

냉동저장에 따른 막걸리의 품질특성

이진원 · 심재용*

한경대학교 식품생물공학과 및 식품생물연구소

Quality Characteristics of *Makgeolli* during Freezing Storage

Jin-Won Lee and Jae-Yong Shim*

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

Abstract

Recently the enhancement and development of *makgeolli* processing to extend shelf life are constantly accomplished. However, the standardization to restrict microorganisms including cold chain system and sterilizing system has not been established yet. Therefore, the objective of this study was to investigate the storage stability of *makgeolli* using quick freezing (QF) and slow freezing (SF) storage methods. The storage period was 40 days. Every 10 days, the samples were taken from the quick and slow freezing storage chamber. And then the samples were put into a 10°C refrigerator for 24 hr to thaw them. The final samples were evaluated for chemical experiments and microbial cell counts. As a result, reducing sugar content was dramatically increased after 10 days for all of the samples. In titratable acidity and color values case, these values did not significantly change by storage time. In case of lactic acid bacteria and yeasts for all the samples, there was a decreasing tendency with storage time. Especially, in case of lactic acid bacteria, the changes from the beginning microbial cell counts (4.1×10^7 CFU/mL) for QF and SF after 20 days were 3.6×10^6 CFU/mL and 1.8×10^4 CFU/mL, respectively. This result showed that the freezing methods could restrict the microbial growth in *makgeolli*.

Key words: *makgeolli*, quality characteristics, quick freezing, slow freezing, reducing sugar

서 론

우리나라 전통 술인 막걸리는 거칠게 막 거른 술이라는 의미로 맑지 않고 탁하기 때문에 탁주라 부르기도 한다 (Jeong, 1999). 막걸리에는 특유의 청량감과 6-8% 정도의 알코올이 함유되어 있으며, 비타민 B군, lysine, leucine과 같은 필수아미노산 및 glutathione 등 영양가가 풍부하다. 또한, 막걸리에는 단백질, 당질 및 생효모가 함유되어 다른 주류와는 차별화된 특징을 갖고 있다 (Bae, 1999; Ahn, 1994; Song et al., 2003).

일반적으로 막걸리는 탄수화물이 미생물 분해에 의하여 알코올을 비롯하여 다양한 성분이 생성된 일종의 발효음료로 구분되며, 그 중에서도 막걸리는 약주와 맥주, 청주와 함께 전분질을 당화효소로 당화시켜 발효시킨 복발효주이

다 (Lee, 1986; Kim et al., 1990). 막걸리 제조에 있어서 원료가 되는 백미, 밀가루, 과당 등은 전분질에 해당하는 원료로 막걸리 발효를 위하여 사용되는 누룩이 있다. 누룩은 술덧이 숙성하는 과정에서 전분질을 분해해서 포도당으로 만들어 주는 주요 효소원이 되며 (Kim, 1968), 누룩 중 함유되어 있는 미생물에 의하여 막걸리 저장 중 효소 작용이 발생하여 당, 유기산, 아미노산 등과 같은 맛 성분과 효모나 젖산균 등에 의한 발효로 인하여 풍미성분이 생성되어 색과 품질의 조화를 이루게 된다 (Shin et al., 1999).

이와 같이 막걸리는 영양학적으로도 차별화된 우수한 발효식품이지만, 저장 시 발생하는 이취 및 포장 용기 사용의 불편함 등의 해결되지 않은 문제로 막걸리 소비가 이루어지지 않았다. 또한, 무살균 막걸리의 경우 유통과정 중에 미생물에 의하여 잔존하는 당류의 지속적인 발효로 단맛의 손실에 따른 신맛과 쓴맛의 상대적 증가로 인한 품질의 균일화가 어려운 문제점을 갖고 있다 (Lee et al., 1989; Bae et al., 1990).

한편, 이러한 무살균 막걸리의 문제점을 해결하고자 막걸리를 가열을 통하여 살균하게 되면 저장성은 연장시킬 수 있으나, 쓴맛의 발현, 강한 악취생성, 변색 및 층 분리

Corresponding author: Jae-Yong Shim, Department of Food & Biotechnology, Hankyong National University, 67 Seokjeong-dong, Anseong-si, Gyeonggi-do, 456-749, Korea
Tel: +82-31-670-5158; Fax: +82-31- 677-0990
E-mail: jyshim@hknu.ac.kr
Received November 8, 2010; revised November 22, 2010; accepted November 23, 2010

등 막걸리 성상에 대한 문제점을 나타내면서 상품성을 저하시키게 된다(Lee et al., 1991; Mok et al., 1998).

