

전통 제주방법인 급청주법으로 제조한 가바쌀막걸리의 품질 특성

신수정^{1,2} · 김상욱¹ · 정현채³ · 한기동¹

¹영남대학교 자연자원대학 식품공학과

²서울벤처대학원대학교 융합산업학과

³영남이공대학 식음료조리계열

Characteristics of GABA Rice *Makgeolli* Made by Korean Traditional Rice Wine Method of *Geupchungju*

Su Jung Shin^{1,2}, Sang Wook Kim¹, Hyun Chae Chung³, and Gi Dong Han¹

¹Department of Food Science and Food Service Industry, Yeungnam University

²Department of Convergency Industry, The Graduate School of Seoul Venture University

³Division of Food, Beverage & Culinary Art, Yeungnam University College

ABSTRACT This study was performed to elucidate the fermentation and sensory characteristics of Korean traditional rice wine, *makgeolli*, made from GABA rice, which has a high content of GABA (gamma-aminobutyric acid). GABA rice is a brown rice that is not easily fermented by general *makgeolli* manufacturing methods. Thus, the *Geupchungju* method, which is a Korean traditional manufacturing method for *makgeolli* using a fermentation starter and additional malt, was considered for making *makgeolli* from GABA rice. We confirmed that *Geupchungju* method showed a high saccharification and stable alcohol fermentation ability in the early stages of fermentation. However, malt addition more than 2% resulted in a lower score in the sensory evaluation of the final product. It was also confirmed that GABA content of GABA *makgeolli* was higher than that of commercial *makgeolli* by 2.3-fold. Our result provides useful information toward improving quality of brown rice *makgeolli*.

Key words: *Geupchungju* method, *makgeolli*, GABA rice, physiochemical property, sensory characteristic

서 론

최근 건강에 대한 관심이 높아지면서 기존 막걸리에 대한 소비자의 인식 변화와 막걸리의 기능성에 관한 관심이 고조되고 있다. 일반적으로 막걸리의 성분은 다른 알코올 음료와 달리 단백질, 당, 비타민, 다양한 유기산 등과 같이 다양한 영양 성분과 기능성 성분을 함유하고 있다(1,2). 막걸리의 기능성에 관한 연구는 오래전부터 많은 연구자들에 의하여 이루어져 왔는데, 주로 막걸리의 유산균 및 비타민, farnesol 성분으로부터 유래되는 피로회복, 피부재생, 미백, 콜레스테롤 저하, 활성산소 제거, 혈압 강하, 암세포 성장 억제, 항암 효과가 잘 알려져 있다(3-5).

가바쌀(*Oryza sativa* L.)은 생리활성 물질로 잘 알려진 GABA(gamma-aminobutyric acid)의 함량이 일반 쌀보다 높은 기능성 쌀이다. GABA는 다양한 생리활성을 가지는 것으로 알려져 있는데, 특히 신경안정, 우울증 개선, 항스트레

스, 혈압 강하, 간기능 개선 등의 활성이 대표적이다(6-9). GABA의 이러한 효능이 알려지면서 가바쌀을 이용한 가공 식품 등의 개발이 다양하게 시도되어 오고 있으나 가바쌀을 이용한 막걸리 개발에 관한 보고는 아직 없는 실정이다. 지난 몇 년간 지속되고 있는 건강지향의 트렌드에 부합하는 가바쌀 막걸리의 개발은 정제 중인 막걸리 시장을 제로명하는 데에 그 의의가 있다고 사료된다.

그러나 가바쌀은 쌀겨층을 많이 포함하고 있어 일반적 막걸리 제조 방법으로는 정상적인 발효가 어려울 것으로 보인다. 이에 본 연구에서는 가바쌀의 초기 당화를 촉진시키기 위해 전통적인 막걸리 제조방법 중 당화를 촉진시킬 수 있는 방법을 조사하였다. 조선 중엽 이후의 문헌인 양주방(10), 임원십육지(11), 음식방문(12)을 참고한 결과, 설기를 제조하여 술을 빚는 호산춘법과 덧술의 효소 활성을 높이는 급청주법이 가바쌀 발효에 적절할 것으로 판단되었다. 호산춘법이란 밀술 담금 쌀가루에 끓는 물을 넣어 반생반숙 상태인 범벅 방법으로 효모의 활력을 증대시켜 덧술 발효를 용이하게 한 방법이고, 급청주법은 막걸리 starter법이라고도 알려져 있는데 덧술 제조 시 당분해효소인 엿질금과 활성이 높은 효모를 이용하기 위하여 밀술로 미리 제주한 막걸리를 이용

