

건조유자과피를 첨가하여 제조한 막걸리의 발효기간 중 이화학적 특성 및 제조된 막걸리의 관능적 특성

양희선 · 황수정¹ · 이성희² · 은중방*

전남대학교 식품공학과 및 기능성 식품 연구센터, ¹대구한의대학교 한방식품조리영양학부,
²조선이공대학 식품영양조리학과

Fermentation Characteristics and Sensory Characteristics of *Makgeolli* with Dried Citron (*Citrus junos* SIEB ex TANAKA) Peel

Hee-Sun Yang, Su Jung Hwang¹, Sung Hee Lee², and Jong-Bang Eun*

Department of Food Science and Technology and Functional Food Research Center, Chonnam National University

¹Faculty of Herbal Food Cuisine and Nutrition, Daegu Haany University

²Department of Food, Nutrition, and Culinary, Chosun College of Science and Technology

Abstract This study was performed to examine the physicochemical characteristics and sensory properties of *makgeolli* with dried citron peel and levels (3, 6, and 9%) of citron (*Citrus junos*) in *makgeolli* during fermentation with two-step-brewing. The pH of *makgeolli* with citron dried peel increased within 5 days of fermentation, and decreased until 11 days of fermentation. Total acidity increased after 3 days of fermentation then decreased after 5 days of fermentation, but continued to increase slightly up to 12 days. Changes in alcohol content and amino acidity increased during fermentation. A sensory evaluation of appearance, flavor, sourness, sweetness, bitterness, and overall acceptance of *makgeolli* with citron dried peel showed lower values than those of the control.

Keywords: *makgeolli*, citron, hesperidin, naringin

서 론

우리나라의 전통발효식품에 대한 문헌적 기록은 BC 1-6세기경에 처음으로 등장했고 18세기에 이르는 긴 세월을 거치면서 발효식품의 종류 또한 다양하게 개발되었다(1). 탁주는 우리나라의 재래주로서 천여년 이상 양조되어 왔으며 막걸리 또는 농주라고도 한다(2). 막걸리는 발효된 술덧을 탁하게 걸러서 마시는 술로써, 땀 흘려 일하는 농민들에게 특히 중요한 영양 공급원이 되어 왔다(3). 막걸리는 증자한 쌀에 누룩, 양조용수로 담금한 극히 간단한 방법으로 제조되어온 고유의 전통주이다(4). 막걸리는 일반 주류와는 달리 상당량의 단백질과 당질이 함유되어 있고 생효모나 비타민 B군을 비롯한 lysine, leucine 등의 필수아미노산 및 glutathione을 함유하여 영양가가 풍부할 뿐만 아니라 생효모가 함유되어 다른 주류와 차별화된 특징을 가지고 있다(3-5). 또, 막걸리는 2-8% 정도로 알코올 도수가 낮아, 간뿐 만 아니라 위에도 부담을 주지 않는다(6-8). 근래 우리나라의 식생활은 꾸준히 서구화되어 왔고, 이러한 경향은 음주기호에도 그대로 반영되어 위

스키, 맥주, 와인 등의 섭취량은 크게 증가하였으나, 우리나라의 전통 발효주의 섭취량은 크게 감소해왔다(9). 그러나 여전히 계속되고 있는 국내 웰빙문화의 부흥 하에 막걸리는 영양적 기능적 가치가 높아 최근 국내와 일본 등에서 소비가 크게 증가하는 추세이다(8,10-12). 하지만 우수한 전통 발효식품임에도 불구하고 아직까지는 대표적인 주류로 자리 잡지 못하고 있는 실정이다(11). 따라서 주질 향상과 국내외 트렌드에 부합하는 과일, 약재 등을 첨가한 기능성 막걸리의 개발이 요구되고 이러한 첨가제는 우리 고유의 농산물을 이용하여야 할 것이다.

유자는 유자나무에 열리는 열매(*Citrus junos*)로 운향과, 감귤류속에 속하며 중국 양쯔강 상류가 원산지이다(13). 타원형이고 겉은 울퉁불퉁한 과실로 향기가 좋고 비타민 C와 무기질, 구연산을 풍부하게 함유한 과일이다(13-15). 그러나 신맛이 강하여 생식용으로 소비되지는 않고, 요리에 향미를 부여하기 위해서 일부 산미료로써 사용되거나 유자청 제조에 거의 대부분 사용되고 있다(13-15). 최근에는 유자주의 이용으로 유자 사용이 약간 증가되고 있으나 여전히 판로가 충분하지 않다(16). 유자는 주로 과육만 이용하는 다른 감귤류와는 달리 과육과 과피를 모두 이용하는 과일이므로 과피 부분에 많이 함유되어 있는 생리활성 성분을 껍이나 오렌지 같은 과일보다 용이하게 섭취할 수 있는 장점을 가지고 있다(17). 앞으로 유자를 이용하여 기능성 성분이 풍부한 다양한 제품을 개발하고 유자의 소비증진과 소비자의 건강증진을 향상시킬 수 있는 다양한 유자 이용법이 고안되어야 할 것이다(16,17).

따라서, 본 연구에서는 현대의 요구조건에 부합하는 새로운 기

*Corresponding author: Jong-Bang Eun, Department of Food Science and Technology, Chonnam National University, Gwangju 500-757, Korea

Tel: 82-62-530-0255

Fax: 82-62-530-2149

E-mail: jbeun@chonnam.ac.kr

Received January 28, 2011; revised August 9, 2011;

accepted August 24, 2011

능성 식품으로서 유자를 첨가한 유자막걸리의 개발 가능성을 검토하고 발효기간 중의 유자막걸리의 이화학적 특성 변화를 조사하였다.

재료 및 방법

실험재료

본 실험에 사용된 막걸리 제조용 원료인 백미는 추청 품종으로 경기도 팽성농협에서 구입하여 사용하였다. 유자(*Citrus junos*)는 전남 고흥군에서 2009년 10-11월에 수확한 것을 구입하여 -20°C에서 냉동 보관하여 사용하였다. 효모는 송천효모개발연구소(Seoul, Korea)에서 구입하였고, 백국균(*Aspergillus kawachii*)은 수원발효식품연구소(HwaSeong-si, Gyeonggi-do, Korea)에서 구입한 것을 냉장(4°C)보관하여 사용하였다. 건조유자과피를 첨가한 막걸리의 제조를 위해 사용한 건조유자과피는 -20°C에서 저장된 냉동 유자과피를 실온에서 해동 후 대성에너지(Shieung, Gyeonggi-do, Korea)의 대성선풍(DSD-060) 건조기를 이용하여 50°C에서 6시간 동안 건조된 것을 제조해 사용하였다.

