천년초 발효액을 첨가한 쌀 막걸리의 저장 중 품질 특성

정복미[†] · 신태선 · 김형락¹

전남대학교 식품영양과학부, ¹부경대학교 식품영양학과

Quality Characteristics during Storage of Rice *Makgeolli* Added with *Cheonnyuncho* Fermentative Extract

Bok-Mi Jung[†], Tai-Sun Shin and Hyung-Rak Kim¹

Division of Food and Nutrition, Chonnam National University

¹Dept. of Food Science and Nutrition, Pukyong National University

Abstract

This study was conducted to investigate the properties of rice *makgeolli* stored with different quantities of *Cheonnyuncho* fermentative extract (1%, 3%, 5%). Plain rice *makgeolli*(control) and *cheonnyuncho*-containing rice *makgeolli*(*cheonnyuncho makgeolli*) were stored and ripened for 0, 5, 10, 15 and 20 days at 5 °C. The mineral contents of *cheonnyuncho Makgeolli* was higher than that of rice *makgeolli*. At the end of storage periods, the pH value of 1% *cheonnyuncho makgeolli* was higher than that of rice *makgeolli*. Of the major organic acids found in *cheonnyuncho makgeolli* (succinic, lactic, acetic, phosphoric, and malic), succinic acid had the highest concentration. Similarly, of all the free sugars, glucose was the most prominent. Before storage, hunter color L and b values were the highest in control followed by 1%, 3% and 5% *cheonnyuncho makgeolli*. At the end of storage period, color a value decreased in 1% *cheonnyuncho makgeolli*, whereas it increased in 3% and 5% *cheonnyuncho makgeolli*. The antioxidative effect of *makgeolli* was seen in 3% *cheonnyuncho makgeolli*. Total viable counts were the lowest in 3% *cheonnyuncho makgeolli* at the end of storage periods. A sensory evaluation test showed that the taste of *cheonnyuncho*-containing *makgeolli* was significantly better than that of control. From these results, we conclude that addition of *cheonnyuncho* fermentative extract at a concentration of 1-3% is suitable for the manufacturing of *makgeolli* products.

Key words: *Cheonnyuncho* fermentative extract, rice *makgeolli*, quality characteristics

1. 서 론

막걸리는 곡류에 누룩과 물을 섞어 발효시켜 담그는 우리 고유의 술로, 색깔은 희고 탁하며, 알코올 성분이 6~7%로 비교적 낮은 도수의 술이다(Bae SJ 2010). 막걸리에는 단백질, 당질, 식이섬유, 무기질, 비타민, 유기산 외에도 많은 양의 젖산균이 함유되어 있어 영양적 가치가 높고, 생 효모가 함유되

어 있기 때문에 일반 주류와는 차별화된 독특한 풍미를 가진다(Song JC 2003, Kim JY 등 2007).

막걸리에 대한 연구로는 주로 시판 막걸리를 이용한 품질 특성(Park CW 등 2011, Min JH 등 2011, Kwon YH 등 2012, Ji YJ 와 Chung HJ 2012)에 대한 연구가 주류를 이루고 있으며, 휘발성 향기 성분 분석(Han EH 등 1997, Lee TS와 Choi JY 1998, Lee TS와 Han EH 2000), 주세법의 개정으로 막걸리에 과일, 채소류의 첨가가 허용되면서 배즙(Lee DH 등 2009), 강낭콩(Park SS 2010), 유자즙(Yang HS 와 Eun JB 2011), 백년초 분말과 키토올리고당(Park SS 등 2011), 흑마늘(Kim KM 등 2011), 오이(Kim SY 등 2011), 블루베리(Jeon MH 와 Lee WJ 2011), 감(Im CY 등 2012), 포도(Kim GW 등 2012) 등을

[†]Corresponding author: Bok-Mi Jung, Chonnam National University
Tel: +82-61-659-7414
Fax: +82-61-659-7419
E-mail: jbm@chonnam.ac.kr

이용한 연구가 이루어져 왔다. 또한 최근에는 막걸리의 품질 특성 뿐 아니라 생리활성에 대한 연구(Seo DS 등 2008, Lee MY 등 2010)가 이루어져 항 치매 활성과 항고혈압 활성이 높은 것으로 보고되고 있다.

한편 천년초(*Opuntia humifusa*)는 손바닥 선인장으로, 백년초와 달리 한국 토종 선인장이며 영하 20℃의 혹한과 척박한 땅에서도 생존이 가능해 수년에서 수십년의 경작이 가능한 다년생 식물이다(Kim MG 2007). 천년초는 폐놀성 물질과 플라보노이드, 식이섬유, 비타민 C, 칼슘, 무기질 및 아미노산, 복합 다당류 등과 인체에 중요한 각종 영양성분을 함유하고 있으며(Cho IK 등 2009), 그 중에서도 식이섬유소와 칼슘은 다른 식물에 비해 다량 함유되어 있다(Yoon JA 등 2009, Choi JH 2010, Lee KS와 Lee KY 2010).

천년초의 생리활성에 관한 연구로 항산화성(Lee KS 등 2005), 혈당강하 효과(Shin JU 등 2002), 병원성 식중독 미생물에 대한 항균 효과(Lee KS 등 2004), 알코올성 고지혈증완화효과(Choi JW 등 2002), 간 보호 효과(Park MK 등 2005), 항암효과에 관한 연구(Choi HJ 등 2005, Yoon JA 등 2009, Jung BM 등 2012)가 이루어졌다.

막걸리는 곡류의 종류나 미생물의 종류에 따라 너무나 다양하고(Lee HG 2004), 제조자와 제조방법, 제조 조건에 따라 제품의 맛, 향, 색에서 차이를 나타낼 수 있다. 1963년 정부의 식량자급정책의 일환으로 막걸리 제조의 주재료로 사용하던 뭍쌀을 전량 소맥분으로 대체하여 제조하였고 그 후는 옥수수, 보리쌀 및 고구마를 이용하기도 하였으나 오늘날에 이르러서는 국민의 식생활 패턴의 변화로 남아도는 쌀에 대한 소비정책으로 쌀을 이용한 막걸리 제조를 권장하고 있으며 제조허가 및 사용재료에 대한 허가기준을 완화하여 지방 특산물을 활용한 다양한 막걸리가 제조되고 있다(Lee J 1982, Seo MY 등 2005, Lee DH 등 2009). 과거에는 시판 막걸리가 대부분 밀가루와 수입쌀을 이용하여 제조되었으나 2010년 막걸리 재료의 원산지 표시 이후로 제조업체의 국내 쌀 이용율이 높아지고 있는 경향이고 쌀의 종류뿐만 아니라 담금 방법에 따라 막걸리의 품질이 달라 질 수 있다. 지금까지의 연구는 시판 막걸리의 품질이나 시판 막걸리에 여러 가지 첨가물을 이용한 연구가 대부분 이루어져 왔으며, 지금까지 발효액을 첨가하여 제조한 막걸리의 품질 특성을 연구한 경우는 거의 없는 실정이다.

그러므로 본 연구에서는 일반적인 막걸리 담금법인 단양주법이 아닌 이양주법으로 쌀 막걸리를 제조한 후 천년초의 발효액을 첨가하여 품질과 저장성을 살펴봄으로써 제품으로써의 가능성을 알아보고자 하였다.

II. 재료 및 방법

1. 실험재료

막걸리 제조에 이용되는 재료는 뭍쌀(풍광수토 2010년, 전남 해남), 누룩(송학곡자, 광주), 효모(JENICO), 천년초 발효액

(여수시 돌산을 라파엘 농장)을 구매하여 사용하였다. 천년초 발효액은 열매, 줄기와 동량의 황설탕을 넣어 6년 숙성된 발효액을 이용하였다.

