

블루베리 첨가 막걸리의 발효특성

전미향 · 이원종[†]

강릉원주대학교 식품영양학과

Characteristics of Blueberry Added *Makgeolli*

Mi-Hyang Jeon and Won Jong Lee[†]

Dept. of Food Nutrition, Gangneung-Wonju National University, Gangwon 210-702, Korea

Abstract

Blueberry *Makgeolli* was made with rice by adding different amounts of blueberries, and the fermentation characteristics of *Makgeolli* were studied during the fermentation process. The pH was the highest (6.6) at the beginning of the fermentation and decreased when the ratio of blueberries increased. The pH was remarkably reduced until the second day, and remained constant until the seventh day of fermentation. The total acidity was significantly increased until the fourth day of fermentation, and remained constant until the seventh day. Sugar contents (^oBrix) and reducing sugar reached the maximum after 2 days of fermentation, and gradually decreased until the seventh day. Alcohol content of control (0% blueberries) increased continuously until the seventh day of fermentation and was at 13.4%. Alcohol content of 20% blueberry *Makgeolli* reached the maximum on the 4th day of fermentation and slowly decreased to 10.2% until the seventh day. Total viable bacterial cell counts and yeast cell counts showed the maximum values at the third day of fermentation. In sensory evaluation, the color of the control sample was the most favored by the panelists whereas 20% blueberry sample was the least favored. There were no significant differences in flavor and taste, but overall preference was high in *Makgeolli* with less than 10% of blueberries.

Key words: *Makgeolli*, blueberry, alcohol, fermentation

서 론

최근 경제발전과 더불어 식문화의 향상으로 주류도 고급화 현상을 나타내고 있으며, 국내 전통 주류인 약주, 탁주, 전통 민속주 등에 대한 민족 고유의 식문화를 재조명하려는 움직임에 많은 관심이 모아지고 있다(1). 우리나라 전통주류인 막걸리는 탁주로 불리는 우리에게 친숙한 술로 전통주의 계승 발전이란 측면에서 중요한 의미를 가지고 있다(2). 그러나 막걸리는 서구식 주류의 범람, 물리적 성상의 불균일성, 유통과정 중 계속적인 발효의 진행으로 품질의 균일화를 기하기 어려운 근본적 문제점이 있어 소비자 기호를 충족시키지 못하는 실정이다(3). 또한 다른 주류가 소비자의 기호에 적합하도록 개발되어온 반면 전통누룩으로 빚은 막걸리에 대한 연구는 배(4), 감초(5), 감자(6), 키토산(7), 울무(8) 등을 첨가한 탁주의 품질특성 및 저장성 효과에 대한 연구가 보고되고 있으나 아직까지 미미한 실정이다.

막걸리는 한국의 대표적 전통 술로 '쌀과 누룩으로 빚어 그대로 막 걸러내어 만들었다'하여 붙여진 이름이다. 또한 탁하기 때문에 탁주라 부르기도 하고 식량대용 또는 갈증해

소로 농부들이 애용하여 농주라고도 하였다(9). 이러한 막걸리는 일반 주류와는 달리 상당량의 단백질과 식이섬유 및 당질이 들어 있고, 소량의 비타민과 미량의 생리활성물질 및 많은 양의 젖산균 등을 함유하여 영양적, 기능적 가치가 높아 최근 국내 및 일본 등에서 소비가 크게 증가하는 추세이다(4). 이와 같이 막걸리는 우수한 민족 고유의 전통 발효식품임에도 불구하고, 소비자의 고급 주류의 선호와 저장 시 발생하는 주질 상의 문제점 등으로 국내 대표적인 주류로 자리 잡지 못하고 있는 실정이다.

보통 막걸리의 주질은 알코올 농도, 총산, 향미성분 등으로 결정된다. 알코올 농도는 발효조건에 따라 상이하며, 액화 및 당화과정을 비롯하여 효모에 의한 알코올 발효 정도에 따라 결정된다. 또한 발효 중 생성된 유기산, 아미노산 등은 총산을 결정하고, 유기산의 종류는 pyruvic acid, malic acid, succinic acid 등과 소량의 oxalic acid, fumaric acid, citric acid 등이 있다(10). 유기산은 막걸리의 고유한 신선함을 주는데 기여하지만 과잉의 유기산이 존재하면 막걸리의 가치를 상실하게 된다. 막걸리의 단맛은 발효 중 알코올 발효에 참여하지 않는 당류에 기인한다. 이렇게 만들어진 우리의

[†]Corresponding author. E-mail: wonjlee@gwnu.ac.kr
Phone: 82-33-640-2330, Fax: 82-33-647-9535

전통술인 막걸리는 갈색을 띤 연노란 색으로 투명하며 알코올에서 유래되는 쓴맛, 발효 중 생성된 유기산의 상큼한 신맛, 단백질 주요 분해산물인 아미노산과 전분 분해산물인 당류 등이 조화를 이룬 독특한 풍미를 지닌 전통술이다(11). 전통적인 쌀 막걸리 제조방법은 원료를 먼저 세미하여 침미시킨 후 불린 쌀을 1~3시간 동안 절수하고 증자과정을 거쳐 고두밥을 만든다. 담금에 적합한 온도로 냉각시킨 고두밥을 양조용수에 넣은 뒤 효모와 누룩을 첨가하여 숙성시킨다(12).