Received 23 September 2014; Accepted 10 March 2015

Corresponding author: Gi Dong Han, Department of Food Science and Food Service Industry, Yeungnam University, Gyeongsan, Gyeongbuk 712-749, Korea
E-mail: gdhan1@ynu.ac.kr, Phone: +82-53-810-2957

하여 초기 당질 이용성을 높이는 방법이다(13,14). 쌀의 표면에 쌀겨성분이 많은 가바쌀의 경우 발효 시 누룩의 전분질 이용이 일반 쌀보다 어렵기 때문에 발효 stater으로써 일반 막걸리와 효모를 이용함으로써 안정적 발효를 유도할 수 있을 것으로 보인다. 호산준법과 급청주법을 이용하여 막걸리를 만들어 비교 분석해 본 결과, 문헌에 나온 것과 같이 발효 초기 전분질 분해 및 당 이용성이 뛰어난 급청주법이 가바쌀 막걸리의 제조에 적합한 것으로 나타났다. 이러한 결과를 바탕으로 이 연구에서 가바쌀을 급청주법으로 막걸리를 만들어 그 품질을 검토하고자 한다.

재료 및 방법

재료 및 시약

가바쌀은 영남대학교 부속농장에서 생산된 신품종인 *Oryza sativa* L. 중 메벼(금탑)를 사용하였으며, 일반 찰쌀은 2012년 여주에서 생산된 것을 사용하였다. 누룩은 송학곡자(Songhak Gokja, Gwangju, Korea; 당화력(saccharogenic power), 320 sp)를 사용하였고 발효에 사용한 효모는 활성 건조효모(S.I. Lesaffre, Paris, France)를 사용하였으며, 양조용수는 시판 중인 생수(광동제약, 제주, 한국)를 구입하여 사용하였다. 환원당 함량 측정에 사용된 dinitrosalicylic acid(DNS)는 Junsei Chemical Co.(Tokyo, Japan)에서 구입하였고 아미노산 분석에 사용된 trichloroacetic acid (TCA)는 Sigma-Aldrich Co.(St. Louis, MO, USA)에서 구입하였다. 그 밖에 사용된 추출용매 및 시약은 특급 및 HPLC 등급을 사용하였다.

막걸리 starter 제조

급청주법에 사용할 막걸리 starter를 제조하기 위하여 찰쌀 1 kg을 쌀뜨물이 제거될 때까지 3회 세척하여 24±2°C에서 2시간 동안 물에 침지시킨 후 걸러 충분히 쌀의 물기를 제거하였다. 물기가 제거된 쌀을 30분간 증자하고 2시간 동안 식힌 다음 누룩 7.5%, 일반효모 0.1%, 동배수의 물을 첨가하여 22°C에서 36시간 발효시켜 막걸리 starter로 사용하였다.

가바쌀막걸리 제조

상기에 설명한 급청주법으로 가바쌀막걸리를 제조하였다. 먼저 찰쌀 1 kg과 가바쌀 1 kg을 백세하고 10시간 동안 불려 증자시킨 후, 쌀 중량에 대하여 7.5%(150 g)의 누룩, 0.1%(2 g)의 효모, 동량의 물(2 L) 그리고 일반적 방법으로 미리 만들어둔 막걸리 starter 10%(200 mL)를 혼합하였다. 발효 안정성 및 품질 특성을 비교하기 위해 엇기름 첨가량을 0%, 2%(40 g), 4%(80 g)로 달리하여 투입하고, 22°C에서 4일간 주발효를 거쳐 4°C에서 10일간 발효 숙성시키면서 정해진 날짜에 맞추어 샘플링 하여 분석용 시료로 사용하였다. 또한 제성 및 조미 후 성분 검사를 위하여 채주한 막걸리

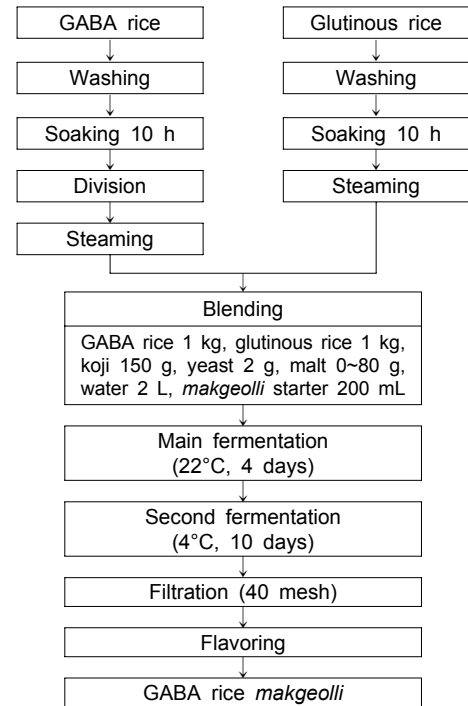


Fig. 1. A flow diagram for preparation of GABA rice makgeolli by using Geupcheongju method.

