

파인애플 첨가 막걸리의 품질특성

서승호 · 박성은 · 유선아 · 손홍석

동신대학교 식품영양학과

Quality Characteristics of *Makgeolli* Supplemented with Pineapple

Seung-Ho Seo, Seong-Eun Park, Seon-A Yoo, and Hong-Seok Son

Department of Food and Nutrition, Dongshin University

ABSTRACT Pineapple flesh and core were added during fermentation to develop a new style of fruit *makgeolli*. Physicochemical characteristics were measured during fermentation, and sensory evaluation was performed after fermentation to estimate the quality of pineapple *makgeolli*. No significant differences were observed for pH, °Bx, and alcohol contents between *makgeolli* with and without pineapple after fermentation. Total acidity of the pineapple *makgeolli* increased due to considerable elevation of citric acid, tartaric acid, malic acid, and pyroglutamic acid contents as well as slight elevation of lactic acid and propionic acid contents. On the other hand, the total amino acid contents of pineapple *makgeolli* were lower than those of control. The sensory preferences for pineapple *makgeolli* were higher overall than those for control, which can be attributed to the preferences for fruit flavor and sour taste in pineapple *makgeolli*.

Key words: pineapple, *makgeolli*, organic acid, amino acid, fermentation

서 론

막걸리는 쌀과 누룩(입국)을 이용하여 만드는 술로, 누룩(입국) 미생물 중 곰팡이의 amylase에 의한 쌀 전분의 당화 공정과 효모에 의한 발효성 당의 에탄올로의 전환 과정(발효 공정)이 동시에 진행되는 병행발효주이다(1). 막걸리는 다른 주류와는 달리 생 효모나 비타민 B군을 비롯한 필수아미노산인 lysine, leucine, glutamic acid, proline 및 glutathione을 함유하고 있어 영양이 풍부하고 산미에 관여하는 유기산으로 인해 신진대사를 원활히 해주는 효과가 있다(2,3).

막걸리 제조를 위해 사용되는 기본적인 주원료는 멥쌀 등의 전분질 원료와 누룩, 효모이며, 막걸리도 다른 술과 마찬가지로 원료에 따라 품질이 달라질 수 있다. 지금까지의 막걸리 연구는 이러한 주원료에 따른 품질특성에 관한 연구가 많았다면 근래에는 석류즙(1), 비파 열매(4), 블루베리(5), 오이(6), 유자즙(7) 등 과실류를 첨가하여 막걸리에 새로운 특징을 부여하고 있다. 첨가된 과실류는 막걸리의 pH를 낮추므로(8) 제조 과정에서 미생물의 오염을 방지할 수 있으며, 과실 특유의 향과 산미는 막걸리에서 부족한 신맛의 균형에 기여할 수 있다. 과채류를 첨가한 막걸리의 관능적 특성이 일반 막걸리에 비해 우수한 것으로 보고되고 있다

(1,4-8). 또한 유자에 함유되어 있는 hesperidin과 naringin의 함량이 막걸리에서도 증가(7)하는 등 과실이 가지고 있는 각종 기능성이 막걸리에 첨가될 수 있다.

파인애플(*Ananas comosus* L. Merr.)은 Bromeliaceae에 속하는 작물로 많은 열대 및 아열대 국가에서 중요한 작물로서 재배되고 있다. 특유의 신선한 맛과 향으로 인기가 높은 파인애플은 주스, 잼, 젤리, 건조식품으로 세계의 많은 지역에서 소비되는 과일이며, 칼슘, 인, 철 등의 무기질 이외에도 비타민 A, B와 C의 풍부한 공급원이기도 하다(9). 또한 파인애플에서 얻어지는 브로멜라인(bromelain)은 단백질 분해효소 중 cystein protease로 분류되는 protease의 복합체로 파인애플에 고농도로 존재함이 밝혀져 있으며 의약품으로 널리 이용되고 있다(10). 파인애플을 첨가하여 제조한 막걸리는 파인애플의 신선한 맛과 향의 첨가, 막걸리에서 부족한 비타민, 유기산의 첨가, 단백질 분해효소의 작용으로 인한 유리아미노산의 변화 등이 있을 것으로 예상되지만 이와 관련된 연구는 없다. 본 연구에서는 파인애플을 첨가한 막걸리를 제조하고 파인애플 막걸리의 발효특성을 검토하였으며 성분분석, 관능평가를 통해 파인애플 첨가 막걸리의 품질특성을 분석하였다.

