

오이를 첨가한 막걸리의 발효기간 중 이화학적 및 미생물학적 특성

김상연¹ · 김은경² · 윤성준³ · 조남지³ · 정수경⁴ · 권상호⁵ · 장운혁¹ · 정윤화^{1*}

¹단국대학교 식품영양학과, ²경희대학교 조리외식경영학과
³해전대학 호텔제과제빵과, ⁴김포대학 호텔조리과, ⁵안동과학대학 식품과학계열

Physicochemical and Microbial Properties of Korean Traditional Rice Wine, *Makgeolli*, Supplemented with Cucumber during Fermentation

Sangyun Kim¹, Eunkyung Kim², Seongjun Yoon³, Namji Jo³, Soo-Kyung Jung⁴,
Sangho Kwon⁵, Yoon Hyuk Chang¹, and Yoonhwa Jeong^{1*}

¹Dept. of Food Science and Nutrition, Dankook University, Gyeonggi 448-160, Korea

²Dept. of Culinary Science and Food Service Management, Kyung Hee University, Seoul 130-701, Korea

³Dept. of Baking Technology, Hyejeon College, Chungnam 350-702, Korea

⁴Dept. of Culinary Arts, Kimpo College, Gyeonggi 415-761, Korea

⁵Dept. of Food Science, Andong Science College, Gyeongbuk 760-820 Korea

Abstract

Korean traditional rice wine, *Makgeolli*, has been widely consumed with increasing popularity in Korea. Also, there has been an increase in the varieties of *Makgeolli* for the younger generation. In this study, we examined the physicochemical and microbial properties of *Makgeolli* supplemented with cucumber during fermentation. Four hundred grams of cucumbers (20% of the total amount of rice) were grinded and added to the rice solution (2 kg rice and 3.12 L distilled water) along with the *Nuruk* (40 g) and yeast (14 g). After mixing the solution, it was fermented for six days in a water bath (28°C). During the fermentation, the pH value of the cucumber *Makgeolli* fell from 5.88 to 3.94 on day-1, and steadily increased to a pH value of 4.48 by day-6. The total acidity of the cucumber *Makgeolli* sharply increased from 0.02 to 0.20% on day-1, and then slowly increased thereafter to 0.28% by day-6. After the 6-day fermentation, the L values of the control and the cucumber *Makgeolli* were similar. The total viable cell, lactic acid bacteria and yeast count of the control and the cucumber *Makgeolli* increased considerably after the 6-day fermentation process. Free sugar analysis showed that glucose contents decreased with increasing fermentation periods. The succinic acid content was the highest among all the organic acids. Thirty-nine volatile compounds were observed on the final day of fermentation in the cucumber *Makgeolli*.

Key words: *Makgeolli*, cucumber, Korean traditional rice wine

서 론

막걸리는 우리나라에서 가장 역사가 오래된 술 중의 하나이며, 막걸리라는 이름은 막거른 술이라는 데서 비롯된 것으로 맑지 않고 탁하기 때문에 탁주라 부르기도 하고 식량대용 또는 갈증해소로 농부들이 애용해 왔으므로 농주라고도 부른다(1). 탁주에는 일반 주류와는 달리 상당량의 단백질과 당질이 들어 있고 소량의 비타민, 미량의 생리활성물질 등이 들어 있어 영양적, 기능적 가치가 높을 뿐만 아니라 생 효모가 함유되어 있기 때문에 다른 주류와는 다른 특이한 맛을 가지고 있다(1,2). 근래 전통 발효식품에 대한 관심이 높아지면서 그중에서도 탁주와 막걸리에 대해 신제품과 기능성에 대한 연구가 활발히 진행되고 있고 특히 알코올 해독과 건강

보조 및 질병예방 등의 생리 기능성을 가진 민속주들이 속속 개발되어 80종 이상이 시판되고 있다(3,4). 오이는 박과에 속하는 덩굴성 일년초로서 그 원산지는 인도 북부로 추정되고 있고 그 학명은 *Cucumis sativus*이다(5). 우리나라에서의 오이 생산량은 농업기술의 발전과 현대 식생활의 변화에 따라 요구량이 증가되어 1990년에는 약 21만톤, 2000년에는 약 45만톤, 2008년에는 약 38만톤으로 대량생산 채소류에 목록 되어 있다(6).

