

비파 열매를 첨가한 막걸리의 발효 특성

최규원^{1*} · 이준기^{1*} · 조현주¹ · 이권재² · 윤진아³ · 안정희⁴ · 정강현^{1†}

¹서울과학기술대학교 식품공학과, ²대전대학교 신소재공학과

³배화여자대학교 식품영양과, ⁴건국대학교 식품생명과학부

Fermentation Characteristics of Makgeolli Made with Loquat Fruits (*Eriobotrya japonica* Lindley)

Kuy-Won Choi^{1*}, Jun-Ki Lee^{1*}, Hyeon-Ju Jo¹, Kwon-Jai Lee², Jin-A Yoon³,
Jeung Hee An⁴, and Kang-Hyun Chung^{1†}

¹Dept. of Food Science and Technology, Seoul National University of Science & Technology, Seoul 139-743, Korea

²Dept. of Advanced Materials Engineering, Daejeon University, Daejeon 300-716, Korea

³Dept. of Food & Nutrition, Baewha Women's University, Seoul 110-735, Korea

⁴Division of Food Bioscience, Konkuk University, Chungbuk 380-701, Korea

Abstract

In this study, we evaluated the physicochemical, microbial, and sensory characteristics of Makgeolli made with loquat fruits during fermentation. The pH values of all samples decreased after 3 days of fermentation, with a final pH ranging from 3.91 to 4.05. Total acidity increased (from 0.71 to 0.76%) from the addition of loquat fruits after 15 days of fermentation. Amino acid content increased (from 0.13 to 0.22%) with fermentation time after 15 days of fermentation. Total sugar and reducing sugar content decreased with fermentation, but was significantly higher with the addition of loquat fruit. The alcohol content of the loquat-added groups was also higher compared to the control group after 15 days of fermentation. The microbial and yeast count of all samples increased to its maximum after 3 days and then decreased after 5 days of fermentation. The sensory score of Makgeolli made with 3% loquat fruit showed higher values than other samples. The results of this study suggest that loquat effectively serves as a natural additive for improving the sensory qualities of Makgeolli and potentially other foods.

Key words: *Eriobotrya japonica* Lindley, Makgeolli, fermentation

서 론

우리의 전통 민속주 막걸리는 예로부터 자가 생산하여 널리 이용하여 온 일종의 양조주로서 당화와 발효의 공정을 병행하여 만들어진 알콜성 음료이다(1). 알코올 도수가 높은 술을 마시게 되면 곧 취하게 되고 간에 많은 부담을 주게 되나, 우리의 전통주인 막걸리는 알코올 도수가 상대적으로 낮고 곡류를 이용한 발효식품으로서 위에 부담을 주지 않을 뿐 아니라, 생효소 비타민 B군, lysin, leucine, arginine 등의 필수 아미노산을 비롯한 glutamic acid, proline, glutathion 등을 함유하여 영양분이 타 주류보다 풍부한 것으로 알려져 있다(2). 담금 후 누룩중의 미생물에 의한 효소작용으로 원료성분이 분해되어 생성되는 당분, 아미노산, 유기산 등의 맛 성분과 효모나 젖산균 등의 미생물에 의한 알코올 발효로 휘발성 풍미 성분이 생성되어 색과 함께 품질의 조화를 이루

게 된다(3). 따라서 원료와 누룩을 달리하여 담금 막걸리의 품질특성이나 휘발성 향기성분에 대한 연구는 이미 많은 연구가 이루어져 있는 실정이나(3) 막걸리의 생리활성 및 기능성에 대한 연구로는 실험동물의 혈중지질 감소효과에 대한 연구(4)와 막걸리가 인체의 혈액성분에 미치는 효과에 대한 연구가 보고되었다(3-5). 최근 과채류를 첨가한 연구로는 유자(6), 흑마늘(7), 오이(8), 블루베리(9), 강낭콩(10) 등을 첨가한 막걸리가 있으며, 이들의 이화학적 특성을 조사한 결과 유자에 함유되어 있는 hesperidin, naringin 등과 오이의 풍부한 미네랄과 비타민과 같은 생리 활성물질 그리고 흑마늘과 블루베리, 강낭콩의 항산화성이 증가된 것으로 보고되었다(6-10).

비파나무(loquat)는 장미과의 상록교목으로서 타원상의 긴 난형의 잎과 향기가 좋은 백색의 꽃, 그리고 황색의 열매로서 과육의 발달된 형태에 따라 인과류로 분류한다(11). 비

*These two authors contributed equally to this work.

†Corresponding author. E-mail: carl@seoultech.ac.kr
Phone: 82-2-970-6737, Fax: 82-2-976-6460

파나무의 잎은 민간에서 엽차로 이용되어 왔으며, 열매는 과육이 연하고 즙이 많으며 당도가 높고 적당한 산미가 있어서 식용하기에 기호성이 매우 뛰어난 과실로, 동의보감이나 본초 강목에서는 비파나무의 잎이나 열매가 진해, 거담, 구토, 호흡진정, 갈증 등에 효능이 뛰어난 것으로 기록되어 있다(12). 최근까지 국내에서 연구된 비파의 기능성에 관한 보고로는 항암 작용(13), 당뇨병 치료 효과(14), 아질산염 소거 작용 및 항돌연변이 효과(15), 항균 효과 및 항산화 활성(16) 등이 있다.

본 연구에서는 다양한 생리활성이 있는 것으로 알려진 비파를 이용하여 건강 증진 효과가 향상된 기능성막걸리의 개발 가능성을 알아보려고 한다.

재료 및 방법

재료

막걸리 제조 원료로 여주 이천 쌀과 전남 완도 비파열매를 구입하여 사용하였다. 효모는 건조효모(Saf-Instant, Lille, France)를 사용하였고, 누룩은 누룩(Natural Food Soyulgok, Aansan, Korea)을 구매하여 사용하였다.

비파 막걸리 담금

본 연구에 사용된 막걸리는 쌀 2 kg을 세척하여 5시간 동안 물에 침지한 후, 체에 받쳐 60분 동안 물기를 제거하였다. 물기를 제거한 쌀을 찹솥에 넣고 100°C에서 50분 동안 증자하고 10분 뜸을 들인 후 고두밥을 만들었다. 대조군 실험군인 소울곡 막걸리는 고두밥을 빠르게 식히고 10 L의 유리병에 고두밥(2 kg), 효모(14 g), 누룩(400 g), 생수 5 L를 넣고 골고루 섞어주었다.

