J Korean Soc Food Sci Nutr
42(4), 505~511(2013)

한국식품영양과학회지
http://dx.doi.org/10.3746/jkfn.2013.42.4.505

막걸리 부산물의 미용 소재로서의 기능성 분석

서고운[1] · 최소연[1] · 김태완[2] · 류성기[2] · 박중협[2] · 이승철[1†]

[1]경남대학교 식품생명학과
[2](주)맑은내일

Functional Activities of *Makgeolli* By-products as Cosmetic Materials

Go-Un Seo[1], So-Yeon Choi[1], Tae-Wan Kim[2], Sung-Gi Ryu[2], Jung-Hyeop Park[2], and Seung-Cheol Lee[1†]

[1]*Dept. of Food Science and Biotechnology, Kyungnam University, Gyeongnam 631-701, Korea*
[2]*Malgeunnaeil Co., Gyeongnam 642-410, Korea*

Abstract

To investigate the potential use of *makgeolli* by-products as cosmetic materials, their phenolic and kojic acid contents, antioxidant activity, whitening effect, and anti-wrinkle activity were evaluated. Extracts were obtained with five different solvents (containing 0, 25, 50, 75, and 100% ethanol) from *nuruk* lees (NL), rice lees (RL), raw *makgeolli* (RM), and commercial *makgeolli* (CM) at 20 and 50°C. NL and CM extracts prepared with 75% ethanol had the highest phenolic contents (13.26 and 16.66 mg gallic acid equivalents/g, respectively) at 20 and 50°C, respectively. The highest kojic acid content was found in NL extracts with 0% ethanol at 20°C, while kojic acid was not detected in extracts prepared at 50°C. NL and RL extracts at 20°C showed significant antioxidant activity. Whitening effects, determined by tyrosinase inhibitory activity, were highest for the NL extract prepared with 75% ethanol at 50°C. Noticeable anti-wrinkling effects, estimated by elastase inhibition activity, were also found in NL and RL extracts. These results suggest that *makgeolli* by-products could be valuable cosmetic materials with antioxidant, whitening, and anti-wrinkle activities.

Key words: *makgeolli* by-product, antioxidant activity, whitening, anti wrinkling, kojic acid

서 론

우리나라 농가의 약 70%가 쌀 농업에 종사하고 있으며, 쌀 자급률은 98%로서 식량자급률에서 중요한 비중을 차지하고 있다. 그러나 1990년부터 쌀 소비량이 지속적으로 감소함에 따라 쌀의 과잉 공급 현상이 나타나면서, 기존의 쌀 생산기반을 유지하되 수급구조를 안정시킬 수 있는 쌀 가공식품 연구가 진행되어 왔다. 쌀 가공식품 개발은 쌀 소비를 확대시키는 유력한 수단으로서 주류, 떡류, 즉석밥류, 기능성 쌀 등이 있다. 주류 개발이 높은 비중을 차지하는 것은 고부가가치 분야이기도 하면서 근래에 전통 발효주인 막걸리에 대한 열풍이 불어 소비자의 관심과 그에 따른 소비량 증가를 이유로 들 수 있다.

막걸리는 한국의 대표적인 전통주로써 쌀과 누룩을 빚어 그대로 막 걸러내었다 하여 붙여진 한글 이름이며, 탁주는 법적인 명칭으로 '전분질 원료와 국을 주원료로 하여 발효시킨 술덧을 혼탁하게 제성한 것을 말한다'라고 정의된다(1). 주박은 탁주(막걸리)나 약주를 빚은 후 술을 걸러내는 과정에서 생성되는 부산물로 술지게미라고 부른다. 주박은 원료 쌀의 약 20% 정도로 발생하며, 전분과 단백질 외에도 섬유소, 무기질, 비타민, 알코올과 유기산, 효소, 효모 등의 영양성분을 다량 함유한 것으로 보고되었다(2,3). 막걸리 주박의 다양한 생리활성 기능성으로서 항당뇨(4), 항암, 심혈관질환 예방(5), 항고혈압 등의 연구 결과가 보고되었으며, 주박을 첨가한 국수의 품질특성 연구(6)도 수행되었다. 또한 막걸리 농축물의 항산화 및 미백효과(7), 막걸리 비누(8), 발효 곡물을 이용한 천연 화장품 등의 응용(9) 연구도 특허로 출원되었다.

본 연구에서는 막걸리 제조과정에서 생기는 부산물인 주박(누룩박, 미박)과 원주, 그리고 시판 막걸리 제품을 이용하여 온도와 용매조건을 달리하여 추출물을 제조하였고, 이를 화장품 소재로 활용하기 위하여 항산화능, tyrosinase 저해능, elastase 저해능 등을 분석하였다.

†Corresponding author. E-mail: sclee@kyungnam.ac.kr
Phone: 82-55-249-2684, Fax: 82-505-999-2171

재료 및 방법

시약

분석에 이용한 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl(DPPH)과 Folin-Ciocalteu reagent, gallic acid, potassium ferricyanide, trichloroacetic acid, ferric chloride, dimethyl sulfoxide(DMSO), tyrosinase, L-tyrosine, elastase, N-succinyl-$(Ala)_3$-*p*-nitroaniline 등은 Sigma-Aldrich(St. Louis, MO, USA)에서 구입하였다. 코지산(kojic acid or hydroxy-2-(hydroxymethyl)-1,4-pyrone)은 Wako Pure Chemical Inc.(Osaka, Japan)에서 구입하였다. Potassium phosphate monobasic, potassium phosphate dibasic은 Daejung Chemical Co.(Siheung, Korea)에서 구입하였으며, 사용된 용매는 모두 1급 이상의 등급을 사용하였다.