는 올리고당(10%) 또는 아스파탐(0.01%)을 이용하여 조미하고 알코올 농도 5~7%가 되도록 제성하여 최종 제품으로 하였으며, 이를 샘플링 하여 조미 후 분석 시료로 사용하였다(Fig. 1). 비교 실험을 위하여 시중에서 쉽게 구입할 수 있는 K사 막걸리와 대구지역의 D사 막걸리를 구입하여 비교 실험을 실시하였다.

급청주법으로 제조한 가바쌀 막걸리의 발효 특성

초기 당화 정도가 전체 발효에 영향을 주기 때문에 엇기름 첨가량을 달리하여 발효 안전성을 조사하였다. 엇기름을 각각 0, 2, 4% 투입하여 발효를 진행하였으며, 발효 중 1, 2, 3, 4, 8일차에 샘플을 채취하여 최초 총 중량 대비 감소량을 측정하였다. 전통주 제조방법인 호산준법에 따라 가바쌀로 막걸리를 제조하여 발효 속도 및 발효 중 무게 감소 비율에 따른 발효 안정성을 급청주법으로 제조한 가바쌀막걸리와 비교 분석하였다.

중량 감소량(w/w%)=

$$\frac{\text{발효 전 시료의 총 중량} - \text{발효 후 시료의 총 중량}}{\text{발효 전 시료의 총 중량}} \times 100$$

pH 및 총산

시료의 pH와 총산은 AOAC 방법(15)에 따라 측정하였다. pH는 각 시료를 여과하여 pH meter(FE20, METTLER, Zurich, Switzerland)로 측정하였고, 산도는 탈기시킨 시료를 pH 값이 8.2가 되는데 소요되는 0.1 N NaOH의 소비량을

구한 후 젖산(lactic acid)으로 환산하여 아래와 같이 총산 함량(w/v%)으로 나타내었다.

$$\text{젖산(w/v\%)} = \frac{\text{소요 0.1 N NaOH mL} \times F \times 0.0090 \times \text{희석배수}}{\text{시료 채취량(mL)}} \times 100$$

알코올 농도 및 당도

알코올 농도와 당도는 AOAC 방법(15)에 따라 시료 100 mL를 증류액이 70 mL가 되도록 증류한 후 증류수를 가하여 100 mL로 정용하여 주정계로 측정된 다음 주정분 온도 환산표를 이용하여 Gay-Lussac표로서 15°C로 보정하여 알코올 함량으로 하였다. 당도는 Hand Refractometer (Master-M, Atago Co., Tokyo, Japan)를 이용하여 측정하고 °Brix로 표시하였다.

환원당 측정

환원당은 DNS에 의한 비색법을 Kim 등(16)의 방법에 따라 측정하였다. 적절히 희석한 시료 1 mL에 DNS 시약을 3 mL를 가하고 5분간 끓인 다음 냉각하여 증류수 50 µL, 시료 950 µL를 cell에 담은 후 560 nm에서 흡광도를 측정하였다. 각각의 함량은 glucose(Sigma-Aldrich Co.)를 표준품으로 이용한 표준곡선에 의하여 산출하였다.

GABA 함량 측정

급청주법으로 제조한 가바쌀막걸리의 GABA 함량 측정은 Kim(17)의 방법에 준하여 실시하였다. 동결 건조된 시료 0.15 g을 100배 희석하여 15 mL를 만든 후 20% trichloroacetic acid(TCA, Sigma-Aldrich Co.) 15 mL를 가하여 3,000 rpm에 20분간 원심분리 후 침전된 단백질을 제거하고 나온 상정액에 30 mL ethyl ether를 혼합하여 TCA와 지용성 물질을 제거한 다음 수분층을 감압 농축하였다. 농축액에 0.2 M citrate buffer(pH 2.2) 용액을 가하여 5 mL로 정용한 후 0.22 µm membrane filter를 사용하여 여과하고 아미노산 자동분석기(L-8800, Hitachi Co., Ltd., Tokyo, Japan)로 분석하였다.

