

## Inhibition Effect against the Rat Blood Plasma Oxidation of the *Makgeolli (Takju)* Korean Rice Wine

Seung-Jin Wang, Hyoung Jae Lee, Jeong-Yong Cho, Mi-Young Jang,  
Keun-Hyung Park, and Jae-Hak Moon<sup>†</sup>

Department of Food Science & Technology, and Functional Food Research Center, Chonnam National University,  
Gwangju 500-757, Korea

### 막걸리(탁주)의 쥐 혈장 과산화물 생성 억제효과

왕승진 · 이형재 · 조정용 · 장미영 · 박근형 · 문제학<sup>†</sup>  
전남대학교 식품공학과 및 기능성식품연구센터

#### Abstract

The antioxidant activities of *makgeolli* and other alcoholic beverages were compared. Based on the same volume (70  $\mu$ L eq.) of the alcoholic beverages, the 2,2'-azino-bis (3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid ammonium salt) (ABTS<sup>+</sup>) radical-scavenging activities were as follows: whisky > *makgeolli* crude extract (MCE) > rice wine (RW) > clarified *makgeolli* (CM) > soju. Based on the same alcohol concentration (6%) of the alcoholic beverages, however, *makgeolli* showed the highest activity. In addition, based on the same volume (70  $\mu$ L eq.), the inhibition effects against the formation of cholesteryl ester hydroperoxide (CE-OOH) were as follows: soju > whisky > RW > MCE > CM. Based on the same alcohol concentration (6%), however, the inhibition effects against the formation of CE-OOH were as follows: RW > MCE > soju > whisky > CM. Therefore, it was suggested that *makgeolli* may contain radical-scavenging- and metal-ion-chelate-type antioxidants and may increase the antioxidant activity in the blood.

**Key words :** *Makgeolli (Takju)*, antioxidant activity, ABTS<sup>+</sup> radical-scavenging activity, blood plasma, cholesteryl ester hydroperoxide.

#### 서 론

우리의 전통 민속주 중의 하나인 막걸리는 예로부터 널리 음용되어 온 양조주로서 당화와 발효의 공정을 병행하여 제조하는 알콜성 음료이며, 우리나라에서 가장 오래된 역사를 가진 주류이다. 막걸리라는 이름은 “막거른 술”이라는 의미에서 유래한 것으로, 맑지 않고 탁하기 때문에 “탁주”라 부르기도 하고, 예로부터 식량대용 또는 갈증해소를 위해 농부들이 즐겨 음용해 왔다고 하여 “농주”라고도 불리어져 왔다(1). 양조장에서 생산·시판되고 있는 일반 막걸리는 에탄올이 약 6~8% 함유되어 있고, 단백질, 무기질, 비타민 B 군 등 유용한 영양소가 다양하게 함유되어 있어 영양

적 가치가 높은 것으로 알려져 있다(2-4). 뿐만 아니라 최근 막걸리로부터 4-hydroxybenzaldehyde, 2-(4-hydroxyphenyl) ethanol, *trans*- 및 *cis*-형의 ferulic acid, 1H-indole-3-ethanol, dimethyl succinate, succinic acid, 그리고 mono-methyl succinate와 같은 성분들이 항산화 활성 화합물로 단리·동정된 바 있다(5). 또 막걸리에 함유된 당류, 유기산, 아미노산 등의 맛성분에 관한 내용(3,6,7)과 전분질 원료나 누룩의 종류에 따른 탁주의 휘발성 향기성분의 개선에 관한 내용(8) 등의 연구가 활발히 진행되어짐으로써 막걸리의 품질이 예전에 비해 월등히 개선되었으며, 더불어 최근 국내와 일본 등에서 막걸리의 소비량이 크게 증가(9)하고 있는 추세이다. 그에 더하여 실험동물의 혈중지질 감소효과에 대한 연구(10), 생약제를 첨가하여 제조된 다양한 막걸리의 항산화능을 비교한 연구(11), 그리고 막걸리 분획물에 의한 암세포 성장 억제 및 quinone reductase 활성 증가효과(12)와

<sup>†</sup>Corresponding author. E-mail : nutrmoon@jnu.ac.kr  
Phone : 82-62-530-2141, Fax : 82-62-530-2149

같은 생리활성 평가 내용 또한 일부 보고된 바 있다. 그러나 막걸리의 생리활성 평가에 대한 내용은 외국산 주류에 대한 연구에 비하면 양적·질적 차원에 있어 아직 매우 부족한 실정이다.

