

황기와 홍국추출물 및 혼합물의 항산화 활성

김재원 · 김순동 · 윤광섭[†]

대구가톨릭대학교 식품가공학전공

Antioxidant Activity of *Hwangki* and *Beni-Koji* Extracts and Mixture

Jae-Won Kim, Soon-Dong Kim, and Kwang-Sup Youn[†]

Dept. of Food Science and Technology, Catholic University of Daegu, Gyeongbuk 712-702, Korea

Abstract

This study was conducted to evaluate the antioxidant activity of liquid *beni-koji* (LBK), 70% ethanol extracts of *beni-koji* (EEB) and water extract of *Hwangki* (WEH). The yields of freeze dried powder of LBK, EEB and WEH were 32.17 g/L, 23.61 g/kg and 196.33 g/kg, respectively. Electron donating ability at 1% (w/v) of LBK, EEB and WEH were 82.67%, 15.71% and 8.60%; reducing power (OD_{700}) were 2.06, 1.64 and 0.45, respectively. SOD-like activities were 24.32%, 11.11%, and 17.94%; nitrite scavenging activities were 74.92%, 72.31% and 31.83%, respectively. TBARS (%) were in order of LBK (69.65%)> EEB (67.32%)> WEH (4.42%). Electron donating ability at 1% (w/v) of EEB : WEH (1:1, w/w. EW), LBK : WEH (1:1, w/w. LW), EEB : LBK : WEH (1:1:1, w/w. ELW) were 14.58%, 60.66% and 20.42%; reducing power (OD_{700}) were 1.06, 2.01 and 1.71; SOD-like activities were 18.50%, 26.94% and 18.25%, respectively. While nitrite scavenging activities and TBARS (%) of ELW was higher than those of other materials. Total polyphenol content of LBK, EEB, WEH, EW, LW, ELW were 3.98%, 3.61%, 3.02%, 3.23%, 3.46% and 3.38%; total flavonoid content were 0.89%, 3.91%, 0.30%, 2.59%, 0.46% and 2.33%, respectively. In conclusion, this study provides experimental evidence that mixture of LBK, EEB and WEH could be used as a source of antioxidant ingredients in the food industry.

Key words: antioxidant activity, *Hwangki*, *Beni Koji* extracts

서 론

경제성장과 식생활의 서구화로 비만, 고지혈 및 고콜레스테롤증, 당뇨, 고혈압, 동맥경화 및 암 등 다양한 생활습관병이 연쇄적으로 발병하여 여러 합병증을 유발하는 것으로 보고되고 있다. 최근 웰빙에 대한 관심이 높아지면서 식품의 기능이 영양학적 및 기호적 기능뿐만 아니라 만성질환 및 성인병 등을 예방할 수 있는 생리적 기능성을 가진 식품을 선호함에 따라 한방재료 등 천연 기능성 소재를 이용한 식품개발 연구가 활발하게 진행되고 있다(1).

황기(*Astragalus membranaceus*)는 콩과(Legumiosae)의 다년생 초본식물로 주피를 벗겨낸 뿌리를 건조한 것으로 주로 한약재 및 식품원료로 사용되고 있으며 이뇨, 강장(2), 혈압 및 혈당강하(3), 면역증강(4), 항종양 및 항바이러스 효과(5)가 알려져 있다. 생리활성 성분으로는 triterpenoids, isoflavonoids, γ -aminobutyric acid, β -sitosterol 및 stimast-4-en-6 β -ol-3-one 등과 saponin류로서 astragaloside류 및 당이 주성분으로 알려져 있다(6). 또, *Monascus*속의 곰팡이는 진균류문 *Ascomytilina*강 *Plectomycetes*목 *Monascaceae*과에 속하는 미생물(7)로 유성생식과 무성생식을 통해 생육

하며 2차대사산물로 monacolin K(mevinolin), L, J 및 X, dihydromonacholin L, 3-hydroxy dihydromonacholin L 등의 polyketides(8)와 monascin, ankaflavin, monascorubin, rubropunctatin, monascorubramine 및 rubropunktatamine 등의 색소 및 GABA와 같은 기능성 성분을 생성하는 특성을 지니고 있다(9). Monacolin K는 항진균(10), 혈당상승억제(11), 혈압조절과 콜레스테롤 생합성 억제(12) 및 항암(13) 효과가 있으며, 색소성분들은 돌연변이를 유발하는 heterocyclicamine을 분해함으로써 항돌연변이 효과를 나타내며(14), GABA는 항고혈압효과(15)가 알려져 있다.

따라서, 본 연구에서는 전보(16)에서 황기와 홍국추출물의 콜레스테롤 체내흡수저해 효과를 보고한 결과에 이어 항산화적 기능성을 검증하고자 황기 및 홍국 추출 혼합물의 조성별 혼합농도별에 따른 항산화활성을 조사하였다.

