

Quality characteristics of oriental melon *Makgeolli* using uncooked rice by oriental melon concentrate

Ok-MI Kim¹, SunIl Park², Yongjun Jo³, Yongjin Jeong^{2*}

¹Faculty of Hotel Culinary Arts, Taekyeung College, Gyeongsan 712-850, Korea

²Department of Food Science and Technology, Keimyung National University, Daegu 704-701, Korea

³School of Food Science and Biotechnology, Kyungpook National University, Daegu 702-701, Korea

참외 농축액 첨가에 따른 무증자 쌀막걸리의 품질특성

김옥미¹ · 박선일² · 조용준³ · 정용진^{2*}

¹대경대학교 호텔조리학부, ²계명대학교 식품가공학과, ³경북대학교 식품공학과

Abstract

In this study, we examined the quality characteristics of oriental melon concentrate according to its content in the production of *Makgeolli* using uncooked rice. The results show that when more oriental melon concentrate was added to the *Makgeolli* and as the fermentation progressed, the sugar content of the *Makgeolli* increased. A slight increase was noted in all samples. The total acidity from the second day of fermentation did not show a significant difference according to the addition of 0.77~0.85% oriental melon concentrate. The pH of *Makgeolli* was slightly higher. The addition of more oriental melon concentrate after its decrease on the first day showed no significant difference in the pH. Reducing sugars in the *Makgeolli* slightly increase on the second day, after it rapidly decreased on the first day. The alcohol content increased as the fermentation progressed, and the *Makgeolli* with 9% (v/w) oriental melon concentrate added on the fourth day of its fermentation showed the highest alcohol content of 11.15%. Thus, it verified that as more oriental melon concentrate is added, the higher the alcohol content becomes. The acetaldehyde content of the alcoholic ingredients was low. The addition of and the increase in the oriental melon concentrate and the methanol were highest in the *Makgeolli* when 6% (v/w) oriental melon concentrate(199.08 ppm) was added. For the sensory characteristics, the *Makgeolli* with 6% (v/w) oriental melon concentrate showed the highest color, odor, taste and overall values of 3.60, 3.60, 2.80 and 3.60, respectively; but in general, it showed low values. The result showed that during the production of *Makgeolli*, oriental melon concentrate can be added, but a study on the use of a sweetener to improve the quality of the *Makgeolli* is desirable.

Key words : oriental melon, *Makgeolli*, alcohol fermentation, uncooked rice

서 론

참외(*Cucumis melon* L.)는 *cucurbitaceae*과에 속하는 1년 생 식물로 중앙아시아의 고온건조한 지역이 원산지인 멜론에서 유래한 것으로 알려져 있다. 참외는 과채류 중에서 특히 당도가 높고 칼슘 및 인 등의 무기질과 비타민 A 및 C의 함량이 풍부한 것이 특징이며 참외의 포도당과 과당은 흡수가 빨라 피로 회복에 도움을 준다(1). 또한 꼭지 부분에

쓴맛을 내는 물질인 cucurbitacin은 항암성분으로 예로부터 한방에서는 진해, 거담, 변비 및 황달 등에 처방하였으며 급성위장염, 중풍 등에도 효과가 있는 것으로 알려져 있다(2). 현재 주로 우리나라를 비롯하여 중국 및 일본 등에서 재배되고 있으며 수박과 더불어 한국인이 선호하는 대표적 여름철 과채류이다(3-5) 그러나 참외의 경우 저온에서 생육 저해를 받는 고온성 작물로 저장이 어려우나 주로 6월 및 7월 여름철 집중 출하되어 초과공급에 의한 가격경쟁력 유지가 힘들며 총 생산량의 약 25%가량의 기형 및 이상과의 발생으로 경제적 손실이 크게 발생된다(6). 현재 발생된 기형 및 이상과의 경우 대부분 매립하여 처리되는데 이로

*Corresponding author. E-mail : yjjeong@kmu.ac.kr
Phone : 82-53-580-5557 Fax : 82-53-580-6477

인한 악취 및 오염수 침출 등의 환경적 문제가 발생되어 참외의 기형 또는 이상과의 효율적인 활용 방안 개발이 요구된다. 현재 참외에 관한 연구로는 참외주스의 제조(7), 유산균을 이용한 참외 발효식품의 제조(8) 및 전처리 방법에 따른 건조참외의 품질조건 설정에 관한 연구(9) 등이 보고되고 있으나 참외 이상과의 효율적 활용방안 연구는 아직 미흡하다. 따라서 현재 국내에서는 참외의 가격하락 방지 및 참외의 수급 조절을 위하여 이상과 참외의 다양한 활용방안 개발이 요구된다(8).