2. 천년초 발효액을 이용한 쌀 막걸리의 제조

본 연구에서는 이양주법(Bae SJ 2010)으로 막걸리를 제조하였으며, 제조 방법은 Fig. 1과 같다. 뭍쌀에 들어가는 재료는 뭍쌀가루 400 g, 누룩 250 g, 효모 1 g, 물 1.8 L였고, 덧술 재료는 뭍쌀 2 kg이었다. 먼저 뭍쌀 제조 시 뭍쌀가루는 쌀 1 kg을 물에 넣고 두세 번 정도 가볍게 씻어 주면서 이물질을 제거하고 같은 방향으로 계속 저어 맑은 물이 될 때까지 물을 넣어 씻기를 10회 정도 반복한 후 3시간 정도 침지하고 체에 건져 1시간 정도 물기를 빼고 방앗간에서 가루로 빻아 제조하였다. 제조된 뭍쌀가루 400 g에 1.8 L의 끓는 물을 조금씩 부어 나무주걱을 이용하여 범벅상태로 만들어 차게 식힌 다음 누룩 250 g과 이스트 1 g을 넣고 누룩 덩어리가 잘 풀릴 때 까지 약 10~15분 정도 잘 혼합하였다. 술독에 범벅을 넣고 면보로 입구를 밀봉한 다음 배양기 온도를 25℃로 맞추고 36시간 후에 술 표면에 이상이 없으면 그 상태로 12~24시간 후에 덧술을 하였다. 덧술은 뭍쌀 2 kg을 뭍술과 같은 방법으로 깨끗이 씻어서 물에 6시간 정도 침지한 후 1시간 동안 물기를 제거한 후 찹기를 이용해 고두밥을 만들었다. 고두밥을 넓게 펴서 차게 식힌 후 뭍술에 넣어 쌀알이 풀어지지 않도록 버무려주면서 위에서 아래로 조심스럽게 잘 저어주었다. 혼합 후 배양기 온도 27℃로 맞추어 놓고 7일 동안 방치 후 면보에 술을 걸렀다. 최종 술의 양 800 mL에 생수(제주 삼다수) 1.6 L를 넣어 희석하여 최종 술 양을 2.4 L로 막걸리를 완성하였다. 이중 600 mL는 대조군으로 이용하였으며, 나머지 3/4은 각각 천년초 발효액을 막걸리 용액 100 mL에 대하여 1%, 3%, 5% 비율로 혼합하여 제조한 후 5℃에

Fig. 1. Schematic diagram for *cheonnyunchomakgeolli* processing

보관하면서 실험에 사용하였다. 예비실험으로 천년초 열매와 줄기가루를 이용하여 쌀 막걸리를 제조하였으나, 막걸리의 맛이 너무 시고 산도가 높아 막걸리에 천년초 열매와 줄기를 직접 사용하기에는 부적합하였으므로 천년초 발효액을 첨가하여 쌀 막걸리를 제조하였다.

3. 무기질 측정

대조군과 천년초 막걸리의 무기질 함량은 습식분해법을 이용하여 다음과 같이 측정하였다. 세척된 wet ashing용 tube에 시료 0.5 mL을 취해 넣고, 여기에 20% HNO₃ 10 mL, 60% HClO₄ 3 mL를 취한 후 투명해질 때까지 가열시켰다. 투명해진 시료를 냉각시킨 후 0.5 M nitric acid로 50 mL 정용하였다. 이 시료용액을 측정용 시험관에 채취하고, 분석항목별 표준용액을 혼합하여 다른 tube에 8 mL를 채취하여 표준용액으로 하였다. Blank test-용에는 0.5 M nitric acid 용액 8 mL를 취해 원자흡수 분광광도계(AA-6501GS, Shimadzu, Kyoto, Japan)로 분석하였다. 분석조건은 Table 1과 같다.

Table 1. Operating condition for analysis of minerals by atomic absorption spectrophotometer

	Ca	Fe	K	Mg	Mn	Cu	Na	Zn
Wave length(nm)	422.7	248.3	766.5	285.2	279.5	324.8	330.2	213.9
Current(mA)	10	12	10	8	10	6	10	8
Slit width(nm)	0.5	0.2	0.5	0.5	0.2	0.5	0.2	0.5
Lighting mode	BGC-D ₂	BGC-D ₂	Non-BGC	BGC-D ₂	BGC-D ₂	BGC-D ₂	Non-BGC	BGC-D ₂
Burner height(mm)	7	7	7	7	7	7	7	7
Fuel gas flow(/min)	2.0	2.0	2.0	1.8	2.0	1.8	1.8	2.0

4. 유리당 분석

막걸리 용액 3 mL을 주사기에 취하여 membrane filter(0.45 μ m)로 여과하여 HPLC 시료로 사용하였다. HPLC에 의한 시료의 환원당 분석은 HPLC를 사용하여 분석하였다. HPLC의 구성은 Shimadzu LC-20AD pump, CTO-20AC oven, Sil-20AC auto-sampler, RF-10Axl fluorescence detector, CBM-20A system controller, LC Workstation software를 이용하였다. 환원당 분석은 ion exchange Shim-pack ISA-07(4.0 mm $\times$ 250 mm)분석 column과 Shim-pack ISA guard column(4.0 mm $\times$ 50.0 mm)을 사용하였다. 이동상은 A용액으로 potassium borate (pH 8)와 B용액으로 potassium borate(pH 9)를 사용하였는데 B용매를 0 분에서 0%로 시작하여 30분에 50%로 증가시키고 50분에 100%로 증가하여 15분간 100%로 유지하다가 65분 이후에 0%로 감소하여 총 90분의 분석시간으로 하였다. 주입량은 10 μ L 주입하며 post-column 방법을 이용하여 환원당을 유도체화한 후 형광검출기(Ex=320, Em=430)를 사용하여 분석하였다. 반응시약으로 1% arginine과 3% boric acid를 함유하는 용액을 사용하였다. 환원당 표준물질을 탈 이온화 증류수에 용해시켜 0.5~20 μ L/mL 범위의 표준용액을 조제하여 HPLC(Shimadzu Co.) 분석을 실시하고 peak area로부터 검량선

을 작성하여 정량하였다.

5. 당도 측정

막걸리의 당도는 막걸리 제조 직후와 저장기간 동안 5일 간격으로 당도계(PR-101, ATAGO, Tokyo)를 사용하여 측정하였다.

6. 유기산 함량 분석

유기산은 시료를 여과지(0.22 μ m)로 여과하고 HPLC를 이용하여 유기산을 분석하였다. HPLC의 구성은 Shimadzu LC-20AD pump, CTO-20AC oven, Sil-20AC auto-sampler, CDD-10A detector, CBM-20A system controller, LC Workstation software를 이용하였다. Column은 ion exchange Shim-pack SPR-102H(7.8 mm $\times$ 250 mm)를 2개 직렬로 연결하고, Shim-pack SPR-H guard column(7.8 mm $\times$ 50.0 mm)을 사용하였다. 이동상은 4 mM p-toluenesulfonic acid를 사용하였으며

유속은 0.8 mL/min로 조절하고 주입량은 10 μ L 주입하며 post-column 방법을 이용하여 유기산을 유도체화한 후 CDD 검출기를 사용하였다. 반응시약으로 4 mM p-toluenesulfonic acid와 100 μ M EDTA를 포함하는 16 mM Bis-Tris 용액을 반응시약으로 사용하였다. 총 분석시간은 30분이었으며 유기산 표준물질을 탈 이온화 증류수에 용해시켜 0.1~30 μ L/mL 범위의 표준용액을 조제하여 HPLC 분석을 실시하고 peak area로부터 검량선을 작성하여 정량하였다.