재료 및 방법

균주 및 재료

실험에 사용한 균주는 한국중균협회에서 분양받은 *Monascus pilosus* KCCM 60084를 사용하였으며 황기(*Astragalus*

[†]Corresponding author. E-mail: ksyoun@cu.ac.kr
Phone: 82-53-850-3209, Fax: 82-53-850-3209

membranaceus)는 대구 약령시에서 구입한 국내산 3년 균을 사용하였다.

황기 및 홍국 추출물의 제조

황기 열수추출 동결건조분말(HWE: freeze dried water extract of *Hwangki*)은 황기를 두께가 2 mm 되게 세절한 후 100 mesh 입도로 과쇄하고 50배량의 중류수를 가하여 3시간 동안 가열추출하고 여과한 후 동결건조 하여 얻었다. 홍국의 70% ethanol 추출물(EEB: freeze dried 70% ethanol extracts of *beni-koji*)은 중자미에 *M. pilosus*를 접종하여 25~30°C에서 쌀 표면이 완전하게 적색으로 될 때까지 통기 배양한 후 50°C에서 충분히 건조시킨 홍국을 사용하였으며 적색색소가 제거될 때까지 10배량의 70% 에탄올로 3회 추출한 후 감압건조기를 사용하여 에탄올을 제거시킨 다음 동결건조 하여 얻었다. *M. pilosus* 액침배양액 동결건조분말(LBK: freeze dried liquid *beni-koji*)은 *M. pilosus*를 Mizutani broth(glucose 5%, peptone 2%, KH₂PO₄ 0.8 g, MgSO₄ · 7H₂O 0.05%, CH₃COOK 0.2%, NaCl 0.1%, pH 6.0)에 이식하여 25~30°C에서 10일간 통기 배양한 후 여과한 액을 동결건조 하여 얻었으며 -70°C에 보관하면서 실험에 사용하였다.

전자공여활성(electron donating ability)

Blois(17)의 방법에 따라 시액 0.2 mL에 0.4 mM DPPH (1,1-diphenyl-2-picryl-hydrazone)-용액 0.8 mL를 가하여 vortex 한 후 10분간 방치한 다음 525 nm에서 흡광도를 측정하였으며 계산식, electron donating ability(%)=100-[OD of sample/OD of control]×100]에 의하여 활성도를 산출하였다.

환원력(reducing power)

Saeedeh와 Asna(18)의 방법에 따라 시액 1 mL에 0.2 M phosphate buffer(pH 6.6) 2.5 mL와 1% potassium ferricyanide 용액 2.5 mL를 가한 후 50°C에서 30분간 반응시켰다. 다음에 10% trichloroacetic acid(TCA) 용액 2.5 mL를 가한 후 1,650×g에서 10분간 원심분리 하였으며, 상정액 2.5 mL에 중류수 2.5 mL와 0.1% FeCl₃ 용액 0.5 mL를 가한 후 700 nm에서 흡광도를 측정하였다.

Superoxide dismutase(SOD) 유사활성

Marklund와 Marklund(19)의 방법에 따라 시액 200 μL에 pH 8.5로 조정한 tris-HCl buffer 용액 3 mL와 7.2 mM pyrogallol 200 μL을 가하고 25°C에서 10분간 반응시킨 후 1 N HCl 1 mL를 가하여 반응을 정지시키고 420 nm에서 흡광도를 측정하였으며 계산식, SOD-like activity(%)=100-[OD of sample/OD of control]×100]에 의하여 활성을 산출하였다.

아질산염 소거능(nitrite scavenging activity)

Kato 등(20)의 방법에 따라 1 mM NaNO₂ 용액 1 mL에

시액 1 mL를 가하고 0.1 N HCl과 0.2 M citrate buffer(pH 2.5)를 가하여 총 부피를 10 mL로 조정하였다. 다음에 37°C에서 1시간 반응시킨 후 1 mL를 취하여 2% 초산용액 3 mL와 30% 초산용액으로 용해한 Griess reagent(1% sulfanilic acid : 1% naphthylamine=1:1) 0.4 mL을 순차적으로 가한 후 실온에서 15분간 방치, 520nm에서 흡광도를 측정하였다. 대조구는 Griess reagent 대신 중류수를 사용하였으며 계산식, nitrite scavenging activity(%)=100-[OD of sample/OD of control]×100]에 의하여 산출하였다.

