Food Eng. Prog.
Vol. 18, No. 3. pp. 215~221 (2014.08)
DOI http://dx.doi.org/10.13050/foodengprog.2014.18.3.215

산업식품공학
Food Engineering Progress

전분질 원료를 달리한 입국 막걸리의 품질 특성

이호성 · 박영서[1] · 배동훈*
단국대학교 식품공학과, [1]가천대학교 식품생물공학과

Quality Characteristics of *Makgeolli* (Rice Wine) Fermented with *Koji* by Starch Types

Ho-Seong Lee, Young-Seo Park[1], and Dong-Hoon Bai*
Department of Food Engineering, Dankook University
[1]Department of Food Science & Biotechnology, Gachon University

Abstract

Two fungal strains named 1508 and 1601, and one yeast strain named 51286 were selected from *nuruk*. Eighteen different *kojis* with various starch sources were prepared using these strains and their saccharogenic powers (SP) were measured. Their quality characteristics were also analyzed. *Koji,* which was prepared with wheat and glutinous rice, showed the highest saccharogenic power (SP) with a value of 90 among *kojis* inoculated with strain 1508. The ethanol content of *makgeolli* prepared with each *koji* was in the range of 9 to 13%. *Makgeolli* made with brown rice showed the highest value Ethanol content. When the total Brix of *makgeolli* was measured, *makgeolli* made with glutinous rice using the 1508 *koji* showed the highest value with 11.3 Bx. Reducing sugar content was the highest with a value of 4.8% in the glutinous rice group using 1508 *koji*. The total acidity of *makgeolli* was in the range of 6.0 to 9.1 w/v%. As the total acidity (w/v%) of *makgeolli* increased, the pH value decreased. There was no significant difference in the shelf lives of *makgeolli* prepared with the various starch sources.

Key words: fungi, *koji*, yeast, saccharogenic powers (SP), ethanol

서 론

막걸리는 쌀 또는 밀 등의 전분질 원료를 발효미생물인 효모가 이용할 수 있는 당으로 전환시키는 당화 과정을 거치고 알코올 발효를 하는 방식으로 만들어진 술이다. 막걸리의 발효제는 주세법 상 국과 밑술로 구분되며, 국은 전분질 원료에 곰팡이류를 번식시킨 것으로, 전분을 당화시킬 수 있는 효소를 포함한 물료를 말한다. 전분질 원료로 주류를 제조하는 경우에는 국 제조가 필요하다. 국은 우리나라 고유의 전통적인 누룩, 전분질 원료에 곰팡이류를 번식시킨 입국이 개발되어 사용되어 왔다(NTS Liquors Licence Aid Center, 2010).

막걸리는 우수한 발효 식품임에도 불구하고 대표적인 주류로 자리 잡지 못하고 있는 실정인데 그 이유는 소비자들의 고급화 성향, 저장 시 발생되는 이취, 마시기 불편함 등으로 보고된 바 있다(Song et al., 2003).

지금까지 보고된 막걸리에 관한 연구보고는 1906 년 한국산 곡자의 당화력 및 곡자 관여균주에 관한 상야의 연구를 시초로 하여 개량누룩 사용에 의한 탁주의 품질개선(So et al., 1999), 누룩 종류를 달리하여 담금한 탁주의 발효과정 중 술덧의 품질특성(Han et al., 1997) 등의 누룩에 관련된 연구와, 각종 누룩균을 이용한 실험조건에서의 막걸리 연구(Lee et al., 2002), 개량누룩에 의한 탁주 양조 중 미생물의 중요 성분 변화(So et al., 1999), 전통누룩 미생물들로 제조한 개량누룩의 특성(So et al., 1999) 등 균의 조건을 달리한 연구 및 누룩 막걸리에 대한 끊임없는 연구가 이루어졌으나 현재 누룩을 제조할 때 미생물을 인위적으로 접종하는 것이 오래전부터 법으로 금지되어 있어서 우량 미생물 접종을 통한 개량 누룩 등의 품질 개선은 실용화되지 못하고 있다. 또 일반 누룩 막걸리의 경우 주질이 일정하지 못하다는 단점이 있어 앞서 서술한 바와 같이 입국이 탁주 양조에 적용되고 있으며 입국의 연구 또한 활발히 진행되고 있다.

재래누룩에서 분리한 입국 균별 탁주의 성분분석과 향기성분에 관한 연구(Park et al., 2001), *Aspergillus kawachii*

*Corresponding author: Dong-Hoon Bai, Department of Food Engineering, Dankook University, Cheonan 330-714, Korea
Tel: +82-41-550-3562; Fax: +82-41-559-7868
E-mail: baidh@dankook.ac.kr
Received April 23, 2014; revised June 24, 2014; accepted July 18, 2014

와 *Aspergillus oryzae*의 병용에 의한 탁주의 품질개선(So et al., 1991), 찹쌀 및 보리쌀 탁주 술덧의 발효 과정 중 휘발성 향기성분의 특성 등 입국의 조건을 달리하거나 전분질 원료를 달리한 연구들이 진행되어 왔다.