재료 및 방법

원료

막걸리 제조를 위한 멥쌀은 전남 고흥에서 재배한 백미를

Received 8 April 2014; Accepted 8 May 2014

Corresponding author: Hong-Seok Son, Department of Food and Nutrition, Dongshin University, Naju, Jeonnam 520-714, Korea
E-mail: hsson@dshu.ac.kr, Phone: +82-61-330-3225

9분도로 도정하여 사용하였고, 파인애플은 필리핀산을 2012년 10월에 광주광역시 L마트에서 구입하여 사용하였다. 효모는 ㈜한국효소(화성, 한국)에서 구입한 전통주 효모를 사용하였고, 입국은 경기도 용인에 위치한 백암 양조장에서 제조한 것을 사용하였다.

파인애플 막걸리 제조

본 연구에 사용된 막걸리의 제조 방법은 실제 막걸리 양조장에서 실시하고 있는 제조 방법을 응용하여 사용하였고 그 순서는 Fig. 1과 같다. 1단 담금은 입국 1.2 kg, 용수 2.4 L, 밀술 100 mL를 20 L의 발효용기에 넣어 잘 혼합한 후 25°C에서 48시간 동안 발효시켰다. 밀술은 입국 30 g과 전통주 효모 3 g을 용수 100 mL에 첨가하여 30°C에서 48시간 동안 배양한 것을 사용하였으며 접종 시 효모 수는 $10^7 \sim 10^8$ CFU/mL이었다. 1단 담금한 막걸리를 48시간 발효 후 증자미 2.1 kg, 용수 4.2 L를 첨가하여 2단 담금을 진행하였고 48시간 동안 같은 온도에서 발효를 진행하였다. 증자미 사입량은 쌀 중량 기준이며 세미, 칩미 후 증자할 때 30~35% 정도 중량 상승이 관찰되었다. 2단 담금하여 48시간이 경과한 막걸리를 10 L 용기 3곳으로 나누었으며, 각 발효용기마다 팽화미 400 g, 파인애플 과육(flesh) 150 g, 용수 0.8 L를 넣어 잘 혼합한 후(3단 담금) 25°C로 유지시키며 48시간 추가 발효를 진행하였다. 또한 파인애플 과육이 아닌 심지(core) 150 g을 첨가한 실험구를 추가하였으며, 대조구로 파인애플을 첨가하지 않은 막걸리를 제조하여 파인애플 막걸리와 비교, 분석하였다. 파인애플의 첨가량은 쌀 중량 대비 10%(w/w)로 사전실험과 경제성을 고려하여 결정하였다. 발효 후 총 부피가 8 L가 되도록 가수하고 0.01%(w/v)의 aspartame을 넣어 제성한 뒤 하루 동안 숙성하였으며 이후 4°C에서 보관하며 3일 뒤 관능평가를 실시하였다.

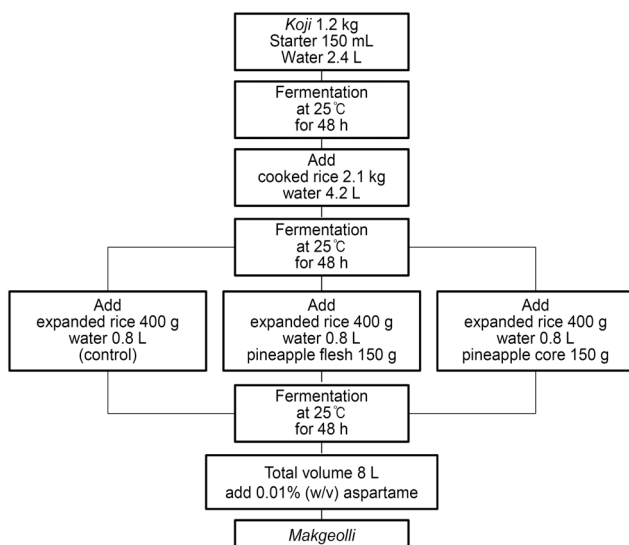


Fig. 1. A flow diagram for preparation of pineapple makgeolli.

이화학적 분석

막걸리 시료를 채취하여 40 mesh의 체로 여과한 뒤 여과액을 원심분리기(Combi 514R, Hanil Science Industrial, Gangneung, Korea)를 이용하여 원심분리(4°C, 4,000 rpm, 10 min) 한 후 상등액을 취하여 이화학적 분석을 실시하였다. 디지털 굴절계(PR-32, Atago, Tokyo, Japan)를 사용하여 °Bx를 측정하였고, pH는 pH meter(pH-250L, ISTEK, Seoul, Korea)를 이용하였다. 총산도는 0.1 N NaOH로 적정하여 이때 소비된 NaOH 함량을 lactic acid(%)로 환산하여 계산하였다(11). 알코올 함량은 시료 100 mL를 취하고 증류 방법을 통해 측정하였다. 증류액은 70 mL 이상 취하고 3차 증류수를 첨가하여 100 mL로 부피 보정된 뒤 주정계(Scale: 0-10; 10-20, Deakwang Inc., Seoul, Korea)로 비중을 측정하였으며, Gay-Lussac 표를 이용하여 15°C로 온도 보정하여 알코올 함량을 %(v/v) 농도로 나타내었다(12). 또한 알코올을 측정하는 과정에서 증류되지 않고 남아 있는 약 30 mL의 막걸리에 3차 증류수를 첨가하고 100 mL로 부피 보정 후 알코올이 제거된 true °Bx를 굴절계를 이용하여 측정하였다(13).

