾						
	(A)	(B)	(C)	(D)	(E)	(F)	
<i>Koji</i>	35.0	35.0	35.0	35.0	35.0	-	
Purified enzyme	0.04	-	-	0.02	-	0.04	
Crude enzyme	-	1.0	-	-	0.5	-	
<i>Nuruk</i>	-	-	2.0	1.0	1.0	3.5	

¹⁾(A), *koji*+purified enzyme; (B), *koji*+crude enzyme; (C), *koji*+*nuruk*; (D), *koji*+purified enzyme+*nuruk*; (E), *koji*+crude enzyme+*nuruk*; (F), purified enzyme+*nuruk*.

Table 2. Ratio of materials in rice *makgeolli*

(unit: g or mL)

Mashing types ¹⁾	Starter			1 st Mashing stage			2 nd Mashing stage										
	Yeast	Lactic acid	<i>Koji</i>	Hard-steamed rice	<i>Nuruk</i>	Purified enzyme	Water	Hard-steamed rice	<i>Koji</i>	<i>Nuruk</i>	Purified enzyme	Water	Hard-steamed rice	<i>Nuruk</i>	Purified enzyme	Crude enzyme	Water
(A)															0.4	-	
(B)															-	10	
(C)	20	-	30	-	-	-	48	-	320	-	-	512	650	20	-	-	
(D)														10	0.2	-	1,040
(E)															-	5	
(F)		2	-	50	3	0.05	80	300	-	12	0.3	480	20	0.4	-		

¹⁾Refer to Table 1.

환원당 함량

환원당은 dinitrosalicylic acid(DNS)법(17)으로 측정하였다. 쌀 막걸리 술덧 1 mL에 DNS시약 1 mL을 가하여 water bath(B-490, BUCHI, Flawil, Switzerland)에서 10분간 가열시킨 후 급냉하고 여기에 증류수 3 mL을 첨가하여 UV-visible spectrophotometer(UV Spectrophotometer 1601, Shimadzu Co., Kyoto, Japan)를 이용하여 546 nm에서 흡광도를 측정하였다. 이때 당 정량은 glucose를 표준물질로 사용하여 상기의 방법으로 작성한 표준곡선으로부터 환산하였다.

Methanol, acetaldehyde 및 fusel oil 분석

Methanol 및 fusel oil 분석은 막걸리를 증류한 후 membrane filter (pore size 0.45 µm, Advantec MFS, Inc., Toyo, Japan)로 여과하여 gas chromatography(GC 5890, Hewlett Packard Co., CA, USA)를 이용하여 분석하였다. 분석조건은 capillary column (19091N-233 HP-INNOWAX, 30 m×0.25 mm×0.5, Agilent Technologies Co., Ltd., Santa Clara, CA, USA)을 이용하였으며, carrier gas는 N₂ (flow rate 1 mL/min)를 사용하였다. GC oven 온도 program은 40°C에서 2분간 유지하고 분당 2°C 승온하여 130°C에서 1분간 유지하였으며, injector는 250°C, detector는 260°C로 설정하였다.

올리고당 함량

막걸리 술덧을 sep-pak C₁₈ cartridge(Waters Co., Milford, MA, USA)로 처리한 후 membrane filter(pore size 0.45 µm, Advantec MFS, Inc.)로 여과하여 high performance liquid chromatography(HPLC, Waters 1515, Waters Co.)로 분석하였다(18). Column은 carbohydrate analysis column(4.6×250 mm, Waters Co.)을 사용하였으며, mobile phase는 75% acetonitrile(JTbaker Co., Phillipsburg, NJ, USA), flow rate는 1.0 mL/min, injection volume은 20 µL, detector는 RI detector(Waters 2414, M410 RI, Waters Co.)를 사용하였다.

유리아미노산 함량

유리아미노산을 분석하기 위해 시료를 약 1 g씩 정확히 칭량하여 삼각플라스크에 넣고 80% EtOH 용액을 100 mL 가하여 약 24시간 진탕추출하고, 그 추출물을 감압 여과하여, 45°C 진탕수 용조에서 감압농축한 후 0.2 M lithium citrate buffer(pH 2.2) 용액 5 mL로 정용하고, 0.45 µm membrane filter로 여과하여 automatic amino acid analyzer(L-8800, Hitach, Tokyo, Japan)로 분석하였다(19). Column은 Li form column으로 분석하였고 flow rate (mL/hr)는 buffer 20, ninhydrin 20이었으며, injection volume은 40 µL 이었다.

휘발성 향기성분

막걸리 술덧의 휘발성 향기성분은 SPME(solid phase microextraction) 방법을 이용하여 분석하였다. 휘발성분 포집을 위해서 carboxen/polydimethylsiloxane(CAR/PDMS, 75 µm thickness)의 SPME fiber(Supelco, Bellefonte, PA, USA)를 사용하여 휘발성분을 흡착시켰다. 휘발성 성분을 흡착하기 전 fiber는 GC(gas chromatograph, Agilent GC 6890, Palo Alto, CA, USA)로 250°C에서 5분간 예열시켰다. 막걸리 술덧 10 mL을 50°C heating block에서 5분간 예열한 후 headspace vial(Supelco, Bellefonte)에 넣고 예열된 SPME fiber를 주입하여 30분 동안 휘발성분을 흡착한 후 GC에 주입하여 2분 동안 탈착을 위해 유지하였다. 휘발성분 분석은 HP-FFAP capillary column(30 m×0.25 mm×0.25 µm)을 사용

하여 MSD(mass selective detector)가 부착된 GC(Agilent GC 6890, Palo Alto)로 분석하였다. 분석조건은 He carrier gas 1 mL/min 하였으며, oven temperature는 35°C에서 10분 유지 후 100°C까지는 분당 5°C로, 210°C까지는 분당 10°C로 상승시켜 10분 동안 유지하였다. MS source, MS quadrupole 및 transfer line은 각각 230, 150 및 280°C이었고, Wiley7, Nist05(Wiley7, Nist05 Library, mass spectral search program, version 5.0, USA) library를 이용하였다.

관능검사

막걸리 술덧의 알코올 함량을 6%로 제성한 후 2일 동안 저온 보관한 후 관능검사를 하였다. 훈련된 20 및 40대 성인 각 15명의 관능요원을 선발하여 반복된 랜덤화 완전 블록 계획(Replicated randomized complete block design)에 따라 색, 탄산, 맛, 목넘김, 향, 전반적 기호도를 7점 평점법으로 평가하였다.

