

충청지역 민속주의 항산화활성

이호구¹ · 최양문² · 서형주^{3*}

¹공주대학교 식품공학과

²신성대학 외식산업전공

³고려대학교 병설 보건대학 식품영양과

Antioxidant Activities of Traditional Wine and Liquor Produced in Chungcheong-do

Hyo Ku Lee¹, Yang Mun Choi² and Hyung Joo Suh^{3*}

¹Dept. of Food Science and Technology, Kongju National University, Yesan 340-802, Korea

²Dept. of Food Service and Industry, Shinsung College, Chungnam 343-860, Korea

³Dept. of Food and Nutrition, College of Health Sciences, Korea University, Seoul 136-703, Korea

Abstract

Antioxidant activities of traditional liquors produced in Chungcheong-do were studied. The contents of organic acids, carbohydrate, and protein of the traditional liquors were 0.30~0.95%, 1.4~11.1% and 1.5~37.3 mg%, respectively. Especially, the contents of phenolic compounds of L-3 was the highest (205.8 µg/mL). L-5, L-4 and L-3 showed higher antioxidant activities than the others on hemoglobin-induced linoleic acid system. L-5 also showed high reducing power and scavenging effect on DPPH radical. Scavenging effects on hydroxyl radicals in L-6, L-5 and L-4 showed higher activities (42~53%) than those of the others. The highest scavenging effect on superoxide anion radical was observed in L-5 (IC₅₀: 1.1 µg).

Key words: traditional liquor, DPPH, scavenging superoxide radical, hydroxy radical, reducing power

서 론

인류는 처음에 야생의 열매에서 자연발생적으로 발효생성된 것을 마시다가 각기 지역에서 생산되는 과일이나 곡물로 그 민족에게 알맞은 여러 가지의 술을 개발하였다. 한국의 술은 상고시대부터 술빚기 솜씨가 개발되었는데(1), 전통적으로 내려오는 발효주로 쌀과 누룩으로 병행 북발효시켜 양조한 것으로 약주(칭주), 탁주 등의 독자적인 양조주 문화권을 형성하여 다양한 주류가 음용되어 왔다. 고려시대에는 증류주인 소주가 도입되어 북부지역과 상류사회에 보급되었으며, 조선시대에는 지방의 민가에서도 양조하게 되었다. 또한 소주에 각종 초근목피와 종실, 한약재 등을 침출시켜 향미와 색을 보강한 가향주를 제조하여 음용하였으며 약용으로 복용하기도 하였다(2). 이와같이 약용식물을 원료로 하여 제조되는 민속주는 제조과정중에 이들 원료로부터 각종 생리활성물질이 생성되거나 용출되므로 건강증진 측면에서 소비가 증가하고 있어 새로운 형태의 민속주들이 속속 개발되고 있다. 민속주중에 약용식물을 이용하여 제조한 것으로는 구기자, 두충, 감초, 오미자, 산수유, 숙지황, 매실, 탕자, 사삼, 길경, 작약, 당귀, 천궁, 민들레, 자두 및 모과 등을 이용한 약용

발효주와 침출주 등이 있고 이들의 약리효능과 생리 기능성 등이 일부 보고되고 있다(3-5).

전통 민속주에 대해서는 지금까지 재래식 약주와 탁주의 효율적인 제조기술의 개발(6), 원료 및 술덧 등의 각종 화학 성분 분석(7), 발효제 종균개발 및 전통 민속주의 종류 특성에 대한 분석, 누룩 및 술덧 중의 미생물과 효소의 분포, 저장성 연장 및 품질개선(8), 키틴 등 생리활성물질의 생산(9) 등이 연구 보고된 바 있다. 또한 최근에는 약용식물을 이용한 침출주 형태의 몇가지 약용주들이 개발되어 있다(2). 그러나 아직까지 전통 약·탁주를 제외한 민속주들에 대한 이화학적 특성과 생리활성물질의 탐색과 품질개선을 위한 연구가 미미하여 외국 주류와의 품질 경쟁력에서 뒤지고 있는 실정이다. 비록 건강에 대한 관심이 고조되어 최근에는 민속주의 판매가 증가하고 있으나 2001년 민속주의 시장규모는 약 1500억원 정도로 위스키와 맥주의 약 3조원과는 비교가 안될 정도로 민속주의 시장규모가 크게 위축되어 있다.

