

균질 처리가 막걸리 고형분의 현탁 안정성에 미치는 영향

Effect of Homogenization on Suspension Stability of *Makgeolli*

신제영

J. Y. Shin
국립한국농수산대학
산학협력단¹
tswpsss@naver.com

강창수

C. S. Kang
국립한국농수산대학
농수산가공학과¹
sckang12@hanmail.net

최한석 *

H. S. Choi
국립한국농수산대학
농수산가공학과¹
coldstone@korea.kr

Abstract

The effect of homogenization treatment on the suspension stability of *makgeolli* was evaluated. The non-soluble solids of *makgeolli* that were not homogenized were precipitated at 1.0-68 mm after 10 minutes of standing and 2.0-70.5 mm after 30 minutes of standing. On the other hand, in the *makgeolli* homogenized with a blender for more than 20 seconds, no precipitated non-soluble solids were observed during the initial 10 minutes, and when it was left still for 30 minutes, it showed precipitation of 2.0 mm (control 58.0 mm). The *makgeolli* treated with a high-pressure homogenizer did not show any sedimentation until 30 minutes of standing. In the sensory evaluation, the high-pressure homogenized *makgeolli* had a score of 3.93, whereas non-treated had a score of 2.80, which was improved by 40% by homogenization.

Key words : *Makgeolli*, Suspension stability, Homogenization, Solid

*교신저자

¹ Department of Agriculture & Fisheries Processing, Korea National College of Agriculture and Fisheries

I. 서론

막걸리는 누룩과 물을 혼합한 것에 고두밥을 넣어 발효시킨 다음, 맑은 술을 떠내지 않고 그대로 막 걸러서 만든 혼탁한 술이기 때문에 '탁주'라고도 한다(Jeong et al., 2006). 한국에서 역사가 가장 오래된 술로 알코올 함량이 약 6% 정도의 술이다. 최근 저도주를 선호하는 추세에 따라 편하게 즐길 수 있는 막걸리의 2010년 출고량은 국세청에 따르면 2009년보다 58.1% 증가하였으며, 전체 주류의 12%를 차지함으로써 1995년 이후 10%대 점유율을 처음으로 회복하였다. 또한, 삼성경제연구소가 지정한 '2009년 10대 히트상품'에 막걸리가 1위로 선정되었으며, 그 인기는 국내뿐 아니라 해외에서도 급증하고 있다(Kim et al., 2012).

막걸리에는 일반 주류와는 달리 상당량의 단백질과 lysine과 같은 필수 아미노산, 당질이 들어 있고 소량의 비타민, 미량의 생리활성물질 등이 들어있어 영양학적 가치가 높을 뿐만 아니라 생효모가 함유되어 있기 때문에 다른 주류와 비교할 수 없는 특이한 맛을 가진다(Park와 Lee 2002). 또한, 식이섬유를 가지고 있기 때문에 변비예방, 콜레스테롤 저하 및 항암효과, 성인병 예방 등 다양한 건강 기능성 작용을 하면서 더욱더 막걸리 소비량이 증가하고 있다(Lee et al., 2009).

이러한 막걸리의 품질은 단맛, 신맛, 매운맛, 쓴맛, 텁텁한 맛, 감칠맛, 섶택, 향취, 침강도 및 혼탁도 등의 균형에 의해 결정되며, 제조 방법에 따라 생 막걸리와 살균 막걸리로 나뉜다.

생 막걸리는 *Aspergillus*, *Rhizopus*, *Mucor*, *Saccharomyces*, *Pichia*, *Candida*, *Torulopsis*, *Hansenula*, *Bacillus*, *Micrococcus*, *Aerobacter*, *Pseudo*속의 세균이 생육하고 있다(Lee et al., 1970). 따라서 생 막걸리는 유통과정 중에 이들 미생물에 의하여 잔존하여 당류의 지속적인 발효

로 단맛의 손실됨과 동시에 신맛과 쓴맛이 상대적으로 증가하는 단점을 가지고 있다(Lee et al., 1989, Bea et al., 1990). 이를 방지하기 위해서 열처리를 한 살균 막걸리는 6개월 이상 저장성 연장에는 어느 정도 효과는 있으나, 향미변화, 변색, 층 분리가 발생하게 된다(Kim와 Kim 2012, Lee et al., 1991).