관능검사

관능검사는 관능평가 경험이 풍부한 대학생 16명을 선정하여 실험의 목적과 품질요소를 잘 인지시킨 후 실시하였으며, 시료 간 간섭을 막기 위하여 물로 충분히 입을 행군 후 다음 시료를 평가하도록 하였다. 관능적 품질의 강도는 5점 채점법으로 색(color), 향(flavor), 맛(taste), 목넘김(texture)으로 정하였고 최종적으로 종합적인 기호도(overall)를 표시하도록 하였다.

통계처리

결과는 SPSS(Statistical Package for the Social Sciences ver 18.0, IBM, Chicago, IL, USA) 프로그램을 이용하여 분산분석으로 각 군의 평균과 표준편차를 구하였으며, Duncan's multiple range test로 각 요인 간의 유의성(P<0.01)을 비교 분석하였다.

결과 및 고찰

옛기름 첨가량을 달리한 급청주법으로 제조한 가바쌀 막걸리의 발효 특성

쌀겨층이 많은 가바쌀의 초기 당화 정도는 알코올 발효에 직접적인 영향을 주기 때문에 당화력을 높이기 위하여 급청주법의 옛기름 첨가량을 달리하여 그 효과를 검토하였다. 옛기름 첨가량을 달리하여 급청주법으로 제조한 가바쌀막걸리와 옛기름을 사용하지 않는 호산춘법으로 제조한 가바쌀막걸리의 발효 중 중량 변화 및 발효 안정성을 비교한 결과, 옛기름 및 효모를 첨가하여 당분해효소와 일반효모의 초기 당질 이용성을 높이는 급청주법이 호산춘법에 비하여 또한 급청주법 내에서도 옛기름의 첨가량이 높을수록 전체 중량 감소가 유의적으로 많은 것으로 나타났다(Table 1). 이러한 결과는 옛기름 및 막걸리 starter를 첨가하는 급청주법이 호산춘법에 비해 가바쌀 내 전분질의 분해 및 당 소비가 활발해 발효가 지속적으로 이루어진 것에 기인하는 것으로 사료된다. 일반적으로 막걸리는 발효 초기 당화 및 알코올 발효가 왕성하고 발효 후기에는 발효가 안정된다(4).

Table 1. Weight reduction of GABA rice *makgeolli* during the fermentation

Day	Sample ¹⁾				
	Final weight reduction (%)				
	A	B	C	D	E
1	100.00±0.00 ²⁾	100.00±0.00	100.00±0.00	100.00±0.00	100.00±0.00
2	97.48±0.03 ³⁾	97.97±0.03 ^d	96.77±0.04 ^c	96.10±0.10 ^b	95.39±0.06 ^a
3	96.31±0.07 ^d	96.32±0.03 ^d	91.24±0.06 ^c	90.12±0.07 ^b	88.80±0.08 ^a
4	95.50±0.06 ^d	95.34±0.05 ^d	85.40±0.06 ^c	83.89±0.07 ^b	82.00±0.19 ^a
8	94.89±0.06 ^e	94.71±0.07 ^d	78.59±0.10 ^c	76.91±0.02 ^b	74.58±0.03 ^a

¹⁾A: GABA glutinous unpolished rice *makgeolli* made by *Hosanchun* method, B: GABA unpolished rice *makgeolli* made by *Hosanchun* method, C: GABA unpolished rice *makgeolli* made by *Geupcheongju* method (malt 0%), D: GABA unpolished rice *makgeolli* made by *Geupcheongju* method (malt 2%), E: GABA unpolished rice *makgeolli* made by *Geupcheongju* method (malt 4%).

²⁾All values are expressed as mean±SD.

³⁾Means with different letters in a row are significantly different at P<0.05 by Duncan's multiple range test.

