Korean J. Food & Nutr. Vol. 21. No. 4, 410～415 (2008)

THE KOREAN JOURNAL OF
한국식품영양학회지
FOOD AND NUTRITION

몇 가지 채소와 약용 식물을 이용하여 제조한 식물 복합 추출물의 영양학적 특성과 생리기능성

김현경 · 이은나 · 금종화* · †이종수

배재대학교 생명유전공학과, *대전보건대학 식품영양과

Nutritional Characteristics and Physiological Functionalities of Polyplant Extracts from Some Vegetables and Medicinal Plants

Hyun-Kyung Kim, Eun-Na Lee, Jong-Wha Geum* and †Jong-Soo Lee

Dept. of Life Science and Genetic Engineering, Paichai University, Daejeon 302-735, Korea

**Dept. of Food Nutrition, Daejeon Health Science College, Daejeon 300-711, Korea*

Abstract

The nutritional characteristics and functionalities of the polyplant extracts(PPE) from the extraction of various plants were assessed for the development of a new functional food. The PPE contained 42.95 g of glucose, 22.61 g of fructose, and 12.48 g of sucrose per 100 g of PPE as free sugar, and its reducing sugar contents was measured at 480.6 ㎎ per g of PPE. Among free amino acids, proline contents was the highest at 0.58 g per 100 g of PPE, and it contained only 12.65 ㎎ of malic acid and 6.92 ㎎ of tartaric acid per g of PPE as an organic acid. The antioxidant activity of PPE was the highest at 91.6%, whereas SOD-like activity and xanthin oxidase inhibitory activity, which are associated with anti-aging effects, were 21.6% and 9.3%, respectively. HMG-CoA reductase inhibitory activity was 10.0% and anti-dementia acetylcholinesterase inhibitory activity was quite low(5.1%).

Key words: polyplant extracts(PPE), nutritional characteristics, functionality.

서 론

최근 바이오 웰빙 시대의 시작과 더불어 우리나라도 고령화 시대에서 고령사회로 진입함에 따라 국민들의 건강에 대한 관심이 점점 고조되고 있고 건강 기능성 제품의 수요가 증가하고 있으며, 다양한 식물이 갖고 있는 생리기능성을 이용하여 각종 성인병을 예방할 수 있는 건강 기능성 식품의 개발에 관한 연구가 활발히 진행되고 있다. 특히 몇 가지 식물의 복합 추출물을 이용하여 제조되는 건강식품들은 많은 효소와 생리 활성 물질들을 함유하고 있으므로 새로운 생리조절 기능과 신진대사 기능의 촉진 및 각종 질병에 대한 예방효과가 커서 근래에 수요가 급증하고 있고, 국내외 시장규모도 확대되고 있다[1].

그러나 전 세계 건강 기능성 식품시장에서 우리나라는 약 1% 미만의 아주 적은 시장점유율을 보이고 있고 최근 각종 농산물 시장의 개방과 이를 극복하기 위한 국제 경쟁력 품목의 육성과 더불어, 고부가 가치의 건강 기능성 신제품의 개발과 동시에 안전한 식품 소재의 개발이 더욱 시급한 실정이다.

한편, 근래의 식생활은 생활 수준의 급속한 향상으로 인해 고지방과 고단백질이 함유된 육류와 인스턴트 식품 등 고칼로리 식품의 섭취가 증가된 반면에 채소 등 섬유질 식품의 섭취 감소 등의 잘못된 식생활과 스트레스, 또한 오염된 환경에서의 생활 등의 여러 가지 복합적 요인들로 인해 대장암과 유방암 등을 비롯한 각종 암과 대사 관련 질병이 조기에 발생하

† Corresponding author: Jong-Soo Lee, Dept. of Life Science and Genetic Engineering, Paichai University, Daejeon 302-735, Korea. Tel: +82-42-520-5388, Fax: +82-42-520-5388, E-mail: biotech8@pcu.ac.kr

기 시작하여 그 수가 크게 증가하였으며, 앞으로 더욱 증가될 것으로 전망된다.