따라서 본 연구에서는 전통 민속주의 품질 우수성을 탐색, 규명하여 외국주류와의 품질경쟁에서 우위를 확보함으로써 외국 주류의 수입을 억제시키고, 나아가 민속주의 고품질화와 소비촉진에 기여하고자 먼저 충청지역에서 제조되어 시

*Corresponding author. E-mail: suh1960@unitel.co.kr
Phone: 82-2-940-2853, Fax: 82-2-9841-7825

관중인 민속주들의 이화학적 성분 분석하고 생리활성으로 항산화활성을 측정하였다.

재료 및 방법

재료

본 연구에 사용된 민속주는 충청지역에서 시판중인 7종류의 민속주를 수집하여 4°C에 보관하면서 실험에 사용하였다.

또한 DPPH(1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl), hemoglobin, deoxyribose, ferrozine 등은 Sigma Chemical Co.(St. Louis, MO, USA) 제품을 사용하였으며, 기타 시약은 분석용 특급을 사용하였다.

이화학적 성분 분석

민속주의 알코올 함량은 시료 100 mL에 증류수 50 mL를 가하여 증류액이 70~80 mL가 되도록 증류한 다음, 증류수를 가하여 100 mL로 정용 후 주정계로 측정하여 15°C에서의 주정도로 환산하였다. 민속주의 이화학적 성분 분석은 먼저 민속주 50 mL를 감압건조하여 알코올을 제거시킨 후 50 mL로 정용하여 조단백질 함량은 micro-kjeldahl법, 환원당은 DNS(2-hydroxy-3,5-dinitrobenzoic acid)법으로 정량한 후 포도당으로 환산하였고, 총당은 phenolsulfuric acid법으로 측정하여 포도당으로 환산하였다. pH는 pH meter(Fisher Accumet)로 측정하였다. 총산은 0.1% phenolphthalein 10 µL를 가하여 0.1 N NaOH로 선홍색이 나타날 때까지 적정하고 호박산으로 환산하여 나타내었다(4). 총페놀량은 Folin-Denis(10)법으로 측정하였다. 시료 0.2 mL를 시험관에 취한 후 증류수를 가하여 2 mL로 조정한 다음 0.2 mL Folin-ciocalteu's phenol reagent를 0.2 mL 가하여 3분간 방치하였다. Na₂CO₃ 포화용액 0.4 mL를 가하여 혼합하고 증류수를 첨가하여 4 mL로 조정한 다음 실온에서 1시간 방치 후 상층액을 725 nm에서 흡광도 측정하여 총페놀 양을 tannic acid로 환산하여 나타내었다.

Hemoglobin-induced linoleic acid system에서의 항산화활성

Kuo 등(11)의 방법을 변형하여 측정하였다. 반응액 200 µL(민속주, 1 mM linoleic acid emulsion, 40 mM phosphate buffer, pH 6.5, 0.0016% hemoglobin 함유)를 37°C에서 45분간 반응 후 2.5 mL의 0.6% HCl을 가하여 지방의 산화를 정지하였다. 0.2 M FeCl₂ 100 µL와 30% ammonium thiocyanate 50 µL를 가하여 480 nm에서 흡광도를 측정하여 반응액에 생성된 과산화물의 양을 측정하였다.

Reducing power

시료(50 µL)를 0.2 M phosphate buffer(pH 6.5) 200 µL, 1% potassium ferricyanide 200 µL와 혼합 후 50°C에서 20분간 반응하였다. 10% trichloroacetic acid 250 µL를 혼합액에 가한 다음 10분간 원심분리(3000×g)하여 얻은 상정액에 500

µL의 이차증류수와 0.1% ferric chloride 100 µL를 가하고 37°C에서 10분간 반응하였다. 반응물의 흡광도를 700 nm에서 측정하였다(12).

전자공여능

전자공여능은 DPPH의 환원력을 이용한 Blois(13)의 방법에 따라 측정하였다. 시료 0.2 mL에 DPPH 용액(DPPH 12.5 mg을 에탄올에 용해) 0.8 mL를 가한 후 20분간 반응시키고 525 nm에서 흡광도를 측정하여 시료 무첨가 대조구와 활성을 비교하였다.