유기산 및 유리아미노산 분석

원심분리 된 막걸리 시료를 0.2 µm membrane filter (Millipore, Billerica, MA, USA)로 여과한 뒤 액체 크로마토그래피를 이용하여 유기산과 유리아미노산 함량을 정량하였다. 유기산 분석을 위해 LC(Shimadzu 10Avp series, Kyoto, Japan) 기기를 이용하였고, 칼럼은 Supelcogel™ C610-H(300 mm×7.8 mm, Supelco, Bellefonte, PA, USA)를 사용하였으며 이때 칼럼 온도는 30°C이었다. 검출기는 Shimadzu SPD-10Avp를 이용하여 210 nm에서 흡광도를 측정하였다. 이동상으로는 0.1% H₃PO₄를 사용하였고 flow rate는 1 mL/min이었다. 유리아미노산 함량은 LC (Agilent 1100 series, Hanover, Germany) 기기를 이용하여 측정하였으며, 칼럼은 ODS HYPERSIL(150 mm×4.6 mm, 3 µm, Thermo Scientific, Waltham, MA, USA)을 사용하였고 칼럼 온도는 40°C이었다. 검출기는 Agilent 1100 diode array detector(338 nm, Ref 390, 20 nm)를 이용하였으며, 유도체화를 위해 automatic liquid sampler (G1329A, Agilent)의 injection program을 이용하여 OPA reagent를 반응시키는 online automated derivatization 방법을 이용하였다. 이동상 A는 10 mM Na₂HPO₄, 10 mM Na₂B₄O₇를 혼합하여 pH를 8.2로 조정하였으며, 이동상 B는 MeOH : MeCN : DW를 45:45:10(v/v/v) 비율로 혼합하여 제조하였다. 시간대별 이동상 B의 비율은 5분 4%, 22분 50%, 23.5분 100%, 26.5분 100%, 27분 4%, 30분 4%였으며, flow rate는 1.3 mL/min이었다.

관능검사

파인애플을 첨가하여 제조한 막걸리의 관능검사는 20대

남녀 대학생 50명을 패널로 선정하여 기호도 평가를 실시하였다. 파인애플 막걸리는 아스파탐을 첨가하고 가수하여 알코올 농도가 6~7%(v/v) 되도록 조정하는 제성 작업을 거쳐 시중에 판매되는 막걸리와 비슷한 조건을 만들어 주었다. 막걸리의 색(color), 향미(flavor), 맛(taste), 종합적 기호도(overall acceptability)에 대해 매우 좋다(7점)부터 매우 좋지 않다(1점)까지 7점 척도법의 점수로 평가하였다.

통계분석

모든 실험은 3회 반복으로 실시하였으며 결과는 평균에 대한 표준편차로 나타내었다. 유의성 검정은 SPSS 14.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA) 통계 프로그램을 이용하여 분산분석(ANOVA test)을 실시하고, Duncan의 다중검정(Duncan's multiple range test)을 통해 95% 신뢰 수준에서 나타내었다.

결과 및 고찰

이화학적 분석

발효기간 동안 막걸리의 °Bx 변화는 Fig. 2와 같다. 1단 담금(입국 1.2 kg+물 2.4 L) 후 48시간 발효되는 동안 가용성 고형분의 함량은 6.5°Bx에서 약간 감소하는 경향성을 보였지만 2단 담금(증자미 2.1 kg+물 4.2 L) 후에는 약간 증가하였다가 감소하였다. 3단 담금(팽화미 400 g+물 0.8 L+ 파인애플 150 g) 후에 °Bx는 8~9°Bx 정도로 급격히 증가하였고 이는 팽화미가 건조된 상태라 더 많은 전분질 원료가 공급되어 당화되었기 때문으로 추정된다. 원료를 초기에 모두 첨가하여 발효가 진행될수록 °Bx가 꾸준히 감소하는 과실주와는 달리 막걸리 제조 공정에는 전분질 원료가 여러 차례 나누어 공급되므로 전분질 원료 공급 후에는 °Bx 상승이 관찰된다. 또한 막걸리는 당화와 발효가 동시에 진행되는 병행발효주(1)이므로 발효 중 정확한 당분의 함량을 측정하기 어려우며, 발효가 진행되어 알코올이 생성되면 굴