이들 질병을 예방하기 위한 중요한 소재 중의 하나는 과채류이다. 최근 영국의 리즈대학 식품과학과 게리 윌리엄슨 교수가 선정한 장수를 위한 필수 식품 20가지에도 폴리페놀이 풍부한 사과, 블랙베리, 홍차, 블루베리, 브로콜리, 체리, 방울토마토, 산딸기, 크랜베리, 녹차, 오렌지, 복숭아, 자두, 포도, 양파, 시금치, 딸기 등의 과채류가 포함되어 있고, 과채류를 하루 5차례 이상 섭취하면 뇌졸중이나 심장병, 각종 암과 당뇨병 등의 예방에 큰 효과가 있으며, 여성의 경우 유방암 위험을 절반으로 줄일 수 있다고 알려지면서 이들의 섭취가 최근 증가하고 있다. 지금까지 채소류의 주요 생리기능성으로는 항산화 활성과 항암성, 항콜레스테롤 활성 등[2,3]이 있고, 산야채류의 항산화 활성과 생리기능성[4], 깻잎[5]과 대파[3,6]의 생리기능성, 무[3], 당근[7], 양파 첨가 딸기잼[8], 양파와 로즈마리, 타임의 생리기능성[9] 등이 있으며, 무청 추출물의 생리 활성[10]도 최근에 보고되었다. 그러나 이와 같은 채소류 각각의 생리기능성은 조사되었으나, 채소와 약용식물 등을 혼합하여 제조된 식물 복합 추출물에 대한 심혈관 질환 관련 생리기능성 등의 다양한 생리기능성은 체계적으로 연구되지 않았고, 이들의 물질 특성 역시 규명되지 않았다.

따라서 본 연구에서는 건강 기능성 식품 개발의 일환으로 먼저 우리들이 식용으로 자주 먹고 있으면서 생리기능성이 있다고 알려진 몇 가지 채소류와 약용식물을 선택하여 이들 식물 복합 추출물의 이화학적 특성과 영양성 및 심혈관 질환에 관련된 항고혈압성 엔지오텐신 전환효소 저해 활성과 혈전 용해 활성, HMG-CoA reductase 저해 활성과 항산화 활성 등의 생리기능성을 조사하였다.

재료 및 방법

1. 실험재료 및 식물 복합 추출물 제조

실험에 사용한 식물로서 무, 당근, 양파는 2007년에 국내에서 재배된 것을 재래시장에서 구입하여 사용하였다. 또한, 진피, 청피, 오매 등은 경동시장에서 구입하였고, 건조 무화과와 건조 살구는 삼호농업협동조합에서, 우롱차는 시중에서 구입하여 사용하였다.

무와 당근과 무화과는 분쇄하여 각각 20%, 25%, 5% 중량비율로 증류수 100 ㎖에 혼합하고 여기에 양파, 진피, 청피, 오매, 살구 등을 역시 분쇄한 후 각각 10% 중량비율로 첨가한 다음 100℃에서 2시간 추출한 후 감압농축하여 식물 복합 추출물을 제조하였다.

2. 식물 복합 추출물의 성분 분석

1) pH 및 당도

pH는 pH미터(DMS digital pH/ion meter, model DP-215)로 측정하였고, 당도는 brix 당도를 refractometer 당도계로 측정하였다.

2) 환원당 및 총당

환원당은 DNS법[11]으로 적정 농도로 희석한 시료를 사용하여 측정하였고, 총당함량은 시료를 염산으로 분해시킨 후 생성된 환원당을 정량하여 표시하였다.

3) 유기산, 유리당 및 아미노산 조성

Table 1의 기기분석 조건으로 시료중의 유기산과 유리당 및 아미노산 조성을 조사하였다.

Table 1. Operation condition of HPLC for determination of amino acid, organic acid and free sugars

	Amino acid	Organic acid	Free sugars
Instrument	Biochrom 30 (Biochrom Ltd., Uk)	Aliance XE system (Waters, USA)	
Column	U-1635 (4.6×200 ㎜)	Sodex RSpak KC-811	Carbohydrate analysis (3.9×300 ㎜)
Detector	-	RI(waters 2414, 35℃)	
Sample processor	MIDAS (Spark Holland B.V., Netherlands) Loop vol.; 100 ㎕ Injection vol.; 40 ㎕	-	-
Mobile phase	-	0.1% Perchloric acid	Acetonitrile : H_2O = 8 : 2
Flow rate	Buffer: 25 ㎖/h Ninhydrin: 20 ㎖/h	0.6 ㎖/min	1.3 ㎖/min
Oven temp.	-	45℃	30℃

4) 총 안토시아닌, 색도 및 갈변도

Morris 등[12]의 방법에 따라 먼저 시료액을 0.45 ㎛의 membrane filter로 여과한 후 pH를 측정하고, 동일 pH가 되도록 완충액으로 조절한 증류수로 10배 희석하여 분광광도계(CECIL 292 Digital Ultraviolet Spectrophotometer series 2)로 520 ㎚와 420 ㎚에서 흡광도를 측정하여 520 ㎚의 흡광도를 총 안토시아닌으로, 520 ㎚와 420 ㎚에서의 흡광도 합을 색도로, 520 ㎚에서의 흡광도와 420 ㎚에서의 흡광도 비율(A_{520}/A_{420})을 갈변도로 표시하였다. Hunter 색도는 색차계(Minolta CT-20, Japan)로 L값(명도), a값(적색도), b값(황색도)을 측정하여 표시하였다.