Hydroxyl radicals 소거능

Hydroxyl radicals 소거능은 Halliwell 등(14)의 방법에 따라 측정하였다. 반응액(0.02 M phosphate buffer, pH 7.4, 0.05 mM ascorbate, 6 mM deoxyribose, 0.05 mM EDTA와 민속주)을 37°C에서 30분간 반응하였다. 반응 후 0.75% aqueous TBA 0.5 mL를 가하여 혼합한 후 boiling water bath에서 15분간 반응하여 냉각시킨 다음 70% TCA 0.5 mL를 가한 다음 20분 후 3000×g에서 15분간 원심분리하여 얻은 상정액의 흡광도를 532 nm에서 측정하였다.

Superoxide anion radical 소거활성

Superoxide anion radical 소거활성은 xanthine/xanthine oxidase를 이용한 superoxide dismutase 활성 측정법을 이용하였다(15). Phosphate buffer(pH 7.5), EDTA, cytochrome c, xanthine이 혼합된 반응액중에 일정량의 시료를 섞은 후 xanthine oxidase 희석액 20 µL를 가하여 반응을 개시하였다. 반응개시 후 60초간의 흡광도 변화를 550 nm에서 측정하였다. 시료의 첨가량을 다르게 하여 5~10회 측정하고 각각에 대해서 550 nm에서 cytochrome c의 환원이 억제되는 비율로써 검량선을 작성하였다. 반응액의 총 부피는 1 mL가 되게 하였고 반응액중 함유물의 최종농도는 각각 0.87 mM phosphate buffer, 0.00174 mM EDTA, 0.00174 mM cytochrome c, 0.0348 mM xanthine이 되게 하였다. 한편 xanthine oxidase는 550 nm에서의 분당 흡광도 변화가 약 0.02 가량 되도록 2.3 M(NH₄)₂SO₄ 용액으로 희석하여 첨가하였다. 활성은 cytochrome c의 환원을 50% 억제하는 양을 1 unit로 계산하였고 그때의 시료량을 IC₅₀으로 나타내었다.

결과 및 고찰

민속주의 일반성분

충청지역의 민속주를 7종류를 구입하여 이화학적 특성을 비교한 결과(Table 1), 알코올 함량은 13%~18% 정도의 함량을 보였으며, L-3의 경우 16%짜리 발효주 외에 30%와 40%의 알코올 함량을 함유한 증류주를 생산하고 있다. 주재료를 살펴본 결과 곡주에 다양한 한약재와 약용식물을 첨가하여 제조한 것이 주종을 이루고 있었다. 충청지역뿐만 아니라 대부분의 민속주는 한약재 또는 식용이 가능한 꽃이나 그 열

Table 1. Chemical components of the traditional liquor

Traditional liquor	Ethanol (%)	pH	Titrateable acidity (%)	Protein (mg%)	Total sugar (%)	Polyphenols ($\mu\text{g}/\text{mL}$)
L-1	13	3.7	0.41	1.5	10.0	39.7
L-2	13	4.6	0.64	6.6	11.1	152.1
L-3	16	5.3	0.89	37.3	7.4	205.8
L-4	17	5.1	0.69	13.2	9.7	176.0
L-5	14	4.8	0.95	30.9	1.4	163.5
L-6	16	5.6	0.30	9.1	4.7	97.2
L-7	18	5.6	0.56	28.3	8.9	164.7

매를 재료로 사용하는 반면, L-5의 경우 연잎을 사용한 것이 다른 민속주와 다른 원료 특성을 가지고 있었다. 민속주에 함유된 유기산을 호박산으로 환산시 0.30%~0.95%의 유기산 함량을 보였으며, 이는 Kim 등(16)이 보고한 민속주의 유기산 함량 0.05%~0.55%와 유사한 유기산 함량을 보였으나 L-3와 L-5의 경우 0.89%와 0.95% 다소 높은 유기산 함량을 보였다. 민속주의 당의 함량은 1.4%~11.1%로 다소 당 함량에 차이를 보이고 있으나 Kim 등(16)이 보고한 0.28%~14.1% 함량과는 큰 차이를 보이지 않았다. 단백질의 함량은 1.5 mg%~37.3 mg%로 상당히 낮은 함량을 보인 반면, Kim 등(16)은 0.16%~10.9%로 상당히 높은 함량을 보고하였는데 이는 충청권역의 민속주는 저장중 침전이 거의 생기지 않는 반면에 김 등이 보고한 민속주의 경우 저장중에 침전이 생기며 단백질 분석시 침전의 단백질 함량까지 측정된 것으로 많은 차이를 보였다. 또한 생리활성물질로 알려진 polyphenols 성분의 함량은 39.7 $\mu\text{g}/\text{mL}$ ~205.8 $\mu\text{g}/\text{mL}$ 의 함량을 보였으며, L-3가 205.8 $\mu\text{g}/\text{mL}$ 가장 높은 polyphenols 함량을 보였으며, L-2, L-4, L-5도 비교적 높은 함량을 보였다. Polyphenol 성분은 식물체에 광범위하게 분포되어 있으며, 꽃의 색깔을 부여하는 물질로 알려져 있다. 최근에는 polyphenols의 항암효과, 항균작용, 항염증효과, 항산화활성, 면역활성증진 등 다양한 생리활성이 보고되고 있다(17).