통계처리

본 연구의 실험결과는 3회 반복하여 실험군당 평균과 표준편차로 나타내었으며, 관능검사 결과는 SAS(Statistical analysis system) 통계 프로그램(20)을 이용하여 각각 일원배치분산분석(One-way ANOVA Test)을 하고 Duncan's multiple range test(DMRT)로 평균 간의 다중비교를 실시하였다.

결과 및 고찰

알코올 함량 및 당도

담금유형별 쌀 막걸리 술덧의 발효 과정 중 알코올 함량을 조사한 결과는 Fig. 1과 같다. 본 담금 직후 알코올 함량은 4.4-4.7%로, 일반적인 막걸리 발효에서의 2.0-3.0%(9)보다 높게 나타났으며, 이는 주모와 1단 담금의 발효조건에 따른 차이로 생각된다. 발효 1일째 쌀 막걸리 술덧의 알코올 함량은 8.3-10.8%로 급격히 증가하였으며, 이후 조금씩 상승하여 발효 5일째 담금 (C)형에서 13.6%로 가장 높았으며, (D)형 13.5%, (A)형 13.1%, (B)형 12.9% 및 (E)형 12.7% 순으로 나타났다. 입국을 사용하지 않은 (F)형 담금에서 알코올 함량 12.1%로 가장 낮게 나타났다. 담금 (A)-(E)형은 입국의 사용량은 동일하지만 발효제 종류 및 첨가량이 달라 발효제의 당화력에 의해 알코올 함량에 영향을 준 것으로 생각된다. 발효 과정 중 쌀 막걸리 술덧의 당도는 Fig. 2와 같이 본 담금 직후 (F)형에서 3.4°Bx로 가장 낮게 나타났으며, 나머지 유형에서는 5.6-6.4°Bx로 큰 차이는 없었다. 발효 1일째 당도는 크게 증가하였으며, 이후 조금씩 증가하는 경향으로 담금 (A)-(D)형에 비해서 담금 (E)형에서 조금 낮게 나타났고, 담금 (F)형에서는 가장 낮게 나타났다. 우리나라 주세법 시행령의 막걸리의 알코올 함량은 6% 이상 8% 이하(21)로, 알코올 함량을 6%로 막걸리 술덧을 제성할 때 가수량의 차이로 담금유형별로 쌀 막걸리의 관능적인 특성에 차이가 있을 것으로 예상된다.

적정산도 및 pH

담금유형별 쌀 막걸리 술덧의 발효 과정 중 적정산도를 조사한 결과는 Fig. 3과 같다. 본 담금 직후 적정산도는 담금 (D)형에서 0.94%로 가장 높았으며, (A)형 0.92%, (C)형 0.92%, (B)형 0.91%, (E)형 0.85%, (F)형 0.28%로 나타났으며, 발효 5일째까지 큰 변화는 없었다. 발효 후 담금 (F)형은 다른 쌀 막걸리 술덧에 비해 적정산도가 약 0.60% 낮게 나타났다. 적정산도는 막걸리의 풍미와 보존성에 영향을 주는 중요한 성분으로(22), 입국은 Asp.

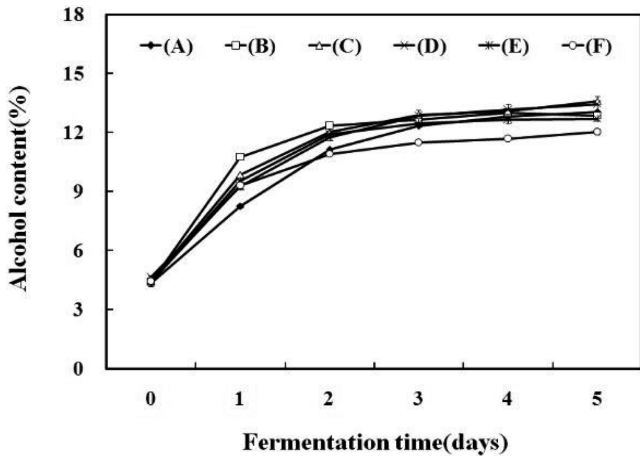


Fig. 1. Changes in alcohol contents during fermentation of rice makgeolli by different mashing types. Refer to Table 1.

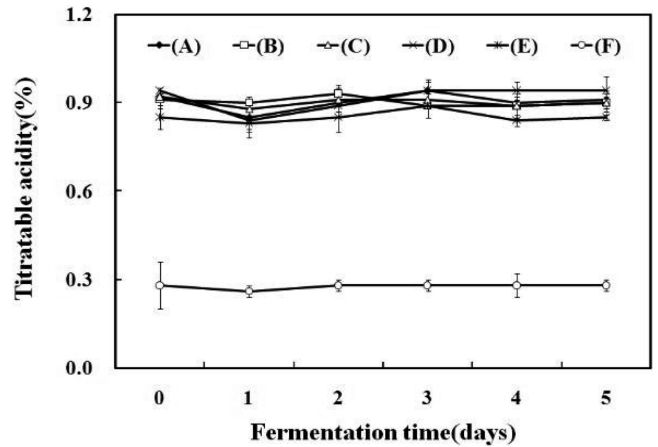


Fig. 3. Changes in titratable acidity during fermentation of rice makgeolli by different mashing types. Refer to Table 1.

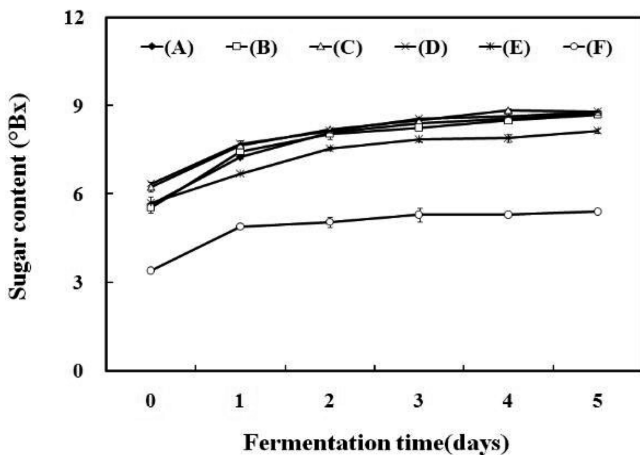


Fig. 2. Changes in sugar contents during fermentation of rice makgeolli by different mashing types. Refer to Table 1.