시료

본 실험에서 사용한 막걸리 및 주박 시료는 (주)맑은내일(Changwon, Korea)에서 생산하고 있는 것을 이용하였다. 즉 발효 과정을 거친 막걸리 술덧을 1차 타공 여과를 통해서 걸러진 누룩박, 2차 진동 여과를 통하여 얻어진 미박, 여과된 원주, 그리고 제성 과정을 거쳐 포장된 시판 막걸리 제품을 시료로 이용하였다.

추출물 제조

각각의 시료(누룩박, 미박, 원주, 제품) 50 g에 각각의 용매(에탄올 0, 25, 50, 75, 100%) 200 mL를 가하여 20°C 또는 50°C에서 진탕배양기(HB-201s, Hanback Co., Seoul, Korea)로 100 rpm으로 24시간 동안 추출하였다. 추출한 시료는 먼저 여과지(Whatman® No. 1, GE Healthcare UK Ltd., Buckinghamshire, UK)로 1차 여과한 후, 미세 여과지(Advantec® membrane filter 0.2 μm, Advantec MFS, Inc., Dublin, CA, USA)를 이용해 2차 여과하여 맑은 상층액만을 얻어 회전진공농축기(EYELA N-1000, Tokyo Rikakikai Co., Tokyo, Japan)로 37°C에서 농축하였다. 각 농축물은 50 mg/mL의 농도로 DMSO에 녹인 후 4°C에서 보관하였고, DMSO를 이용하여 원하는 농도로 희석하여 분석에 사용하였다.

총 페놀 함량

총 페놀 함량은 Gutfinger(10)의 방법을 변형하여 측정하였다. 즉 1 mg/mL의 농도로 제조된 추출물 1 mL를 취하여 2%(w/v) Na_2CO_3 용액 1 mL를 가하고 3분간 방치한 후, 50% Folin-Ciocalteu 시약 0.2 mL를 첨가하여 30분간 상온에서 반응시켰다. 이 혼합물을 10분간 13,400×*g*에서 원심분리한 후, 상징액 1 mL를 취하여 750 nm에서 흡광도를 측정하였다. 총 페놀 함량은 gallic acid를 이용하여 작성한 표준곡선을 바탕으로 mg GAE(gallic acid equivalents)/g 단위로 나타내었다.

코지산 함량

코지산 함량은 Bentley(11)의 방법을 변형하여 측정하였다. 즉 각 추출물을 증류수로 50 mg/mL 농도로 제조한 후 100 μL를 취하여 1% $FeCl_3$를 1 mL 가한 후 500 nm에서 흡광도를 측정하였다. 대조구로서는 $FeCl_3$ 대신 증류수를 넣어 분석하였으며, 코지산 함량은 순수한 코지산을 이용하여 작성한 표준곡선을 바탕으로 μg 코지산/g 단위로 나타내었다.

DPPH 라디칼 소거능

DPPH 라디칼 소거능은 Jeong 등(12)의 방법에 준하여 추출물 0.1 mL(1 mg/mL)에 0.9 mL의 DPPH 용액(0.041 mM)을 가한 후 상온에서 30분간 반응시켜 517 nm에서 흡광도를 측정하였다. 각 시료의 라디칼 소거능은 아래의 식에 의해 계산하여 백분율로 나타내었다.

$$\text{DPPH 라디칼 소거능(\%)} = \left(1 - \frac{\text{시료첨가구의 흡광도}}{\text{무처리구의 흡광도}}\right) \times 100$$

ABTS 라디칼 소거능

ABTS 라디칼 소거능은 Müller(13)의 방법에 따라 측정하였다. 1 mg/mL 농도의 추출물 0.1 mL에 인산 완충용액(0.1 M, pH 5.0) 0.1 mL와 10 mM의 H_2O_2 20 mL를 가하고 이 혼합물을 37°C에서 5분간 예비반응을 시켰다. 이 반응물에 1.25 mM의 ABTS와 peroxidase(1 U/mL)를 각각 0.03 mL씩 넣고 다시 37°C에서 10분간 반응을 시킨 후, multi-plate reader(Sunrise RC/TS/TS Color-TC/TW/BC/6Filter, Tecan Austria GmbH, Grödig, Austria)를 이용하여 405 nm에서 흡광도를 측정하였다. ABTS 라디칼 소거능은 아래의 식을 이용하여 구하였다.

$$\text{ABTS 라디칼 소거능(\%)} = \left(1 - \frac{\text{시료첨가구의 흡광도}}{\text{무처리구의 흡광도}}\right) \times 100$$

환원력

환원력은 Oyaizu(14)의 방법에 따라 측정하였다. 즉 1 mL의 인산염 완충용액(0.2 M, pH 6.6)에 1 mL의 추출물(1 mg/mL)과 1%(w/v) potassium ferricyanide 용액 1 mL를 가하여 50°C에서 20분간 반응시킨 후, 10%(w/v) trichloroacetic acid 용액 1 mL를 넣었다. 반응이 끝난 혼합물을 12,000 rpm, 4°C에서 5분간 원심분리하여 얻은 상층액 1 mL와 증류수 1 mL를 넣고 0.1% ferric chloride 용액 0.1 mL를 가하여 700 nm에서 흡광도를 측정하였다.

