

분리저장 방법에 따른 막걸리의 품질특성

이진원 · 박장우*

한경대학교 식품생물공학과 및 식품생물산업연구소

Quality Characteristics of *Makgeolli* during Separation Storage Methods

Jin-Won Lee and Jang-Woo Park*

Department of Food & Biotechnology and Food and Bio-industrial Research Center,
Hankyong National University

Abstract

Due to the globalization of Korean foods, there are great interests in traditional Korean foods. Thus, the enhancement and development of *makgeolli* processing have been constantly accomplished. In case of *makgeolli*, the storage stability is very important because the fermentation of *makgeolli* during distribution is still progressed. Therefore, the objective of this study was to investigate storage stability of *makgeolli* by separation storage methods. During the 30-day storage at 10°C, pH value, titratable acidity, color value, sugar content, reducing sugar content, and alcohol content were measured. Microbial cell counts were also evaluated. Reducing sugar content was decreased after 10 days for all the samples. In the case of titratable acidity and color, these values were constantly increased with storage time. Especially, the yellowness value of the precipitate of *makgeolli* was increased by two times than that of the beginning. There was a decreasing tendency for lactic acid bacteria with storage time. In case of yeast, there was a decreasing tendency after 15 days, but the significance was not detected. The quality changes in the samples from centrifugal separation were relatively less than the control. Therefore, the separation storage method could affect the enhancement of *makgeolli* quality during distribution

Key words: *makgeolli*, quality, separation, storage, reducing sugar

서 론

막걸리는 다른 주류와는 달리 단백질, 아미노산, 비타민군, 유기산 등 영양소가 풍부하게 함유된 우리나라 고유의 술이며, 맑은 술을 제거하지 않고 그대로 걸러서 만든 혼탁한 술이기 때문에 탁주라고도 한다(Choi et al., 1999). 전통적으로 막걸리는 찹쌀 또는 멥쌀을 원료로 누룩과 함께 발효시켜 제조한다. 즉, 막걸리는 탄수화물 성분인 전분질이 누룩과 같은 미생물에 의해서 분해되어 알코올 및 당 성분 등 여러 가지 생성된 성분들에 의해 발효과정을 거쳐 만들어진 술이다(Chung, 2004). 최근 국내외에서 전통 문화에 대한 관심으로 한국 음식 문화에 대한 관심도 높아지고 있으며, 그 중에서도 우리나라 전통주인 막걸리에 대한 관심이 증대되고 있다(Park et al., 2004). 이러한 현상

에 따라서 농림수산식품부는 우리나라 막걸리 시장이 연간 약 3,000억원 이상의 성장세를 보일 것이라고 전망하고 있으며, 또한 지속적인 성장을 통해 1조원의 시장을 가질 수 있을 것이라고 예측하고 있는 실정이다. 이와 같이 막걸리에 대한 관심이 증가됨에 따라서 국내 시장뿐만 아니라 일본, 미국, 중국 및 베트남 등 해외에도 수출이 증대되고 있다(Kim et al., 2002; Lee et al., 1989; Kim et al., 1995).

그러나, 현재 우리나라에서 생산되고 있는 막걸리의 경우 맥주 및 주정 등 대량 생산이 이루어지고 있는 발효 식품의 생산 공정 시스템에 비하여 생산 공정 시스템을 비롯하여 포장, 저장 및 유통 방법에 대한 표준화가 미흡하고 막걸리 품질 지표가 확립되어 있지 못해 균일한 품질의 완제품 생산에 대한 문제점을 나타내고 있다(Han et al., 1997). 특히, 살균되지 않은 생 막걸리는 유통 중에 미생물에 의한 발효가 계속되어 생성된 가스의 배출을 위해 병뚜껑을 완전하게 밀폐하는 포장 형태로 유통하지 않으므로 외부로부터의 2차 오염에 대한 위험성을 갖고 있다(Jeong et al., 2006; Joung et al., 2004). 또한, 제품 누출 가능성 및 제품 내에 미생물과 효소가 활성함에 따라서 유통기간

Corresponding author: Jang-Woo Park, Department of Food & Biotechnology, Hankyong National University, 67 Seokjeong-dong, Anseong-si, Gyeonggi-do, 456-749, Korea
Tel: +82-31-670-5157; Fax: +82-31-677-0990
E-mail: jangwoo_park@hknu.ac.kr
Received November 8, 2010; revised November 23, 2010; accepted November 29, 2010

중 품질이 지속적으로 변화하는 문제점이 있다. 즉, 대부분의 막걸리는 제조 후 저장 및 유통과정 중에도 곡자와 주모가 막걸리 속에서 나타나는 다양한 이화학적, 미생물학적 변화에 의해서 주질에 대한 특이 냄새 발생 및 그에 따른 청량감 감소와 더불어 고형물의 침전 현상이 나타나게 된다(Lee et al., 2000; Park et al., 2002). 또한, 막걸리를 생산하여 유통하는 제조업체에 따라서 다양한 생산 과정 및 저장·포장방법으로 유통과정에 있어서 여러 가지 변수가 막걸리의 이화학 및 미생물학적 변화를 나타내기도 한다(Shin et al., 1999). 그러므로 막걸리 제조 과정에서부터 저장·유통과정에서도 지속적으로 발효되는 막걸리 특성에 의해 발생하는 문제점을 해결할 수 있는 표준화된 포장 및 저장·유통방법에 대한 개발이 필요하다.