입국제조

멥쌀 1 kg을 세척하여 24±2°C에서 2시간 동안 물에 침지시킨 후 물을 빼고 찜통에서 100°C로 끓는 물의 수증기로 30분간 증자하고 25-30°C로 방냉하였다. 방냉한 쌀에 백국균(*Aspergillus kawachii*) 3 g을 섞어 23-35°C에서 48시간 동안 배양하여 제조하였다.

건조유자과피를 첨가한 막걸리 제조

막걸리의 술덧은 멥쌀로 만든 입국으로 술덧을 담금하였다. 담금 원료의 사용 비율은 입국 1 kg, 효모 3 g, 물 1.3 L를 발효용기에 넣어 잘 혼합한 후, 품온을 20±3°C로 유지시키며 5일 동안 발효시켰다. 그 후, 발효된 술덧에 쌀 1.5 kg을 세척하여 24±2°C에서 2시간 동안 물에 침지시킨 다음, 물을 빼고 찜통에 30분간 증자하여 25-30°C로 방냉한 고두밥과 누룩, 물(1.8 L), 건조유자과피(덧술 시 쌀 첨가량의 3, 6, 9%)를 각각 가한 후 술덧과 마찬가지로 품온을 20±3°C로 유지시키며 7일 동안 발효한 후, 40 mesh의 체에 걸러 술지게미를 제거하여 최종적으로 건조유자과피를 첨가한 막걸리를 얻었다.

시료 채취

유자막걸리의 발효과정 중 이화학적 특성을 조사하기 위한 시료 채취는 다음과 같이 실시하였다. 발효과정 중 발효액을 40 mesh의 체로 불용물질을 제거한 다음 얻어진 여액으로 알코올 함량, 총당을 측정하였고, 여액을 3,000 rpm으로 30분간 원심분리한 후 상정액을 취하여 pH와 총산 및 아미노산 함량을 측정하였다.

pH, 총산 및 아미노산 함량 측정

pH는 원심분리한 시료의 상정액을 pH meter(Model 8000, VWR Scientific, West Chester, USA)를 이용해서 측정하였다. 총산 함량은 국제청의 주류분석규정(18)을 조금 변형하여 행하였다. 원심분리한 시료의 상정액 10 mL를 취하여 0.1 N 수산화나트륨 용액으로 pH 8.3이 될 때까지 중화 적정한 후 호박산 함량(%)으로 나타내었다. 아미노산 함량은 국제청의 주류분석규정(18)에 따라 시료를 원심분리한 후 그 상정액 10 mL를 취하여 페놀프탈렌 지시약 3방울을 가하고 0.1 N 수산화나트륨 용액으로 pH 8.3이 될 때까지 중화한 후 여기에 중성포르말린용액 5 mL를 가

Table 1. HPLC conditions for analysis of hesperidin and naringin in makgeolli added with citron (*Citrus junos* SIEB ex TANAKA)

(A) Operation conditions

Item	Condition
Instrument	JASCO PU-980 intelligent HPLC Pump
Detector	JASCO UV-975 intelligent UV/VIS Detector
Wave length	280 nm
Column	Synergi 4 μ Fusion-RP80 column (4.6×250 mm, 4 μm, Phenomenex, USA)
Mobile phase	Solvent A: Water Solvent B: Acetonitrile
Flow rate	1.0 mL/min
Injection volume	20 μL
Oven temperature	Room temperature

(B) Mobile phase

Time (min)	Solvent A (%)	Solvent B (%)
0-10	80	20
10-14	63	37
14-25	63	37
25-30	80	20

하여 유리된 산을 0.1 N 수산화나트륨 용액으로 pH 8.3이 될 때까지 적정하였다. 그 적정 양을 a라 하고 다음 식에 의하여 아미노산을 glycine으로 환산하였다.

$$\text{아미노산(g/100 mL)} = \{a \times F(\text{O.1 N NaOH 역가})\} \times 0.0075 \times 10$$

총당 함량 측정

막걸리 중의 총당 함량은 phenol-sulfuric acid법(19)으로 측정하였다. 발효액을 40 mesh의 체로 불용물질을 제거한 다음, 얻어진 여액 0.5 mL에 5% phenol용액 0.5 mL, 황산 2.5 mL를 가하여 잘 섞어준 후, 20분간 실온에 방치하였다. UV Spectrophotometer(2120UV, Optizen, Daejeon, Korea)를 이용해서 490 nm에서 흡광도를 측정하고 0, 50, 100, 150, 200 ppm 농도의 glucose solution을 사용해 표준검량곡선을 작성하여 산출하였다.

알코올 함량 측정

알코올 함량 측정은 국제청의 주류분석규정(NTS, 2009)에 따라 행하였다. 15°C에서 검정한 100 mL 메스플라스크의 눈금까지 취하고 이것을 약 300-500 mL 플라스크에 옮긴 다음, 이 메스플라스크를 약 15 mL의 물로 2회 씻은 액을 플라스크에 합치고 냉각기에 연결한 후, 메스플라스크를 받는 용기로 하여 증류하였다. 유액이 70 mL(소요시간은 약 20분 내외)가 되면 증류를 중지하고, 물을 가하여 15°C에서 메스플라스크의 눈금까지 채운 다음, 잘 흔들어 실린더에 옮긴 후, 주정계를 사용하여 값을 읽고, 온도측정을 한 후 Gay-Lussak의 주정환산표로 주정분을 결정하였다.

헤스페리딘, 나린진 함량 측정

유자를 이용하여 제조한 막걸리의 발효기간 중 헤스페리딘 및 나린진 함량의 변화는 HPLC를 이용하여 분석하였다(Table 1). Synergi 4 μ Fusion-RP80 column(Phenomenex, 4.6×250 mm, 4 μm) 이 장착된 HPLC(PU-980, JASCO, Tokyo, Japan)를 사용하였으며, 이동상은 water와 100% acetonitrile을 80:20(v/v)의 비율로 10분간

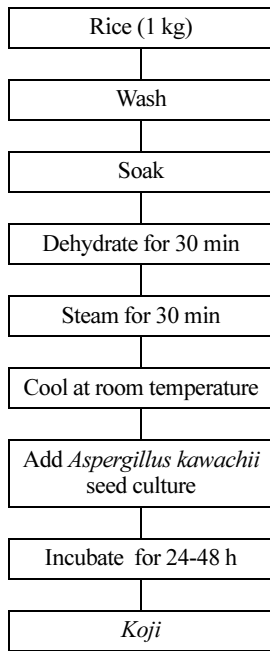


Fig. 1. A flow diagram for koji preparation.

