

## 키위를 첨가한 막걸리의 품질특성

김은경<sup>1</sup> · 장윤희<sup>2</sup> · 고재윤<sup>1</sup> · 정윤희<sup>3\*</sup>

<sup>1</sup>경희대학교 조리외식경영학과

<sup>2</sup>경희대학교 식품영양학과

<sup>3</sup>단국대학교 식품영양학과

### Quality Characteristics of *Makgeolli* Added with Kiwifruit (*Actinidia deliciosa*)

Eunkyung Kim<sup>1</sup>, Yoon Hyuk Chang<sup>2</sup>, Jae Youn Ko<sup>1</sup>, and Yoonhwa Jeong<sup>3\*</sup>

<sup>1</sup>Dept. of Culinary Science and Food Service Management and

<sup>2</sup>Dept. of Food and Nutrition, Kyung Hee University, Seoul 130-701, Korea

<sup>3</sup>Dept. of Food Science and Human Nutrition, Dankook University, Gyeonggi 448-701, Korea

**ABSTRACT** This study was conducted to investigate the physicochemical and microbial properties of *Makgeolli* supplemented with kiwifruit (*Actinidia deliciosa*). Four hundred grams of kiwifruit were added to 3.1 L of distilled water, followed by 2.0 kg of rice, 40.0 g of *Nuruk*, and 14.0 g of yeast. The mixed rice solution was then fermented at 28°C for 6 days to prepare the kiwifruit *Makgeolli*. The pH values of the kiwifruit *Makgeolli* decreased from 5.31 to 4.37, but the total acidity values increased from 0.05 to 0.34% during fermentation. The total viable cells ( $3.18 \times 10^7$  and  $2.88 \times 10^7$ , respectively), lactic acid bacteria ( $1.51 \times 10^6$  and  $1.50 \times 10^6$ , respectively), and yeast counts ( $1.96 \times 10^7$  and  $1.90 \times 10^7$ , respectively) of the kiwifruit *Makgeolli* and control were similar throughout the fermentation process. Glucose was the major free sugar in the control and kiwifruit *Makgeolli* and significantly decreased during fermentation. Succinic acid was the highest organic acid in both the control (24.6 mg/mL) and kiwifruit *Makgeolli* (26.3 mg/mL). In a volatile compound analysis, 3-methyl-1-butanol, 2-methyl-1-propanol and ethyl acetate were the major volatile compounds in the kiwifruit *Makgeolli*.

**Key words:** *Makgeolli*, kiwifruit, acidity, organic acids, volatile compounds

## 서 론

세계의 각국에는 그 지역의 기후, 풍토 및 습관에 따른 지방 고유의 술, 즉 민속주 또는 전통주가 전해져 오고 있으며 우리나라에는 탁주(濁酒) 또는 막걸리 등으로 불리는 전통주가 있다. 『고려도경』에 “고려 사람들은 술을 즐긴다. 그러나 서민은 양온서에서 빛은 좋은 술을 얻기 어려워 맛이 박하고 빛깔이 진한 것을 마신다”라고 한 것으로 보아 탁주, 즉 막걸리를 마셨다는 것을 짐작할 수 있다(1-3). 막걸리는 전통적으로 멥쌀, 찹쌀, 밀가루 등의 곡류에 누룩을 섞어 전분이 당으로 분해되는 당화과정과 당을 효모가 알코올로 전환하는 알코올 발효과정이 함께 진행되는 병행 복합효주로서 양조한 후 증류하지 않고 발효된 술덧을 걸러서 외관이 백탁한 상태로 음용하므로 탁주(濁酒)로도 불린다. 또한 농경문화를 주체로 해온 우리 민족에게는 오랜 세월 동안 서민 생활과 밀접한 관계를 맺어온 매우 중요한 발효식품으로서 농민들이 농사일을 하면서 주로 음용하여 농주(農酒)라고도

불린다(2,3). 막걸리는 다른 주류와는 달리 생 효모나 비타민 B군을 비롯한 필수아미노산인 lysine, leucine, glutamic acid, proline 및 glutathione을 함유하여 영양가가 풍부하며, 산미에 관여하는 유기산은 갈증을 해소하고 신진대사를 원활히 하는데 효과가 있다(4,5).

키위(*Actinidia chinensis*)는 다래나무 과(Actinidiaceae) 다래나무 속(Actinidia)의 온대지역에서 자라는 자웅이주의 덩굴성 낙엽과수로(6) 기호성이 뛰어나고 과육 중에 단백질 가수분해 효소인 actinidin이 함유되어 있어 소화를 도우며 비타민 C가 풍부하고 칼륨이 많은 반면 나트륨은 적어 고혈압 예방에 효능이 있는 과일로 알려져 있다(7). 또한 키위에는 quinic acid, malic acid, citric acid 등의 유기산이 다량 존재하고 있어 키위 특유의 풍미를 가진다. 국내에서의 키위의 소비 형태는 대부분 생과 형태로 소비되고 있으며 일부 기형, 소과(小果)의 경우에 한하여 주스 등의 형태로 가공되고 있어 키위의 대량 소비를 위해서는 다양한 가공 기술개발이 요구되고 있다(8).

국민의 식생활 수준 향상과 더불어 소비자들의 식품 소비 패턴이 기호성 식품에서 기능성 식품으로 변하면서 다양한 생리활성을 갖는 천연소재에 대한 관심이 높아지고 있으며

Received 1 July 2013; Accepted 5 August 2013

\*Corresponding author.

E-mail: yjeong@dankook.ac.kr, Phone: 82-31-8005-3716

(9), 술에 대한 기호가 다양화함에 따라 막걸리도 다양화와 고급화가 요구되고 있다. 막걸리에 대한 연구는 감초, 박하, 오미자(9), 구기자(10), 배(11) 등을 첨가하여 제조한 막걸리의 품질증진 효과에 관한 연구가 많으며, 또한 누룩을 첨가량 별(12), 종류별(5,13)로 첨가하여 제조한 막걸리의 품질특성도 보고되었다.