충청지역의 민속주는 다른 지역의 민속주에 비해 저장중 침전 발생이 거의 없고 술의 이미에 관여하는 단백질의 함량이 비교적 낮아 다른 지역의 민속주에 비해 깔끔한 술맛을 부여할 것으로 생각된다.

Hemoglobin-induced linoleic acid system에서의 항산화활성

항산화활성을 측정한 결과(Fig. 1), L-5, L-4 및 L-3의 항산화활성이 기존의 항산화제로 알려진 tocopherol(0.05 mg/mL)의 항산화활성의 80%정도의 항산화 활성을 보였으나, 이들 3가지 민속주간의 유의적 차이($p < 0.05$)는 없었다. L-1의 경우 32%정도의 항산화활성으로 가장 낮은 활성을 보였다. L-4와 L-3는 다른 민속주에 비해 비교적 높은 polyphenol 화합물의 함량(L-4: 205.8 $\mu\text{g}/\text{mL}$, L-3: 176.0 $\mu\text{g}/\text{mL}$)이 항산화활성에 영향을 미친 것으로 추정되며, L-5의 원료에 해당되는 연잎은 Wang 등(18)의 보고에 의하면 lotus plumule (0.05 mg/mL) 첨가시 tocopherol의 85~90%정도의 높은

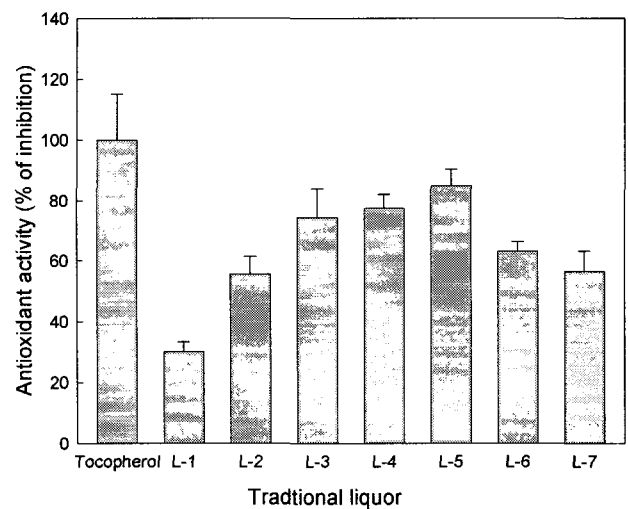


Fig. 1. Antioxidant activity of traditional liquor against linoleic acid peroxidation induced by hemoglobin.

linoleic acid의 자동산화를 억제하는 효과를 보고할 정도로 비교적 우수한 항산화 소재임을 확인하였다.

Reducing power

충청지역의 민속주의 reducing power를 측정한 결과(Fig. 2), L-5가 7가지 민속주중에 가장 높은 reducing power를 보였으며, L-3와 L-4도 비교적 높은 reducing power를 보였다. 민속주의 reducing power를 측정한 결과는 Fig. 1에서 측정한 항산화활성과 유사한 결과를 보였다. 이는 천연물 소재의 항산화활성이 reducing power와 밀접한 관계가 있다는 보고(19)와 일치하는 경향을 보였다. Reducing power가 높은 민속주에 함유된 물질이 전자공여체로 역할을 할 뿐만 아니라 free radicals과 반응하여 더욱 안정한 화합물로 전환시켜 결국 radical chain reaction을 종결시켜 항산화활성을 발휘하게 된다(18).