7. 알코올 함량 측정

알코올 함량은 0.45 membrane filter를 사용하여 여과한 시료를 DB-ALC2 column(30 m 0.53 mm I.d 2 μ m film thickness: Agilent J & W Scientific, Folsom, USA)이 장착된 GC(6890N, Hewlett Packard, Palo Alto, USA)를 이용하여 oven 70 $^{\circ}$ C, injector 200 $^{\circ}$ C 그리고 detector 250 $^{\circ}$ C에서 정량 분석하였다.

8. pH와 산도 측정

막걸리의 pH는 제조직후와 저장기간 동안 5일 간격으로

일정하게 혼탁 시킨 막걸리 50 mL를 비커에 옮긴 후에 pH meter로 측정하였다. 제조한 막걸리의 산도 측정은 식품공전에 따라 일정하게 혼탁 시킨 막걸리 20 mL와 증류수 30 mL를 혼합시킨 다음 BTB-NR (bromothymolblue-neutral red) 지시약을 2방울 넣은 후 분홍색에서 이 혼합액을 0.1 N-NaOH 시약으로 적정하여 무색을 종말점으로 하였다.

$$\text{총산(W/V \%)} = \frac{0.006 \times V \times f}{S} \times 100$$

V: 0.01 N-NaOH 적정량

f: 0.01 N-NaOH factor

S: 검체 채취량(mL)

9. 색도측정

막걸리 제조 직후와 저장기간 동안의 색도측정은 분체용 cell에 막걸리 10 mL를 취하여 색차계(Color-Meter JC 801S, Japan)를 사용하여 L(명도), a(적색도), b(황색도) 값을 측정하였다.

10. 산화도 측정

막걸리에 대한 산화도 측정은 막걸리 제조직후와 저장기간 동안 3일 간격으로 일정하게 혼탁시킨 막걸리 0.5 mL에 7.2% BHT 50 μ l, TBA/TCA용액 2 mL, 초순수 0.5 mL를 넣어 혼합하여 끓는 물에서 15분간 반응시킨 후 냉각하였다. 이를 4 $^{\circ}$ C, 3000 rpm으로 10분간 원심분리한 후 그 상층액의 흡광도를 531 nm에서 측정하여 TBARS(Thiobarbituric acid reactive substance)의 함량, 즉 막걸리 L당 malondialdehyde 양(mg)으로 나타내었다.

11. 총균수 측정

막걸리에 대한 저장성 실험은 막걸리 제조직후와 12일 동안 3일 간격으로 균일하게 혼합한 막걸리 1 mL를 취하여 멸균한 phosphate buffered saline 용액 9 mL로 10배 희석한 후 단계별로 희석하였다. 총 세균은 plate count agar 배지를 사용하여 37 $^{\circ}$ C에서 24 hr 배양한 후 colony 수를 측정하였다.

12. 관능평가

제조한 천년초 막걸리에 대한 관능평가는 C 대학교 재학생 중 막걸리를 자주 마시고 맛을 잘 아는 사람 20명을 선발하여 5점 기호 척도법(아주 좋다 5점, 좋다 4점, 보통 3점, 나쁘다 2점 및 아주 나쁘다 1점)으로 색, 향, 맛, 전체적인 기호도에 대하여 평가하였다. 막걸리는 50 mL 종이컵에 30 mL 씩 제공되었으며, 시료를 평가하고 나서 삼키지 않고 뱉은 후, 입안을 행군 후 다음 시료를 평가하도록 하였다.

13. 통계처리

막걸리의 실험결과에 대한 통계처리는 SAS package program (version 9.1)을 이용하여 평균과 표준편차를 구하였으며, 각 처리구간의 유의성 검정은 분산분석과 Duncan's multiple range test를 이용하여 검증하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 무기질 함량

대조군과 천년초 막걸리의 무기질 함량은 저장 후 10일에 측정하였으며 그 결과는 Table 2와 같다. 칼슘, 칼륨, 마그네슘, 망간, 아연 함량은 대조군에 비해 천년초 발효액 첨가군에서 높게 나타났으며, 천년초 발효액의 농도가 높을수록 무기질의 함량이 높게 나타났다. 이는 천년초에 함유된 여러 가지 무기질의 성분(Jung BM 등 2011)이 발효액에 추출되어 천년초 발효액의 첨가 농도가 높을수록 무기질 함량이 높아진 것으로 사료되며, 막걸리의 품질특성과 생리기능성 연구에서 무기질 함량을 측정한 연구는 없었으므로 타 연구와 비교하기 어려웠다.

2. 유리당

천년초 발효액이 함유된 막걸리의 저장 중 유리당 함량의 변화에 대한 결과는 Table 3과 같다. 천년초 발효액이 함유되지 않은 대조군과 발효액 첨가군 모두에서 glucose 함량이 가장 높게 나타났으며, 다음으로 대조군의 경우 maltose, fructose, ribose 순으로 나타났으며, 천년초 발효액 첨가군의 경우 fructose, maltose, ribose 순으로 나타났다. 총당은 대조

Table 2. Mineral contents of the *Makgeolli* added with *cheonnyuncho* fermentative extract

(unit: mg/ 100 mL)

	Ca	Fe	K	Mg	Mn	Cu	Na	Zn
Control	1.733	0.122	19.775	5.653	0.275	0.032	1.259	0.316
1%	2.327	0.077	21.615	5.810	0.285	0.025	1.798	0.335
3%	2.987	0.122	27.480	6.348	0.303	0.038	1.319	0.340
5%	3.350	0.106	32.305	6.768	0.312	0.042	1.918	0.339

Table 3. Changes of free sugars in *Makgulli* added with *cheonnyuncho* fermentative extract during the storage at 5 °C (unit: μ g/mL)

Days	Treatment	Maltose	Rhamnose	Ribose	Mannose	Fructose	Xylose	Glucose	Total
0	0%	488.34	22.13	50.41	24.36	224.55	18.05	52140.05	52967.89
	1%	1085.15	36.80	132.69	68.84	2363.39	12.48	36173.19	39872.55
	3%	1054.37	36.86	215.09	104.75	5383.48	6.86	36215.45	43016.87
	5%	1014.27	9.29	263.97	147.72	8962.30	6.22	46622.95	57026.74
5	0%	790.40	40.45	94.36	25.16	146.79	21.65	36611.44	37730.25
	1%	838.56	38.56	142.44	64.07	2357.31	8.21	36801.99	40251.14
	3%	887.21	38.88	229.16	94.87	5815.62	8.83	36362.08	43436.65
	5%	865.36	34.77	310.17	150.68	8969.97	5.30	45643.42	55979.67
10	0%	658.88	40.35	90.22	28.55	294.64	15.68	28148.68	29276.99
	1%	703.10	54.20	149.43	42.45	2160.78	11.00	32627.84	35748.79
	3%	765.31	54.41	230.27	101.09	5400.39	9.34	36815.79	43376.61
	5%	818.66	57.13	357.77	161.40	9551.55	5.32	41299.73	52251.57
15	0%	635.59	42.75	101.65	30.20	320.38	19.81	29895.36	31045.73
	1%	684.54	59.36	168.15	84.07	2225.18	11.19	38780.60	42013.10
	3%	736.84	28.57	239.10	80.85	6269.87	13.34	41756.52	49135.09
	5%	791.51	20.79	366.59	159.12	10954.76	5.33	42567.76	54861.86
20	0%	714.84	43.34	105.52	31.26	289.57	16.11	31493.95	32694.59
	1%	783.48	3.11	151.07	64.59	2778.96	14.15	40273.39	44068.74
	3%	881.92	8.42	287.92	108.01	8574.15	18.24	42205.44	52084.10
	5%	968.07	8.24	398.45	164.65	12953.85	8.08	42395.78	56897.13