따라서 본 연구에서는 막걸리 유통 중 지속적인 발효에 의한 품질저하 현상을 개선하기 위한 방법의 일환으로 막걸리의 침전물을 분리 저장하는 방법을 착안했다. 이러한 분리 저장 포장 실험의 기초 방법으로써 막걸리를 원심 분리하여 상층액과 침전물로 분리저장하였다. 이와 같이 막걸리를 상층액과 침전물로 분리하면 발효에 영향을 미치는 미생물의 경우 대부분 침전물 부분에 함유되어 미생물 증식 속도를 물리적으로 제어할 수 있으므로 막걸리 유통 시 미생물 발효에 의한 품질 저하 현상을 억제할 수 있을 것으로 판단하였다. 즉, 시중에 판매되고 있는 막걸리를 원심 분리하여 상층액(sample supernatant, SS)과 침전물(sample deposit, SD)을 분리하여 10°C incubator에서 30일 동안 저장하면서 각각의 저장 기간별로 시료를 취하여 SS(sample supernatant, SS) 및 SD(sample deposit)를 혼합한 막걸리 혼합물(sample mixture, SM)을 시료로 사용하였다. 또한, 원심분리 과정을 거치지 않고 저장한 후, 저장 기간별로 막걸리를 취하여 원심분리 과정을 거쳐 CS(control supernatant), CD(control deposit) 및 CM(control mixture) 과 같은 시료구를 만들어서 SS(sample supernatant, SS), SD(sample deposit) 및 SM(sample mixture, SM)과 함께 저장 기간별로 pH, 당도, 산도, 환원당, 색도 및 알코올 함량 변화를 측정하였으며, 젖산균수와 효모균수에 대한 변화를 조사하였다.

재료 및 방법

재료

본 실험은 2010년 6월에 경기도 광주에서 생산한 참살이 막걸리를 시료로 이용하였다.

저장실험

동일 제조일에 생산된 막걸리를 구입하여 원심분리(Rotina 420, Hettich, Germany, 9,000 rpm, 2 min)하여 상층액(CS : Control Supernatant, SS : Sample Supernatant) 및

침전물(CD : Control Deposit, SD : Sample Deposit)을 분리하고 이를 다시 혼합하여 혼합물(CM : Control Mixture, SM : Sample Mixture)로 구분하여 10°C incubator(SW-90L, Seorim Science, Seoul, Korea)에서 30일 동안 저장하였다.

pH 측정

저장기간 중 5일 간격으로 채취한 막걸리 시료 20 mL를 100 mL 삼각 플라스크에 취하여 pH meter(HM-30V, Toa, Kobe, Japan)를 이용하여 분리 저장한 막걸리 pH의 변화를 3회 반복 측정하였다.

적정산도 측정

저장기간 중 5일 간격으로 채취한 막걸리 시료 10 mL에 1% phenolphthalein 지시약을 2-3방울 가한 후 0.1 N NaOH 용액으로 시료가 미적색이 될 때까지 3회 반복 적정하였다. 소비된 0.1 N NaOH용액의 양으로부터 적정산도(% 젖산)를 계산하였다(Kang et al., 1998).

색도측정

저장기간 중 5일 간격으로 채취한 막걸리 시료 1 mL을 색도 측정용 용기에 취하여 색차계(CR 400 Chroma Meter, Konica Minolta Sensing Inc., Osaka, Japan)를 이용하여 측정하였다. 측정 전 표준색판(L=97.48, a=0.00, b=1.81)으로 보정한 후 사용했으며 명도(lightness, L), 적색도(redness, a) 및 황색도(yellowness, b)값을 3회 반복하여 측정하였다.

환원당 측정

환원당은 dinitrosalicylic acid(DNS)법에 의해 저장기간 중 5일 간격으로 채취한 막걸리 시료 2 mL을 100 mL 정용 플라스크에 넣고 증류수로 정용한 후 시료 농도를 0.1-1.0 mg/mL로 희석한 후, 희석한 용액 1 mL을 test tube에 가하고 DNS시약 1 mL을 첨가하여 혼합한 다음 15분 동안 증탕하여 상온에서 냉각하여 UV/Vis Spectropotometer(UV-1601, Shimadzu, Tokyo, Japan)를 이용하여 546 nm에서 3회 반복 측정하였다. 이 때, 당 정량은 glucose를 표준물질로 사용하여 작성한 표준곡선을 이용하여 환산하였다(Miller, 1959).

알코올 함량 측정

알코올 함량은 국세청 주류 분석 규정에 준하여 측정하였다(국세청, 2010. 국세청 기술연구소 주류 분석 방법 제4조 관련). 저장기간 중 5일 간격으로 채취한 막걸리 시료(CS, SS, CM SM) 100 mL을 메스실린더로 측정하여 500 mL 삼각 플라스크에 가하였다. 시료가 담겨 있었던 메스실린더를 증류수 10 mL로 3회 세척 후 세척액을 삼각 플라스크에 합쳤다. 삼각 플라스크를 냉각 추출기 한쪽에 연결하고 다른 한쪽에는 메스실린더를 연결하였으며, hot

plate를 이용하여 시료에 열을 가하였다. 증류액이 메스실린더에 80 mL이 되면 증류를 정지하고 증류수를 보충하여 메스실린더의 100 mL 눈금까지 정용한 후 잘 혼합하여 주정계(Deakwange, Inc., Seoul, Korea)로 알코올 도수를 측정하였다. 그 다음 Gay-Lussac 주정도수환산표에 의해 15°C로 온도를 보정하였다(National Tax Service Technical Service Institute, 2005).

미생물 균수 측정

막걸리 저장 중 미생물 균수의 측정은 저장기간 중 5일 간격으로 채취한 막걸리 시료를 멸균 희석액(Saline solution, 3 M Diluent, USA)으로 희석 단계별로 희석한 후 각각의 희석액을 젯산 균수는 Lactobacilli MRS agar (Difco Lab., USA)에 100 µL을 도말하여 37°C에서 24시간 배양 후 식품공전 방법(KFDA, 2003)에 따라서 형성된 집락을 계수하여 측정하였으며, 효모 균수는 효모 측정용 petrifilm(3M, USA)에 희석액 1 mL를 도말하여 25°C에서 72시간 배양 후 핑크 및 녹색의 빛깔을 나타내는 colony를 효모 균수로 계수하였다.