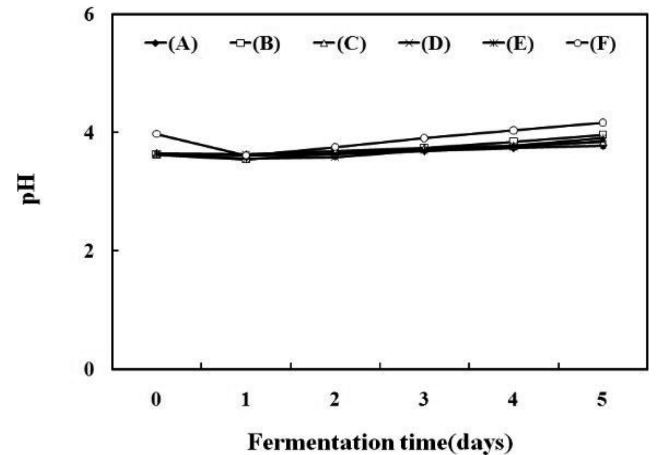


Fig. 4. Changes in pH during fermentation of rice makgeolli by different mashing types. Refer to Table 1.

*kawachii*를 전분질 원료에 번식시킨 것으로 산도가 높아 술덧의 안전주조용으로 사용된다. 담금 (A)-(E)형에서는 입국을 사용하여 적정산도가 높게 나타났으나 담금 F형에서는 누룩과 정제효소만을 사용하여 적정산도가 낮은 것으로 생각된다. 발효 과정 중 쌀 막걸리 술덧의 pH를 조사한 결과 Fig. 4와 같이 본 담금 직후 담금 (A)-(E)형의 pH는 약 3.64이었으며, 담금 (F)형은 pH 3.97로 다른 유형에 비해서 조금 높게 나타났다. 발효 동안 pH는 조금씩 증가하는 경향으로 발효 종료 후 담금 (F)형에서 pH 4.16으로 가장 높았으며, (B)형 pH 3.96, (E)형 pH 3.90, (D)형 pH 3.85, (C)형 pH 3.84 및 (A)형 pH 3.77로 나타나 담금유형별로 쌀 막걸리의 풍미나 산미에서 품질 차이가 예상된다. 막걸리 제조 시 효모 외의 다른 세균을 억제하기 위해 pH 4.0-6.0을 유지하는 것이 적합하지만 Jeong 등(23)은 기호적인 관점에서 완성주의 pH가 너무 낮으면 관능적으로 좋지 않다고 보고한 바 있다. 쌀 막걸리 술덧은 제정과정을 거치게 되면 적정산도는 감소하고 pH는 증가 할 것으로 생각된다.

환원당 함량

담금유형별 쌀 막걸리 술덧의 발효 과정 중 환원당 함량의 변화는 Fig. 5와 같다. 본 담금 직후 환원당 함량은 담금 (E)형에서

1,183.2 mg%로 가장 높았으며, (C)형 1,129.6 mg%, (A)형 906.4 mg%, (D)형 863.6 mg%, (F)형 774.3 mg% 및 (B)형 735.0 mg% 순으로 나타났다. 발효 2일까지 환원당 함량은 급격하게 감소하였으며, 특히 담금 (F)형은 담금 2일째 168.4 mg%로 크게 감소하였다. 환원당 함량의 감소는 발효 2일에 알코올 함량이 급격히 증가한 것과 일치된다. 이후 발효가 진행되면서 환원당은 조금씩 감소하는 경향으로 발효 5일째, 담금 (A)형에서 환원당 함량은 401.6 mg%로 가장 높았으며, (B)형 380.9 mg%, (C)형 378.2 mg%, (D)형 367.0 mg% 및 (E)형 337.3 mg%로 입국을 사용한 막걸리 술덧에는 큰 차이가 없었으나 누룩과 정제효소만 사용한 담금 (F)형에서는 119.2 mg%로 가장 낮게 나타났다. 환원당은 알코올발효의 기질로 이용되고 감미도에 영향을 주는 중요한 성분으로(24) 산미, 감칠맛 등과 조화되어 막걸리의 독특한 맛을 부여함으로(22), 담금 (A)형으로 발효한 쌀 막걸리가 다른 유형에 비해서 감미와 향미가 조금 더 강할 것으로 추측된다.

Methanol, acetaldehyde 및 fusel oil 분석

담금유형별 쌀 막걸리 술덧의 발효 과정 중 methanol, acetaldehyde 및 fusel oil 성분 변화를 조사한 결과는 Table 3과 같다. Fusel oil 성분으로는 1-propanol, 2-methyl-1-propanol 및 iso-amy-

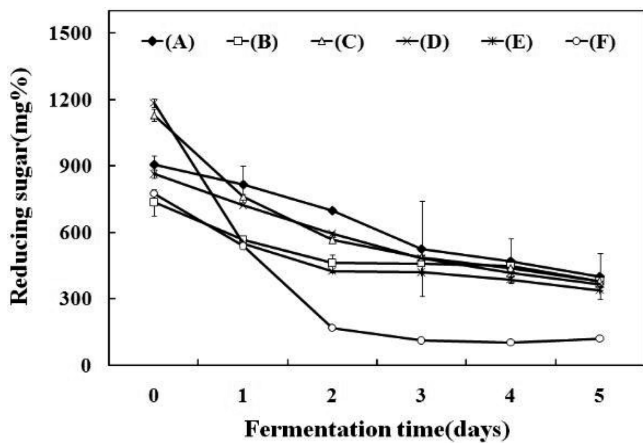


Fig. 5. Changes in reducing sugar during fermentation of rice *makgeolli* by different mashing types. Refer to Table 1.