오이의 소비는 주로 생식으로 김치, 피클, 샐러드, 냉채 등의 형태이며, 영양적 측면으로는 열량은 낮으나 미네랄과 비타민은 풍부하여 좋은 영양공급원이 되고 있다(5). 특히 칼륨의 함량이 높아서 체내 노폐물의 배출을 도와 땀을 흘린 후 음료수 대신 섭취하면 몸을 가볍게 한다. 그리고 비타민

*Corresponding author. E-mail: yjeong@dankook.ac.kr
Phone: 82-31-8005-3716, Fax: 82-31-8005-4054

C의 함량이 높아(약 30 mg/100 g) 피부 미용에는 물론 숙취 제거에도 효과가 있는 것으로 인정되어 왔다(6). 동의보감에서는 오이즙이 땀띠를 가라앉히는데 효과적이고, 오이의 뿌리, 잎, 줄기를 달인 즙은 심근경색의 치료에 효과적인 것으로 기술되어 있다. 또한 오이의 쓴맛을 나타내는 성분은 cucurbitacin으로 항종양 활성을 나타내는 것으로 알려져 있다(5,7).

본 연구에서는 오이를 첨가한 막걸리를 제조하고 발효 과정 중 이화학적 및 미생물학적 특성을 관찰하였다.

재료 및 방법

재료

막걸리 제조 원료로 용인산 백옥쌀(Yongin, Korea)과 남사오이(Yongin, Korea)를 시중에서 구매하여 사용하였다. 효모는 건조효모(Saf-instant, Lille, France)를 사용하였고, 누룩은 개량누룩(Korea Enzyme Co., Hwaseong, Korea)을 구매하여 사용하였다.

막걸리 담금

본 연구에 사용된 막걸리는 Fig. 1과 같이 제조하였다. 쌀 2 kg을 세척하여 3시간 동안 물에 침지한 후, 체에 받쳐 40분 동안 물기를 제거하였다. 물기를 제거한 쌀을 찜솥에 넣고 100°C에서 40분 동안 증자하고 20분간 뜸을 들인 후 고두밥을 만들었다. 고두밥을 넓게 퍼서 빠르게 식히고 10 L의 유리병에 고두밥, 효모(14 g), 누룩(40 g), 증류수 3.5 L을 넣고 골고루 섞어주었다. 실험군인 오이 막걸리는 오이 400 g을 믹서기로 갈은 다음 위와 동일한 양의 고두밥, 효모, 누룩과 최종제품의 수분함량을 동일하게 하기 위하여 3.12 L 증류수와 혼합하여 제조하였다. 제조된 밀술을 잘 혼합한 후 6일 동안 28°C의 항온수조에서 발효하였으며, 발효가 완료된 시료를 여과지(Advantec 5B, Toyo Roshi Kaisha, Ltd., Tokyo, Japan)를 사용하여 여과하여 분석용 시료로 사용하였다.

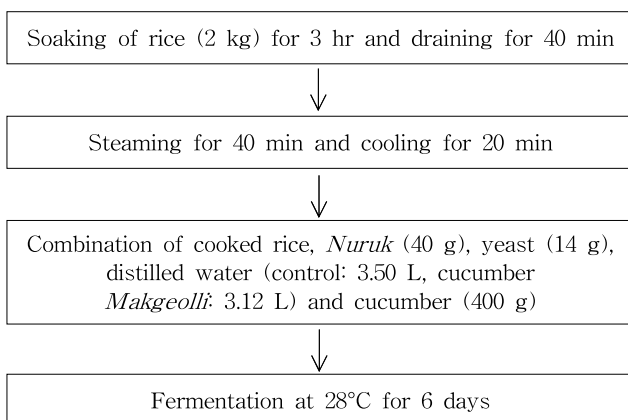


Fig. 1. Procedure for the control and cucumber *Makgeolli*.