그러나, 현재 우리나라에서는 막걸리에 대한 발효 특성 및 영양적 특성에 영향을 미치는 균주 개발에 대한 연구는 많이 연구하고 있으나(Kim et al., 2002; Lee et al., 1989), 저장·유통 시 발생하는 문제점을 해결하기 위한 연구는 부족한 현실이다.

그러므로 우리나라 전통 술인 막걸리의 저장·유통 시 발생하는 문제점에 대한 해결 방안을 제시하는 등 표준화된 방법을 확립하여 막걸리 품질 저하 현상을 해결할 수 있는 새로운 방법이 절실히 필요한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 막걸리 저장·유통 시 품질변화에 영향을 미치는 주요 요인 즉, 미생물에 의한 막걸리 저장 중 지속적으로 나타나는 발효현상에 의한 품질 변화를 억제하기 위하여 일반적으로 미생물의 생육증식이 저온일수록 생육증식 속도가 느리게 나타나는 원리를 이용하여 막걸리를 급속동결(-80°C) 및 완만동결(-18°C) 방법으로 동결하여 동결 방법에 따른 막걸리 저장 시 미생물 제어에 대한 효과를 알아보고자 한다(Jung et al., 1996). 시중에서 판매되고 있는 막걸리를 40일 동안 급속동결(-80°C) 및 완만동결(-18°C) 방법으로 각각 저장하면서 저장 기간별로 시료를 취하여 동결 방법에 따른 pH, 당도, 산도, 환원당, 색도 및 알코올 함량 변화를 측정하였으며, 젖산균수와 효모균수에 대한 변화를 조사하여 실용화를 위한 자료를 얻고자 하였다.

재료 및 방법

재료

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

저장실험

동결방법

동일 제조일에 생산된 막걸리를 구입하여 급속동결(-80°C) 및 완만동결(-18°C)하여 40일 동안 저장하였다. 또한, 막걸리를 급속 및 완만 동결한 경우 각각의 동결속도는 곡류를 첨가하여 제조한 음료 및 발효식품의 동결속도를 참고하여 막걸리 급속동결 시 최대 빙결정 생성대의 통과 시간을 약 10-15분 이내, 완만동결의 경우는 100-120분 정도로 판단하여 실험에 이용하였다(Lee et al., 1999).

해동방법

급속동결(quick freezing, QF) 및 완만동결(slow freezing, SF)한 막걸리 시료를 각각의 저장 기간별로 취하여 10°C incubator(SW-90L, Seorim Science, Seoul, Korea)에서 급속동결(QF) 막걸리는 480분, 완만동결(SF) 막걸리는 380분 해동시킨 후, 20°C 수도수에서 각각 60분 및 30분 정도 더 해동

시켜 동결 과정에서 생성된 얼음 입자가 존재하지 않은 상태의 막걸리를 측정 시료로 사용하였으며, 10°C incubator에서 저장한 막걸리를 대조구(control sample, CS)로 하여 저장 방법에 따른 막걸리의 품질을 측정하였다(Lee et al., 1999).

pH측정

저장기간 중 10일 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 10일 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 NaOH 용액의 양으로부터 적정산도(%젖산)를 계산하였다(Kang et al., 1998).