군의 경우 제조 초기에 비해 10일까지 감소되는 경향을 보이다가 다시 증가하는 경향을 나타냈으며, 천년초 발효액 첨가군의 경우 첨가군에 따라 약간의 차이가 있었으나 대체로 첨가 농도가 클수록 저장기간이 길수록 총당의 함량이 증가하는 경향으로 나타났다. 막걸리의 유리당을 측정하는 연구는 거의 없었으나 율피가루를 첨가한 탁주의 유리당 함량을 측정한 결과에서 glucose의 함량이 가장 높았으며(Jeong JW 등 2006) maltose, sucrose, lactose는 소량 검출되었음을 보고하였고, 발효 8일 이전에 대부분 감소되는 것으로 나타났으며, 율피가루의 함량에 따라 다소의 차이를 보인다고 하였는데 본 연구와 비교했을 때 glucose 함량이 가장 높게 나타난 것은 일치하였으나 검출된 구성성분의 종류에서 다소 차이를 나타냈는데 이는 첨가된 물질의 종류에 따라 유리당의 종류에 차이가 나타난 것으로 사료된다.

3. 당도

천년초 발효액을 첨가한 쌀 막걸리의 저장 중 당도를 측정한 결과는 Fig. 2와 같다. 제조 초기 대조군의 당도는 8.8로 첨가군에 비해 유의적으로($p<0.05$) 낮았고, 1%, 3%, 5%로 첨가 농도가 높아질수록 당도가 유의적으로($p<0.05$) 높게 나타났다. 저장기간에 따른 차이에서 대조군과 1%군에서 제조 초기에 비해 5일에서 15일까지 유의적으로 증가하였다가 20일

Fig. 2. Changes in sugar of *Makgeolli* added with *cheonnyuncho* fermentative extract during the storage at 5 °C

에는 약간 감소하였으나 3%군은 초기에 비해 유의적으로($p<0.05$) 감소하였으며, 5%군은 유의적으로($p<0.05$) 증가하는 것으로 나타났다. 시판 막걸리의 당도(Ji YJ와 Chung HJ 2012)는 3.0~4.4 brix로 종류에 따라 저장기간 증가에 따라 당도가 증가하거나 유의적인 변화가 없다고 보고하였으며, Kim AR 등(2008)은 감초 첨가 막걸리를 10℃에서 12일간 저장했을 때 저장 초기의 당도는 4.0~4.4 brix이었고 저장기간에 따

Table 4. Changes of organic acids in *Makgeolli* added with *cheonnyuncho* fermentative extract during the storage at 5 °C (unit: μ g/mL)

Days	Treatment	Oxalic	Phosphoric	Citric	Tartaric	Malic	Succinic	Lactic	Formic	Acetic	Total
0	0%	7.11	230.54	72.42	93.52	122.34	558.87	268.47	19.68	185.94	1558.89
	1%	1.68	257.77	47.95	81.87	136.34	532.68	335.95	11.20	216.37	1621.82
	3%	3.77	262.71	64.79	26.37	142.66	543.06	477.15	15.99	276.14	1812.64
	5%	4.98	266.34	84.81	93.70	145.07	535.40	620.17	16.88	346.16	2113.51
5	0%	5.45	275.55	39.50	70.40	138.98	546.21	295.78	12.22	183.71	1567.80
	1%	3.22	264.84	46.98	29.17	145.18	543.32	362.13	16.08	217.55	1628.48
	3%	4.00	265.45	64.93	27.11	142.21	540.41	475.93	15.61	273.87	1809.51
	5%	3.65	267.20	85.02	100.25	145.75	536.19	622.40	17.59	345.37	2123.42
10	0%	3.42	254.19	34.61	20.31	138.68	527.06	280.71	12.51	177.80	1449.30
	1%	3.82	269.74	49.02	29.55	145.99	545.38	365.85	13.46	218.72	1641.53
	3%	3.47	267.92	64.83	33.47	145.47	540.50	478.97	13.55	275.44	1823.63
	5%	3.15	269.44	83.69	102.16	145.54	536.32	623.20	15.87	343.17	2112.54
15	0%	3.13	243.11	57.32	17.38	144.43	542.04	292.77	12.44	183.90	1496.52
	1%	3.98	272.79	47.12	50.10	147.33	544.73	361.97	11.06	220.06	1659.14
	3%	3.52	275.03	64.19	34.64	146.76	545.89	493.29	14.76	279.55	1857.62
	5%	3.07	317.24	123.46	289.21	144.27	524.07	624.55	15.31	348.33	2389.52
20	0%	3.04	237.42	63.05	19.12	152.87	566.24	302.05	12.68	192.29	1548.77
	1%	3.83	270.07	51.83	54.11	152.07	569.20	378.17	12.06	232.67	1724.00
	3%	3.50	272.53	70.61	36.10	161.43	580.48	542.62	15.23	297.50	1980.01
	5%	3.13	308.97	135.81	298.13	158.70	566.48	657.01	16.34	363.16	2507.71

라 유의적인 차이를 보이지 않았으나 감초 추출물의 첨가 농도가 높을수록 당도가 높아졌다고 보고하였다. 시판 막걸리의 경우 감미료인 아스파탐을 사용할 경우 단맛은 높아지나 당도는 높지 않으므로 대체로 3~4 brix로 나타났으나(Ji YJ 와 Chung HJ 2012) 막걸리를 직접 제조하여 당도를 측정한 Cho JC 등(2013)의 연구에서는 무첨가군의 경우 발효 2일째에 22 brix에서 발효 7일째에는 서서히 감소하여 12 brix를 나타냈다고 보고하였으며, 본 연구에서도 직접 이양주법을 이용하여 제조한 결과 당도가 비교적 높게 나타났으며, 시판 막걸리 제조 시 함유되는 밀가루와 감미료의 첨가물이 쌀만으로 제조되는 막걸리의 당도와는 차이가 있는 것을 알 수 있었다.

4. 유기산

천년초 발효액을 첨가하여 제조한 막걸리의 유기산 함량의 변화를 나타낸 결과는 Table 4와 같다. 산미에 관여하는 유기산은 갈증을 해소하고 신진대사를 원활히 하는데 효과가 있는데 (Han EH 1997) 본 연구에서 막걸리에 함유된 유기산의 종류는 9가지로 나타났으며, 전 저장기간을 통하여 major acids 들은 succinic acid, lactic acid, acetic acid, phosphoric acid, malic acid로 나타났고, minor acids 들은 tartaric acid, citric acid, formic acid, oxalic acid로 나타났다. 대조군의 경우 제조 초기에 비해 저장 중 증가된 산들은 malic acid, lactic acid, acetic acid만 약간 증가하였으며, 대부분의 유기산들은 감소하는 것으로 나타났다. 반면 천년초 발효액이 첨가된 막걸리의 경우 초기에 비해 저장 중 증가된 산들은 phosphoric acid, citric acid, tartaric acid, succinic acid, lactic acid, acetic acid였으며, oxalic acid는 감소되었고, formic acid

는 큰 변화가 없었다. 전체적으로 대조군에 비해 천년초 발효액 첨가군에서 저장 중 유기산 함량이 증가되었으며, 첨가량이 증가할수록 유기산의 함량도 증가함을 알 수 있었다. Lee MY 등(2010)은 충남지역에서 판매되는 10종의 전통주의 유기산 함량을 측정한 결과 종류에 따라 lactic, propionic, succinic, citric, acetic, malic, tartaric, malic, malonic acid가 검출되었다고 보고하였다. Choi GL 등(2012)은 공장에서 제조된 탁주를 실온과 냉장온도에서 저장하면서 유기산을 측정한 연구에서 발효에 의하여 생성되는 주요 유기산은 lactic acid라고 하였으며, acetic acid는 실온저장에서 서서히 증가하였으나 냉장 저장에서는 30일 경과 후에도 변화가 없었다고 하여 온도의 영향을 가장 크게 받는다고 하였고, 유기산의 변화에 미치는 가장 큰 요인은 미생물의 존재 유무 즉 살균 유무라고 하였는데 본 연구에서는 발효된 천년초를 이용하여 미생물의 영향을 받았을 것으로 사료된다.