TBARS의 측정

Thiobarbituric acid reactive substances(TBARS)는 Buege와 Aust(21)의 방법에 따라 측정하였다. Fish oil 0.5 mL를 함유하는 0.1 M maleic acid buffer(pH 6.5) 8 mL과 tween-20 50 μL을 혼합하여 제조한 fish oil emulsion 0.5 mL에 FeCl₂ 및 CuSO₄ · 5H₂O를 Fe²⁺ 및 Cu²⁺ 양으로 50 ppm이 되게 한 용액 0.1 mL 및 중류수 1 mL를 가하여 37°C에서 1시간 동안 반응시킨 후 7.2% BHT(dibutylhydroxytoluene) 50 μL을 가하여 반응을 정지시켰다. 다음에 35% TCA와 0.75% TBA 1 mL씩 가하여 100°C 수욕상에서 15분간 가열한 다음 3,000 rpm에서 15분간 원심분리 하였으며 상정액의 흡광도를 531 nm에서 측정하여 지질과산화를 억제하는 정도를 계산식, TBARS(%)=100-[OD of sample/OD of control]×100]에 의하여 산출하였다.

폴리페놀 함량

총 폴리페놀 함량은 Dewanto 등(22)의 방법에 따라 시액 100 μL에 2% sodium carbonate 2 mL과 50% Folin-Ciocalteu reagent 100 μL를 가한 후 720 nm에서 흡광도를 측정하였으며 gallic acid(Sigma-Aldrich Co., St. Louis, MO, USA)의 검량선에 의하여 함량을 산출하였다.

플라보노이드 함량

총 플라보노이드 함량은 Kang 등(23)의 방법에 따라 시료 100 mg에 75% methanol을 가하여 실온에서 24시간 추출한 추출액 1 mL에 diethylenglycol 10 mL과 1 N NaOH 0.1 mL를 가하여 37°C의 water bath에서 1시간 동안 반응시킨 후 420 nm에서 흡광도를 측정하였다. 대조구는 시료 대신에 50% methanol을 사용하였으며, 표준품 naringin(Sigma-Aldrich Co.)의 검량선에 의하여 함량을 산출하였다.

통계처리

모든 실험은 3회 반복으로 행하여 평균치와 표준편차로 나타내었고, 유의성 검증은 version 12의 SPSS(Statistical Package for Social Sciences, SPSS Inc., Chicago, IL, USA) software package program을 이용하여 Duncan's multiple range test를 행하였다.

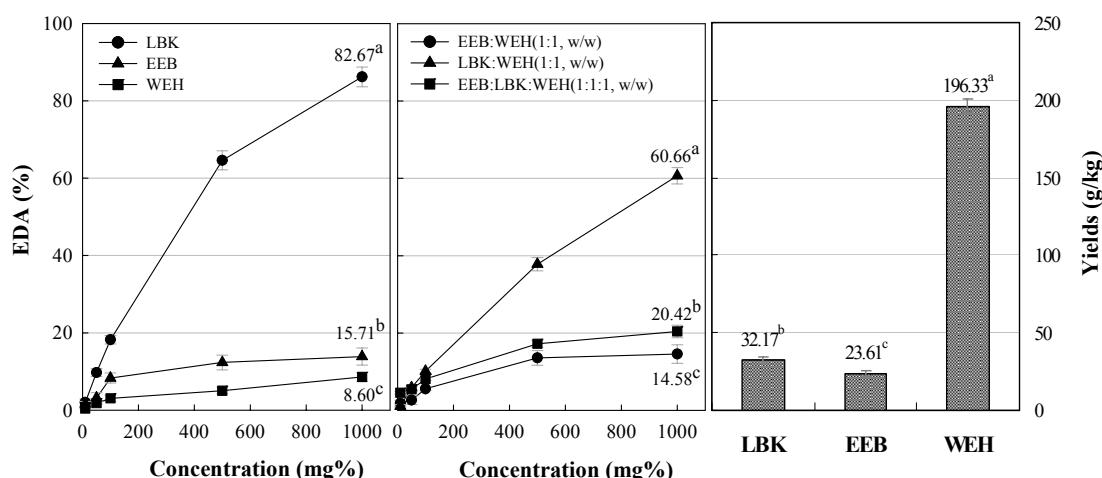


Fig. 1. Yields of freeze dried powder and electron donating ability (EDA) of *Hwangki* and *Beni-Koji* extracts and the mixture. Abbreviations: LBK, freeze dried liquid *beni-koji* filtrate; EEB, freeze dried 70% ethanol extracts of *beni-koji*; WEH, freeze dried water extract of *Hwangki*. Values are mean±standard deviations of triplicate determinations. Different superscripts in the figure (a-c) indicate significant differences ($p<0.05$).