우리 민속주의 시장규모(2010년 약 1,500억 원)는 수입 위스키와 맥주(약 3조 원)에 비하여 크게 낮은 실정이므로 고부가가치의 다양하고 새로운 전통주의 개발이 요구되고 있다(14). 따라서 비타민 C와 같은 기능성 물질이 풍부한 키위를 막걸리에 첨가하여 기능성 막걸리를 제조한다면 우리 전통주의 다양화와 전통주 시장의 확대가 가능할 것으로 사료된다. 본 연구에서는 기호성과 식품영양학적 효용성이 높은 키위를 첨가하여 키위 막걸리를 제조하고 발효과정 동안 키위 막걸리의 이화학적 및 미생물학적 품질특성을 조사하였다.

## 재료 및 방법

### 재료

막걸리 제조 원료로 사용한 용인시 특산물인 백옥쌀(Yongin, Korea)과 키위(*Actinidia chinensis*)를 용인시 이마트(Shinsegae E-mart, Yongin, Korea)에서 구매하였다. 누룩은 개량누룩(Korea Enzyme Co., Hwaseong, Korea)을, 효모는 건조효모(Saf-instant, S.I. Lesaffre, France)를 구매하여 사용하였다.

### 막걸리 담금

본 연구에 사용된 막걸리의 제조방법은 Fig. 1과 같다. 쌀 2.0 kg을 세척하여 3시간 동안 물에 침지하여 불린 후, 체에 받쳐 40분 동안 물기를 제거하였다. 물기를 제거한 쌀을 찹쌀에 넣고 100°C에서 40분 동안 증자(蒸煮)하고 20분간 뜸을 들여 고두밥을 만들었다. 만들어진 고두밥을 쟁반에 넓게 펴서 빠르게 식히고 10 L의 유리병에 고두밥과 효모(14.0 g), 누룩(40.0 g), 증류수 3.5 L를 넣고 골고루 섞어 밀술을 제조하였다. 시험군인 키위 막걸리는 키위 400.0 g을 믹서기로 갈은 다음 위와 동일한 양의 고두밥, 효모, 누룩을 첨가하고, 최종제품의 총량을 동일하게 하기 위하여 증류수 3.1 L와 혼합하여 제조하였다. 제조된 밀술을 잘 혼합한 후 6일 동안 28°C의 항온수조에서 발효시켰으며, 발효가 완료된 시료를 여과지(Advantec 5B, Toyo Roshi Kaisha, Ltd., Tokyo, Japan)를 사용하여 여과한 후 분석용 시료로 사용하였다.

### 알코올 함량 측정

막걸리의 알코올 함량은 여과한 시료 100 mL를 증류장치에 수기에 취한 후 70 mL를 증류하여 모으고, 여기에 증류수를 가하여 최종 용량이 100 mL가 되도록 조절한 다음 알코

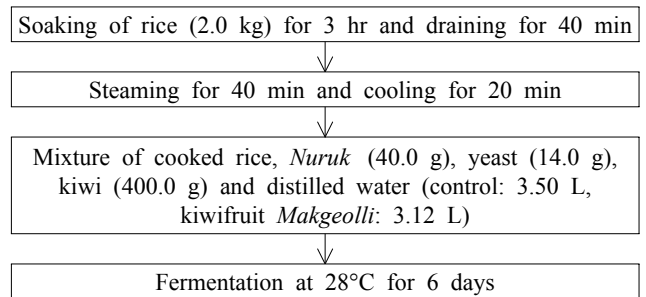


Fig. 1. Procedure for the preparation of control and kiwifruit Makgeolli.

올 비중계로 알코올 함량(v/v %)을 측정하고 온도 보정표를 이용하여 환산하여 계산하였다(15).

### pH 및 총산 측정

pH는 시료를 골고루 섞어준 후에 pH meter(Thermo Electron Co., Beverly, MA, USA)를 이용하여 측정하였다. 총산은 여과한 시료 10 mL에 bromothymol blue와 neutral red를 혼합하여 제조한 지시약을 2~3방울 떨어뜨리고 붉은색이 초록색으로 변할 때까지 적정하는데 소모된 0.1 N NaOH 용액의 양(mL)으로 산도를 측정하였으며 주석산(tartaric acid)의 상당량으로 표시하였다(15). pH와 총산은 모두 3번 반복 측정된 평균값으로 나타내었다.

### 미생물 균수 측정

총 균, 유산균 수, 효모 수는 식품 공전의 방법을 이용하여 측정하였다(15). 균일하게 혼합된 시료를 멸균한 생리 식염수(0.85% NaCl)를 이용하여 10진 희석법에 따라 희석하고, 희석 시료 1 mL와 PCA(plate count agar) 20 mL를 균일하게 잘 혼합한 후 37°C에서 48시간 동안 배양하여 생성된 콜로니를 계수하였다.

유산균 수는 총균과 동일하게 희석한 후 희석된 시료 1 mL와 BCP(bromocresol purple agar) 20 mL를 균일하게 잘 혼합한 후 37°C에서 72시간 동안 배양한 후 생성된 콜로니를 계수하였다.

효모 수는 상기의 방법과 동일하게 희석한 후 희석된 시료 1 mL와 PDA(potato dextrose agar) 20 mL를 균일하게 잘 혼합한 후에 25°C에서 120시간 동안 배양한 후 생성된 콜로니를 계수하였다.

### 색도 측정

색도 측정은 색차계(JC-801S, Color Techno System Co., Tokyo, Japan)를 사용하여 측정하였다. 먼저 기기의 측정경에 표준색판(L=98.48, a=0.14, b=-0.41)을 설치하여 보정한 후 시료를 원형 cell에 넣어 측정하였다. 밝은 정도는 L값(lightness), 붉은색의 정도는 a값(redness) 그리고 노란색의 정도는 b값(yellowness)으로 나타내었다.