알코올 함량 측정

막걸리의 알코올 함량은 여과한 시료 100 mL를 증류장치에 수기에 취한 후 70 mL를 증류한 다음 증류수를 가하여 최종 용량이 100 mL이 되도록 조절한 후 알코올 비중계로 알코올 함량(%)을 측정하고 온도 보정표를 이용하여 환산하였다(8).

pH 및 총산 측정

시료를 골고루 섞어준 후에 pH meter(Thermo Electron Co., Beverly, MA, USA)를 이용하여 측정하였다. 총산은 여과한 시료 10 mL에 혼합 지시약(Bromothymol blue and neutral red)을 2~3방울 떨어뜨리고 붉은색이 초록색으로 변할 때까지의 0.1 N-NaOH 용액의 양(mL)으로 산도를 측정하였다. 총산은 산도를 주석산의 상당량으로 표시하였다(9).

미생물 균수 측정

총균수, 유산균수, 효모수는 식품공전의 방법으로 측정하였다(9). 균일하게 혼합된 시료를 멸균한 생리식염수(0.85% NaCl)로 10진 희석법에 따라 희석하고, 희석된 시료 1 mL와 PCA(Plate Count Agar) 20 mL를 균일하게 잘 혼합한 후 37°C에서 48시간 동안 배양한 후 총 균수를 계수하였다.

유산균수는 총균수와 동일하게 희석한 후 희석된 시료 1 mL와 BCP(Bromocresol purple agar) 20 mL를 균일하게 잘 혼합한 후 37°C에서 72시간 동안 배양한 후 유산균수를 계수하였다.

효모수는 위 방법과 동일하게 희석한 후 희석된 시료 1 mL와 PDA(Potato dextrose agar) 20 mL를 균일하게 잘 혼합한 후에 25°C에서 120시간 동안 배양한 후 효모수를 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.

유리당 함량 분석

유리당 함량 분석을 위한 시료 조제 및 전처리는 Kerem 등(10)의 방법을 사용하였다. 시료는 0.45 μm syringe filtering한 후 HPLC 분석용 시료로 사용하였다. 표준물질은 fructose, glucose, sucrose 및 maltose로 외부표준법을 이용하여 검량선 작성 후 정량하였고, HPLC 분석조건은 Table 1과 같다. 모든 분석결과는 2회 반복하여 측정된 평균값으로 나타내었다.

유기산 함량 분석

유기산 함량 분석은 Kerem 등(10)의 방법을 사용하였으

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

Item	Condition
Instrument	HPLC system (JASCO Co., Tokyo, Japan)
Column	Carbohydrate high performance column (4.0 μ m, 4.6 \times 250 mm, Waters, Milford, MA, USA)
Column temperature	35 $^{\circ}$ 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 acid in the control and cucumber *Makgeolli*

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

며, 표준물질은 oxalic acid, citric acid, malic acid, succinic acid, formic acid, acetic acid로 외부표준법을 이용하여 검량선 작성 후 정량하였고, HPLC 분석 조건은 Table 2와 같다. 모든 분석결과는 2회 반복하여 측정한 평균값으로 나타내었다.

휘발성 화합물 분석

휘발성 화합물 성분 분석을 위하여 시료 20 mL를 내부표준물질 octanal 15 μ L와 함께 240 mL screw amber bottle (Sigma-Aldrich Co., St. Louis, MA, USA)에 넣고 50 $^{\circ}$ C dry oven에서 10분간 휘발성 향기성분을 포집하였다. 휘발성 향기성분 분석은 GC-GC 2010 GC/MS-QP2010 MS(Shimadzu, Kyoto, Japan)를 사용하였으며, GC의 작동조건은 AT1 column(60 m \times 0.25 mm, Shimadzu, Kyoto, Japan)을 사용하여 35 $^{\circ}$ C에서 120 $^{\circ}$ C까지 8 $^{\circ}$ C/min의 속도로, 180 $^{\circ}$ C까지 12 $^{\circ}$ C/min 속도로, 230 $^{\circ}$ C까지 15 $^{\circ}$ C/min의 속도로 오븐온도를 상승시켰다. 주입기의 온도는 200 $^{\circ}$ C이고 검출기의 온도는 250 $^{\circ}$ C였으며 carrier gas로 N₂를 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