현재 균주에 따른 입국 제조 막걸리의 품질 특성 또는 휘발성 향기 성분의 특성 연구가 주로 진행되어 왔으며 입국을 제조할 때 전분질 원료를 다르게 하여 막걸리의 품질을 향상시키기 위한 연구는 미약하다고 생각된다. 원료를 달리하여 담금한 탁주 발효 연구(Lee et al., 1996)를 보면 멥쌀 찹쌀 보리쌀을 원료로 하여 누룩을 첨가하여 발효한 막걸리의 품질특성에 대한 연구 결과가 있으나 밑술의 원료로 밀 누룩을 사용하였으며 전분질 원료별로 입국을 제조하고 담금을 하는 본 연구와는 차이가 있다.

본 연구에서는 입국 제조 및 막걸리 발효에 필요한 전분질 원료를 달리한 막걸리를 제조하여 막걸리의 품질 향상을 유도하고자 연구를 진행하였다. 곡류에 해당하는 밀, 멥쌀, 찹쌀. 현미와 보리는 각각 단백질이나 당질 함량이 다르기 때문에 막걸리를 제조함에 있어 당 및 에탄올 생성 등 품질에 차이를 보일 수 있다. 때문에 이를 이용하여 각각의 입국 및 막걸리를 제조하여 막걸리의 품질향상을 유도하고자 하였다. 일반적으로 누룩의 원료로 사용되는 밀과 나머지 원료를 1 : 1로 혼합한 입국을 제조하여 당화력 값을 비교하였으며. 또 이들 각각의 입국을 이용하여 막걸리를 제조 이화학적 특성(에탄올 함량, pH, 총산, 환원당, 총당량), 효모수 및 일반 세균수의 차이를 비교분석 하였다. 또한 저장온도에 따른 막걸리의 산패를 보기위해 산도의 변화를 분석하여 저장성을 비교 검토하였다.

실험 재료 및 방법

균주 선정

본 실험에 사용한 균주는 시중의 누룩으로부터 분리한 균주를 사용하였다. 누룩은 시중에서 판매되고 있는 산성누룩과 충남 지역 재래시장에서 판매하는 재래 누룩 2 종을 구입하여 사용하였다. 누룩들로부터 분류된 20 여종의 곰팡이 및 효모로 부터 당화력이 높은 곰팡이 2 종과 알콜 발효력이 우수한 효모 1 종을 직접 분리하였다. 곰팡이 2 종은 각각 곰팡이 1506, 1061로 명명하였으며 효모는 효모 51286으로 명명하여 실험에 사용하였다. 전분질원료로는 통밀, 맵쌀, 찹쌀, 현미, 보리를 천안지역에서 구입하여 사용하였으며 이중 통밀은 미국산 수입 품종이었으며 나머지 원료는 국내산이었다. 멥쌀 및 현미는 추청, 찹쌀은 동진찰벼, 보리는 두산8 호 품종 이었다.

입국 제조

누룩의 원료로 사용되는 밀과 나머지 원료를 1 : 1 로 혼합한 입국을 사용하였으며 그 종류는 Table 1과 같다. 입국 제조를 위한 원료 100 g을 흐르는 물에 깨끗이 씻어 3시간 동안 수분 침지 후 물을 뺀 다음 바로 121°C autoclave에서 10 분 동안 증자하였다. 증자된 원료를 clean bench에서 상온 상태로 30분간 식혀 준 후 1508 균주와 1061 균주를 접종하여 26°C incubator(WiseCube, Daihan Ltd., Wonju, Korea)에서 3 일 동안 배양해 주었다.

Table 1. Number of *koji* prepared with different type of grains.

No	*koji* No. 1508	No	*koji* No. 1061
1	Wheat+Glutinous rice	10	Wheat+Glutinous rice
2	Wheat+Barley	11	Wheat+Barley
3	Wheat+Rice	12	Wheat+Rice
4	Wheat+Brown rice	13	Wheat+Brown rice
5	Brown rice	14	Brown rice
6	Glutinous rice	15	Glutinous rice
7	Rice	16	Rice
8	Barley	17	Barley
9	Wheat	18	Wheat

막걸리 제조

본 실험에서 막걸리는 26°C incubator(WiseCube, Daihan Ltd., Wonju, Korea)에서 밑술제조 4 일, 1단 담금 2 일, 2단 단금 5 일에 거쳐 제조하였으며 각 단계의 배합비는 Table 2와 같다.