**Table 1.** Operating conditions of HPLC for the analysis of free sugars in the control and kiwifruit *Makgeolli*

Item	Condition
Instrument	HPLC system (JASCO Co., Tokyo, Japan)
Column	Carbohydrate high performance column (4.0 $\mu$ m, 4.6 $\times$ 250 mm, Waters, Milford, MA, USA)
Column temperature	35°C
Mobile phase	75% acetonitrile
Flow rate	1.4 mL/min
Detector	RI (RI-930)

**Table 2.** Operating conditions of HPLC for the analysis of organic acids in the control and kiwifruit *Makgeolli*

Item	Condition
Instrument	HPLC system (JASCO Co., Tokyo, Japan)
Column	Supelcogel C-610H column (9 $\mu$ m, 7.8 $\times$ 300 mm, Sigma, St. Louis, MO, USA)
Column temperature	30°C
Mobile phase	0.1% phosphoric acid
Flow rate	0.5 mL/min
Detector	Multiwavelength detector (MD-2010 Plus)

**유리당 함량 분석**

유리당 함량 분석을 위한 시료 조제 및 전처리는 Sturm 등(16)의 방법을 사용하였다. 시료는 0.45  $\mu$ m syringe filter를 이용해 filtering하여 HPLC 분석용 시료로 사용하였다. 표준물질은 fructose, glucose, sucrose 및 maltose를 이용하여 외부표준법으로 검량선 작성 후 정량하였고, HPLC 분석조건은 Table 1과 같다. 모든 분석결과는 2회 반복하여 측정된 평균값으로 나타내었다.

**유기산 함량 분석**

유기산 함량 분석은 Kerem 등(17)의 방법을 사용하였으며, 시료는 앞선 유리당 분석과 마찬가지로 0.45  $\mu$ m syringe filter를 이용하여 filtering하여 HPLC 분석용 시료로 사용하였다. 표준물질은 oxalic acid, citric acid, malic acid, succinic acid, formic acid, acetic acid를 이용하여 외부표준법으로 검량선 작성 후 정량하였고, HPLC 분석 조건은 Table 2와 같다. 모든 분석결과는 2회 반복하여 측정된 평균값으로 나타내었다.

**휘발성 화합물 분석**

휘발성 화합물 성분 분석을 위하여 시료 20 mL를 내부표준물질 octanal 15  $\mu$ L와 함께 240 mL screw amber bottle(Sigma-Aldrich Co., St. Louis, MA, USA)에 넣고 50°C dry oven에서 10분간 휘발성 향기성분을 포집하였다. 휘발성 향기성분 분석은 GC-MS(GCMS-QP 2010, Shimadzu, Kyoto, Japan)를 사용하였으며, GC 분석조건은 AT-1 column(60 m $\times$ 0.25 mm, W. R Grace & Co., Deerfield, IL, USA)을 사용하여 35°C에서 120°C까지 8°C/min의 속도로, 180°C까지 12°C/min 속도로, 230°C까지 15°C/min의 속도로 오븐온도를 상승시켰다. 주입기의 온도는 200°C 이고 검출기의 온도는 250°C였으며, 운반기체로는 N<sub>2</sub>를 사용하였다.

**통계처리**

SAS version 9.2(SAS Institute Inc., Cary, NC, USA)를 사용하여 통계처리 하였으며, 유의차는 Fisher's least significant difference(LSD) 방법으로  $P < 0.05$  수준에서 검증하였다.

**결과 및 고찰**

**알코올 함량**

막걸리 발효과정에서 원료의 전분은 누룩 중 amylase의 작용으로 당분으로 분해되고, 생성된 당분은 효모에 의한 알코올 발효의 기질로 이용되어 일정기간까지 알코올 함량이 상승된다. 발효과정 중 생성된 알코올의 함량은 막걸리의 보존성이나 향미에 영향을 주는 중요한 성분으로 알려지고 있다(18-23). 본 연구에서 6일간 발효시킨 키위 막걸리와 대조군의 알코올 함량을 측정된 결과, 키위 막걸리는 16.6%, 대조군은 17.0%를 나타내어 두 시료 간에 유의적인 차이가 나타나지 않았다(Table 3). 따라서 막걸리 제조 시 키위의 첨가는 알코올 발효에 큰 영향을 주지 않는 것으로 사료된다.

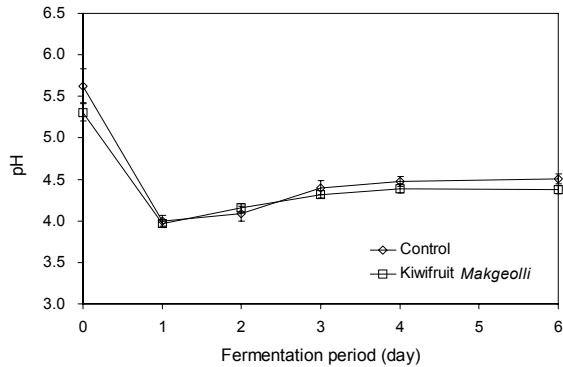
**pH 및 총산**

막걸리의 pH와 총산의 변화는 막걸리의 발효과정의 변질 정도를 알 수 있는 중요한 요인일 뿐만 아니라 알코올 생성 과정에서 복합적으로 생성되므로 막걸리의 발효진행 상황을 짐작할 수 있는 중요한 지표성분이며 막걸리의 pH는 발

**Table 3.** Alcohol contents of the control and kiwifruit *Makgeolli* on day-6 of the fermentation period

Sample	Alcohol contents (%)
Control	17.0 <sup>NS</sup>
Kiwifruit <i>Makgeolli</i>	16.6

<sup>NS</sup>Not significant.