Tyrosinase 저해능

Tyrosinase 저해능 측정은 Vanni 등(15)의 방법에 따라 측정하였다. 즉 96-well plate에 140 μL의 sodium phosphate buffer(0.05 mM, pH 6.8)와 추출물 100 μL(50 μg/mL)와 40 μL의 L-tyrosine solution(1.5 mM)을 넣고 20 μL의 mushroom tyrosinase(1,500 U/mL)를 넣었다. 반응이 잘 일어나도록 37°C에서 15분간 반응시킨 후, 492 nm에서 흡광도를 측정하였다. 저해능 계산 방법은 다음 식을 이용하여 계산하였다.

$$\text{Tyrosinase 저해능(\%)} = \left(1 - \frac{\text{시료첨가구의 흡광도}}{\text{무처리구의 흡광도}}\right) \times 100$$

Elastase 저해능

Elastase 저해능 측정은 Kraunsoe 등(16)의 방법에 따라 1.0 mL의 Tris/HCl buffer 용액(0.2 M, pH 8.0)에 0.1 mL의 N-succinyl-(Ala)$_3$-*p*-nitroaniline(10.4 mM) 및 50 μg/mL 농도의 추출물(S) 0.1 mL를 가한 후 25℃에서 5분간 반응시킨 다음 elastase(≥4.0 units/mg protein, 1 μg/mL) 0.1 mL를 가하여 405 nm에서 흡광도를 측정한 후 다시 25℃에서 20분간 반응한 후의 흡광도를 측정하였다. 대조군(C)은 시료 대신 buffer 용액을 사용하였다. 저해능 계산식은 다음과 같다.

$$\text{Elastase 저해능}(\%)=\left[1-\left\{\frac{S(OD_{20\min}-OD_{0\min})}{C(OD_{20\min}-OD_{0\min})}\right\}\right]\times 100$$

통계처리

각 실험에 대한 데이터의 통계처리는 각 시료 당 3회 반복으로 행해졌으며, 모든 자료의 분석은 SPSS package for Windows(Ver.14, IBM, Armonk, NY, USA)를 사용하여 처리하였다. 각 군 간의 평균차이에 대한 유의성 검정을 위해 one-way 분산분석(ANOVA)을 시행하였다. 사후검증으로 항산화력 분석에는 Duncan test를 이용하였다. 통계적 유의성은 95% 수준에서 평가하였다.

결과 및 고찰

총 페놀 함량

다양한 천연 소재로부터 미용품 소재의 가능성 여부를 판단할 때 항산화능은 중요한 기준이 된다. 식물 유래 페놀화합물은 항산화능과 밀접한 관계에 있으므로(17) 먼저 각 추출물의 총 페놀 함량을 측정하였다. 추출 용매 및 추출 온도에 따른 누룩박(NL, *nuruk* lees), 미박(RL, rice lees), 원주(RM, raw *makgeolli*), 시판 막걸리(CM, commercial *makgeolli*) 추출물들의 총 페놀 함량을 Table 1에 나타내었다. 추출 온도는 상온과 고온을 대표하여 20℃와 50℃에서 이루어졌다. 0~50% 에탄올 용매로 추출했을 때 20℃에서 추출한 경우의 총 페놀 함량이 50℃의 경우보다 높았다. 20℃에서 추출한 경우 미박, 원주, 시판 막걸리는 0% 에탄올(=증류수)로 추출한 것이 높은 페놀 함량을 보였다. 그러나 최고의 페놀 함량은 시판 막걸리를 50℃에서 75% 에탄올로 추출했을 때 16.66 mg GAE/g으로 확인되었고, 누룩박의 경우에도 20℃에서 75% 에탄올로 추출했을 때 13.26 mg GAE/g으로 비교적 높게 검출되었다.

막걸리 및 부산물에 존재하는 페놀 물질은 주로 쌀로부터 유래한 것으로써 쌀에서는 gallic acid, protocatechuic acid, *p*-hydroxybenzoic acid, vanillic acid, caffeic acid, syringic acid, *p*-coumaric acid, ferulic acid, guaiacol, *p*-cresol, *o*-cresol, 3,5-xylenol 등이 검출된 바 있다(18,19). 또한 본 연구의 막걸리 제조 과정 중에는 쌀 중량의 3% 비율로 밀누룩이 첨가되었는데, 밀에서도 ferulic acid, syringic acid, vanillic acid 등의 페놀 물질이 존재한다(18).

코지산 함량 측정

막걸리 및 그 부산물 추출물의 코지산 함량을 Table 2에 나타내었다. 각 추출물의 코지산 함량은 추출 용매와 온도에 매우 민감하였다. 20℃에서 추출한 경우 0% 또는 100% 에탄올로 추출하였을 때 비교적 높은 함량의 코지산이 검출되었는데 0% 에탄올의 누룩박(497.8 μg/g)에서 가장 높은 함량이 확인되었다. 그러나 50℃에서 추출하였을 때 모든 누룩박 추출물에서는 코지산이 검출되지 않았다. 50℃ 조건에서는 100% 에탄올로 미박에서 제조한 추출물이 453.4 μg/g으로 가장 높은 함량의 코지산이 검출되었다.