다양한 막걸리의 품질 변화 원인을 확인하기 위해 막걸리 저장 및 유통 중 품질변화에 대한 연구가 진행되었으며(Choi et al., 2012, Lee et al., 2009), 품질변화 방지 및 저장성 개선을 위해 저온살균(Lee et al., 1991), UV살균(Lee et al., 2009), 초고압처리(Jwa et al., 2001)에 대한 연구가 진행된 바 있다. 또한, 저장성 개선을 위한 효모 탐색(Baek et al., 2011)과 천연첨가물 첨가(Jeong et al., 2006)에 대한 연구도 진행되었다. 하지만 생막걸리 및 살균막걸리에 대한 고형분 부유 안정성을 증가시키는 연구는 보고된 바가 없다.

따라서 본 연구에서는 시중에 판매하고 있는 생막걸리 4종, 살균막걸리 3종을 구매해서 가정용 믹서기와 일반적인 음료제조에 사용되는 고압균질기를 이용하여 막걸리 입자를 작게 분쇄시킨 후 막걸리의 현탁 안정성을 살펴보았다.

II. 재료 및 방법

1. 실험재료

시험재료로 사용된 막걸리는 상업적으로 판매되는 막걸리 7종(생막걸리 4종, 살균막걸리 3종)을 구입하여 사용하였다. 고형분 함량은 막걸리 100 mL를 취해 원심분리기(CR22N, Hitachi, Tokyo, Japan)로 4°C 7,000 g에서 30분간 원심분리하여 침전물을 회수한 다음 건조하여 산출하였다.

2. 균질 처리

균질 처리는 가정용 믹서기와 상업용 고압균질

기를 사용하여 처리하였다. 상업용 믹서기로는 막걸리를 5, 10, 20, 30, 60초 동안 처리하였고 고압균질기의 처리 조건은 Table 1에 나타내었다.

Table 1. Homogenization conditions by high pressure homogenizer

Treatments	Low pressure (Mpa)	High pressure (Mpa)	Number of passes
HPH*5251	5	25	1
HPH5252	5	25	2
HPH10351	10	35	1
HPH10352	10	35	2
HPH15251	15	25	1
HPH15252	15	25	2
HPH15256	15	25	6

*HPH: High pressure homogenizer.

3. 관능평가

균질 처리된 막걸리의 관능평가는 훈련된 패널 15명을 대상으로 수행하였다. 관능평가 항목은 색, 향, 맛, 맛, 전체적 기호도로 하였으며 5점 척도로 평가하였다.

후 유의차가 있는 항목에 대하여는 Duncan's multiple range test로 $p < 0.05$ 수준에서 시료 간의 유의차를 검정하였다.

4. 통계처리

통계는 SPSS 프로그램(Version 12.0, SPSS, Chicago, IL, USA)을 이용하여 분산분석(ANOVA)

III. 결과 및 고찰

1. 상업용 막걸리의 부유 안정성

상업용 막걸리 7종(생막걸리 4종, 살균막걸리 3종)에 대한 시간 경과별 고형분이 침전되는 정도를 Table 2와 Fig. 1에 나타내었다.