5. 알코올 함량

저장기간 동안의 알코올 함량의 결과는 Table 5와 같다. 초기에 대조군과 3% 첨가군이 가장 높게 나타났으며, 대조군은 저장기간 동안 거의 변화가 없음을 알 수 있었다. 1% 첨가군은 10일까지 차이가 크게 없었으나 15일부터 증가하여 20일까지 유지되는 경향을 보였다. 3% 첨가군은 10일까지 약간 감소하였다가 20일까지 초기에 비해 약간 증가하였다. 5%의 경우 5일까지 변화가 없었으나 10일부터 약간 증가하는 추세였다. 저장기간 동안 에탄올 함량은 대조군에 비해 천년초 첨가군에서 약간 높게 나타났으나 거의 변화가 크지 않음을 알 수 있었다.

시판 막걸리를 구매하여 저장하면서 에탄올 함량의 변화를 관찰한 결과 저장 초기 5.7~6.6%였으며 저장 5일까지 종류에 따라 6.5~6.7%로 증가한 경우도 있었고 저장 기간 동안 큰 폭의 변화를 보이지 않은 경우도 있었다고 보고하였다(Kwon YH 등 2012).

백년초와 키토올리고당의 비율을 달리하여 제조한 탁주의 알코올 함량의 연구(Bae IY 등 2002)에서 백년초가 함유된 막걸리의 경우 자체적으로 함유하고 있는 당이 알코올발효에 긍정적으로 작용을 해 알코올 함량이 높은 것으로 나타났음을 보고하였고, 로즈마리를 첨가한 발효주의 연구(Kim JS 2006)에서 저장기간 중 로즈마리 첨가구가 무첨가구에 비해 알코올 함량이 높게 나타났음을 보고하였다. 또한 민들레를 이용한 전통 민속주의 연구(Kim JH 등 2000)에서도 민들레를 첨가한 경우 첨가하지 않은 민속주보다 알코올 생성량이 많았다고 보고하였는데 본 연구에서는 발효액을 첨가하지 않은 대조군에서는 저장기간 동안 거의 변화가 없었으나 천년초 발효액을 첨가한 막걸리가 초기에는 대조군 보다 약간 낮았으나 저장 15일 이후부터는 높게 나타나 백년초와 로즈마리, 민들레를 첨가한 연구와 동일한 결과를 나타냈음을 알 수 있었다.

Table 5. Changes of alcohol contents in *Makgeolli* added with *cheonnyuncho* fermentative extract during the storage at 5 °C (unit: %)

Days	Treatment (%)	Alcohol
0	0	6.37
	1	6.20
	3	6.42
	5	6.25
5	0	6.38
	1	6.25
	3	6.13
	5	6.23
10	0	6.35
	1	6.24
	3	6.36
	5	6.42
15	0	6.37
	1	6.35
	3	6.47
	5	6.42
20	0	6.36
	1	6.35
	3	6.57
	5	6.40

6. pH 및 산도

저장 중 막걸리의 pH를 나타낸 결과는 Fig. 3과 같다. 저장기간에 따른 차이에서 대조군의 경우 초기(4.41±0.00)에 비해 10일(4.56±0.01)과 15일(4.57±0.01)에 유의적으로 높았으나 20일(4.37±0.00)에 유의적으로 낮게 나타났다(p<0.05). 1%

와 3%는 0과 5일에 비해 10일부터 유의적으로(p<0.05) 낮게 나타났으며, 5%는 5일부터 유의적으로(p<0.05) 낮았다. 천년초 발효액이 첨가된 군은 대조군에 비해 pH가 유의적으로(p<0.05) 낮았으며, 1, 3, 5%로 농도가 높아질수록 pH가 유의적으로(p<0.05) 낮게 나타났다. 포도즙 첨가(Kim GW 등 2012)와 감 첨가(Im CY 등 2012)한 막걸리의 pH는 3.7~4.1의 범위를 나타냈다고 보고하였으며, 공장에서 제조한 탁주의 pH를 연구한 결과에서도 초기 pH가 3.19에서 냉장저장에서 30일 경과 후 3.63으로 약간 증가하였다고 보고하였고, 백년초 분말과 키토 올리고당 첨가 탁주(Park SS 등 2011)의 pH는 3.8~3.9의 범위를 나타냈으며 이는 키토 올리고당 첨가에 따라 탁주에서의 pH 변화에 영향을 주지 않은 이유로 입국미 생물 및 효모의 발효작용으로 분해된 단백질 및 당류성분들이 완충작용을 하여 크게 영향을 주지 않는다고 보고하였다. 일반적으로 막걸리 발효 시 pH가 낮아지는 것은 발효 초기에 호기적인 탄수화물대사로 인한 산성 중간생성물(intermediate products)과 효모에 의한 발효과정 중에 유기산의 생성에 기인하는 것으로 알려져 있는데(Gottschalk G 1986), 본 연구에서는 초기 대조군 막걸리의 pH가 일반 막걸리에 비해서 비교적 높게 나타났으며, 천년초 발효액 첨가군의 pH 역시 대조군에 비해 약간 감소되었으나 타 연구에 비해 높은 경향을 보였다. 저장 10일까지는 pH가 약간 감소하였다가 그 이후에 다시 높아졌는데 특히 천년초 발효액 1% 첨가의 경우 3%와 5%에 비해 막걸리의 산 중화력이 높아지는 것을 알 수 있었는데 이는 막걸리의 제조방법이나 적절한 농도의 천년초 발효액의 첨가로 막걸리의 pH를 높여 주어 발효를 완화시킬 수 있을 것으로 사료된다.

Fig. 3. Changes of pH in *Makgeolli* added with *cheonnyuncho* fermentative extract during the storage at 5 °C

천년초 쌀 막걸리의 저장기간 중 산도를 측정한 결과는 Fig. 4와 같다. 초기 산도는 대조군의 경우 0.040%에서 저장기간이 길어질수록 서서히 증가되어 20일에는 0.046%로 유의적으로(p<0.05) 증가되었으며, 천년초 발효액 첨가군은 1%의 경우 초기에 비해 10일과 15일에 유의적으로(p<0.05) 높게 나

타났다가 20일에 초기수준으로 떨어진 것으로 나타났다. 3%와 5%는 5일에 유의적으로($p < 0.05$) 낮아졌다가 10일부터는 초기 수준으로 지속되었다. 초기 발효액 농도가 높을수록 산도는 대조군에 비해 유의적으로($p < 0.05$) 높게 나타났으며, 저장 20일에는 대조군과 1%첨가군은 유의적 차이가 없는 반면 3%와 5%군은 유의적으로($p < 0.05$) 높게 나타났다. 본 연구와 막걸리 제조방법이 유사한 Lee DH 등(2009)의 연구에서 10일간 저장하면서 무첨가 막걸리의 총산은 0.19에서 0.13%로 나타났으며 배를 첨가한 막걸리에서는 0.16에서 0.13%로 나타났다고 보고하였고, Mok CK 등(1997)은 시판되는 비살균 약주를 4, 25, 37℃에서 각각 28일간 저장하면서 pH 및 산도변화를 측정된 결과 모든 저장온도의 막걸리에서 pH는 저하되었고 산도는 증가하는 경향을 보였다고 보고하였으며, Lee SB 등(2001)은 pH와 총산은 발효의 진행정도를 알 수 있는 지표로 사용될 수 있다고 하였다.