실험군인 비파 막걸리의 제조는 쌀 함량에 대한 1%, 3%, 5%, 7% 비파를 각각 첨가하였으며 보관은 incubator(DS-300-B1, Daesan E.N.G, Siheung, Korea)에서 25°C, 14일간 발효시키며 2일 간격으로 시료를 채취하여 실험하였다.

pH

pH 측정은 여과한 시료 5 mL를 넣어 pH meter(HI 8014, Hanna Instruments, Keysborough, Australia)로 총 3회 측정하였다.

산도

산도 측정은 국제청의 주류분석규정에 명시된 방법으로 측정하였다(17). 여과한 시료 10 mL에 phenolphthalein 지시약을 2~3방울 떨어트린 후 0.1 N NaOH 용액으로 담홍색이 나타날 때까지 적정하여 적정 소비량을 측정 후 시료중의 총산을 초산 함량(%)으로 측정하였다.

초산(%)=산도{a(적정량)×F(0.1 NaOH 역가)}×0.006×10

아미노산

아미노산 glycine 함량은 국제청의 주류분석규정(17)에

따라 참조하여, 총산을 측정된 시료 10 mL에 formalin 용액 5 mL를 가하여 아미노산을 유리시킨 후 0.1 N NaOH 용액으로 시료가 담홍색이 될 때까지 적정하여 적정 소비량을 측정 후 시료 중의 아미노산을 glycine으로 측정하였다.

$$\text{아미노산(\%)} = \{a(\text{적정량}) \times F(0.1 \text{ N NaOH 역가})\} \times 0.0075 \times 10$$

알코올

알코올 함량 측정은 메스실린더에 시료 100 mL를 취한 후 500 mL 삼각 플라스크에 옮긴 후 증류수 10 mL를 3회 나누어 시료를 담았던 100 mL 메스실린더에 씻은 후 그 액을 500 mL 삼각플라스크에 합친 후 알코올을 증류하였다. 증류 액이 70 mL가 되면 중지하고 증류수를 30 mL를 보충하여 메스실린더 눈금이 100 mL까지 정용한 후 주정계로 측정하여 주류분석법에 의해서 0.1도당 알코올 분 온도 환산표를 통해 측정하였다(17).

환원당

환원당 함량측정은 DNS(dinitrosalicylic acid)법으로 측정하였다(18). 막걸리 시료 1 mL를 500 mL 정용 플라스크에 넣고 증류수로 500배 희석한 후 1 mL를 취한 후 DNS reagent 1 mL를 혼합한 후 끓는 물에서 15분 동안 증탕 후 암실 안에서 상온방치 후 증류수 3 mL를 넣어 spectrometer(UV-2101(PC)S, Shimadzu Corp., Kyoto, Japan)를 사용하여 546 nm에서 광도를 측정하였다. 당 정량은 glucose를 표준물질로 사용하여 표준 곡선으로 환산하였다.

총당

총당 함량측정은 phenol-sulfuric acid법으로 측정하였다(18). 막걸리 시료 1 mL를 증류수로 1,000배 희석한 후 그 중에서 2 mL를 취한 후 5% phenol 용액 1 mL를 넣고 혼합시켰다. 여기에 95% 황산 5 mL 천천히 가하여 발열시킨 후 30분 동안 암실 안에서 상온방치 후 spectrometer를 이용하여 470 nm에서 흡광도를 측정하였다. 당 정량은 glucose를 표준물질로 사용하여 표준 곡선에서 환산하였다.

총균수

총균수 측정은 막걸리 시료를 균일하게 섞어 1 mL를 멸균한 생리 식염수에 10진 희석법에 따라 희석하고 희석된 시료 1 mL와 plate count agar(pancreatic digest of casein 5 g, yeast extract 2.5 g, dextrose 1 g, agar 15 g, distilled water 1 L; Difco Co., Detroit, MI, USA) 20 mL를 petri dish에 균일하게 잘 혼합한 후 37°C에서 24~48시간 동안 배양한 후 총균수를 계수하였다.

효모수

효모수 측정은 막걸리 시료를 균일하게 섞어 1 mL를 멸균한 생리 식염수에 10진 희석법에 따라 희석하고 희석된 시료 1 mL와 potato dextrose agar(potato starch 4 g, dextrose 20 g, agar 15 g, distilled water 1 L; Difco Co.) 20 mL를

petri dish에 균일하게 혼합한 후 25°C에서 120시간 동안 배양한 후 효모수를 계수하였다.

색도

색도 측정은 색차계(CR-400, Konica Minolta, Osaka, Japan)를 이용하여 측정하였다. 먼저 기기의 측정경에 표준색판을 이용하여 보정하였고 시료를 원형 cell에 넣어 측정하여 L(명도, lightness), a(적색도, redness), b(황색도, yellowness) 값으로 나타내었다.

관능검사

관능검사는 색, 단맛, 신맛, 쓴맛, 향, 목넘김, 전반적 기호도의 항목으로 7점 척도법으로 서울과학기술대학교 학생 30명을 선정하여 관능평가를 실시하였다.

통계분석

모든 값은 SPSS Version 18.0 package program(SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 이용하여 각 시험구의 평균과 표준편차를 산출하고 Duncan법을 이용하여 각 시험구 간의 유의차를 5%($p < 0.05$) 유의수준에서 검증하였다.

결과 및 고찰

발효 중의 pH 변화

막걸리의 pH는 발효과정 중 품질 정도를 알 수 있는 중요한 자료일 뿐만 아니라 알코올 발효과정에서 발효 정도 또는 과정을 예측할 수 있는 지표성분이다(6). 술덧 발효 중 pH를 2일 간격으로 총 15일 동안 측정된 결과는 Fig. 1에 나타내었다. 담금 직후 pH는 6.49~6.83의 값을 나타내고 그 후부터 모든 실험구가 5일째까지 점차 감소하다 증가하는 경향을 보였다. 담금 직후 5일째에 대조군 3.31, 비파 1% 첨가군 3.24, 3% 첨가군 3.17, 5% 첨가군 3.18, 7% 첨가군은 3.25를 나타냈고 이후 소폭 증가하였다. 발효 7일째부터 발효 마지막 날인 15일째까지는 큰 증가 없이 거의 일정한 수준의 pH를 나타내었고 최종 pH는 3.91~4.05의 값을 나타냈다. 최종 pH는 대조군에 비해 비파열매 첨가량에 따른 유의적 차이는

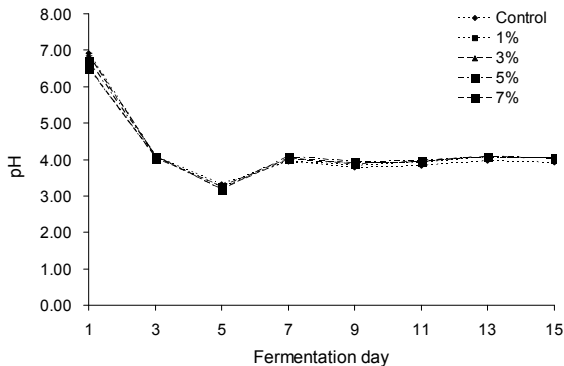


Fig. 1. Changes in pH of Makgeolli added control, 1, 3, 5 and 7% of *Eriobotrya japonica* Lindley during fermentation period.