색도측정

저장기간 중 10일 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 10일 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 Spectrophotometer(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 국제청 주류 분석 규정에 준하여 측정하였다(국제청, 2010. 국제청 기술연구소 주류 분석 방법 제4조 관련). 저장기간 중 10일 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 10 일 간격으로 채취한 막걸리 시료를 멸균 희석액(Saline solution, 3M Diluent, USA)으로 희석 단계별로 희석한 후 각각의 희석액을 젯산 균수는 Lactobacilli MRS agar (Difco Lab., USA)에 100 μ l을 도말하여 37°C에서 24시간 배양 후 식품공전 방법(KFDA, 2003)에 따라서 형성된 집락을 계수하여 측정하였으며, 효모 균수는 효모 측정용 petrifilm(3 M, 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

막걸리를 급속동결(QF) 및 완만동결(SF) 방법으로 40일 동안 저장하면서 pH 변화를 살펴본 결과는 Fig. 1과 같다. 10°C incubator에서 저장한 시료 CS의 경우에는 저장 초기 pH 3.72에서 저장기간이 증가할수록 감소하는 경향을 나타내면서 최대 저장 기간인 40일에는 3.44 정도의 pH를 나타내었다. 한편, QF 및 SF의 경우에는 저장 초기 pH 3.72보다 오히려 더 증가하였다. QF 및 SF의 경우 저장 10일 이후 다소 감소하는 경향을 나타내면서 저장 기간이 증가할수록 지속적으로 감소하였으나, CS에 비하여 감소폭이 크게 나타나지는 않았다. 이와 같은 결과는 저장 온도가 낮은 경우 미생물들의 증식 속도가 늦어져서 CS에 비하여 QF 및 SF의 pH가 높게 나타난 것으로 사료되었다. 일반적으로 막걸리 저장에 있어서 pH가 저하되는 현상은 젯산균과 효모균의 활성에 따른 증식으로 알코올 발효가 빠르게 진행됨을 의미하게 된다. 따라서 QF 및 SF 방법을 이용하여 막걸리를 저장할 경우 pH의 저하 현상을 억제시킴에 따른 알코올 발효 속도를 제어할 수 있는 것으로 판단되었으며,

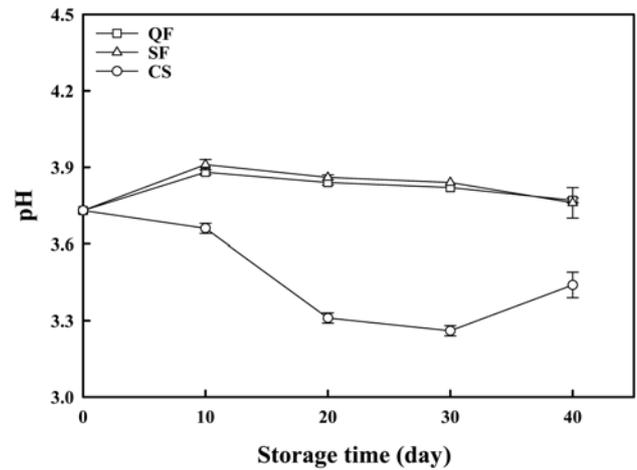


Fig. 1. pH of makgeolli treated with quick freezing and slow freezing for 40 storage days (QF: quick freezing, SF: slow freezing, CS: control sample).

이와 같은 결과는 Chung et al.(1974)에서 연구 결과에서처럼 막걸리 저장 온도가 발효에 영향을 미친다는 보고와 일치하였다. 또한, 이러한 결과로 막걸리 저장에 있어서 지속적인 발효 현상에 따른 저장성 및 품질 변화에 따른 문제점을 저장 온도를 조절함으로써 미생물 증식 속도 제어에 따른 막걸리 저장·유통 시 발생하는 문제점을 해결할 수 있는 방안으로 가능하다고 판단되었다.

적정산도 측정

막걸리를 급속동결(QF) 및 완만동결(SF) 방법으로 40일 동안 저장하면서 산도 변화를 살펴본 결과 Fig. 2와 같다. 대조구인 CS는 10°C incubator에서 저장하면서 QF 및 SF와 함께 산도의 변화를 조사하였다. 시료 CS의 경우에는 저장 초기 막걸리의 산도가 0.33%에서 저장 10일째 0.38%까지 증가하다가 그 이후 저장기간이 증가할수록 지속적으로 감소하여 저장 40일 경우 0.24%까지 감소하였다. QF의 경우에는 저장 초기 0.33%의 산도를 나타내다가 저장 10일째 0.36%까지 증가하다가 그 수준을 일정기간 유지하다가 저장 40일째는 0.32% 정도의 산도를 나타내었다. SF의 경우도 저장 10일에서 20일 사이에 0.37% 정도의 산도를 나타내면서 저장기간이 증가할수록 큰 차이 없이 유지하면서 저장 40일째 0.36%의 산도를 나타내었다. 이와 같은 결과 CS에 비하여 낮은 온도에서 저장한 QF 및 SF의 경우 산도의 변화가 저장 초기에 비하여 크게 나타나지 않는 것으로 나타났으며, 산도 변화에 영향을 미치는 요소로 막걸리에 함유되어 있는 미생물 중 하나인 젯산균이 낮은 온도에서 생육이 가능한 것으로 판단되었다. 이러한 결과는 Park & Koh(1973)의 연구 결과와 일치하였다.