lcohol 등 3종이 검출되었으며, acetaldehyde는 검출되지 않았다. Methanol은 담금 (C)형과 (E)형에서 발효 2일 이후, (A), (B) 및 (F)형은 발효 3일 이후, (C)형에서는 발효 4일 이후에 검출되었으며, 함량은 33.1-43.9 ppm으로 쌀 막걸리 술덧 간에 큰 차이는 없었다. 막걸리의 methanol 함량 기준은 500 ppm 이하로(25), 모든 쌀 막걸리 술덧이 규격에 적합한 것으로 나타났다. 자극취를 나타내는 1-propanol은 발효가 진행되면서 모든 쌀 막걸리 술덧에서 조금씩 증가하는 경향으로 담금 (A)-(E)형은 78.1-85.1 ppm으로 비슷하였으나 (F)형에서는 53.6 ppm으로 낮게 나타났다. 2-Methyl-1-propanol과 iso-amyl alcohol도 발효가 진행되면서 조금씩 증가하는 경향으로 2-methyl-1-propanol 함량은 쌀 막걸리 술덧 간에 큰 차이가 없었다. 알코올 성분 중에서 막걸리, 맥주, 청주 등에서 중요한 성분으로 평가되는 iso-amyl alcohol은 발효 1일째 132.6-180.9 ppm으로 급격히 증가하였다. 이후 조금씩 상승하여 발효 5일째 담금 (A)형에서 225.8 ppm로 가장 높았으며, (C)형 223.7 ppm, (D)형 219.1 ppm, (E)형 204.6 ppm, (B)형 195.2 ppm 및 (F)형 164.5 ppm 순으로 나타났다. 원료를 달리하여 담금한 막걸리에서 iso-amyl alcohol의 함량이 가장 높고 발효과정 중 검출된 알코올로는 iso-amyl alcohol과 n-heptanol이라 보고된 바 있으나(26), 발효제 종류 및 비율을 다르게 하여 담금한 쌀 막걸리에서는 methanol, 1-propanol, 2-methyl-1-propanol 및 iso-amyl alcohol 등이 모두 검출되어 다소 차이를 나타내었다. Fusel oil은 그 함량이 높으면 향미가 나빠지고 두통, 숙취의 원인이 되나 미량 존재 시 주류의 맛과 향을 향상시키는 역할을 한다(27). 우리나라 식품첨가물공전 상 주류 중 fusel oil 함량이 1 mg/mL 이하로 규정되어 있으며(28), 담금유형별 막걸리 술덧들은 fusel oil 함량이 0.045-0.445 mg/mL로 규격에 적합하였다.

올리고당 함량

담금유형별로 발효가 완료된 쌀 막걸리 술덧의 올리고당 함량을 분석한 결과는 Table 4와 같다. 올리고당 중 maltotriose와 maltotetraose는 담금 (C)형에서 813.5 mg%와 77.4 mg%로 가장 높게 나타났으며, (D)형은 (C)형보다 조금 낮게 나타났다. 담금 (A), (B) 및 (E)형은 비슷한 함량을 나타내었으며, (F)형에서 가장 낮게 나타났다. Maltopentaose 함량은 담금 (D)형과 (E)형에서 290.1 mg%와 206.3 mg%로 높게 나타났으며, (A), (B), (C) 및 (F)형은 114.1-167.2 mg%의 함량을 나타내었다. Isomaltotriose 함량은 담

금 (E)형에서 292.6 mg% 가장 높게 나타났으며, 담금 (C), (D) 및 (F)형은 110.8-136.4 mg%로, 담금 (A)형과 (B)형은 96.7 mg%와 91.9 mg%를 나타내었다. 쌀 막걸리 술덧의 총 올리고당 함량은 입국, 정제효소 및 누룩을 사용한 담금 (D)형에서 1,251.3 mg%로 가장 높게 나타났으며, (E)형 1,219.2 mg%, (C)형 1,141.4 mg%, (A)형 1,049.9 mg%, (B)형 973.8 mg% 순으로 나타났으며, 정제효소와 누룩을 사용한 (F)형에서는 608.0 mg%로 가장 낮았다. 말토 올리고당은 글루코오스가 α-1,4 글루코사이드 결합으로 2-10개가 연결되어 있는 올리고당으로, 주로 전분을 가수분해하는 과정에서 생성된다. 말토올리고당은 전분식품의 노화를 억제하는 효과가 있으며, 특히 maltopentaose는 혈당이나 콜레스테롤의 상승을 억제하는 효과가 있어(29), 발효제 종류 및 배합비를 다르게 하여 쌀 막걸리를 담금함으로써 쌀 막걸리의 기능성을 강화시킬 수 있을 것으로 예상되며 이에 대한 연구가 더 요구된다.

유리아미노산 함량

유리아미노산은 곡류를 원료로 발효시킨 막걸리와 같은 주류에서 나타나는 중요한 차별성으로 생각되며, 담금유형별 쌀 막걸리 술덧의 유리아미노산 함량을 분석한 결과는 Table 5와 같다. 총 유리아미노산 함량은 담금 (B)형에서 781.4 mg%로 가장 높았으며, (C)형 703.2 mg%, (D)형 702.6 mg%, (E)형 678.7 mg%, (A)형 630.4 mg% 및 (F)형 328.7 mg% 순으로 나타났다. 필수 유리아미노산 함량은 담금 (D)형에서 195.4 mg%로 가장 높았으며, (C)형 187.7 mg%, (E)형 185.8 mg%, (B)형 174.4 mg%, (A)형 160.8 mg%로 나타났으며, 담금 (F)형은 94.7 mg%로 가장 낮은 함량을 나타내었다. 이러한 결과는 Lee 등(30)이 *Asp. niger*, *Asp. shirousamii* 및 *Asp. kawachii*로 입국과 누룩 제조하여 막걸리를 담금하였을 때 유리아미노산의 조성이 다르며, 입국으로 제조한 막걸리의 총 유리아미노산 함량이 106.93 mg%로 누룩으로 제조한 막걸리 811.86 mg%보다 훨씬 낮았다고 보고한 것과는 다른 경향으로 누룩, 입국 및 효소제 사용량 및 담금방법의 차이로 생각된다. 현재 누룩과 정제효소를 발효제로 담금하여 시판되는 막걸리는 입국을 사용하여 제조한 막걸리보다 총 유리아미노산의 함량은 낮을 것으로 생각된다. 담금유형별 쌀 막걸리 술덧의 주요 유리아미노산으로는 glutamic acid, proline, alanine, valine, leucine, tyrosine, phenylalanine, γ-aminobutyric acid, lysine, arginine 등 10종이 검출되었다. 막걸리에는 신맛, 감칠맛, 단맛 및 쓴맛을 나타내는 유리아미노산들이 균형 있게 함유되어 있어야 하고 그 함량이 높을수록 좋은 것으로 알려지고 있다(12). 감칠맛을 나타내는 glutamic acid는 담금 (F)형에서 26.4 mg%로 가장 낮게 나타났으며, 나머지 막걸리 술덧에서는 약 60 mg%로 큰 차이가 없었다. 단맛을 나타내는 threonine, serine, glycine 및 alanine의 총량은 담금 (B)형에서 72.8 mg%로 가장 높았고, (C)형과 (A)형에서 각각 68.8 및 63.9 mg%였으며 (D), (E) 및 (F)형에서는 다소 낮은 함량으로 나타났다. 단맛과 쓴맛을 동시에 나타내는 proline과 methionine의 총량도 담금 (B)형에서 213.2 mg%로 매우 높은 함량을 나타내었다. 또한, 쓴맛을 나타내는 leucine, isoleucine, phenylalanine 및 arginine의 총량은 담금 (D)형에서 176.8 mg%로 가장 높았으며, (C)형 175.8 mg%, (E)형 168.2 mg%, (B)형 165.0 mg%, (A)형 157.1 mg%로 나타났으며, 담금 (F)형에서는 89.4 mg%로 가장 낮게 나타났다. 그리고 약한 쓴맛을 나타내는 valine, tyrosine 및 histidine의 총량도 담금 (D)형에서 90.1 mg%로 가장 높게 나타났으며, (A), (B), (C) 및 (E)형에서는 80 mg% 전후로 나타났으며, 담금 (F)형은 42.5 mg%로 가장 낮게 나타났다. 이상과 같은 결과는 소주, 양주, 맥주 등과 차별화 되는 성분으로 보