코지산은 멜라노사이트에 작용하여 tyrosinase의 활성과 합성을 저해하여 dihydroxy indol carboxylic acid로의 전환을 억제함으로써 색소 형성을 저하시킨다고 보고되어 있다(20). 일본에서는 2005년 11월부터 후생노동성에서 코지산의 의약부외품으로서의 안전성을 인정하여 미백효과를 노린 코지산 함유 화장품이 제조 판매되고 있다. 우리나라에서도 코지산은 기능성화장품에서 미백제로 이용되고 있어 앞으로 누룩박과 미박의 응용 가능성이 높다고 볼 수 있다.

DPPH 라디칼 소거능 측정

막걸리 및 부산물을 이용한 다양한 추출물의 DPPH 라디

Table 1. Total phenol contents of *makgeollis* and by-product according to temperature and extracting solvent

(unit: mg GAE[1)]/g)

Extracting temp. (℃)	Sample	Extracting solvents (ethanol contents, %)				
		0	25	50	75	100
20	NL	11.00^{ABCy}	9.99^{BCwv}	12.42^{ABz}	13.26^{Ay}	8.78^{Cx}
	RL	12.64^{Az}	12.34^{ABz}	11.77^{Bz}	11.02^{Cxw}	9.12^{Dy}
	RM	12.43^{Az}	9.31^{Bv}	8.50^{Bwv}	9.10^{Bvu}	9.01^{BByx}
	CM	12.19^{Ay}	11.98^{Bxw}	11.53^{Bzy}	11.10^{Byx}	11.81^{Bz}
50	NL	4.67^{Cw}	5.31^{BCu}	7.19^{Av}	7.64^{Au}	5.76^{Bw}
	RL	10.74^{By}	12.11^{Azy}	11.02^{Bzyx}	10.25^{Bwv}	8.88^{Cx}
	RM	10.27^{Ay}	9.82^{Bz}	7.99^{Cyx}	6.96^{Dvu}	7.00^{Dx}
	CM	8.69^{Ex}	11.25^{Cyx}	9.72^{Dxw}	16.66^{Az}	12.07^{Bz}

NL, *nuruk* lees; RL, rice lees; RM, raw *makgeolli*; CM, commercial *makgeolli*.
Values with different letters within a row (A-E) and a column (u-z) are statistically different ($p<0.05$), n=3.
[1)]GAE, gallic acid equivalents.

Table 2. Kojic acid contents of *makgeolli* and by-product according to temperature and solvent rate (Unit: μg kojic acid/g)

Extracting temp. (°C)	Sample	Extracting solvents (ethanol contents, %)				
		0	25	50	75	100
20	NL	497.8^{Az}	20.2^{Dzy}	ND	149.6^{Cz}	283.3^{By}
	RL	294.0^{Ay}	3.0^{Cy}	116.2^{Bz}	94.1^{Bzy}	327.4^{Az}
	RM	49.6^{Bw}	38.6^{BCz}	ND	101.4^{Azy}	123.8^{Aw}
	CM	153.4^{Ax}	ND	ND	43.0^{By}	131.2^{Ax}
50	NL	ND	ND	ND	ND	ND
	RL	28.2^{Cz}	5.9^{Cz}	223.8^{Bz}	20.0^{Cx}	453.4^{Az}
	RM	51.1^{Bz}	74.8^{Bz}	16.3^{Byx}	434.8^{Az}	46.7^{Bx}
	CM	ND	80.0^{Bz}	102.2^{By}	71.8^{By}	320.0^{Ay}

NL, *nuruk* lees; RL, rice lees; RM, raw *makgeolli*; CM, commercial *makgeolli*.
Values with different letters within a row (A-D) and a column (w-z) are statistically different ($p<0.05$), n=3.

칼 소거능 결과를 Fig. 1에 나타내었다. 주박(누룩박, 미박)의 경우 20°C 추출물이 비교적 높은 소거능을 보였으나, 50°C 추출물에서 감소하는 경향을 보였다. 그러나 원주와 시판 막걸리의 경우는 20°C보다 50°C에서 증가하였다. 50°C에서 추출하였을 때(Fig. 1B) 가장 높은 DPPH 라디칼 소거능은 시판 막걸리를 75% 에탄올로 추출한 것이었는데 21.13%로 나타났다. 그러나 이 경우를 제외하고는 미박 추출물이 추출용매에 관계없이 비교적 균일하게 높은 소거능을 보였다.

이상의 결과는 몇몇 경우를 제외하고는 Table 1의 총 페놀 함량과 정확히 일치하지는 않으며, 이는 DPPH 라디칼 소거능이 전적으로 페놀 물질에 의존하는 것이 아님을 의미한다. 실제로 쌀에는 각각 0.11 mg/100 g의 비타민 E가 함유되어 있으며 이외에도 발효 과정 중에 비페놀성 항산화 물질이 생성될 가능성을 배제할 수 없다. 최근 Wang 등(21)은 막걸리로부터 4-hydroxybenzaldehyde, 2-(4-hydroxyphenyl) ethanol, trans-ferulic acid, cis-ferulic acid 등의 페놀성 화합물뿐만 아니라 1H-indole-3-ethanol, dimethyl succinate, succinic acid, 그리고 mono-methyl succinate의 비페놀성 항산화물질을 분리, 동정하였다.

한편 Cho 등(22)은 막걸리의 침전물로부터의 열수추출물이 10 mg/mL 농도에서 48%의 DPPH 라디칼 소거능을 보인다고 보고하였으며, Kim 등(23)은 주박의 열수 추출물이 80 % 이상의 DPPH 라디칼 소거능을 보인다고 하였으나 정확한 자료가 없어 본 연구와 직접 비교하기는 어려웠다.