한편 블루베리는 진달래과(Ericaceae) 산앵두나무속(Vaccinium)에 속하는 북아메리카 원산의 활엽 또는 상록성 과수로써 대부분 키가 낮게 자라는 관목형을 지니나 일부 품종은 성목으로 성장 시 수고가 5 m에 달하기도 한다. 열매는 거의 둥글고 1개가 1~1.5 g이며 짙은 하늘색, 붉은빛을 띤 갈색, 검은색이고 겉에 흰 가루가 묻어 있다. 달고 신맛이 약간 있기 때문에 날것으로 먹기도 하고 잼·주스·통조림 등을 만든다. 이러한 블루베리는 비타민 및 각종 미네랄이 풍부하고, 활성산소를 억제하는 높은 항산화 작용으로 노화방지 및 질병예방에 효능에 있는 것으로 알려져 있다(13-16). 특히 플라보노이드(flavonoid) 및 페놀산(phenolic acid) 등의 파이토케미컬(phytochemical)이 풍부하게 존재하는 것으로 알려져 있다(16). 최근 블루베리의 항산화 및 항균효과의 다양한 생리활성에 대한 연구가 보고되고 있고 블루베리 열매를 이용한 기능성식품 개발 등의 활용가치가 높아지고 있으나 이에 대한 연구개발이 미흡한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 블루베리 열매를 첨가하여 한국의 전통술인 막걸리를 제조하였으며, 블루베리 함량 차이에 따른 막걸리의 발효 및 품질 특성을 비교하여, 막걸리의 개발 및 다양화에 필요한 기초자료를 제시하고자 하였다

재료 및 방법

재료

막걸리 제조에 사용된 멥쌀은 2009년산 철원 오대미 9분도미를 사용하였으며, 블루베리(blueberry)는 강릉시 농업기술센터에서 재배한 생블루베리를 구입하여 가정용믹서기(4184, Braun, Budišov nad Budišovkou, Czechoslovakia)로 분쇄한 후 막걸리 제조 시 혼합비율에 따라 첨가하였다. 누룩은 광주광역시 소재 송학곡사에서 생산된 재래누룩을 이용하였으며, 효모는 시판 중인 *Saccharomyces cerevisiae*를 사용하였다. 막걸리 제조에 사용된 발효용기는 용량 10 L 크기의 전통항아리를 사용하였으며, 담금 용수는 증류수를 사용하였다.

막걸리 제조 및 숙성

블루베리를 첨가한 막걸리 제조는 멥쌀 2 kg을 6시간 동안 물에 침지한 후 체로 쳐서 덩어리를 제거하고 고압증기실에서 121°C, 40분간 증자하여 방냉하였다. 증자, 방냉한 원료

에 재래누룩 400 g(300 sp 이상, 송학곡자), 효모(*Saccharomyces cerevisiae*) 10 g을 혼합한 후 10 L 용량의 전통항아리에 투입하고, 물 4 L를 가수하여 제조하였다. 발효온도는 항온기에서 25°C로 유지하였으며 7일간 발효시켜 제조하였다. 블루베리는 막걸리 제조 시 분쇄한 후 첨가하였고, 쌀에 대한 블루베리 첨가비율은 0%, 5%, 10%, 15%, 20%로 구분하여 첨가하였다.

pH 및 산도

pH는 Seven Easy(Metter Toledo, Greifensee, Switzerland)를 사용하여 여과한 시료를 측정하였다. 적정산도는 여과한 시료 25 mL에 0.5% phenolphthalein 용액을 지시약으로 사용하였고, 0.1 N NaOH로 적정하여 이때의 NaOH 소비량을 lactic acid(%)로 환산하여 계산하였다.

당도와 환원당

당도는 당도계(N1, Atago, Tokyo, Japan)로 측정하였고, 잔존 환원당 함량은 여과한 시료를 DNS(dinitrosalicylic acid)에 의한 비색법으로 UV-Vis spectrophotometer(8453, Agilent, California, USA)를 이용하여 570 nm에서 흡광도를 측정하였다.