산도는 발효 중에 생성되는 유기산 및 아미노산 등에 의해 결정되며 막걸리의 맛, 냄새, 보존성에 영향을 주는 중요한 성분으로 막걸리의 산패 정도를 알아볼 수 있는 요소로 작용한다(Lee H 등 2010). 본 연구가 타 연구에 비해 산도가 대체로 낮게 나타난 것은 제조법의 차이 때문인 것으로 사료되며, 대조군에 비해 첨가군에서 산도가 높게 나타난 것은 저장기간이 증가하면서 유기산 함량이 증가했기 때문(Table 4)으로 해석할 수 있다. 또한 저장기간 동안 산도 변화가 크지 않았던 것은 냉장 온도에서 막걸리를 저장한 결과 산도에 영향을 주는 미생물의 생육이 활발하지 않았기 때문에 나타난 결과로 사료된다.

Fig. 4. Changes of acidity in *Makgeolli* added with *cheonnyuncho* fermentative extract during the storage at 5 °C

7. 색도

천년초 발효액을 첨가한 쌀 막걸리의 저장 중 색도를 나타낸 결과는 Fig. 5, 6, 7에 제시되었다. 색도 L(명도)값은 대조군이 유의적으로($p < 0.05$) 높게 나타났으며, 다음으로 1%, 3%,

Fig. 5. Changes of color L in *Makgeolli* added with *cheonnyuncho* fermentative extract during the storage at 5 °C

Fig. 6. Changes of color a in *Makgeolli* added with *cheonnyuncho* fermentative extract during the storage at 5 °C

Fig. 7. Changes of color b in *Makgeolli* added with *cheonnyuncho* fermentative extract during the storage at 5 °C

5% 순으로 나타났다. 저장 기간에 따른 명도의 색도 차이는 없는 것으로 나타났다. 적색도 a값은 5%군이 유의적으로 ($p(0.05)$) 높게 나타났으며, 저장 기간에 따른 차이는 나타나지 않았다. 색도 b(황색도)의 경우 대조군이 유의적으로 ($p(0.05)$) 높게 나타났으며, 1%, 3%, 5%로 농도가 높아질수록 유의적으로($p(0.05)$) 낮아졌으며, 저장기간에 따른 차이는 없었다. 율피가루를 첨가한 막걸리의 색도 연구(Jeong JW 2006)에서 L값은 발효 4-6일에 약간 상승한 다음 감소하였으나 증가값은 율피가루의 첨가량이 높을수록 상승하였고, a 값은 율피가루 첨가량의 증가에 따라 낮아지고, b값은 율피가루 자체의 색으로 첨가량이 증가할수록 감소하였음을 보고하였다. 포도 첨가 막걸리(Kim GW 등 2012)의 경우 포도 막걸리의 주요 품질 요인으로 고려된 색도의 경우 저장 20일째 포도 고유의 색이 감소되어 흑미를 첨가하여 색도에 대한 보충을 하였다고 보고하였으며, 감의 가공 형태별 감 막걸리의 색도의 경우(Im CY 등 2012) 감 페이스트를 첨가한 막걸리가 적색도, 황색도에서 높은 값을 보여 단순히 갈거나 으깬 형태보다 페이스트 형태가 색상을 잘 보존하고 있다고 보고 하였는데 본 연구이전에 여러 가지 예비실험을 한 결과 천년초 분말을 첨가한 막걸리보다 저장 중 발효액 첨가액의 색도가 잘 보존되었음을 나타내 분말이나 단순 가공 형태에 비해 본 실험에서의 추출액상의 형태가 막걸리의 색상이 잘 유지됨을 알 수 있었다. 그러나 첨가물의 농도가 높을 경우 적색도가 높아지므로 적절한 농도를 첨가하는 것이 좋을 것으로 사료된다.

8. 산화도

천년초 막걸리의 저장 기간 중 산화도를 나타낸 결과는 Fig. 8과 같다. 산화도는 지질의 자동산화 연쇄반응 생성물인 malondialdehyde와의 반응물인 TBARS의 양을 측정하여 나타낸 결과로 대조군과 3%첨가군은 초기 산화도가 유의적으로 높게 나타났으며, 1%와 5%군은 유의적으로 낮게 나타났다.

Fig. 8. Changes of TBARS in *Makgeolli* added with *cheonnyuncho* fermentative extract during the storage at 5 °C

저장 기간 중 산화도는 대부분 감소하였으며, 저장기간 20일에는 대조군에 비해 천년초 발효액을 첨가한 군이 유의적으로 감소하였는데 특히 3%군은 가장 낮게 나타났다. 감초 추출물(Kim AR 등 2008)을 첨가한 탁주의 경우 감초의 첨가량이 증가함에 따라 산화가 억제된다고 보고하였으며, Park SS 등(2010)의 연구에서 강낭콩을 첨가한 탁주의 항산화성은 강낭콩 첨가량이 증가할수록 탁주의 항산화성이 높게 나타난 결과를 제시하였고, 연잎 첨가 탁주(Yoo HN과 Chung CH 2011)의 연구에서도 연잎의 첨가량이 증가할수록 DPPH 라디칼 소거능이 높게 나타난다고 하였다.

9. 미생물

막걸리의 총균수를 측정한 결과는 Table 6과 같다. 막걸리를 제조한 직후 대조군의 경우 천년초 발효액을 함유한 군에 비해 균수가 더 높게 나타났으며, 저장 중 균수가 약간 감소된 것으로 나타났다. 천년초 발효액 함유군의 경우 제조직후에는 $8\sim9\times10^4$ 에서 제조 후 10일에는 1과 3%의 경우 $1\sim2\times10^4$ 으로 감소되었으며, 5%군의 경우 7×10^3 으로 감소되었으나 제조 후 20일에 다시 제조 직후보다는 약간 낮았으나 제조 10일보다는 높게 나타났다. 저장기간 전체적으로 볼 때 천년초 발효액 3% 함유군의 총세균수가 가장 낮은 것으로 나타났다. 발효제를 달리하여 제조한 막걸리를 구입하여 11일간 저장하면서 총균수를 측정한 Kwon YH 등(2012)의 연구에서 세균수는 10℃에서는 5~7일, 25℃에서는 1~7일까지 증가한 후 감소하는 것으로 나타났음을 보고하였다. 연잎 첨가 탁주(Yoo HN과 Chung CH 2011)의 총균수의 실험에서 담금 직후 대조군과 연잎 3% 첨가군은 7.8×10^6 , 8.1×10^6 CFU/mL에서 발효 3일까지 약간 증가하다가 그 이후부터는 감소하기 시작하여 21일에는 거의 초기 수준을 나타냈음을 보고하였으며, 율피가루를 첨가한 막걸리의 미생물 연구(Jeong JW 등 2006)에서도 발효 1일에 급격히 증가하였다가 발효 6일부터는 서서히 감소하였음을 보고하였고, 이는 흑미를 이용한 Kim SD 등(2000)과 약주를 이용한 Seo MY(2005) 등의 연구와 일치하였으며, 본 실험에서는 제조 직후 타 연구(Jeong JW 2006, Yoo HN과 Chung CH 2011)에 비해 총균수가 낮게 나타났으나, 전체적인 경향은 타 연구와 비슷하게 나타났음을 알 수 있었다. 이는 막걸리의 재료 또는 담금법에 의해 약간의 차이가 있을 것으로 사료된다.