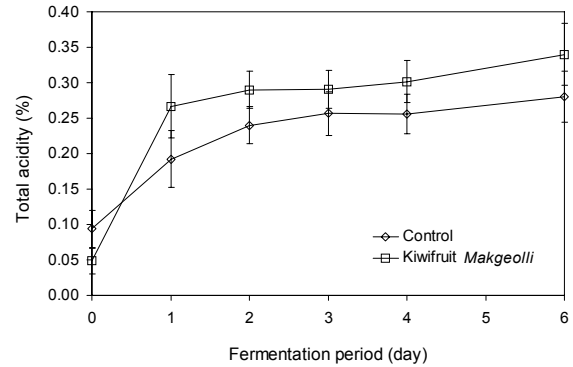


**Fig. 2.** pH values of control and kiwifruit *Makgeolli* throughout the 6-day fermentation period.

효과정에서 생성되는 여러 가지 유기산의 종류 및 농도에 크게 영향을 받는다(21,24). 본 연구에서 키위 막걸리와 대조군의 발효 중 pH의 변화를 측정한 결과는 Fig. 2와 같다. 키위 첨가군과 대조군의 담금 직후의 pH는 각각 5.31 및 5.68에서 발효 1일째 각각 3.98 및 4.03으로 크게 감소하였고, 그 이후 완만하게 증가하여 발효 6일째 키위 막걸리(pH 4.38)와 대조군(pH 4.51)의 pH는 유사하였다. Kim 등(25)은 발효 초기 막걸리의 pH가 낮아지는 것은 원료에서 생성된 유기산에 의한 것이나, 발효가 진행됨에 따라 지속적으로 생성된 알코올과 아미노산, 유기산이 상호반응을 통해 에스테르와 같은 향미성분이 생성되어 pH가 높아진다고 보고하였다.

막걸리의 발효과정 중 총산의 변화는 Fig. 3과 같다. 키위 막걸리와 대조군의 총산 함량은 담금 직후 각각 0.05 및 0.09%에서 발효 1일째 각각 0.27 및 0.19%로 급격히 증가하였고, 이후 6일째까지 큰 변화 없이 키위 첨가군(0.34%)과 대조군(0.27%) 모두 완만하게 증가하였다. 발효 초기의 산도는 주로 누룩이나 술덧에 의한 것이지만 발효가 진행된 후부터는 미생물의 작용으로 생성된 유기산에 의해 산도가 증가된 것으로 사료된다(21). 또한 막걸리의 총산 함량은 발효 또는 저장 중 막걸리의 산패현상을 조기 진단할 수 있는 기초 요소이다(22,26).

본 연구에서 막걸리의 발효 중 pH가 급격히 감소하고 산도가 급격히 증가하는 경향으로 볼 때, 막걸리의 발효 초기 급격히 증가한 산도에 의해 pH가 현저하게 감소한 것으로



**Fig. 3.** Total acidity values of control and kiwifruit *Makgeolli* throughout the 6-day fermentation period.

판단된다. 게다가 대조군과 키위 막걸리 시험군 간의 차이가 크지 않은 것으로 볼 때 막걸리의 일반 품질에 부정적인 영향 없이 키위의 영양학적 효용성을 겸비한 기능성 막걸리의 제조가 가능한 것으로 사료된다.

**미생물 군수**

발효과정 중 키위 막걸리와 대조군의 총 균, 유산균, 효모 수의 변화는 Table 4에 정리하였다. 키위 막걸리와 대조군의 총 균수는 담금 직후 각각  $3.02 \times 10^5$ ,  $1.23 \times 10^5$  CFU/mL였으나, 발효 1, 3일째 각각  $4.00 \times 10^6$ ,  $2.50 \times 10^6$  CFU/mL 및  $5.12 \times 10^6$ ,  $4.24 \times 10^6$  CFU/mL로 증가하였으며, 발효 6일째에는 키위 막걸리와 대조군이 각각  $3.18 \times 10^7$ ,  $2.88 \times 10^7$  CFU/mL로 나타나 키위의 첨가가 막걸리의 총 균수의 변화에 큰 영향을 미치지 않음을 알 수 있었다.

유산균 수는 담금 직후와 발효 1일째 키위 막걸리에서  $1.75 \times 10^5$  및  $3.24 \times 10^5$  CFU/mL, 대조군에서  $1.10 \times 10^5$  및  $1.70 \times 10^5$  CFU/mL로 키위 막걸리의 유산균 수가 더 많은 것으로 나타났으나, 발효 3일째에는 키위 막걸리가  $1.01 \times 10^6$  CFU/mL, 대조군이  $1.15 \times 10^6$  CFU/mL로 대조군이 더 많은 것으로 나타났으며, 발효 6일째에는 키위 막걸리와 대조군이 각각  $1.51 \times 10^6$ ,  $1.50 \times 10^6$  CFU/mL로 거의 같은 수준을 나타내었다.

효모 수 또한 유산균과 유사하게 담금 직후와 발효 1일째 키위 막걸리에서 각각  $3.12 \times 10^5$  및  $3.45 \times 10^6$  CFU/mL, 대조군에서 각각  $1.26 \times 10^5$  및  $2.38 \times 10^6$  CFU/mL로 키위

**Table 4.** Microbial cell counts of the control and kiwifruit *Makgeolli* throughout the 6-day fermentation period

Samples	Fermentation period (day)	Microbial cell counts (CFU/mL)		
		Total viable cells	Lactic acid bacteria	Yeasts
Control	0	$1.23 \times 10^5$	$1.10 \times 10^5$	$1.26 \times 10^5$
	1	$2.50 \times 10^6$	$1.70 \times 10^5$	$2.38 \times 10^6$
	3	$4.24 \times 10^6$	$1.15 \times 10^6$	$1.56 \times 10^7$
	6	$2.88 \times 10^7$	$1.50 \times 10^6$	$1.90 \times 10^7$
Kiwifruit <i>Makgeolli</i>	0	$3.02 \times 10^5$	$1.75 \times 10^5$	$3.12 \times 10^5$
	1	$4.00 \times 10^6$	$3.24 \times 10^5$	$3.45 \times 10^6$
	3	$5.12 \times 10^6$	$1.01 \times 10^6$	$1.50 \times 10^7$
	6	$3.18 \times 10^7$	$1.51 \times 10^6$	$1.96 \times 10^7$