나타나지 않았다. 막걸리의 pH는 발효과정 중 생성되는 산성 물질에 의해 영향을 받는다(6). 이는 탁주의 성분변화를 알 수 있는 요인이고 알코올 생성과정에서 복합적으로 생성되어 탁주의 발효진행 상황도 짐작할 수 있는 중요한 지표성분이다(7). 담금 직후부터 발효 5일째까지 pH가 감소하다 7일째까지 증가하는 이유는 발효 기간이 경과함에 따라 원료나 술덧에 생육하는 미생물이 작용하여 유기산의 생성량의 변화로 담금 직후보다 pH가 저하된 것으로 보인다(19). 또한 백미와 같은 도정미는 산성을 띠고 현미, 보리, 울무, 조 등과 같은 통곡물의 경우는 중성을 띠므로 백미로 이루어져 있는 입국을 사용한 막걸리의 경우 누룩을 사용한 막걸리보다 담금 초기의 pH는 더 낮을 것으로 예상된다(19).

발효 기간 중 총산 함량의 변화

총산 함량은 탁주의 풍미와 보존성에 영향을 주는 중요한 성분 중의 하나이다(7). 비파를 첨가하여 발효한 막걸리의 발효기간 중 총산 함량의 변화는 Fig. 2와 같다. 총산 함량은 담금 직후에 0.02~0.06%로 각 샘플들 간에 유의적 차이는 없었으며, 비교적 낮은 함량을 보이다가 발효 2일째부터 3일째까지 급격히 증가했고 5일째까지는 상승을 보여 발효 5일째에 대조군 0.71%, 비파 1% 첨가군 0.75%, 3% 첨가군 0.79%, 5% 첨가군 0.81%이며 7% 첨가군 0.86%로 비파가 증가됨에 따라 산도가 증가됨이 나타났다. 비파 첨가군 5와 7%에서는 대조군에 비해서 유의적 차이를 보여주었다. 발효 7일째 총산 함량은 감소되어 대조군 0.65%, 비파 1% 첨가군 0.67%, 3% 첨가군 0.73%, 5% 첨가군 0.75%, 7% 첨가군 0.78%로 비파 첨가량이 증가됨에 따라 산도의 증가가 유의적으로 증가됨을 보였다. 그 후 발효 15일째까지 대조군의 총산 함량이 서서히 증가하나 비파 첨가군은 9일 이후부터 15일째까지 비슷한 총산 함량 보여 주었다. 총산 함량은 담금 직후에는 원료 중의 유기산이 주로 관여하나 발효가 점차 진행되면서 젖산이나 효모의 발효로 생성되는 유기산의 영향으로 인해 총산 함량이 점차 증가하게 된다(6,20). 이렇게 생성된 유기산이 생성된 알코올 등과 반응하여 ester와 같은

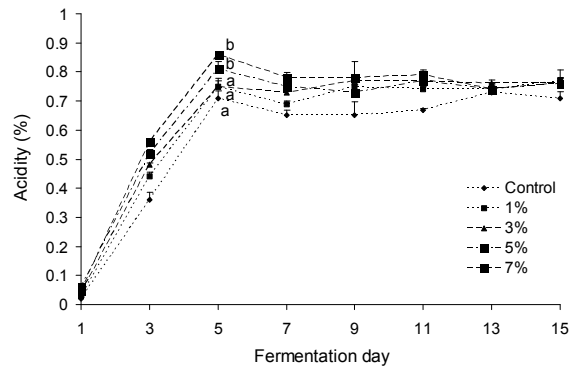


Fig. 2. Changes in acidity of Makgeolli added control, 1, 3, 5 and 7% of *Eriobotrya japonica* Lindley during fermentation period. Values are mean ± standard deviations of triplicate determination. Different superscript in a column (a,b) are significant differences ($p < 0.05$).

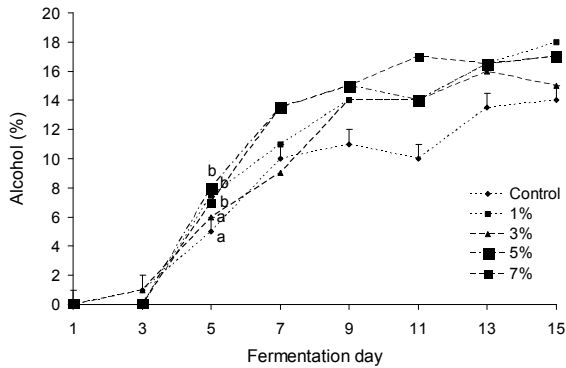


Fig. 3. Changes in alcohol of Makgeolli added control, 1, 3, 5 and 7% of *Eriobotrya japonica* Lindley during fermentation period. Values are mean \pm standard deviations of triplicate determination. Different superscript in a column (a,b) are significant differences ($p < 0.05$).

향미성분의 형성 등에 이용되므로 후기에는 감소된다고 보고되어 있다(21).