3. 생리기능성

항산화 활성(전자공여능)은 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl(DPPH)의 환원력을 이용하는 Blois의 방법[13]으로 측정하였다. 시료 200 ㎕에 DPPH 용액(DPPH 12.5 ㎎을 EtOH 100 ㎖에 용해) 800 ㎕를 가한 후 10분간 반응시키고 525 ㎚에서 흡광도를 측정하여 시료 무첨가 대조구와 활성을 비교하였다.

항산화 활성(%)=
[1－{A(시료구)－B(시료구 blank)}/C(대조구)]×100

SOD 유사활성은 Marklund 등의 방법[14]에 따라 시료액 20 ㎖를 가한 후 균질화하고 원심분리하여 얻은 상등액을 pH 8.2로 조정한 후 TCB를 사용하여 50 ㎖로 정용한 후 시료액으로 사용하였다. 시료액 950 ㎕에 50 ㎕의 24 mM pyrogallol을 첨가하여 420 ㎚에서 초기 2분간의 흡광도 증가율을 측정하여 시료액을 무 첨가구와 비교하였다.

SOD 유사활성(%)=[{A(시료구)－B(대조구)}/A(시료구)]×100

Xanthine oxidase 저해 활성은 다음과 같이 측정하였다. 0.1 M potassium phosphate buffer(pH 7.5) 600 ㎕에 1 ㎎/㎖로 녹인 시료 100 ㎕를 가하고 1 mM xanthine을 녹인 기질 용액 200 ㎕를 첨가하였다. 여기에 xanthine oxidase(0.2 U/㎖) 100 ㎕를 가하여 37℃에서 5분간 반응시킨 후 1 N HCl 200 ㎕를 가하여 반응을 정지시켰다. 이 때 12,000 rpm으로 10분간 원심 분리하여 단백질 제거 후 생성된 uric acid를 292 ㎚에서 측정하였다.

Xanthine oxidase 저해 활성(%)=
[1－{A(시료구)－B(시료구 Blank)/C(대조구)}]×100

Angiotensin I-converting Enzyme(ACE) 저해 활성은 Cushman 등의 방법[15]에 따라 다음과 같이 측정하였다. 즉, 시료액에 동일 용량의 ethylacetate를 처리하여 얻은 추출액 50 ㎕를 rabbit lung powder에서 추출한 ACE 용액 150 ㎕와 기질 용액(pH 8.3의 100 mM sodium borate 완충용액 2.5 ㎖에 300 mM NaCl과 25 ㎎ Hip-His-Leu을 용해) 50 ㎕와 섞은 후 37℃에서 30분간 반응시킨 다음 1 N HCl로 반응을 정지시켰다. 이 반응액에 유리되어 나오는 hippuric acid의 양을 228 ㎚에서 흡광도를 측정하여 산출하였고 시료 무 첨가구를 대조구로 하여 저해율을 구하였다.

ACE 저해 활성(%) =
[{C(대조구)－T(시료처리구)}/{C(대조구)－B(기질처리구)}]×100

HMG-CoA reductase 저해 활성은 다음과 같이 측정하였다[16]. 즉 50 mM 인산완충용액(pH 7.0) 100 ㎕, 2 mM DTT 100 ㎕, 0.5 mM β-NADPH 100 ㎕, HMG-CoA reductase 조효소액(pKFT 7-21 재조합 DNA를 갖고 있는 대장균 BL21(DE3)으로부터 생산) 50 ㎕에 0.3 mM HMG CoA 100 ㎕와 증류수에 10 ㎍/㎕로 녹인 시료 추출물 10 ㎕를 첨가하여 3분간 반응시킨 후 340 ㎚에서 흡광도의 변화를 분광분석기로 측정하였다. 이와 동시에 시료 대신 증류수를 가한 것을 대조구로 반응시킨 후 흡광도의 변화를 비교하여 다음과 같이 저해 활성을 계산하였다.