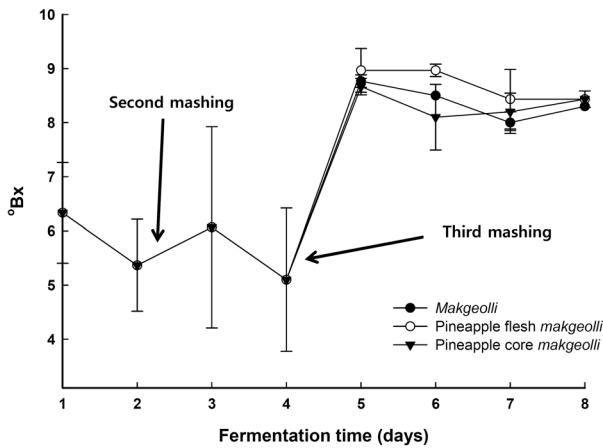


Fig. 2. Changes in °Bx of pineapple makgeolli during fermentation.

절계에 영향을 주어 원래의 값보다 더 높은 값을 나타내므로 (13) 오차가 발생한다. 3단 담금 후 파인애플을 첨가(과육, 심지)한 실험구와 대조구 간에 큰 차이는 관찰되지 않았으며 최종 당도는 8.5°Bx 정도로 유사하였다.

발효기간 동안 막걸리의 pH 변화는 Fig. 3에 나타내었다. 1단 담금 후 하루가 경과한 막걸리의 pH는 3.3이었으며 2일째 3.1로 약간 낮아졌지만 2단 담금 후 4.0까지 증가하였고 3단 담금 후 3.8~4.0 사이의 값을 보였다. 파인애플을 첨가한 실험구와 대조구 간에 pH 차이는 거의 없었으며 최종 pH는 3.7~3.8 사이의 값을 보였다. 한편 총산도 값은 발효기간 동안 지속적으로 감소하는 경향성을 나타내었다(Fig. 4). 3단 담금 후에는 파인애플을 첨가한 실험구들(과육, 심지)이 대조구에 비해 총산도가 높았으며, 파인애플 과육을 첨가한 실험구의 최종 총산도 값이 가장 높았다. 비과 열매(5)와 오이(6)를 첨가한 막걸리 발효기간 동안의 이화학적 특성을 보면 발효 1일째에 급격한 pH 감소 후 이후에는 완만한 결과를 보였으며 총산 또한 pH와 비례적으로 점차 증가하는 경향성을 보였다. 본 연구에서는 이러한 연구 결과들

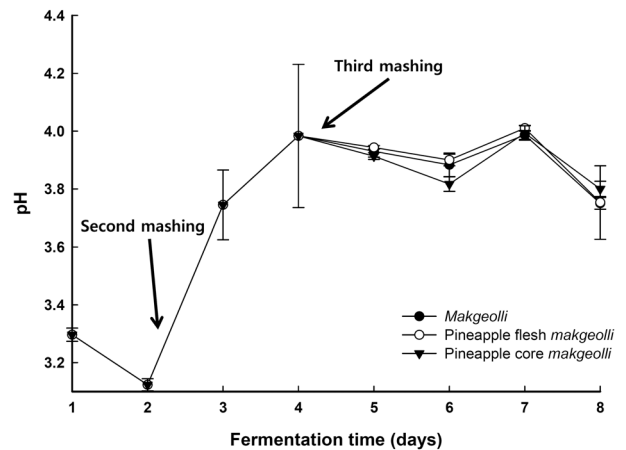


Fig. 3. Changes in pH of pineapple makgeolli during fermentation.

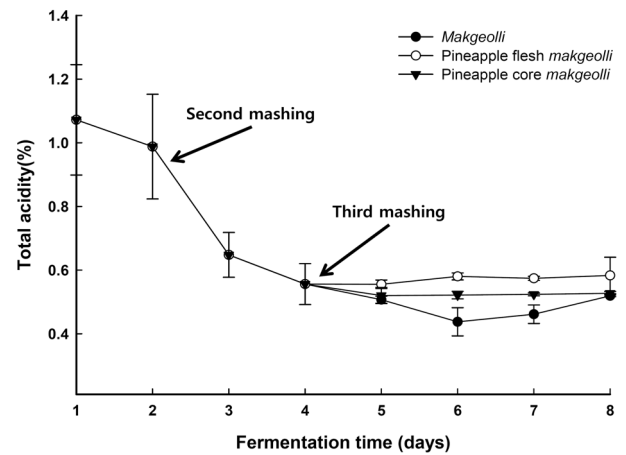


Fig. 4. Changes in total acidity of pineapple makgeolli during fermentation.