알코올 함량은 발효의 진행 정도와 더불어 탁주의 주질에 가장 큰 영향을 미치는 요인 중 하나이다(2). 누룩에 의해

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

Sample	Alcohol content (%)
Control	16.3
Cucumber <i>Makgeolli</i>	16.2

당화된 당을 효모가 분해시키는 과정에서 에탄올이 만들어져 알코올 함량이 높아지게 된다. 따라서 발효가 많이 진행될수록 알코올 함량이 증가하게 되며, 발효과정 중 생성되는 탄산으로 인해 생성되는 기포로 발효 정도를 육안으로 확인할 수 있다. 본 연구에서 대조군과 오이 막걸리의 알코올 함량은 각각 16.3, 16.2%를 나타내어 두 시료 간에 유의적인 차이가 나타나지 않았다(Table 3).

pH 및 총산

pH와 총산은 발효의 진행 정도를 알 수 있는 지표로 사용될 수 있는데, 본 연구에서 오이를 첨가한 막걸리와 대조군의 pH는 발효 1일째에 급격히 감소하였고, 그 이후에는 완만하게 증가하여 발효 6일째 대조군과 오이 막걸리의 pH는 각각 4.5 및 4.4를 나타내었다(Fig. 2). 이러한 경향은 Han 등(11)과 Lee 등(12)의 연구 결과와 유사하였다.

오이 막걸리의 발효 과정 동안 총산의 변화는 Fig. 3과 같다. 발효가 진행되면서 효모나 젖산균 등 미생물의 작용으로 생성된 각종 유기산에 의해 총산 함량이 증가된 것으로 생각된다. 이러한 총산의 변화는 막걸리의 성분 변화를 쉽게 알 수 있는 요인일 뿐 아니라 알코올 생성 과정에서 복합적으로 생성되므로 막걸리의 발효 진행상황을 알 수 있는 중요한 지표성분이 된다(12). 한편, 막걸리의 총산은 휘발성 향기 성분과 함께 막걸리의 맛, 냄새와 직접 관련되어 있으며, 보존성에도 영향을 준다(13). 본 연구에서 대조군과 오이 막걸리의 총산은 발효 1일째에 각각 0.21, 0.20으로 급격히 증가하였으며, 그 이후에는 완만하게 증가하였다. 또한 대조군과 오이 막걸리의 총산은 크게 차이가 나타나지 않았다.

미생물 균수

발효 과정 중 총 균수, 유산균수, 효모수의 변화는 Table

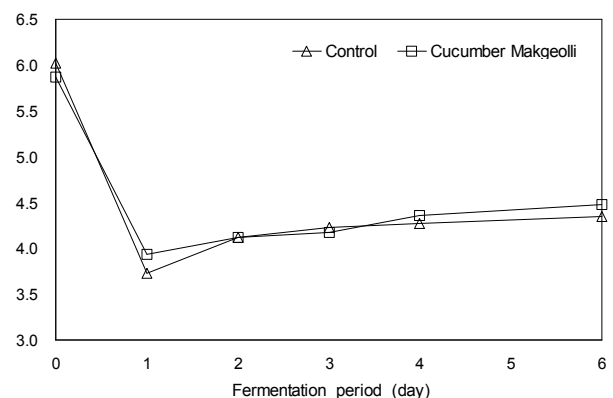


Fig. 2. pH values of the control and cucumber *Makgeolli* throughout the 6-day fermentation period.

Table 4. Microbial cell counts of the control and cucumber *Makgeolli* throughout the 6-day fermentation period (Unit: CFU/mL)

Sample	Microorganism	Fermentation period (day)			
		0	1	3	6
Control	Total viable cells	1.48×10^5	2.67×10^6	4.50×10^6	3.02×10^7
	Lactic acid bacteria	1.42×10^5	2.00×10^5	1.68×10^6	1.99×10^6
	Yeasts	1.50×10^5	2.88×10^6	2.05×10^7	2.50×10^7
Cucumber <i>Makgeolli</i>	Total viable cells	3.25×10^5	4.00×10^6	5.10×10^6	3.25×10^7
	Lactic acid bacteria	1.56×10^5	2.88×10^5	1.84×10^6	5.21×10^6
	Yeasts	3.50×10^5	4.70×10^6	2.80×10^7	6.23×10^7