HMG-CoA 저해 활성(%)={1－(시료구/대조구)}×100

Acetylcholinesterase(AChE)은 Ellman법[17]을 사용하여 측정하였다. 0.1 M sodium phosphate buffer(pH 7.3) 110 ㎕를 넣고 효소인 acetylthiocholinesterase(0.8 U/㎖)를 30 ㎕를 넣은 후 발색시약인 5,5`-dithiobis-2-nitrobenzoic acid(DTNB)를 20 ㎕를 가하여 섞어준 후 기질인 acetylthiocholine chloride를 30 ㎕ 가하여 37℃에서 60분 동안 반응생성물인 5-thio-2-nitrobenzoate의 생성값을 415 ㎚에서 측정하였다.

AChE 저해 활성(%)={1－(시료구/대조구)}×100

혈전 용해 활성은 ㎕당 0.1 unit의 thrombin을 함유한 평판배지에 pH 7.0의 인산완충용액에 용해시킨 0.6%의 fibrinogen을 주입하여 고형화시켰다. 여기에 시료 25 ㎕를 함유한 paper disc를 놓고 37℃에서 6시간 반응시킨 후 투명환의 크기를 측정하여 혈전 용해 활성을 ㎜로 표시하였다[18].

결과 및 고찰

1. 식물 복합 추출물의 물리화학적 특성

몇 가지 식물 복합 추출물들의 물리화학적 성질을 조사한 결과 Table 2에서와 같이 pH는 4.62이었고, 총 페놀 함량은 24.36 ㎎/㎖로 무의 줄기와 뿌리의 단독 에탄올 추출물의 총 페놀 함량이 각각 0.272 ㎎/㎖와 0.206 ㎎/㎖이었다는 결과[10]보다 약 100배 높았다. 또한, 탁도(A_{660})와 갈변도지수(A_{420}/A_{520})는 각각 0.65와 1.76이었고, 색도에서 적색도를 의미하는 a값은 17.70, 황색도인 b값은 9.24로 적황색을 강하게 띄었다.

2. 식물 복합 추출물의 영양학적 특성

식물 복합 추출물의 영양학적 특성으로 총당과 유리당, 단백질과 아미노산 및 유기산 함량 등을 조사한 결과는 Table 3, 4와 같다.

총당과 환원당 함량은 각각 1,329 ㎎/㎖, 336.4 ㎎/㎖이었고, 유리당으로는 포도당이 42.95 g/100 g이었으며, 과당이 22.61 g/100 g, 설탕이 12.48 g/100 g이었을 뿐 여타의 유리당은 검출되지 않았다. 또한, 단백질 함량은 24.6 ㎎/㎖이었고, 구성 아미노산을 분석한 결과 proline이 0.58 g/100 g, alanine이 0.25 g/100 g, arginine이 0.20 g/100 g 함유되어 있었으며, 그밖에도 aspartic acid, serine, glutamic acid, phenylalanine, valine, histidine 등을 함유하고 있었으며, 아미노산이 분해되어 생성된 암모니아가 0.70 g/100 g으로 많이 함유되어 있었다. 한편, 유기산으로는 오직 사과산이 12.65 ㎎/g, 주석산이 6.92 ㎎/g 함유되어 있을 뿐 다른 유기산들은 검출되지 않았다(data not shown).

3. 식물 복합 추출물의 생리기능성

1) 항산화 활성, SOD 유사활성과 Xanthine Oxidase 저해 활성

식물 복합 추출물의 생리기능성 중 노화에 관련된 항산화 활성은 91.6%로 매우 높았으나 SOD 유사활성은 21.6%, xanthine oxidase 저해 활성은 9.3%를 보여 낮았다(Table 5). 이와 같이 항산화 활성이 높은 것은 본 시료가 다양한 채소와 약용식물 복합 추출물이고 페놀 화합물들의 환원력이 클수록 전자공여능이 높았다는 강 등[19]의 보고와 Table 2에서와 같이 식물의 항산화력의 지표물질이 되는 총 페놀 함량이 매우 높았기 때문인 것으로 추정된다.