Table 3. Changes in methanol, acetaldehyde and fusel oils during fermentation of rice *makgeolli* by different mashing types

Mashing types ¹⁾	Fermentation time(days)	Content (ppm)				
		Acetaldehyde	Methanol	1-Propanol	2-Methyl-1-propanol	Iso-amyl alcohol
(A)	0	ND ²⁾	ND	37.3±2.3 ³⁾	24.3±0.2	78.1±2.4
	1	ND	ND	57.1±0.4	51.7±1.9	150.3±4.0
	2	ND	ND	76.4±8.0	74.2±9.6	194.3±28.6
	3	ND	39.0±0.5	84.6±6.7	88.8±9.8	225.8±22.3
	4	ND	40.4±1.4	82.2±2.7	92.4±6.6	215.9±5.2
	5	ND	41.8±2.6	85.1±0.3	93.0±1.9	225.8±1.7
(B)	0	ND	ND	26.7±0.9	17.6±0.9	59.3±1.0
	1	ND	ND	71.6±2.5	54.1±1.4	174.0±4.6
	2	ND	ND	77.4±1.1	71.0±0.6	188.5±3.3
	3	ND	47.0±0.9	99.6±7.6	83.5±5.9	228.8±14.8
	4	ND	31.8±0.8	81.6±1.6	75.1±1.4	199.1±1.3
	5	ND	33.1±0.7	79.7±3.7	75.0±5.2	195.2±11.5
(C)	0	ND	ND	38.7±0.4	24.2±1.5	79.6±0.6
	1	ND	ND	65.4±5.8	68.0±5.8	180.9±13.0
	2	ND	42.8±0.6	82.0±0.6	96.4±1.3	237.4±6.1
	3	ND	37.4±5.5	78.2±1.1	91.3±1.2	216.3±5.5
	4	ND	41.3±9.9	95.6±1.1	107.4±3.5	251.5±2.9
	5	ND	35.0±0.3	81.5±1.5	93.8±4.3	223.7±6.8
(D)	0	ND	ND	35.2±4.0	22.4±3.8	69.8±8.9
	1	ND	ND	62.8±0.2	61.9±0.0	166.3±2.7
	2	ND	ND	82.1±3.5	85.8±5.8	225.2±1.6
	3	ND	ND	78.1±6.8	85.5±5.1	210.8±3.3
	4	ND	42.8±6.9	81.2±6.9	90.7±5.6	218.2±13.4
	5	ND	43.9±0.9	80.9±0.9	90.4±1.3	219.1±5.8
(E)	0	ND	ND	28.1±0.4	13.3±0.8	41.7±0.7
	1	ND	ND	69.9±2.1	57.0±4.2	170.7±2.6
	2	ND	34.4±0.7	79.0±3.0	75.6±8.1	203.7±6.6
	3	ND	34.9±0.3	76.1±1.2	78.7±3.0	205.3±1.7
	4	ND	35.9±0.2	76.8±1.2	78.7±0.8	201.5±0.5
	5	ND	36.0±4.2	36.0±4.2	78.1±0.8	81.4±0.2
(F)	0	ND	ND	ND	34.9±6.2	56.0±7.3
	1	ND	ND	36.8±0.0	82.3±0.7	132.6±1.1
	2	ND	ND	54.3±0.5	105.3±5.7	162.1±3.9
	3	ND	47.2±0.6	44.7±6.3	77.5±7.7	141.3±10.0
	4	ND	35.9±1.8	52.3±4.0	98.2±4.4	163.4±4.8
	5	ND	41.0±6.0	53.6±0.1	95.1±4.3	164.5±5.0

¹⁾Refer to Table 1.²⁾Not detected.³⁾Values are mean ± S.D. (n=3).

다 구체적인 연구가 된다면 막걸리의 차별화 전략에 효과적인 것으로 생각되었다.

휘발성 향기성분

담금유형별 쌀 막걸리 술덧의 휘발성 향기 성분을 GC-MS로 분석한 결과는 Table 6과 같다. 담금 (A)형과 (B)형은 16종의 향기성분이 검출되었으며, (C)형 15종, (D), (E) 및 (F)형은 14종이 검출되었으며, 종류로는 alcohol류 5종, ester류 8종, acid류 3종, alkane류 2종, 기타 1종으로 총 19종이 검출되었다. 이 중 alcohol류(ethanol, 1-propanol, 3-methyl-1-butanol, benzeneethanol) 4종, ester류(ethyl acetate, isoamyl acetate, ethyl caproate, ethyl capry-

late) 4종 및 alkane류(docosane) 1종 등 총 9종의 향기 성분은 모든 쌀 막걸리 술덧에서 검출되었다. 휘발성 향기성분의 상대적 농도는 alcohol류 85.49-93.36%로 대부분을 차지하였고, 그 외 ester류 1.71-3.35%, acid류 0.14-0.19%로 나타났다. Alcohol류 중 ethanol이 상대적 농도 69.88-78.96%로서 가장 높았으며, 3-methyl-1-butanol, benzeneethanol, ethyl acetate, docosane, isoamyl acetate 등의 순으로 나타났다. 3-Methyl-1-butanol은 바나나 향의 방향성분으로 맥주의 향미 향상에 관여하는 고급 알코올 성분으로 (27) 담금 (A)형에서 상대적 농도가 다소 높게 나타났다. Benzeneethanol은 장미, 오렌지 꽃과 같은 천연정유에서 발견된 장미꽃 향으로서 맥주의 방향족 알코올 성분 중 가장 중요한 향기 성분