**Table 5.** Color values (L, a and b) of the control and kiwifruit *Makgeolli* throughout the 6-day fermentation period

Sample	Fermentation period (day)	Color values		
		L	a	b
Control	0	65.29	1.12	3.22
	1	66.40	3.02	6.30
	3	68.66	3.27	6.50
	4	68.93	3.32	9.30
	6	69.01	3.79	9.70
Kiwifruit <i>Makgeolli</i>	0	62.50	1.78	1.37
	1	65.14	3.29	0.91
	3	66.05	3.46	0.41
	4	66.32	3.57	2.58
	6	67.08	3.91	13.27

막걸리의 효모가 더 많은 것으로 나타났으나, 발효 3, 6일째에는 키위 막걸리와 대조군의 효모 수가 각각  $1.50 \times 10^7$ ,  $1.96 \times 10^7$  CFU/mL 및  $1.56 \times 10^7$ ,  $1.90 \times 10^7$  CFU/mL로 나타나 발효가 진행되며 효모의 수가 비슷해지는 결과가 나타났다. 오이를 첨가한 막걸리(23)에서도 발효기간 동안 총균, 유산균 및 효모 수의 증가가 관찰되었으나, 6일간의 발효 후 무첨가군과 오이 막걸리군 간의 총균, 유산균 및 효모 수의 차이는 없는 것으로 나타났다.

**색도**

대조군과 키위 막걸리의 발효 기간에 따른 색도 변화는 Table 5와 같으며, 명도를 나타내는 L값은 키위 막걸리와 대조군이 발효 1일째 각각 62.50 및 65.29에서 발효 6일째 각각 67.08, 69.01로 증가하였으며, 적색도를 나타내는 a값은 담금 직후 키위 막걸리 1.78, 대조군 1.12에서 발효 6일째 각각 3.91 및 3.79로 증가하였다. 황색도 b값은 담금 직후 키위 첨가군 1.37 및 대조군 3.22에서 발효 6일째 각각 13.27 및 9.70으로 증가하였다. 발효 6일째 키위 막걸리의 b값이 대조군보다 높은 이유는 키위의 수용성 및 알코올 가용성 색소가 발효가 진행됨에 따라 추출되어 막걸리로 이행되었기 때문이라고 사료된다. Park 등(27)의 고추를 첨가한 발아현미 술의 품질특성 연구에서도 발효기간 중 막걸리의 a값은 고추 첨가량에 따라 발효 2일째 3.1~22.0에서 발효 완료시점인 8일째 10.2~28.1로 적색도가 증가했으며, b값 또한 발효 완료 시 26.4~67.1로 발효 초기에 비해 크게 증가하는 경향을 보여 본 연구 결과와 일치하였다.

**유리당**

발효 6일째 키위 막걸리와 대조군의 유리당 분석 결과 fructose, glucose, sucrose, maltose가 검출되었다(Table 6). 키위 막걸리와 대조군 모두에서 glucose 함량이 가장 높았으며, 발효 1일째 각각 35.537 및 49.855 mg/mL로 가장 높았고 발효 6일째에는 각각 31.029 및 29.831 mg/mL로 발효가 진행되며 유의적으로 감소하는 경향을 나타내었다. Lee 등(28)의 효모 종류를 달리한 탁주 술덧의 품질특성에 관한 연구에서도 모든 시험군에서 담금 당일에 glucose가 가장 높은 함량을 보였고 발효가 진행됨에 따라 감소하는 경향으로 본 연구결과와 일치하는 경향을 나타내었는데, 이는 당화효소인 glucoamylase에 의해 전분질의 분해로 glucose가 생성되어 발효 초기 막걸리의 주요 유리당으로 나타나며, 발효과정에서 효모나 젖산균의 영양원 및 알코올 발효의 기질로 이용되어 발효가 진행됨에 따라 감소한 것으로 사료된다. Fructose는 발효 1일째에 키위 막걸리와 대조군에서 모두 검출되지 않았으나 발효 6일째 대조군에서 미량(0.103 mg/mL) 검출되었다. Sucrose는 발효 1일째 키위 막걸리 0.018 mg/mL, 대조군 0.114 mg/mL에서 발효 6일째에 각각 0.425 및 0.679 mg/mL로 발효가 진행됨에 따라 시험군 모두 유의적으로 증가하였다. Maltose는 키위 막걸리와 대조군에서 발효 1일째 각각 0.895 및 0.834 mg/mL에서 발효 6일째 각각 1.619 및 1.686 mg/mL로 발효가 진행되면서 두 배 가까이 증가하는 경향을 나타내었다.

**유기산**

막걸리 발효과정 중 생성되는 유기산은 막걸리 특유의 신맛과 향을 나타내며, 유해 미생물의 생육을 억제하는 역할을 한다(19,22,26). 본 연구에서 총 6종의 유기산이 검출되었으며 그중 특유의 감칠맛을 내는 succinic acid 함량이 가장 높았다. Succinic acid 함량은 발효 1일째 키위 막걸리 8.118 mg/mL, 대조군 7.698 mg/mL에서 발효 6일째 각각 26.303 및 24.587 mg/mL로 유의적으로 증가하였다(Table 7). Park과 Lee(18)의 밀가루 누룩으로 담금한 탁주에서도 발효과정 중 생성된 다양한 유기산 중에서 succinic acid 함량이 가장 높았다. 아린 맛을 내는 oxalic acid 함량은 발효 1일째 키위 막걸리에서 0.003 mg/mL 검출되었으나, 대조군에서는 검출되지 않았고, 발효 6일째에는 키위 막걸리와 대조군 모두 0.003 mg/mL로 나타났다. 청량한 신맛을