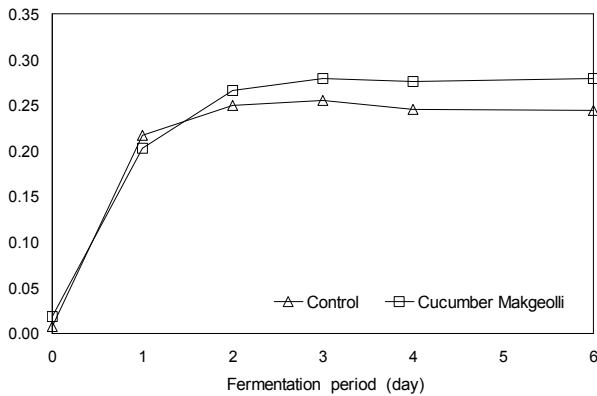


Fig. 3. Total acidity values of the control and cucumber *Makgeolli* throughout the 6-day fermentation period.

4와 같다. 대조군과 오이 막걸리에서 총균수, 유산균수, 효모수는 발효가 진행됨에 따라 점차 증가하였다. 본 연구에서의 이러한 발효 기간에 따른 미생물 수의 증가 결과는 Seo 등(14)의 연구와 일치하였다. 본 연구에서 오이 막걸리의 발효 6일째 총 균수, 유산균수, 효모수는 대조군과 큰 차이를 나타내지 않았다. 따라서 막걸리 제조 시 오이의 첨가는 막걸리의 발효과정 동안 미생물의 생육을 억제하지 않고 대조군과 동일하게 유지했다는 점에서 오이 막걸리의 개발이 가능함을 알 수 있었다.

색도

발효 기간에 따른 색도의 변화는 Table 5와 같다. 대조군과 오이 막걸리의 L, a, b 값은 발효과정 동안 거의 차이가 없었다. 발효가 진행됨에 따라 대조군과 오이 막걸리의 L, a, b 값 모두 증가하는 경향을 보였다. Kim 등(2)의 팽화미분을 첨가한 탁주에 관한 연구에서도 발효과정 동안 L값은 증

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

Sample	Fermentation period (day)	Color		
		L	a	b
Control	0	56.33	1.09	0.03
	1	56.58	1.49	1.28
	2	59.98	1.69	1.16
	3	60.91	1.78	1.78
	6	61.35	2.00	2.11
Cucumber <i>Makgeolli</i>	0	55.95	0.61	0.36
	1	57.25	1.06	1.08
	2	59.80	1.26	1.38
	3	59.56	1.27	1.38
	6	60.15	1.40	1.40

가하였으며, Park 등(15)의 고추를 첨가한 발아현미 술에 관한 연구에서는 발효기간 중 막걸리의 L, a, b 값은 증가하는 경향을 보여 본 연구와 유사하였다.

유리당

발효과정 중 오이 막걸리의 유리당을 HPLC로 분석한 결과는 Table 6과 같다. 발효 1일째에 대조군과 오이 막걸리에서 fructose가 검출되지 않았으나, 발효 6일째 대조군에서만 fructose가 미량 검출되었다. 모든 시료에서 미생물이 발효로 이용하는 중요한 기질인 glucose 함량은 발효 1일째, 6일째에서 다른 당들과 비교하여 유의적으로 가장 높았다. 또한 발효 1일째에 누룩의 당화 작용으로 glucose 함량이 유의적으로 가장 높았으며, 발효가 진행됨에 따라 6일째에는 대조군 37.76 ± 0.08 mg/mL, 오이 막걸리 22.22 ± 0.06 mg/mL로 감소하였다. 당화 amylase에 의한 전분질의 분해로 생성된 glucose는 발효 1일째에는 함량이 높아 막걸리의 주 구성당으로 나타났으나, 발효 중 효모나 젖산균의 영양원 및 발효

Table 6. Free sugar contents of the control and cucumber *Makgeolli* on day-1 and day-6 of the fermentation period (Unit: mg/mL)

Sample	Fermentation period (day)	Fructose	Glucose	Sucrose	Maltose
Control	1	ND ¹⁾	62.738 ± 0.002^b	0.177 ± 0.011^b	0.944 ± 0.001^a
	6	0.063 ± 0.001	37.763 ± 0.078^c	0.618 ± 0.031^a	0.469 ± 0.041^c
Cucumber <i>Makgeolli</i>	1	ND	67.153 ± 0.168^a	ND	0.796 ± 0.031^b
	6	ND	22.216 ± 0.062^d	0.196 ± 0.010^b	0.217 ± 0.023^d

¹⁾ND: not detectable.