알코올

알코올 함량 측정은 증류법으로 분석하였다. 여과한 시료 100 mL와 증류수 50 mL를 용량 500 mL의 증류플라스크에 옮긴 후 냉각관을 연결하여 증류하였다. 증류액이 50 mL 이상 되면 증류를 중지하고 증류수를 가하여 100 mL로 표선을 맞춘 후 증류수와 증류된 알코올을 혼합하였다. 증류 알코올은 온도를 측정된 후 주정계로 눈금을 읽고, 알코올-온도 보정표에서 15°C로 보정한 알코올 함량을 표준 보정곡선에 대입하여 알코올 함량(% , v/v)을 측정하였다.

미생물수 측정

발효 기간 동안 총 균수 및 효모수의 측정은 plate count method를 이용하여 측정하였다. 총 균수는 Difco사의 PCA(Plate Count Agar, Difco Laboratories, Detroit, MI, USA)를 평판배지로 굳힌 다음, 희석배율대로 희석된 시료를 도말하여 37°C에서 48시간 배양한 후 평판에 형성된 colony를 계수하였다. 효모는 PDA(Potato Dextrose Agar, Difco Laboratories)를 평판배지로 사용하였으며 단계별로 균일하게 혼합된 시료를 배지에 접종한 후 25°C에서 3일간 배양하여 생긴 colony를 계수하였다. 총 균수 및 효모수는 배양 후 형성된 colony 수를 시료 단위 g당 colony 수(colony forming unit; cfu)로 나타내었다.

관능검사

관능평가는 블루베리 0%(대조군), 5%, 10%, 15%, 20%를 각각 첨가한 막걸리의 관능성에 미치는 영향을 평가하기 위하여 색(color), 풍미(flavor), 맛(taste), 종합적 기호도(overall acceptability)에 대하여 최저 1점, 최고 7점으로 7단계 기호

Table 1. Proximate composition of rice and blueberry (%)

	Moisture	Ash	Crude protein	Crude fat	Carbohydrate
Rice	14.2±0.4 ¹⁾	0.5±0.0	8.1±0.3	0.4±0.0	76.8±0.6
Blueberry	83.4±0.9	0.3±0.0	0.6±0.1	0.3±0.0	15.4±0.8

¹⁾Values are mean±standard deviation based on 3 measurements.

도 척도법으로 실시하였다. 관능검사원은 다양한 기호도를 평가하기 위하여 강릉원주대학교 식품과학과 재학생 및 교직원 10명, 강릉시 농업기술센터에서 전통주 제조과정을 1년 이상 이수한 교육생 10명을 대상으로 실시하였다.

통계처리

각 시험항목별로 3회 반복하여 분석했으며, 분석결과에 대한 통계처리는 SPSS(Statistical Package for Social Science) 통계분석 프로그램을 사용하였으며, 분산분석과 Duncan의 다범위 검정으로 시료 간 평균값의 유의차를 검정하였다.

결과 및 고찰

일반성분 분석

본 실험에 사용된 쌀과 블루베리의 일반성분 함량은 Table 1과 같다. 블루베리는 수분 83.4%, 회분 0.3%, 조단백질 0.6%, 조지방 0.4%, 탄수화물 15.4%이고, 쌀은 수분 14.2%, 회분 0.5%, 조단백질 8.1%, 조지방 0.4%, 탄수화물 76.8%로 나타났다. 블루베리는 수분 함량이 83.4%로 가장 높았고, 탄수화물, 단백질, 지방 순으로 나타났으며, 쌀은 탄수화물이 76.8%로 가장 높았다. 또한 블루베리의 탄수화물 함량은 15.4%로 비교적 높게 나타났다. 수분함량은 블루베리가 쌀보다 약 6배 이상 높게 나타났으며, 탄수화물은 쌀의 함량이 약 5배 이상 높은 결과를 보였다.

Kum 등(17)은 우리나라에서 양질미로 알려져 있는 5가지 쌀 품종(계화벼, 추청벼, 동진벼, 오대벼, 일품벼)에 대한 일반성분 분석에서 수분 13.2~14.2%, 조지방 0.4~0.5%, 조단백질 6.1~8.7%, 조회분 0.6~0.7%, 탄수화물 76.6~79.1%의 함량을 나타내는 것으로 보고한 바 있으며, 본 실험에 막걸리 제조에 사용된 쌀의 일반성분 분석과 비슷한 결과를 보였다.

pH 및 산도

발효 기간 동안 블루베리를 첨가한 막걸리의 pH는 Fig. 1과 같다. 담금 직후 pH는 블루베리를 첨가하지 않은 대조군(0%)이 6.6로 가장 높았고, 첨가비율이 5%, 10%, 15%, 20%로 증가함에 따라 각각 5.9, 5.4, 5.1, 5.0로 낮았다. 모든 시험구에서 발효 2일 후 pH가 현저히 낮아지는 경향을 보였으며, 최종 pH는 3.7~3.8로 시험구 별로 뚜렷한 차이가 나타나지 않았다. 발효 기간 동안 모든 시험구에서 pH 변화는 유사한 경향을 나타냈으며, 담금 직후를 제외하고 현저한 pH 차이는 없었다. 담금 직후 pH 차이는 블루베리가 각종 유기산