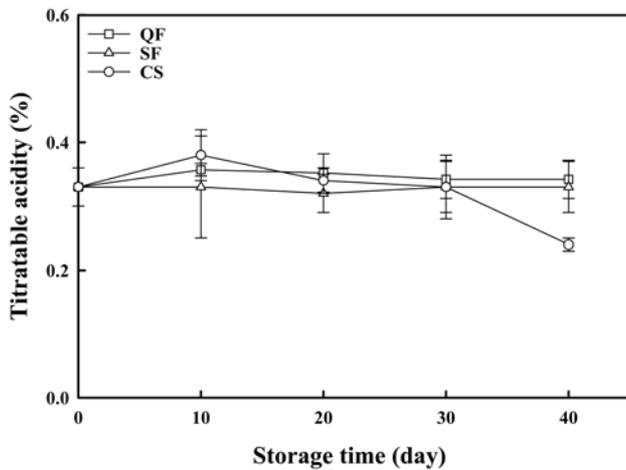


Fig. 2. Titratable acidity of *makgeolli* treated with quick freezing and slow freezing for 40 storage days (QF: quick freezing, SF: slow freezing, CS: control sample).

색도 변화

막걸리를 급속동결(QF) 및 완만동결(SF) 방법으로 40일 동안 저장하면서 색도 변화를 살펴본 결과 Table 1과 같다. 대조구인 CS는 10°C incubator에서 저장하면서 QF 및 SF와 함께 색도 변화를 조사하였다. 시료 CS 명도 즉 막걸리의 밝기를 나타내는 L값은 저장 초기 58.41에서 저장 기간이 증가할수록 감소되는 경향을 나타내면서 저장 40일 때 53.87까지 감소되었다. 반면, QF 및 SF의 경우는 저장기간 동안 저장 초기 58.41을 유지하였다. 특히, QF의 경우에는 40일 저장 때 미세하지만 오히려 59.15로 저장 초기보다 증가하는 결과를 나타내었다. 또한, 적색도를 나타내는 a값과 황색도를 나타내는 b값의 경우 QF 및 SF의 경우에는 저

장 초기 a=-1.25, b=0.64 수준을 유지하였다. 그러나, CS의 경우에는 b값의 경우 저장 초기 0.64에서 저장 10일째 0.45까지 감소하다가 그 이후 저장 기간이 증가할수록 지속적으로 증가하면서 최대 저장 기간 40일째는 1.35까지 증가하였다. 이와 같은 결과 낮은 온도에서 저장함에 따라서 막걸리에 함유되어 있는 당질 및 미생물에 의한 효소활성이 억제되므로 QF 및 SF의 경우 색도(L, a, b)의 변화가 크게 나타나지 않으나, CS의 경우에는 QF 및 SF에 비하여 저장 온도가 높기 때문에 당질과 아미노산 등의 영양성분들의 화학적 변화 및 미생물 발효에 의한 변화로 인하여 L, a값 뿐만 아니라 특히, 당과 아미노산 성분 변화에 직접적으로 영향을 받는 b값의 변화가 크게 나타난 것으로 판단되었다. 이와 같은 Kim et al.(2007)의 연구에서 보고한 것처럼 막걸리 저장 시 미생물에 의한 발효 또는 당 및 아미노산 함량 변화 등 화학적 반응이 나타남에 따라서 색도 변화가 나타난다는 결과와 유사하였다.