2) 심혈관 질환 생리기능성과 Acetylcholinesterase 저해 활성

식물 복합 추출물은 콜레스테롤 합성을 억제하는 항동맥경

Table 2. Physicochemical components of the polyplants extracts

pH	Total phenol (㎎/㎖)	Total anthocyanin (A_{520})	Color intensity ($A_{520}+A_{420}$)	Browning index (A_{420}/A_{520})	Turbidity (A_{660})	Hunter`s color value		
						L (Lightness)	a (Redness)	b (Yellowness)
4.62	24.34	0.84	2.33	1.76	0.65	5.40	17.70	9.24

Table 3. Total sugar, reducing sugar and free sugar content of the polyplants extracts

Total sugar (㎎/㎖)	Reducing sugar (㎎/㎖)	Free sugar(g/100 g)						
		Xylose	Fructose	Glucose	Galactose	Sucrose	Maltose	Lactose
1,329	336.36	n.d[1)]	22.61	42.95	n.d	12.48	n.d	n.d

1) n.d: not detected.

Table 4. Protein contents and amino acid composition of the polyplants extracts

Protein (㎎/㎖)	Amino acid composition(g/100 g)														
	Asp	Thr	Ser	Glu	Pro	Gly	Ala	Val	Ileu	Leu	Tyr	Phe	His	Lys	Arg
24.56	0.17	0.05	0.17	0.15	0.58	0.02	0.25	0.14	0.06	0.03	0.02	0.15	0.10	0.02	0.20

Table 5. Physiological functionalities of the polyplants extracts

Antioxidant activity(%)	SOD-like activity(%)	Xanthine oxidase inhibitory activity(%)	ACE inhibitory activity(%)	HMG-CoA reductase inhibitory activity(%)	AChE inhibitory activity(%)	Fibrinolytic activity(㎜)
91.6	21.6	9.3	n.d[1)]	10.0	5.1	n.d

1) n.d: not detected.

화성 HMG-CoA reductase 저해 활성과 항치매성 acetylcholinesterase 저해 활성이 각각 10.0%와 5.1%를 보였다(Table 5). 이 결과는 김 등[20]이 865 종의 각종 약용 식물 중 갈근의 에탄올 추출물이 77%의 HMG-CoA reductase 저해 활성을 보였고, 25 종의 식물 추출물들이 15% 이상의 활성을 보였다는 결과보다는 낮은 결과이었다.

항고혈압 활성과 혈전 용해 활성은 없었는데, 이것은 이들 기능성을 나타내는 물질이 대부분 펩타이드[21,22]로 알려져 있는 것으로 보아 식물체에는 단백질이나 펩타이드 물질이 적기 때문인 것으로 추정된다.

이상의 결과들을 종합하여 볼 때 본 식물 복합 추출물은 포도당과 단백질 함량이 비교적 높고 proline 등의 다양한 아미노산과 사과산 등의 유기산을 함유하고 있어 영양 측면에서 매우 우수하다고 사료된다. 또한, 심혈관질환이나 항치매성 활성 등은 약하였으나, 노화 억제에 관련된 항산화 활성 등은 매우 높았으므로 nutraceuticals로서 매우 부가가치가 높은 소재라 할 수 있으며, 현재 다른 생리기능성과 이들의 *in vivo* 실험을 수행하고 있다.

결 론

새로운 고부가 가치의 기능성 식품을 개발하기 위하여 다양한 식물을 이용하여 복합 추출물을 제조한 후 영양특성과 생리기능성을 조사하였다. 복합 식물 추출물은 유리당으로 100 g 당 42.95 g의 glucose와 22.61 g의 fructose 및 12.48 g의 sucrose를 함유하였고, 환원당은 g당 480.6 ㎎을 함유하고 있었다. 유리 아미노산 중에는 proline이 가장 많은 100 g당 0.58 g을 함유하였고, g당 12.65 ㎎의 사과산과 6.92 ㎎의 주석산을 함유하였다. 복합 식물 추출물의 생리기능성을 조사한 결과, 노화 억제에 관련된 항산화 활성이 91.6%로 가장 높았고, SOD 유사활성과 xanthine oxidase 저해 활성은 각각 21.6%와 9.3%를 보였다. 또한, 항고지혈성 HMG-CoA reductase 저해 활성은 10%을 보였으나, 항치매성 acetylcholinesterase 저해 활성은 5.1%로 낮았다.

감사의 글

본 연구는 2007년도 농촌진흥청 농림기술관리센타(ARPC)의 지원을 받아 수행되었으며 그 지원에 감사드립니다.