당도 및 알코올 함량의 변화

당은 막걸리의 향과 맛에 영향을 주는 주요 성분이며 효모의 영양원이나 발효 기질로 이용되어 알코올 농도를 결정짓는 요인이다(18,19). 엿기름을 첨가한 급청주법으로 가바쌀을 발효함으로써 전분의 소비가 빠르다는 것을 발효 전후 전체 중량 변화를 통하여 확인하였다(Table 1). 실제 발효가 끝난 막걸리의 조미 전의 당도의 변화를 당도계를 이용하여 측정된 결과 엿기름 첨가량에 따른 당도 및 알코올 농도는 엿기름 첨가군이 모든 군에서 다소 높은 경향을 보였으나 유의적인 차이는 없었다(Table 2). 대부분의 막걸리는 쌀 무게 대비 2배 미만의 용수를 첨가하여 알코올 함량을 5~7%로 맞추는데, 이때 막걸리의 감미를 조절하기 위해 감미료를 첨가한다. 가바쌀 막걸리 발효완료 후 올리고당(10%)과 아스파탐(0.01%)으로 조미하여 당도 및 알코올 함량을 측정된 결과 군 간 차이가 없었으며, 올리고당을 첨가한 군이 아스파탐을 첨가한 군과 시판 막걸리 군에 비해 당도가 높은 것으로 나타났는데, 이는 아스파탐이 탄수화물이 아닌 단백질 유래 감미료이기 때문인 것으로 사료된다. 엿기름 첨가 정도에 따른 중량 감소 정도에 비하여 당도의 변화가 뚜렷하지 않은데, 일반적으로 당도계를 이용한 당도 측정에서 얻어지는 Brix는 가용성 고형분 함량 정도를 바탕으로

하기 때문에 순수한 당도의 결과를 충분히 반영하지 못한 것에 기인한 것으로 사료된다. 조미된 가바쌀 막걸리의 당 및 알코올 농도는 판매가 많은 전국유통의 K사 막걸리와 지역의 D사가 제조한 막걸리와 유사한 값을 나타내었다.

총산 및 pH의 변화

총산과 pH는 막걸리의 발효 중 성분 변화를 쉽게 알 수 있는 요인이 되며 알코올 생성 과정에서 복합적으로 생성되어 발효 진행 상황을 알 수 있는 지표로 활용된다(20). 발효 및 조미 전후 가바쌀막걸리의 총산 및 pH는 Table 3과 같다. 엿기름의 첨가량이 많을수록 pH와 산도가 높아지는 것으로 나타났다. 총산 함량이 증가함에도 불구하고 pH가 상승하는 이유는 발효 중 생성된 단백질과 유기산 등이 아미노산으로 분해되어 완충작용을 함으로써 pH가 낮아지지 않은 것으로 사료된다(21,22). 총산도는 수소이온의 해리 유무와 상관없이 표시되지만 pH의 경우 해리된 수소이온의 양만 표시된다. 막걸리 발효 중 생성되는 젖산은 일반적인 유기산에 비해 수소해리지수가 낮으므로 pH와 산도가 함께 높아지는 것으로 사료된다. 조미 전후의 막걸리 총산은 회석이 되 공전(23)에 따르면 탁주의 적정산도 규격은 0.50 w/v% 이하인데 조미가 끝난 가바쌀막걸리의 최종 산도는 0.181~

Table 2. Sugar contents and alcohol concentration of GABA rice *makgeolli* made by *Geupcheongju* method

Sample ¹⁾	Sugar concentration (°Brix)		Alcohol concentration (%)	
	Before flavoring	After flavoring	Before flavoring	After flavoring
A-1	6.90±0.22 ^{a2)3)}	3.17±0.15 ^a	12.70±1.45 ^a	6.03±0.25 ^b
B-1	7.40±1.05 ^a	3.40±0.10 ^b	13.50±0.95 ^a	5.90±0.46 ^b
C-1	7.90±0.91 ^a	3.90±0.10 ^c	14.40±2.61 ^a	7.10±0.26 ^c
A-2	6.90±0.22 ^a	6.97±0.15 ^d	12.70±1.45 ^a	6.00±0.20 ^b
B-2	7.40±1.05 ^a	7.13±0.15 ^d	13.50±0.95 ^a	4.97±0.35 ^a
C-2	7.90±0.91 ^a	7.10±0.10 ^d	14.40±2.61 ^a	6.10±0.10 ^b
D	—	3.90±0.10	—	5.03±0.15
E	—	3.07±0.21	—	6.00±0.10

¹⁾A-1: (malt 0%) GABA rice *makgeolli*, aspartame added, B-1: (malt 2%) GABA rice *makgeolli*, aspartame added, C-1: (malt 4%) GABA rice *makgeolli*, aspartame added, A-2: (malt 0%) GABA rice *makgeolli*, oligosaccharide added, B-2: (malt 2%) GABA rice *makgeolli*, oligosaccharide added, C-2: (malt 4%) GABA rice *makgeolli*, oligosaccharide added, D: K company's *makgeolli*, E: D company's *makgeolli*.

²⁾All values are expressed as mean±SD.