환원당 변화

막걸리를 급속동결(QF) 및 완만동결(SF) 방법으로 40일 동안 저장하였으며, 대조구인 CS는 10°C incubator에서 저장하면서 QF 및 SF와 함께 환원당 변화를 살펴본 결과 Fig. 3과 같다. 시료 CS 경우 저장 초기 환원당 함량이 1.85 mg/mL에서 저장 기간이 증가할수록 지속적으로 증가하다가 저장 20일에 최고 함량인 2.39 mg/mL를 나타내었다. QF인 경우에는 저장 10일째 2.25 mg/mL까지 환원당 함량을 나타내면서 저장초기에 비하여 0.40 mg/mL 정도 증가하다가 그 이후 저장기간이 증가될수록 다시 감소하여 저장 40일째 1.97 mg/mL의 환원당 함량을 나타내었다. 반면, SF의 경우는 저장기간이 증가할수록 계속 환원당 함량이 증가되다가 저장 40일째 2.46 mg/mL를 나타내면서 저

Table 1. Color values of *makgeolli* treated with quick freezing and slow freezing for 40 storage days

Sample	Color value	Storage time (day)					
		0	10	20	30	40	
CS ²⁾	L	58.41±0.26 ^{A3)a4)}	54.69±0.02 ^{Cb}	55.89±0.06 ^{Bb}	54.59±0.03 ^{Cc}	53.87±0.20 ^{Dc}	
		QF	58.41±0.26 ^{Ca}	58.57±0.25 ^{Ba}	58.50±0.13 ^{Ca}	58.77±0.09 ^{Ba}	59.15±0.18 ^{Aa}
		SF	58.41±0.26 ^{Aa}	58.68±0.08 ^{Aa}	58.63±0.15 ^{Aa}	57.40±0.35 ^{Ab}	58.56±0.31 ^{Ab}
S·M ¹⁾	CS	-1.25±0.01 ^{Aa}	-1.25±0.01 ^{Ac}	-1.33±0.02 ^{Bc}	-1.40±0.01 ^{Cc}	-1.42±0.01 ^{Cc}	
	QF	-1.25±0.02 ^{Ba}	-1.14±0.03 ^{Aa}	-1.19±0.06 ^{Ab}	-1.21±0.04 ^{Ba}	-1.18±0.02 ^{Aa}	
	SF	-1.25±0.02 ^{ABa}	-1.18±0.02 ^{Ab}	-1.12±0.03 ^{Aa}	-1.27±0.02 ^{Bb}	-1.26±0.02 ^{Bb}	
	CS	0.64±0.02 ^{Da}	0.45±0.01 ^{Ec}	1.01±0.01 ^{Ca}	1.15±0.01 ^{Ba}	1.35±0.01 ^{Aa}	
	QF	0.64±0.02 ^{Ca}	0.68±0.03 ^{Ba}	0.68±0.06 ^{Bb}	0.58±0.05 ^{Db}	0.74±0.05 ^{Ab}	
	SF	0.64±0.02 ^{Aa}	0.66±0.05 ^{Ab}	0.61±0.05 ^{Bc}	0.54±0.06 ^{Cc}	0.68±0.03 ^{Ac}	

¹⁾ S·M: storage method

²⁾ CS: control sample, QF: quick freezing, SF: slow freezing

³⁾ A-E Means±Standard deviation (n=3)

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

⁴⁾ a-c Means±Standard deviation (n=3)

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

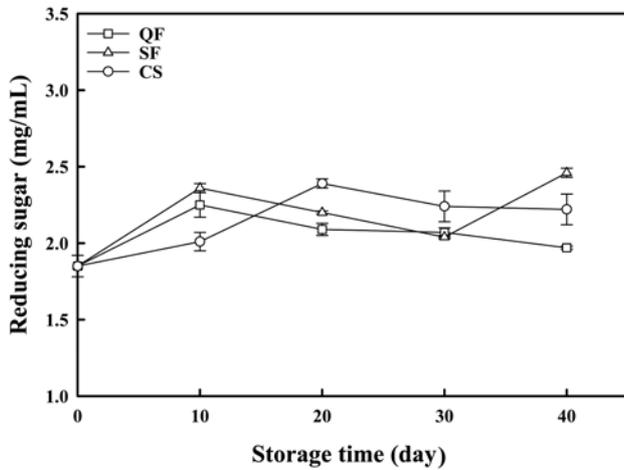


Fig. 3. Reducing sugar of *makgeolli* treated with quick freezing and slow freezing for 40 storage days (QF: quick freezing, SF: slow freezing, CS: control sample).