당화력 측정

기질은 soluble starch 4.6 g에 증류수 160 mL를 가한 후 가열 용해하여 200 mL로 정용한 후 0.1 M acetate buffer (pH 5.0) 120 mL를 첨가하여 제조하였다. 효소액은 각각의 입국 1 g에 증류수 20 mL을 첨가한 후 30°C shaking water bath에서 180 rpm으로 3시간 동안 추출한 후 Whatman paper No. 3로 여과하여 제조하였다. 효소반응은 기질 20 mL를 시험관에 넣고 55°C의 water bath에서 10분간 예열한 후 효소액(각각의 입국 1 g에 증류수 20 ml 을 첨가하고 30°C shaking water bath에서 180 rpm으로 3시간 동안 추출한 후 Watman paper No. 3로 여과하여 사용) 2.5 mL를 첨가하여 55°C에서 1시간 동안 반응시켰다. 0.5 N NaOH 2.5 mL를 첨가하여 반응을 중지시킨 후 냉각하여 1% methylene blue 지시약을 2-3방울 가하고 포도당

Table 2. Formula for the fermentation of *makgeolli*.

	Crude liquor	Fermentation		Gross weight
		1st	2nd	
Steamed material (g)			2,400	2,400
Koji (g)	100	800		900
Water (g)	200	1,350	4,100	5,650
Yeast (g)	1			1
Gross weight (g)	301	2150	6,500	8,951

표준 용액으로 적정하여 당화력(saccharogenic power, SP)을 다음과 같은 식을 이용하여 계산하였다. 1 saccharogenic power(SP)는 상기실험조건하에서 1시간에 효소 1 g이 10 mg의 포도당을 생성하는 양으로 정의하였다.

$$\text{당화력(SP)} = \frac{(\text{Blank} - \text{소비 mL}) \times 2 \times \text{희석배수}}{\text{효소 반응액 첨가량}}$$

에탄올 함량

에탄올 함량은 국세청 주류 분석 교본에 나와 있는 증류법(NTS Liquors Licence Aid Center, 2010)을 사용하여 측정하였다. 15°C에서 100 mL의 메스플라스크의 눈금까지 각각의 검정한 막걸리 100 mL를 취하고 이것을 500 mL의 플라스크에 옮긴 후 메스플라스크를 15 mL의 증류수로 2 회 씻은 액을 플라스크에 합한 후 냉각기를 연결하고 다음 메스플라스크에 70 mL 증류액을 받은 후 증류수를 가하여 100 mL까지 채운 후 주정계를 이용하여 ethanol함량을 측정하였다.

pH 및 총산 측정

pH는 상온에서 pH meter(Corning Inc., Corning, NY, USA)을 사용하여 측정하였다. 총산은 국세청 주류 분석 교본에 나와 있는 총산 측정법(NTS Liquors Licence Aid Center, 2010)을 사용하였다. 검체 10 mL을 취하여 B.T.B (bromothymol blue)와 N.R(neutral red) 혼합 지시약을 2~3 방울 가하여 0.1 N NaOH 용액으로 담록색이 될 때까지 적정 mL 수를 구하여 총산을 측정 하였다.

$$\text{총산(W/V \%)} = \frac{0.006 \times V \times F}{S}$$

V : 0.01 N-NaOH 적정량
F : 0.01 N-NaOH factor(1.000±0.005)
S : 검체 채취량(mL)

총당 및 환원당 함량

총당은 굴절당도계(Master-10T/Master-20T, Atago, Tokyo, Japan)를 사용하여 당분의 함량을 측정하였다. 환원당은 국세청 주류 분석 교본에 명시된 Lane-Yenonoe법 및 Betrand법의 변법(NTS Liquors Licence Aid Center, 2010)으로 그 실험 방법은 당화력 측정방법과 동일하다. 아래 식을 이용하여 환원당 함량을 측정하였다.

$$\text{환원당(reducing sugr)\%} = \frac{(\text{Blank} - \text{적정량})}{\text{시료 첨가량}}$$

미생물 생균수 측정

시료 중의 효모는 potato dextrose agar(potato infusion 200 g, dextrose 20 g, agar 15, distilled water 100 mL, pH 3.5 with tartaric acid) 배지에 멸균 생리식염수로 십진 희석한 시료 100 μL를 분주 도말하여 26°C incubator에서 2 일 동안 배양한 후 생성된 colony를 평판계수법으로 계수하였다. 일반세균은 plate count agar 배지를 사용하여 각 시료를 멸균 생리식염수로 십진 희석하여 배지에 도말하고 37°C에서 2 일 동안 배양하여 생성된 colony를 평판 계수법으로 계수하였다.

Table 3. Saccharogenic power of *koji* by starch type.

Koji No. 1508	Average±SD	*Koji* No. 1061	Average±SD
1	90.0±2.0	10	48.0±1.2
2	61.8±3.4	11	41.6±1.4
3	46.2±2.0	12	77.6±1.1
4	69.6±1.4	13	43.4±0.6
5	74.5±1.7	14	55.8±0.6
6	87.0±0.8	15	46.4±0.5
7	58.5±1.4	16	69.0±0.6
8	56.2±1.2	17	48.1±0.6
9	55.8±1.7	18	58.5±0.6

저장성 실험

각 막걸리 시료를 밀봉한 후 5, 28°C에서 15 일 동안 저장하고 이 기간동안 3 일 간격으로 시료를 채취하여 산패에 영향을 미치는 총산 값을 비교 측정하였다.