발효 기간 중 알코올 함량의 변화

알코올 함량은 막걸리의 주질을 결정하는데 중요한 요소 중 하나로 약주의 보존성이나 향미에 영향을 주는 중요한 성분으로 보고되어 있는데 알코올 발효는 누룩에 의해 당화된 당을 효모가 분해시키는 과정에서 에탄올이 만들어져 알코올 함량이 높아지게 된다(8,22). 따라서 발효가 많이 진행될수록 알코올 함량이 증가하게 되며 담금 후 기포 발생의 유무로 알코올 발효가 진행되고 있음을 알 수 있다. 막걸리 발효 과정 중 술덧의 알코올 함량 변화는 Fig. 3에서와 같이 나타났다. 담금 직후 모든 군에서 0%로 나타났고 발효 5일부터는 비파 첨가량이 1%, 3%, 5%, 그리고 7%일 때 각각 7.5, 6.0, 8.0, 그리고 7.0%의 알코올 함량을 보여 주었다. 발효 5일부터 발효 최종일 15일까지 막걸리의 알코올 함량은 계속 증가되었으며 최종 알코올 함량은 대조군 14%, 비파 1% 첨가군 17%, 비파 3% 첨가군 16%, 비파 5% 첨가군 17%, 비파 7% 첨가군 17%로 나타났다. 알코올 함량이 다른 이유는 비파에 함유되어 있는 당이나 유기산 등으로 인해서 미생물 발효와 알코올 생성 등이 촉진되었기 때문으로 보인다. 이와 같은 실험 결과는 Han 등(21) 및 Jo 등(23)이 발효 8일경에 최대 함량을 나타내었다는 결과와 유사하였으나 알코올 함량에는 다소의 차이를 나타내었다. 이는 사용한 원료 및 주모 등에 의한 영향으로 판단되었고, 누룩 중의 amylase 작용으로 전분질이 당분으로 분해되면서 효모발효로 일정 기간까지 탁주 술덧 중의 에탄올 함량은 상승되었다(21). 비파의 당 성분이 에탄올 생성과정에 기여되기 때문에 비파 함량이 증가됨에 따라 알코올 함량이 증가가 되는 것으로 보인다.

발효 기간 중 아미노산 함량의 변화

비파열매 술덧 발효 후 아미노산을 측정된 결과는 Fig. 4와 같다. 담금 직후 아미노산의 함량 변화는 대조군이 0.05

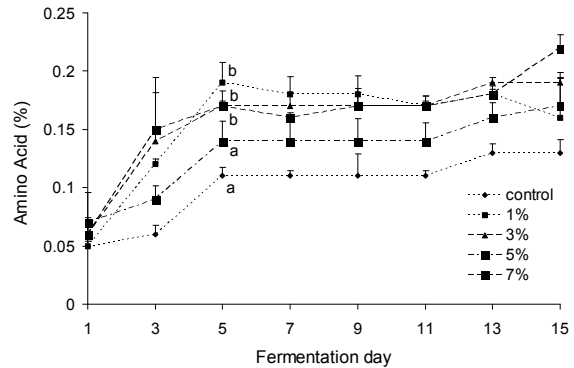


Fig. 4. Changes in amino acid of Makgeolli added control, 1, 3, 5 and 7% of *Eriobotrya japonica* Lindley during fermentation period. Values are mean \pm standard deviations of triplicate determination. Different superscript in a column (a,b) are significant differences ($p < 0.05$).

%이며 비파 열매 첨가량이 1, 3, 5, 그리고 7%일 때 각각 0.05, 0.06, 0.07 그리고 0.06%로 나타났다. 이는 첨가한 효모나 누룩에 의한 균체에 기인된 것으로 보이며(6), 발효 5일에는 대조군에서 0.11%이고 비파 1% 첨가군에서는 0.19%이고 비파 3% 첨가군에서는 0.17%, 비파 5% 첨가군에서는 0.14%, 비파 7% 첨가군에서는 0.17%로 비파 첨가군은 대조군에 비해 아미노산의 함량이 유의적으로 증가됨을 보였다. 아미노산 함량이 발효 15일까지 서서히 증가된 경향을 보였으며 대조군에서는 0.13%이고 비파 1% 첨가군에서는 0.16%, 비파 3% 첨가군에서는 0.19%, 비파 5% 첨가군에서는 0.17%, 비파 7% 첨가군에서는 0.22%로 서서히 증가하였다. 대조군에 비해서 비파 첨가군의 아미노산의 함량이 높은 이유는 비파 단백질과 누룩의 발효과정 중 미생물이 생산하는 acid protease와 peptidase 등의 효소 작용으로 분해되어 아미노산이 생성되어 막걸리의 감칠맛 및 아미노산 함량에 영향을 준 것으로 보여준다(21). 이와 같은 결과는 누룩 종류를 달리 하여 담금한 탁주 발효 과정 중 술덧의 품질특성과 유사한 결과를 보여주었다(21).

발효 기간 중 총당 함량의 변화

당은 환원당과 비환원당으로 나눌 수 있으며 이를 합하여 총당이라고 한다. 비파열매를 첨가한 막걸리의 발효 기간 중 총당 함량의 변화는 Fig. 5와 같다. 담금 직후 총당의 함량은 대조군에서는 8.65%, 비파 1% 첨가군에서는 9.90%, 비파 3% 첨가군에서는 10.81%, 비파 5% 첨가군에서는 13.95%, 비파 7% 첨가군에서는 15.89%이었으며, 발효 3일에는 급격히 증가하여 발효 3일에 대조군에서는 15.43%, 비파 1% 첨가군에서는 16.28%, 비파 3% 첨가군에서는 20.38%, 비파 5% 첨가군에서는 20.54%, 비파 7% 첨가군에서는 22.19%으로 비파 7% 첨가군에서 가장 높은 값이 나타났다. 발효 5일에서부터 총당과 환원당이 비슷한 경향으로 감소되어 최종 15일까지 서서히 감소되었다. 발효 15일째 대조군에서는 3.97%, 비파 1% 첨가군에서는 7.14%, 비파 3% 첨가군에서

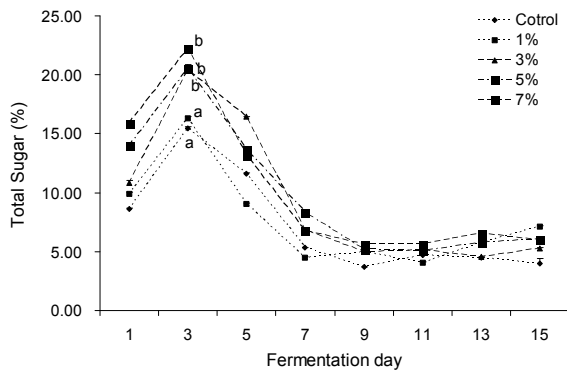


Fig. 5. Changes in total sugar of Makgeolli added control, 1, 3, 5 and 7% of *Eriobotrya japonica* Lindley during fermentation period. Values are mean±standard deviations of triplicate determination. Different superscript in a column (a,b) are significant differences (p<0.05).