Table 1. Alcohol contents and true °Bx of pineapple *makgeolli* after fermentation

Sample	Alcohol contents (%)	True Bx°
<i>Makgeolli</i> (control)	13.4±0.9	2.1±0.1
Pineapple flesh <i>makgeolli</i>	13.8±0.5	2.5±0.2
Pineapple core <i>makgeolli</i>	13.2±0.2	2.3±0.2

과 대조적으로 발효기간 동안 pH가 증가하고 총산도가 감소하였으며 이는 다른 연구들과는 다르게 실제 양조장에서 행해지는 담금 방법을 사용하여 발효 중간에 원료(전분질 원료 + 물)를 나누어 첨가했기 때문으로 사료된다.

알코올과 가용성 고형분의 함량

Table 1은 발효 종료 후(담금 후 8일째) 제성하기 전 알코올의 함량(%)을 측정된 결과와 알코올을 증류하여 °Bx 측정에 영향을 주는 오차를 제거한 가용성 고형분의 함량(true °Bx)을 보여주고 있다. 파인애플 과육을 첨가한 실험구가 13.8%로 가장 높은 알코올 함량을 보였지만, 대조구인 파인애플을 첨가하지 않은 막걸리와 파인애플 심지를 첨가한 막걸리와 비교했을 때 유의적인 차이는 보이지 않았다. 또한 가용성 고형분의 함량도 실험구들 간의 큰 차이를 보이지 않았으며 이는 막걸리 제조 시 파인애플의 첨가는 알코올 발효에 큰 영향을 주지 않는 것으로 사료된다.

유기산 함량

파인애플을 첨가한 막걸리의 유기산 함량은 Table 2에 나타내었다. 총 유기산의 함량은 파인애플 과육을 첨가한 막걸리가 7,328 mg/L, 파인애플 심지를 첨가한 막걸리가 6,574 mg/L로 대조구 6,363 mg/L보다 높았다. 파인애플을 첨가한 막걸리에서 citric acid, tartaric acid, malic acid, pyroglutamic acid의 함량이 높았으며, 특히 파인애플 과육을 첨가한 실험구가 파인애플 심지를 첨가한 실험구보다 유의적으로 높은 값을 나타내었다. 파인애플 과육이 파인애플 심지보다 더 많은 유기산을 포함하기 때문에 일정한 신맛의 상승을 원한다면 파인애플 심지는 과육보다 더 많은 양을

첨가하여야 한다. Lactic acid와 propionic acid의 함량은 파인애플 과육을 첨가한 막걸리에서만 유의적으로 높은 함량을 나타내었다. Kim 등(14)은 키위를 첨가한 막걸리가 대조구에 비해 citric acid와 malic acid의 함량이 높다고 보고하고 있으며 이는 본 실험 결과와 유사하다. 과일의 첨가는 막걸리 유기산 함량의 증가에 영향을 주며 첨가되는 과일의 종류에 따라 증가하는 유기산의 종류가 달라질 수 있다. Cárnara 등(15)의 연구에 따르면 파인애플 주스의 구성 성분 중 citric acid와 malic acid가 높은 함량을 보였는데, 본 연구에서는 파인애플 첨가로 인해 발효기간 동안 citric acid와 malic acid의 함량이 증가된 것으로 사료된다. Lactic acid는 효모(16)나 젖산균(17)에 의해 생성되는 발효부산물로 막걸리 발효기간 동안 lactic acid의 함량은 지속적으로 증가한다(18). 파인애플 과육을 첨가한 막걸리의 lactic acid의 함량이 높은 것은 파인애플 자체에서 비롯된 것이 아니라 높은 알코올 농도와 관련 있는 것으로 사료된다. 품질을 저하시키는 요인으로 작용하는 acetic acid(19, 20)의 함량은 파인애플 과육을 첨가한 막걸리(319.6 mg/L)와 파인애플 심지를 첨가한 막걸리(288.2 mg/L)가 대조구(379 mg/L)보다 낮은 함량을 보였다.

유리아미노산 함량

파인애플을 첨가한 막걸리의 유리아미노산 함량을 분석한 결과는 Table 3과 같다. 파인애플 막걸리에는 필수아미노산 7종(threonine, methionine, tryptophan, phenylalanine, isoleucine, leucine, lysine)과 비필수아미노산 9종(aspartic acid, glutamic acid, asparagines, serine, histidine, glycine, arginine, alanine, tyrosine) 등 총 16종의 유리아미노산이 검출되었고, arginine과 alanine이 주된 아미노산으로 1 mg/mL 이상 검출되었다. 검출된 총 유리아미노산 함량은 파인애플을 첨가하지 않은 막걸리(8.640 mg/mL)가 가장 높았으며 파인애플 과육(7.587 mg/mL)과 심지(7.087 mg/mL)를 첨가한 순서였다. 필수아미노산의 함량도 총 유리아미노산과 마찬가지로 대조구가 2.452 mg/mL로 가장 높았고, 파인애플 심지를 첨가한 막걸리가 2.091