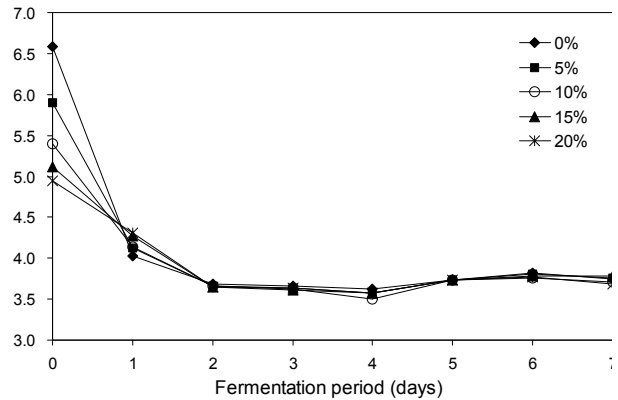


Fig. 1. Change in pH during fermentation.

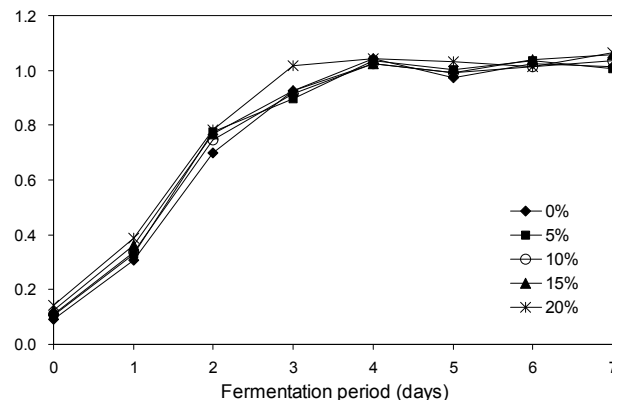


Fig. 2. Change in total acidity during fermentation.

성분을 포함하고 있어 시험구간에 차이가 나타난 것으로 판단된다. Lee 등(18)은 멥쌀로 빻은 탁주의 pH는 발효 2일 후 3.5~3.6, Park 등(19)은 3.8~4.6로 보고하여 본 실험의 결과와 유사한 경향을 나타냈다.

발효과정 중 총산도의 변화는 Fig. 2와 같았고, 담금 직후 0.09~0.14%로 모든 시험구에서 함량이 적고 다소 낮았으나, 블루베리 배합비율이 증가함에 따라 다소 증가하였다. 발효가 진행되면서 급격히 증가하여 발효 3일 경과 후 0.9~1.0%로 나타났으며, 이후 완만히 증가 또는 감소하여 발효종료 후 최종 총 산도는 1.0~1.1%이었다. 총산은 주로 누룩이나 원료에서 유래되며 발효가 진행되면서 효모, 젖산균 등의 미생물의 작용으로 생성된 각종 유기산들이 총산의 함량을 증가한 것으로 판단된다. 또한 발효 기간 동안 pH와 변화와 총산의 함량 변화를 보면 총산 함량은 증가하고 있으나, pH가 낮아지지 않는 이유로 So 등(20)은 단백질 분해로 아미노산이 증가하여 완충능력을 높여주었기 때문이라고 보고하였으며, 본 실험 결과와 일치하는 경향을 나타내었다.

당도와 환원당

발효 기간에 따른 당도 변화는 Fig. 3과 같다. Brix 당도는 담금 직후 1.8~2.2 Brix로 대조구가 가장 낮았고, 블루베리 20% 첨가구가 가장 높았으며 블루베리 첨가비율이 증가할수록 높게 나타났다. 이는 블루베리가 탄수화물 함량이 비교

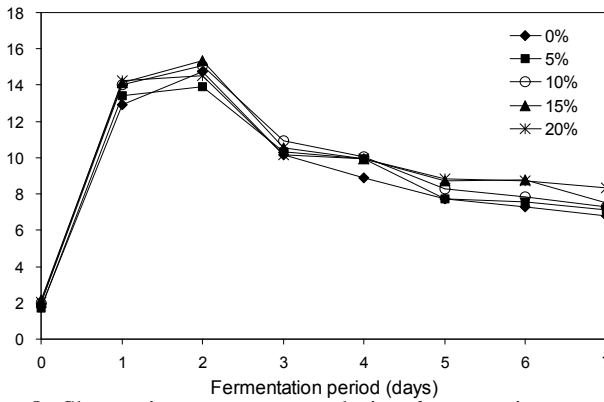


Fig. 3. Change in sugar content during fermentation.