**Table 6.** Free sugar contents of the control and kiwifruit *Makgeolli* on day-1 and day-6 of the fermentation period

Sample	Fermentation period (day)	Free sugar contents (mg/mL)			
		Fructose	Glucose	Sucrose	Maltose
Control	1	ND	49.855±0.513 <sup>a</sup>	0.114±0.021 <sup>c</sup>	0.834±0.050 <sup>b</sup>
	6	0.103±0.001	29.831±0.221 <sup>d</sup>	0.679±0.016 <sup>a</sup>	1.686±0.016 <sup>a</sup>
Kiwifruit <i>Makgeolli</i>	1	ND	35.537±0.195 <sup>b</sup>	0.018±0.029 <sup>c</sup>	0.895±0.002 <sup>b</sup>
	6	ND	31.029±0.136 <sup>c</sup>	0.425±0.023 <sup>b</sup>	1.619±0.023 <sup>a</sup>

Values with different letters within the same column differ significantly ( $P < 0.05$ ). ND: Not detectable.

**Table 7.** Organic acid contents of the control and kiwifruit *Makgeolli* on day-1 and day-6 of the fermentation period

Sample	Fermentation period (day)	Organic acid contents (mg/mL)					
		Oxalic acid	Citric acid	Tartaric acid	Malic acid	Succinic acid	Acetic acid
Control	1	ND	0.155±0.004 <sup>c</sup>	0.036±0.001 <sup>c</sup>	0.174±0.006 <sup>d</sup>	7.698±0.009 <sup>c</sup>	1.256±0.021 <sup>c</sup>
	6	0.003±0.000	0.127±0.001 <sup>d</sup>	0.035±0.001 <sup>c</sup>	0.201±0.012 <sup>c</sup>	24.587±0.467 <sup>b</sup>	1.696±0.008 <sup>a</sup>
Kiwifruit <i>Makgeolli</i>	1	0.003±0.000	0.831±0.008 <sup>a</sup>	0.061±0.001 <sup>b</sup>	0.271±0.001 <sup>b</sup>	8.118±0.016 <sup>c</sup>	1.123±0.049 <sup>d</sup>
	6	0.003±0.000	0.555±0.009 <sup>b</sup>	0.074±0.001 <sup>a</sup>	0.322±0.001 <sup>a</sup>	26.303±0.074 <sup>a</sup>	1.521±0.021 <sup>b</sup>

Values with different letters within the same column differ significantly ( $P<0.05$ ).

ND: Not detectable.

내는 citric acid는 발효 1일째 키위 막걸리가 0.831 mg/mL, 대조군이 0.155 mg/mL로 나타났으나, 발효 6일째 키위 막걸리가 0.555 mg/mL, 대조군이 0.127 mg/mL로 나타나 유의적으로 감소하는 경향을 보였다. 이러한 경향이 나타난 것은 TCA cycle에 속하는 citric acid가 탁주발효 중 미생물의 대사나 영양원으로 이용되기 때문이라고 사료된다(29). 청량한 맛을 내는 tartaric acid의 경우, 키위 막걸리는 발효 1일째 0.061 mg/mL에서 발효 6일째 0.074 mg/mL로 유의적으로 증가하였으나, 대조군에서는 각각 0.036 mg/mL 및 0.035 mg/mL로 유의적인 차이를 나타내지 않았다. 부드러운 신맛을 내는 malic acid의 함량은 발효 1일째 및 6일째 모두 키위 막걸리(각각 0.271 mg/mL 및 0.322 mg/mL)가 대조군(각각 0.174 및 0.201 mg/mL)보다 유의적으로 높게 나타났다. 시큼한 맛과 향을 내는 acetic acid는 키위 막걸리와 대조군에서 발효 1일째에 각각 1.123 및 1.256 mg/mL에서 발효 6일째에 각각 1.521 및 1.696 mg/mL로 모두 유의적으로 증가하였다.

#### 휘발성 화합물

막걸리의 향에 영향을 주는 휘발성 화합물의 분석 결과는 Table 8과 같으며 총 37종의 휘발성 화합물이 검출되었다. 고급 알코올 중 탁주(30), 맥주(31), 청주(32)에서 중요한 향기 성분으로 평가되는 3-methyl-1-butanol의 함량이 키위 첨가군(33.71%)과 대조군(34.14%)의 휘발성분 중 가장 높은 비율을 차지하는 것으로 나타났다. 그 다음으로 함량이 높은 것으로 검출된 휘발성분은 키위 막걸리의 경우 2-methyl-1-propanol(23.81%), ethyl acetate(19.94%)의 순이었고, 대조군에서는 3-methyl butanal(22.53%), ethyl acetate(20.09%)의 순으로 나타났다. Han 등(5)은 누룩 종류를 달리하여 담금 한 탁주발효 중 품질특성 연구에서 ethanol을 제외한 탁주 술덧의 9종의 알코올 성분을 분석한 결과 3-methyl-1-butanol과 2-methyl-1-propanol이 탁주 술덧의 주성분이라고 보고하여 본 연구에서 제조된 키위 막걸리와 유사한 결과를 나타내었다.

자극취를 나타내고 청주와 전통소주에서도 검출되는 acetaldehyde는 에탄올의 산화를 통해 생성되는 휘발성분으로 맥주, 소주의 향에 영향을 미치는 주요인자로 알려져 있다(33). 본 연구에서 acetaldehyde의 함량은 키위 막걸리 0.72%, 대조군 0.57%로 검출되었다. 울무를 첨가한 막걸리

의 휘발성 성분의 분석에 관한 연구(34)에서도 첨가물의 첨가량에 따라 acetaldehyde의 함량이 증가한다고 보고되어 키위 막걸리가 대조군보다 높은 경향을 보인 본 연구결과와 일치하였다. 발효 중 술덧에 함유되는 저급지방산이 효모나 세균의 작용으로 에스테르화 되어 생성되는 ethyl acetate(35,36)는 키위 첨가군에서 19.9%, 대조군 20.1%로 검출되었다.