³⁾Means with different letters in a column are significantly different at $P<0.05$ by Duncan's multiple range test.

Table 3. pH and acidity of GABA rice *makgeolli* made by *Geupcheongju* method

Sample ¹⁾	pH		Acidity (w/v%)	
	Before flavoring	After flavoring	Before flavoring	After flavoring
A-1	3.87±0.17 ^{a2)3)}	3.96±0.09 ^a	0.397±0.042 ^a	0.181±0.013 ^a
B-1	3.91±0.21 ^a	4.01±0.13 ^a	0.386±0.053 ^a	0.201±0.003 ^b
C-1	4.05±0.23 ^a	4.08±0.28 ^a	0.439±0.041 ^a	0.240±0.001 ^d
A-2	3.87±0.17 ^a	3.87±0.17 ^a	0.397±0.042 ^a	0.197±0.002 ^b
B-2	3.91±0.21 ^a	3.93±0.18 ^a	0.386±0.053 ^a	0.205±0.004 ^b
C-2	4.05±0.23 ^a	4.03±0.22 ^a	0.439±0.041 ^a	0.225±0.004 ^c
D	—	3.92±0.25	—	0.209±0.025
E	—	4.02±0.19	—	0.183±0.042

¹⁾See the legend of Table 2.

²⁾All values are expressed as mean±SD.

³⁾Means with different letters in a column are significantly different at $P<0.05$ by Duncan's multiple range test.

Table 4. Reducing sugar of GABA rice *makgeolli* made by *Geupcheongju* method

Sample ¹⁾	Reducing sugar (%)	
	Before flavoring	After flavoring
A-1	0.58±0.03 ^{b2)3)}	0.49±0.03 ^b
B-1	0.43±0.05 ^a	0.29±0.02 ^a
C-1	0.39±0.04 ^a	0.25±0.05 ^a
A-2	0.58±0.03 ^b	4.19±0.04 ^c
B-2	0.43±0.05 ^a	3.89±0.02 ^d
C-2	0.39±0.04 ^a	3.40±0.02 ^c
D	—	0.17±0.03
E	—	0.14±0.04

¹⁾See the legend of Table 2.

²⁾All values are expressed as mean±SD.

³⁾Means with different letters in a column are significantly different at $P<0.05$ by Duncan's multiple range test.

0.240 w/v%로 규격에 적합한 것으로 나타났다.

발효에 따른 환원당 함량의 변화

발효 및 조미 전후의 가바쌀막걸리의 환원당 함량은 Table 4와 같다. 전분은 amylase의 작용에 의해서 큰 전분 분자가 작은 전분 분자를 거쳐 glucose로 분해된다. 분해된 glucose는 알코올 발효의 기질로 이용되는 중요한 성분이다(24). 조미 후 아스파탐을 첨가한 군과 시판 막걸리 군의 환원당 함량은 0.14에서 0.49%로 3.40에서 4.19%를 나타낸 올리고당 첨가 군에 비해 유의적으로 낮게 나타났는데 이는 상기 당도의 변화에서 설명하였듯이 아스파탐이 탄수화물이 아닌 단백질 유래 감미료이기 때문이다. 조미 전후 엿기름 첨가량이 많을수록 최종 제품의 환원당 함량이 유의적으로 줄어드는 것으로 나타났는데 이는 엿기름에 포함된 당분해효소가 막걸리 발효 중 당을 분해하기 때문인 것으로 보인다. 이는 환원당이 막걸리 발효 초기 전분의 당화에 의하여 증가하다가 알코올 발효가 시작되면서 급격히 감소한다는 팽화미분 첨가에 따른 탁주의 양조 특성의 연구 결과와 일치하였다(25).

발효가 끝난 막걸리의 GABA 함량

가바쌀은 생리활성 물질인 GABA가 일반 현미에 비해 약 8배 높은 것으로 알려져 있다. 가바쌀 함량을 원료쌀의 50%로 하고 엿기름을 2% 첨가하여 8일 동안 발효시킨 가바쌀막

Table 5. Contents of gamma-aminobutyric acid in GABA rice *makgeolli* made by *Geupcheongju* method

GABA (mg/100 mL)	
GABA rice <i>makgeolli</i> ¹⁾	109.57
K company's <i>makgeolli</i>	47.28

¹⁾GABA rice *makgeolli* fermented with 2% malt.