유지한 후, 14분까지는 63:37의 비율이 되도록 liner gradient system으로 용출한 다음, 14분에서 25분 동안은 water와 acetoni-trile을 63:37의 비율로 일정하게 유지시켜 용출시켰다. 그 후 5분 동안 다시 80:20의 비율이 되도록 용출시켰다. 유속은 분당 1 mL, 검출기(UV/VIS detector)의 파장은 280 nm, 컬럼은 실온으로 유지되었다. 각 성분들의 정성분석은 표준물질의 retention time(t_R)과 비교하여 동정하였으며, 정량은 표준물질로 검량선을 작성하여 행하였다. 분석에 사용한 모든 시료는 Whatman(Maidstone, UK) 0.45 μ m의 나일론 필터(PURADISC NYL 25 FILTER)로 여과하여 준비하였다(20).

관능검사

유자 슬라이스를 첨가하여 제조한 막걸리의 관능검사는 전남 대학교 식품공학과 대학생, 대학원생 50명을 패널로 선정하여 발효 후 여과하여 시중에 판매하는 막걸리와 같이 알코올 함량을 6%로 보정한 다음, 감미료를 첨가한 막걸리의 외관, 향, 신맛, 단맛, 쓴맛, 종합적 기호도에 대해 7점 기호척도법으로 평가하여 최고로 좋다 7, 가장 싫다 1의 점수로 표시하였다.

품온

건조유자과피를 첨가하여 제조한 막걸리의 술덧은 20°C로 유지되는 배양기에서 발효되었으며, 밀술 제조 후 발효 5일 동안은 배양기의 온도를 20°C로 설정하였고 덧술 제조 후 최종 발효인 12일째까지는 배양기의 온도를 18°C로 설정하여 막걸리 제조 중 술덧의 품온이 20±3°C에서 유지 되도록 하였다.

통계분석

모든 값은 SPSS Version 18.0 package program(SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 이용하여 각 시험구의 평균과 표준편차를 산출하고 Duncan법을 이용하여 각 시험구간의 유의차를 5% ($p<0.05$) 유의수준에서 검증하였다.

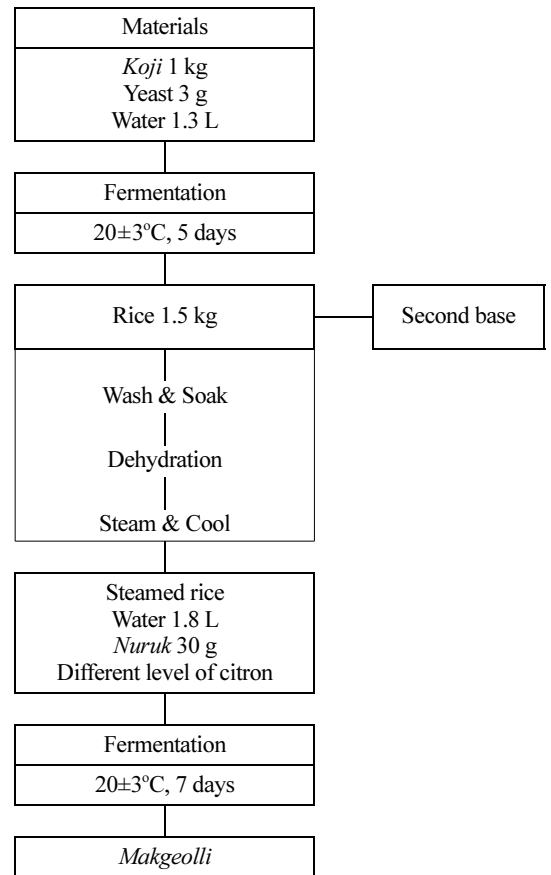


Fig. 2. A flow diagram for makgeolli preparation.

결과 및 고찰

발효기간 중 pH 변화

건조유자과피를 첨가하여 제조한 막걸리의 발효 중 pH를 측정 한 결과는 Fig. 3에 나타내었다. 담금 직후에는 2.71-2.81의 값을 나타내고 모든 실험구가 술덧 발효 3일째까지 증가하여 3.36-3.49 사이의 값을 보였으나 샘플들 간의 유의적인 차이는 없었다. 그 후 일정한 값을 보이다 덧술 후 첨가된 고두밥과 물 등으로 인해서 희석되어 대조구 2.93, 건조유자과피 3%첨가구 3.01, 6%첨가구 2.93, 9%첨가구 2.99로 나타났고 술덧 발효 11일째까지 미세하게 감소하다가 술덧 발효 11일째 이후로 약간 증가하여 최종발효일인 12일째는 대조구 2.98, 건조유자과피 3%첨가구 2.83, 6%첨가구 2.82, 9%첨가구 2.73으로 나타났다. 최종 pH는 모든 샘플에서 유의적인 차이는 보이지 않았다. 선행 연구에 의하면 발효 기간이 경과함에 따라 생성된 유기산과 알코올이 반응하여 ester 등과 같은 향미성분이 형성되는 작용이 시작되어 pH가 발효 5일째까지 점차 증가한 것으로 보인다(3,21). 건조유자과피를 술덧 발효 5일이 지난 후 첨가하였을 때 술덧 발효 11일째까지 점차 pH가 저하된 이유는 첨가된 건조유자과피에 함유되어 있는 여러 가지 유기산이 유리되었기 때문으로 생각된다. 발효 11일째가 지난 후에는 pH가 약간 증가한 것으로 보이는데 이는 발효가 진행되면서 생성된 유기산과 알코올이 반응하여 ester 등과 같은 향미성분이 형성되는 작용이 시작되어 pH가 증가한 것으로 보인다(3,21).