Table 4. Oligosaccharides contents of rice *makgeolli* by different mashing types

Mashing types ¹⁾	Maltooligosaccharide contents (mg%)				Total
	Maltotriose	Maltotetraose	Maltopentaose	Isomaltotriose	
(A)	728.9	57.2	167.2	96.7	1,049.9
(B)	705.0	58.9	118.1	91.9	973.8
(C)	813.5	77.4	114.1	136.4	1,141.4
(D)	780.3	70.0	290.1	110.8	1,251.3
(E)	663.7	56.7	206.3	292.6	1,219.2
(F)	303.1	38.3	139.7	127.0	608.0

¹⁾Refer to Table 1.**Table 5. Free amino acid contents of rice *makgeolli* by different mashing types**

Free amino acid (mg%)	Mashing types ¹⁾					
	(A)	(B)	(C)	(D)	(E)	(F)
Urea	2.6	2.1	2.4	ND ²⁾	ND	ND
Aspartic acid	ND	18.5	20.4	19.0	17.9	10.2
Threonine	8.1	8.3	9.7	9.2	8.5	6.0
Serine	13.4	13.9	15.5	14.9	13.9	8.5
Asparagine	23.6	24.8	25.7	26.7	24.6	17.1
Glutamic acid	59.6	60.2	60.4	62.3	58.4	26.4
Sarcosine	15.1	27.0	17.0	ND	ND	ND
α -Aminoadipic acid	ND	ND	ND	ND	14.2	ND
Proline	118.8	198.7	110.3	62.5	56.2	ND
Glycine	15.4	17.4	16.0	6.6	6.0	1.4
Alanine	27.0	33.2	27.5	21.9	20.9	13.7
Citrulline	ND	ND	ND	60.8	58.3	42.1
α -Aminobutylic acid	ND	2.8	ND	3.4	3.3	ND
Valine	20.3	24.0	24.5	29.7	28.3	13.0
Cystine	4.2	6.4	4.9	9.6	8.7	1.0
Methionine	12.7	14.6	14.6	16.5	15.6	8.1
Cystathionine	3.7	5.7	5.2	9.0	8.4	3.1
Isoleucine	14.0	15.8	17.2	18.2	17.1	8.3
Leucine	39.0	40.8	42.8	43.7	41.5	20.1
Tyrosine	32.0	33.6	36.6	37.6	35.7	19.7
Phenylalanine	35.4	37.4	42.0	43.0	40.5	18.5
Aminoisobutyric acid	ND	ND	2.3	3.2	3.1	ND
Homocystine	1.1	1.1	4.0	4.6	4.1	3.2
γ -Aminobutylic acid	21.4	25.2	24.8	25.5	25.0	16.6
Ethanolamin	3.3	3.6	3.9	3.9	3.5	1.1
Ammonium Chloride	23.1	23.6	23.2	22.8	22.1	10.9
Hydroxylysine	2.7	3.0	3.3	3.1	3.2	ND
Ornithine	4.8	3.9	4.6	4.3	3.9	6.6
Lysine	21.9	22.8	25.6	24.0	23.9	16.7
Histidine	21.3	22.1	23.6	22.8	21.7	9.8
Tryptophan	9.5	10.8	11.3	11.0	10.3	4.0
3-Methyl-L-histidine	0.9	1.0	1.1	ND	ND	ND
Anserine	ND	ND	ND	2.6	2.5	ND
Carnosine	7.2	8.5	9.1	8.2	8.3	ND
Arginine	68.7	71.0	73.8	71.9	69.1	42.6
Total free amino acid	630.4	781.4	703.2	702.6	678.7	328.7
Essential amino acid	160.8	174.4	187.7	195.4	185.8	94.7

¹⁾Refer to Table 1.²⁾Not detected.

Table 6. Volatile flavor compounds of rice *makgeolli* by different mashing types

(unit: peak area, %)

Peak No.	RT (min)	Compounds	Mashing types ¹⁾					
			(A)	(B)	(C)	(D)	(E)	(F)
1	2.52	Carbon dioxide	0.11	0.60	0.50	0.52	ND ²⁾	0.07
2	7.95	Ethyl acetate	1.42	0.89	1.00	0.96	1.07	1.01
3	11.83	Ethanol	78.96	76.94	69.88	71.98	74.32	70.26
4	16.40	Ethyl butyrate	0.14	ND	ND	ND	0.06	ND
5	16.81	1-Propanol	0.31	0.21	0.23	0.54	0.47	0.43
6	19.72	2-Methyl-1-propanol	0.71	0.56	0.87	ND	ND	0.18
7	20.20	Isoamyl acetate	1.35	0.36	0.59	0.71	0.55	0.36
8	24.23	3-Methyl-1-butanol	11.49	9.68	10.68	9.15	9.70	9.01
9	24.69	Ethyl caproate	0.21	0.08	0.09	0.11	0.21	0.14
10	34.54	Ethyl caprylate	0.16	0.27	0.46	0.50	0.78	0.91
11	35.46	Acetic acid	0.17	0.11	ND	ND	ND	ND
12	43.77	Ethyl caprate	ND	0.07	0.11	0.12	0.22	0.25
13	45.35	Diethyl succinate	ND	0.04	0.04	0.04	0.07	ND
14	50.93	2-Phenylethyl acetate	0.07	ND	0.14	0.17	0.19	0.12
15	54.50	Benzeneethanol	1.89	3.59	3.96	3.82	5.25	3.40
16	59.56	Heptacosane	1.10	ND	ND	ND	ND	ND
17	61.08	Benzoic acid	0.02	0.03	ND	ND	ND	ND
18	65.46	Hexadecanoic acid	ND	0.03	0.04	0.06	0.08	0.12
19	71.36	Docosane	1.06	1.23	1.42	1.27	0.06	1.12

¹⁾Refer to Table 1.²⁾Not detected.Table 7. Changes in sensory test during fermentation of rice *makgeolli* by different mashing types

Mashing types ¹⁾	Turbidity	Taste of CO ₂	Sweet	Bitter	Throat over	Flavor	Overall preference
(A)	5.6 ^a	3.1 ^{ab}	4.1 ^a	3.0 ^b	3.3 ^b	5.3 ^a	4.3 ^a
(B)	5.8 ^a	3.0 ^{ab}	3.3 ^{ab}	3.4 ^b	4.7 ^a	4.3 ^{ab}	3.2 ^b
(C)	5.9 ^a	3.9 ^a	4.1 ^a	3.2 ^b	4.1 ^a	5.0 ^a	4.3 ^a
(D)	4.0 ^b	2.7 ^b	3.2 ^{ab}	4.1 ^a	3.0 ^b	3.7 ^c	2.0 ^b
(E)	5.7 ^a	2.5 ^b	2.6 ^b	3.6 ^a	3.5 ^a	4.0 ^b	3.9 ^b
(F)	6.0 ^a	3.0 ^{ab}	1.9 ^b	3.6 ^a	3.3 ^b	4.2 ^b	2.1 ^b

¹⁾Refer to Table 1.