우리의 전통 민족주 중 하나인 막걸리는 예로부터 자가 생산하여 널리 이용하여 온 일종의 양조주로서 당화와 발효의 공정을 병행하여 만들어진 알코올성 음료이다. 막걸리는 과실주처럼 원료에 함유된 당분을 그대로 발효시키는 단발효주가 아니라 곡류 속 전분질을 당화 효소로 당화시켜 발효하는 복발효주이며(10) 일반 주류와는 달리 상당량의 단백질과 당질이 들어 있으며 비타민 및 생리활성물질 등이 있다. 따라서 영양적 기능적 가치가 높을 뿐만 아니라 생효도가 함유되어 있기 때문에 다른 주류와 차별되는 특별한 맛을 가지고 있다(11). 최근 건강 지향적 문화가 발달하면서 다양한 기능성과 독특한 풍미를 가진 막걸리의 판매 및 인기가 꾸준히 높아지면서 일반적으로 전통재래의 막걸리는 주로 찹쌀, 멥쌀 및 소맥분 등을 주원료로 사용하지만 경우에 따라서는 고구마, 옥수수 및 보리쌀 등을 전부 또는 일부 원료로 이용한다(12). 또한 막걸리의 차별화를 위하여 다양한 한약재, 과실 및 농축액을 첨가한 막걸리의 개발 및 제품화가 활발히 이루어지고 있다. 막걸리의 제조과정은 일반적으로 밀, 쌀 등의 전분질 원료의 증자, 액화, 당화 및 발효의 과정으로 제조되는데 전분의 호화를 위한 증자과정의 경우 당화를 용이하게 하는 과정이나 열에 의한 에너지의 소비가 많아 막걸리 생산원가에 많은 부분을 차지한다(13). 그러나 최근 증자를 거치지 않은 전분질 원료를 이용한 당화 및 알코올 생산기술이 개발되어 원가가 절감된 무증자 막걸리의 제품화가 활발히 이루어지고 있다(14).

이에 본 연구에서는 무증자 쌀막걸리 제조과정 중 참외 농축액 함량에 따른 이화학적 품질특성 조사하여 참외 막걸리 개발에 관한 기초자료로 활용하고자 한다.

재료 및 방법

재료

본 실험에 사용된 백미는 2013년 생산된 햅쌀을 사용하였으며 생전분분해효소 glucoamylase(4,000 sp/g, Heegu Co., Ltd Simizyme, China)는 (주)KMF에서 제공받아 사용하였다. 참외 농축액의 경우 성주에서 참외 저급과를 농축한 50 °Brix 농축액을 사용 하였다. 누룩은 시중 마트에서 구입하여 사용하였으며 참외 무증자 쌀막걸리 발효에 이용

된 시판효모는 Fermivin(*Saccharomyces cerevisiae*, DSM Food Specialties, Seclin, France)을 사용하였다(15).

무증자 참외 쌀막걸리 술덧 제조

참외 무증자 쌀막걸리의 제조방법은 Park 등(16)의 연구에 준하여 담금하였다. 즉, 밀술은 분쇄한 쌀에 효모 0.02%(w/w) 및 glucoamylase 5%(w/w)을 혼합하여 항온배양기(HB-102L, Hanbaek Scientific Co., Bucheon, Korea)에서 28°C에서 30시간 동안 담금 하였다. 본 담금은 분쇄한 쌀과 물 300%(v/w), glucoamylase 5%(w/w) 및 누룩 6.5%(w/w)을 혼합 하고 밀술을 10% 첨가하여 25°C에서 72시간 동안 발효하였다. 참외 농축액은 0, 3, 6 및 9%(v/v)를 각각 본 담금 알코올 발효 전 첨가하여 참외 농축액 첨가에 따른 무증자 쌀막걸리의 품질특성을 비교하였다.

pH, 총산도 및 당도

pH는 pH meter(Metrohm 691, Metrohm, Herisau, Switzerland)로 측정하였으며 총산도는 시료 1 mL에 지시약을 2~3방울 떨어뜨린 다음 0.1 N NaOH를 중화 적정하여 acetic acid(% w/v)로 환산하였다. 당도는 digital refractometer (PR-101, ATAGO Co., Tokyo, Japan)을 사용하여 측정하였다.

색도, 갈색도 및 탁도

색도는 UV-visible spectrophotometer(UV-1601, Shimadzu Co., Kyoto, Japan)로 780 nm에서 명도(L), 적색도(a), 황색도(b)값을 측정된 후 Hunter's color value로 나타내었다. 이때 대조구는 증류수를 사용하였으며 갈색도 및 탁도는 각각 420 및 660 nm에서 측정하였다.

환원당 함량 및 알코올

환원당은 dinitrosalicylic acid(DNS)법으로 측정하였다(17). 시료 1 mL를 100 mL volumetric flask에 넣고 증류수로 정용하였다. 정용한 용액 중 1 mL를 test tube에 넣고 DNS reagent 1 mL와 혼합한 후 끓는 물에서 10분간 가열하였다. 이후 상온에서 충분히 냉각하여 증류수 3 mL를 넣어 희석하였다. 희석된 시료 1 mL를 취하여 UV-Visible spectrophotometer(UV-1601, Shimadzu Co.)를 이용하여 546 nm에서 흡광도를 측정하였다. 이때 glucose를 표준물질로 사용하여 상기방법으로 작성한 표준곡선으로부터 환산하였다. 알코올 함량은 시료 100 mL 증류 후 주정계를 이용하여 측정한 후 Gay-Luccac Table을 이용하여 15°C로 보정하였다.

알코올 성분

알코올 성분 분석은 참외 무증자 쌀막걸리 발효액을 0.45 μm membrane filter로 여과하여 국제청 주류분석규정에 따

라 gas chromatography(5890, Hewlett packard Co., Palo Alto, CA, USA)를 이용하여 분석하였다(16). 이 때 사용한 column은 HP-INNOWAX(19091N-233, 30 m×0.25 mm×0.5, Agilent Technologies Co., Ltd., Santa Clara, CA, USA)를 이용하였으며, carrier gas는 N₂(flow rate 1 mL/min)를 사용하였다. GC oven 온도 program은 40°C에서 2분간 유지 후 분당 2°C 승온하여 130°C에서 1분간 유지하였으며 detector는 FID, injector temperature 250°C, detector temperature 260°C로 설정하였다.