Table 6. Total viable counts of the *Makgeolli* added with *cheonnyuncho* fermentative extract (CFU/ml)

	0 day	10 days	20 days
Control	1.1×10^5	3.6×10^4	7.4×10^4
1%	8.7×10^4	2.2×10^4	6.3×10^4
3%	9.6×10^4	1.9×10^4	4.3×10^4
5%	8.2×10^4	7.0×10^3	7.5×10^4

10. 관능평가

천년초 발효액을 첨가한 막걸리의 관능평가는 Table 7과 같으며, 맛의 경우 대조군에 비해 천년초 발효액 첨가군에서 비교적 높게 나타났으며, 특히 천년초 발효액 3% 첨가군에서 막걸리의 맛이 가장 높게 나타났다($p<0.05$). 색은 1% 발효액이 첨가된 군에서 높게 나타났으며, 5% 발효액이 함유된 군에서 낮게 나타났다. 향은 3% 발효액 첨가군에서 높게 나타났으나 다른 군에 비해 차이가 나타나지 않았고, 전반적인 좋아함은 1% 발효액이 첨가된 막걸리의 기호도가 다른 군에 비해 높게 나타났으나 유의적인 차이는 없었다.

Table 7. Sensory evaluation of the *Makgeolli* added with *cheonnyuncho* fermentative extract

	Taste	Color	Flavor	Overall preference
C	1.92±0.79 ^{1)c2)}	3.08±1.08 ^{NS3)}	2.58±0.67 ^{NS}	2.25±0.96 ^{NS}
1%	2.58±0.90 ^{ab}	3.33±0.65	2.83±0.72	2.75±0.75
3%	2.92±1.08 ^a	3.25±0.75	2.92±0.51	2.67±0.98
5%	2.67±0.89 ^{ab}	2.58±1.08	2.79±0.77	2.58±0.99
F-value	2.57 [*]	1.62	0.41	0.66

^{*} $p<0.05$

¹⁾ mean ± SD

²⁾ a-c Values with different superscripts were significantly different by Duncan's multiple range test ($p<0.05$)

³⁾ NS: Not Significant

IV. 요약 및 결론

본 연구는 천년초 발효액을 이용하여 쌀 막걸리를 제조하여 품질특성을 연구하기 위하여 가양주법을 이용하여 제조한 쌀 막걸리 100 mL에 대해 천년초 발효액 1%, 3%, 5%를 각각 첨가하여 5℃에서 20일간 저장하면서 쌀 막걸리의 품질특성을 측정한 결과는 다음과 같다.

막걸리의 무기질 함량에서 칼슘, 칼륨, 마그네슘, 망간, 아연 함량은 대조군에 비해 천년초 발효액 첨가군에서 높게 나타났으며, 천년초 발효액의 첨가농도가 높을수록 무기질의 함량이 높게 나타났다. 당도는 대조군에서 가장 낮은 반면 천년초 발효액 첨가군에서 농도 의존적으로 높게 나타났으며, 저장 기간 중 각 군마다 당도의 변화는 거의 나타나지 않았다. 막걸리의 주된 유기산은 succinic acid, lactic acid, acetic acid, phosphoric acid, malic acid 이었으며, 그 중 가장 높은 농도는 succinic acid로 나타났다. 알코올 함량은 저장기간 동안 큰 변화는 없었고, pH의 경우 대조군이 천년초 발효액 1, 3, 5% 첨가군에 비해 유의적으로 높게 나타났으며, 막걸리의 산도는 천년초 발효액 첨가군에 비해 대조군이 유의적으로 낮게 나타났으며, 천년초 발효액 첨가군은 5일에 유의적으로 감소되었으나 10일 이후에는 초기 수준으로 나타났다. 막걸리 색도의 경우 L(명도)과 b(황색도)값은 대조군이 가장 높은 값

을 나타냈으며, 다음으로 1%, 3%, 5% 순으로 나타났다. 적색도 a값은 대조군이 천년초 발효액 첨가군에 비해 유의적으로 낮게 나타났다. 막걸리의 저장 기간 중 산화도는 대조군의 경우 약간씩 증가하였고, 천년초 발효액을 첨가한 군은 감소하여 1%와 5%군은 저장기간 20일째에 비슷하게 감소하였으나 3%군은 다른 군에 비해 가장 낮게 나타났다. 총균수의 경우 전체 저장기간 동안 3% 첨가군에서 가장 낮게 나타나 천년초 발효액 3%군에서 균의 역제가 나타난 것을 알 수 있었다. 관능평가의 경우 대조군에 비해 천년초 발효액 첨가군에서 막걸리의 맛이 좋은 것으로 나타났으며($p<0.05$) 특히 3%군에서 높게 나타났다. 색은 1% 첨가군에서 높았고, 향은 3% 첨가군에서 높게 나타났으며, 전반적인 좋아함은 1% 첨가된 막걸리의 기호도가 다른 군에 비해 높게 나타났으나 유의적인 차이는 없었다. 본 실험결과로 볼 때 천년초 발효액을 이용한 막걸리를 제조 시 1%와 3% 첨가군의 품질이 5%에 비해 더 높게 나타나 제품개발을 위해서는 1~3%농도의 천년초 발효액을 첨가하는 것이 적절한 것으로 사료된다.

참고문헌

- Bae SJ. 2010. Traditional wellbeing *Makgeolli*. Hanam publishing Co.
- Bae IY, Woo JM, Yoon EJ, Kim JS, Lee HG, Yang CB. 2002. The development of Korean traditional wine using the fruits of *Opuntia ficus-indica* var. *saboten* - characteristics. J Korean Soc Agric Chem Biotechnol 45(2): 59-65
- Cho IK, Jin SW, Kim YD. 2009. Analysis of components in the parts of *Opuntia ficus-indica* from Shinan Korea. Korean J Food Preserv 16: 742-746
- Cho JC, Lee SJ, Kang BN. 2013. Quality characteristics of *Takju* with *Seokim*. The Korean J Culinary Research, 19(1): 244-251
- Choi GL, Kim HJ, Kim HJ, Kim HR, Kim DH, Ahn JS, Son YG, Song IH. 2012. Changes of organic acids in *Takju* during storage conditions. J FD Hyg Safety 27: 127-132
- Choi HJ, Park SC, Hong TH. 2005. Anti-tumor activity of fermented lipid *Opuntia humifusa* in cervical cancer cells and its chemical composition. Korean J Soc Food Sci Nutri 34: 1525-1530
- Choi JH. 2010. Structural analysis and immuno-stimulating characteristics of *Opuntia humifusa*. MS Thesis, Kyonggi Uni. Seoul, Korea
- Choi JW, Lee CK, Moon YI, Park HJ, Han YN. 2002. Biological activities of the extracts from fruit and stem of prickly pear (*Opuntia ficus-indica* var. *saboten*) III. Effects on subacute alcoholic hyperlipidemia in rats. Kor J Pharmacogn, 33(3): 238-24