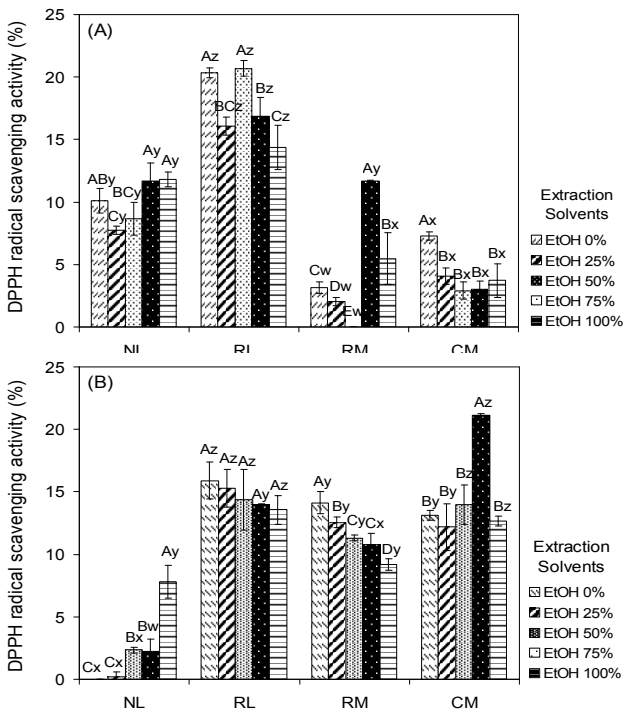

Fig. 1. DPPH radical scavenging activity of extracts from *makgeolli* and by-product. Extracts (A) and (B) were prepared at 20°C and 50°C, respectively. NL, *nuruk* lees; RL, rice lees; RM, raw *makgeolli*; CM, commercial *makgeolli*. Values with different letters within each source (A-E) and each solvent (w-z) indicate significant difference ($p<0.05$), n=3.

ABTS 라디칼 소거능 측정

ABTS 라디칼 소거능 측정법은 기본적으로 항산화물질의 수소 이온 공여능을 측정하는 항산화능 분석 방법이다(13). 막걸리와 그 부산물의 추출물들의 ABTS 라디칼 소거능을 Fig. 2에 나타내었다. 미박 추출물을 제외한 나머지 추출물들은 대체로 추출 온도가 증가함에 따라 ABTS 라디칼 소거능이 감소하는 경향을 보였다. 가장 높은 소거능은 50°C에서 0% 에탄올로 제조한 미박 추출물(84.94%)에서 나타났고, 20°C에서는 시판 제품이 추출 용매에 관계없이 비교적 고르게 높은 소거능을 보였다. 대부분의 추출물들은 본 경우와 같이 ABTS 라디칼 소거능이 DPPH 라디칼 소거능보다 높은 경향을 보이는데, 이는 라디칼의 입체특이성, 추출물들의 용해도 등의 차이에 기인한다(24). 한편 Wang 등(25)은 막걸리의 메탄올 추출물이 청주, 약주에 비해서는 높은 DPPH 라디칼 활성을 보인다고 보고하였다.

환원력 측정

항산화 활성의 여러 가지 기작 중에서 활성 산소종 및 유리기에 전자를 공여하는 능력을 환원력이라 한다(14). 환원력은 시료의 전자가 Fe^{3+}에 전달되어 Fe^{2+}로 환원된 후 $FeCl_3$와 반응하여 생성된 물질의 흡광도로 측정한다. 온도와 용매 비율에 따른 막걸리 및 부산물의 환원력을 1 mg/mL 농도에서 분석하여 결과를 Fig. 3에 나타내었다. 누룩박과 원주의 경우에 20°C에서 추출하였을 때 상대적으로 높은 환원력이

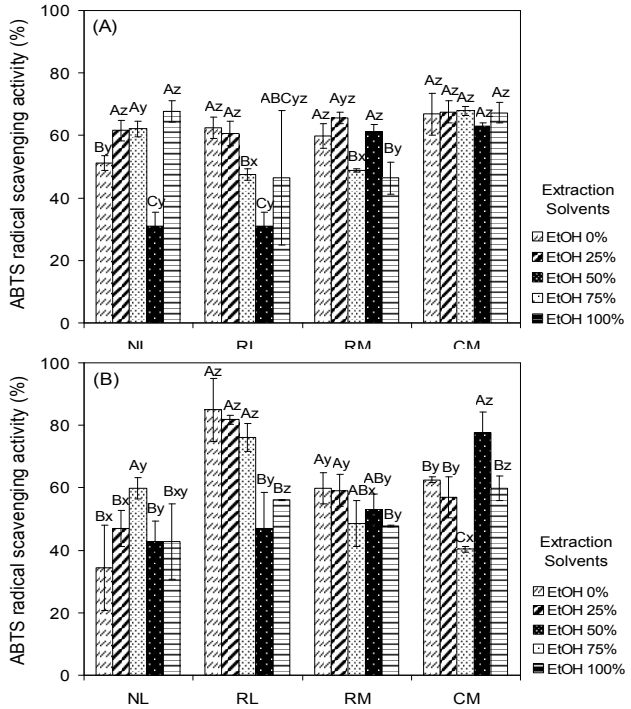

Fig. 2. ABTS radical scavenging activity of extracts from *makgeolli* and by-product. Extracts (A) and (B) were prepared at 20°C and 50°C, respectively. NL, *nuruk* lees; RL, rice lees; RM, raw *makgeolli*; CM, commercial *makgeolli*. Values with different letters within each source (A-C) and each solvent (x-z) indicate significant difference ($p<0.05$), n=3.