관능검사

참외 농축액 첨가량에 따른 무증자 쌀막걸리의 알코올 발효 후 6%로 제성하여 24시간 냉장 보관하여 제공 하였으며 관능검사는 계명대학교 식품공학학과 학생 10명을 관능검사 요원으로 선정하여 참외 무증자 쌀막걸리의 관능적 요소를 잘 인지하도록 반복 훈련시킨 후 검사방법과 평가 특성을 설명하였다. 기호도의 평가 항목은 맛(taste), 향(flavor), 색(color) 및 종합적 기호도(overall acceptability)로서 5점 채점법을 이용하여 매우 좋다 : 5점, 보통이다 : 3점, 매우 나쁘다 : 1점으로 나타내었다.

통계처리

본 실험의 결과는 3회 반복으로 수행된 평균과 표준편차로 나타내었으며 각 실험결과에 대한 통계분석은 SPSS (18.0, SPSS Inc., Chicago, IL, USA) 통계 프로그램을 이용하였다 ($p < 0.05$). 수준에서 일원배치 분산분석법을 시행하고 Duncan's multiple range test로 각 실험군의 평균치 간의 유의적 차이를 검증하였다.

결과 및 고찰

참외 무증자 쌀막걸리의 당도, 총산도 및 pH 변화

참외 농축액 첨가량에 따른 참외 무증자 쌀막걸리의 당도, pH 및 산도는 Fig. 1 및 2와 같다. 알코올 발효 전 당도는 참외 농축액 첨가량이 많을수록 증가하여 농축액 0, 3, 6 및 9%(v/w)에서 약 0.20~0.30 °Brix 정도씩 참외 농축액 첨가량에 비례하여 당도는 증가하여 유의적인 차이를 보였다 ($p < 0.05$). 또한 발효가 진행됨에 따라 당도는 모든 구간에서 증가하였으며 발효 4일에서 농축액 무첨가 쌀막걸리의 경우 9.20 °Brix로 참외 농축액 9%(v/w) 첨가한 막걸리 9.80 °Brix로 유의적인 차이를 나타냈다 ($p < 0.05$). 전통주에서 당은 미생물의 발효 기질로 이용되며 알코올의 생성 및 감미에 관여하는 중요한 성분으로(18) 참외 농축액의 첨가에 따라 알코올 생성 및 감미상승에 영향이 있을 것이라 여겨진다. 총산도는 참외 농축액 첨가량에 따라 발효 전 농축액 무첨가 0.12%에서 참외 농축액 9%(v/w)첨가

0.16%로 유의적인 차이를 보였다 ($p < 0.05$). 발효가 진행됨에 따라 발효 1일에서 약 0.65~0.71%로 모든 구간에서 총산도가 조금 증가하여 유의적인 차이가 나타났으며 ($p < 0.05$), 이후 발효 4일까지 큰 차이는 없는 것으로 나타났다. Yang 등(19)은 무증자 쌀막걸리 제조에서 발효 후 총산도의 경우 0.60%수준으로 보고하여 본 참외 무증자 쌀막걸리와 유사한 수준이었다. pH의 경우 발효 전 참외 농축액에 따라 농축액 무첨가 4.36에서 농축액 9%(v/w) 4.52로 유의적으로 ($p < 0.05$), 나타났으며 발효가 진행되면서 초기 pH에 비하여 1일째 3.76~3.85로 감소하여 유의적인 차이를 나타냈다 ($p < 0.05$). 발효 4일째 농축액 0, 3, 6 및 9%(v/w)에서 3.80~3.84로 발효기간에 따른 큰 차이는 없었다. 본 연구의 참외 막걸리 pH는 주세법상의 pH 범위 3.80~4.70안에 포함되었으며(20) Kim 등(21)은 발효과정 중 젖산과 효모균이 증식하면서 생성한 여러 유기산으로 총산도가 증가

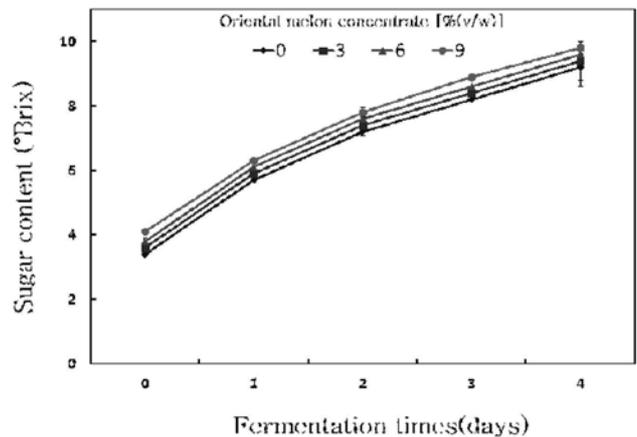


Fig. 1. Change in sugar contents of the oriental melon *Makgeolli* using uncooked rice by oriental melon concentrate.

Values are mean±SD (n=3).

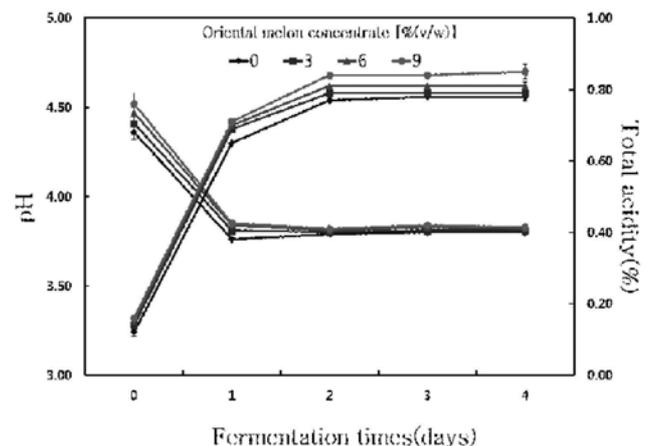


Fig. 2. Change in pH and total acidity of the oriental melon *Makgeolli* using uncooked rice by oriental melon concentrate.