걸리의 GABA 함량을 유리아미노산 분석을 통하여 확인하였다. 가바쌀막걸리의 GABA 함량이 시판되는 일반 막걸리보다 두 배 이상 높은 것으로 나타났다(Table 5). 이는 GABA가 효모나 젖산균에 의한 발효에 안정성을 가지며 특정 균에 의해서 함량이 증가하기도 한다는 Choi(26)의 논문과 일치하여 막걸리 발효 후에도 가바쌀 내의 GABA가 안정성을 가진다는 것을 알 수 있다.

관능평가

발효 및 조미가 완료된 가바쌀막걸리의 관능평가 결과는 Table 6과 같다. 관능검사는 엿기름 첨가량 및 조미방법을 달리하여 제조하고, 올리고당과 아스파탐으로 조미하여 알코올 농도 5~7%가 되도록 제성한 후 색, 향, 맛, 텍스처, 전체적 기호도에 대하여 조사한 결과, 가바쌀막걸리가 시중 시판되는 막걸리와 비교하여 향과 텍스처 면에서 뛰어난 것으로 나타났으며, 종합적 기호도도 높았다. 가바쌀의 초기 전분질 이용성 향상을 위한 적정량의 엿기름의 사용은 전체적 기호도에 긍정적으로 기여한 것으로 보이며, 엿기름 첨가량은 2%가 적당한 것으로 나타났다. 올리고당보다 아스파탐의 첨가가 가바쌀막걸리에 청량감을 주고 전체적 기호도를 높여 가바쌀막걸리의 조미에 적합한 것으로 사료된다.

요 약

쌀겨층이 많아 우수한 막걸리의 제조가 용이하지 않은 가바쌀의 가공적성을 개선하기 위해 막걸리 starter를 이용하는 전통 제조방법인 급청주법을 이용하여 막걸리를 제조하고 품질 특성과 기호도 등을 조사하였다. 발효 중 전체 중량의 변화와 산도, pH, 알코올, 환원당 함량 변화 등을 조사한 결과, 엿기름을 첨가한 급청주법이 초기 당질 이용성을 높여 발효를 안정적으로 진행시키는 것을 확인하였다. 관능평가 결과 급청주법의 엿기름 최적 첨가량은 2%로 나타났으며

Table 6. Sensory evaluation of GABA rice *makgeolli* made by *Geupcheongju* method

Items	Sample ¹⁾							
	A-1	B-1	C-1	A-2	B-2	C-2	D	E
Taste	2.75±0.93 ^{bc2)3)}	3.18±0.83 ^c	2.75±1.06 ^{bc}	2.12±1.08 ^{ab}	2.12±1.08 ^{ab}	1.93±0.99 ^{ab}	2.18±1.10 ^{ab}	1.81±1.04 ^a
Color	2.81±0.91	3.00±0.89	3.25±0.85	2.93±1.06	3.06±0.92	2.62±0.80	3.25±1.12	3.00±0.96
Flavor	3.12±0.88 ^b	3.06±0.77 ^b	3.25±1.00 ^b	2.62±0.88 ^b	2.75±0.93 ^b	2.50±0.63 ^{ab}	2.68±1.30 ^b	1.75±0.93 ^a
Texture	3.12±1.14 ^{ab}	3.31±1.07 ^b	2.52±1.08 ^{ab}	2.37±0.95 ^a	2.62±0.88 ^{ab}	2.62±0.95 ^{ab}	2.37±0.95 ^a	2.37±0.95 ^a
Overall	3.06±0.77 ^{bc}	3.12±0.88 ^c	3.00±0.89 ^{abc}	2.25±1.00 ^{ab}	2.50±1.03 ^{abc}	2.25±0.93 ^{ab}	2.37±1.02 ^{abc}	2.18±0.83 ^a

¹⁾See the legend of Table 2. ²⁾All values are expressed as mean±SD.

³⁾Means with different letters in a row are significantly different at $P<0.05$ by Duncan's multiple range test.

이를 초과하여 첨가하게 되면 최종제품의 기호도나 관능평가에 좋지 않은 결과를 가져오는 것으로 나타났다. 조미를 위한 첨가물로는 아스파탐이 가바쌀막걸리에 청량감을 부여하여 조미에 적합하였으며 가바쌀로 만들어진 막걸리의 GABA 함량이 시판 일반 막걸리에 비해 두 배 이상 높은 것으로 나타났다. 이를 통해 엿기름을 첨가하여 급청주법으로 제조 시 가바쌀의 GABA 기능성이 안정적으로 확보된 막걸리의 개발이 가능할 것으로 사료되며, 이는 쌀겨층이 많은 일반 현미를 이용한 막걸리 개발에도 중요한 정보를 제공할 것으로 기대된다.