통계처리

SAS(Statistical Analysis System) 통계 Package(SAS Institute, 1998)를 사용하여 각각의 분석 데이터를 통계분석하였으며, Duncan 다범위 검증(Duncan's multiple range test)을 실시하였다.

결과 및 고찰

pH 측정

막걸리에서 pH는 저장 중 발효 정도 및 잡균에 의한 오염 정도를 측정할 수 있는 지표가 되며, 막걸리 품질 변화에 중요한 영향 요인으로 작용하고 있다. 막걸리를 원심 분

리하여 30일 동안 10°C 저장하면서 pH 변화를 살펴본 결과 Table 1과 같다. CS 및 SS시료의 경우 저장 5-10일 사이에 pH가 증가하다가 감소되는 불규칙한 변화를 나타내었으나, 저장기간 동안 전반적으로 모든 시료군에서 저장기간이 일정 기간 증가할수록 pH는 감소되는 경향을 나타내었다. 상층액을 분리하여 저장한 CS 및 SS 경우 저장 초기 pH가 3.63에서 저장 30일째 각각 3.54, 3.16로 다른 시료군에 비하여 감소되는 경향을 많이 나타내었다. 침전물을 분리하여 저장한 CD 및 SD 경우는 저장 초기 pH가 4.03에서 증가와 감소를 반복하였으나 그 차이는 크지 않았다. 그러나, 저장 25일 이후 각각 최대 pH인 4.06, 4.29까지 증가하였다. 이는 침전물인 CD 및 SD에 젯산균 및 효모균 등의 미생물이 상층액인 물 부분과 분리됨에 따라서 미생물들의 증식 속도가 늦어져서 CS 및 SS에 비하여 pH가 높게 나타난 것으로 사료된다(Chung, 1974). 또한, 상층액과 침전물로 분리하여 저장한 후 다시 혼합한 시료인 CM 및 SM은 저장 초기 pH가 3.73에서 저장기간 동안 안정한 상태로 전반적으로 감소하는 경향을 나타내었으며, 동일 저장 기간에서 살펴본 경우 CD 및 SD의 pH가 가장 높게 나타났고 그 다음으로 CM와 SM, CS와 SS순으로 유의적인 차이를 나타내었다. 이와 같은 결과에 비추어 볼 때 침전물인 CD 및 SD와의 혼합 여부가 pH 변화와 더불어 막걸리 내 함유되어 있는 미생물에 의한 알코올 발효에 영향을 미침을 알 수 있었다. 또한, 이러한 결과로 막걸리 저장에 있어서 지속적인 발효 현상에 따른 저장성 및 품질 변화에 따른 문제점을 막걸리의 침전물 부분을 분리하여 미생물 증식 속도를 제어할 경우 저장·유통 시 발생하는 문제점을 해결할 수 있는 방안으로 가능하다고 판단되었다.

적정 산도 측정

막걸리의 산도 함량은 다른 산미의 원인물질이며 막걸리의 산패 정도를 알아볼 수 있는 요소로 작용한다(Jeong,

Table 1. pH value of *makgeolli* treated with separation storage methods for 30 days at 10°C

Storage time (day)	pH value					
	CONTROL			SEPARATION		
	CS ¹⁾	CD	CM	SS	SD	SM
0	3.63±0.09 ^{C2)c 3)}	4.03±0.05 ^{Ba}	3.73±0.01 ^{Bb}	3.63±0.09 ^{ABc}	4.03±0.05 ^{CDa}	3.73±0.01 ^{Cb}
5	3.67±0.06 ^{Ccd}	4.01±0.03 ^{Bb}	3.63±0.03 ^{Dc}	3.57±0.03 ^{BCd}	4.10±0.04 ^{Ca}	3.50±0.01 ^{Fe}
10	3.76±0.04 ^{Ac}	3.96±0.03 ^{Cb}	3.67±0.02 ^{Cde}	3.66±0.03 ^{ABe}	4.19±0.03 ^{Ba}	3.69±0.01 ^{Dd}
15	3.77±0.01 ^{Ac}	3.87±0.01 ^{Db}	3.75±0.00 ^{Bcd}	3.66±0.01 ^{ABe}	4.08±0.02 ^{CDa}	3.73±0.01 ^{Cd}
20	3.74±0.02 ^{ABb}	3.73±0.03 ^{Eb}	3.59±0.01 ^{Ec}	3.69±0.01 ^{Ab}	4.04±0.06 ^{Da}	3.60±0.00 ^{Ec}
25	3.69±0.02 ^{BCd}	4.06±0.00 ^{Bb}	3.79±0.01 ^{Ac}	3.53±0.02 ^{Ce}	4.29±0.01 ^{Aa}	3.78±0.02 ^{Bc}
30	3.54±0.08 ^{Dd}	4.13±0.04 ^{Aa}	3.49±0.01 ^{Fd}	3.16±0.10 ^{De}	4.19±0.01 ^{Bb}	3.84±0.02 ^{Ac}

¹⁾ CS: control supernatant, SS: sample supernatant, CD: control deposit, SD: sample deposit, CM: control mixture, SM: sample mixture

²⁾ A-F Means±Standard deviation (n=3)

Superscriptive letter in a column indicate significance at $p<0.05$ by Duncan's multiple comparison.

³⁾ a-c Means ±Standard deviation (n=3)

Superscriptive letter in a row indicate significance at $p<0.05$ by Duncan's multiple comparison.