최근 산화적 스트레스에 의한 각종 퇴행성 질환 및 대사 이상 질환이 사회적 문제가 되고 있으며, 그 원인 중의 하나로 활성산소나 자유라디칼의 관여가 잘 알려져 있고, 그들이 생체의 노화 및 관련 질병의 주요인자로 작용하고 있음 또한 널리 알려진 사실이다(13,14). 이와 같은 악성인자들을 소거 또는 무독화함으로써 생체 손상을 예방 또는 감소시키는 작용을 하는 물질 군을 항산화 화합물이라 하고, 녹황색 야채 및 과일에 널리 함유되어 있으며, 이들의 적극적인 섭취는 산화적 스트레스로부터 기인되는 각종 질병의 예방에 효과적인 것으로 알려져 있다(13). 그래서 본 연구에서는 막걸리의 생리활성에 대한 기초자료 확보를 위한 일환으로써 쥐의 혈장을 이용하여 막걸리의 항산화 활성을 다른 종류의 주류들과 함께 비교하였다.

## 재료 및 방법

### 실험 재료 및 시약

항산화 활성 평가에 사용된 막걸리(알콜 함량 6%, 무등산 막걸리, 광주)는 2009년 10월 마트에서 구입하였으며, 구입 직후 실험에 이용하였다. 제품의 상표에 백미 (25%), 소맥분 (65%), 전분당(10%), 아스파탐(0.01%)이 원료로 이용되었음이 표기되어져 있었다. 그리고 본 실험에서 막걸리 청징액이라 함은 막걸리 조추출물 제조에 이용한 것과 동일한 막걸리를 냉장고에 12시간 정치하여 얻어진 상층의 맑은 액(약주)을 의미한다. 막걸리 이외의 주류들 또한 마트에서 구입하였으며, 청주는 알콜 14%의 백화수복(롯데주류, 군산)을, 소주는 알콜 19.5%의 처음처럼(롯데주류, 강릉)을, 그리고 위스키는 알콜 40%, 숙성년도 12년의 Windsor 12 (디아지오코리아, Scotland)를 각각 이용하였다. 본 실험에서 사용된 methanol (MeOH)은 Fisher Scientific Korea Ltd (Seoul, Korea)로부터 구입하여 사용하였다. 그리고 choleteryl linoleate, 2,2'-azinobis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid ammonium salt) (ABTS), 2,6-di-*tert*-butyl-4-methyl-phenol (BHT)은 Aldrich Chemical Co (St Louis, MO, USA)로부터 구입하여 사용하였고, cupper (II) sulfate (CuSO<sub>4</sub>), disodium hydrogenphosphate (Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>), monobasic potassium phosphate (KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>)는 Wako Pure Chemical Industries, Ltd (Osaka, Japan)로부터 구입하여 사용하였다. 그 외의 모든 시약은 analytical grade로 정제없이 사용하였다.

### 막걸리의 추출 및 용매 분획

막걸리의 추출물 및 그 추출물의 용매분획물은 선행연구

(5)에서 얻어진 시료를 이용하였다. 즉 막걸리 3 L를 원심분리하여 얻어진 잔사를 총 5 L의 MeOH로 추출한 후, 원심분리 후의 상층액과 잔사의 MeOH 추출 용액을 합하여 감압 농축한 후, 증류수를 이용하여 최종적으로 1 L가 되도록 정용한 다음, *n*-hexane, ethyl acetate (EtOAc), 그리고 수포화 *n*-butanol (BuOH) 각각 1 L씩으로 3회 반복하여 순차적으로 용매분획하였다.

### 막걸리 조추출물의 ABTS<sup>+</sup> Radical-Scavenging 활성 평가

ABTS<sup>+</sup> radical-scavenging 활성평가는 Stephanie 등의 방법(15)을 참고하여 행하였다. 즉 7 mM ABTS 및 2.5 mM potassium persulfate 수용액을 각각 조제한 후, 95:5 (v/v)의 비율로 혼합하여 4°C 암소에서 12시간 동안 반응하여 ABTS<sup>+</sup> radical용액을 조제하였다. 반응액은 흡광도 값이 735 nm에서 0.7 ± 0.15가 되도록 EtOH로 희석하여 실험에 사용하였다. 희석된 ABTS<sup>+</sup> radical 용액 500 μL에 막걸리 추출물의 첨가량이 막걸리 원액의 0~300 μL 상당량이 되도록 첨가하여 30분 후 흡광도 값을 측정하였다(RS). ABTS<sup>+</sup> radical-scavenging 정도는 다음과 같이 계산하였다.

$$\text{Inhibition (\%)} = [(\text{Control} - \text{RS})/\text{Control}] \times 100$$

### 막걸리와 다른 주종의 ABTS<sup>+</sup> Radical-Scavenging 활성 평가

희석된 ABTS<sup>+</sup> radical 용액에 막걸리 70 μL 상당량의 조추출물과 위스키, 정종, 소주 및 막걸리 청징액 70 μL 씩의 동일부피를 각각 첨가하여 첨가 30분 후의 흡광도 값을 측정하였고, 막걸리의 알콜도수(6%)와 동일 알콜도수를 갖도록 위스키, 청주 및 소주를 EtOH을 이용하여 희석하여 각각 동일량이 되도록 첨가하여 30분 후의 흡광도 값을 측정하였다.