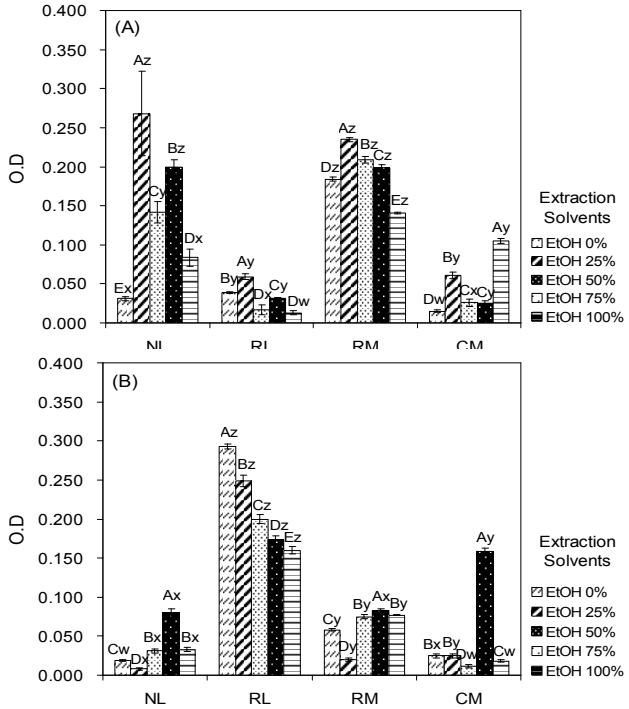

Fig. 3. Reducing power of extracts from *makgeolli* and by-product. Extracts (A) and (B) were prepared at 20°C and 50°C, respectively. NL, *nuruk* lees; RL, rice lees; RM, raw *makgeolli*; CM, commercial *makgeolli*. Values with different letters within each source (A-E) and each solvent (w-z) indicate significant difference ($p<0.05$), n=3.

나타났으며, 미박은 50°C에서 추출하였을 때 높았다. 가장 높은 활성은 50°C에서 미박을 0% 에탄올로 추출하였을 때 OD값이 0.293으로 나타났고, 20°C에서는 누룩박을 25% 에탄올로 추출하였을 때 0.269이었다. 누룩박과 미박, 그리고 원주에 비하여 시판 제품은 상대적으로 낮은 환원력을 보였는데 이는 막걸리 가공 부산물의 활용 가능성을 높게 시사한다.

Tyrosinase 저해능 측정

Tyrosinase 저해능은 미백효과를 측정하는 방법으로 널리 이용되고 있는데, 이는 tyrosine이 tyrosinase에 의해 산화된 후 중합반응을 거쳐 최종적으로 흑갈색의 멜라닌을 형성하기 때문이다(26). 막걸리 및 그 부산물의 추출물(50 μg/mL)의 tyrosinase 저해능을 분석한 결과, 전체적으로 보면 50°C에서 추출한 경우가 20°C에서의 경우보다 높은 경향을 보였다(Fig. 4). 누룩박이 비교적 높은 tyrosinase 저해능을 보였는데 가장 높은 저해능은 50°C 온도 조건에서 75% 에탄올로 추출한 경우에 22.14%였다. Kwon 등(27)은 제조 방법을 달리한 주박의 열수, 알콜 추출물이 85% 이상의 tyrosinase 저해능을 보인다고 보고하였으나 정확한 농도를 알 수 없어 본 연구와의 비교가 어려웠다.

Elastase 저해능 측정

Elastase는 진피 내 피부 탄력을 유지하는 기질 단백질인 elastin 분해에 관여하며 체내의 elastin을 분해하는 백혈구

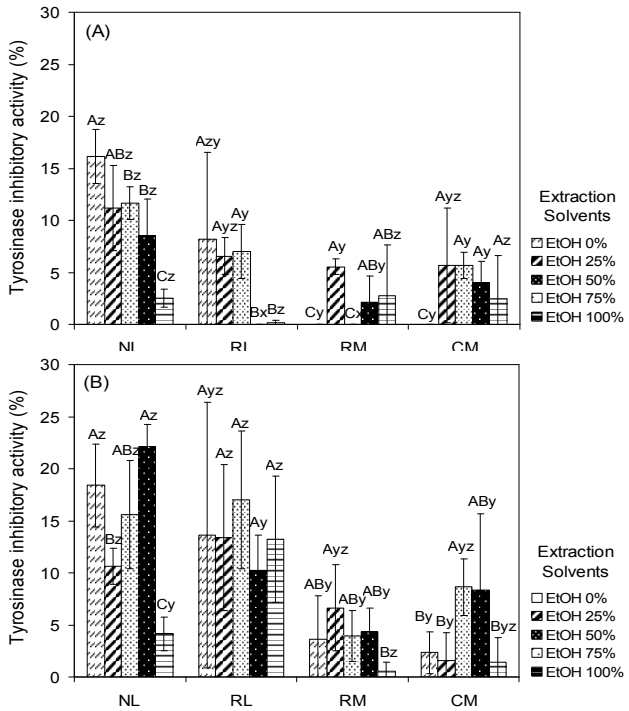

Fig. 4. Tyrosinase inhibition activity of extracts from *makgeolli* and by-product. Extracts (A) and (B) were prepared at 20°C and 50°C, respectively. NL, *nuruk* lees; RL, rice lees; RM, raw *makgeolli*; CM, commercial *makgeolli*. Values with different letters within each source (A-C) and each solvent (x-z) indicate significant difference ($p<0.05$), n=3.