참고문헌

1. Sadaki, O. The development of functional foods and material. *Bio-industry*. 13:44-50. 1996
2. Han, SS, Lee, SY, Oh, DH, Kim, SH and Hong, JG. Development of beverages drinks using mountain edible herbs. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr*. 26:92-97. 1997
3. Ku, KH, Lee, KA and Kim, YE. Physiological activity of extracts from radish (*Raphanus sativus* L.) leaves. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr*. 37:390-395. 2008
4. Lee, SO, Lee, HJ, Yu, MH, Im, HG and Lee, IS. Total polyphenol contents and antioxidant activities of methanol extracts from vegetable produced in Ullung Island. *Korean J. Food Sci. Technol*. 37:233-240. 2005
5. Hyun, KW, Kim, JH, Song, KJ, Lee, JB, Jang, JH, Kim, YS and Lee, JS. Physiological functionality in *Geumsan perilla* leaves from greenhouse and field cultivation. *Korean J. Food Sci. Technol*. 35:975-979. 2003
6. Seo, GW, Cho, JY, Kuk, JH, Wee, JH, Moon JH, Kim, SH and Park, KH. Identification of antioxidative substances in *Allium fistulosum* L. by GC-MS. *Korean J. Food Sci. Technol*. 35:988-993. 2003
7. Park, Y, Park, SG, Ryu, JB and Park, S. Comparison of carotene and sugar contents of domestic and abroad carrot cultivars. *J. Sci. Technol*. 4:7-11. 1997
8. Kim, MY and Chun, SS. Effects of onions on the quality characteristics of strawberry jam. *Korean J. Soc. Food Cookery Sci*. 17:316-322. 2001
9. Chung, DO, Park, ID and Jung, HO. Evaluation of functional properties of onion, rosemary and thyme extracts in onion *Kimchi*. *Korean J. Soc. Food Cookery Sci*. 17:218-223. 2001
10. Jung, MS, Lee, GS and Chae, HJ. *In vitro* biological activity assay of ethanol extract of radish. *J. Korean Soc. Appl. Biol. Chem*. 47:67-71. 2004
11. AOAC. Official Methods of Analysis. 15th ed., Association of Official Analytical Chemists. Washington DC. 1990
12. Morris, JR, Sistrunk, WA, Junek, J and Sims, CA. Effect of fruit maturity, juice storage and juice extraction temperature on quality of `Concord` grape juice. *J. Amer. Soc. Hort. Sci*. 111:742-745. 1986
13. Blois, MS. Antioxidant determination by the use of stable free radical. *Nature*. 181:1199-1200. 1958
14. Markland, S and Marklund, G. Involvement of the superoxide anion radical in the antioxidation of pyrogallol and a convenient assay for superoxide dismutase. *J. Eur. Biochem*. 47:469-474. 1974
15. Cushman, DW and Cheung, HS. Spectrophotometric assay and properties of the angiotensin-converting enzyme of rabbit

lung. *Biochem. Pharmacol.* 20:1637-1648. 1971
16. Kleinsek, DA, Dugan, RE, Baker, TA and Porter, JW. 2-Hydroxy-2-Methyglutaryl coenzyme A reductase from rat liver. *Meth. Enzymol.* 71:462-479. 1981
17. Lee, DH, Lee, JS, Yi, SH and Lee, JS. Production of the acetylcholinesterase inhibitor from *Yarrowia lipolytica* S-3. *Mycobiol.* 36:102-105. 2008
18. Fayek, K and El-Sayed, ST. Purification and properties of fibrinolytic enzyme from *Bacillus subtilis*. *Z. Allg. Mikrobiol.* 20:375-382. 1980
19. Kang, YH, Park, YK, Oh, SR and Moon, KD. Studies on the physiological functionality of fine needle and mugwort extracts. *Kor. J. Food Sci. Technol.* 27:978-984. 1995
20. Kim, HJ, Lee, DH, Hwang, YY, Lee, KS and Lee, JS. Characterization of β-hydroxy-β-methyglutaryl coenzyme A reductase inhibitor from *Pueraria thumbergiana*. *J. Agri. Food Chem.* 53:5882-5888. 2005
21. Koo, KC, Lee, DH, Kim, JH, Yu, HE, Park, JS and Lee, JS. Production and characterization of antihypertensive angiotensin I-converting enzyme inhibitor from *Pholiota adiposa*. *Kor. J. Microbiol. Biotechnol.* 16:757-763. 2006
22. Hyun, KW, Lee, JS, Han, JH and Choi, SY. Isolation and identification of microorganism with potent fibrinolytic activity from Korean traditional Doenjang. *Kor. J. Microbiol. Biotechnol.* 33:24-28. 2005

(2008년 10월 28일 접수; 2008년 11월 20일 채택)