### 실험동물 및 혈장의 분리

실험에 사용된 쥐는 6주령의 Sprague-Dawley계(체중 180~200 g)로 수컷만을 구입(Samtako, Osan, Korea)하여 stainless wire cover 플라스틱 cage에서 3일 동안 사육하였다. 생육조건은 20 ± 2°C, 습도는 50~60%, 12시간 간격으로 light-dark cycle을 유지하였으며, 식이와 물은 자유롭게 섭취할 수 있도록 하여 실험실 환경에 순화시켰다. 실험 15시간 전에 절식, 3시간 전에 절수시킨 후, ether 마취 하에서 개복한 다음, 대동맥으로부터 헤파린이 첨가된 주사기로 채혈하여 원심분리(3000 rpm, 4°C, 20분, VS-15 CFN, Vision, Gyeonggi-do, Korea)를 행하였고, 얻어진 상층(혈장, plasma)을 취하여 사용 직전까지 -40°C에서 냉동 저장하였다(16). 혈장은 사용 직전에 PBS buffer (pH 7.4)로 4배 희석하여 사용하였다.

**취 혈장의 산화 및 Cholesteryl Ester Hydroperoxide (CE-OOH) 분석**

취 혈장 250  $\mu$ L에 막걸리 70  $\mu$ L 상당량에 해당하는 막걸리 조추출물 및 그 용매분획물들과 위스키, 정종, 소주를 각각 첨가하고 650  $\mu$ L에서 시료 첨가량을 제외한 양의 PBS buffer (pH 7.4)를 가한 다음, 동이온( $\text{CuSO}_4$ )이 최종적으로 100  $\mu\text{M}$ 이 되도록 PBS buffer 용액으로 조제하여 100  $\mu$ L를 첨가함으로써 산화를 개시하였다(16). 혼합 용액은 암소 37 $^\circ\text{C}$ 에서 진탕 배양시키면서 30분 간격으로 100  $\mu$ L를 취하여 2.5 mM BHT를 함유한 MeOH과 *n*-hexane을 각각 3 mL씩 가한 후 vortex로 혼합하였다. 상층액(*n*-hexane층)을 농축용기에 취한 후, 하층 용액에 다시 *n*-hexane 3 mL를 가하고 재차 vortex로 혼합하였다. 그 상층액을 취하여 전단계의 *n*-hexane층과 혼합하여 농축한 다음, 얻어진 농축물을 MeOH/ $\text{CHCl}_3$  (95:5, v/v) 용액 100  $\mu$ L로 녹여 시료 중의 CE-OOH 농도를 HPLC로 분석하였다(14). HPLC 분석에 있어 Column은 TSK gel Octyl-80Ts (4.6  $\times$  150 mm, Tosoh, Kyoto, Japan)를, 유속은 1.0 mL/min (Waters 600 pump, Waters, Milford, MA, USA)로, 이동상은 97% MeOH (isocratic 용출), 그리고 검출은 235 nm (SPD-10A UV/VIS detector, Shimadzu, Kyoto, Japan)에서 행하였다.

그리고 CE-OOH 표준품은 보고논문(17)의 방법에 따라 합성하여 1-300 nmol에 해당되는 범위 내에서 상기의 HPLC 조건을 적용하여 표준곡선을 작성해 정량에 이용하였다.

**결과 및 고찰**

**ABTS<sup>+</sup> Radical을 이용한 막걸리 조추출물의 농도별 항산화 활성**

막걸리 MeOH 조추출물을 농도별로 ABTS<sup>+</sup> radical과 반응시켜 막걸리 MeOH 조추출물의 항산화 활성을 평가하였다. 막걸리 원액의 0-300  $\mu$ L 상당량의 범위에 해당하는 막걸리 조추출물을 사용하여 ABTS<sup>+</sup> radical-scavenging 활성을 검

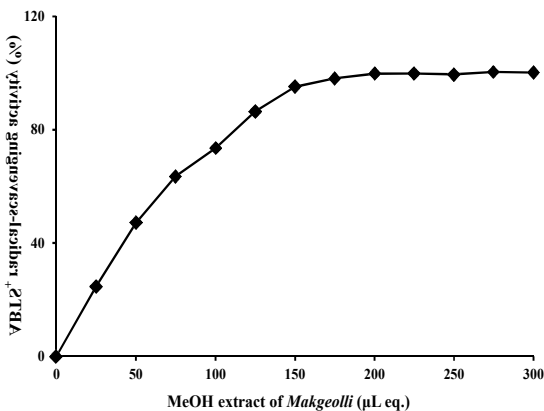


Fig. 1. ABTS<sup>+</sup> radical-scavenging activity of makgeolli crude extract.