전자공여능

전자공여능은 free radical 생성과정중의 초기반응을 저해하는 DPPH를 이용하여 측정하였다. DPPH는 전자 또는 수소를 받아들이는 안정한 반자성분자(diamagnetic molecule)로 항산화제(AH) 존재시 다음과 같이 환원된다($\text{DPPH} \cdot + \text{AH} \rightarrow \text{DPPH-H} + \text{A} \cdot$). 항산화활성을 평가하기 위해 DPPH와 반응을 시키면 항산화활성을 지닌 물질로부터 수소를 받

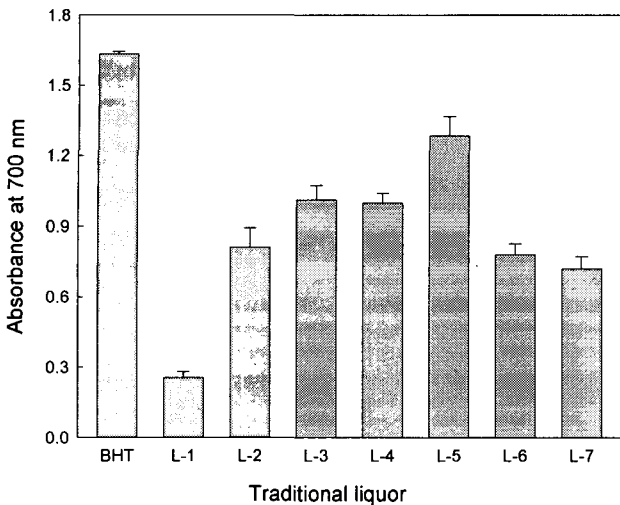


Fig. 2. Reducing power of traditional liquor.

아 DPPH는 환원되면서 515 nm에서의 흡광도는 감소하게 된다. 따라서 radical을 환원시키거나 상쇄시키는 능력이 크다면 높은 항산화활성을 기대할 수 있으며, 실제 DPPH radical에 대한 소거능과 과산화지질 형성억제 효과간의 상관관계도 보고된 바 있다(20).

충청지역의 민속주의 전자공여능을 비교한 결과(Fig. 3), L-5의 전자공여능이 다른 민속주에 비해 월등함을 알 수 있었다. 이는 Wang 등(18)의 보고에서와 같이 L-5의 재료인 연잎속에 함유된 항산화물질에 의한 효과인 듯하다.

Hydroxyl radicals 소거능

Hydroxyl radicals 소거능은 deoxyribose를 이용하여 측정하였다. FeCl₃-EDTA, H₂O₂와 ascorbic acid가 deoxyribose와 반응시, hydroxyl radical이 발생하여 deoxyribose와 반응하여 MDA를 형성하게 된다. 따라서 hydroxyl radical 소거능을 가지는 물질은 deoxyribose와 반응할 수 있는 hydroxyl

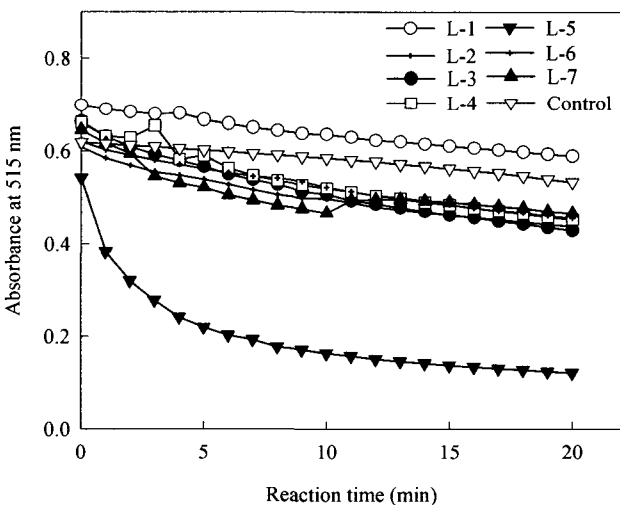


Fig. 3. Scavenging effect of traditional liquor on DPPH radical.

radical을 제거하여 MDA의 생성을 감소시킬 수 있다. 따라서 민속주에서의 hydroxy radical 소거능을 DMSO와 비교시(Fig. 4), L-6, L-5, L-4의 hydroxyl radical 소거능이 42~53%의 소거능을 보인 반면 hydroxy radical 소거능이 뛰어난 DMSO(0.01 mg/mL)는 64%의 소거능을 보였다. Ghiselli 등(21)은 적포도주의 phenolic fraction에서 hydroxy radical 소거능을 보고한 바처럼 L-5, L-4의 경우 다른 민속주에 비해 비교적 높은 polyphenol 함량을 보임에 따라 이들의 hydroxy radical 소거능은 polyphenols에 기인한 듯 하나 이에 대한 연구는 더욱 진행되어야 할 것 같다.