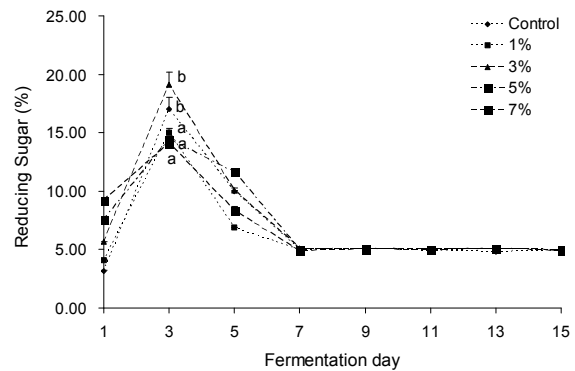


Fig. 6. Changes in reducing sugar of Makgeolli added control, 1, 3, 5 and 7% of *Eriobotrya japonica* Lindley during fermentation period. Values are mean±standard deviations of triplicate determination. Different superscript in a column (a,b) are significant differences (p<0.05).

는 5.27%, 비파 5% 첨가군에서는 6.02%, 비파 7% 첨가군에서는 5.98%를 보여주었다. 당화 amylase 작용으로 원료의 전분질은 당분으로 분해되고 동시에 효모의 영양원이나 발효기질로 이용되므로 발효 후기의 총 당 함량이 감소하였다는 결과와 일치하였으며(24), 발효초기에는 증가하다가 급격히 감소하였다는 보고와도 유사하였다(6).

발효 기간 중 환원당 함량의 변화

환원당이란 반응성이 있는 알데히드기와 케톤기를 갖고 금속염 알칼리 용액을 환원시키는 단당류와 이당류의 총칭이며 설탕을 제외한 과당, 포도당 그리고 맥아당 등이 이에 속한다(10). 또한 환원당은 알코올 발효의 기질로 이용되며, 감미도에 영향을 주는 중요한 성분이다(10). 비파 열매 첨가량을 달리하여 제조한 막걸리의 발효과정 중 환원당 변화는 Fig. 6과 같다. 담금 직후의 환원당 함량은 대조군에서는 3.17%, 비파 1% 첨가군에서는 4.08%, 비파 3% 첨가군에서는 4.08%, 비파 5% 첨가군에서는 5.66%, 비파 7% 첨가군에서는 9.19%이었고 담금 직후 3일에 대조군에서는 16.99%, 비파 1% 첨가군에서는 15.04%, 비파 3% 첨가군에서는 19.08%, 비파 5% 첨가군에서는 14.41%, 비파 7% 첨가군에서는 14.06%로 나타났다. 5일 이후 감소하여 발효 15일 서서히 감소하였다. 최종일까지는 4.91~4.97% 값을 나타내며

대조군과 비파 첨가군간의 유의적 차이는 보이지 않았다. 탁주 술덧 중 총 당 및 환원당의 변화는 미생물의 생육과 밀접한 상관관계를 보였으며, 환원당 변화는 알코올 발효로 인한 당분의 소비로 급격히 감소된 것으로 여겨지며 Lee(25)의 결과와 비슷한 경향을 보였다.

발효 기간 중 미생물수의 변화

비파 열매 첨가량을 달리하여 제조한 막걸리의 발효과정 중 총균수의 변화는 Table 1과 같다. 총균수의 변화량을 살펴보면 담금 직후 대조군에서는 $37.5 \pm 3.5 \times 10^9$, 비파 1% 첨가군에서는 $13.0 \pm 1.4 \times 10^9$, 비파 3% 첨가군에서는 $31.0 \pm 7.1 \times 10^9$, 비파 5% 첨가군에서는 $6.0 \pm 4.2 \times 10^9$, 비파 7% 첨가군에서는 $89.0 \pm 7.0 \times 10^9$ 으로 비파 7% 첨가군 막걸리에서 가장 높은 총균수가 나왔다. 발효 3일째 대조군에서는 $799.0 \pm 199.4 \times 10^{11}$, 비파 1% 첨가군에서는 $17.3 \pm 2.1 \times 10^9$, 비파 3% 첨가군에서는 $132.0 \pm 28.2 \times 10^9$, 비파 5% 첨가군에서는 $187.5 \pm 20.5 \times 10^{10}$, 비파 7% 첨가군에서는 $540.7 \pm 123.8 \times 10^{10}$ 으로 $799.0 \pm 199.4 \times 10^{11}$ 의 대조군이 가장 높은 수치를 보였다. 5일째 비파 첨가한 막걸리의 1%, 3%, 5%, 7%와 대조군 모두 급격히 감소하는 경향을 보였다. 발효 15일째 대조군에서는 $23.7 \pm 6.5 \times 10^3$, 비파 1% 첨가군에서는 $86.7 \pm 10.5 \times 10^3$, 비파 3% 첨가군에서는 $43.0 \pm 3.5 \times 10^3$, 비파 5% 첨가군

Table 1. Changes in microbial cell counts of Makgeolli added 0, 1, 3, 5 and 7% of *Eriobotrya japonica* Lindley during fermentation period

Day	<i>Eriobotrya japonica</i> Lindley (%)				
	0	1	3	5	7
1	$37.5 \pm 3.5 \times 10^{9b}$	$13.0 \pm 1.4 \times 10^{9b}$	$31.0 \pm 7.1 \times 10^{9b}$	$6.0 \pm 4.2 \times 10^{9b}$	$89.0 \pm 7.0 \times 10^{9a}$
3	$799.0 \pm 199.4 \times 10^{11a}$	$17.3 \pm 2.1 \times 10^{9b}$	$132.0 \pm 28.2 \times 10^{9b}$	$187.5 \pm 20.5 \times 10^{10b}$	$540.7 \pm 123.8 \times 10^{10a}$
5	$47.5 \pm 16.2 \times 10^{3a}$	$21.0 \pm 4.2 \times 10^{3ab}$	$7.5 \pm 0.7 \times 10^{4b}$	$7.5 \pm 0.7 \times 10^{4b}$	$10.3 \pm 2.1 \times 10^{4b}$
7	$108.0 \pm 4.2 \times 10^{3b}$	$82.3 \pm 13.7 \times 10^{3b}$	$199.0 \pm 4.2 \times 10^{4a}$	$37.5 \pm 10.6 \times 10^{4c}$	$21.5 \pm 3.5 \times 10^{4c}$
9	$29.3 \pm 4.2 \times 10^{3c}$	$32.0 \pm 2 \times 10^{3c}$	$44.7 \pm 8.0 \times 10^{2c}$	$72.5 \pm 0.7 \times 10^{2b}$	$101.0 \pm 5.7 \times 10^{3a}$
11	$29.3 \pm 4.2 \times 10^{3cd}$	$18.0 \pm 1 \times 10^{3cd}$	$111.0 \pm 14.1 \times 10^{2b}$	$48.3 \pm 3.8 \times 10^{1c}$	$132.0 \pm 9.5 \times 10^{2a}$
13	$7.67 \pm 2.1 \times 10^{3c}$	$70.3 \pm 9.6 \times 10^{3b}$	$24.7 \pm 4.7 \times 10^{3c}$	$11.5 \pm 0.7 \times 10^{3c}$	$427.0 \pm 20.2 \times 10^{2a}$
15	$23.7 \pm 6.5 \times 10^{3bc}$	$86.7 \pm 10.5 \times 10^{3a}$	$43.0 \pm 3.5 \times 10^{3b}$	$18.7 \pm 7.4 \times 10^{3c}$	$83.7 \pm 9.6 \times 10^{3a}$