정한 결과(Fig. 1), 막걸리 MeOH 조추출물의 농도가 높아질수록 항산화 활성이 증가하다가 200  $\mu$ L 상당량 이상의 첨가 농도에서부터는 더 이상 활성의 증가를 보이지 않았다. 이것은 시료 200  $\mu$ L 상당량이 용액 중의 ABTS<sup>+</sup> radical을 100% scavenging한 첫 농도임을 의미한다. 이 결과를 기준으로 60% 정도의 ABTS<sup>+</sup> radical-scavenging 활성을 보이는 막걸리 원액의 70  $\mu$ L 상당량을 이용하여 막걸리의 항산화 활성 평가를 행하기로 하였다.

**막걸리와 다른 주종들의 ABTS<sup>+</sup> Radical-Scavenging 활성 평가**

막걸리와 위스키, 정종, 소주와의 ABTS<sup>+</sup> radical-scavenging 활성은 먼저 각 주류의 동일 첨가량을 기준으로 하여 비교하였다. 막걸리 70  $\mu$ L 상당량의 조추출물과 위스키, 정종, 소주 및 막걸리 청정액(약주) 각각 70  $\mu$ L 씩을 동일 농도의 ABTS<sup>+</sup> radical과 반응시켜 항산화 활성을 비교한 결과(Fig. 2), 위스키의 활성이 가장 높았으며, 그 다음으로는 막걸리 MeOH 조추출물 > 정종 > 막걸리 청정액 순이었고, 소주의 ABTS<sup>+</sup> radical-scavenging 활성은 본 조건에서는 관찰되지 않았다. 막걸리 조추출물은 위스키에 비해 약 절반 정도의 활성을 보였으나 정종이나 소주에 비해 더 높은 활성을 보였다. 이는 동일 용량을 기준으로 하였을 때, 막걸리에 radical을 scavenging할 수 있는 화합물들이 위스키에는 미치지 못하나 정종이나 소주보다는 더 다량 함유되어 있음을 시사하는 흥미로운 결과라 판단되었다. 또 동일량의 막걸리 청정액(약주)보다 탁주(막걸리 MeOH 조추출물)가 훨씬 더 높은 활성을 보였던 것으로부터 막걸리의 청정액보다 그 침전물에 훨씬 더 많은 양의 항산화 화합물이 존재해 있음을 알 수 있었다. 이것은 항산화적 측면에 있어 약주보다는 탁주의 형태로 음용하는 것이 더 효과적임을 시사하는 결과라고도 판단된다.

그러나 주류의 경우, 함유 알콜 농도가 주종에 따라 다양

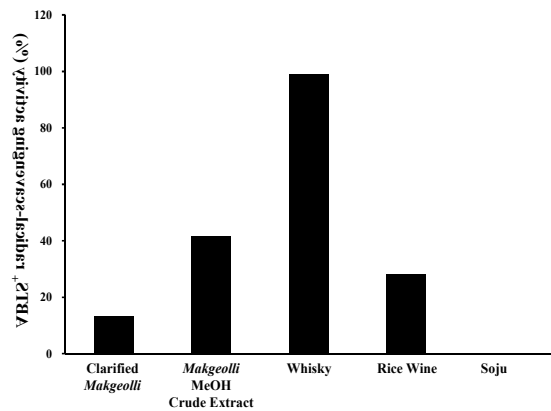


Fig. 2. ABTS<sup>+</sup> radical-scavenging activities of various alcoholic beverages in the same volume (70  $\mu$ L eq.).

The data are representative of two experiments.

하고, 일반적으로 음용 가능량은 주류의 알콜 농도에 제한을 받는다는 점을 고려하였을 때, 주류의 양만을 기준으로 항산화 활성을 평가하는 것은 알콜 함량 측면에서 재고의 여지가 있다고 판단되었다. 그래서 비교 주종의 알콜 함량을 동일시하여 항산화 활성 평가를 행하였다. 즉 알콜 농도는 모두 6%가 되도록 조정하여 동일량 첨가하였다. 그 결과 Fig. 3에서 볼 수 있듯이 알콜 농도를 무시하고 원액의 용량을 기준으로 활성 평가를 행했을 때의 결과(Fig. 2)와 매우 다른 양상이 관찰되었다. 즉 용량을 기준으로 평가했을 때에는 위스키의 활성이 가장 높았던 것에 비해 알콜 농도를 동일시하였을 때에는 막걸리와 위스키의 활성이 역전되었다. 이 현상은 알콜 함량이 높은 위스키의 알콜 농도를 조정하기 위해 희석하였기 때문에 당연한 결과일 것이다. 그러나 술에 함유되어 있는 알콜 농도는 마실 수 있는 술의 양에 영향을 미치는 요인임을 고려하였을 때, 막걸리의 항산화 활성 측면에 있어 의미있는 결과라 판단되었다. 또 막걸리 청정액(약주)의 활성이 정종의 활성과 유사하였던 것은 그들 두 시료의 특성이 유사함을 고려하였을 때 타당성 있는 결과라 판단되었다. 그에 반해 본 실험에 이용된 소주는 본 실험에서 행한 조건에 있어 활성이 인정되지 않아 radical-scavenging형 항산화 화합물이 거의 함유되어 있지 않거나 타 주류에 비해 소량 함유되어 있을 가능성이 시사된 결과라 인식되었다.