결과 및 고찰

입국의 당화력

전분질 원료를 달리하여 1508 균주와 1061 균주를 접종하여 제조한 입국의 당화력은 Table 3과 같다. 1508 균주를 접종한 입국에서는 No. 1(밀+찹쌀)에서 90, No. 6(찹쌀)에서 87로 당화력이 가장 높게 측정되었으며, 1061 균주를 접종한 입국에서는 No. 12(밀+맵쌀)에서 77.6, No. 16(맵쌀)에서 69로 당화력이 가장 높게 나타났다. Lee(1994)는 제조한 입국의 당화력이 pH 조건에 따라 28.8-90.1로 나타난다고 보고하였는데, 본 연구에서는 당화력이 최고 90에서 최소 41.6으로 pH 3.2-5.0 조건에서의 결과와 유사하게 나타났다, 당화력이 높은 군일수록 막걸리 발효에 있어서 당생성이 많이 이루어지므로 알코올 발효에 유용할 것으로 판단되며, 막걸리 생성에 있어 감미료의 첨가를 낮춰 경제적인 측면에서도 유리할 것으로 예상된다.

에탄올 함량

입국의 종류를 달리하여 제조한 각 막걸리의 에탄올 함량은 Fig. 1과 같다. 본 연구에서 막걸리 발효에 밑술, 1단, 2단 담금에 총 11일이 소요되었으며, 이 중 1508 입국으로 제조한 막걸리 No. 5(현미) 군에서 에탄올 함량이 13%로 가장 높게 측정되었다. 누룩 종류를 달리한 연구(Han et

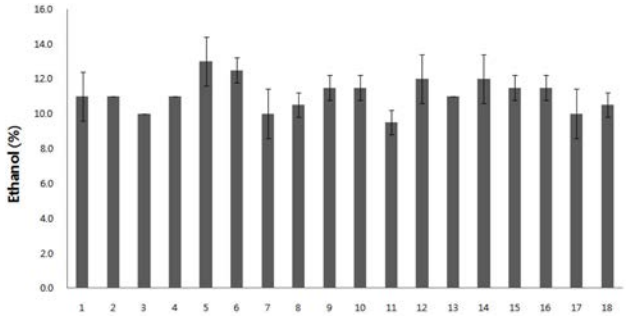

Fig. 1. Ethanol content of *makgeolli* after second fermentation.
1: Wheat+Glutinous rice, 2: Wheat+Barley, 3: Wheat+Rice 4: Wheat+Brown rice, 5: Brown rice 6: Glutinous rice, 7: Rice 8; Barley, 9: Wheat, 10: Wheat+Glutinous rice, 11: Wheat+Barley, 12: Wheat+Rice, 13: Wheat+Brown rice, 14: Brown rice 15: Glutinous rice, 16: Rice, 17: Barley, 18: Wheat.

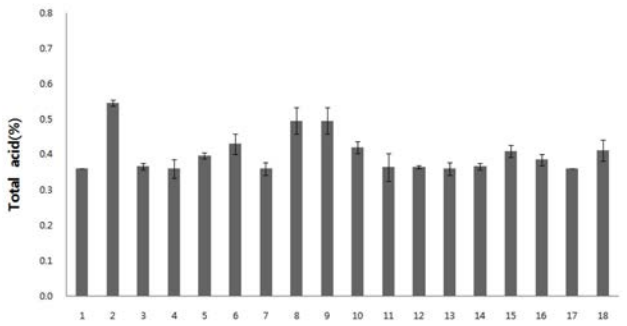

Fig. 3. Total acid of *makgeolli* after second fermentation.
1: Wheat+Glutinous rice, 2: Wheat+Barley, 3: Wheat+Rice 4: Wheat+Brown rice, 5: Brown rice 6: Glutinous rice, 7: Rice 8; Barley, 9: Wheat, 10: Wheat+Glutinous rice, 11: Wheat+Barley, 12: Wheat+Rice, 13: Wheat+Brown rice, 14: Brown rice 15: Glutinous rice, 16: Rice, 17: Barley, 18: Wheat.

al., 1997)와 비교하면 발효 11 일 차의 결과와 유사하게 나타났으며 국세청 주류 분석 교본을 보면 에탄올은 막걸리의 보존과 향미에 영향을 주는 중요한 성분으로 술덧의 에탄올 함량 10-14% 정도가 수율 및 품질 면에서 적당하다고 보기 때문에 에탄올 함량이 10% 이하의 막걸리군은 상업적인 제조에 다소 불리한 것으로 사료된다. 본 연구에서 나온 결과로 분석하면 에탄올 함량이 11% 이상인 5(현미), 6(찹쌀), 12(밀+맵쌀), 14(현미) 군이 막걸리를 생산함에 있어서 적합할 것으로 예상하였다. 본 실험에서는 효모가 에탄올을 생성하는데 사용되는 당 함량이 높았던 찹쌀군에서 에탄올 함량 또한 높을 것으로 예상하였으나 현미군이 에탄올 함량이 가장 높게 측정되었다. 이는 당 함량과 에탄올 생성의 상관관계에서 비롯된 결과로 사료된다.