Table 2. Organic acid contents of pineapple *makgeolli* on day-8 of the fermentation period

Organic acids	Contents (mg/L)		
	<i>Makgeolli</i> (control)	Pineapple flesh <i>makgeolli</i>	Pineapple core <i>makgeolli</i>
Citric acid	2,248.6±61.1 ^{a1)}	2,520.2±40.8 ^c	2,423.0±32.6 ^b
Tartaric acid	674.1±15.3 ^a	897.5±13.9 ^c	758.4±21.4 ^b
Malic acid	548.2±13.8 ^a	693.8±15.4 ^c	604.6±17.2 ^b
Lactic acid	2,057.6±89.5 ^a	2,205.9±3.8 ^b	2,046.0±90.6 ^a
Acetic acid	379.1±64.9	319.6±27.5	288.2±31.5
Fumaric acid	5.7±0.2	4.9±0.2	4.3±0.4
Propionic acid	400.2±11.8 ^a	458.4±35.8 ^b	383.9±27.5 ^a
Pyroglutamic acid	51.5±1.5 ^a	81.4±1.8 ^c	65.9±1.8 ^b
Total amounts	6,363.1±124.9 ^a	7,327.9±122.4 ^b	6,574.4±113.9 ^{ab}

¹⁾Mean±SD (n=3).

^{a-c}Means with each row followed by different superscripts are significantly different $P < 0.05$.

Table 3. Amino acid contents of pineapple *makgeolli* on day-8 of the fermentation period

Free amino acid	Contents (mg/mL)		
	<i>Makgeolli</i> (control)	Pineapple flesh <i>makgeolli</i>	Pineapple core <i>makgeolli</i>
Aspartic acid	0.079±0.006 ^{b1)}	0.064±0.010 ^{ab}	0.057±0.005 ^a
Glutamic acid	0.595±0.319	0.347±0.048	0.317±0.024
Asparagine	0.148±0.011	0.125±0.020	0.124±0.006
Serine	0.220±0.017 ^b	0.195±0.024 ^{ab}	0.177±0.013 ^a
Histidine	0.631±0.035	0.616±0.090	0.572±0.025
Glycine	0.894±0.078	0.856±0.109	0.775±0.057
Threonine	0.826±0.037 ^b	0.522±0.046 ^a	0.523±0.042 ^a
Arginine	1.257±0.047	1.115±0.182	1.097±0.064
Alanine	1.980±0.106 ^b	1.663±0.177 ^b	1.520±0.119 ^a
Tyrosine	0.385±0.025	0.354±0.052	0.356±0.018
Methionine	0.183±0.016 ^a	0.247±0.046 ^b	0.231±0.010 ^{ab}
Tryptophan	0.058±0.005 ^b	0.053±0.007 ^b	0.037±0.004 ^a
Phenylalanine	0.118±0.011	0.161±0.031	0.155±0.002
Isoleucine	0.203±0.018	0.206±0.026	0.193±0.004
Leucine	0.482±0.030	0.573±0.096	0.520±0.007
Lysine	0.581±0.058 ^b	0.491±0.076 ^{ab}	0.432±0.028 ^a
Essential amino acids	2.452±0.285 ^b	2.253±0.204 ^{ab}	2.091±0.015 ^a
Total amino acids	8.640±0.488 ^b	7.587±1.020 ^{ab}	7.087±0.376 ^a

¹⁾Mean±SD (n=3).

^{a,b}Means with each row followed by different superscripts are significantly different at $P<0.05$.

mg/mL로 가장 낮은 함량을 보였다. 개별 아미노산의 함량 차이를 살펴보면 methionine의 경우 파인애플 첨가 막걸리의 함량이 대조구보다 높았으며, aspartic acid, serine, threonine, alanine, tryptophan, lysine은 파인애플을 첨가하지 않은 막걸리의 함량이 더 높았다.