결과 및 고찰

소스 소재의 수율과 전자공여능

홍국의 70% 에탄올추출물(EEB)과 *M. pilosus* 배양액(LBK) 및 황기 열수추출액(WEH) 동결건조분말의 수율과 농도별 전자공여능을 조사한 결과는 Fig. 1과 같다. 수율은 EEB가 23.61 g/kg(2.36%)이었으며, LBK는 32.17 g/L(3.22%), WEH는 196.33 g/kg(19.63%)로 황기 열수추출액의 수율이 가장 높았다. 1% 농도에서의 전자공여능은 LBK 82.67%, EEB 15.71%, WEH 8.60%로 LBK에서 가장 높았으며, EEB와 WEH(1:1, w/w) 혼합액은 14.58%, LBK와 WEH(1:1, w/w) 혼합액은 60.66%, EEB, LBK 및 WEH의 등량 혼합액은 20.42%로 혼합액에서는 단일소재 추출물인 LBK보다는 낮은 활성을 나타내었으나 EEB나 WEH보다는 높은 활성을 나타내었다. Jung 등(24)은 황기의 추출방법에 따라 전자공여능이 50%가 되는 활성 농도가 2~8 mg/mL라고 보고하여 본 연구 결과보다는 높은 활성을 나타내었는데 이는 추출용매의 차이에 의한 것으로 생각된다. 전자공여능은 생체 내 활성산소라디칼에 의한 산화를 방어하는 지표로 수치가 높을수록 높은 항산화활성을 나타내는 것으로 알려져 있다(25). LBK의 경우는 항산화활성을 높으나 그 자체로서는 맛과 향을 목표로 하는 소스소재로는 부족한 점이 많으며, 비록 항산화활성을 적으나 우수한 향미를 지니는 WEH를 혼합함으로써 기능성과 향미를 조화시킬 수 있는 것으로 사료된다.

환원력 및 SOD 유사활성

황기 및 홍국 추출 혼합물 소스의 재료별 및 농도별에 따른 환원력 및 SOD 유사활성을 측정한 결과는 Fig. 2와 같다. 1% 농도에서의 환원력은 EEB가 1.72인 반면 LBK는 2.06으로 높았으며, WEH는 0.45로 낮았다. 반면 EEB:WEH(1:1,

w/w) 혼합액에서는 1.06, LBK:WEH(1:1, w/w) 혼합액에서는 2.01, EEB:LBK:WEH(1:1:1, w/w) 혼합액에서는 1.71을 나타내었다. 한편 SOD유사활성은 LBK 24.32%, EEB 19.10%, WEH 17.94%이었으나 EEB:WEH(1:1, w/w)는 18.50%, LBK:WEH(1:1, w/w)는 26.94%, EEB:LBK:WEH(1:1:1, w/w)는 19.99%로 맛과 향을 향상시키기 위하여 상호 혼합한 액이 단일 추출물과 비슷하거나 오히려 높은 활성을 나타내었다. Goh 등(26)은 황기의 물추출물에서 SOD 유사활성은 27.5%라 하여 본 실험보다는 높은 활성을 나타내었으며, 재배연수가 증가할수록 활성 또한 증가한다고 하였다. Kang 등(23)은 전자공여능이 높을수록 환원력이 높다고 하였으나 EEB:LBK:WEH(1:1:1, w/w) 혼합액에서는 전자공여능이 다소 낮음에도 높은 환원력을 나타내었다. 따라서 EEB, LBK 및 WEH의 등량혼합물은 LBK보다는 환원력에서는 다소 낮은 값을 나타내나 소스가 지녀야 하는 맛과 향에 대한 개선능력이 높아 기능성 소스의 재료로서의 가치가 있다고 판단된다.

아질산염 소거능 및 지질과산화 억제효과

황기 및 홍국 추출 혼합물의 재료 및 농도별에 따른 아질산염 소거능 및 지질과산화를 억제하는 정도(TBARS, %)를 측정한 결과는 Fig. 3과 같다. 1% 농도에서의 아질산염 소거활성은 LBK와 EEB는 각각 74.92% 및 72.31%로 유사하였으며 WEH는 31.83%를 나타내었고, EEB:LBK:WEH(1:1:1, w/w) 혼합액은 70.04%, EEB:WEH(1:1, w/w) 및 LBK:WEH(1:1, w/w)는 각각 51.75% 및 57.86%로 EEB, LBK 및 WEH 등량혼합용액이 가장 높은 활성을 나타내었다. 지질산파 억제능(TBARS, %)은 EEB:LBK:WEH(1:1:1, w/w)가 69.30%, EEB:WEH(1:1, w/w)는 64.16%, LBK:WEH(1:1, w/w)는 54.50%를 나타내었다. Nitrite는 amine류와 반응하여 빌암물질인 N-nitrosamine을 생성하므로 아질산염 소거