pH 및 총산

pH 및 총산의 값은 Fig. 2 및 Fig. 3와 같다. No. 4(밀+현미) 군에서 pH가 가장 높게 측정되었으며 전 실험 군이 막걸리의 평균 pH 범위 3.4-4.2에서 벗어나지 않았다(Kim et al., 1996; Park et al., 2001). 총산의 경우 모든 실험군의 총산이 6.0 이상을 나타내었으며 No. 2(밀+보리) 군에서 총산이 9.1로 가장 높게 측정되었다. 막걸리의 산패가 일어나지 않는 적정 총산은 8.3±1(0.5%)로 보고되고 있으며(Kim et al., 1996), 본 실험에서 나타난 결과와 유사한 값을 보여 총산이 높은 군이 저장성에 유리할 것으로 예상되나 산도는 맛에 또한 영향을 미치기 때문에 막걸리의 적정산도를 찾는 연구가 필요할 것으로 사료된다.

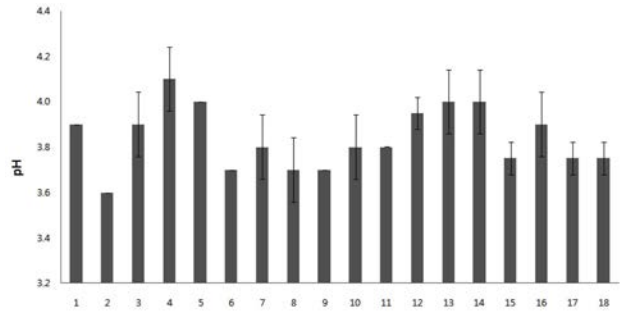

Fig. 2. pH of *makgeolli* after second fermentation.
1: Wheat+Glutinous rice, 2: Wheat+Barley, 3: Wheat+Rice 4: Wheat+Brown rice, 5: Brown rice 6: Glutinous rice, 7: Rice 8; Barley, 9: Wheat, 10: Wheat+Glutinous rice, 11: Wheat+Barley, 12: Wheat+Rice, 13: Wheat+Brown rice, 14: Brown rice 15: Glutinous rice, 16: Rice, 17: Barley, 18: Wheat.

총당 및 환원당 함량

입국의 종류를 달리하여 제조한 각 막걸리의 총당(%) 및 환원당(%) 함량은 Fig. 4와 Fig. 5에 나타내었다. 총당의 경우 No. 1(밀+찹쌀), 6(찹쌀) 군이 11.3%로 가장 높게 측정되었다. 본 연구 결과는 누룩의 종류에 따른 현미 탁주의 품질 특성에 관한 보고(Woo et al., 2010)와 비교하였

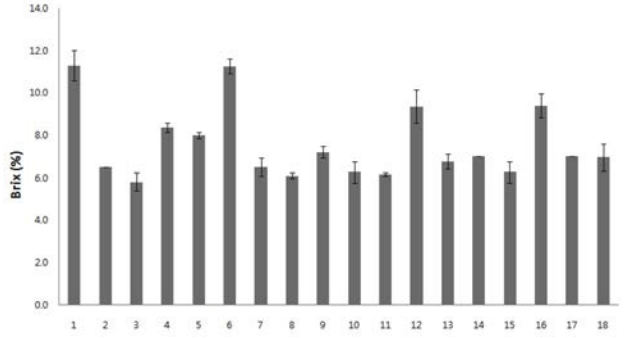

Fig. 4. Soluble solid content (Brix) of *makgeolli* after second fermentation.
1: Wheat+Glutinous rice, 2: Wheat+Barley, 3: Wheat+Rice 4: Wheat+Brown rice, 5: Brown rice 6: Glutinous rice, 7: Rice 8; Barley, 9: Wheat, 10: Wheat+Glutinous rice, 11: Wheat+Barley, 12: Wheat+Rice, 13: Wheat+Brown rice, 14: Brown rice 15: Glutinous rice, 16: Rice, 17: Barley, 18: Wheat.

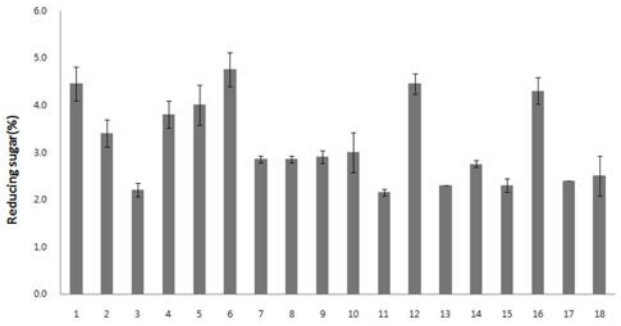

Fig. 5. Reducing sugar content of *makgeolli* after second fermentation.
1: Wheat+Glutinous rice, 2: Wheat+Barley, 3: Wheat+Rice 4: Wheat+Brown rice, 5: Brown rice 6: Glutinous rice, 7: Rice 8; Barley, 9: Wheat, 10: Wheat+Glutinous rice, 11: Wheat+Barley, 12: Wheat+Rice, 13: Wheat+Brown rice, 14: Brown rice 15: Glutinous rice, 16: Rice, 17: Barley, 18: Wheat.