Values are mean±standard deviations of triplicate determination. Different superscript in a column (a-d) are significant differences (p<0.05).

Table 2. Changes in mold colony counts of Makgeolli added 0, 1, 3, 5 and 7% of *Eriobotrya japonica* Lindley during fermentation period

Day	<i>Eriobotrya japonica</i> Lindley (%)				
	0	1	3	5	7
1	84.33±3.79×10 ^{8b}	56.00±1.00×10 ^{8c}	5.67±2.31×10 ^{8e}	21.00±8.88×10 ^{8d}	257.67±7.23×10 ^{8a}
3	255.00±5.57×10 ^{10b}	312.33±2.52×10 ^{10a}	36.00±3.61×10 ^{10e}	70.00±2.00×10 ^{10d}	208.33±3.21×10 ^{10c}
5	35.67±4.04×10 ^{3b}	37.67±4.51×10 ^{3b}	31.33±3.21×10 ^{3b}	40.33±2.52×10 ^{3b}	211.00±9.54×10 ^{3a}
7	30.33±7.37×10 ^{3a}	39.33±2.52×10 ^{3a}	45.00±2.65×10 ^{3a}	52.33±2.52×10 ^{3a}	34.67±3.06×10 ^{3a}
9	34.67±3.06×10 ^{3a}	31.67±3.51×10 ^{3a}	42.33±2.52×10 ^{3a}	36.67±4.16×10 ^{3a}	30.67±17.21×10 ^{3a}
11	32.00±2.00×10 ^{3a}	34.67±3.06×10 ^{3a}	46.00±5.29×10 ^{3a}	40.33±2.08×10 ^{3a}	35.67±4.73×10 ^{3a}
13	33.00±3.61×10 ^{3a}	32.67±0.58×10 ^{3a}	32.67±1.53×10 ^{3a}	36.33±6.03×10 ^{3a}	37.33±5.03×10 ^{3a}
15	32.00±2.00×10 ^{3a}	33.67±2.89×10 ^{3a}	41.67±2.89×10 ^{3a}	34.67±2.52×10 ^{3a}	40.00±8.00×10 ^{3a}

Values are mean±standard deviations of triplicate determination. Different superscript in a column (a-e) are significant differences (p<0.05).

에서는 18.7±7.4×10³, 비파 7% 첨가군에서는 83.7±9.6×10³으로 대조군보다 다소 높게 나타났다. 이와 같은 분석은 Lee(26)의 연구와 비슷한 경향을 같이 하고 있다.

비파 열매 첨가량을 달리하여 제조한 막걸리의 발효과정 중 효모수의 변화는 Table 2와 같다. 효모수의 변화량을 살펴보면 발효 1일째 대조군에서는 84.33±3.79×10⁸, 비파 1% 첨가군에서는 56.00±1.00×10⁸, 비파 3% 첨가군에서는 5.67±2.31×10⁸, 비파 5% 첨가군에서는 21.00±8.88×10⁸, 비파 7% 첨가군에서는 257.67±7.23×10⁸으로 비파 7% 첨가군에서 가장 높게 나왔으며, 발효 3일째 대조군에서는 255.00±5.57×10¹⁰, 비파 1% 첨가군에서는 312.33±2.52×10¹⁰, 비파 3% 첨가군에서는 36.00±3.61×10¹⁰, 비파 5% 첨가군에서는

70.00±2.00×10¹⁰, 비파 7% 첨가군에서는 208.33±3.21×10¹⁰으로 비파 1% 첨가군에서 가장 높은 수치인 312.33±2.52×10¹⁰으로 증가하였고 이후 발효 5일째 대조군과 비파 첨가군 시료에서 급격히 감소하여 발효 15일 비파 3% 첨가군에서 41.67±2.89×10³으로 가장 높게 나타났다. 이와 같은 분석결과는 개량누룩 술덧이 다른 술덧보다 초기의 효모수가 높고 후기의 감소로 이어진다는 Koo(27)의 연구와 비슷한 경향을 나타냈다.

발효 기간 중 색도 변화

비파 열매를 달리하여 제조한 막걸리의 발효 과정 중 색도의 변화는 Table 3과 같다. 막걸리의 밝기를 나타내는 L값은 비파 열매의 첨가량에 관계없이 모든 시료에서 발효 3일까

Table 3. Changes in color of Makgeolli added 0, 1, 3, 5 and 7% of *Eriobotrya japonica* Lindley during fermentation period