본 결과로부터 막걸리는 알콜농도를 기준으로 하였을 때, 본 실험에서 비교된 타종의 주류들에 비해 상대적으로 높은 radical-scavenging능을 지니고 있음을 알 수 있었다.

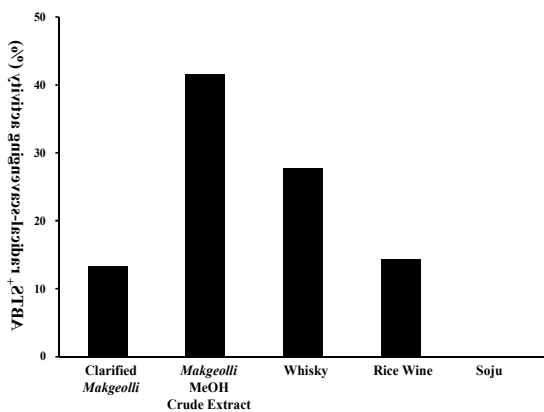


Fig. 3. ABTS<sup>+</sup> radical-scavenging activity of various alcoholic beverages in the same alcohol concentration (6% eq).

The data are representative of two experiments.

### 쥐 혈장의 Cholesteryl Ester Hydroperoxide 생성 억제능 평가

체내에서 유리형 또는 지방산과 에스테르형으로 존재하는 콜레스테롤은 세포의 원형질 및 형질막의 구성성분이며, 혈액 속에서 주로 저밀도지단백(low density lipoprotein, LDL)과 고밀도지단백(high density lipoprotein, HDL)에 함

유되어 혈중에서 운반된다(18). 그 중 LDL의 산화는 동맥경화 발병원인 중 하나로 잘 알려져 있다(19). 그것은 산화에 민감한 cholesterol 및 cholesteryl ester를 50% 정도 함유하고 있는 LDL이 산화에 민감하며, 혈중에서 산화된 LDL은 혈관 내피세포를 통과하는 과정에서 macrophage에 혼입되어 foam cell을 형성하기 때문으로 알려져 있다. 즉 이렇게 형성된 foam cell은 혈관 벽에 침착됨으로써 plaque를 형성하게 되어 동맥경화를 유발하게 된다. 이러한 동맥경화는 일상적으로 항산화 화합물이 다량 함유된 식품을 섭취함으로써 예방될 수 있다고 잘 알려져 있다(19). 그래서 지단백질을 함유하고 있는 혈장이나 그 LDL 핵분의 산화 억제 정도는 혈액의 항산화능 및 동맥경화 예방 효과를 평가하는 하나의 지표로 활용되곤 한다. 이에 막걸리의 혈장에 대한 항산화능을 평가하기 위해 우선 막걸리 조추출물을 대상으로 쥐 혈장(rat plasma)의 피산화성을 비교·검토하였다. 혈장의 산화 억제능 평가는 혈액 중의 cholesteryl ester가 산화되어 생성되는 cholesteryl ester hydroperoxide (CE-OOH)를 지표화합물로 하였다.

먼저, 막걸리 조추출물의 쥐 혈장 산화에 대한 적절한 반응 종료 시간 설정을 위하여 막걸리 조추출물을 첨가하지 않은 쥐 혈장(대조구)의 동이온 유도 산화를 개시하여 반응 용액 중의 CE-OOH 생성량을 경시적으로 확인하였다. 그 결과(Fig. 4), 반응 1시간 후부터 CE-OOH 생성량이 증가하여 16시간까지 그 함량이 거의 직선적으로 증가하였다. 그래서 막걸리 조추출물과 그 용매분획물들 및 다른 주종들 간의 CE-OOH 생성 억제능을 평가하기 위하여 CE-OOH 농도가 일정한 수준으로 유지되는 농도의 60%가 되는 시간인 9시간을 반응종료시점으로 설정하고, 그 시점에 있어서 각 시료들의 CE-OOH 농도를 비교하여 대상 주류의 CE-OOH 생성 억제능을 평가하였다.

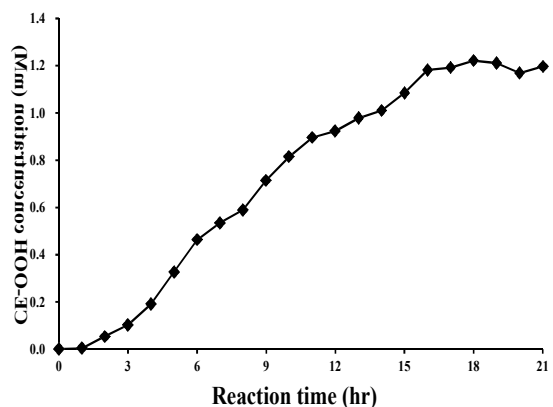


Fig. 4. CE-OOH concentration change in copper ion-induced control rat plasma oxidation with the elapse of time.