을 때 결과가 낮은 값을 나타내었으나 그 차이는 크지 않았으며 이는 누룩과 입국의 당화력 차이에서 나타난 결과로 사료된다.

환원당(%) 또한 총당 함량과 연관성이 있는 결과가 나타났으며 환원당(%)의 경우 마찬가지로 No. 1(밀+찹쌀), 6(찹쌀)에서 각각 4.95, 4.75로 가장 높게 측정되었다. 총당(%) 및 환원당(%) 모두 찹쌀 군들에서 높게 측정되었으며 이는 전분질이 amylopectin 만으로 구성된 찹쌀의 전분 분해과정에서 생성되는 dextrin의 함량이 영향을 미친 것으로 사료된다.

효모 및 일반 세균 수

본 실험에서 제조된 막걸리에서의 효모와 일반 세균의 생균수는 Table 4와 같다. Hur(1998)는 술덧이 안전하게 발효하여 잡균에 의한 산패가 일어나지 않으려면 효모수가 10^8 CFU/mL이 되어야한다고 보고하였는데 본 실험 또한 7.4×10^7–1.3×10^8 CFU/mL로 유사한 값을 나타내었으며 이는 기존에 보고된 연구와 큰 차이를 보이지 않았다(Kim et al., 1968; Kim et al., 2011). 일반 세균수는 1.7×10^6–5.2×10^6으로 측정되었으며 이는 Seo(2005)가 보고한 12 일 발효된 막걸리의 일반 세균수 10^7 CFU/mL과 비슷하거나 낮은 값을 나타내었다. Hong(1991)은 일반 세균수가 증가할수록 발효율이 저하된다고 보고하였는데 본 실험에서 측정된 세균수는 위 연구에서 보고된 기본 막걸리의 일반 세균수와 큰 차이를 보이지 않아 발효율 저하에 큰 영향을 미치지 않을 것으로 예상된다.

저장기간 중의 변화

제조된 막걸리의 저장성을 평가하기 위하여 각 막걸리를 입구를 랩으로 감싸 밀폐하여 5ºC와 28ºC에서 15 일 동안 저장하고 3 일 간격으로 시료를 채취하여 총산, 함량을 측정하였으며 그 결과는 Fig. 6, 7, 8 및 9와 같다.

총산 결과를 관찰하면 5ºC에서 15 일 저장하는 동안에는 저장기간 동안 차이가 없거나 약간의 불규칙한 변화를 보였으며 15 일 후의 결과 대체적으로 0.1-0.4 정도 상승하는 현상을 보였다. 이는 낮은 온도로 인하여 효모 및 당화효소의 활성이 낮아져 유기산을 적게 생성하기 때문인 것으로 보이며 본 실험에서 유산균은 따로 첨가하지 않아 유산균의 영향은 크게 미치지 않은 것으로 사료된다(Hong et al., 1991; Kim et al., 1999).

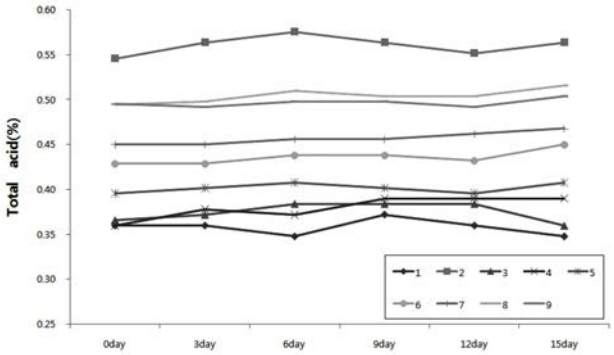

Fig. 6. Total acid of group 1 *makgeolli* stored at 5ºC.
1: Wheat+Glutinous rice, 2: Wheat+Barley, 3: Wheat+Rice 4: Wheat+Brown rice, 5: Brown rice 6: Glutinous rice, 7: Rice 8; Barley, 9: Wheat.

Table 4. Yeast and aerobic bacterial counts of *makgeolli* after the second fermentation.