Values are mean±SD (n=3).

하고 pH가 감소한다하여 본 결과와 유사하였다. 이와 같은 총산 및 pH의 변화와 발효과정 중 관찰된 현상에서 산패 및 이상발효 형상은 나타나지 않았다.

참외 무증자 쌀막걸리의 색도, 탁도 및 갈색도 변화

농축액 첨가량에 따른 참외 무증자 쌀막걸리의 색도, 탁도 및 갈색도는 Table 1 및 2과 같다. L값은 발효 전 농축액 0, 3, 6 및 9%(v/w)에서 89.75~86.88로 나타나 비슷하였으나 참외 농축액 첨가량이 많을수록 L값은 조금 낮게 나타났다. 발효가 진행됨에 따라 L값은 모든 구간에서 감소하는 경향으로 발효 4일째 농축액 0, 3, 6 및 9%(v/w)에서 61.64~56.34로 발효 초기에 비하여 모든 구간에서 감소하였다. a값은 발효 전 농축액 0, 3, 6 및 9%(v/w)에서 -2.37~-2.63로 큰 차이가 없었으며 발효 4일까지 농축액 0, 3, 6 및 9%(v/w) -0.82~-1.18로 나타나 발효가 진행될수록 모든 구간에서 조금씩 증가하였다. b값은 발효 전 농축액 0, 3, 6 및 9%(v/w)에서 0.06~0.07로 농축액 첨가량에 따른 차이가 없었으나 이후 발효 4일에서 b값은 참외 농축액 첨가량이 높은 구간에서 약간 높게 나타나 9%(v/w) 첨가에서 15.58로 무첨가 13.98에 비하여 약 1.60정도 높았다. Lee 등(22)은 크랜베리를 첨가한 쌀막걸리 제조 중 색도의 경우 크랜베리의 농도가 증가함에 따라 L값의 낮아지는 경향을 보이며 a값 및 b값이 점차 증가한다고 보고하여 본 연구의 참외 쌀막걸리와 유사하였다. 탁도는 발효 전 농축액 0,

3, 6 및 9%(v/w)는 0.06~0.07로 비슷한 값을 보였으며 발효 1일에서 0.18~0.13로 증가하여 발효 4일째까지 조금씩 증가하는 경향을 보였다. 갈색도는 발효 전 농축액 0, 3, 6 및 9%(v/w)에서 0.31~0.40로 참외 농축액 첨가량이 많을수록 미세하게 높은 경향을 보이며 발효가 진행됨에 따라 4일째 0.67~0.75로 모든 구간에서 약간 증가하는 경향을 보였다. Woo 등(23)은 쌀막걸리 제조 중 색도의 경우 탁도는 약 0.08 갈색도는 약 0.83 라고 보고하여 본 연구의 참외 쌀막걸리와 유사하였다. 상기와 같은 색도 및 탁도 등의 차이는 발효기간 및 원료함량 등에 따른 다양한 결과에 예상되며 숙성기간 등을 고려하여 일부 간접적 비교자료로 생각된다.

참외 무증자 쌀막걸리의 환원당 및 알코올 함량 변화

참외 농축액 함량에 따른 참외 무증자 쌀막걸리 환원당 및 알코올 함량은 Fig. 3과 같다. 환원당 함량조사 결과 담금 초기에 참외 농축액 첨가량에 따라 무첨가 1,449.98 mg%, 3%(v/w) 1,684.54 mg%, 6%(v/w) 1,969.45 mg% 및 9%(v/w) 2,228.91 mg%의 순으로 농축액 첨가량이 증가할수록 조금씩 증가하여 유의적인 차이를 보였다 ($p < 0.05$). 알코올 발효가 진행될수록 환원당 함량은 발효 1일째 큰 폭으로 감소하여 발효 4일에서 278.42~324.13 mg%로 나타났다. 발효 초기에 비하여 농축액 첨가량에 따른 차이는 크지 않은 것으로 나타났다. 환원당의 경우 감칠맛 및 산미

Table 1. Hunter's color value of oriental melon *Makgeolli* using uncooked rice by oriental melon concentrate