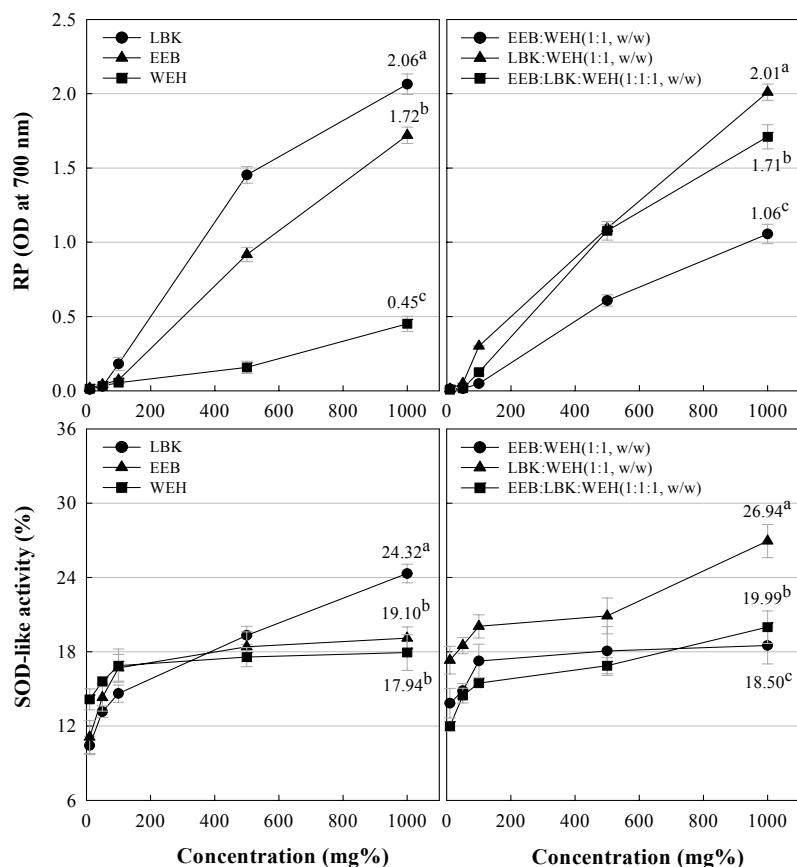


Fig. 2. Reducing power (RP) and superoxide dismutase (SOD)-like activity of *Hwangki* and *Beni-Koji* extracts and the mixture. Abbreviations: See Fig. 1. Values are mean±standard deviations of triplicate determinations. Different superscripts in the figure (a-c) indicate significant differences ($p<0.05$).

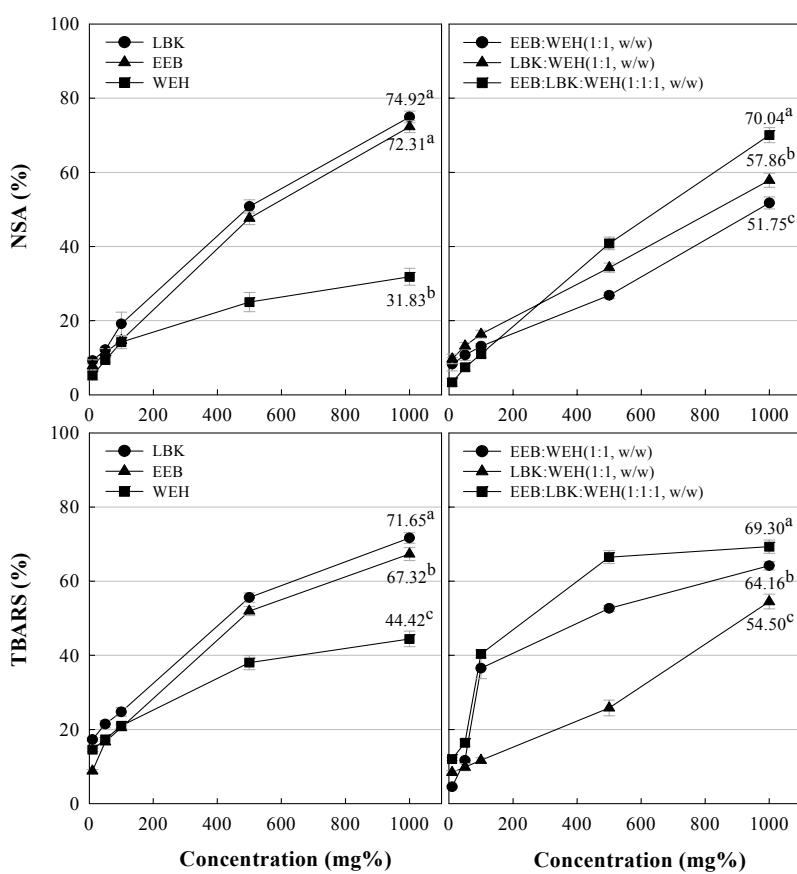


Fig. 3. Nitrite scavenging activity (NSA) and thiobarbituric acid reactive substances (TBARS) of *Hwangki* and *Beni-Koji* extracts and the mixture. Abbreviations: See Fig. 1. Values are mean±standard deviations of triplicate determinations. Different superscripts in the figure (a-c) indicate significant differences ($p<0.05$).