파인애플은 시스테인계 단백질 분해효소의 일종인 브로멜라인이라는 단백질 분해효소를 포함하고 있고, 적정 효소 작용 온도는 50~60°C, 최적 작용 pH는 4.5~5.5로 알려져 있다(21). 일반적인 막걸리의 발효 온도는 25~30°C, pH는 3~4 사이로 이와는 약간 차이가 있지만, Yoo 등(22)의 연구에 따르면 파인애플은 이러한 조건에서 최적 효소활성의 40% 정도의 활성을 가지고 있다. 브로멜라인은 수용성 단백질 분해효소로 맥주 제조 과정에서 저온 혼탁을 조절하고 맥주의 콜로이드 안정성을 개선시키기 위해 최종 여과 공정 이전에 사용되고 있다(21). 막걸리는 본래 탁한 술이므로 청징을 목적으로 단백질 분해효소를 사용할 필요는 없지만, 양조 과정에 파인애플을 첨가하여 쌀 등 원료 단백질의 분해를 통해 유리아미노산 함량의 증가를 기대해 볼 수 있다. 하지만 본 실험에서는 파인애플을 첨가하지 않은 대조구가 파인애플을 첨가한 실험구들보다 오히려 유리아미노산의 함량이 높았으며, 이는 막걸리의 발효 과정 중 첨가한 파인애플로 인해 수분이 공급되어 희석되었기 때문으로 추정된다. 또한 무엇보다 양조 과정 중에 첨가한 백미와 팽화미의 단백질 함량이 거의 없기 때문에 판단되어 도정하지 않은 현미를 이용하여 같은 방법으로 실험을 진행하였으며, 그 결과 파인애플을 첨가한 현미 막걸리의 총 유리아미노산 함량(6.511 mg/mL)이 파인애플을 첨가하지 않은 현미 막걸리(6.363 mg/mL)보다 높았다(data not shown). 개별 아미

노산을 살펴보면 현미 파인애플 막걸리에서의 asparagine, tyrosine, glycine, histidine, serine, methionine, leucine 등의 함량이 파인애플을 첨가하지 않은 현미 막걸리와 비교했을 때 유의적으로 높았다. 현미는 백미보다 다량의 단백질을 포함하고 있으므로(23) 파인애플에 의해 보다 많은 유리아미노산이 생성되었을 것으로 추정된다. 하지만 파인애플 첨가를 쌀 단백질 분해 효과와 연관시키고 산업적으로 적용하기 위해서는 효소활성과 단백질 분해 정도에 대한 정량적인 추가 연구가 필요하다고 사료된다.

관능적 특성

막걸리를 제조하고 아스파탐을 첨가한 뒤 제성하여 알코올 6%로 시판되는 막걸리와 비슷한 조건을 만들었고 하루 동안 4°C에서 냉장 숙성 후 색, 향, 맛, 종합적 기호도에 대한 관능평가를 실시하여 비교한 결과를 Table 4에 나타내었다. 색의 기호도 평가에서는 유의적이지 않지만 대조구가 파인애플을 첨가한 막걸리보다 높은 기호도를 나타내었다. 파인애플을 첨가한 막걸리는 대조구에 비해 약간 노란빛을 띠었는데 관능평가 전 사전 정보를 주지 않은 상태에서 패널들은 시판되는 막걸리의 흰색에 익숙하기 때문에 기호도가 높았던 것으로 사료된다. 향에 대한 기호도는 파인애플을 첨가한 막걸리가 대조구에 비해 높은 기호도를 보였으며, 맛에서는 파인애플 심지를 첨가한 막걸리가 유의적으로 가장 높은 기호도를 보였다. 이는 파인애플 첨가 막걸리의 은은한 과일향과 신맛의 증가 때문으로 사료된다. 전체적인 기호도는 파인애플 과육 첨가 막걸리, 파인애플 심지 첨가 막걸리, 대조구 순으로 높았다. 이상의 결과를 종합하면 파인애플을 첨가한 막걸리는 일반 막걸리에 비해 관능적으로 우수하므로 제품

Table 4. Sensory evaluation of pineapple *makgeolli*

Samples	Color	Flavor	Taste	Overall acceptability
<i>Makgeolli</i> (control)	4.72±1.22	4.35±0.93	3.80±1.05 ^{a1)}	4.05±1.09
Pineapple flesh <i>makgeolli</i>	4.35±1.30	4.70±0.92	4.35±1.12 ^{ab}	4.73±0.93
Pineapple core <i>makgeolli</i>	4.04±0.87	4.61±0.92	4.88±1.21 ^b	4.42±1.33

¹⁾Mean±SD (n=50).

^{a,b}Means with each column followed by different superscripts are significantly different at $P<0.05$.

으로의 개발 가능성이 있는 것으로 사료된다.

요 약

파인애플 과육과 심지를 첨가하여 막걸리를 제조하고 품질 특성을 분석하였다. 발효기간 동안 pH, °Bx의 측정값과 발효 후 알코올의 함량은 샘플들 간에 큰 차이를 보이지 않았다. 파인애플을 첨가한 막걸리의 총산도 값은 대조구에 비해 높았으며 특히 citric acid, tartaric acid, malic acid, pyroglutamic acid, lactic acid, propionic acid의 함량이 높았다. 반면 총 유리아미노산의 함량은 대조구에서 더 높았으며, methionine을 제외한 aspartic acid, serine, threonine, alanine, tryptophan, lysine 등의 유리아미노산 함량은 파인애플을 첨가하지 않은 막걸리에서 더 높게 측정되었다. 관능평가에서는 파인애플 막걸리가 대조구보다 색도를 제외하고 향, 맛, 전체적인 기호도에서 높은 값을 보였다.