### 막걸리 조추출물과 다른 주종들 간의 CE-OOH 생성 억제능 비교 평가

동일 부피(70  $\mu$ L 상당량)를 기준으로 막걸리 MeOH 조추

출물과 위스키, 정종, 소주와의 CE-OOH 생성 억제능을 먼저 비교한 결과(Fig. 5), 위스키, 정종, 소주 첨가 혈장이 아무런 시료를 첨가하지 않은 control 혈장에 비해 약 98% 이상의 생성 억제능을 발현함을 확인할 수 있었다. 막걸리 청정액(최종 CE-OOH 생성 농도, 0.49 mM)과 막걸리 MeOH 조추출물(0.28 mM)은 control과 비교하였을 때, 각각 약 47%와 70%의 생성 억제능을 보였다. 이 결과는 ABTS<sup>+</sup> radical-scavenging 활성에 있어서 그들의 양상과 같은 경향이였다.

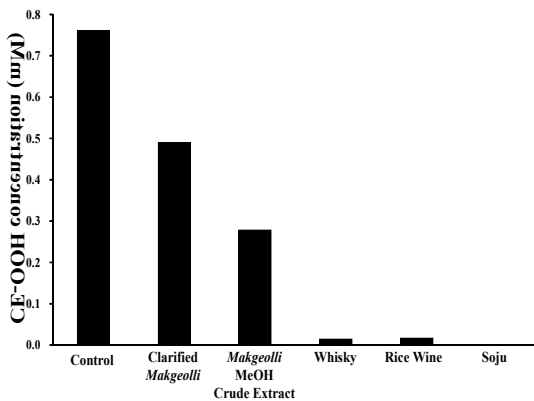


Fig. 5. CE-OOH inhibition effect of clarified *makgeolli*, *makgeolli* crude extract and various alcoholic beverages in the same volume (70  $\mu$ L eq).

한편, 동일 알콜 농도(6%)를 기준으로 하여 막걸리 MeOH 조추출물과 위스키, 정종, 소주와의 CE-OOH 생성 억제능을 비교한 결과(Fig. 6), 막걸리 조추출물의 활성이 정종에는 미치지 못하였으나 소주에 필적할만한 정도였으며, 위스키보다 월등히 높은 활성을 보였다. 이 결과는 위스키, 정종, 소주에 CE-OOH 생성을 억제하는 radical-scavenging형 항산화 화합물 또는 금속이온을 chelate하는

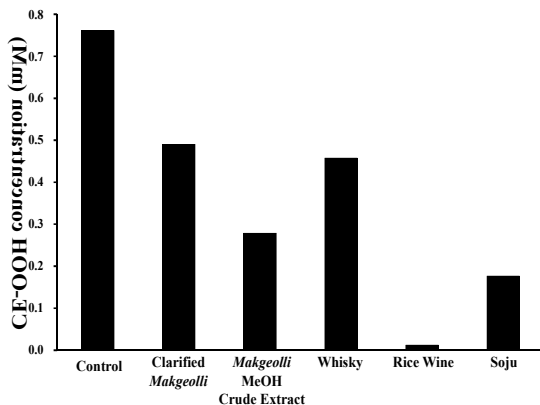


Fig. 6. CE-OOH inhibition effect of clarified *makgeolli*, *makgeolli* crude extract and various alcoholic beverages in the same alcohol concentration (6% eq).

물질이 있음을 시사하는 결과라 사료되며, 특히 ABTS<sup>+</sup> radical-scavenging 활성을 전혀 보이지 않았던 소주가 본 동이온 유도 산화에서 높은 활성을 보였던 것은 본 실험에서 이용한 소주에 radical 반응을 유도하는 금속 ion을 chelating할 수 있는 모종의 화합물이 함유되어 있기 때문일 가능성이 시사되었다. 그러나 이 현상이 모든 종류의 소주에서 공통적으로 발현되는 것인지, 아니면 특정회사 제품의 특정 첨가물에 의한 것인지에 대해서는 추가적인 검토가 필요할 것으로 사료된다. 그리고 본 항의 결과에 있어 동일 알콜 농도를 기준으로 하였을 때, 막걸리가 위스키보다 더 높은 활성을 보이고 있음도 흥미로운 결과라 판단된다.