- Gottschalk G. 1986. Bacterial metabolism, 2nd ed. Springer-Verlag, New York, USA, pp 210-214
- Han EH. 1997. Quality characteristics in mash of Takju prepared by using different Nuruk during fermentation, Korean J Food Sci Technol 29: 555-562
- Han EH, Lee TS, Noh BS, Lee DS. 1997. Volatile flavor components in mash of Takju prepared by using different nuruks. Korean J Food Sci Technol. 29: 563-570
- Im CY, Jeong ST, Choi HS, Choi JH, Yeo SH, Kang WW. 2012. Characteristics of Gammakgeolli added with processed forms of persimmon. Korean J Food Preserv 19: 159-166
- Jeon MH, Lee WJ. 2011. Characteristics of blueberry added *Makgeolli*. J Korean Soc Food Sci Nutr 40: 444-449
- 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(3): 329-336
- Ji YJ, Chung HJ. 2012 Changes in quality characteristics of *Makgeolli* during storage time. Korean J Food Culture 27: 383-390
- Jung BM, Shin MO, Kim HR. 2012. The effects of antimicrobial, antioxidant, and anticancer properties of *Opuntia humifusa* stems. J Korean Soc Food Sci Nutr 41: 20-25
- Jung BM, Han KA, Shin TS. 2011. Food components of different parts of Cheonnyuncho (*Opuntia humifusa*) harvested from Yeosu, Jeonnam in Korea. J Korean Soc Food Sci Nutr 40: 1271-1278
- Kim AR, Lee SY, Kim KB, Song EJ, Kim JH, Kim MJ, Ji KW, Ahn IS, Ahn DH 2008. Effect of *Glycyrrhiza uralensis* on shelf-life and quality of Takju. Korean J Food Sci. Technol. 40(2): 194-200
- Kim GW, Lee JH, Lee SA, Shim JY. 2012. Brewing characteristics of grape-Makgeolli Food Engineering Progress. 16: 263-269
- Kim KM, Jung WJ, Shin JH, Kang MJ, Sung NJ. 2011. Preparation and quality characteristics of *Makgeolli* made with black garlic extract and Sulgidduk. J Korean Soc Food Sci Nutr 40: 759-766
- Kim MG. 2007. Physicochemical characteristics of jeung-pyun by different addition ratios of prickly pear powder during storage. Master thesis. The Sung-Shin University of Korea
- Kim JH, Lee SH, Kim NM, Choi SY, Yoo JY, Lee JS. 2000. Manufacture and physiological functionality of Korean traditional liquor by using Dandelion(*Taraxacum platycarpum*). Kor J Appl Microbiol Biotechnol 28(6): 367-371
- Kim JS, Kwak EJ, Lee YS. 2006. Effect on the quality characteristics of Korean traditional wines with the addition of rosemary(*Rosmarinus officinalis* L.). Korean J Food Cookery Sci 22(6): 914-922
- 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(3): 266-271
- Kim SD, Kim MH, Han SS. 2000. Preparation and quality of uncooked-colored wine using black rice. J Korean Soc Food Sci Nutr 29: 224-230
- Kim SY, Kim UK, Yoon SJ, Jo NJ, Jung SK, Kwon SH, Chang YH. 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
- Kwon YH, Lee AR, Kim JH, Kim HR, Ahn BH. 2012. Changes of physicochemical properties and microbial during storage of commercial *Makgeolli*. Korean J Mycology 40: 210-214
- Lee DH, Kim JH, Lee JS. 2009. Effect of pears on the quality and physiological functionality of *Makgeolli*. Korean J Food & Nutr. 22: 606-611
- Lee HG. 2004. Traditional folk wine of Korea. Hanyang University Press
- Lee H, Park CS, Choi JY. 2010. Quality characteristics of the mashes of Takju prepared using different yeasts. Korean J Food Sci Technol. 42: 56-62
- Lee J. 1982. Studies on the qualities of Takju with various koji strains. MS Thesis. Seoul Woman's Univ. Seoul, pp 10-30
- Lee KS, Kim MG, Lee KY. 2004. Antimicrobial effect of the extracts of Cactus Chounnyouncho (*Opuntia humifusa*) against food borne pathogens. J Korean Soc Food Sci Nutr 33(8): 1268-1272.
- Lee KS, Lee KY. 2010. Biological activity of phenol compound from a cactus cheonnyuncho (*Opuntia humifusa*) in Korea. J Korean Soc Food Sci Nutr 39: 1132-1136
- Lee KS, Oh CS, Lee KY. 2005. Antioxidative effect of the fractions extracted from a Cactus Chounnyouncho (*Opuntia Humifusa*). J Korean Soc Food Sci Nutr 37(3): 474-47
- Lee MY, Sung SY, Kang HK, Byun HS, Jung SM, Song JH, Lee JS. 2010. Quality characteristics and physiological functionality of traditional rice wines in Chungnam provinces of Korea. Kor J Microbiol Biotechnol 38: 177-182
- Lee SB, Ko GH, Yang JY, Oh SH. 2001. Food fermentation. Hyoil Publishing Co., Seoul, Korea. pp 217-218
- 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

- Lee TS, Han EH. 2000. Volatile flavor components in Takju prepared by using *Rhizopus aponicus* nuruks. Korean J Food Sci Technol 32: 691-698
- Min JH, Baek SY, Lee JS, Kim HK. 2011. Changes of yeasts and bacterial flora during the Korean traditional *Makgeolli*. Korean J Mycology 39: 151-153
- Mok CK, Lee JY, Chang HG. 1997. Quality changes of non-sterilized Yakju during storage and its shelf-life estimation. Food Eng Prog 1: 192-197
- Park CW, Jang SY, Park EJ, Yeo SH, Kim OK, Jeong YJ. 2011. Comparison of the quality characteristics of commercial Makgeolli type in South Korea. Korean J Food Preserv 18: 884-890
- Park MK, Lee YJ, Kang ES. 2005. Hepato protective effect of Cheonnyuncho(*Opuntia humifusa*) extract in rats treated carbon tetrachloride. Korean J Food Sci Technol 37: 822-826
- Park SS, Yoon JA, Kim JJ. 2010. Quality properties of Takju(rice wine) added with kidney bean. J East Asian Soc Dietary Life 20: 575-581
- Park SS, Kim JJ, Yoon JA, Lee JH, Jung BO, Chung SJ. 2011. Preparation and quality characteristics of Takju (rice wine) with *Opuntia ficus-indica* var., saboten and chito-oligosaccharide. J Chitin Chitosan 16(3): 164-169
- Seo DS, Kim JH, Ahn BH, Lee JS. 2008. Characterization of anti-dementia, cardiovascular and antioxidant functionalities in Korean traditional alcoholic beverages. Kor J Microbiol Biotechnol 36(4): 320-325
- Seo MY, Lee JK, Ahn BH, Cha SK. 2005. The changes of microflora during the fermentation of Takju and Yakju. Kor J Food Sci Technol 37: 61-66
- Shin JU, Joo MJ, Lee YC, Moon YI, Kim DH. 2002. Antidiabetic activity *Opuntia ficus-indica* var. saboten on db/db mice. Kor J Pharmacogn 33(4): 332-33
- 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
- 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
- Yoo HN, Chung CH. 2011. Fermentation characteristics of Takju prepared with lotus leaf. Korean J Food Cookery Sci. 27(5): 577-587
- Yoon JA, Hahm SW, Park JE, Son YS. 2009. Total polyphenol and flavonoid of fruit extract of *Opuntia humifusa* and its inhibitory effect on the growth of MCF-7 human breast cancer cells. J Korean Soc Food Sci Nutr 38: 1679-1684

2013년 8월 7일 접수; 2013년 8월 26일 심사(수정); 2013년 10월 29일 채택