| | Times (days) | Oriental melon concentrate [% (v/w)] | | | | |
|----------------------|--------------|--------------------------------------|--------------------------------|---------------------------|--------------------------|--------------------------|
| | | Control | 3 | 6 | 9 | |
| Hunter's color value | L | 0 | 89.75±0.90 ^{1)A2)a3)} | 88.89±0.20 ^{Aa} | 88.06±1.19 ^{Aa} | 86.88±0.03 ^{Ba} |
| | | 1 | 77.07±0.05 ^{Da} | 79.85±1.57 ^{Cb} | 80.41±1.56 ^{Bb} | 81.26±0.06 ^{Ab} |
| | | 2 | 74.60±0.29 ^{Ab} | 71.08±1.07 ^{ABc} | 68.57±0.18 ^{Bc} | 67.07±4.17 ^{Bc} |
| | | 3 | 68.37±0.08 ^{Ac} | 65.69±2.19 ^{Bd} | 64.51±0.53 ^{Bd} | 64.37±0.12 ^{Bd} |
| | 4 | 61.64±0.61 ^{Ad} | 60.39±0.08 ^{Ae} | 58.78±1.22 ^{Be} | 56.34±0.27 ^{Ce} | |
| | a | 0 | -2.37±0.13 ^{Ad} | -2.54±0.04 ^{Bd} | -2.59±0.07 ^{Bc} | -2.63±0.04 ^{Be} |
| | | 1 | -1.92±0.02 ^{Ac} | -2.05±0.08 ^{Bc} | -2.13±0.12 ^{Bd} | -2.21±0.08 ^{Cd} |
| | | 2 | -1.14±0.01 ^{Ab} | -1.35±0.07 ^{Bb} | -1.42±0.06 ^{Cc} | -1.45±0.05 ^{Cc} |
| | | 3 | -0.79±0.02 ^{Aa} | -0.81±0.10 ^{Aa} | -0.93±0.02 ^{Bb} | -0.97±0.05 ^{Ba} |
| | 4 | -0.82±0.02 ^{Aa} | -0.93±0.10 ^{Aa} | -1.06±0.00 ^{Ca} | -1.18±0.10 ^{Cb} | |
| | b | 0 | 0.06±0.01 ^{ns4)} | 0.06±0.00 ^d | 0.07±0.01 ^c | 0.07±0.00 ^e |
| | | 1 | 12.39±0.02 ^C | 13.37±0.57 ^{Bc} | 14.03±0.64 ^{Ab} | 14.51±0.18 ^{Ab} |
| | | 2 | 13.45±0.18 ^C | 13.88±0.27 ^{BCb} | 14.22±0.59 ^{Bb} | 15.30±0.23 ^{Aa} |
| | | 3 | 13.64±0.35 ^C | 14.02±0.02 ^{Cb} | 14.88±0.16 ^{Ba} | 15.57±0.16 ^{Aa} |
| | 4 | 13.98±0.52 ^C | 14.61±0.25 ^{Ba} | 14.99±0.15 ^{Ba} | 15.58±0.15 ^{Aa} | |

¹⁾ Values are mean±SD (n=3).

^{2)A-D)} Means within a row not followed by the same letter are significantly different ($p < 0.05$).

^{3)a-d)} Means within a column not followed by the same letter are significantly different ($p < 0.05$).

⁴⁾ Not significant.

Table 2. Turbidity and brown color of oriental melon *Makgeolli* using uncooked rice by oriental melon concentrate

| | Times(days) | Oriental melon concentrate [% (v/w)] | | | |
|-------------|-------------|--------------------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------|
| | | Control | 3 | 6 | 9 |
| Turbidity | 0 | 0.06±0.00 ^{1)ns2)k3)} | 0.06±0.00 ^c | 0.07±0.01 ^c | 0.07±0.01 ^c |
| | 1 | 0.18±0.01 ^{A4)kl} | 0.15±0.01 ^{Bd} | 0.14±0.01 ^{Cd} | 0.13±0.00 ^{Dd} |
| | 2 | 0.24±0.02 ^{ns} | 0.25±0.01 ^c | 0.27±0.02 ^c | 0.29±0.05 ^c |
| | 3 | 0.30±0.01 ^{Db} | 0.31±0.02 ^{Cb} | 0.33±0.03 ^{Bb} | 0.35±0.04 ^{Ab} |
| | 4 | 0.33±0.03 ^{Ca} | 0.36±0.01 ^{Ca} | 0.41±0.03 ^{Ba} | 0.46±0.01 ^{Aa} |
| Brown color | 0 | 0.31±0.00 ^{Dc} | 0.34±0.00 ^{Cc} | 0.38±0.00 ^{Bc} | 0.40±0.01 ^{Ac} |
| | 1 | 0.45±0.01 ^{nsd} | 0.44±0.01 ^d | 0.43±0.01 ^d | 0.43±0.00 ^c |
| | 2 | 0.50±0.01 ^{Cc} | 0.56±0.02 ^{Bc} | 0.61±0.03 ^{Bc} | 0.64±0.03 ^{Ab} |
| | 3 | 0.61±0.01 ^{Cb} | 0.65±0.05 ^{Bb} | 0.69±0.01 ^{ABb} | 0.73±0.03 ^{Aa} |
| | 4 | 0.67±0.01 ^{Ca} | 0.70±0.00 ^{BCa} | 0.73±0.01 ^{ABa} | 0.75±0.04 ^{Aa} |

¹⁾Values are mean±SD (n=3).

²⁾Not significant.

^{3)a-c}Means within a column not followed by the same letter are significantly different (p<0.05).

^{4)A-D}Means within a row not followed by the same letter are significantly different (p<0.05).

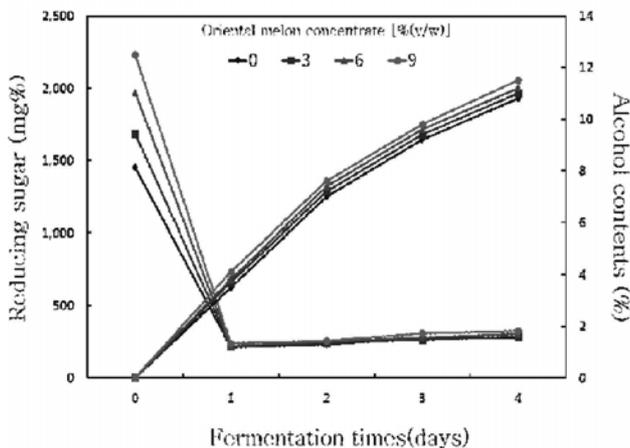


Fig. 3. Change in reducing sugar and alcohol contents of the oriental melon *Makgeolli* using uncooked rice by oriental melon concentrate.

Values are mean±SD (n=3).