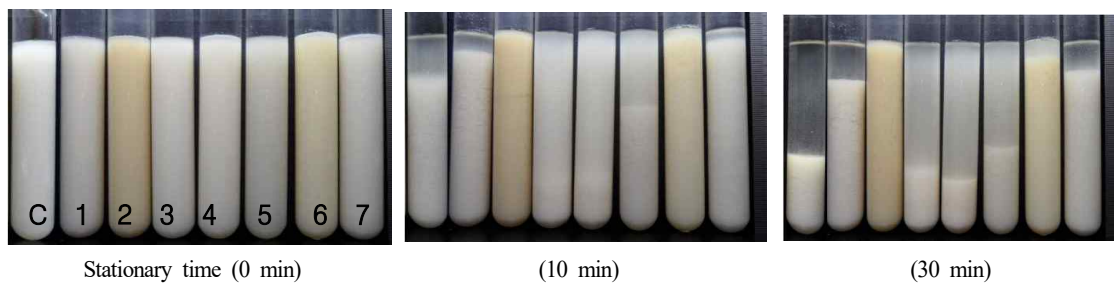


Fig. 1. Change in suspension stability of *makgeolli* during the stationary time

C is prepared in the laboratory, and 1 to 7 are commercial *makgeolli*.

균질 처리가 막걸리 고형분의 현탁 안정성에 미치는 영향
신제영, 강창수, 최한석

Table 2. Changes in sedimentation distance of solid in *makgeolli* during stationary time

Time	Sedimentary distance (mm) of solid								CV
	Lab				Commercial				
	C	1	2	3	4	5	6	7	
10 min	20.0±1.5	9.0±0.5	1.0±0.2	57.0±2.0	68.0±1.0	38.0±1.3	2.0±0.2	4.5±0.3	0.37
30 min	57.5±2.0	19.5±1.0	2.0±0.3	63.5±1.5	70.5±0.8	54.5±1.0	9.5±0.8	14.5±0.6	0.66
SC(% w/v)	0.60	1.68	2.13	1.35	1.29	0.62	1.87	1.05	-

CV : Coefficient of Variation, SC : Solid concentration.

시판 막걸리는 정치 10분 후 1.0-68.0 mm의 침전거리를 보였으며, 정치 30분 후에는 2.0-70.5 mm의 침전거리를 나타내어 막걸리의 종류별로 부유안정성에 상당한 차이를 나타내었다. 막걸리의 고형분 함량과 부유안정성과 상당한 상관성을 가질 것으로 가정된 후 막걸리 고형분 함량과 부유안정성의 상관관계를 분석하였다.

정치 10분 후 고형분 함량과 침전거리 사이의 CV 값은 -0.37이었으며, 30분 경과시에는 -0.66으로 나타나 고형분 함량과 침전도의 상관성은 비교적 높지 않았다.

2. 균질화를 통한 막걸리의 부유 안정성 향상

가. 믹서기를 이용한 균질화

믹서기를 이용하여 시판 막걸리를 5초에서 60초까지 처리한 후 정치시간 경과에 따라 고형분의 침전거리를 측정하여 Table 3과 Fig. 2에 나타내었다. MX5와 MX10이 각각 5.0과 1.0 mm이었으나 MX20, MX30, MX60에서는 육안적으로 침전되는 것이 관찰되지 않았다. 그러나 대조구는 20.0mm가 침전되어 가정용 믹서기를 20초 이상 처리하는 것만으로도 막걸리의 부유안정성이 상당히 증가하는 것으로 나타났다. 정치 30분 경과 후에는 MX30과 MX60이 2.0 mm(대조구 58.0

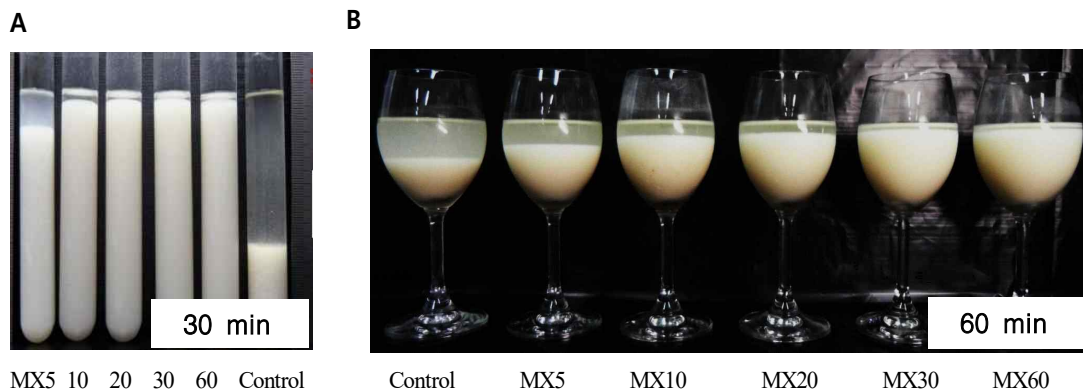


Fig. 2. Change in suspension stability of homogenized *makgeolli* with a blender during the stationary time in test tubes(A) and wine cups(B).