Table. 2. Titratable acidity of *makgeolli* treated with separation storage methods for 30 days at 10°C

Storage time (day)	Titratable acidity (%)					
	CONTROL			SEPARATION		
	CS ¹⁾	CD	CM	SS	SD	SM
0	0.29±0.01 ^{AB2)B3)}	0.42±0.02 ^{Ea}	0.33±0.03 ^{BCb}	0.30±0.01 ^{ABb}	0.42±0.02 ^{Da}	0.33±0.03 ^{Bb}
5	0.29±0.02 ^{ABbc}	0.58±0.04 ^{DEa}	0.33±0.03 ^{BCb}	0.26±0.02 ^{Bc}	0.62±0.06 ^{Ca}	0.31±0.03 ^{Bbc}
10	0.33±0.06 ^{Ab}	0.75±0.02 ^{BCa}	0.39±0.04 ^{ABb}	0.27±0.03 ^{ABb}	1.04±0.02 ^{Ba}	0.34±0.04 ^{Bb}
15	0.31±0.02 ^{ABd}	0.75±0.10 ^{CDb}	0.43±0.04 ^{Ac}	0.32±0.02 ^{ABd}	1.10±0.05 ^{Ba}	0.43±0.04 ^{Ac}
20	0.31±0.01 ^{ABc}	0.74±0.05 ^{CDb}	0.43±0.02 ^{BCc}	0.33±0.01 ^{Ac}	1.32±0.11 ^{Aa}	0.41±0.03 ^{ABc}
25	0.26±0.01 ^{Bc}	1.42±0.02 ^{Aa}	0.38±0.01 ^{ABc}	0.33±0.06 ^{ABc}	1.36±0.03 ^{Cb}	0.42±0.07 ^{Bc}
30	0.28±0.03 ^{Bc}	1.07±0.01 ^{Bb}	0.39±0.05 ^{Cc}	0.30±0.03 ^{Bc}	1.39±0.10 ^{Aa}	0.43±0.01 ^{Bc}

¹⁾ CS: control supernatant, SS: sample supernatant, CD : control deposit, SD : sample deposit, CM: control mixture, SM: sample mixture

²⁾ A-E Means±Standard deviation (n=3)

Superscriptive letter in a column indicate significance at $p<0.05$ by Duncan's multiple comparison.

³⁾ a-d Means±Standard deviation (n=3)

Superscriptive letter in a row indicate significance at $p<0.05$ by Duncan's multiple comparison.

2006). 막걸리를 원심분리하여 30일 동안 10°C 저장하면서 산도 변화를 살펴본 결과 Table 2와 같다. CS 및 SS의 시료에 대해서는 저장 초기 산도가 0.29%에서 저장 기간 동안 최대 각각 0.31, 0.33%까지 증가하였으나, 저장 기간 동안 큰 유의차를 나타내지는 않았다. 그에 비하여 CD, SD, CM 및 SM 시료에 있어서는 저장 기간이 증가할수록 산도가 지속적으로 증가하는 경향을 나타내었다. 또한, CM 및 SM 의 경우 저장 초기 0.33%의 산도에서 저장 25일 이후 최대 각각 0.39, 0.43%으로 증가되었으며, CD 및 SD의 경우 저장 초기 0.42%의 산도에서 저장 25일 이후 최대 각각 1.42, 1.39%까지 증가하여 pH 변화가 저하된 시점과 동일한 결과를 나타내었다. 또한, 동일 저장 기간에서 살펴본 경우 CD 및 SD의 산도가 가장 높게 나타났고 그 다음으로 CM, SM, CS와 SS순으로 유의적인 차

이를 나타내었다. 이러한 결과는 Joung et al.(2004)의 연구 결과에서는 막걸리 저장 중 슬럿에서 생육하는 미생물 작용으로 산도가 증가한다고 보고한 바 있으며, 이는 위의 결과와 유사한 결과가 나타남을 알 수 있었다. 또한, 본 실험에서 특히 막걸리 침전물 부분(CD, SD)만을 분리하여 저장하였으므로 침전물 중에 생육하는 미생물의 작용이 활성화되어 생성된 유기산이 다른 시료군에서 보다 증가됨에 따라서 산도가 역시 저장 기간 중 가장 많이 증가된 것으로 사료되었다.

색도 변화

막걸리를 원심 분리하여 30일 동안 10°C 저장하면서 색도 변화를 살펴본 결과 Fig. 1과 같다. 명도 즉 막걸리의 밝기를 나타내는 L값은 CS, SS, CM 및 SM 시료군에서

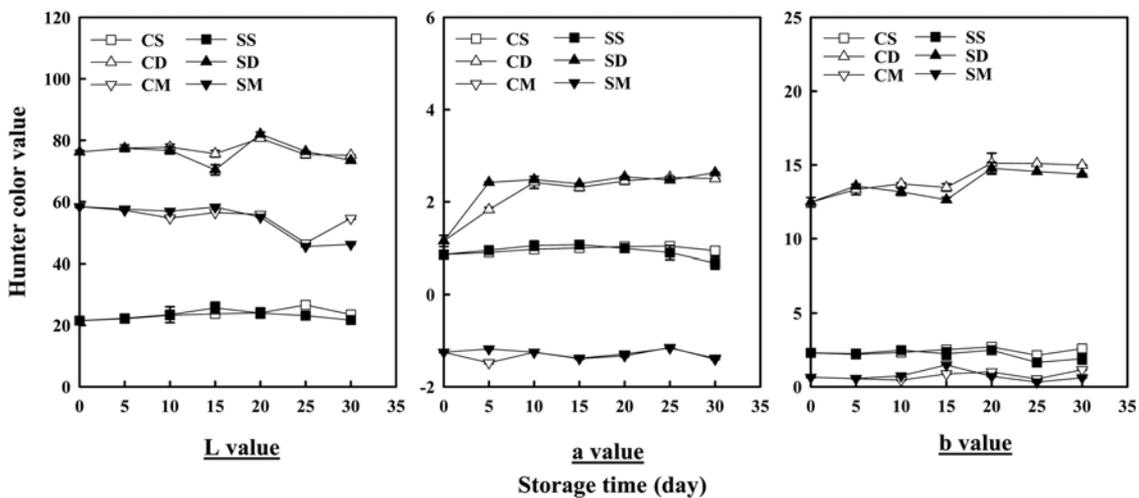


Fig. 1. Color values of *makgeolli* treated with separation storage methods for 30 days at 10°C.