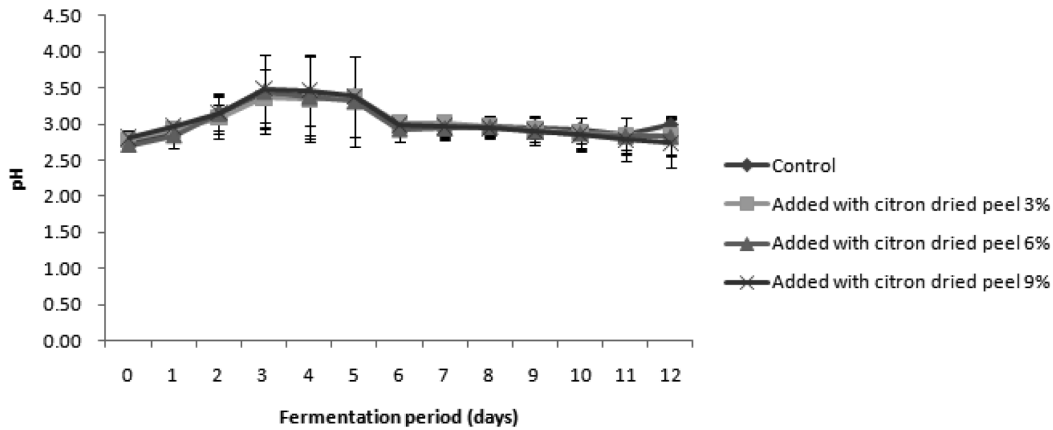


Fig. 3. Changes in pH of *makgeolli* added with different level of dried citron peel during fermentation period.

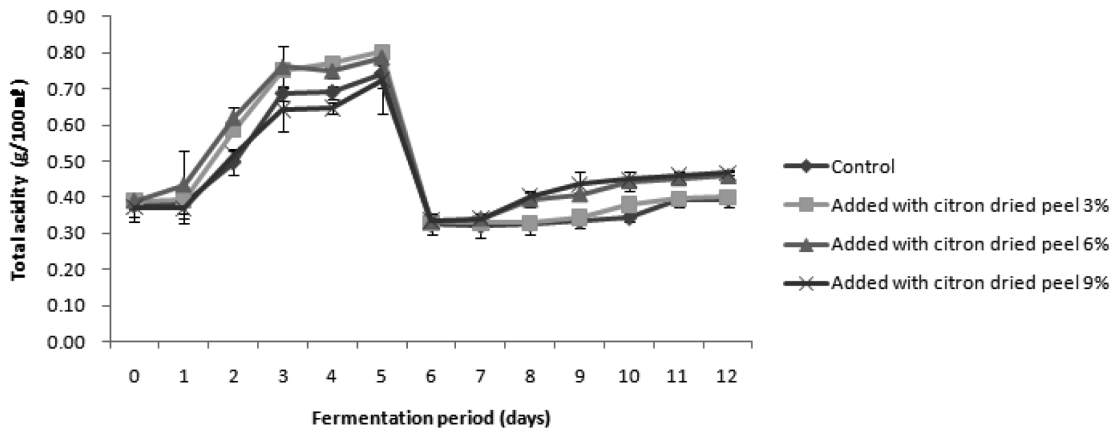


Fig. 4. Changes in total acidity of *makgeolli* added with different level of dried citron peel during fermentation period.

발효기간 중 총산 함량의 변화

건조유자과피를 첨가하여 발효한 막걸리의 발효기간 중 총산 함량의 변화는 Fig. 4와 같다. 총산 함량은 담금 직후에 0.37-0.39 g/100 mL로 각 샘플들 간에 유의적 차이는 없었으며, 비교적 낮은 함량을 보이다가 발효 2일째부터 3일째까지 급격히 증가했고 5일째까지는 약간의 상승을 보여 술덧 발효 5일째에 대조구 0.74 g/100 mL, 건조유자과피 3%첨가구 0.80 g/100 mL, 6%첨가구 0.79 g/100 mL, 9%첨가구 0.72 g/100 mL로 나타났으며 샘플들 간의 유의적 차이는 없었다. 덧술 제조 시 첨가되는 고두밥, 물 등에 의해서 희석되어 발효 6일째 총산 함량은 급격히 저하되어 대조구 0.32 g/100 mL, 건조유자과피 3%첨가구 0.33 g/100 mL, 6%첨가구 0.34 g/100 mL, 9%첨가구 0.34 g/100 mL로 덧술 초기에는 모두 비슷한 값을 보였다. 그 후 발효 12일째까지 총산 함량이 점차적으로 증가하여 최종 총산 함량은 대조구 0.39 g/100 mL, 건조유자과피 3%첨가구 0.40 g/100 mL, 6%첨가구 0.46 g/100 mL, 9%첨가구 0.47 g/100 mL로 유자즙과 유자 슬라이스를 첨가하여 제조한 막걸리에 비해서 가장 낮은 총산 함량을 보였다. 최종 총산 함량은 각 샘플들 간의 유의적 차이는 없었다. 총산 함량은 담금 직후에는 원료 중의 유기산이 주로 관여하나 발효가 점차 진행되면서 젖산이나 효모의 발효로 생성되는 유기산의 영향으로 인해 총산 함량이 점차 증가하게 된다(3). 이렇게 생성된 유기산이 생성된 알코올 등과 반응하여 ester와 같은 향미성분의 형성 등에 이용되므로 후기에는 감소된다고 보고되어 있다(3). 또한 유자즙과 유자 슬라이스를 첨가한 연구에 비해 총산 함

량이 적은 것은 유자과피를 건조시키는 과정에서 유자껍질에 함유되어 있는 비타민 C나 유기산 등이 일부 파괴되기 때문으로 보여지며 이에 대한 추가적인 연구가 필요하다고 생각된다(22).

발효기간 중 총당 함량의 변화

건조유자과피를 첨가하여 제조한 막걸리 술덧의 발효과정 중 총당 함량의 변화는 Fig. 5에 나타났다. 술덧 담금 직후 대조구 367.49 mg%, 건조유자과피 3%첨가구 378.44 mg%, 6%첨가구 371.26 mg%, 9%첨가구 374.90 mg%의 총당 함량을 보였다. 이후 발효 1일째에 대조구 942.62 mg%, 건조유자과피 3%첨가구 955.36 mg%, 6%첨가구 949.98 mg%, 9%첨가구 953.20 mg%로 최고 함량을 보였다. 유자즙과 유자 슬라이스를 첨가한 막걸리와 마찬가지로 총당 함량은 발효 2일째까지 급격하게 감소했다가 최종 발효일인 12일까지 계속해서 감소했다. 최종 발효 12일째 총당 함량은 대조구 357.93 mg%, 건조유자과피 3%첨가구 350.53 mg%, 6%첨가구 346.53 mg%, 9%첨가구 327.91 mg%로 나타났으며 샘플들 간의 유의적 차이는 없었다. 당은 환원당과 비환원당으로 나누며 이를 합하여 총당이라고 한다(2). 발효기간 중의 당도 측정결과는 첨가된 당이 효모에 의하여 이용되나, 당의 이용 속도에 차이가 있음을 보여준다(23). 총당 함량이 발효 1일까지 증가하다 2일에 급격히 감소하는 것은 펙화미분 첨가에 따른 탁주의 양조 중 pH, 산도, 색도, 환원당, 총당, 알코올 그리고 관능 성질 변화에 대한 연구에서의 보고와 일치하였다(19). 발효가 진행될수록 총당 함량이 감소하는 이유는 당화 amylase 작용으로 원료의 전