REFERENCES

1. Lee SK, Kim IH, Min BY. 1990. Effect of lysozyme and glycine on the *Makgeoly* brewing process. *J Korean Agric Chem Soc* 33: 252-256.
2. Kim JY, Kim D, Park P, Kang HI, Ryu EK, Kim SM. 2011. Effects of storage temperature and time on the biogenic amine content and microflora in Korean turbid rice wine, *Makgeolli*. *Food Chem* 128: 87-92.
3. Shin MO, Kang DY, Kim MH, Bae SJ. 2008. Effect of growth inhibition and quinone reductase activity stimulation of *Makgeoly* fractions in various cancer cells. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 37: 288-293.
4. Bae SM. 1999. The superiority of Korean traditional wines and their industrial application methods. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 4: 9-12.
5. Cho EK, Kim HY, Byeon HJ, Kim SW, Choi YJ. 2010. Nitrite scavenging and alcohol metabolizing activities of hot water extract from *Makgeoly* and its angiotensin converting enzyme inhibitory effect. *J Life Sci* 20: 768-774.
6. Kim D, Han GD. 2011. Ameliorating effects of fermented rice bran extract on oxidative stress induced by high glucose and hydrogen peroxide in 3T3-L1 adipocytes. *Plant Foods Hum Nutr* 66: 285-290.
7. Chung YC, Han GS. 1991. GABA, benzodiazepine receptors and their functions. *J Korean Neuropsychiatr Assoc* 30: 431-450.
8. Mun SH. 2010. Comparison of GABA (γ -aminobutyric acid) contents, organoleptic and rheological characteristics of germinated brown rice soaked by different soaking liquids. *MS Thesis*. Yong In University, Yongin, Korea. p 59-62.
9. Kwak EJ. 2010. Development of brown colored rice tea with high GABA content. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 39: 1201-1205.
10. Lee CJ, Lee GJ, Lee SW. 1992. Analytical on the manufacture procedure of rice-wine in Yang Ju Bang. *J East Asian Dietary Life* 2: 109-132.
11. Jung JJ. 2007. *Limwonsibyukji*. Kyomun Publisher, Seoul, Korea. p 228-234.
12. Cha GH, Yoo AR. 2014. Culinary review of *Eumsigbangmun*. *Korean J Food Cookery Sci* 30: 92-108.
13. Namgung S, Lee SW, Bae SM. 1992. A bibliographical study on the manufacturing procedure of *Hosanchun*. *J East Asian Dietary Life* 2: 133-138.
14. Park RD. 2006. *211 Secret method of Korean traditional alcoholic beverages*. Koreashowcase Publisher, Seoul, Korea. p 60-82.
15. AOAC. 2000. *Official method of analysis*. 17th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, USA. p 69-74.
16. Kim IH, Park WS, Gu 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.
17. Kim HY. 2000. *The Korean society of food science and nutrition hand book of experiments in food science and nutrition*. Hyoil Publisher, Seoul, Korea. p 151-152.
18. Han EH, Lee TS, Noh BS, Lee DS. 1997. Quality characteristics in mash of *Takju* prepared by using different *Nuruks* during fermentation. *Korean J Food Sci Technol* 29: 555-562.
19. Choi JH, Jeon JA, Jung ST, Park JH, Park SY, Lee CH, Kim TJ. 2011. Quality characteristics of *Seoktanju* fermented by using different commercial *Nuruks*. *Korean J Microbiol Biotechnol* 39: 56-62.
20. Kim BH, Eun JB. 2012. Physicochemical and sensory characteristics of *Makgeolli* with pomegranate (*Punica granatum* L.) juice concentrate added. *Korean J Food Sci Technol* 44: 417-421.
21. 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.
22. Kim CJ. 1968. Microbiological and enzymological studies on *Takju* brewing. *J Korean Soc Appl Biol Chem* 10: 69-100.
23. KFDA. 2012. *Food Code*. Korea Food and Drug Administration, Cheongwon, Korea. p 5-27-1.
24. NTSTSI. 2005. *Manufacturing guideline of takju and yakju*. National Tax Service Technical Service Institute. Seoul, Korea. p 195-198.
25. Kim JY, Sung KW, Bae HW, Yi Y. 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* 3: 266-271.
26. Choi MR. 2013. Changes in biological activity of GABA rice bran fermented by lactic acid bacteria. *MS Thesis*. Yeungnam University, Gyeongsan, Korea. p 58-60.