적 높은 것에 기인한 것으로 판단된다. 발효 2일 후 각 시험구의 당도는 13.9~15.3 Brix로 최대값을 나타냈고, 발효 3일째 모든 시험구에서 현저히 저하되었다. 이후 발효 종료 시까지 당도는 완만히 감소하는 경향을 보였으며, 발효 종료 시 대조구가 6.8 Brix로 가장 낮았고, 블루베리 20% 첨가구가 7.5 Brix로 높게 유지되었다. 모든 시험구의 Brix 당도 변화는 유사한 경향을 나타냈으며, 블루베리를 첨가한 시험구와 대조구간 뚜렷한 차이는 나타나지 않았다.

환원당의 변화는 Fig. 4와 같고, 당화효소의 작용으로 인한 전분의 당화로 인해 발효 2일 경과 시에 8.0~8.5%로 모든 시험구에서 급격히 증가하였으며, 대조구 및 블루베리 20% 첨가구가 기타 시험구에 비해 다소 높았다. 환원당은 발효 3일 이후 알코올 발효과정의 진행으로 현저히 감소되었으며, 대조구가 블루베리를 첨가한 시험구에 비해 다소 낮게 유지되었다. 발효 5일 이후 각 시험구별 환원당 변화는 미미하였으며, 전분 당화효소의 활성화에 의하여 당의 생성과 효모에 의한 당의 소비를 반복하며 감소하거나 낮은 값을 유지하였다. 발효 초기 환원당 함량이 높게 나타난 것은 효모에 의한 알코올 발효과정보다 전분의 당화효소에 의한 활성이 높았던 것으로 판단된다. 이는 Han 등(21)이 보고한 탁주 발효 중 술덧의 품질특성 연구에서 발효 초기 환원당이 급격히 감소한다는 실험결과와 상이하였으나, Park 등(19) 및 So 등(20)에 의하면 발효초기 당화효소 작용이 알코올

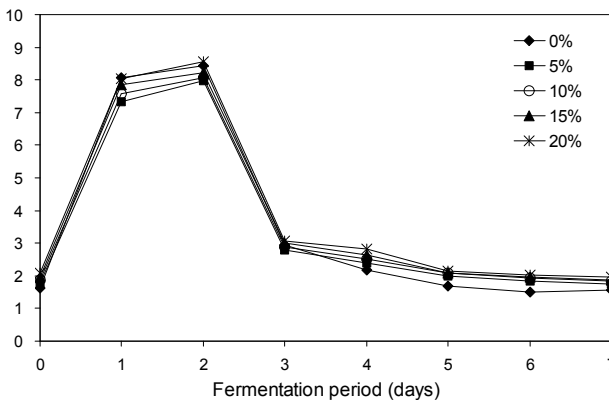


Fig. 4. Change in reducing sugar content during fermentation.

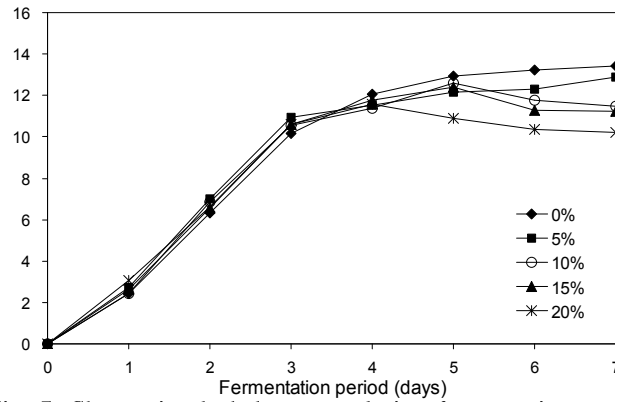


Fig. 5. Change in alcohol content during fermentation.

발효과정보다 높아 과량의 환원당이 생성되었다고 보고한 결과와 유사한 경향을 나타내었다.