REFERENCES

- 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.
- Kim HS, Yang YT, Jung YH, Koh JS, Kang YJ. 1992. Clarification of foxtail millet wine. *Korean J Food Sci Technol* 24: 101-106.
- Yang JY, Lee KH. 1996. Shelf-life and microbiological study of *Sansung takju*. *Korean J Food Sci Technol* 28: 779-785.
- Choi KW, Lee JK, Jo HJ, Lee KJ, Yoon JA, An JH, Chung KH. 2013. Fermentation characteristics of *Makgelli* made with loquat fruits (*Eriobotrya japonica* Lindley). *J Korean Soc Food Sci Nutr* 42: 975-982.
- Jeon MH, Lee WJ. 2011. Characteristics of blueberry added *Makgeolli*. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 40: 444-449.
- Kim S, Kim E, Yoon S, Jo N, Jung SK, Kwon S, Chang YH, Jeong Y. 2011. Physicochemical and microbial properties of Korean traditional rice wine, *Makgeolli*, supplemented with cucumber during fermentation. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 40: 223-228.
- Yang HS, Eun JB. 2011. Fermentation and sensory characteristics of Korean traditional fermented liquor (*makgeolli*) added with citron (*Citrus junos* SIEB ex TANAKA) juice. *Korean J Food Sci Technol* 43: 438-445.
- Kim SH, Park JM, Yoon HS, Song DN, Song IG, Eom HJ. 2013. Physiological and sensory characteristics of *makgeolli* with added paprika (*Capsicum annum* L.). *Korean J Food Sci Technol* 45: 578-582.
- Hossain MA, Rahman SMM. 2011. Total phenolics, flavonoids and antioxidant activity of tropical fruit pineapple. *Food Res Int* 44: 672-676.
- Jung YJ, Hyun KG, Choi JS, Lee SY, Nou IS, Park JH, Kang KK. 2006. Characterization of transgenic lettuce (*Lactuca sativa* L.) using a BL1 gene encoding bromelain isolated from pineapple. *Korean J Plant Biotechnol* 33: 27-32.
- Margalit Y. 2003. *Winery technology & operation*. The Wine Appreciation Guild, San Francisco, CA, USA. p 1-12.
- Son HS, Park BD, Ko BK, Lee CH. 2011. Quality characteristics of *takju* produced by adding different amounts of water. *Korean J Food Sci Technol* 43: 453-457.
- Son HS, Hong YS, Park WM, Yu MA, Lee CH. 2009. A novel approach for estimating sugar and alcohol concentrations in wines using refractometer and hydrometer. *J Food Sci* 74: C106-C111.
- Kim E, Chang YH, Ko JY, Jeong Y. 2013. Quality characteristics of *Makgeolli* added with kiwifruit (*Actinidia deliciosa*). *J Korean Soc Food Sci Nutr* 42: 1821-1828.
- Cárnara M, Diez C, Torija E. 1995. Chemical characterization of pineapple juices and nectars. Principal components analysis. *Food Chem* 54: 93-100.
- Son HS, Hwang GS, Kim KM, Kim EY, van den Berg F, Park WM, Lee CH, Hong YS. 2009. ¹H NMR-based metabolomic approach for understanding the fermentation behaviors of wine yeast strains. *Anal Chem* 81: 1137-1145.
- Avenozza A, Busto JH, Canal N, Peregrina JM. 2006. Time course of the evolution of malic and lactic acids in the alcoholic and malolactic fermentation of grape must by quantitative ¹H NMR (qHNMR) spectroscopy. *J Agric Food Chem* 54: 4715-4720.
- Park CS, Lee TS. 2002. Quality characteristics of *takju* prepared by wheat flour *nuruks*. *Korean J Food Sci Technol* 34: 296-302.
- Woo SM, Shin JS, Seong JH, Yeo SH, Choi JH, Kim TY, Jeong YJ. 2010. Quality characteristics of brown rice *Takju* by different *Nuruks*. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 39: 301-307.
- Choi SH, Kim OK, Lee MW. 1992. A study on the gas chromatographic analysis of alcohols and organic acids during *Takju* fermentation. *Korean J Food Sci Technol* 24: 272-278.
- Jang PS, Noh BS, Yoo SH, Kim MJ, Kim YW. 2010. *Food enzyme technology*. Soohaksa publisher, Seoul, Korea. p 350-352.
- Yoo SA, Seo SH, Hyun SY, Son HS. 2013. Characteristics of crude protease from fruits and traditional Korean fermentation starters. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 42: 1461-1466.
- Choe JS, Ahn HH, Nam HJ. 2002. Comparison of nutritional composition in Korean rice. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 31: 885-892.