Table 1. Total polyphenol and flavonoid contents of *Hwangki* and *Beni-Koji* extracts and the mixture

Measurements	LBK ¹⁾	EEB ²⁾	WEH ³⁾	EEB:WEH (1:1, w/w)	LBK:WEH (1:1, w/w)	EEB:LBK:WEH (1:1:1, w/w)	(%, w/w dry basis)
Total polyphenol	3.98±0.07 ^{a4)}	3.61±0.05 ^b	3.02±0.04 ^e	3.23±0.06 ^d	3.46±0.02 ^c	3.38±0.06 ^c	
Total flavonoid	0.89±0.05 ^d	3.91±0.12 ^a	0.30±0.01 ^f	2.59±0.05 ^b	0.46±0.02 ^e	2.33±0.07 ^c	

¹⁻³⁾ Abbreviations: See Fig. 1.⁴⁾ Values are mean±standard deviations of triplicate determinations. Different superscripts within a row (a-f) indicate significant differences ($p<0.05$).

능은 항암작용을 간접적으로 알 수 있는 하나의 지표로 활용되고 있으며(27), TBARS는 지질과산화물의 분해로 생성된 aldehyde의 생성정도를 나타내는 지표로 수치가 높을수록 지질과산화물의 생성정도가 높음을 의미한다(28). Cha 등(29)은 홍국이 세포막의 지질과산화물 생성을 감소시킨다고 하였고, Toda 등(30)은 황기의 배당체와 사포닌이 지질과산화물의 축적과 조직의 과산화적 손상을 예방하며 성분 상호간의 작용에 의해서도 그 저해활성을 증가한다고 보고하였다. 따라서 항미개선과 항콜레스테롤 기능성을 부여하기 위하여 제조한 EEB, LBK 및 WEH의 등량혼합물은 이를 구성하는 개별 추출물에 비하여 대등하거나 오히려 높은 활성을 나타냄으로써 지질의 산화를 억제하는 기능과 동시에 항암작용이 있음을 간접적으로 시사한다. 그러나 아질산염과 지질산파 억제능은 LBK에서 높은 활성을 보이나 EEB와 비교해 볼 때 뚜렷한 차이는 보이지 않았고, LBK:WEH가 EEB:LBK:WEH보다 오히려 더 낮은 아질산염 소거능과 지질산파 억제능이 나타난 것은 황기나 홍국내의 한 종류의 성분이 아니라 여러 성분들이 복합적으로 작용하는 것으로 생각되며 이에 대한 연구는 계속적으로 진행되어야 할 것으로 생각된다.

총 폴리페놀 및 플라보노이드 함량

황기홍국 추출물 및 혼합에 따른 총 폴리페놀 및 플라보노이드 함량을 조사한 결과는 Table 1과 같다. 총 폴리페놀 함량은 건물기준으로 LBK는 3.98%(w/w), EEB는 3.61% (w/w), WEH는 3.02%(w/w)이었으며 LBK:WEH(1:1, w/w)에서는 3.46%, EEB:LBK:WEH(1:1:1, w/w)에서는 3.38%이었다. 총 플라보노이드 함량은 EEB(3.91%, w/w)가 LBK(0.89%, w/w) 및 WEH(0.30%, w/w)보다 현저하게 높았으며, EEB:WEH(1:1, w/w)에서는 2.59%, LBK:WEH(1:1, w/w)는 0.46%, EEB:LBK:WEH(1:1:1, w/w)는 2.33%로 품질향상과 항콜레스테롤 기능성을 목표로 제조한 EEB, LBK 및 WEH 등량 혼합물도 높은 함량을 나타내었다. 폐돌성화합물은 식물계에 널리 분포되어 있는 2차 대사산물의 하나로서 phenolic hydroxyl기를 가지므로 단백질 및 거대분자들과 쉽게 결합하여 항산화작용, 항혈전 작용, 고지혈증 및 지방간 억제 작용 등의 다양한 생리활성을 나타낸다(31). Zheng과 Wang(32)은 폴리페놀성 화합물 이외에도 기타 미지의 성분 및 이를 성분 상호간의 작용에 의해서도 항산화능은 증가한다고 하여 EEB, LBK 및 WEH의 등량혼합물에서

의 값이 증가한 본 연구결과와 유사하였다.