Superoxide anion radical 소거활성

민속주의 superoxide anion radical 소거활성은 superoxide dismutase 활성 측정법을 이용하였다. 이 방법은 xanthine과 xanthine oxidase의 반응에 의해 superoxide anion radical이 형성되고 이 radical에 의해 cytochrome c가 환원되는데 환원된 cytochrome c는 550 nm에서 피크를 나타낸다. 이 반응계에 superoxide dismutase나 기타 superoxide anion radical을 소거할 수 있는 물질이 존재할 경우 cytochrome c의 환원이 저해되고 그 저해정도를 측정함으로써 매우 민감하게 superoxide anion radical 소거능을 측정할 수 있다.

충청지역 민속주의 superoxide anion radical 소거능을 측정할 결과(Table 2), L-5의 superoxide anion radical 소거능이 0.93 unit/mg으로 가장 높은 소거능을 보였으며, L-6가 0.81 unit/mg으로 두 번째로 높은 소거능을 보였다.

이상의 결과에 의하면 충청지역의 민속주 7가지중 L-5와 L-4가 비교적 항산화활성이 뛰어난 것으로 생각되며 특히 L-5의 경우 가장 높은 항산화활성을 측정하였다. L-5와 같이 비교적 높은 항산화활성을 주류가 함유할 경우 알코올 대사시 발생하는 hydroxyl radicals의 생성을 줄일 수 있으므로 알코올 섭취로 인한 부작용을 최소화할 수 있을 것이다.

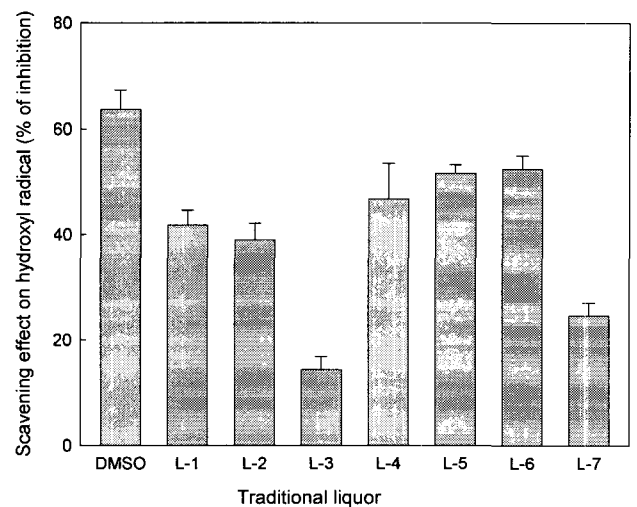


Fig. 4. Scavenging effect of traditional liquor on hydroxyl radicals.

Table 2. Superoxide anion radical scavenging activity of traditional liquor

Traditional liquor	Unit/mg solid	IC ₅₀ (μg)
L-1	0.27	3.7
L-2	0	0
L-3	0.27	3.7
L-4	0.54	1.9
L-5	0.93	1.1
L-6	0.81	1.2
L-7	0.44	2.3

따라서 추가실험을 통해 L-5의 섭취에 따른 알코올 부작용 완화효과와 L-5에 함유된 항산화물질을 규명하고자 한다.

감사의 글

본 연구는 백제문화원형 기초연구 사업비로 수행된 연구 결과로 이에 감사드립니다.

요 약

민속주의 고품질화와 소비촉진에 기여하고자 먼저 충청지역에서 제조되어 시판 중인 민속주들의 이화학적 성분을 분석하고 생리활성으로 항산화활성을 측정하였다. 충청지역의 7종류의 민속주는 0.30~0.95% 유기산, 1.4~11.1% 당 함량과 1.5~37.3 mg%의 단백질 함량을 보였다. 민속주 L-3의 경우 가장 높은 polyphenol 화합물의 함량(205.8 μg/mL)을 보였다. 7종류의 민속주중 L-5, L-4 및 L-3는 tocopherol (0.05 mg/mL)의 항산화활성의 80%정도의 항산화 활성을 보였으나, 이들 3가지 민속주간의 유의적 차이(p<0.05)는 없었다. L-5가 7가지 민속주중에 가장 높은 reducing power를 보였으며, 또한 전자공여능 역시 다른 민속주에 비해 월등하였다. L-6, L-5, L-4는 비교적 높은 hydroxyl radical 소거능을 보였으며 이중 L-5는 superoxide anion radical 소거능이 0.93 unit/mg으로 가장 높은 소거능을 보였다. 이상의 결과에 의하면 충청지역의 민속주 7가지중 L-5가 가장 높은 항산화활성을 보였다.