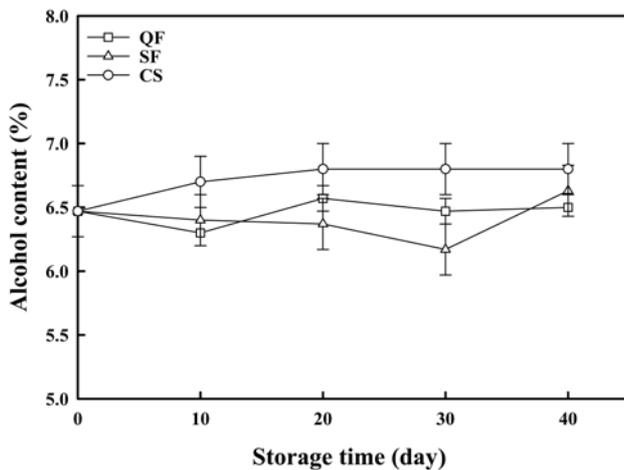


Fig. 4. Alcohol content of *makgeolli* treated with quick freezing and slow freezing for 40 storage days (QF: quick freezing, SF: slow freezing, CS: control sample).

장초기보다 0.62 mg/mL 정도 환원당 함량이 높게 나타났다. 이러한 결과는 QF의 경우는 저장 온도가 많이 낮기 때문에 환원당 함량변화가 일정 수준을 유지하는데 비하여 실험에서 이용한 완만동결의 온도 0°C가 발효를 나타낼 수 있는 온도로는 적절하지 않지만 환원당의 함량의 증가 및 감소와 같은 화학적 변화를 완전히 억제시킬 수 있는 온도 범위인가에 대해서는 더 많은 연구가 필요한 것으로 판단되었다. 또한, CS의 경우 환원당 함량이 저장초기 증가하다가 저장기간이 증가할수록 감소되는 경향이 나타난 것은 알코올 발효 현상이 나타남에 따라서 효모의 영양원으로 환원당이 이용되기 때문에 환원당이 저장 기간이 증가될수록 감소된 것으로 사료되었으며, 이러한 결과는 Jong et al.(2004)의 연구 결과와도 유사하였다.

알코올 함량 변화

막걸리를 급속동결(QF)과 완만동결(SF) 방법으로 40일 동안 저장하면서 대조구인 CS와 함께 알코올 함량 변화를 살펴본 결과 Fig. 4와 같다. 미생물 증식 정도 및 당 성분의 변화에 직접적으로 관련 있는 발효 현상은 막걸리 저장 중 알코올 함량 변화에 영향을 미친다(Jung et al., 2006). CS의 경우 알코올 함량이 저장 초기 6.5%에서 저장 10일째 6.7%로 증가하면서 저장 20일째 6.8%까지 계속 증가하다가 20일 이후 6.8%의 알코올 함량을 유지하였다. QF인 경우는 저장 20일까지 감소하다가 다소 증가하였으나, 큰 유의차를 나타내지는 않았다. 또한, 저장 20일 이후 저장 초기 수준의 알코올 함량을 나타내었다. SF는 저장 30일까지 다소 감소하는 경향을 나타내면서 6.2%까지 알코올 함량이 감소하다가 최대 저장일인 40일째 6.6%까지 다시 증가하는 결과를 나타내었다. 이러한 결과 최대 저장 기간을 기준으로 막걸리의 알코올 함량을 살펴본 경우 CS > SF > QF와 같은 순서대로 알코올 함량을 나타내었다. 이와 같은 결과는 Lee et al.(2004)가 보고한 전통주의 경우 저장 온도가 증가할수록 미생물 증식 및 당과 아미노산 등과 같은 영양성분 변화에 따라서 알코올 함량이 변화한다는 연구

Table 2. Microbial cell counts of *makgeolli* treated with quick freezing and slow freezing for 40 storage days