(MX5, 10, 20, 30, 60, and Control means homogenized for 5, 10, 20, 30, 60, and 0 seconds with a blender, respectively)

Table 3. Sedimentary distance (mm) of mixer treated *makgeolli* in test tubes and wine cups

	Time (min)	Sedimentary distance (mm)					
		Control	MX5	MX10	MX20	MX30	MX60
Test tube	10	20.0±1.6	5.0±0.4	1.0±0.2	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0
	30	58.0±1.8	15.0±0.3	4.0±0.2	3.0±0.2	2.0±0.2	1.5±0.2
Wine cup	10	14.0±1.3	4.5±0.2	1.5±0.2	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0
	60	24.5±1.5	16.5±1.2	8.0±0.4	6.5±0.2	2.7±0.2	2.0±0.2

mm)의 침전도를 나타내어 가장 높은 부유안정성을 보여주었다. 이는 와인컵을 이용한 시험에서도 유사한 결과를 나타내었는데, 와인 컵에 막걸리를 따른 후 정치 60분 경과 후에 대조구는 24.5 mm가 침전된 것에 비하여 MX5 16.5, MX10 8.0, MX20 6.5, MX30 2.7, MX60 2.0 mm로 부유안정성이 상당히 증가되었으며, 처리시간에 의존적인 경향을 보였다.

나. 상업용 고압균질기를 이용한 균질화

상업용 균질기를 이용하여 막걸리를 균질화 시키고 결과를 Table 4와 Fig. 3에 나타내었다. Fig. 3과 같이 균질화 하지 않는 대조구는 정치 10분 후에 20.0 mm, 30분 후에는 57.0 mm가 침전된 반면, 고압 균질 처리구는 정치 30분 까

지 1.5 mm가 침전된 HPH5251(저압부 5 Mpa, 고압부 25 Mpa, 1회통과) 처리구를 제외하고는 고형분의 침전현상이 나타나지 않았다. 부피가 200 mL인 와인컵에 균질 처리된 막걸리 100 mL를 따른 후 정치시간에 경과에 의한 침전도 결과에서도 정치 60분까지 상당한 부유안정성을 나타내었다. 정치 10분 후 대조구는 14.0 mm 침전된 것에 비하여 모든 처리구에서는 침전이 관찰되지 않았다. 특히, HPH10351 처리구는 정치 60분 경과 후에도 침전이 관찰되지 않아 가장 높은 부유안정성을 보였다. 그러나 HPH10352 처리구는 1.5 mm 침전되어 동일 압력조건에서 반복 처리수의 증가는 오히려 부유안정성을 저해하는 요인으로 나타났으며, 이는 HPH15251(2.0 mm)과 HPH15256(2.5 mm)에서도 관찰되었다. 이는 반복처리에 의해 막걸리의 온도가 상승되면서