알코올 함량

발효기간에 따른 알코올 함량 변화는 Fig. 5와 같다. 대조구(0%)의 경우 발효 3일까지 급격한 증가를 나타냈으며, 3일 이후 완만히 증가하여 발효 종료 시 13.4%로 가장 높게 나타났다. 블루베리를 5% 첨가한 시험구는 대조구와 유사한 경향을 나타냈으며 발효 종료 시 12.9%로 나타나 대조구에 비해 알코올 함량이 다소 낮았다. 블루베리를 각각 10%, 15% 첨가구의 경우 알코올 함량이 발효 초기 급격한 증가 후 발효 5일째 각각 12.6%, 12.4%로 최대값을 나타냈으며, 발효 5일 이후 알코올 함량이 소폭 감소하는 경향이 나타났다. 블루베리 함량이 비교적 높은 20% 첨가 시험구 또한 발효 초기 알코올 함량 변화는 기타구와 유사한 경향을 보였으나, 발효 4일째 최대값 11.6%로 나타났으며, 이후 완만히 감소하여 최종 알코올 함량은 10.2%이었다. 모든 시험구에서 발효 초기 알코올 함량이 급격히 증가하는 유사한 경향을 나타냈으나, 대조구(0%)와 블루베리 5% 첨가구의 경우 발효 종료 7일째 최대값을 나타내었고, 블루베리를 각각 10%, 15%, 20%이상 첨가한 시험구의 경우 발효기간 동안 알코올 함량이 최대값을 나타낸 발효일수는 4~5일로 나타났다. 이는 누룩에 존재하는 당화효소에 의한 전분의 당화과정 동안 블루베리에 함유되어 있는 당류를 먼저 발효하여 알코올 생성하나, 이후 전분 당화로 생성된 당을 충분히 발효시키지 못하여 효모의 알코올 발효력이 다소 약화되어 대조구에 비해 낮아진 것으로 추정된다. Lee 등(4)은 배 첨가 시 발효 후기에 쌀 전분 당화로 생성된 당성분에 의한 고당화로 효모 발효력 약화되어 알코올 생성량이 낮아진 연구결과와 유사한 경향을 나타내었다.

총 균수 및 효모

발효기간에 따른 총 균수의 변화는 Fig. 6과 같다. 총 균수는 담금 직후 $4.2 \sim 5.6 \times 10^6$ cfu/g이었고, 모든 시험구가 발효 2일까지 급격히 증가한 이후 발효 3일째 최대값 $5.0 \sim 5.6 \times 10^9$ cfu/g로 나타났다. 발효 5일 이후 총 균수의 변화는

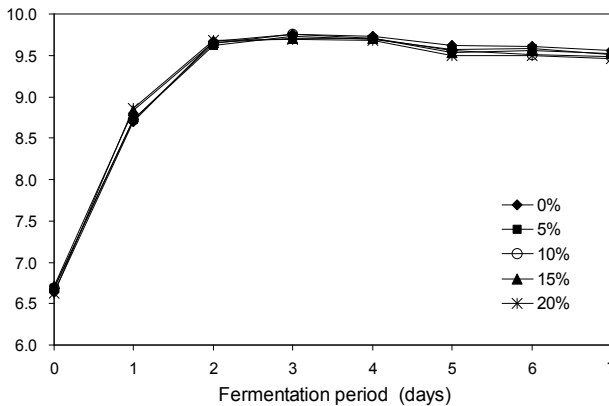


Fig. 6. Change in total cell count during fermentation.

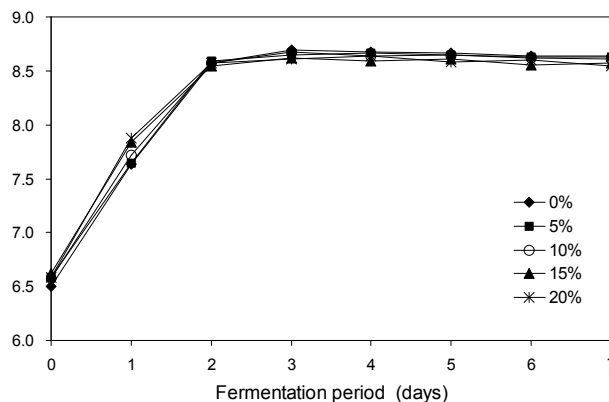


Fig. 7. Change in yeast cell count during fermentation.

미미하였다. 발효 기간 동안 총 균수의 변화는 모든 시험구가 유사한 경향으로 나타났으며 대조군과 블루베리 첨가 시험구간 뚜렷한 차이는 보이지 않았다. 발효 4일 이후 모든 시험구에서 총 균수의 감소는 알코올 함량이 10% 이상으로 높아짐에 따라 젖산균의 사멸에 기인한 것으로 추정된다. So 등(20)은 발효 초기 급격한 증가한 젖산균이 알코올 농도가 10% 이상에서 젖산균이 감소된다는 연구 결과와 유사하였다.

발효 기간 동안 효모 균체수의 변화는 Fig. 7과 같고, 담금 직후 효모 균체 수는 $3.2 \sim 4.2 \times 10^6$ cfu/g으로 각 시험구간 현저한 차이는 보이지 않았다. 발효 3일째 대조구가 4.9×10^8 cfu/g로 블루베리 첨가 시험구에 비해 가장 높았다. 발효 종료 시까지 대조구가 다소 높게 유지되었으며, 블루베리 첨가 비율이 높은 10%, 15%, 20%의 시험구가 다소 낮게 유지되었다. 이는 탄수화물 함량이 비교적 높은 블루베리의 성분과 당화과정으로 인한 당도에 기인한 것으로 판단되나 향후 당 성분 및 당화력, 유기산 등의 영향에 대한 추가적인 연구가 필요한 것으로 사료된다.