Storage time (day)	Microbial cell counts (CFU/mL)					
	CS ¹⁾		QF ²⁾		SF ³⁾	
	Lactic acid bacteria	Yeast	Lactic acid bacteria	Yeast	Lactic acid bacteria	Yeast
0	4.1×10 ⁷	9.9×10 ⁸	4.1×10 ⁷	9.9×10 ⁸	4.1×10 ⁷	9.9×10 ⁸
10	1.6×10 ⁷	3.1×10 ⁹	2.8×10 ⁵	3.7×10 ⁶	3.9×10 ⁸	2.0×10 ⁴
20	1.2×10 ⁸	7.5×10 ⁸	3.6×10 ⁵	3.6×10 ⁶	1.8×10 ⁴	6.0×10 ³
30	2.5×10 ⁸	9.3×10 ⁸	5.8×10 ⁵	1.6×10 ⁶	1.4×10 ³	8.8×10 ³
40	3.2×10 ⁸	9.8×10 ⁸	-	-	2	8

¹⁾ CS: control sample

²⁾ QF: quick freezing

³⁾ SF: slow freezing

결과와도 유사하였다. 따라서, 본 실험에서처럼 막걸리를 저장·유통 시 저장온도를 낮은 온도로 조절할 경우 알코올 발효가 시작되는 기간을 연장함으로써 유통 시 나타날 수 있는 품질저하 현상을 감소시킬 수 있을 것으로 판단되었다.

미생물균수 변화

막걸리를 급속동결(QF)과 완만동결(SF) 방법으로 40일 동안 저장하면서 대조구인 CS와 함께 미생물균수 변화를 살펴본 결과 Table 2와 같다. CS의 경우 젖산균(Lactic acid bacteria)수는 저장기간이 증가할수록 저장 초기 10^7 에서 10^8 으로 증가하였으나, 효모균수는 저장초기 10^8 에서 저장 10일째 10^9 으로 증가하다가 그 이후 다시 10^8 을 유지하였다. QF의 경우 젖산균수는 저장 초기 10^7 에서 저장 10일째 10^5 으로 증가하여 저장 30일까지 10^5 을 유지하였으며, 효모균 경우 저장 초기 10^8 에서 저장 30일째 10^6 까지 증가하였다. 그러나 그 이후 저장 40일째는 젖산균 및 효모균이 나타나지 않았다. 또한, SF의 경우 젖산균수는 저장 10일째 저장초기 10^7 에서 10^8 까지 증가하다가 저장 30일째 10^3 까지 급격히 감소되어 저장 40일에는 2.0 CFU/mL까지 감소하였다. 효모균수도 저장기간이 증가할수록 감소되어 저장 40일에는 8.0 CFU/mL까지 감소하는 결과를 나타내었다. 이러한 결과에서 QF 및 SF방법에 의한 막걸리 저장방법이 미생물 증식 기간을 지연시켜 미생물에 의한 알코올 발효 정도를 조절할 수는 있지만 저장 30일 이후에는 젖산균 및 효모균수를 급격하게 감소시키므로 냉동방법에 대한 막걸리 저장방법에 대한 연구가 계속 필요할 것으로 사료되었다.

요 약

최근 전통 식품에 대한 관심이 증가함에 따라서 우리 나라 고유의 술인 막걸리 소비가 국내에서만 아니라 해외 수출량도 급증하고 있다. 그러나 막걸리의 유통 및 저장 안정성을 증가시킬 수 있는 방법으로는 미생물 제어 기술로서 냉장 유통과 가온 살균에 제한되어 표준화된 기술이 부족한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 막걸리 유통기간 연장 방법의 하나로 막걸리를 급속동결(Quick Freezing, QF) 및 완만동결(Slow Freezing, SF)을 하였으며 이에 따른 품질 변화를 실험하였다. 즉, 동결 방법에 따라서 40일간 저장하면서 저장기간 10일 간격으로 시료를 취하여 10°C 에서 24시간 해동시킨 후 이화학 분석 및 미생물 실험을 실시하였다. 그 결과 모든 시료군에 대해서 환원당은 저장 10일째 급격히 증가한 후 저장기간에 따라 지속적으로 증가하였으나, 그 증가폭은 크지 않았다. 산도 및 색도 경우 저장기간에 따라 유의적 차이를 나타내지 않았다. 미생물의 경우 젖산균 및 효모 모두 저장기간이 증가할수록 감소하는 경향을 나타내었다. 젖산균의 경우 초기 젖산균이

4.1×10^7 CFU/mL에서 저장 20일째 QF는 3.6×10^6 CFU/mL, SF는 1.8×10^4 CFU/mL로 나타나 QF 경우보다 SF 경우 저장 중 젖산균에 대한 변화가 크게 나타났다. 효모의 경우에서도 동일한 변화를 나타내었다 이러한 결과 냉동 방법과 기간에 따라 막걸리 내 미생물의 생육을 제어하는 가능성을 알아볼 수 있었다.