등과 조화되어 막걸리의 독특한 풍미를 제공하는데 참외 농축액의 환원당은 알코올 발효 기질로 작용하여 발효 후 환원당의 함량이 감소한 것이라 여겨진다(17,24). 또한 Song 등(25)은 무증자 막걸리의 경우 쌀 자체의 단단한 구조로 인하여 효소와 관계없이 발효가 진행됨에 따라 환원당이 완전히 생성된 후 급격히 감소한다고 보고하여 본 결과와 상이하였다. 그러나 Park 등(26)은 무증자 쌀막걸리 제조에서 알코올 발효에서 분쇄된 쌀을 이용할 경우 발효 12시간 이후 환원당이 급격히 감소한다고 보고하여 본 결과와 유사하였다. 이와 같은 발효 속도의 차이는 원료의 입자크기에 따라 당화효소의 가수분해 작용의 용이성에 따른 것이라 여겨진다. 알코올 함량은 발효 1일째 참외 농축액 9%(v/w) 첨가에서 4.10%로 가장 높게 나타나 무첨가에 비

하여 약 0.60% 가량 높게 나타나 유의적인 차이를 나타냈다 (p<0.05). 이후 발효가 진행됨에 따라 알코올 함량이 지속적으로 증가하여 발효 4일에는 농축액 무첨가 10.80%, 3%(v/w) 11.00%, 6%(v/w) 11.20% 및 9%(v/w) 11.50% 순으로 각각 나타나 참외 농축액 첨가량이 높은 무증자 쌀막걸리에서 알코올 함량이 높게 나타나 유의적인 차이가 나타났다 (p<0.05). 알코올 함량의 경우 환원당 결과와 같이 참외 무증자 쌀막걸리 제조과정 중 참외 농축액이 알코올 발효기질로 작용하여 농축액 함량이 증가할수록 알코올 함량이 높은 것으로 판단된다. 상기와 같은 병행발효 방식의 막걸리 제조과정에서 효소작용에 의해서 생성되는 당분과 이를 이용한 효모작용으로 생성되는 알코올함량의 변화는 담금의 용량 및 시간 등의 발효조건에 따른 차이가 있으나 본 연구에서는 참외 농축액 첨가량이 높을수록 알코올 함량이 높아 참외 농축액의 경우 발효기질로 적합한 것으로 나타났다.

참외 무증자 쌀막걸리의 알코올 성분 함량

참외 농축액 함량에 따른 알코올 성분을 분석한 결과 Table 3와 같다. 주요 알코올 성분으로 acetaldehyde, methanol, ethanol, isobutanol 및 isoamylalcohol 등이 분석되었다. Acetaldehyde는 참외 농축액 무첨가에서 155.20 ppm으로 가장 높게 나타났으며 참외 농축액 3, 6 및 9%(v/w) 첨가에서는 각각 약 136.36 ppm, 124.07 ppm 및 122.91 ppm으로 참외 농축액 첨가량이 증가함에 따라 약간 감소하였다. Ethanol은 참외 농축액 첨가량이 많을수록 9.60~11.14%로 높은 함량을 보였으며 isobutanol 및 isoamylalcohol의 경우 참외 농축액 첨가량에 따른 큰 차이는 없는 것을 나타났다. Isobutanol 및 isoamylalcohol 등의 fusel oli은 원료

중의 아미노산 함량 및 효모의 종류에 따라 그 함량이 달라지며 미량 존재할 경우에는 주류의 맛과 향을 높이는 역할을 함으로써 품질에 중요한 요인이 된다(27). Song 등(25)은 쌀막걸리 제조에서 fusel oil의 함량이 약 300 ppm으로 보고하였는데 본 참외 무증자 쌀막걸리와 비슷하게 나타났다. Methanol함량은 6%(v/w) 참외 농축액 첨가한 참외 쌀막걸리에서 199.08 ppm으로 가장 높게 나타났으며 참외 농축액을 첨가하지 않은 무증자 쌀막걸리에서 161.45 ppm으로 가장 낮게 나타났다. Methanol의 경우 pectin이 유리되는 과정 중 생성되는데 본 연구에서 알코올 발효과정 중 참외의 pectin이 누룩 및 glucoamylase 등에 의하여 가수분해되면서 생성되어 참외 농축액 무첨가에 비하여 첨가구간에서 methanol함량이 높게 나타난 것이라 여겨진다. 일반적으로 methanol의 경우 시신경 및 정상발효 산물을 손상시키는 인체에 유해한 독성을 지니는 물질로 국내 주세법상 500 ppm이하로 규정되는데 본 연구의 참외 무증자 쌀막걸리의 경우 모두 적합한 것으로 나타났다(28,29)

Table 3. Alcohol components of the oriental melon *Makgeolli* using uncooked rice by oriental melon concentrate

| | Oriental melon concentrate [% (v/w)] | | | |
|-----------------------|--------------------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| | Control | 3 | 6 | 9 |
| Acetaldehyde | 155.20±0.72 ^{1(A3)} | 136.66±6.99 ^B | 124.07±0.46 ^{BC} | 122.91±7.00 ^C |
| Methanol | 161.45±1.98 ^C | 185.45±4.94 ^B | 199.08±6.08 ^A | 190.83±0.98 ^{AB} |
| 2-Propanol | Tr ⁴⁾ | Tr | Tr | Tr |
| Ethanol ²⁾ | 9.60±1.19 ^B | 10.15±0.66 ^B | 10.95±0.11 ^{AB} | 11.14±0.12 ^A |
| 1-Propanol | Tr | Tr | ND | ND |
| Isobutanol | 93.55±11.6 ^{ns5)} | 97.95±9.78 | 97.23±4.37 | 94.05±1.00 |
| 1-Butanol | ND | ND | ND | ND |
| Isoamylalcohol | 300.16±4.15 ^{BC} | 320.35±7.98 ^{AB} | 328.93±4.02 ^A | 296.83±12.67 ^C |
| 1-Pentanol | ND | ND | ND | ND |

¹⁾Values are mean±SD (n=3).