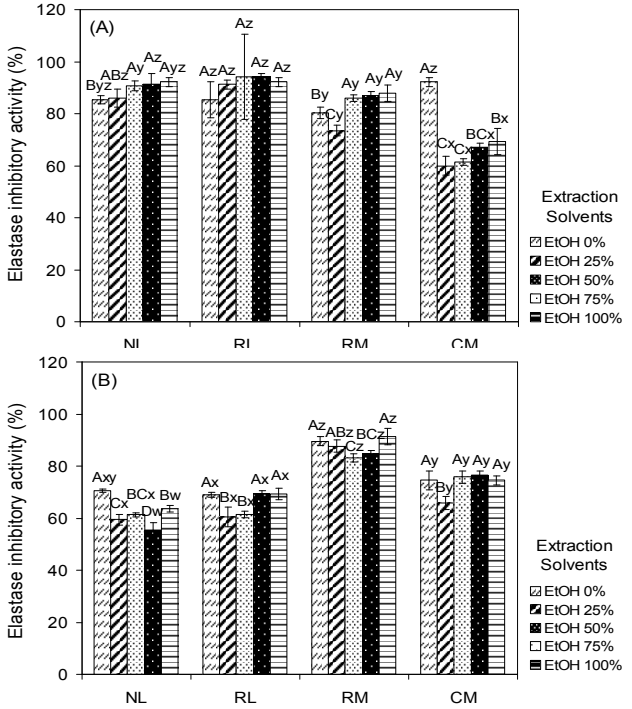

Fig. 5. Elastase inhibition activity of extracts from *makgeolli* and by-product. Extracts (A) and (B) were prepared at 20°C and 50°C, respectively. NL, *nuruk* lees; RL, rice lees; RM, raw *makgeolli*; CM, commercial *makgeolli*. Values with different letters within each source (A–C) and each solvent (w–z) indicate significant difference ($p<0.05$), n=3.

과립 효소 중의 하나로 알려져 있다. 만일 조직 중 이상조직이 있을 시에 이 효소의 활성이 높아져 조직 파괴의 직접적인 원인이 되어 피부의 주름 및 탄력성 저하 등을 초래한다. 따라서 이 효소의 활성을 억제시키면 피부의 주름을 개선하는 효과가 있으므로 화장품 연구에 많이 이용되는 방법이다(28).

Elastase 저해능은 각 추출물의 농도 50 μg/mL에서 측정하였다(Fig. 5). 20°C와 50°C의 추출 조건을 비교하였을 때 누룩박과 미박의 추출물은 20°C에서 훨씬 높은 elastase 저해능을 보였다. 그러나 원주 및 시판 제품의 경우에는 대부분 50°C의 추출 조건에서 높은 elastase 저해능을 보였다. Kim 등(29)은 복숭아 유과 씨 추출물이 5 mg/mL 농도에서 품종에 따라 13.77~40.55%의 elastase 저해능을 보인다고 보고하였다.

요 약

막걸리 제조 시에 발생하는 부산물의 화장품 소재 가능성을 조사하기 위하여 항산화능, 페놀 함량, 코지산 함량, 미백, 주름 개선 효과 등을 분석하였다. 누룩박, 미박, 원주, 시판 제품을 5가지 다른 용매(0, 25, 50, 75, 100% 에탄올)로 20°C와 50°C에서 각각 추출하였다. 총 페놀 함량은 20°C에서 추출하였을 때 누룩박의 에탄올 75% 추출물에서 13.26 mg GAE/g으로 가장 높았으며, 50°C에서는 시판 제품의 에탄올 75% 추출물에서 16.66 mg GAE/g으로 가장 높았다. 가장 높은 코지산 함량은 20°C에서 누룩박의 0% 에탄올 추출물에서 관찰되었고, 50°C에서 추출한 모든 시료에서 코지산은 검출되지 않았다. 20°C에서 제조한 누룩박, 미박 추출물에서 상당한 항산화능(DPPH와 ABTS 라디칼 소거능, 환원력)이 확인되었다. Tyrosinase 저해능으로 분석한 미백 효과는 50°C에서 누룩박의 75% 에탄올 추출물이 가장 높았다. 누룩박과 미박은 elastase 저해능도 발견되어 주름 개선 효과가 있음을 확인하였으며, 특히 20°C에서의 미박 추출물이 가장 높은 활성을 나타내었다. 이상의 결과는 막걸리 제조 부산물이 항산화, 미백, 주름 개선의 기능을 가진 화장품 소재로서의 가능성이 있음을 시사한다.

감사의 글

본 연구는 2011년도 경상남도 지역기반육성기술개발사업의 지원에 의해 수행되었습니다.