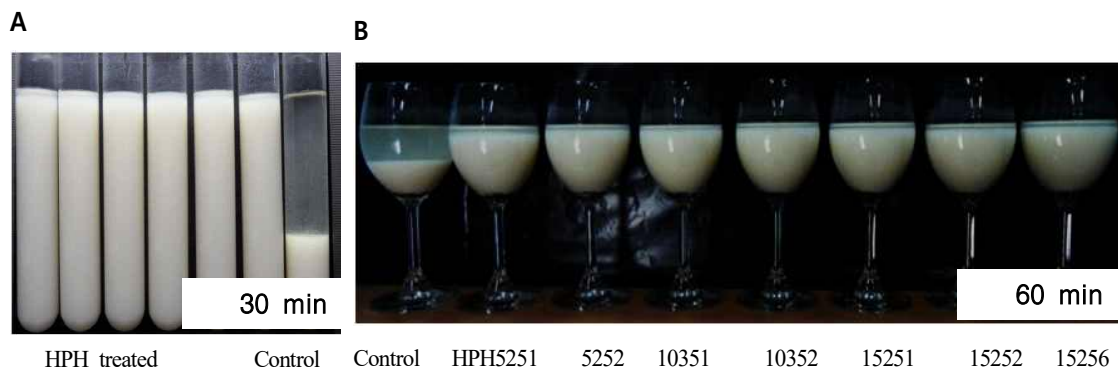


Fig. 3. Change in suspension stability of homogenized makgeolli with a high pressure homogenizer during the stationary time in test tubes(A) and wine cups(B)

Sample numbers are shown in Table 1.

균질 처리가 막걸리 고형분의 현탁 안정성에 미치는 영향
신재영, 강창수, 최한석

Table 4. Sedimentary distance (mm) of HPH treated *makgeolli* in test tubes and wine cups

Time (min)		Sedimentary distance (mm)							
		Control	HPH 5251	HPH 5252	HPH 10351	HPH 10352	HPH 15251	HPH 15252	HPH 15256
Test tube	10	20.0±1.5	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0
	30	57.0±1.8	1.5±0.2	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0
Wine cup	10	14.0±1.5	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0
	60	24.5±1.0	2.7±0.3	2.0±0.2	0.0±0.0	1.5±0.2	2.0±0.2	2.0±0.2	2.5±0.2

(She et al., 1998, Son et al., 2001) 잔존하고 있는 전분의 응집성을 높였기 때문인 것으로 추정되나 명확하지 않다.

상업용 고압균질기에 의한 막걸리의 부유능력은 가정용 믹서기를 활용한 경우보다(Fig. 2) 높게 나타나 막걸리의 부유안정성을 증대시키기

위해서는 상업용 고압균질기를 이용한 것이 적합한 것으로 드러났다.

다. 균질 처리된 막걸리의 관능평가를 훈련된 패널 15명을 대상으로 균질 처리된 막걸리의 관능평가를 실시하고 그 결과를 Table 5에

Table 5. Sensory evaluation of *makgeolli* of different treatments

<i>Makgeolli</i>	Sensory score			
	Color	Flavor	Taste	Total preference
Control	3.07±0.46 ^a	2.60±0.51 ^a	2.93±0.59 ^a	2.80±0.41 ^a
MX30	3.13±0.52 ^a	2.72±0.56 ^a	3.40±0.63 ^a	3.27±0.59 ^b
HPH10351	3.39±0.49 ^a	2.93±0.59 ^a	3.93±0.78 ^b	4.00±0.65 ^c

^{a-c} Values with different superscripts in the same column are significantly by Duncan's multiple range test at $p < 0.05$.

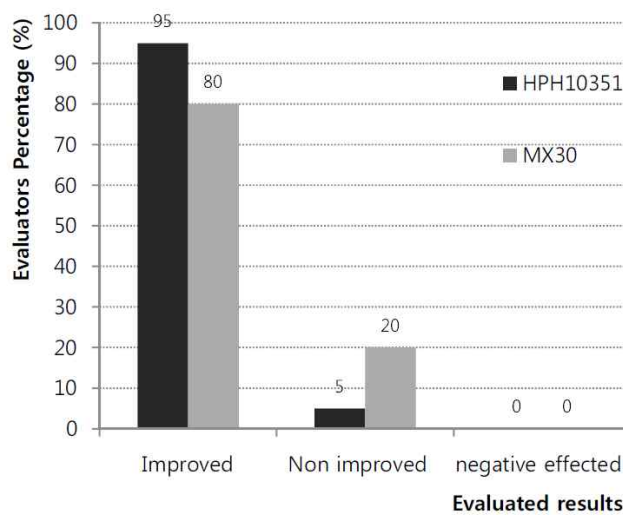


Fig. 4. Percentage of the evaluation results on the total sensory preference of different treatments comparing to the control