Day		<i>Eriobotrya japonica</i> Lindley (%)					
		0	1	3	5	7	
1	L (lightness)	70.40±0.01 ^a	61.91±0.02 ^b	58.58±0.02 ^c	58.37±0.03 ^d	57.73±0.02 ^e	
3		65.79±0.04 ^a	61.58±0.05 ^b	58.11±0.01 ^c	60.16±0.02 ^c	58.58±0.03 ^d	
5		65.83±0.02 ^a	62.09±0.05 ^b	58.73±0.00 ^d	60.96±0.00 ^c	58.48±0.06 ^e	
7		65.59±0.02 ^a	62.82±0.03 ^b	62.60±0.05 ^c	61.34±0.03 ^d	57.71±0.06 ^e	
9		57.08±0.00 ^c	60.49±0.08 ^b	60.77±0.08 ^a	60.83±0.07 ^a	60.89±0.07 ^a	
11		63.77±0.02 ^a	60.62±0.05 ^b	60.35±0.02 ^c	58.23±0.03 ^e	58.57±0.02 ^d	
13		64.36±0.06 ^a	62.55±0.07 ^b	58.62±0.05 ^c	54.01±0.02 ^e	54.50±0.01 ^d	
15		43.87±0.09 ^c	62.68±0.11 ^a	55.86±0.11 ^b	52.32±0.04 ^d	53.92±0.06 ^c	
1		a (redness)	-0.66±0.05 ^c	-0.37±0.03 ^d	1.63±0.12 ^c	2.21±0.00 ^b	2.92±0.09 ^a
3			-1.87±0.09 ^e	-0.78±0.19 ^d	0.92±0.03 ^c	1.90±0.06 ^b	2.72±0.12 ^a
5			-0.56±0.13 ^c	-0.13±0.09 ^d	2.34±0.26 ^c	2.80±0.00 ^b	4.66±0.08 ^a
7			-1.39±0.08 ^e	-1.13±0.10 ^d	0.08±0.06 ^c	2.19±0.06 ^b	2.71±0.15 ^a
9			-2.26±0.00 ^e	-1.31±0.03 ^d	-0.80±0.11 ^c	1.03±0.06 ^b	1.49±0.09 ^a
11			-1.21±0.08 ^c	-1.12±0.21 ^c	-1.41±0.12 ^c	-0.10±0.10 ^b	1.99±0.27 ^a
13			-0.89±0.12 ^d	-0.78±0.03 ^d	0.74±0.10 ^c	1.57±0.10 ^b	1.99±0.06 ^a
15	-1.74±0.04 ^d		0.70±0.05 ^c	2.22±0.15 ^b	2.49±0.11 ^b	3.19±0.14 ^a	
1	b (yellowness)		16.15±0.09 ^e	18.69±0.04 ^d	21.44±0.03 ^c	23.44±0.04 ^b	26.57±0.07 ^a
3			11.64±0.05 ^e	14.73±0.11 ^d	21.50±0.09 ^c	22.77±0.03 ^b	27.02±0.06 ^a
5			16.11±0.09 ^e	19.54±0.11 ^d	20.12±0.20 ^c	23.17±0.00 ^b	27.17±0.20 ^a
7			13.68±0.04 ^e	16.65±0.10 ^d	25.02±0.00 ^c	29.23±0.03 ^b	29.70±0.05 ^a
9			9.78±0.00 ^e	15.89±0.07 ^c	15.63±0.05 ^d	24.70±0.09 ^b	27.66±0.06 ^a
11			4.60±0.03 ^c	19.76±0.09 ^d	20.55±0.02 ^c	21.83±0.08 ^b	23.15±0.03 ^a
13			15.80±0.06 ^e	19.68±0.04 ^d	25.07±0.11 ^c	28.45±0.11 ^a	27.40±0.09 ^b
15		9.61±0.03 ^e	25.25±0.08 ^d	30.21±0.09 ^c	31.82±0.08 ^b	33.12±0.11 ^a	

Values are mean±standard deviations of triplicate determination. Different superscript in a column (a-e) are significant differences (p<0.05).

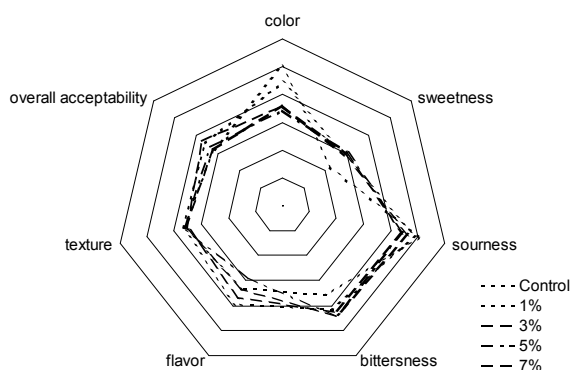


Fig. 7. Sensory evaluation of Makgeolli with different levels of *Eriobotrya japonica* Lindley.

지 급격히 상승하였고 발효 기간이 경과함에 따라 감소하는 경향을 보였다. 육안으로도 막걸리의 밝기는 시간이 지날수록 어두워졌다. 적색도를 나타내는 a값은 대조군에 비해 비과열매를 첨가할수록 적색도는 증가한다. 황색도를 나타내는 b값은 적색도와 비슷한 결과 값을 나타내어 비과첨가량이 높을수록 적색도와 황색도가 높아지는 경향을 보였다.

관능검사

비과 열매를 첨가하여 만든 막걸리의 관능검사 결과는 Fig. 7에 나타났다. 색은 대조군에서, 단맛은 비과 5% 첨가군에서 기호도가 높게 나왔고 신맛은 대조군에서 기호도가 높았으며, 쓴맛은 비과 7% 첨가군에서 기호도가 높게 나왔으며 비과첨가량이 증가할수록 기호도도 증가하였다. 향은 비과 1% 첨가군에서 높게 나왔으며, 목넘김은 비과 1% 첨가군 그리고 전반적인 기호도는 비과 3% 첨가군에서 가장 높게 나타났다. 비과 첨가량이 5% 이상 증가할수록 기호도가 더 낮아지는 경향을 보였다. 관능적인 기호도를 볼 때 비과 3% 첨가군이 가장 적합하다고 판단되었다.

요 약

비과열매를 첨가하여 제조한 막걸리의 최적 첨가량을 확정하기 위하여 비과열매를 각각 1%, 3%, 5%, 7%를 첨가하여 제조한 막걸리의 발효 중 이화학적 특성과 관능적 특성을 조사하였다. pH는 모든 실험군에서 발효 3일에 pH가 현저히 낮아지는 경향을 보였으며, 최종 pH는 3.91~4.05였다. 총산도는 담금 직후 발효 3일까지 급격히 증가하였으며 대조군에 비해서 비과를 첨가함에 따라 총 산도가 증가되었고 발효 15일에는 0.71~0.76%로 나타났다. 아미노산은 비과첨가량이 증가함에 따라 높았으며 발효 15일에는 0.13~0.22%로 나타났다. 총당과 환원당은 발효가 진행됨에 따라 감소되었으나 대조군에 비해서 비과 첨가군이 유의적으로 높았다. 알코올은 발효 15일까지 증가하였으며 비과 첨가군이 대조군에 비해서 알코올 함량이 높았다. 총균 및 효모수는 모든 시험구가 발효 3일째 최대값을 나타내었고 이후 5일째에는

급격히 감소하였다. 관능검사 평가결과는 종합적 기호도가 비과 3% 첨가군에서 가장 우수하게 나타났고, 막걸리의 관능적 품질을 높이기 위하여 식품 첨가제로서 효과적으로 사용할 수 있으며 비과의 이용도를 증진시킬 수 있다.