Values with different letters (a-d) within the same column differ significantly ($p < 0.05$).

Table 7. Organic acid contents of the control and cucumber *Makgeolli* on day-1 and day-6 of the fermentation period (Unit: mg/mL)

Sample	Fermentation period (day)	Oxalic acid	Citric acid	Tartaric acid	Malic acid	Succinic acid	Acetic acid
Control	1	0.002±0.000 ^a	0.271±0.080 ^b	0.036±0.003 ^c	0.117±0.005 ^b	5.153±0.005 ^c	0.788±0.010 ^b
	6	0.002±0.000 ^a	0.049±0.001 ^d	0.053±0.008 ^b	0.081±0.001 ^c	10.344±0.624 ^b	0.407±0.508 ^b
Cucumber <i>Makgeolli</i>	1	0.002±0.000 ^a	0.611±0.004 ^a	0.097±0.002 ^a	0.184±0.001 ^a	4.163±0.004 ^c	1.513±0.014 ^a
	6	0.003±0.001 ^a	0.132±0.030 ^c	0.043±0.004 ^{bc}	0.176±0.007 ^a	23.4435±0.742 ^a	1.609±0.456 ^a

Values with different letters (a-d) within the same column differ significantly (p<0.05).

기질로 이용되어 발효가 진행됨에 따라 감소한 것으로 추정된다. 또한, glucose 함량이 발효 1일째에는 오이 막걸리가 대조군보다 유의적으로 높았지만, 반면에 발효 6일째에 대조군보다 더 낮은 값을 보인 것은 미생물의 발효가 오이 막걸리에서 더욱더 활발히 일어났기 때문이라고 판단된다. 오이 막걸리의 sucrose 함량은 대조군보다 발효 6일째에 유의적으로 낮은 값을 나타내었다. Maltose 함량은 발효가 진행되면서 감소하는 경향을 보여주었고 대조군의 maltose 함량은 오이 막걸리보다 유의적으로 높았다. 이들 성분 중 fructose, glucose, maltose은 환원당으로서 알코올 발효의 주요 기질로 사용되고 산미, 감칠맛 등과 조화되어 탁주에 독특한 맛을 제공한다(2). Woo 등(8)의 수수를 첨가하여 막걸리를 제조한 연구에서도 당의 대부분은 glucose가 차지하였는데, 이러한 결과는 본 연구의 결과와 유사하였다.

유기산

유기산 중 oxalic acid 함량은 대조군과 오이 막걸리에서 발효 1일째와 6일째 모두 유의적인 차이가 없었고, citric acid 함량은 발효 1일째의 오이 막걸리에서 유의적으로 가장 높았으며, 대조군 발효 1일째, 오이 막걸리 6일째, 대조군 6일째의 순으로 감소하였다(Table 7). 오이 막걸리의 tartaric acid 함량은 발효 1일째 가장 높았으며, malic acid 함량은 발효 1일째와 6일째 모두 대조군보다 유의적으로 높은 값을 보였다. 6일간의 발효 후 대조군과 오이 막걸리의 succinic acid 함량은 유의적으로 증가하였으며, succinic acid 함량은 오이 막걸리 6일째가 23.4±0.7 mg/mL로 유의적으로 가장 높았다. 오이 막걸리의 acetic acid 함량은 발효과정 동안 대조군보다 유의적으로 높았다. Kim 등(16)은 옥수수, 감자, 콩을 첨가한 막걸리의 유기산 조성은 대부분이 succinic acid라고 보고하였는데, 이는 본 연구 결과와 유사하였다.