**막걸리 조추출물과 그 용매분획물들의 CE-OOH 생성 억제능 비교 평가**

막걸리 원액 70  $\mu$ L에 상당하는 막걸리 조추출물의 용매 분획물들을 대상으로 CE-OOH 생성 억제능을 비교하였다. 그 결과(Fig. 7), BuOH층과 H<sub>2</sub>O층이 거의 같은 정도로 가장 높은 활성을 보였으며, 이어 EtOAc층, n-hexane층 순으로 CE-OOH 생성 억제효과를 보였다. 이는 BuOH층과 H<sub>2</sub>O층에 CE-OOH 생성을 억제하는 항산화 성분이 다량 함유되어 있다는 것을 시사하는 결과로 해석할 수 있다. 이는 매우 흥미로운 결과로 이미 보고한 막걸리 추출물의 용매분획물들의 ABTS<sup>+</sup> radical-scavenging 활성평가 결과(5)와는 다소

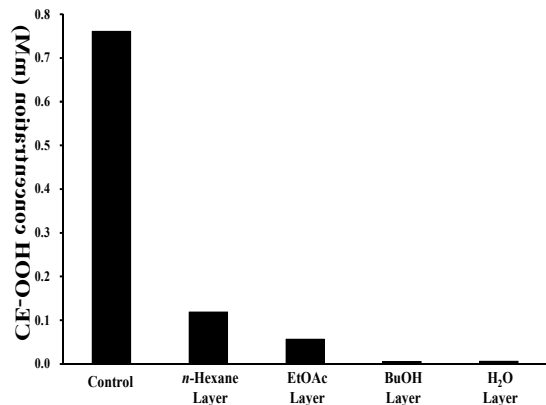


Fig. 7. CE-OOH inhibition effect of each fraction (70  $\mu$ L eq) obtained after solvent fractionation of *makgeolli* crude extract.

차이가 있었다. 즉 이 선행연구의 ABTS<sup>+</sup> radical-scavenging 활성에 있어서는 n-hexane층, BuOH층 및 H<sub>2</sub>O층이 거의 유사한 경향을 보였으며, EtOAc층이 가장 높은 활성을 보였다. 이는 다른 획분들에 비해 EtOAc층에 radical-scavenging형 항산화 화합물의 존재가 상대적으로 높음을 시사하는 결과라 판단되며, 동이온에 의해 유도된 혈장의 산화에 대해서 BuOH층과 H<sub>2</sub>O층이 n-hexane층과 EtOAc층보다 더 높은 활성을 보였던 것은 BuOH층이나 H<sub>2</sub>O층에 모종의 수용성 화합물들이 함유되어 있어 혈장의 산화 개시

제로 첨가된 동이온을 chelate함으로써 유도된 현상일 것으로 추측되었다. 비록 혈장의 CE-OOH 생성 억제능에 있어 BuOH층이나 H<sub>2</sub>O층의 활성에는 다소 미치지 못하였으나 n-hexane층과 EtOAc층 또한 control에 비하여 매우 훌륭한 효과를 보였다.

본 실험의 결과들에 의해 막걸리는 선행연구(5)에서 단리·동정된 8종 화합물 이외에도 보다 다양한 항산화 화합물을 다중 함유하고 있을 가능성이 높음을 알 수 있었으며, 그 화합물들은 radical-scavenging형과 금속 ion chelate형 모두를 포함할 가능성이 높음 또한 시사되었다. 그래서 그 성분들은 음용 후 혈장의 과산화지질 생성을 억제함으로써 동맥경화 예방효과에 긍정적으로 작용할 가능성이 높을 것으로 시사된다. 그러나 이것은 아직 *in vitro* 수준의 연구임을 고려하였을 때, 본 연구를 통해 기대했던 효과가 실제로 발현되는가를 추후 동물실험 등의 *in vivo* 수준에서 보다 면밀히 검토할 필요가 있을 것이다. 그리고 본 연구에서 얻어진 결과들은 본 실험에서 이용한 각 주류의 모든 제품을 대표하는 결과가 아님 또한 명시해두고자 한다. 또 *in vitro* 및 *in vivo*를 막론하고 막걸리에 의해 의미있는 생리활성이 발현되었다고 하더라도 막걸리의 음용에 의해 기대되어지는 생리활성이 발현되기 위해서 어느 정도의 양을 어느 정도의 기간동안 음용하여야 하는지 검토될 필요가 있다고 판단된다. 그리고 본 연구로부터 얻어진 성과는 특정한 주종에 대한 음주를 장려하고자 함이 아니며, 지나친 양의 음주는 건강에 악영향을 미친다는 사실 또한 간과되어서는 아니 될 것이다. 마지막으로 선행 연구(5)에서 EtOAc층과 BuOH층으로부터 8종의 항산화 활성 화합물이 구명되었으나, 추후 H<sub>2</sub>O층과 n-hexane층에 대해서도 보다 폭넓은 물질 구명이 수반될 필요가 있다고 사료되며, 이상의 결과들이 막걸리의 기초 연구 자료 및 홍보자료로 활용될 수 있기를 기대한다.