요약

홍국 70% 에탄올추출물(EEB)과 *M. pilosus* 배양여액(LBK) 및 황기 열수추출액(WEH)과 상호혼합액의 항산화 활성을 조사하였다. LBK, EEB 및 WEH 동결건조 분말의 수율은 32.17 g/L, 23.61 g/kg 및 196.33 g/kg이었다. 1%에서의 전자공여능은 LBK(82.67%)가 EEB(15.71%) 및 WEH (8.60%)보다 높았으며 EEB:WEH(1:1, w/w: EW)는 14.58%, LBK:WEH(1:1, w/w: LW)는 60.66%, EEB:LBK:WEH(1:1:1, w/w: ELW)는 20.42%이었다. 환원력은 전자공여능의 결과와 유사하였다. SOD 유사활성은 LBK(21.35%), WEH (17.94%) EEB(11.11%) 순이었으며, 혼합액에서는 EW 18.50%, LW 26.94%, ELW 18.25%이었다. 아질산염소거능은 LBK 74.92%, EEB 72.31%, WEH 31.83%, ELW 70.04%, LW 57.86%, EW 51.75%이었다. 지질산파 억제능은 LBK 71.65%, EEB 72.31%, WEH 31.83%, ELW 70.04%, LW 57.86%, EW 51.75%이었다. 총 폴리페놀 함량은 LBK 3.98% (w/w), EEB 3.61%(w/w), WEH 3.02%(w/w), LW 3.46%, ELW 3.38%이었다. 총 플라보노이드 함량은 EEB(3.91%, w/w)가 LBK(0.89%, w/w) 및 WEH(0.30%, w/w)보다 높았으며, EW 2.59%, LW 0.46%, ELW 2.33%이었다. 이상의 결과, 황기 및 홍국 추출물과 그 혼합물은 이를 구성하는 개별소재 추출물의 항산화능과 대등하거나 오히려 높은 활성을 나타냄으로써 식품의 기능성 증진용 소재로서의 활용이 기대된다.

감사의 글

본 연구는 지식경제부 지역산업기술개발사업(과제번호: 7006432)의 연구비 지원에 의해 이루어진 연구결과의 일부로 이에 감사드립니다.

문현

1. Hong JY, Choi YJ, Kim MH, Shin SR. 2009. Study on the quality of apple dressing sauce added with pine mushroom (*Tricholoma matsutake* Sing) and chitosan. *Korean J Food Preserv* 16: 60-67.
2. Baek NI, Kim YS, Kyung JS, Park KH. 1996. Isolation of