휘발성 화합물

GC/MS에 의하여 검출된 오이 막걸리와 대조군의 휘발성 화합물 분석 결과는 Table 8과 같다. 총 39개의 휘발성 화합물이 검출되었는데, 그중 3-methyl-1-butanol의 함량이 대조군 및 오이 막걸리에서 가장 높았으며, 오이 막걸리에서 36.7%, 대조군에서 31.7%가 동정되었다. 오이 막걸리에서 3-methyl-1-butanol이 가장 많았고 다음으로 2-methyl-1-propanol 및 ethyl acetate 순으로 많았다. Han 등(11)은 2-methyl-1-propanol의 함량이 3-methyl-1-butanol보다

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

No	RI ¹⁾	Compounds	Sample	
			Control	Cucumber <i>Makgeolli</i>
1	362	Acetaldehyde	0.533	0.702
2	367	Methanol	0.154	0.222
3	373	Ethanol	2.841	0.643
4	600	Hexane	4.041	0.463
5	603	1-Propanol	3.920	0.195
6	623	Ethyl acetate	18.667	19.947
7	650	3-Methyl butanal	20.933	0.329
8	670	2-Methyl-1-propanol	0.053	23.942
9	676	Acetic acid	0.005	0.957
10	699	1-Butanol	0.017	0.272
11	727	Propanoic acid, ethyl ester	0.360	0.435
12	730	Acetic acid, propyl ester	0.071	0.125
13	770	3-Methyl-1-butanol	31.717	36.729
14	775	Ethyl isobutyrate	0.865	0.154
15	786	Acetic acid, 2-methyl propyl ester	0.303	0.577
16	790	3-Methyl-1-butanol	0.006	0.028
17	794	3-Methyl-1-hexanol	0.255	0.285
18	795	Hexanal	0.255	0.285
19	797	3-Methyl-1-butanol	0.255	0.285
20	799	Isobutyric acid	0.089	0.285
21	801	2,4-Dimethyl hexane	0.088	0.154
22	806	Butanoic acid, ethyl ester	0.494	0.406
23	831	2,4-Dimethyl heptane	0.004	0.008
24	860	Ethyl 2-methyl butyrate	0.532	0.192
25	864	3-Ethoxy-1-propanol	0.018	0.192
26	870	4-Methyl octane	0.613	0.008
27	885	2-Methyl butyl acetate	0.259	0.357
28	901	Pentanoic acid, ethyl ester	0.026	0.041
29	961	Benzaldehyde	0.224	0.306
30	996	Octanal	4.707	4.803
31	1046	1,8-Cineole	0.008	0.017
32	1061	3-Ethyl-3-methyl heptane	0.001	0.010
33	1068	3,8-Dimethyl decane	0.009	0.010
34	1100	Undecane	0.031	0.022
35	1107	3,8-Dimethyl undecane	0.019	0.021
36	1124	Phenethyl alcohol	0.150	0.014
37	1195	Octanoic acid, ethyl ester	0.565	0.279
38	1799	Tetradecanoic acid, ethyl ester	0.013	0.012
39	1995	Hexadecanoic acid, ethyl ester	0.061	0.058
Total			100	100

¹⁾RI: retention index.

높으면 탁주의 관능상 품질이 저하되는 것으로 보고하였다. So 등(17)의 개량 누룩으로 제조한 탁주의 중요 향미성분에 관한 연구에서도 ethyl acetate의 함량은 개량누룩 술덧에서

가장 많이 검출되는 휘발성 화합물 중의 하나였으며, ethyl acetate는 탁주의 중요한 향기성분이고 과일향을 나타낸다고 보고하였다. 자극취를 나타내고, 청주와 전통소주에서도 검출된다고 보고(18)된 acetaldehyde의 함량은 오이 막걸리가 대조군보다 높은 경향을 나타내었다. Shin 등(18)의 울무를 첨가한 막걸리의 휘발성 성분의 분석에 관한 연구에서도 울무의 첨가에 따라 acetaldehyde의 함량이 증가하였다.