감사의 글

본 연구는 경기도의 경기도 지역 협력 연구센터(GRRC) 사업의 일환으로 수행하였음[(GRRC한경2010-B02)]. 발효 기술을 이용한 고품질 가공식품 개발

참고문헌

- Ahn BH. 1994. Investigation trends in traditional liquor. Bull. Food Tech. 7: 42-47.
- Bae SM, Kim HJ, Oh TK, Kho YH. 1990. Preservation of takju by pasteurization. Korean J. Appl. Microbiol. Biotech. 18: 322-325.
- Bae SM. 1999. The superiority of Korean traditional wines and their industrial application method. Food Ind. Nutr. 4: 9-12.
- Chung DH. 1974. Fermentation and microbial technology. Sunjin Munhwasa. pp. 228-275.
- Jeong HK. 1999. A view of Korean alcoholic liquor industry in 21st century. Food Ind. Nutr. 4: 3-8.
- 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.
- 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.
- 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.
- KFDA. 2003. Code Food, Korea Food and Drug Association. Seoul, Korea.
- Kim CJ, Kim DY, Oh MJ, Lee SK, Lee SO, Chung ST, Chung JH. 1990. Fermentation Technology. Sunjinmunhwasa, Seoul, Korea. pp. 79-103.
- Kim CJ. 1968. Microbiological and enzymological studies on takju brewing. J. Korean Agr. Chem. Soc. 10: 69-100.
- 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.
- Jung DS, Kweon MR, Auh JH, Cho KY, Choi YH, Kook SU, Park KH. 1996. Effects of temperature and fluctuation range on microbial growth and quality of foods stored in domestic refrigerator. Korean J. Food Sci. Technol. 28: 632-637.
- Kim JY, Sung KW, Bae HW, Yi YH. 2007. pH, acidity, color, reducing sugar, total sugar, alcohol and organoleptic characteristics of puffed rice power added takju during fermentation. Korean J.

- Food Sci. Technol. 39: 266-271.
- 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.
- Koh CM, Choi TJ, Lew J. 1973. Microbiological studies on the takju brewing. The Korean local wine. Korean J. Microbiol. 11: 167-174.
- Lee CH, Lee HD, Kim KM. 1989. Sensory quality attributes of takju and their changes during pasteurization. Korean J. Diet. Cult. 4: 405-410.
- Lee CH, Tae WT, Kim GM, Lee HD. 1991. Studies on the pasteurization conditions of takju. Korean J. Food Sci. Technol. 23: 44-51.
- 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.
- Lee SR. 1986. Korean Fermented Foods. Ewha Women's University Press, Seoul, Korea. pp. 222-294.
- Lee WY, Rhee CH, Woo CHJ. 2004. Changes of quality characteristics in brewing of chungju (sambaekju) supplemented with dried persimmon and cordyceps sinensis. Korean J. Food Pre-serv. 11: 240-245.
- Miller GL. 1959. Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. Anal. Chem. 31: 426-428.
- Mok CK, Lee JY, Chang HG. 1998. Optimization of heat sterilization condition for Yakju. Food Eng. Prog. 2: 134-143.
- 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.
- Park YJ, Lee SK, Oh MJ. 1973. Studies on takju yeasts. Park 1. Isolation and identification of takju yeasts. J. Korean Agric. Chem. Soc. 16: 78-84.
- SAS Institute. 1988. SAS/STAT User Guide, release 6.30 ed. Washington, D.C, USA.
- 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.
- Song JC, Park HJ. 2003. Takju brewing using the uncooked germed brown rice at second stage mash. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 32: 847-854.