문 헌

1. KFDA. 2012. *Food Code*. 5-27-1. Korea Food and Drug Administration. Cheongwon, Korea.
2. Cho SY, Park JW, Rhee C. 1998. Edible films from protein concentrates of rice wine meal. *Korean J Food Sci Technol* 30: 1097-1106.
3. Lee HS, Hong KH, Yoon CH, Kim JM, Kim SM. 2009. Effect of Korean turbid rice wine (*Takju*) lees extract on blood glucose in the *db/db* mouse. *Korean J Food Culture* 24: 219-223.
4. Lee HS, Hong KH, Yoon CH, Cho WK, Kim SM. 2008. Glycemic index and oral glucose tolerance test of *Takju* (Korean turbid rice wine) lees extract. *Korean J Food Culture* 23: 662-665.
5. Lee HS, Hong KH, Kim JY, Kim DH, Yoon CH, Kim SM. 2009. Blood pressure lowering effect of Korean turbid rice wine (*Takju*) lees extracts in spontaneously hypertensive rat (SHR). *Korean J Food Culture* 24: 338-343.
6. Kim SM, Yoon CH, Cho WK. 2007. Quality characteristics of noodle added with *Takju* (Korean turbid rice wine) lees. *Korean J Food Culture* 22: 359-364.
7. Park JS, Kim DH. 2011. Composition containing concentrated *makgeolli* for antioxidation and whitening effect. *Korean Patent* 10-2011-0015866.
8. Kim MS. 2011. Preparation method of cosmetic soap using rice wine. *Korean Patent* 10-2011-0105132.
9. Gu JY, Kim ES, Lee JS. 2006. Natural cosmetics using brewer's grains and a method of preparing it. *Korean Patent* 10-2006-0062665.
10. Gutfinger T. 1981. Polyphenols in olive oil. *J Am Oil Chem Soc* 58: 966-968.
11. Bentley R. 1957. Preparation and analysis of Kojic acid. *Methods Enzymol* 3: 238-241.
12. Jeong SM, Kim SY, Park HR, Lee SC. 2004. Effect of far-infrared radiation on the antioxidant activity of extracts from *Citrus unshiu* peels. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 33: 1580-1583.

13. Müller HE. 1985. Detection of hydrogen peroxide produced by microorganism on an ABTS peroxidase medium. *Zentralbl Bakteriol Mikrobiol Hyg A* 259: 151-154.
14. Oyaizu M. 1996. Studies on product of browning reaction prepared from glucose amine. *Jap J Nutr* 44: 307-315.
15. Vanni A, Gastaldi D, Giunata G. 1990. Kinetic investigations on the double enzymatic activity of the tyrosinase mushroom. *Ann Chim* (*Rome*) 80: 35-60.
16. Kraunsoe JA, Claridge TDW, Lowe G. 1996. Inhibition of human leukocyte and porcine pancreatic elastase by homologues of bovine pancreatic tyrosinase inhibitor. *Biochemistry* 35: 9090-9096.
17. Petti S, Scully C. 2009. Polyphenols, oral health and disease: A review. *J Dent* 37: 413-423.
18. Sosulski F, Krygier K, Hogge L. 1982. Free, esterified, and insoluble-bound phenolic acids. 3. Composition of phenolic acids in cereal and potato flours. *J Agric Food Chem* 30: 337-340.
19. Vichapong J, Sookserm M, Srijesdaruk V, Swatsitang P, Srijaranai S. 2010. High performance liquid chromatographic analysis of phenolic compounds and their antioxidant activities in rice varieties. *LWT-Food Sci Technol* 43: 1325-1330.
20. Kim ST, Suh KS, Chae YS, Eom SC. 1994. The effect of arbutin, glycolic acid, kojic acid and pentadecenoic acid on the in vitro and in vivo pigmentary system after ultraviolet-B (UVB) irradiation. *Korean J Dermatol* 32: 977-989.
21. Wang SJ, Lee HJ, Cho JY, Park KH, Moon JH. 2012. Isolation and identification of antioxidants from *Makgeolli*. *Korean J Food Sci Technol* 44: 14-20.
22. Cho EK, Kim HY, Byeon HJ, Kim SW, Choi YJ. 2010, Nitrite scavenging and alcohol metabolizing activities of hot water extract from *Makgeoly* and its angiotensin converting enzyme inhibitory effect. *J Life Sci* 20: 768-774.
23. Kim TY, Jeon TW, Yeo SH, Kim SB, Kim JS, Kwak JS. 2010. Antimicrobial, antioxidant and SOD-like activity effect of *Jubak* extracts. *Korean J Food & Nutr* 23: 299-305.
24. Yu L, Haley S, Perret J, Harris M, Wilson J, Qian M. 2002. Free radical scavenging properties of wheat extracts. *J Agric Food Chem* 50: 1619-1624.
25. Wang SJ, Lee HJ, Cho JY, Jang MY, Park KH, Moon JH. 2012. Inhibition effect against the rat blood plasma oxidation of the *Makgeolli* (*Takju*) Korean rice wine. *Korean J Food Preserv* 19: 116-122.
26. Friedman M. 1996. Food browning and its prevention: an overview. *J Agric Food Chem* 44: 631-653.
27. Kwon SC, Jeon TW, Park JS, Kwak JS, Kim TY. 2012. Inhibitory effect on tyrosinase, ACE and xanthine oxidase, and nitrite scavenging activities of *Jubak* (alcohol filter cake) extracts. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 41: 1191-1196.
28. DeWitt DL, Rollins TE, Day JS, Gauger JA, Smith WL. 1981. Orientation of the active site, and antigenic determinants of prostaglandin endoperoxide synthase in the endoplasmic reticulum. *J Biol Chem* 256: 10375-10382.
29. Kim DM, Kim KH, Kim YS, Koh JH, Lee KH, Yook HS. 2012. A study on the development of cosmetic materials using unripe peaches seed extracts. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 41: 110-115.

(2012년 12월 3일 접수; 2013년 1월 12일 채택)