감사의 글

이 연구는 서울과학기술대학교 교내 학술연구비 지원으로 수행되었습니다.

문 헌

1. Wang SJ, Lee HJ, Cho JY, Jang MY, Park KH, Moon JH. 2012. Inhibition effect against the rat blood plasma oxidation of the *Makgeolli* (*Takju*) Korean rice wine. *Korean J Food Preserv* 19: 116-222.
2. Jeong JW, Park KJ, Kim MH, Kim DS. 2006. Changes in quality of spray-dried and freeze-dried *Takju* powder during storage. *Korean J Food Sci Technol* 38: 513-520.
3. Han EH, Lee TS, Noh BS, Lee DS. 1997. Volatile flavor components in mash of *takju* prepared by using different *nuruks*. *Korean J Food Sci Technol* 29: 563-570.
4. Kim MH, Kim WH, Bae SJ. 2001. The effects of *Makgeolli* on serum lipid concentration in male rats. *J Nat Sci Silla Univ* 9: 73-84.
5. Shin MO, Kim MH, Bae SJ. 2010. The effect of *Makgeolli* on blood flow, serum lipid improvement and inhibition of ACE *in vitro*. *J Life Sci* 20: 710-716.
6. Yang HS, Hwang SJ, Lee SH, Eun JB. 2011. Fermentation characteristics and sensory characteristics of *Makgeolli* with dried citron (*Citrus junos* SIEB ex TANAKA) peel. *Korean J Food Sci Technol* 43: 603-610.
7. Kim GM, Jung WJ, Shin JH, Kang MJ, Sung NJ. 2011. Preparation and quality characteristics of *Makgeolli* made with black garlic extract and *Sulgidduk*. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 40: 759-766.
8. Kim SG, Kim EK, Yoon SG, Jo NJ, Jung SK, Kwon S, Chang YH, Jeong YH. 2011. Physicochemical and microbial properties of Korean traditional rice wine, *Makgeolli*, supplemented with cucumber during fermentation. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 40: 223-228.
9. Jeon MH, Lee WJ. 2011. Characteristics of blueberry added *Makgeolli*. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 40: 444-449.
10. Park SS, Yoon JA, Kim JJ. 2010. Quality properties of *Takju* (rice wine) added with kidney bean. *J East Asian Soc Dietary Life* 20: 575-581.
11. Bae YI, Shim KH. 1998. Nutrition components in different parts of Korean loquat (*Eriobotrya japonica* Lindl.). *Korean J Postharvest Sci Technol* 5: 57-63.
12. Lee BY, Park EM, Kim EJ, Choi HD, Kim IH, Hwang JB. 1996. Analysis of chemical components of Korean loquat (*Eriobotrya japonica* Lindl.) fruit. *Korean J Food Sci Technol* 28: 428-432.
13. Lee CK, Park SW, Chung HY, Young HS, Suh SS, Park KY. 1991. Mechanism of antitumor effect of ursolic acid from *Eriobotrya japonica*. *J Korean Cancer Assoc* 23: 206-210.
14. Jeong JC, Jeong CH, Yoon CH, Kim CH. 1997. Effect of *eriobotryae folium* extract on glucokinase and hexokinase activities of alloxan-induced diabetes mellitus mice. *Dong-guk J Inst Oriental Med* 6: 151-161.

15. Bae YI, Jeong CH, Shim KH. 2002. Nitrite-scavenging and antimutagenic effects of various solvent extract from different parts of loquat (*Eriobotrya japonica*, Lindl.). *Korean J Food Preserv* 9: 92-96.
16. Bae YI, Chung YC, Shim KH. 2002. Antimicrobial and anti-oxidant activities of various solvent extract from different parts of loquat (*Eriobotrya japonica*, Lindl.). *Korean J Food Preserv* 9: 97-101.
17. NTSTSI. 2008. *Manufacturing guideline of takju and yakju*. National Tax Service Technical Service Institute, Seoul, Korea. p 195-198.
18. Kim JY, Yi YH. 2010. pH, acidity, color, amino acids, reducing sugars, total sugars, and alcohol in puffed millet powder containing millet *Takju* during fermentation. *Korean J Food Sci Technol* 42: 727-732.
19. Kim CA, Lee WG, Lee IS, Wang MH. 2008. Changes of physicochemical, sensory and antioxidant activity characteristics in rice wine, *yakju* added with different ratio of *Codonopsis lanceolata*. *Korean J Food Sci Technol* 40: 201-206.
20. Lee ST, Kim MB, Song GW, Choi SU, Lee HJ, Heo JS. 2000. Effect of *Dunggulle* (*Polygonatum odoratum*) extracts on quality of *Yakju*. *Korean J Postharvest Sci Technol* 7: 262-266.
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.
22. Lee DH, Park WJ, Lee BC, Lee JC, Lee DH, Lee JS. 2005. Manufacture and physiological functionality of Korean traditional wine by using *Gugija* (*Lycii fructus*). *Korean J Food Sci Technol* 37: 789-794.
23. Jo YH, Sung NK, Chung DH, Yun HD. 1979. Microbiological Studies on the rice makkulli. (Part 1) Utilization of rice makkulli koji with the isolated strain M-80. *Korean J Appl Microbial Bioeng* 7: 217-223.
24. Jin TY, Wang MH, Yin Y, Eun JB. 2008. Effect of *Citrus junos* peel on the quality and antioxidant activity of traditional rice wine, *Jinyangju*. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 37: 76-82.
25. Lee HW. 2008. Studies on *Takju* brewing with birch sap. *MS Thesis*. Graduate School of Industry and Engineering Seoul National University of Technology, Seoul, Korea.
26. Lee YS. 1998. Improvement in the quality of *takju* by a modified *nuruk*. *MS Thesis*. Dongguk University, Seoul, Korea.
27. Koo HM. 2012. Quality characteristics of Makgeolli added with *Polygonatum odoratum*. *MS Thesis*. Myongji University, Seoul, Korea.

(2013년 2월 7일 접수; 2013년 4월 19일 채택)