CS: control supernatant, SS: sample supernatant, CD : control deposit, SD : sample deposit, CM: control mixture, SM: sample mixture

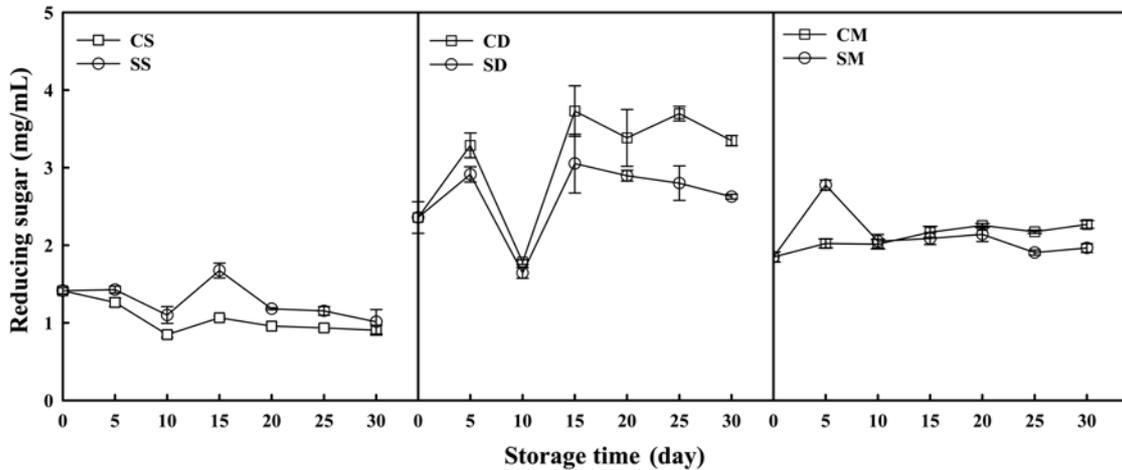


Fig. 2. Reducing sugar of *makgeolli* treated with separation storage methods for 30 days at 10°C.

CS: control supernatant, SS: sample supernatant, CD : control deposit, SD : sample deposit, CM: control mixture, SM: sample mixture

는 침전물인 CD 및 SD에서 가장 높게 나타났으나, 원심 분리 처리 유무에는 상관없이 저장 10일까지는 저장 초기의 밝기를 유지하다가 그 이후 저장기간이 증가할수록 모든 시료군에서 감소하는 경향을 나타내면서 육안으로 관찰한 경우와도 일치하였다. 한편 CD 및 SD의 경우에는 저장 15일에 감소되다가 저장 20일 증가하면서 그 이후 저장 기간 동안 다시 감소하는 경향을 나타내었다. 이러한 결과는 막걸리 침전물(CD, SD)이 저장 20일째 불안정한 상태에서 화학적 및 미생물학적인 반응을 나타내어 밝기 정도가 빠르게 변화한 것으로 사료되며, Kim et al.(2007)의 연구에서 보고한 것처럼 일반적으로 막걸리 저장 시 술덧이 미생물에 의한 발효 또는 당 함량 변화 및 알코올 발효 등 화학적 반응이 나타남에 따라서 밝기 정도가 불안정하다는 결과와 유사하였다. 또한, 적색도를 나타내는 a 값은 상층액(CS, SS)과 혼합물(CM, SM)의 경우에는 저장기간이 증가할수록 조금씩 감소하는 경향을 나타내지만 원심 분리 유무에 따른 유의차는 나타내지 않았다. 그러나, 침전물(CD, SD)의 경우에는 저장초기 $a=1.15$ 에서 저장 5일째 CD 및 SD 각각에서 $a=1.83, 2.42$ 로 증가되면서 최대 저장일에서는 $a=2.50, 2.63$ 까지 증가되었다. 황색도를 나타내는 b 값 역시 침전물(CD, SD)부분에서 가장 높게 나타났으며, 상층액(CS, SS)과 혼합물(CM, SM)의 황색도는 저장기간이 증가되어도 큰 변화를 나타내지 않았다. 한편, CD 및 SD는 저장 초기 $b=12.47$ 에서 저장 20일째 b 값인 각각 15.12, 14.77로 증가하였으며, 원심분리하여 저장한 침전물(SD)의 경우 원심분리 처리를 하지 않고 저장한 침전물(CD)의 황색도가 높게 나타났다. 이러한 결과에서 막걸리 저장 중 미생물에 의한 발효가 침전물과 당 함량이 높은 상층액 부분이 혼합되어 있으므로 미생물 발효가 빠르게 진행되므로 원심분리 처리를 하지 않고 저장한 막걸리의

침전물에 대한 황색도 변화가 높게 나타난 것으로 사료되었다. 이와 같은 결과에서 막걸리 저장 시 침전물에 의한 혼탁 및 황색도 변화로 인한 품질저하 현상에 대한 문제점을 해결할 수 있는 저장 방법으로 고려해 볼만 한 것으로 판단되었다.