나타내었다. 균질 처리된 막걸리(MX30, HPH 10351)는 대조구에 비하여 색과 향에서 약간의 높은 점수를 획득하였으나 대조구에 대한 유의성 ($p>0.05$)은 나타나지 않았다. 그러나 맛과 전체적인 기호도에서는 유의적인 차이를 보였는데 고압 균질 처리구의 맛은 3.93으로 대조구 2.93과 믹서기 균질 처리구(MX30) 3.40보다 높게 나타났으며 전체인기호도에서도 4.00으로 대조구 2.80에 비하여 상당히 상승되었다. 이는 입자의 크기가 대조에 비하여 줄어 들면서(Fig. 5) 바디감이 증가되었기 때문으로 추정된다.

고압 균질 처리에 의해서 관능 향상도를 조사한 결과(Fig. 4) 무처리구에 비하여 관능특성이 향상되었다는 응답이 95%이었으며, 가정용 믹서

기 처리에 의해서는 85%가 향상되었다고 응답하였다. 고압 균질 처리는 물, 고형분, 유지성분, 향기성분 등을 조화시키며, 단맛을 증가시켰다는 의견이 다수였다(data not shown).

라. 균질 처리된 막걸리 고형분의 형태

균질 처리된 막걸리의 고형분 particle 형태를 현미경을 통해 살펴보았다(Fig. 5). 무처리에 비하여 균질 처리한 막걸리의 고형분 particle size가 작아지고 더욱 높은 클러스터를 형성하는 것이 관찰되었다. 균질 처리에 의해 고형분들이 서로 네트워크 형성함으로써 부유능이 향상된 것으로 추정된다.

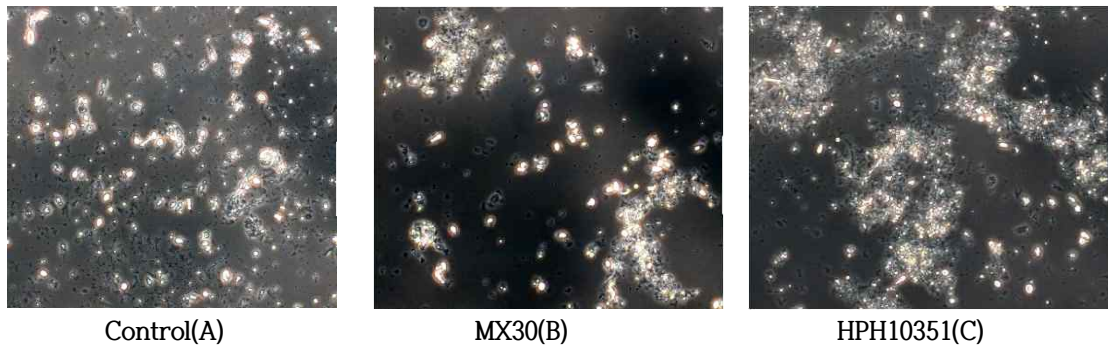


Fig. 5. Dispersed state of the solid particles in different treated *makgeolli* (400X)

A: Control (common treated *makgeolli*); B: MX30 treated *makgeolli*; C: HPH10351 treated *makgeolli*

IV. 결론

균질 처리가 막걸리의 현탁 안정성에 미치는 영향에 대하여 평가하였다. 균질 처리 하지 않은 막걸리의 고형분은 정치 10분 후 1.0-68 mm, 정치 30분 후에는 2.0-70.5 mm가 침전되었다. 반면 믹서기로 20초 이상 균질 처리한 막걸리에서는 초기 10분 동안은 고형분의 침전이 관찰되지 않았으며 30분간 정치하였을 때 2.0 mm(대조

구 58.0 mm)의 침전을 나타내었다. 상업용 균질기를 이용한 막걸리의 고형분은 정치 30분까지 고형분의 침전현상이 나타나지 않았다. 기호도 평가에 있어서 균질 처리 하지 않은 막걸리는 2.80 점이었고 고압균질 처리구가 3.93점으로 균질 처리에 의해서 40% 향상되었다. 특히 막걸리의 주요 품질로 현탁 안정성이 균질 처리에 따른 차이를 보였고 고압균질 처리를 함으로 현탁 안정성을 향상시킬 수 있을 것으로 기대한다.