²⁾Unit: %.

^{3A-D)}Means within a row not followed by the same letter are significantly different (p < 0.05).

⁴⁾Trace.

⁵⁾Not significant.

⁶⁾Not detected.

참외 무증자 쌀막걸리의 관능적 특성

참외 농축액 함량에 따른 참외 무증자 쌀막걸리를 알코올 함량이 6%가 되게 제성하여 관능적 특성 조사한 결과 Table 4와 같다. 관능감사 결과 색 및 향은 참외 농축액 6%(v/w)첨가 무증자 쌀막걸리가 3.60으로 가장 높았고 9%(v/w), 3%(v/w) 및 무첨가 순으로 높게 나타났다. 맛 및 전반적 기호도 또한 참외 농축액 6%(v/w) 첨가 쌀막걸리가 각각 2.80, 3.60으로 가장 높았으며 농축액 무첨가 쌀막걸리가 2.00, 2.60으로 가장 낮게 나타났다. Kim 등(30)은 석류

농축액의 첨가 막걸리 제조에서 농축액의 첨가량이 5%가 가장 높은 기호도를 나타내었다고 보고하여 본 무증자 참외 쌀막걸리의 참외 농축액 첨가량과 유사하였다. 이상의 결과 참외 무증자 쌀막걸리 제조에서 참외 농축액 첨가량은 6%(v/w)가 적절한 것으로 판단된다. 그러나 감미료 및 산미료 등과 같은 첨가물을 사용하지 않은 무증자 참외 막걸리의 경우 전반적으로 기호도가 매우 낮고 현대인의 입맛에 맞지 않아서 시판 막걸리와 같은 감미료 등의 보습실험을 통하여 기호도 향상에 관한 연구가 요망되었다.

Table 4. Sensory properties of the oriental melon *Makgeolli* using uncooked rice by oriental melon concentrate

| Preference | Oriental melon concentrate [% (v/w)] | | | |
|------------|--------------------------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|
| | Control | 3 | 6 | 9 |
| Color | 2.40±0.55 ^{1(C2)} | 2.60±0.55 ^{BC} | 3.60±0.55 ^A | 3.20±0.45 ^{AB} |
| Odor | 2.20±0.45 ^C | 3.00±0.00 ^B | 3.60±0.55 ^A | 3.20±0.45 ^{AB} |
| Taste | 2.00±1.22 ^{ns3)} | 2.40±0.55 | 2.80±0.8 ⁴ | 2.60±0.55 |
| Overall | 2.60±0.55 ^B | 2.80±0.45 ^B | 3.60±0.55 ^A | 3.00±0.00 ^B |

¹⁾Values are mean±SD (n=10).

^{2A-D)}Means within a row not followed by the same letter are significantly different (p < 0.05).

³⁾Not significant.

요 약

본 연구에서는 무증자 쌀막걸리 제조과정 중 참외 농축액 함량에 따른 이화학적 품질특성 조사하였다. 그 결과 당도는 참외 농축액 첨가량이 많을수록 증가하였으며 발효가 진행됨에 따라 모든 첨가구간에서 조금씩 증가하는 경향을 보였다. 총산도는 발효 1일째 조금 증가했으며 발효 2일째부터는 0.77~0.85%로 참외 농축액 첨가량에 따른 큰 차이는 없었다. pH는 참외 농축액 첨가량이 많을수록 약간 높은 경향을 보였으며 1일째에 감소한 뒤 농축액 함량에 따른 큰 차이는 없었다. 환원당은 1일째 급격히 감소한 뒤 2일째에는 약간 증가하는 경향을 보였다. 알코올 함량은 발효가 진행됨에 따라 증가하여 발효 4일째에 참외 농축액 9%(v/w)첨가 쌀막걸리가 11.50%로 가장 높게 나타나 참외 농축액 첨가량이 많을수록 높은 함량을 보였다. 알코올 성분 중 acetaldehyde는 참외 농축액 첨가량이 많을수록 낮은 함량을 보였으며 methanol은 참외 농축액 6%(v/w)첨가 쌀막걸리에서 199.08 ppm로 가장 높은 함량을 보였다. 관능적 특성은 참외 농축액을 6%(v/w)첨가한 쌀막걸리가 color, odor, taste 및 overall 면에서 각각 3.60, 3.60, 2.80 및 3.60으로 가장 높았으나 전반적 기호도가 낮게 나타났다. 이상의 결과 참외 농축액을 첨가한 막걸리의 제조는 가능하였으나 기호도 향상을 위한 감미료 등의 사용에 관한 연구가 요망되었다.