- anti-hepatotoxic from the root of *Astragalus membranceus*. *Kor K Pharmacogn* 27: 111-116.
3. Jung HS, Lee EJ, Lee JH, Kim JS, Kang SS. 2008. Phytochemical studies on *Astragalus* root (3): Triterpenoids and sterols. *Kor J Pharmacogn* 39: 186-193.
 4. Rios JL, Waterman PG. 1997. A review of the pharmacology and toxicology of *Astragalus*. *Phytother Res* 11: 411-418.
 5. Ryu MS, Kim EH, Chun MS, Kang SH, Shim BS, Yu YB, Jeong GJ, Lee JS. 2008. *Astragali Radix* elicits anti-inflammation via activation of MKP-1, concomitant with attenuation of p38 and Erk. *J Ethnopharmacol* 115: 184-193.
 6. Lin LZ, He XG, Lindermajer M, Nolan G, Yang J, Cleary M, Qiu SX, Cordell GA. 2000. Liquid chromatography-electrospray ionization mass spectrometry study of the flavonoids of the roots of *Astragalus mongholicus* and *A. membranaceus*. *J Chromatogr* 876: 87-95.
 7. Palo MA, Vidal-Adeva L, Maceda L. 1961. A study on angak and its production. *Philippines J Sci* 89: 1-22.
 8. Juzlova P, Martinkova L, Kren V. 1996. Secondary metabolites of the fungus *Monascus*: a review. *J Ind Microbiol* 16: 163-170.
 9. Par MZ, Yoon EK, Kim SD. 2002. Stability of pigment produced by *Monascus pilosus*. *Korean J Food Sci Technol* 34: 541-545.
 10. Kim EY, Rhyu MR. 2008. Antimicrobial activities of *Monascus* koji extracts. *Korean J Food Sci Technol* 40: 76-81.
 11. Kang MR, Kim JY, Hyun YJ, Kim HJ, Yeo HY, Song YD, Lee JH. 2008. The effect of red-yeast-rice supplement on serum lipid profile and glucose control in subjects with impaired fasting glucose or impaired glucose tolerance. *Korean J Nutr* 41: 31-40.
 12. Kiyoshi I, Yoshio M, Keisuke T, Nobukazu T, Sjpiocjo T, Sjorpi A, Makoto T. 1995. Effect of beni-koji extracts on blood pressure in primary hypertensive volunteers. *Jpn J Nutr* 53: 263-271.
 13. Yasukawa K, Takahashi M, Yamanouchi S, Takido M. 1996. Inhibitory effect of oral administration of *Monascus* pigment on tumor promotion in two-stage carcinogenesis in mouse skin. *Oncology* 53: 247-249.
 14. Watanabe T, Mazumder TK, Yamamoto A, Nagai S, Arimoto-Kobayashi S, Hayatsu H, Terabe S. 1999. A simple and rapid method for analyzing the *Monascus* pigment-mediated degradation of mutagenic 3-hydroxyamino-1-methyl-5H-pyrido[4,3-b]indole by in-capillary micellar electrokinetic chromatography. *Mutat Res* 444: 75-83.
 15. Inoue K, Shirai T, Ochiai H, Kasao M, Hayakawa K, Kimura M. 2003. Blood-pressure-lowering effect of a novel fermented milk containing γ -aminobutyric acid in mild hypertensives. *Eur J Clin Nutr* 57: 490-495.
 16. Kim JW, Kim SD, Youn KS. 2010. Effects of chicken treated with *Hwangki-Beni Koji* sauces on body weight, serum and hepatic lipid profiles of rats fed high fat and high cholesterol diets. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 39: 1270-1278.
 17. Blois MS. 1958. Antioxidant determination by the use of a stable free radical. *Nature* 181: 1199-1200.
 18. Saeedeh AD, Asna U. 2007. Antioxidant properties of various solvent extracts of mulberry (*Morus indica* L.) leaves. *Food Chem* 102: 1233-1240.
 19. Marklund S, Marklund G. 1974. Involvement of superoxide anion radical in the oxidation of pyrogallol and a convenient assay for superoxide dismutase. *Eur J Biol Chem* 47: 468-474.
 20. Kato H, Lee IE, Chuyen NV, Kim SB, Hayase F. 1987. Inhibition of nitrosamine formation by nondialyzable melanoidins. *Agric Biol Chem* 51: 1333-1338.
 21. Buege JA, Aust SD. 1978. Microsomal lipid peroxidation. *Methods Enzymol* 52: 302-310.
 22. Dewanto V, Wu X, Adom KK, Liu RH. 2002. Thermal processing enhances the nutritional value of tomatoes by increasing total antioxidant activity. *J Agric Food Chem* 50: 3010-3014.
 23. Kang YH, Park YK, Lee GD. 1996. The nitrite scavenging and electron donating ability of phenolic compounds. *Korean J Food Sci Technol* 28: 232-239.
 24. Jung TK, Kim MJ, Lim KR, Yoon KS. 2006. Moisturizing and anti-oxidation effect of *Astragalus membranaceus* root extract. *J Soc Cosmet Scientists* 32: 193-200.
 25. Aoshima H, Tsunoue H, Koda H, Kiso Y. 2004. Aging of whiskey increases 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl radical scavenging activity. *J Agric Food Chem* 52: 5240-5244.
 26. Goh EJ, Seong ES, Lee JG, Na JK, Lim JD, Kim MJ, Kim NY, Lee GH, Seo JS, Cheoi DS, Chung IM, Yu CY. 2009. Antioxidant activities according to peeling and cultivated years of *Astragalus membranaceus* roots. *Korean J Medicinal Crop Sci* 17: 233-237.
 27. Na GM, Han HS, Ye SH, Kim HK. 2004. Physiological activity of medicinal plant extracts. *Korean J Food Preserv* 11: 388-393.
 28. Chung JH, Ho JS, Moon CK. 1990. Direct interaction of streptozotocin with TBA (thiobarbituric acid) in lipid peroxidation analysis. *Korean J Food Hyg* 5: 237-242.
 29. Cha JY, Park JC, Ahn HY, Eom KE, Park BK, Jun BS, Lee CH, Cho YS. 2009. Effect of *Monascus purpureus* fermented Korean red ginseng powder on the serum lipid levels and antioxidative activity in rats. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 38: 1153-1160.
 30. Toda S, Yase Y, Shirataki Y. 2000. Inhibitory effects of *Astragali Radix*, crude drug in oriental medicines on lipid peroxidation and protein oxidative modification of mouse brain homogenate by copper. *Phytother Res* 14: 294-296.
 31. Duval B, Shetty K. 2001. The stimulation of phenolics and antioxidant activity in pea (*Pisum sativum*) elicited by genetically transformed anise root extract. *J Food Biochem* 25: 361-377.
 32. Zheng W, Wang SY. 2001. Antioxidant activity and phenolic compounds in selected herbs. *J Agric Food Chem* 49: 5165-5170.

(2010년 9월 3일 접수; 2010년 11월 29일 채택)