관능평가

블루베리를 첨가비율에 따라 막걸리를 제조하고 색상, 향, 맛, 종합적 기호도에 대한 관능평가를 실시하여 비교한 결과는 Table 2와 같다. 관능평가는 매우 좋음 7점, 보통 4점,

Table 2. Sensory evaluation of *Makgeolli* from blueberry

Sample	Sensory evaluation			Overall preference
	Color	Flavor	Taste	
0%	$6.1 \pm 0.8^{(1)}$	5.1 ± 1.0^a	5.6 ± 1.2^{ab}	5.9 ± 0.9^b
5%	5.8 ± 0.7^{bc}	4.9 ± 1.0^a	5.4 ± 0.9^{ab}	5.6 ± 0.9^{ab}
10%	5.4 ± 0.8^b	4.9 ± 1.0^a	5.7 ± 0.8^b	5.8 ± 1.0^{ab}
15%	4.8 ± 1.1^a	5.1 ± 1.0^a	5.2 ± 0.8^{ab}	5.1 ± 1.1^a
20%	4.6 ± 1.1^a	5.0 ± 1.1^a	5.0 ± 0.9^a	5.2 ± 0.8^a

¹⁾Values are mean \pm standard deviation and different letters in the same column indicate significant differences at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test.

매우 나쁨 1점으로 표시하는 7점 척도법으로 평가하였다. 색상의 경우 대조군이 6.1로 가장 높은 값을 보였고, 블루베리를 20% 첨가한 시험구가 가장 낮은 4.6으로 나타났다. 또한 유의수준 $p < 0.05$ 에서 대조군(0%), 5%, 10% 시험구와 비교적 블루베리 함량이 높은 15%, 20% 시험구간 유의적인 차이를 보였다. 이는 전통적인 막걸리에 대한 기존 색상의 기호도에 의한 영향인 것으로 판단된다. 향은 유의수준 $p < 0.05$ 에서 유의적인 차이는 보이지 않았고, 모든 시험구에서 보통 이상의 기호도를 보였으며 4.9~5.1로 나타났다. 맛은 블루베리 함량이 0%, 5%, 10% 시험구에서 5.4~5.7로 기타 처리구에 비해 비교적 높은 기호도를 평가받았다. 종합적 기호도는 대조군과 블루베리 첨가비율이 10% 이하의 시험구가 비교적 높은 5.6~5.9로 좋은 평가를 받았다.

막걸리는 기호성 식품이므로 맛, 향, 색 등의 관능적인 평가 결과가 중요한 요소이다. 블루베리를 첨가한 막걸리의 관능평가를 실시한 결과 대조군은 블루베리 첨가구에 비해 비교적 높은 점수를 받아 전통적인 막걸리의 맛과 기호도에 의한 영향이 미치는 것으로 판단되며, 블루베리를 첨가하여 막걸리를 제조한 시험구 중 5%, 10%를 첨가한 시험구가 기타 시험구에 비해 비교적 높은 기호도로 평가받았으며, 다양한 우리 술 개발에 활용적 가치가 있다고 사료된다.

요 약

본 연구에서는 블루베리를 첨가하여 막걸리를 제조하였으며, 블루베리 함량 차이에 따른 막걸리의 발효특성을 비교하였다. pH는 담금 직후 대조군(0%)이 6.6로 가장 높았고, 블루베리 첨가비율이 증가함에 따라 다소 낮았다. 모든 시험구에서 발효 2일 후 pH가 현저히 낮아지는 경향을 보였으며, 최종 pH는 3.7~3.8이었다. 총 산도는 발효 3일까지 급격히 증가하였으며, 이후 완만히 증가 또는 감소하여 발효 종료 후 1.0~1.1%로 나타났다. Brix 당도는 담금 직후 1.8~2.2 Brix이었으며, 대조구가 가장 낮았고 블루베리 첨가비율이 증가할수록 높게 나타났다. 발효 2일 후 각 시험구의 당도는 13.9~15.3 Brix로 최대값을 나타냈고, 이후 발효 종료 시까지 당도는 완만히 감소하는 경향을 보였다. 환원당은 발효 초기 8.0~8.5%로 모든 시험구에서 급격히 증가하였으나,