References

1. Jo YJ, Jang SY, Kim OM, Park CW, Jeong YJ (2010) Effects of sugars addition in alcohol fermentation of oriental melon. *Korean J Soc Food Sci Nutr*, 39, 1359-1365
2. Shin YS, Lee JE, Yeon IK, Do HW, Cheung JD, Kang CK, Choi SY, Youn SJ, Cho JG, Kwoen DJ (2008) Antioxidant and antimicrobial effects of extract with water and ethanol of oriental melon (*Cucumis melo* L. var *makuwa Makino*). *Korean J Soc Appl Biol Chem*, 51, 194-199
3. Park SJ, Lee JH, Nam M, Park CY, Kim JS, Lee JH, Jun ES, Lee JS, Choi HS, Kim JS, Moon JS, Kim HG, Lee SH (2011) Virus disease incidences and transmission ecology of oriental melons in seongju area. *Res Plant Dis*, 17, 342-350
4. Hwang YS, Lee JC (1993) Physiological characteristics of abnormal fermentation in melon fruit. *Korean J Soc Hort Sci*, 34, 339-343
5. Kim KS, Lee HJ, Kim SM (1999) Volatile flavor components in watermelon (*Citrullus vulgaris* S.) and oriental melon (*Cucumis melo* L.). *Korean J Food Sci Technol*, 31, 322-328
6. Park JD, Hong SI, Park HW, Kim DM (2000) Extending shelf-life of oriental melon (*Cucumis melo* L.) by modified atmosphere packaging. *Korean J Food Sci Technol*, 32, 481-490
7. Shin DH, Koo YJ, Kim CO, Min BY, Suh KB (1978) Studies on the production of watermelon and cantaloupe melonjuice. *Korean J Food Sci Technol*, 10, 215-223
8. Cha SK, Chun HI, Hong SS, Kim WJ, Koo YJ (1993) Manufacture of fermented cantaloupe melon with lactic starter culture. *Korean J Food Sci Technol*, 25, 386-390
9. Kim JG, Jeong ST, Jang HS, Kim YB (1997) Quality properties of dried melon with different pretreatments. *Korean J Post-harvest Sci Technol Agric Products*, 4, 147-153
10. Rhee SJ, Lee CY, Kim KK, Lee CH (2003) Comparison of the traditional (*Samhaeju*) and industrial (*Chongju*) rice wine brewing in Korea. *Korean J Food Sci Technol*, 12, 242-247
11. Lee J (1982) Studies on the qualities of *Takju* with various *Koji* strains. MS Thesis, Seoul Woman's University, Seoul, Korea, p 10-30
12. Lee SB, Chang WG, Im BJ, Kim DC (1969) Studies on chemical components of fermented mash in the brewing of *Maggerley*(Korean wine). *Korean J Microbiol*, 7, 153-158
13. Park KH, Oh BH, Hong SS, Lee KH (1984) Production of alcohol from starch without cooking. *Korean J Agric Chem Soc*, 27, 52-54
14. Ueda S, Zenin CT, Monteiro DA, Park YK (1982) Ethanol production from raw cassava starch. *Biotechnol Bioeng*, 23, 291-299
15. Park CW (2012) Quality characteristics of rice *Makgeolli* prepared with mashing types and different yeasts. MS Thesis, Kyungpook University, Daegu, Korea, p 5-10
16. Park CW, Jang SY, Park EJ, Yeo SH, Jeong YJ (2012) Quality characteristics of rice *Makgeolli* prepared by mashing types. *Korean J Food Sci Technol*, 44, 207-215
17. Park CS, Lee TS (2002) Quality characteristics of *Takju* prepared by wheat flour *Nuruks*. *Korean J food Sci Technol*, 34, 296-302
18. Lee HK (2010) Effects of yeast arginase (CAR1) gene disruption on the quality of Korea traditional rice wine. MS Thesis, Kyungpook University, Daegu, Korea, p 4-8
19. Yang HS, Eun JB (2011) Fermentation and sensory characteristics of Korean traditional fermented liquor (*Makgeolli*) added with citron (*Citrus Junis* SIEB ex TANAKA) juice. *Korean J Food Sci Technol*, 43, 438-445
20. Kim IH, Park WS, Koo YJ (1996) Comparison of fermentation characteristics of Korean traditional alcoholic beverages prepared by different brewing methods and their quality changes after aging. *Korean J Dietary Culture*, 11, 497-506
21. Kim MJ, Kim BH, Han JK, Lee SY, Kim KS (2011) Analysis of quality properties and fermentative microbial profiles of *Takju* and *Yakju* brewed with or without steaming process. *J Fd Hyg Safety*, 26, 64-69
22. Lee HN (2013) Quality characteristics of *Makgeolli* added with vaccinium macrocarpon ait. MS Thesis, Myongji University, Seoul, Korea, p 29-32
23. Woo SM, Shin JS, Seong JH, Yeo SH, Choi JH, Kim TY, Jeong YJ (2010) Quality characteristics of brown rice *Takju* by different *Nuruks*. *Korean J Food Sci Technol*, 39, 301-307
24. Lee SM, Lee TS (2000) Effect of roasted rice and defatted soybean on the quality characteristics of *Takju* during fermentation. *J Nat Sci*, 12, 71-79
25. Song JC, Park HJ (2003) *Takju* brewing using the uncooked germed brown rice at second stage mash. *Korean J Food Sci Technol*, 32, 847-854

26. Park JH, Bae SM, Cheol Yook, Kim JS (2004) Fermentation characteristics of *Takju* prepared with old rice. Korean J Food Sci Technol, 36, 609-615
27. Jang SY, Woo SM, Jo YJ, Kim OM, Jeong YJ (2010) Quality characteristics of tomato wine on fermentation conditions. Korean J Soc Food Sci Nutr, 39, 443-448
28. Eom JS (2013) The effect of cellulose hydrolysis and pectin hydrolysis process on red wine fermentation (MBA). MS Thesis, Konkuk University, Korea, p 19-21
29. Food Additive Code (2013) Korea Food Industry Associate, Seoul, Korea
30. Kim BH, Eun JH (2012) Physicochemical and sensory characteristics of *Makgeolli* with pomegranate (*Punica granatum* L.) juice concentrate added. Korean J Food Sci Technol, 44, 417-421

(접수 2014년 4월 16일 수정 2014년 6월 12일 채택 2014년 7월 17일)