환원당 변화

막걸리 저장 중 환원당의 변화는 막걸리의 산미, 감칠맛 및 알코올 생성에 중요한 영향을 미치는 성분이다(Lee et al., 2000). 막걸리를 원심 분리하여 30일 동안 10°C 저장하면서 당도 변화를 살펴본 결과 Fig. 2와 같다. CS 및 SS의 시료에 대해서는 저장 초기 환원당이 1.37 mg/mL에서 저장 10일 각각 0.85, 1.10 mg/mL까지 감소되다가 저장 15일째 다시 1.07 및 1.78 mg/mL로 SS의 경우에는 저장 초기 보다 더 높은 환원당 함량을 나타내었다. CD 및 SD는 저장 10일째 초기 환원당 2.19 mg/mL에서 각각 1.78 및 1.64 mg/mL로 감소하다가 저장 15일째 3.73, 3.05 mg/mL로 급격하게 증가하였다. 그 이후 저장 기간이 증가할수록 다소 감소되는 경향을 나타내었으며, SD의 경우 CD보다 감소되는 경향이 더욱 뚜렷하였다. 한편, CM 및 SM의 경우는 저장 5일째 증가하다가 그 이후 저장 기간 동안 다소 안정적인 경향을 나타내었다. 이러한 결과는 막걸리 저장 10일 정도에서 알코올 발효 현상이 나타남에 따라서 효모의 영양원으로 환원당이 이용되기 때문에 환원당이 감소된 것으로 생각되었다(Joung et al., 2004). 또한, 환원당이 감소되다가 일정 저장기간 동안 큰 변화 없이 유지되는 결과는 Han et al. (1997) 및 Lee et al.(1973)이 보고한 결과와 일치하였다. 이와 같은 결과를 살펴보면 침전물인 CD 및 SD에 대한 환원당이 상층액(CS, SS)과 혼합물(CM, SM)에 비하여 많이 함유되어 있으며, 알코올 발효 현상에 영향을

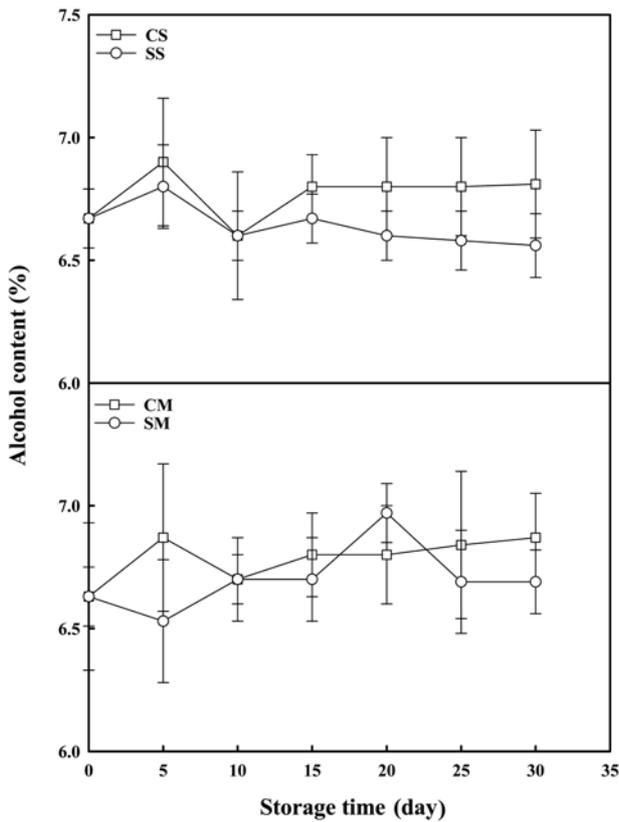


Fig. 3. Alcohol content of the *makgeolli* treated with separation storage methods for 30 days at 10°C.

CS: control supernatant, SS: sample supernatant, CM: control mixture, SM: sample mixture

미치는 효모 등과 같은 미생물과 역시 침전물 부분에 많이 존재함을 알 수 있었다. 따라서, 막걸리를 저장 및 유통시킬 경우 저장 과정에서 나타나는 현상인 발효에 의한 품질 변화를 최소화하여 저장 안정성을 증가시키는 방법으로 막걸리의 상층액과 침전물을 분리하는 방법에 대한 가능성을

고려해 볼 수 있는 것으로 판단되었다.

알코올 함량 변화

막걸리의 알코올 함량은 발효에 의해서 나타나는 현상이다. 즉, 미생물에 의해서 당 성분이 알코올과 탄산가스로 변화하여 막걸리의 변화를 의미하며, 일반적으로 알코올은 유해 미생물의 오염 방지 및 효모 발효에 영향을 미치는 요인이 된다(Jung et al., 1996). 막걸리를 원심분리하여 30 일 동안 10°C 저장하면서 알코올 함량 변화를 살펴본 결과 Fig. 3과 같다. 알코올 함량 측정은 측정 방법 특성상 상층액(CS, SS)과 혼합물(CM, SM)에 대해서만 측정하였다. 막걸리 저장 초기 알코올 함량 6.6%에서 CS 및 SS인 경우 저장 15일 정도까지 불안정한 상태로 증가와 감소 현상을 반복하여 나타내었으나, 15일 이후에는 다소 감소하는 경향을 나타내었지만 일정 수준을 유지하였다. CM 및 SM의 경우 CM은 저장기간이 증가할수록 알코올 함량이 지속적으로 증가하여 최대 저장 30일째는 6.9%까지 증가하는 경향을 나타내었다. 반면 SM은 저장 10일에서 20일까지 다소 증가하는 경향을 나타내다가 20일 이후 감소하면서 그 이후 일정 수준을 유지하였다. 이러한 결과 최대 저장 기간을 기준으로 막걸리의 알코올 함량을 살펴본 경우 CM > CS > SM > SS과 같은 순서대로 알코올 함량을 나타내었다. 또한, Fig. 3를 살펴보면 저장초기인 저장 5일째 모든 시료군에서 알코올 함량이 증가하다가 다시 감소하면서 일정 기간 동안 큰 변화 없이 유지하는 결과를 볼 수 있었다. 또한, 저장초기 환원당 함량이 감소하면서 알코올 발효가 일어나서 알코올 함량이 증가하는 것으로 사료되었으며, 이러한 변화는 Jung et al.(2006) 및 Lee et al.(2004)이 보고한 전통주에 대한 연구결과와도 유사하였다. 특히, 막걸리의 경우 탄수화물이 많이 함유되어 있는 쌀을 이용하여 제조되는 술로써 알코올 발효 과정 중 당 성분이 중요한 영향을 미침을 알 수 있었다. 따라서, 본 실험에서처럼 막걸리를 원심분리하여 저장할 경우 알코올