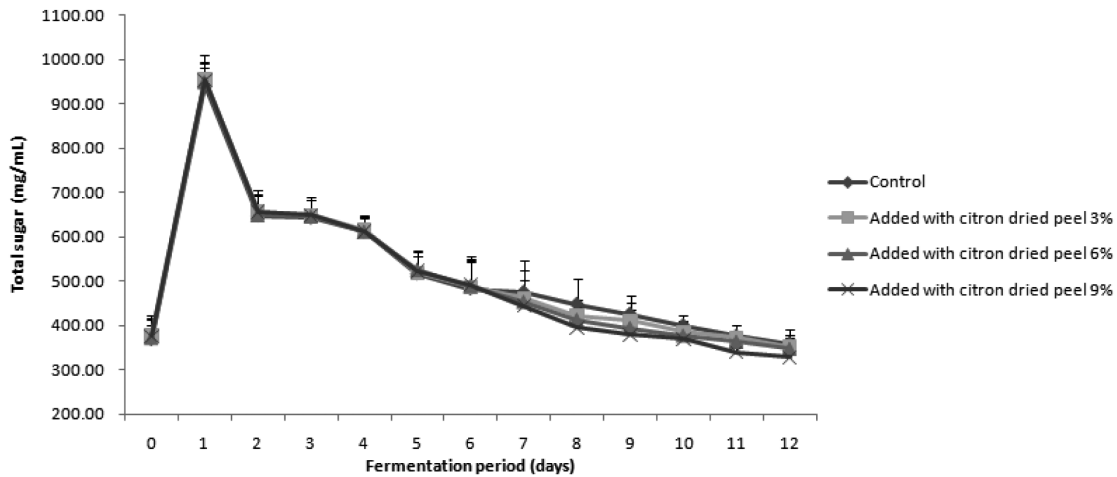


Fig. 5. Changes in total sugar contents of *makgeolli* added with different level of dried citron peel during fermentation period.

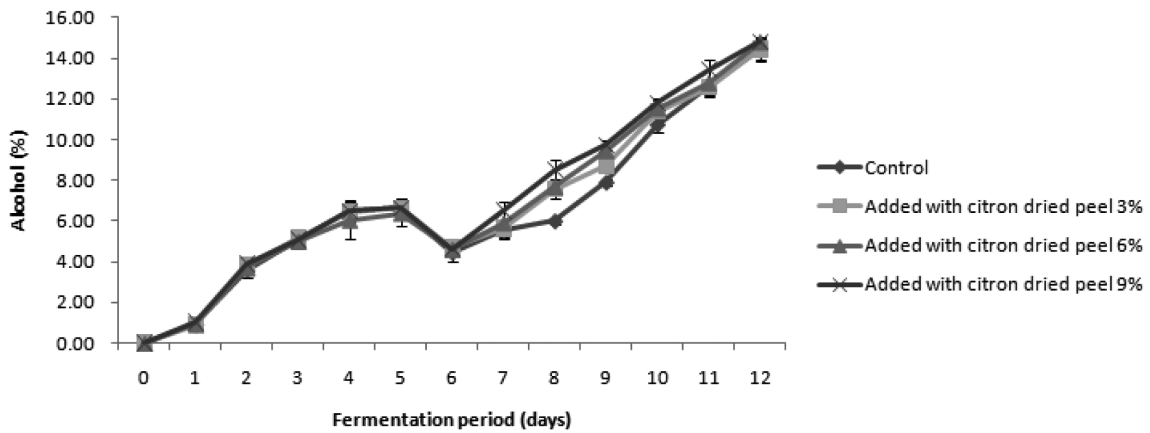


Fig. 6. Changes in alcohol contents of *makgeolli* added with different level of dried citron peel during fermentation period.

분질은 당분으로 분해되고 동시에 효모의 영양원이나 발효기질로 이용되기 때문인 것으로 생각된다(21).

발효기간 중 알코올 함량의 변화

3, 6, 9%의 건조유자과피를 각각 첨가하여 제조한 막걸리의 발효기간 중 알코올의 함량 변화는 Fig. 6에 나타났다. 술덧 담금 직후에는 모든 집단에서 0%로 나타났고 담금 후 하루가 지난 뒤부터 0.90-1.02%의 함량을 보였다. 발효 5일째까지 알코올 함량은 모든 샘플에서 완만한 증가를 보여 대조구 6.66%, 건조유자과피 3%첨가구 6.64%, 6%첨가구 6.38%, 9%첨가구 6.64%로 나타났으며 샘플들 간의 유의차는 없었다. 담금 6일째는 덧술 시 첨가되는 고두밥, 물 등으로 인해서 희석되어 4.46-4.70% 사이의 알코올 함량을 보였다. 덧술 후 술덧 발효 6일째부터 발효 최종일인 12일째까지 막걸리의 알코올 함량은 계속해서 증가했다. 최종 알코올 함량은 대조구 14.40%, 건조유자과피 3%첨가구 14.44%, 건조유자과피 6%첨가구 14.78%, 건조유자과피 9%첨가구 14.82%로 나타났다. 알코올 함량이 다른 이유는 유자과피에 함유되어 있는 당이나 유기산 등으로 인해서 미생물 발효와 알코올 생성 등이 촉진되었기 때문으로 보인다. 또한 유자즙과 유자 슬라이스를 첨가하여 제조한 막걸리에 비해서 최종 알코올 함량이 높은 이유는 발효를 저해시키는 원인이 될 수 있는 나린진이나 헤스페리딘과 같은 플라보노이드류의 용출에 걸리는 시간이 상대적으로 더 오래 걸리고 유자과피를 건조시키는 과정에서

주어지는 열이 나린진이나 헤스페리딘과 같은 플라보노이드류에 영향을 주었기 때문으로 생각되며 이에 대한 추가적인 연구가 필요할 것으로 보인다(22).