이다(27). Benzeneethanol은 멥쌀 막걸리(31), 보리쌀 막걸리(32), *Rhizopus japonicus* 누룩으로 담금한 막걸리에서 높은 함량을 나타내었으며(33), 담금 (E)형에서 상대적 농도가 다소 높게 나타났다. 2-Methyl-1-propanol은 막걸리의 중요 향기성분으로(31), 담금 (A), (B), (C) 및 (F)형에서만 검출되었다. 2-Phenylethanol은 장미 향이나 벌꿀향으로서 진도 홍주나 이강주의 주요 향기성분으로 알려져 있으며, 담금 (B)형을 제외한 모든 시료에서 검출되었다. 향기성분 중 ester류에서 사과향의 ethyl caprylate(34), ethyl caproate(27), 배향의 isoamyl acetate(27), 파인애플향의 ethyl butyrate(34), 벌꿀향의 2-phenylethyl acetate 및 강한 과일향의 ethyl acetate 등이 생성되었다(27). 특히, ethyl acetate는 발효 중 술덧에 함유된 저급지방산이나 효모, 세균의 작용으로 생성되며 (35) 담금 (A)형에서 가장 높게 나타났다. 그 외에 향기성분으로 유기산류 중에서 주류의 발효과정 중 세균과 효모의 발효작용으로 생성되며, 자극취를 나타내는 acetic acid(34,35)와 맥주에서 검출되는 benzoic acid는 담금 (A)형과 (B)형에서만 검출되었다. 이상의 결과 담금유형별 쌀 막걸리 술덧에서 19종의 향기성분 중 9종이 모든 유형에서 공통으로 나타났으나 향기 성분의 상대적 농도와 주요 peak의 향기성분이 담금유형별로 차이를 나

타내어 담금유형별 쌀 막걸리 술덧의 향미에 영향을 미칠 것으로 생각된다.

관능검사

쌀 막걸리 술덧의 알코올 함량을 6%로 제성하여 2일 동안 저온 보관한 후 관능적 특성을 평가한 결과는 Table 7과 같다. 탁도는 담금 (D)형에서 유의적인 차이를 나타내어 가장 낮은 것으로 나타났다. 탄산미는 담금 (C)형에서 유의적인 차이를 나타내어 탄산미가 가장 많았으며, (D)형과 (E)형에서는 탄산미가 낮게 나타났다. 단맛의 경우 담금 (A)형과 (C)형에서 유의적인 차이를 나타내었으며, (F)형은 단맛이 아주 낮은 것으로 나타났다. 쓴맛은 담금 (D), (E) 및 (F)형에서 유의적인 차이를 나타내었으며, (D)형에서 수치가 가장 높아 쓴맛이 가장 강한 것으로 나타났다. 목 넘김은 담금 (B), (C) 및 (E)형에서 유의적인 차이를 나타내었다. 향(발효향)은 담금 (A)형과 (C)형에서 유의적인 차이를 나타내었으며, 담금 (A)형에서 더 높은 수치를 나타내었다. 전반적 기호도는 담금 (A)형과 (C)형에서 유의적인 차이를 나타내었으며, 쓴맛이 강한 (D)형과 (E)형, 단맛이 적은 (F)형에서는 전반적인 기호도도 수치가 낮게 나타났다.

이상의 결과로 발효제인 입국, 정제효소제를 사용한 담금 (A)형과 입국, 누룩을 사용한 (C)형을 쌀 막걸리 담금유형으로 설정하였고 향후 담금 조건에 따른 효모종류별 실험을 하고자 한다.

요 약

본 연구에서는 쌀 막걸리의 발효제 종류 및 배합비율에 따른 담금유형을 설정하고 품질특성을 비교하였다. 알코올 함량은 담금 (C)형이 13.6%로 가장 높았으며, (D)형 13.5%, (A)형 13.1%, (B)형 12.9% 및 (E)형 12.7% 순이며, 담금 (F)형에서 12.1%로 가장 낮게 나타났다. 발효 후 당도는 담금 (A)-(E)형은 약 8.6°Bx로 비슷하였으나 담금 (F)형에서는 5.4°Bx로 낮게 나타났다. 적정산도는 발효 중 큰 변화는 없었으며, pH는 담금 (A)-(E)형에서는 pH 3.8-3.9, 담금 (F)형에서 pH 4.16으로 조금 높게 나타났다. 환원당 함량은 담금 (A)형에서 401.6 mg%로 가장 높았으며, 담금 (B)-(E)형에서는 337.3-380.9 mg%, 담금 (F)형에서는 119.2 mg%로 가장 낮게 나타났다. 알코올 성분 중 methanol, 1-propanol, 2-methyl-1-propanol 및 *iso*-amylalcohol이 검출되었으며, 발효 동안 증가하는 경향을 나타내었다. 올리고당 함량은 담금 (D)형에서 1251.27 mg%로 가장 높았으며, (E)형 1,219.2 mg%, (C)형 1,141.4 mg%, (A)형 1,049.9 mg%, (B)형 973.8 mg% 순이며, (F)형에서는 608.0 mg%로 가장 낮았다. 총 유리아미노산 함량은 담금 (B)형에서 781.4 mg%로 가장 높았으며, (C)형 703.2 mg%, (D)형 702.6 mg%, (E)형 678.7 mg%, (A)형 630.4 mg% 및 (F)형 328.7 mg% 순으로 나타났다. 휘발성 향기성분은 담금 (A)와 (B)형은 16종, (C)형 15종, (D)형과 (E), (F)형은 14종이 검출되었다. 전반적 기호도는 담금 (A)형과 (C)형에서 유의적인 차이를 나타내었으며, 쓴맛이 강한 (D)형과 (E)형, 단맛이 적은 (F)형에서는 전반적인 기호도 수치가 낮게 나타났다.