문 헌

1. Yoon SJ, Park DH. 1994. Study on traditional folk wine of Korea-In the southern region of Korea-Chulla-do, Kyung-sang-do and Cheju-do. *Kor J Dietary Culture* 9: 355-367.
2. Yoon SJ, Jang MS. 1994. Study on traditional folk wine of Korea-In the southern region of Korea-Seoul, Kyonggi-do, Chungchung-do. *Kor J Dietary Culture* 9: 341-353.

3. Min YK, Jeong HS. 1995. Manufacture of some Korean medicinal herb liquors by soaking. *Kor J Food Sci Technol* 27: 210-215.
4. Kim JH, Lee HS, Kim NM, Choi SY, Yoo JY, Lee JS. 2000. Manufacture and physiological functionality of Korea traditional liquors by using dandelion. *Kor J Appl Microbiol Biotechnol* 28: 367-371.
5. Seo SB, Kim JH, Kim NM, Choi SY, Lee JS. 2002. Effect of acasia (*Robinia pseudo-acasia*) flower on the physiological functionality of Korean traditional rice wine. *Kor J Microb Biotechnol* 30: 410-414.
6. Ahn BH. 1995. Current status of research and prospects of traditional liquors. Presented at current status and quality improvement of traditional foods symposium proceeding. p 299-307.
7. Han EH, Lee TS, Noh BS, Lee DS. 1997. Volatile *Takju* prepared components in mash of *Takju* prepared by using different *Nurks*. *Kor J Food Sci Technol* 29: 563-570.
8. 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. *Kor J Mycol* 30: 61-65.
9. Bae JH. 1995. Current status of development and prospects of traditional liquors. *Bioindustry* 8: 17-25.
10. Gutfinger T. 1981. Polyphenols in olive oils. *J Am Oil Chem Soc* 58: 966-968.
11. Kuo JM, Yeh DB, Pan BS. 1999. Rapid photometric assay evaluating antioxidative activity in edible plant material. *J Agric Food Chem* 47: 3206-3209.
12. Oyaizu M. 1986. Antioxidative activity of browning products of glucosamine fractionated by organic solvent and thin-layer chromatography. *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi* 35: 771-775.
13. Blois MS. 1958. Antioxidant determination by the use of stable free radical. *Nature* 191: 1199-1222.
14. Halliwell B, Gutteridge JMC, Arurra OI. 1987. The deoxy-ribose method: a simple test-tube assay for determination of rate constants for reactions of hydroxyl radicals. *Anal Biochem* 165: 215-219.
15. Robak J, Gryglewski RJ. 1988. Flavonoids are scavengers of superoxide anions. *Biochem Pharmacol* 37: 837-841.
16. Kim JH, Lee DH, Choi SY, Lee JS. 2002. Characterization of physiological functionalities in Korean traditional liquors. *Kor J Food Sci Technol* 34: 118-122.
17. Handique JG, Baruah JB. 2002. Polyphenols compounds: an overview. *React Funct Polym* 52: 163-188.
18. Wang L, Yen JH, Liang HL, Wu MJ. 2003. Antioxidant effect of methanol extracts from lotus plumule and blossom (*Nelumbo nucifera* Gertn.). *J Food Drug Anal* 11: 60-66.
19. Duh PD, Yen GC. 1997. Antioxidative activity of three herbal water extracts. *Food Chem* 60: 639-645.
20. Hatano T, Edamatsu R, Hramatsu M, Fujita Y, Yosuhara T, Yoshida T, Okuda T. 1989. Effects of the interaction of tannins with co-existing substance. *Chem Pharm Bull* 37: 2016-2021.
21. Ghiselli A, Nardini M, Bladi A, Scaccini C. 1998. Aantioxidant activity of different phenolic fractions separated from an italian red wine. *J Agric Food Chem* 46: 361-367.

(2004년 6월 28일 접수; 2004년 9월 8일 채택)