Han 등(11)은 발효 중 ethanol을 제외한 탁주 술덧의 9종의 알코올 성분을 분석한 결과 iso-amyl alcohol과 iso-butyl alcohol이 탁주 술덧의 주성분이라고 보고하였다. Lee 등(19)은 효모 종류를 달리한 탁주의 술덧에서 8종의 미량 알코올 함량을 분석하였는데, 5개의 실험군 중 4개의 실험군에서 iso-amyl alcohol이 가장 높은 성분이라고 보고하였다. Kwon 등(20)의 전주 모주의 휘발성 화합물 성분에 관한 연구에서는 (E)-cinnamaldehyde, ethyl linoleate, ethyl linolenate, ethyl caprate, ethyl palmitate 등이 가장 많이 동정되어 본 연구와 상이한 결과를 나타내었는데, 이는 막걸리 제조에 사용된 전분원료나 누룩원료들의 차이 때문인 것으로 사료된다.

요 약

본 연구에서는 오이를 첨가한 막걸리의 특성을 알아보기 위하여 쌀의 20%만큼 오이를 첨가하여 막걸리를 제조한 후 이화학적 및 미생물학적 특성을 평가하였다. 발효 6일째 알코올 함량은 대조군 16.3%, 오이 막걸리 16.2%로 유의적인 차이가 없었으며, 발효 6일째 두 시료의 pH도 차이가 나타나지 않았다. 총산은 두 시료 모두 발효 1일째에 급격히 증가하고, 그 이후 완만히 증가하였다. 총 균수, 유산균수 및 효모수 모두 오이 막걸리가 대조군보다 높았으며, 색도는 대조군과 오이 막걸리 사이에 큰 차이가 나타나지 않았다. 유리당 중 glucose는 발효가 진행되면서 감소하였고, 대조군과 오이 막걸리 모두 succinic acid 함량이 가장 높았다. 휘발성 화합물 중 오이 막걸리에서 가장 많이 동정된 성분은 3-methyl-1-butanol, 2-methyl-1-propanol, ethyl acetate이었다.

문 헌

1. 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.
2. Kim JY, Sung KW, Bae HW, Yi YH. 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* 39: 266-271.
3. 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.
4. Lee HS, Park CS, Choi JY. 2010. Quality characteristics of the mashes of *Takju* prepared using different yeasts. *Korean J Food Sci Technol* 42: 56-62.
5. Chung SH, Moon SH. 2001. Antimutagenic and antimicrobial effect of cucumber (*Cucumis sativus*) extracts. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 30: 1164-1170.
6. Korean Ministry for Food, Agriculture, Forestry and Fisheries. 2009. Present condition for greenhouse of vegetable grown in facilities and production record of vegetable in 2008. p 92.
7. Kim JW, Park ES, Yoon S. 1985. Characteristics of ascorbic acid oxidase in cucumbers. *Korean J Nutr* 18: 312-317.
8. 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.
9. KFDA. 2010. Code food. Korea Food and Drug Association, Seoul, Korea.
10. Kerem Z, Bravdo B, 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.
11. 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.
12. 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.
13. Lee SS, Kim KS, Eom AH, Sung CK, Hong IP. 2002. Production of Korean traditional rice-wines made from cultures of the single fungal isolates under laboratory conditions. *Korean J Mycology* 30: 61-65.
14. 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.
15. 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.
16. Kim HR, Jo SJ, Lee SJ, Ahn BH. 2008. Physicochemical and sensory characterization of a Korean traditional rice wine prepared from different ingredients. *Korean J Food Sci Technol* 40: 551-557.
17. So MH, Lee YS, Han SH, Noh WS. 1999. Analysis of major flavor compounds in *Takju* mash brewed with a modified *Nuruk*. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 12: 421-426.
18. Shin SY, Suh SH, Cho WD, Lee HK, Hwang HJ. 2003. Analysis of volatile components in Korean rice wine by the addition of *Yulmo*. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 32: 1206-1213.
19. Lee HS, Park CS, Choi JY. 2010. Quality characteristics of the mashes of *Takju* prepared using different yeasts. *Korean J Food Sci Technol* 42: 56-62.
20. Kwon YH, Jo SJ, Kim HR, Lee HJ, Kim JH, Ahn BH. 2009. Physicochemical properties and volatile compounds in Jeonju *Moju*. *Korean J Food Sci Technol* 41: 503-508.

(2011년 1월 14일 접수; 2011년 1월 31일 채택)