Table. 3. Microbial cell counts of *makgeolli* treated with separation storage methods for 30 days at 10°C

Storage time (day)	Microbial cell counts (CFU/mL)											
	CONTROL						SEPARATION					
	CS ¹⁾		CD		CM		SS		SD		SM	
Lactic acid bacteria	Yeast	Lactic acid bacteria	Yeast	Lactic acid bacteria	Yeast	Lactic acid bacteria	Yeast	Lactic acid bacteria	Yeast	Lactic acid bacteria	Yeast	
0	8.2×10 ³	1.2×10 ⁴	1.7×10 ⁷	7.9×10 ⁸	4.1×10 ⁷	9.9×10 ⁸	8.2×10 ³	1.1×10 ⁴	1.7×10 ⁷	7.9×10 ⁸	4.1×10 ⁷	9.9×10 ⁸
5	1.9×10 ⁴	2.7×10 ⁴	1.1×10 ⁷	5.7×10 ¹¹	7.9×10 ⁶	5.6×10 ¹¹	7.5×10 ³	2.4×10 ⁵	1.5×10 ⁷	8.6×10 ¹¹	1.6×10 ⁷	5.1×10 ¹⁰
10	2.3×10 ³	1.1×10 ³	2.4×10 ⁷	3.1×10 ⁹	1.6×10 ⁷	3.1×10 ⁹	1.4×10 ⁴	1.1×10 ⁴	2.2×10 ⁷	1.9×10 ⁸	2.2×10 ⁷	2.6×10 ¹⁰
15	2.5×10 ³	1.9×10 ⁴	1.2×10 ⁷	8.1×10 ⁸	5.9×10 ⁶	8.3×10 ⁷	4.8×10 ³	3.2×10 ⁴	1.9×10 ⁷	5.4×10 ⁸	1.5×10 ⁷	8.2×10 ⁹
20	2.7×10 ³	2.5×10 ⁴	1.3×10 ⁸	6.9×10 ¹⁰	1.2×10 ⁸	7.5×10 ⁸	1.1×10 ⁵	1.5×10 ⁵	1.8×10 ⁸	7.6×10 ¹⁰	1.3×10 ⁷	4.9×10 ⁹
25	2.3×10 ⁴	3.2×10 ⁴	1.8×10 ⁴	5.1×10 ¹⁰	1.3×10 ⁷	5.5×10 ⁸	1.1×10 ⁵	1.8×10 ⁵	1.6×10 ⁸	5.1×10 ¹⁰	2.2×10 ⁶	9.0×10 ¹⁰
30	9.7×10 ⁴	7.2×10 ⁴	1.6×10 ⁴	1.8×10 ¹⁰	2.5×10 ⁸	9.3×10 ⁸	1.4×10 ⁵	3.9×10 ⁵	2.1×10 ⁷	5.8×10 ⁹	1.3×10 ⁷	9.7×10 ⁹

¹⁾ CS: control supernatant, SS: sample supernatant, CD : control deposit, SD : sample deposit, CM: control mixture, SM: sample mixture

발효가 시작되는 기간을 연장함으로써 유통 시 나타날 수 있는 품질저하 현상을 감소시킬 수 있을 것으로 판단되었다.

미생물균수 변화

막걸리를 원심 분리하여 30일 동안 10°C 저장하면서 미생물 변화를 살펴본 결과 Table 3과 같다. 막걸리 저장 중 미생물의 변화는 발효, pH 변화 및 적정산도 변화에 영향을 미치는 요인으로 중요하다. 막걸리 저장 시료인 상층액(CS, SS), 침전물(CD, SD) 및 혼합물(CM, SM)의 경우 최대 저장일인 30일을 기준으로 젖산균(Lactic acid bacteria) 수를 측정할 경우 CS 및 SS는 저장초기 10³에서 각각 10⁴ 및 10⁵로 증가하였고, CD는 10⁷에서 감소하였다. 그러나 나머지 CM, SD 및 SM은 저장초기보다 다소 감소하는 경향을 나타내었으나 큰 차이는 나지 않았다. 또한, 효모균수의 경우는 CS 및 SS를 제외한 모든 시료군에서 저장 10일째 10¹씩 증가하였다. 또한, CS, CD 및 CM에 비하여 SS, SD 및 SM의 경우 저장기간 동안 효모균이 안정적으로 유지되거나 증가 또는 감소 현상이 나타나도 큰 유의차이는 나지 않았다. 이와 같은 결과는 막걸리 저장 초기 pH의 저하 및 적정산도의 증가에 따라서 젖산균수 및 효모균수의 변화에 영향을 미치는 것으로 사료되었다. 또한, 이러한 결과는 일반적으로 막걸리에 있어서 젖산균의 증식은 pH를 저하시킴으로 잡균에 대한 오염을 억제하고 효모균을 증식시켜 알코올 발효에 도움을 준다는 Kim et al.(2007)의 보고와 일치함을 알 수 있었다. 따라서 원심분리 후 막걸리를 저장하는 방법이 미생물에 의한 알코올 발효를 조절하는데 도움을 줄 수 있는 것으로 판단되었으며, 이러한 저장 방법이 막걸리 저장·유통 시 발효에 의한 품질 저하 현상을 감소시킬 수 있는 것으로 사료되었다.