Sample	Yeast (CFU/mL)	Aerobic bacteria (CFU/mL)	Sample	Yeast (CFU/mL)	Aerobic bacteria (CFU/mL)
1	$8.2\pm2.1\times10^7$	$2.4\pm0.4\times10^6$	10	$9.6\pm2.1\times10^7$	$3.5\pm0.5\times10^6$
2	$7.8\pm2.5\times10^7$	$1.8\pm0.6\times10^6$	11	$8.6\pm2.9\times10^7$	$3.2\pm0.3\times10^6$
3	$7.4\pm1.5\times10^7$	$1.7\pm0.7\times10^6$	12	$1.3\pm0.4\times10^8$	$5.2\pm0.7\times10^6$
4	$7.9\pm1.4\times10^7$	$2.0\pm0.4\times10^6$	13	$8.9\pm1.8\times10^7$	$3.2\pm0.7\times10^6$
5	$8.2\pm2.8\times10^7$	$2.2\pm0.6\times10^6$	14	$9.5\pm1.4\times10^7$	$4.3\pm1.8\times10^6$
6	$1.1\pm0.4\times10^8$	$4.8\pm1.1\times10^6$	15	$1.0\pm0.4\times10^8$	$4.8\pm1.0\times10^6$
7	$8.2\pm1.9\times10^7$	$2.1\pm0.4\times10^6$	16	$9.7\pm1.8\times10^7$	$3.9\pm0.6\times10^6$
8	$8.5\pm0.5\times10^7$	$2.5\pm0.2\times10^6$	17	$8.4\pm3.4\times10^7$	$3.2\pm0.8\times10^6$
9	$9.3\pm2.1\times10^7$	$3.8\pm0.6\times10^6$	18	$8.8\pm3.2\times10^7$	$3.5\pm0.9\times10^6$

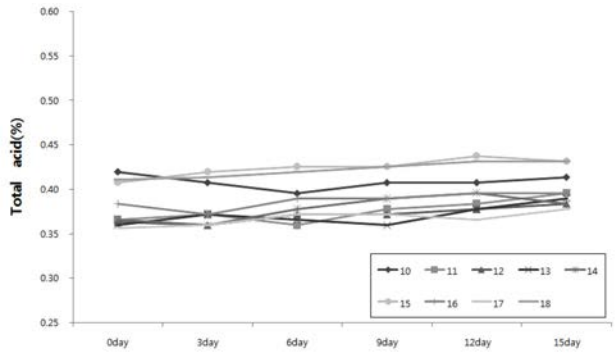

Fig. 7. Total acid of group 2 *makgeolli* stored at 5°C.
10: Wheat+Glutinous rice, 11: Wheat+Barley, 12: Wheat+Rice, 13: Wheat+Brown rice, 14: Brown rice 15: Glutinous rice, 16: Rice, 17: Barley, 18: Wheat.

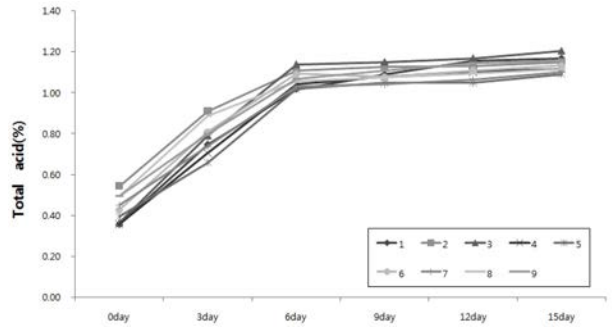

Fig. 8. Total acid of group 1 *makgeolli* stored at 28°C.
1: Wheat+Glutinous rice, 2: Wheat+Barley, 3: Wheat+Rice 4: Wheat+Brown rice, 5: Brown rice 6: Glutinous rice, 7: Rice 8; Barley, 9: Wheat.

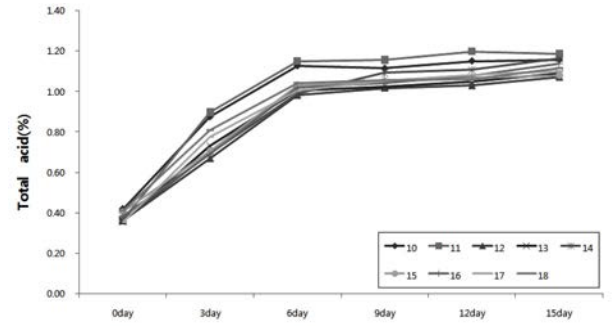

Fig. 9. Total acid of group 2 *makgeolli* stored at 28°C.
10: Wheat+Glutinous rice, 11: Wheat+Barley, 12: Wheat+Rice, 13: Wheat+Brown rice, 14: Brown rice 15: Glutinous rice, 16: Rice, 17: Barley, 18: Wheat.

28°C에서는 저장 15 일 차에 총산이 20.1 까지 증가하였다. 이는 초산 발효가 나타나 이 같은 결과가 나온 것으로 보이며 용기 입구를 랩으로 밀폐하여 3 일씩 정치배양하면서 품온이 상승되고 밀폐 상태에서의 에탄올 생성 반응으로 용기내 산소량이 감소하며 혐기적 조건하에 초산발효가 일어나 총산이 급격히 상승한 것으로 예상된다. 또한 Yang et al.(1996)는 25°C에서 저장하였을 때 저장 4 일째 까지 산도가 빠르게 증가한다고 보고하였는데 이는 본 실험에서 28°C에서 초기 3일간 저장기간 동안의 산 생성량과 유사하였다. Yang et al.(1996)는 저장 4 일 이후부터 산도가 유지되면서 떨어지는 결과를 보였으나 본 연구는 꾸준하게 증가하여 차이를 보였다. 이는 저장조건의 차이로 28°C 저장의 경우 좀 더 온도가 높아 산패가 더욱 활발하게 이루어진 것으로 예상된다.