#### 요 약

본 연구에서는 키위를 첨가하여 제조한 막걸리의 품질특성을 조사하였다. 발효 6일째의 키위 막걸리와 대조군 알코올 함량은 각각 16.6, 17.0%을 나타내어 시료 간 유의적인 차이가 없었다. 키위 막걸리와 대조군의 pH는 발효 1일째 급감한 후 완만한 증가를 보이고 발효 6일째 각각 4.38 및 4.51로 큰 차이가 없었으며, 총산은 발효 1일째 급격한 증가를 보인 후 완만히 증가하여 발효 6일째 각각 0.34 및 0.27을 나타내었다. 총 균, 유산균, 효모 수는 발효가 진행됨에 따라 점차 증가하였으며 키위 막걸리의 발효 6일째 총 균, 유산균, 효모 수는 대조군과 큰 차이를 나타내지 않았다. 색도(L, a, b)는 발효가 진행됨에 따라 대조군과 키위 막걸리 모두 증가하는 경향을 보였다. 유리당 중 가장 높은 함량을 보인 glucose는 발효가 진행되면서 유의적으로 감소하였고, 유기산 중 succinic acid 함량이 대조군과 키위 막걸리 모두 가장 높았고 발효가 진행됨에 따라 유의적으로 증가하였다. 키위 막걸리에서는 37종의 휘발성 화합물이 검출되었으며, 그중 3-methyl-1-butanol(33.71%), 2-methyl-1-propanol(23.81%) 및 ethyl acetate(19.94%)의 함량이 가장 높았다. 본 연구 결과 막걸리 제조 시 키위의 첨가는 막걸리의 품질특성에 부정적인 영향을 미치지 않는 것으로 평가되어, 키위의 영양학적 효용성을 겸비한 기능성 막걸리의 제조가 가능한 것으로 사료된다.

#### REFERENCES

- Kim AR, Lee SY, Kim KBWR, Song EJ, Kim JH, Kim MJ, Ji KW, Ahn IS, Ahn DH. 2008. Effects of *Glycyrrhiza uralensis* on shelf-life and quality of *takju*. *Korean J Food Sci Technol* 40: 194-200.
- Kim HS, Yang YT, Jung YH, Koh JS, Kang YJ. 1992. Clarification of foxtail millet wine. *Korean J Food Sci Technol*

**Table 8.** Volatile compounds of the control and kiwifruit *Makgeolli* on day-6 of the fermentation period (Peak area %)

No	RI <sup>1)</sup>	Compounds	Sample	
			Control	Kiwifruit <i>Makgeolli</i>
1	362	Acetaldehyde	0.574	0.720
2	367	Methanol	0.165	0.089
3	373	Ethanol	3.059	13.771
4	600	Hexane	4.350	0.973
5	603	1-Propanol	4.220	0.234
6	623	Ethyl acetate	20.093	19.936
7	650	3-Methyl butanal	22.532	0.082
8	670	2-Methyl-1-propanol	0.057	23.809
9	676	Acetic acid	0.005	0.040
10	699	1-Butanol	0.018	0.087
11	727	Propanoic acid, ethyl ester	0.387	0.248
12	730	Acetic acid, propyl ester	0.076	0.194
13	770	3-Methyl-1-butanol	34.141	33.705
14	775	Ethyl isobutyrate	0.931	0.641
15	786	Acetic acid, 2-methyl propyl ester	0.326	0.373
16	794	3-Methyl-1-hexanol	0.275	0.059
17	795	Hexanal	0.275	0.066
18	799	Isobutyric acid	0.096	0.020
19	801	2,4-Dimethyl hexane	0.094	0.004
20	806	Butanoic acid, ethyl ester	0.531	0.373
21	831	2,4-Dimethyl heptane	0.004	0.023
22	860	Ethyl 2-methyl butyrate	0.573	0.274
23	864	3-Ethoxy-1-propanol	0.019	0.022
24	870	4-Methyl octane	0.660	0.022
25	885	2-Methyl butyl acetate	0.279	0.175
26	901	Pentanoic acid, ethyl ester	0.028	0.008
27	961	Benzaldehyde	0.241	0.033
28	996	Octanal	5.066	3.466
29	1046	1,8-Cineole	0.009	0.037
30	1061	3-Ethyl-3-methyl heptane	0.001	0.027
31	1068	3,8-Dimethyl decane	0.010	0.022
32	1100	Undecane	0.033	0.034
33	1107	3,8-Dimethyl undecane	0.020	0.019
34	1124	Phenethyl alcohol	0.161	0.206
35	1195	Octanoic acid, ethyl ester	0.608	0.195
36	1799	Tetradecanoic acid, ethyl ester	0.014	0.005
37	1995	Hexadecanoic acid, ethyl ester	0.065	0.008
Total			100	100

<sup>1)</sup>RI: Retention index.

24: 101-106.

3. Yang JY, Lee KH. 1996. Shelf-life and microbiological study of *Sansung Takju*. *Korean J Food Sci Technol* 28: 779-785.

4. Lee SM, Lee TS. 2000. Effect of roasted rice and defatted soybean on the quality characteristics of *Takju* during fermentation. *J Nat Sci* 12: 71-79.

5. 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.

6. Andoh A, Fujiyama Y, Kitoh K, Niwakawa M, Hodohara K, Bamba T, Hosoda S. 1993. Macrophage colony-stimulating factor (M-CSF) enhances complement component C3 production by human monocytes/macrophages. *Int J Hematol* 57: 53-59.

7. Conrad RE. 1981. *Induction and collection of peritoneal exudates macrophages*. Marcel Dekker Incorporation, New York, NY, USA. p 5-11.