V. 참고문헌

1. Bae S. M., Kim H. J., Oh T. K. and Kho Y. H. 1990. Preservation of Takju by pasteurization. *Korean J. Appl. Microbiol. Biotech.* 18(3): 322-325
2. Baek S. Y., Nam Y. G., Ju J. I and Lee J. S. 2011. Changes of quality characteristics during storage of Gugija-Liriope tuber Makgeolli made by *Saccharomyces cerevisiae* C-2. *Korean J Mycol.* 39(2):122-125.
3. Choi G. I., Kim H. J., Kim H. J., Kim H. R., Kim D. H., Ahn J. S., Son Y.G. and Song I. H. 2012. Changes of organic acids in Takju during storage conditions. *J Food Hyg Safety.* 27(2): 127-132.
4. Ha S. J., Yang S. K., In Y. W., Kim Y. J. and Oh S. W. 2012. Changes in Microbial and Physicochemical Properties of Single-Brewed Makgeolli by High Hydrostatic Pressure Treatment during Fermentation. *J Korean Soc Food Sci Nutr.* 41(8), 1176-1181.
5. Jeong J. W., Park K. J., Kim M.H. and Kim D.S. 2006. Quality Characteristics of takju fermentation by addition of chestnut peel powder. *Korean J Food Preserv* 13(3): 329-336.
6. Jwa M. K., Lim S. B., Mok C. K. and Park Y. S. Inactivation of microorganisms and enzymes in foxtail millet Takju by high hydrostatic pressure treatment. 2001. *Korean J Food Sci Technol.* 33(2): 226-230.
7. Kim I. S., Lee J. S. and Cho M. H. (2012). The analysis of the relationships among Makgeolli consumers' purchase motivations, selection attributes and consumer satisfactio. *Journal of Tourism Studies* 24(3): 57-81.
8. Kim Y. T. and Kim M. S. 2011. Makgeolli's character for the globalization. *J Tourism Leisure Res* 23(6): 333-349.
9. Lee C. H., Tae W. T., Kim G. M and Lee H. D. 1991. Studies on the pasteurization conditions of Takju. *Food Sci Technol.* 23(1): 44-51.
10. Lee C. H., Lee H. D., Kim J. Y. and Kim K. M. 1989. Sensory quality attributes of Takju and their changes during pasteurization. *Korean Soc. Food Cult.* 4(4): 405-410.
11. Lee C. H., Tae W. T., Kim G. M. and Lee H. D. Studies on the pasteurization conditions of Takju. 1991. *Korean J Food Sci Technol.* 23(1): 44-51.
12. Lee J. W., Jung J. J., Choi E J. and Kang S. T. Changes in quality of UV sterilized Takju during storage by honeycomb type-UV sterilizer. 2009. *J Food Sci Technol.* 41(6): 652-656.
13. Lee Z. S. and Rhee T. W. 1970. Studies on the microflora of Takju brewing. *Korean J. Microbiol.* 8: 116-133
14. Park C. S and Lee T. S. 2002. Quality characteristics of Takju prepared by wheat flour Nuruks. *Korean J Food Sci Technol.* 34(2): 269-302.
15. Shin PG, Ahn JB, Kim CY, Jeong WH. 1998. Identification of Multiple Active Forms in Cellulase-xylanase of *Aspergillus* sp 8-17 by Active Staining. *J. Microbiol. Biotechnol.* 8(1) 49-52
16. Son MY, Kwon SH, Sung CK, Lee SW, Park SK. 2001. Isolation and Microbiological

Characteristics of *Bacillus megaterium* SMY-212 for Preparation of Black Bean Chungkugjang. Korean Journal of life Science 11(4) 304-310.

논문접수일 : 2021년 11월 11일
논문수정일 : 2021년 12월 13일
게재확정일 : 2021년 12월 18일