요 약

전통식품에 대한 관심이 증가되고 있는 현재 최근 막걸리에 대한 개발이 지속적으로 이루어지고 있다. 특히, 막걸리의 경우 유통 중 발효현상에 따른 저장 안정성이 중요하게 대두되고 있는 실정이다. 따라서 본 연구에서는 막걸리 저장을 위한 안정성에 대한 실험을 수행하였다. 저장 시료로는 대조구 및 원심분리를 하여 얻은 상층액(SS), 침전물(SD)로 하였다. 저장 실험은 10°C에서 30일 동안 시행하였으며, 저장기간에 따라 취한 시료에 대해 이화학 분석 및 미생물 실험을 하였다. 그 결과 모든 시료군에 대해서 환원당은 10일째부터 감소하는 경향을 나타내었으며, 산도 및 색도 경우 저장기간에 따라 지속적으로 증가하는 경향을 나타내었다. 특히, 침전물 부분은 yellowness value가 저장 초기보다 2배 정도 증가하였다. 미생물의 경우 유산균은 저장기간이 증가할수록 감소하는 경향을 나타내었으며, 효모는 저장 15일 이후 감소하는 경향을 나타내었으나

그 유의차는 크지 않았다. 이러한 변화는 원심분리한 후 저장한 시료군에 대하여 비교적 적게 나타났다. 따라서 분리저장 방법이 저장 유통 중 막걸리의 품질변화 개선 효과에 대해 영향을 미치는 것으로 나타났으며, 향후 막걸리 제품에 대해 분리형 포장 기법이 막걸리 유통 안정성에 영향을 미칠 것으로 판단된다.

참고문헌

- Choi JY, Lee TS, Noh BS. 1999. Characteristics of volatile flavor compounds in improved kochunjang prepared with glutinous rice koji during fermentation. *Korean J. Food Sci. Technol.* 31: 1221-1226.
- Korea Food & Drug Administration. 2000. Official Book for Food. Moonyoung Publishing Co., Seoul, Korea. p. 436.
- Chung DH. 2004. The history of Alcohol Tradition in Korea. Shinkwang Publishing Co., Seoul, Korea. pp. 271-298.
- Ministry of Commerce, Industry and Energy. 2006. Study on developing How to Improve Quality and Shelf-life of Takju Manufacturing factory, Daegu, Korea. pp. 1, 17.
- Kim HY, Lee IS, Kang JY, Kim GY. 2002. Quality characteristics of cookies with various levels of functional rice flour. *Korean J. Food Sci. Technol.* 34: 642-646.
- 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.
- Kim KO, Choi HJ. 1995. Optimization of the preparation of rice-based infant foods using freeze drying process. *Korean J. Food Sci. Technol.* 27: 680-689.
- 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.
- Jeong JW, Park KJ, Kim MH, Kim DS. 2006. Quality characteristics of takju fermentation by addition of chestnut peel-powder. *Korean J. Food Preserv.* 13: 329-336.
- Joung EJ, Paek NS, Kim YM. 2004. Studies on Korean takju using the by-product of rice milling. *Korean J. Food Nutr.* 17: 199-205.
- Lee SM, Lee TS. 2000. Effect of roasted rice and defatted soybean on the quality characteristics of takju during fermentation. *J. Natural Sci.* 12: 71-79.
- Park CS, Lee TS. 2002. Quality characteristics of takju prepared by wheat flour nuruks. *Korean J. Food Sci. Technol.* 34: 296-302.
- Park JH, Bae SM, Yook C, Kim JS. 2004. Fermentation characteristics of takju prepared with old rice. *Korean J. Food Sci. Technol.* 36: 609-615.
- Shin KR, Kim BC, Yang JY, Kim YD. 1999. Characterization of Yakju prepared with yeasts from fruits. 1. Volatile components in Yakju during fermentation. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 28: 794-800.
- Kang MY, Park YS, Mok CK, Chang HG. 1998. Improvement of shelf-life of Yakju by membrane filtration. *Korean J. Food Sci. Technol.* 30: 1134-1139.
- Miller GL. 1959. Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. *Anal. Chem.* 31: 426-428.

- National Tax Service Technical Service Institute. 2005. Manufacturing Guideline of *Takju* and *Yakju*. National Tax Service Technical Service Institute, Seoul, Korea. pp. 31, 53-54, 195-196.
- KFDA. 2003. Code Food, Korea Food and Drug Association. Seoul, Korea.
- SAS Institute. 1988. SAS/STAT User Guide, release 6.30 ed. Washington, D.C, USA.
- Chung DH. 1974. Fermentation and microbial technology. Sunjin Munhwasa, Seoul, pp. 228-275.
- Kim JY, Sung KW, Bae HW, Yi YH. 2007. pH, acidity, color, reducing sugar, total sugar, alcohol and organoleptic characteristics of puffed rice powder added takju during fermentation. Korean J. Food Sci. Technol. 39: 266-271.
- 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.
- Jung HK, Park ChD, Park HH, Lee GD, Lee IS, Hong JH. 2006. Manufacturing and characteristics of Korean traditional liquor, hahyangju prepared by *Saccharomyces cerevisiae* HA3 isolated from traditional nuruk. Korean J. Food Sci. Technol. 38: 659-667.
- Lee WY, Rhee CH, Woo CJ. 2004. Changes of quality characteristics in brewing of chungju (sambaekju) supplemented with dried persimmon and cordyceps sinensis. Korean J. Food Preserv. 11: 240-245.