8. Choi SG, Lee CH, Yu KW. 2006. Immunological activities of hot-water extracts from kiwifruits. *J Agric & Life Sci* 40: 39-45.

9. Kim JH, Lee SY, Kim KBWR, Song EJ, Kim AR, Kim MJ, Ji KW, Ahn IS, Ahn DH. 2007. Effects of *Glycyrrhiza uralensis*, *Menthae herba*, *Schizandra chinensis* and chitosan on the shelf-life and quality of *Takju*. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 36: 1436-1443.

10. Lee DH, Park WJ, Lee BC, Lee JC, Lee DH, Lee JS. 2005. Manufacture and physiological functionality of Korean traditional wine by using *Gugija (Lycii fructus)*. *Korean J Food Sci Technol* 37: 789-794.

11. Lee DH, Kim JH, Lee JS. 2009. Effect of pears on the quality and physiological functionality of *Makgeoly*. *Korean J Food & Nutr* 22: 606-611.

12. Woo KS, Song SB, Lee JS, Ko JY, Kang JR, Oh BG, Nam MH, Ryu IS, Seo MC. 2010. Physicochemical character-

- istics of Korean traditional wine made from proso millet (*Panicum miliaceum* L.) at different addition rates with two kinds of nuruk. *Korean J Crop Sci* 55: 119-125.
13. Woo KS, Ko JY, Song SB, Lee JS, Oh BG, Kang JR, Nam MH, Ryu IS, Jeong HS, Seo MC. 2010. Physicochemical characteristics of Korean traditional wines prepared by addition of sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench) using different nuruks. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 39: 548-553.
  14. Seo SB, Kim JH, Kim NM, Choi SY, Lee JS. 2002. Effect of Acasia (*Robinia pseudo-acasia*) flower on the physiological functionality of Korean traditional rice wine. *Kor J Microbiol Biotechnol* 30: 410-414.
  15. KFDA. 2010. *Code food*. Korea Food and Drug Association, Seoul, Korea. 10-3-1 – 10-3-35.
  16. Sturm K, Koron D, Stampar F. 2003. The composition of fruit of different strawberry varieties depending on maturity stage. *Food Chem* 83: 417-422.
  17. Kerem Z, Bravdo BA, Shoseyov O, Tugendhaft Y. 2004. Rapid liquid chromatography-ultraviolet determination of organic acids and phenolic compounds in red wine and must. *J Chromatogr A* 1052: 211-215.
  18. Park CS, Lee TS. 2002. Quality characteristics of takju prepared by wheat flour nurks. *Korean J Food Sci Technol* 34: 296-302.
  19. Song JC, Park HJ. 2003. Takju brewing using the uncooked germinated brown rice at second stage mash. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 32: 847-854.
  20. Kim JY, Yi YH. 2008. pH, acidity, color, reducing sugar, total sugar, alcohol and organoleptic characteristics of puffed rice powder added wheat flour Takju during fermentation. *Food Eng Prog* 12: 71-77.
  21. Lee TJ, Hwang DY, Lee CY, Son HJ. 2009. Changes in yeast cell number, total acid and organic acid during production and distribution processes of Makgeolli, traditional alcohol of Korea. *Korean J Microbiology* 45: 391-396.
  22. 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.
  23. Seo MY, Lee JK, Ahn BH, Cha SK. 2005. The changes of microflora during the fermentation of Takju and Yakju. *Korean J Food Sci Technol* 37: 61-66.
  24. Song JC, Park HJ, Shin WC. 1997. Change of Takju qualities by addition of cyclodextrin during the brewing and aging. *Korean J Food Sci Technol* 29: 895-900.
  25. Kim CA, Lee WG, Lee IS, Wang MH. 2008. Changes of physicochemical, sensory, and antioxidant activity characteristics in rice wine, yakju added with different ratios of *Codonopsis lanceolata*. *Korean J Food Sci Technol* 40: 201-206.
  26. Song JC, Park HJ, Shin WC. 2006. Suppression of solid matters precipitation of Takju and its quality improvement by carageenan. *Korean J Food & Nutr* 19: 288-295.
  27. Park CS, Oh EH, Jeong HS, Yoon HS. 2009. Quality characteristics of the germinated brown rice wine added with red pepper. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 38: 1090-1096.
  28. Lee HS, Park CS, Choi JY. 2010. Quality characteristics of the mashes of takju prepared using different yeasts. *Korean J Food Sci Technol* 42: 55-62.
  29. Ryuzo U, Takeshi I, Yuzo I, Toshio O. 1972. Studies on changes in microflora and its metabolism during the process of making Koji in soy sauce brewing. *Seasoning Science* 19: 31-38.
  30. Lee TS, Choi JY. 1998. Volatile flavor components in Takju fermented with mashed glutinous rice and barley rice. *Korean J Food Sci Technol* 30: 638-643.
  31. Yuda J. 1976. Volatile compounds from beer fermentation. *J Soc Brew Japan* 71: 819-830.
  32. Hara S. 1967. A view of Sake component: Alcohol. *J Soc Brew Japan* 62: 1195-1205.
  33. Lee TS, Han EH. 2000. Volatile flavor components in mash of takju prepared by using *Rhizopus japonicus* nuruks. *Korean J Food Sci Technol* 32: 691-698.
  34. Shin SY, Suh SH, Cho WD, Lee HK, Hwang HJ. 2003. Analysis of volatile components in Korean rice wine by the addition of Yulmoo. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 32: 1206-1213.
  35. Kim E, Chang YH, Ko JY, Jeong Y. 2013. Physicochemical and microbial properties of the Korean traditional rice wine, Makgeolli, supplemented with banana during fermentation. *Prev Nutr Food Sci* 18: 203-209.
  36. So MH, Lee YS, Han SH, Noh WS. 1999. Analysis of major flavor compounds in Takju mash brewed with a modified Nuruk. *Korean J Food & Nutr* 12: 421-426.