발효기간 중 아미노산 함량의 변화

건조유자과피를 첨가하여 제조한 막걸리의 발효기간 중 아미노산 함량의 변화는 다음 Fig. 7에 나타났다. 담금 직후의 아미노산 함량은 0.05-0.07 g/100 mL의 수준을 보였고 이는 담금 직후에 첨가한 효모나 입국에서 유래된 균체에 기인한 것으로 보인다. 이후 1일째까지 급격하게 증가하여 0.15-0.17 g/100 mL의 함량을 보였고 술덧 발효 2일째부터 5일째까지는 비교적 일정한 함량을 유지하다 덧술 시 첨가한 고두밥, 물 등에 의해 희석되어 술덧 발효 6일째 되는 날 0.05-0.06 g/100 mL 정도로 거의 비슷한 함량을 보였다. 그 후 술덧 발효 12일째까지 증가하여 최종적으로 대조구 0.12 g/100 mL, 건조유자과피 3%첨가구 0.13 g/100 mL, 6%첨가구 0.14 g/100 mL, 9%첨가구 0.19 g/100 mL로 대조구와 건조유자과피 3, 6% 첨가구는 유의적 차이가 없으나 이들과 건조유자과피 9%첨가구와는 유의적 차이가 있었다. 대조구에 비해 건조유자과피를 첨가하여 제조한 막걸리의 아미노산 함량이 높은 이유는 첨가한 건조유자과피에 함유되어 있는 아미노산에 기인한 것으로 보이며 유자즙을 첨가하여 제조한 막걸리에 비해서 상대적으로 적었지만 유자 슬라이스를 첨가한 막걸리에 비해서는 약간 높은 수준의 아미노산 함량을 보였다.

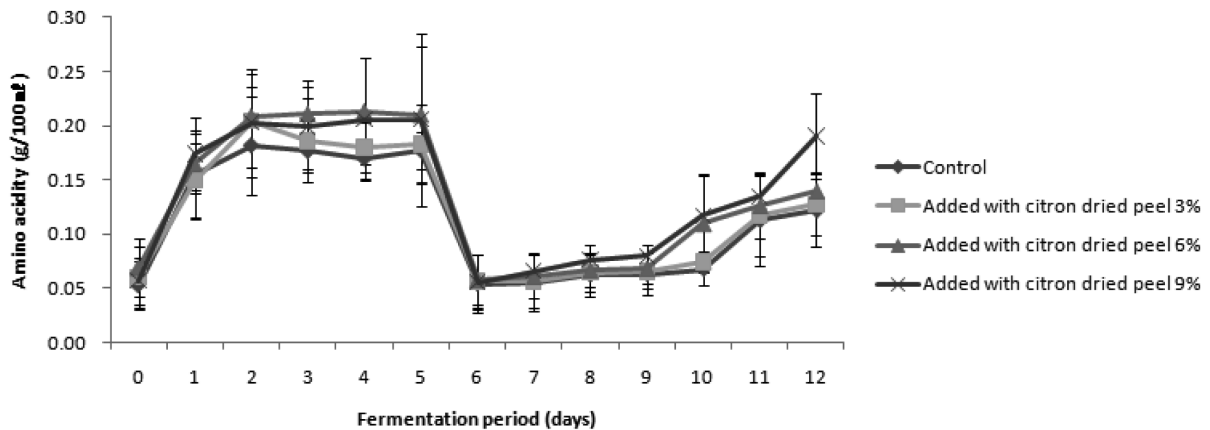


Fig. 7. Changes in amino acidity of *makgeolli* added with different level of dried citron peel during fermentation period.

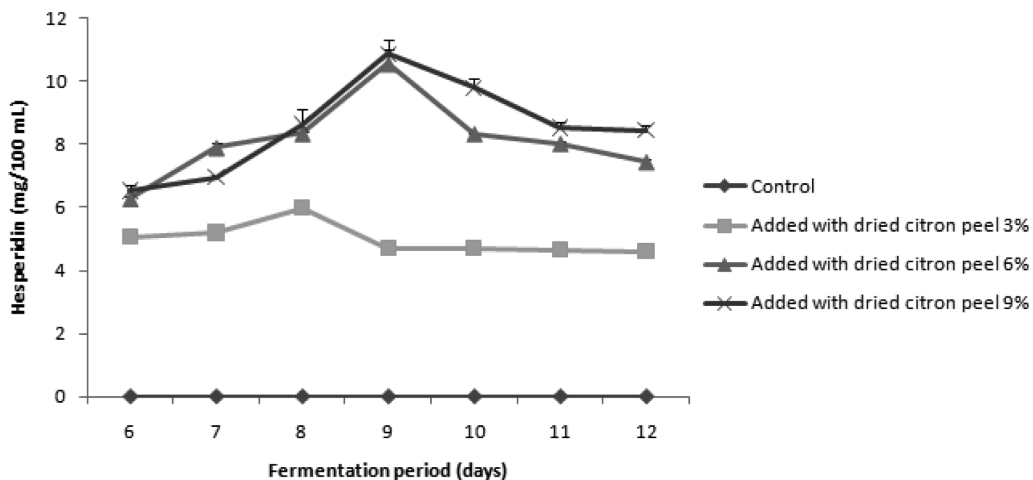


Fig. 8. Changes in hesperidin contents of *makgeolli* added with different level of dried citron peel during fermentation period.

발효기간 중 헤스페리딘 함량의 변화

Fig. 8은 각각 3, 6, 9%의 건조유자과피를 첨가하여 제조한 막걸리의 발효기간 중 헤스페리딘 함량 변화를 덧술 후 1일 간격으로 측정하여 나타내었다. 덧술 제조 시 건조유자과피를 첨가한 후 측정된 헤스페리딘 함량은 건조유자과피 3%첨가구 5.08 mg/100 mL로 나타났고 건조유자과피 6%첨가구 6.28 mg/100 mL, 건조유자과피 9%첨가구 6.53 mg/100 mL의 값을 보였다. 건조유자과피를 첨가하여 제조한 막걸리의 헤스페리딘 함량은 덧술 제조 직후인 술덧 발효 6일째부터 9일째까지 증가하다가 술덧 최종 발효 기간인 12일째까지 감소하는 경향을 보였다. 건조유자과피를 첨가하여 제조한 막걸리의 최종 헤스페리딘 함량은 3%첨가구 4.62 mg/100 mL, 6%첨가구 7.45 mg/100 mL, 9%첨가구 8.44 mg/100 mL로 나타났다. 이는 유자즙과 유자 슬라이스를 첨가하여 제조한 막걸리 보다 더 높은 헤스페리딘 함량을 보였다(22). 술덧 발효 9일째까지 헤스페리딘 함량이 증가한 이유는 술덧의 발효를 관장하는 미생물에 의해서 건조유자과피에 당과 결합한 배당체 형태로 존재하던 헤스페리딘이 당발효에 의해 분리되었기 때문으로 생각된다. 9일 이후 술덧의 헤스페리딘 함량이 줄어드는 이유는 발효과정에서 계속됨에 따라서 헤스페리딘 구조에 존재하는 당이 발효과정에 이용되어 헤스페리딘의 구조가 파괴되기 때문이라고 생각된다. 따라서 원인 규명을 위한 추가적 연구가 필요하다고 생각된다.