문 헌

- Lee TS, Han EH. Volatile flavor components in mash of *takju* prepared by using *Rhizopus japonicus nuruk*. Korean J. Food Sci. Technol. 32: 691-698 (2000)
- Kim AR, Lee SY, Kim KBWR, Song EJ, Kim JH. Effect of *Glycyrrhiza uralensis* on shelf-life and quality of *takju*. Korean J. Food Sci. Technol. 40: 194-200 (2008)
- Lee TA, Han EH. Volatile flavor components in mash of *takju* prepared by using *Aspergillus oryzae nuruks*. Korean J. Food Sci. Technol. 33: 366-372 (2001)
- Lee HS. Quality characteristic of *takju* using different kinds of yeast. MS thesis, Seoul Women's University, Seoul, Korea (2007)
- So MH. Aptitudes for *takju* brewing of wheat flour-*nuruks* made with different mold species. Korean J. Food Nutr. 8: 6-12 (1995)
- So MH. Cultural condition for the production of saccharogenic amylase during rice-*koji* making by *Aspergillus awamori* var. *kawachii*. Korean J. Food Nutr. 6: 294-300 (1993)
- So MH, Lee YS, Noh WS. Changes in microorganism and main components during *takju* brewing by a modified *nuruk*. Korean Food Nutr. 12: 226-232 (1999)
- Lee SJ, Ahn BH. Sensory profiling of rice wines made with *nuruks* using different ingredients. Korean J. Food Sci. Technol. 42: 119-123 (2010)
- Han EH, Lee TS, Noh BS, Lee DS. Quality characteristics in mash of *takju* prepared by using different *nuruk* during fermentation. Korean J. Food Sci. Technol. 29: 555-562 (1997)
- So MH, Lee YS, Noh WS. Improvement in the quality *takju* by a modified *nuruk*. Korean J. Food Nutr. 12: 427-432 (1999)
- So MH. Improvement in the quality of *takju* by the combined use of *Aspergillus kawachii* and *Aspergillus oryzae*. Korean J. Food Nutr. 4: 115-124 (1991)
- Shon SK, Rho YH, Kim HJ, Bae SM. *Takju* brewing of uncooked rice starch using *Rhizopus koji*. Korean J. Appl. Microbiol. Biotech. 18: 506-510 (1990)
- Lee JS, Lee TS, Noh BS, Park SO. Quality characteristics of mash of *takju* prepared by different raw materials. Korean J. Food Sci. Technol. 28: 330-336 (1996)
- Kim IH, Park WS, Koo YJ. Comparison of fermentation characteristics of korean traditional alcoholic beverage with different *nuruk* input step and treatment of rice and *nuruk*. Korean J. Dietary Culture 11: 339-348 (1996)
- Yeo SH, Jeong YJ. Current trends and development a plan in the Korean *makgeolli* industry. Food Sci. Ind. 43: 55-64 (2010)
- NTS. Korea National Tax Service Liquor Analysis Regulation. National Tax Service Technical Service Institute, Seoul, Korea. pp. 62-66 (2008)
- Luchsinger WW, Cornesky RA. Reducing power by the dinitrosalicylic acid method. Anal. Biochem. 4: 346-347 (1962)
- Shin JS, Jeong YJ. Changes in the components of acetic acid fermentation of brown rice using raw starch digesting enzyme. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 32: 381-387 (2003)
- Oh SL, Kim SS, Min BY, Chung DH. Composition of free sugars, free amino acids, non-volatile organic acids and tannins in the extracts of *L. chinensis* M., *A. acutiloba* K., *S. chinensis* B., and *A. sessiliflorum* S. Korean J. Food Sci. Technol. 22: 76-81 (1990)
- SAS. SAS User's Guide Statistics. 3th ed. Statistical Analysis System Institute, Cary, NC, USA (1998)
- Kim CJ, Kim KC, Kim DY, Oh MJ, Lee SK, Lee SO, Chung ST, Chung JH. Fermentation Technology. Sunjinmunwhasa, Seoul, Korea. pp. 79-103 (1990)
- 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)
- Jeong YJ, Lee JM, Kim JH. Change in the quality of *takju* fermentation with uncooked material. Dongguk College Keum-Gu Non Chong 2: 159-169 (1995)
- Park CS, Lee TS. Quality characteristic of *takju* prepared by wheat flour *nuruks*. Korean J. Food Sci. Technol. 34: 296-302 (2002)
- KFIA. Food Code. Korea Food Industry Association, Seoul, Korea. p. 194 (2002)
- IMT. Official methods of Miso Analysis. Institute of Miso Technologists, Tokyo, Japan. pp. 1-34 (1968)
- Yuda J. Volatile components from beer fermentation. J. Soc. Brew Japan 71: 818-830 (1976)
- KFIA. Food Code. Korea Food Industry Association, Seoul, Korea. p. 330 (1989)
- Yoo JW, Choo GY, Rho SG, Kim TY, Cho SY, Kim SJ. Adsorption and separation characteristics of maltooligosaccharides. J. Korean Ind. Eng. Chem. 14: 787-792 (2003)
- Lee WK, Kim JR, Lee MW. Studies on the changes in free amino acids and organic acids of *takju* prepared with different *koji* strains. J. Korean Agric. Chem. Soc. 30: 323-327 (1987)
- Lee JS, Lee TS, Choi JY, Lee DS. Volatile flavor components in mash of nonglutinous rice *takju* during fermentation. J. Korean Agric. Chem. Soc. 39: 249-254 (1996)
- Lee TS, Choi JY. Volatile flavor components in *takju* fermented with mashed glutinous rice and barley rice. Korea J. Food Sci. Technol. 30: 638-643 (1998)
- Han EH, Lee TS, Noh BS, Lee DS. Volatile flavor components in mash of *takju* prepared by using different *nuruks*. Korea J. Food Sci. Technol. 29: 563-570 (1997)
- O'Neil MJ (eds). Merck Index: In an Encyclopedia of Chemicals, Drugs and Biologicals. 12th ed. Merck Co. Inc., Whitehouse Station, NJ, USA. p. 1130, 1270, 552, 547, 1129, 737, 88, 97, 149, 326, 8, 243, 220, 752 (1992)
- Anonymous. Encyclopedia CHIMICA. Kyolis Publishing & Printing Co., Ltd., Tokyo, Japan. Vol 11, p. 847, 110, 811; Vol 2, p. 481 (1964)