요 약

본 연구에서는 전분질 원료를 달리한 18 종류의 입국을 제조하고 당화력을 측정, 각각의 입국과 동일한 원료를 첨가하여 제조한 막걸리의 품질 특성과 관능검사 및 저장성 실험 결과를 분석하였다. 각각의 입국으로 제조한 막걸리의 에탄올 함량은 9-13%까지 고루 분포되었으며 제조한 막걸리 No. 5(현미) 군에서 13%로 가장 높게 측정되어 막걸리의 에탄올 생성에 있어 현미군이 유리할 것으로 사료된다. 막걸리의 총 당량은 막걸리 No. 6(찹쌀) 군이 11.3%, 환원당 또한 마찬가지로 4.8의 가장 높은 수치를 보여 막걸리의 당 생성에 있어 찹쌀군이 유리할 것으로 사료된다. pH는 막걸리 No. 2(밀+보리) 군이 3.6으로 가장 낮게 측정되었으며 총산은 6.0-9.1 사이로 고루 분포하였으며, 막걸리를 5°C에 보관 하였을 때 산도의 증가는 크지 않았으며 28°C에서 보관 하였을 때 3 일 동안 총산이 급격하게 증가하였지만 전분질 원료간의 특징적인 차이는 보이지 않았다.

References

Han EH, Lee TS, Noh BS, Lee DS. 1997. Quality characteristic in mash of *Takju* prepared by using different *nuruk* during fermentation. J. Food Sci. Technol. 29: 555-562.

Hong Y. 1997. Studies on the microflora and cultural characteristics for production of a Korean traditional distilled liquor. MS thesis, Seoul Women's University Seoul, Korea.

Hur HS, Yoo DS, Min YG, O MJ. 1998. Industrialization and quality improvement of traditional alcoholic beverages and *Nuruk* brewed. Ministry of Science and Technology. Seoul, Korea.

Kim CJ. 1968. Microbiological and enzymological studies on *Takju* brewing. Korean Soc. Appl. Biol. Chem. 10: 10-69.

Kim IH, Park WS, Koo YJ. 1996. Comparison of fermentation characteristics of Korean traditional alcoholic beverage with different input step and treatment of rice and *Nuruk*. J. Dietary Culture 11: 339-348.

Kim YD, Ha KY, Kim MK, Shin HT, Cho SY. 1999. Varietal difference of enzyme activity in rice Koji using Basidionmycetes. J. Breed 31: 276-279.

Lee JS, Lee TS, Noh BS, Park SO. 1996. Quality characteristic of mash of *Takju* prepared by different raw materials. J. Food Sci. Technol. 28: 330-336.

Lee MK, Lee SW, Yoon TH. 1994. Quality assessment of *Yakju*

brewed with conventional *Nuruk*. J. Soc. Food Nutr. 23: 78-89.
Lee SS, Kim KS, Eon AH, Sung CK, Hong IP. 2002. Production of Korean traditional rice-wines made from cultures of the single fungal isolates under laboratory conditions. J. Food Mycol. 30: 61-65.
Min JH, Baek SY, Lee JS, Kim HK. 2011. Changes of yeasts and bacterial flora during the storage of Korean traditional *Makgeolli*. J. Food Mycol. 39: 151-153.
NTS Liquors Licence Aid Center. 2010. Coursebook on the preparation of *Takju* and *Yakju*. NTS Liquors Licence Aid Center, Seoul, Korea.
Park JH. 2001. A study of flavor chemical compound in Takju with Koji mold selected in traditional *Nuruk*. MS thesis, Konkuk University, Seoul, Korea.
Seo MY, Lee JK, Ahn BH, Cha SK. 2005. The changes of microflora during the fermentation of *Takju* and *Yakju*. J. Food Sci. Technol. 37: 61-66.
So MH. 1991. Improvement in the quality of *Takju* by the combined use of *Aspergillus kawachii* and *Aspergillus oryze*. J. Food Nutr. 4: 115-124.
So MH, Lee YS, Hoh WS. 1999. Changes in microorganisms and main components during *Takju* brewing by a modified *Nuruk*. J. Food Nutr. 12: 226-232.
Song JC, Park HJ. 2003. Takju brewing using the uncooked germed brown rice at second stage mash. J. Soc. Food Sci. Nutr. 32: 847-854.
Woo SM, Shin JS, Seong JH, Yeo SH, Choi JH, Kim TY, Jeong YJ. 2010. Quality characteristics of brown rice *Takju* by different *Nuruks*. J. Food Mycol. 39: 301-307.
Yoon IW. 1995. Scientific approaches on Korean traditional fermented foods. Ministry of Science and Technology, Seoul, Korea.