발효기간 중 나린진 함량의 변화

건조유자과피를 첨가하여 제조한 막걸리의 나린진 함량은 Fig. 9에 나타났다. 막걸리의 나린진 함량은 덧술 제조 직후인 술덧 발효 6일째에 건조유자과피 3%첨가구 1.78 mg/100 mL, 건조유자과피 6%첨가구 3.52 mg/100 mL, 건조유자과피 9%첨가구 4.75 mg/100 mL로 건조유자과피의 첨가량이 증가할수록 나린진의 함량이 증가함을 볼 수 있었다. 건조유자과피를 첨가하여 제조한 막걸리의 나린진 함량은 술덧 발효 9일째까지 점차 증가하다 9일 이후로 감소하였다. 건조유자과피를 첨가하여 제조한 막걸리의 최종 나린진 함량은 3%첨가구 2.32 mg/100 mL, 6%첨가구 3.62 mg/100 mL, 9%첨가구 4.38 mg/100 mL로 나타났다. 이는 유자즙과 유자 슬라이스를 첨가하여 제조한 막걸리에 비해서 가장 많은 아미노산 함량을 보이며 유자 과육에 비해 유자 과피에 나린진이 더 많이 함유되어 있다는 선행 연구와 일치한다(24). 다만 선행 연구 결과에 미치지 못하는 나린진 함량에 대해서는 나린진의 용출 조건과, 시간, 열과의 관계 등에 대한 추가적 연구가 필요하다고 생각된다. 술덧 발효 9일 이후에 나린진의 함량이 줄어드는 것을 볼 수 있다. 당유자 과피 발효물의 플라보노이드 성분 변화 및 항산화 활성에 관한 연구에서 당유자 과피를 식품미생물인 효모를 이용하여 발효 후 80% 에탄올로 추출하여 발효 전과 후의 플라보노이드 함량 및 성분 변화를 분석하였다. 그 결과 당유자 과피에 함유된 플라보노이드가 효모의 발효과정을 통

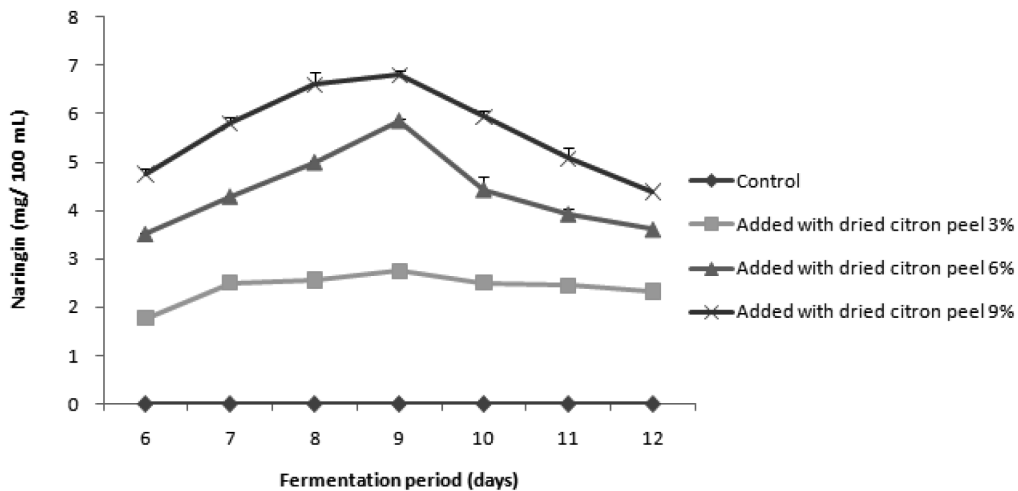


Fig. 9. Changes in naringin contents of *makgeolli* added with different level of dried citron peel during fermentation period.

Table 2. Sensory evaluation of *makgeolli* added with different level of dried citron peel

	Control	Dried citron peel 3%	Dried citron peel 6%	Dried citron peel 9%
Appearance	5.14±1.32 ^a	4.40±0.86 ^a	3.58±0.94 ^c	3.06±0.65 ^d
Flavor	4.89±1.54 ^c	5.17±1.83 ^b	5.23±1.47 ^{ab}	5.38±1.63 ^a
Sourness	4.69±0.55 ^a	4.28±1.68 ^b	4.27±1.45 ^b	4.36±1.78 ^b
Sweetness	4.47±0.89 ^a	4.53±0.80 ^a	3.94±1.37 ^b	3.81±1.07 ^b
Bitterness	4.35±1.29 ^a	4.02±0.98 ^b	3.73±1.29 ^c	3.53±0.85 ^d
Overall acceptance	5.26±1.50 ^a	4.28±1.32 ^b	3.50±1.20 ^c	3.04±1.15 ^d

Values represent means of three replications±standard deviations.

Dissimilar small alphabets within the same row are significantly different ($p<0.05$).

하여 일부 감소하여 다른 형태의 새로운 화합물로 전환된다는 것을 확인하였다(25). 이에 대한 정확한 원인은 추가적인 연구가 필요하다

건조유자과피를 첨가하여 제조한 막걸리의 관능검사 결과

건조유자과피를 첨가하여 제조한 막걸리의 관능검사 결과는 Table 2에 나타내었다. 관능검사는 발효가 끝난 막걸리를 외관, 향, 신맛, 단맛, 쓴맛, 전체적 기호도에 대한 조사 결과로 나타내었다. 외관은 대조군과 건조유자과피 3% 첨가구가 가장 좋았으며, 건조유자과피의 첨가량이 증가할수록 외관에 대한 기호도가 낮아지는 경향을 보였다. 향에 대한 기호도는 건조유자과피의 첨가량에 비례하여 더 높아지는 경향을 보였으며, 신맛은 샘플들 간에 뚜렷한 경향성을 나타내지 않았다. 단맛 또한 신맛과 마찬가지로 뚜렷한 특성을 나타내지 않았는데 대조군과 건조유자과피 3% 첨가구의 기호도가 건조유자과피 6%와 9%첨가구에 비해 더 높은 기호도를 보였다. 유자즙과 유자 슬라이스를 첨가하여 제조한 막걸리에 비해서 신맛에 뚜렷한 경향성을 보이지 않은 이유는 유자즙이나 유자 슬라이스에 비해서 신맛을 내는 유기산이나 비타민 C와 같은 성분이 더 적기 때문이라고 생각된다. 전체적 기호도는 대조구가 건조유자과피 첨가구 보다 더 높았고 건조유자과피 첨가량이 증가할수록 기호도가 더 낮아지는 경향을 보였다.