발효 2일 경과 시에 8.0~8.5%로 모든 시험구에서 급격히 증가하였으며, 대조구 및 블루베리 20% 첨가구가 기타 시험구에 비해 다소 높았다. 발효 3일 이후 알코올 발효과정의 진행으로 현저히 감소되었으며, 대조구가 블루베리를 첨가한 시험구에 비해 다소 낮게 유지되었다. 알코올 함량은 모든 시험구에서 발효 3일까지 급격히 증가하였다. 대조군과 블루베리 5% 첨가구의 경우 발효 종료 시 최대값을 나타냈으며, 블루베리를 10% 이상 첨가한 시험구의 경우 알코올 함량이 최대값을 나타낸 발효일수는 4~5일로 나타났다. 총균수 및 효모 균체수는 모든 시험구가 발효 3일째 최대값을 나타내었다. 관능평가결과 색상의 경우 대조군이 6.1로 가장 높았고, 블루베리를 20% 첨가한 시험구가 가장 낮은 4.6로 나타났다. 향은 유의수준 $p < 0.05$ 에서 유의수준에 차이가 없었고, 모든 시험구에서 보통 이상의 기호도를 보였다. 블루베리를 10% 이하로 첨가 시 종합적 기호도가 우수하고, 블루베리 막걸리의 개발 상품화 가능성이 가장 높은 것으로 확인되었다.

문 헌

1. Lee MK, Lee SW, Yoon TH. 1994. Quality assessment of Yakju brewed with conventional Nuruk. *J Korean Soc Food Nutr* 23: 78-89.
2. Kim YJ, Han YS. 2006. The use of Korean traditional liquors and plan for encouraging it. *Korean J Food Culture* 21: 31-41.
3. Lee JH, Lee HD, Kim JY, Kim KM. 1989. Sensory quality attributes of Takju and their changes during pasteurization. *Korean J Diet Cult* 4: 405-410.
4. Lee DH, Kim JH, Lee JS. 2009. Effect of pears on the quality and physiological functionality of Makgeoly. *Korean J Food and Nutr* 22: 606-611.
5. Kim AR, Lee SY, Kim KBWR, Song EJ, Kim JH, Kim MJ, Ji KW, Ahn IS, Ahn DH. 2008. Effect of *Glycyrrhiza uralensis* on shelf-life and quality of Takju. *Korean J Food Sci Technol* 40: 194-200.
6. Kim SY, Oh MJ, Kim CJ. 1974. Studies on Takju brewing with potatoes. *Korean J Agric Chem Soc* 17: 81-92.
7. Kim MJ, Lee SY, Kim KBWR, Song EJ, Kim JH, Kim MJ, Ji KW, Ahn IS, Ahn DH. 2007. Effect of chitosan on shelf-life and quality of Takju. *J Chitin Chitosan* 12: 198-204.
8. Shin SY, Suh SH, Cho WD, Lee HK, Hwa HJ. 2003. Analysis of volatile components in Korean rice wine by the addition of Yulmoo. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 32: 1206-1213.
9. Kim KS. 2000. Studies on fungal isolated collected from Korean traditional Nuruk. *MS Thesis*. Korea National University of Education, Cheongwon, Korea. p 60.
10. Lee DP. 2006. Policy issues for the globalization of Korean traditional liquer. *Food Industry and Nutrition* 11: 1-9.
11. Lee DS. 2008. Analysis of nutritive elements of a local makgeolli. *MS Thesis*. Chonnam National University of Nutrition Education, Gwangju, Korea. p 2.
12. Chung DH. 2004. *The history of alcohol tradition in Korea*. Shinkwang Publishing Co., Seoul, Korea. p 271-298.
13. Nacz M, Shahidi F. 2006. Phenolics in cereals, fruits and vegetables: occurrence, extraction and analysis. *J Pharm Biomed Anal* 41: 1523-1542.
14. Hertog MGL, Feskens EJM, Kromhout D. 1997. Antioxidant flavonols and coronary heart disease risk. *Lancet* 349: 699.
15. Knekt P, Jarvinen R, Reunanen A, Maatela J. 1996. Flavonoid intake and coronary mortality in Finland: a cohort study. *Br Med J* 312: 478-481.
16. Lee SN, Kang KJ. 2008. The effect of blueberry on ROS accumulation and cell death in human normal breast epithelial and breast cancer cells. *Korean J Food and Nutr* 21: 416-424.
17. Kum JS, Lee CH, Baek KH, Lee SH, Lee HY. 1995. Influence of cultivar on rice starch and cooking properties. *Korean J Food Sci Technol* 27: 365-369.
18. Lee JS, Lee TS, Noh BS, Park SO. 1996. Quality characteristics of mash of Takju prepared by different raw materials. *Korean J Food Sci Technol* 28: 330-336.
19. Park JH, Bae SM, Yook C, Kim JS. 2004. Fermentation characteristic of Takju prepared with old rice. *Korean J Food Sci Technol* 36: 609-615.
20. So MH, Lee YS, Noh WS. 1999. Change in microorganisms and main components during Takju brewing by a modified Nuruk. *Korean J Food and Nutr* 12: 226-232.
21. 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.

(2011년 1월 25일 접수; 2011년 3월 2일 채택)