## 요 약

막걸리 추출물과 타종의 주류들을 대상으로 항산화 활성을 비교하였다. 동일 용량(70 µL eq)을 기준으로 하였을 때, ABTS<sup>+</sup> radical-scavenging 활성은 위스키 > 막걸리 조추출물 > 정종 ≈ 막걸리 청징액 > 소주 순이었다. 그러나 동일 알콜 함량(6%)을 기준으로 했을 때에는 막걸리 조추출물 > 위스키 > 정종 ≈ 막걸리 청징액 > 소주 순이었다. 이어 쥐 혈장의 cholesteryl ester hydroperoxide (CE-OOH) 생성 억제능을 평가하였다. 주류의 동일 용량을 기준으로 하였을 때, CE-OOH 생성 억제능은 소주 > 위스키 > 정종 > 막걸리 조추출물 > 막걸리 청징액 순이었다. 한편 동일 알콜 함량을 기준으로 했을 때에는 정종 > 막걸리 조추출물 > 소주 > 위스키 > 막걸리 청징액 순이었다. 그리고 막걸리

조추출물의 용매분획물들[동일 용량 (70 µL eq) 기준]을 대상으로 CE-OOH 생성 억제능을 평가한 결과, H<sub>2</sub>O층 ≈ BuOH층 > EtOAc층 > n-hexane 순이었다.

## 참고문헌

1. Yang JY, Lee KH (1996) Shelf-life and microbiological study of Samsung *Takju*. Korean J Food Sci Technol, 28, 779-785
2. Yoo TJ (1981) Korean famous wine. Central New Book, Seoul, Korea, p 96
3. Cheung JH (1967) Studies on the identification of organic acid and sugars in the fermented mash of the *Takju* made from different raw materials. Agric Chem Biotechnol, 8, 39-43
4. RDA (2006) Food composition table. 7th revision, National Rural Resources Development Institute, RDA, Suwon, Korea
5. Wang SJ, Lee HJ, Cho JY, Park KH, Moon JH (2012) Isolation and identification of antioxidant from *Makgeolli*. Korean J Food Sci Technol, 44, 14-20
6. Kim CH (1963) Studies on the quantitative changes of organic acid and sugars during the fermentation of *Takju*. Agric Chem Biotechnol, 4, 33-42
7. Lee WK, Kim JR, Lee MH (1987) Studies on the changes in free amino acid and organic acids of *Takju* prepared with different *koji* strains. Agric Chem Biotechnol, 30, 323-327
8. Lee TS, Han EH (2000) Volatile flavor components in mash of *Takju* prepared by using *Rhizopus japonicus* nuruk. Korean J Food Sci Technol, 32, 691-698
9. NTS (2011) Alcoholic liquors factory trends. National Tax Service, Seoul, Korea
10. Kim MH, Kim WH, Bae SJ (2001) The effect of *Makkoli* on serum lipid concentration in male rats. J Nat Sci Silla Univ, 9, 73-84
11. Jeong JW, Nam PW, Lee SJ, Lee KG (2011) Antioxidant activities of Korean rice wine concentrates. J Agric Food Chem, 59, 7039-7044
12. Shin MO, Kang DY, Kim MH, Bae SJ (2008) Effect of growth inhibition and quinone reductase activity stimulation of Makgeoly fractions in various cancer cells. J Korean Soc Food Sci Nutr, 37, 288-293
13. Gutteridge JMC, Halliwell B (1994) Antioxidants in nutrition, health and nutrition. Oxford University Press,

- Oxford, UK
14. Chance D, Sies H, Boveris A (1979) Hydroperoxide metabolism in mammalian organs. *Physiol Rev*, 59, 527-605
  15. Dudonne S, Vitrac X, Coutiere P, Woillez M, Merillon JM (2009) Comparative study of antioxidant properties and total phenolic content of 30 plant extracts of industrial interest using DPPH, ABTS, FRAP, SOD and ORAC assays. *J Agric Food Chem*, 57, 1768-1774
  16. Kim GD, Lee YS, Cho JY, Lee YH, Choi KJ, Lee Y, Han TH, Lee SH, Park KH, Moon JH (2010) Comparison of the content of bioactive substances and the inhibitory effects against rat plasma oxidation of conventional and organic hot peppers (*Capsicum annuum* L.). *J Agric Food Chem*, 58, 12300-12306
  17. Arai H, Terao J, Abdalla DSP, Suzuki T, Takama K (1996) Coulometric detection in high-performance liquid chromatographic analysis of cholesteryl ester hydroperoxides. *Free Rad Biol Med*, 20, 365-371
  18. Frei B, Stocker R, Ames BN (1988) Antioxidant defenses and lipid peroxidation in human blood plasma. *Proc Natl Acad Sci, USA*. 85: 9748-9752
  19. Stocker R, Frei B (1991) Endogenous antioxidant defenses in human blood plasma. In Sies H ed., *Oxidative Stress, Oxidants and Antioxidants*. Academic Press, London, UK. p 213-245

---

(접수 2011년 7월 25일 수정 2011년 12월 2일 채택 2011년 12월 16일)