요 약

건조유자과피를 첨가하여 제조한 막걸리의 최적 첨가량을 확정하기 위하여 건조유자과피를 각각 3, 6, 9%를 첨가하여 제조

한 막걸리의 발효 중 이화학적 특성과 관능적 특성을 조사하였다. 그 결과 대조군에 비해서 건조유자과피를 첨가한 막걸리에서 관능적 결과가 더 낮았고, 이는 건조유자과피의 첨가량이 늘어날수록 기호도가 낮아지는 경향을 보였다. 거의 모든 이화학적 특성에서 각 샘플들 간의 유의차가 존재하지 않으므로 관능적 기호도로 볼 때 건조유자과피는 3% 첨가량이 가장 적합하다고 판단되었다. 그러나 대조구에 비해서 관능적 기호도가 낮으므로 이는 적절한 첨가 형태라고 볼 수 없으며, 향후 적정 첨가 시기, 발효 기간 등에 관한 연구가 더 진행되어야 할 것이라고 생각된다.

문 헌

1. Lim BS. R&D Trend of the traditional fermented foods in Korea. Korean J. Dietary Culture 4: 265-269 (1989)
2. Kim JY, Sung KW, Bae HW, Yi Y. 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 (2007)
3. Han EH, Lee TS, Noh BS, Lee DS. Quality characteristics in mash of *takju* prepared by using different *nuruk* during fermentation. Korean J. Food Sci. Technol. 29: 555-562 (1997)
4. Song JC, Park HJ, Shin WC. Changes of *takju* qualities by addition of cyclodextrin during the brewing and aging. Korean J. Food Sci. Technol. 29: 895-900 (1997)
5. Song JC, Park HJ. *Takju* brewing using the uncooked germed brown rice at second stage mash. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 32: 847-854 (2003)
6. Cho EK, Kim HY, Byeon HJ, Kim SW, Choi YJ. Nitrite scavenging and alcohol metabolizing activities of hot water extract from *makgeolli* and its angiotensin converting enzyme inhibitory

- effect. *J. Life Sci.* 20: 768-774 (2010)
7. Lee JS, Lee TS, Park SO, Noh BS. Flavor components in mash of *takju* prepared by different raw materials. *Korean J. Food Sci. Technol.* 28: 316-323 (1996)
 8. Kim JS, Choung EM, Seok YH, Tagami H. An analysis of recognition and important factors of the development of Korean traditional liquor (*jeontongju*) trail tour: Focused on tourism resource of traditional liquors in Chungnam region. *Korean J. Tourism Sci. Soc.* 2: 619-633 (2009)
 9. Kim SM, Cho WK. Effects of *takju* (Korean turbid rice wine) lees on the serum glucose levels in streptozotocin-induced diabetic rats. *Korean J. Food Culture* 21: 638-643 (2006)
 10. Lee J. Studies on the qualities of *takju* with various *koji* strains. MS thesis, Seoul Women's University, Seoul, Korea (1982)
 11. Lee DH, Kim JH, Lee JS. Effect of pears on the quality and physiological functionality of *makgeolli*. *Korean J. Food. Nutr.* 22: 606-611 (2009)
 12. Lee CH. History of Korea liquor. *Bioindustry News* 6: 4058-4061 (1993)
 13. Jin TY, Wang MH, Yin Y, Eun JB. Effect of *Citrus junos* peel on the quality and antioxidant activity of traditional rice wine, *jinyangju*. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 37: 76-82 (2008)
 14. Lee YC, Kim IH, Jeong JW, Kim HK, Park MH. Chemical characteristics of citron (*Citrus junos*) juice. *Korean J. Food Sci. Technol.* 26: 552-556 (1994)
 15. Donga Encyclopedia. Donga Communication, Goyang, Korea 22: 435 (1980)
 16. Yoo KM, Hwang IK. *In vitro* effect of yuza (*Citrus junos* SIEB ex TANAKA) extracts on proliferation of human prostate cancer cells and antioxidant activity. *Korean J. Food Sci. Technol.* 36: 339-344 (2004)
 17. Yoo KM, Park JB, Seoung KS, Kim DY, Hwang IK. Antioxidant activities and anticancer effects of yuza (*Cirtus junos*). *Food Sci. Industry.* 38: 72-77 (2005)
 18. National Tax Service. Terms of mainstream analysis. Seoul, Korea (2009)
 19. Kim SH, Kang BH, Noh SG, Kim JG, Lee SH, Lee JM. Optimization of fermentation condition for red ginseng wine using response surface methodology. *J. Life Sci.* 18: 556-564 (2008)
 20. Chang CW, Hsiu SL, WU PP, Kuo SC, Chao PDL. HPLC Assays of naringin and hesperidin in chinese herbs and serum. *J. Food. Drug Anal.* 5: 111-120 (1997)
 21. Jin TY, Wang MH, Yin Y, Eun JB. Effect of *Citrus junos* peel on the quality and antioxidant activity of traditional rice wine, *Jinyangju*. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 37: 76-82 (2008)
 22. Yang HS. The fermentation characteristics and sensory characteristics of *makgeolli* added with different kinds of citron (*Citrus junos* SIEB ex TANAKA). MS thesis, Chonnam National University, Gwangju, Korea (2001)
 23. Ji SH, Han WC, Lee JC, Kim BW, Jang KH. Fermentation characteristics of moru wine fermented with *Rose rugoga* thuun. *Korean J. Food Sci. Technol.* 41: 186-190 (2009)
 24. Eun JB, Jung YM, Woo GJ. Identification and determination of dietary fibers and flavonoids in pulp and peel of Korean tangerine (*Citrus aurantium* var.). *J. Food Sci. Technol.* 28: 371-377 (1996)
 25. Hyon JS, Kang SM, Han SW, Kang MC, Oh MC, Oh CK, Kim DW, Jeon YJ, Kim SH. Flavonoid component changes and antioxidant activities of fermented *Citrus grandis* Osbeck peel. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 38: 1310-1316 (2009)