

돌산 갖의 부위별 생리활성 작용의 비교

최명락 · 유은정 · 송상호 · 강동수* · 박종철** · 임현수[†]

여수대학교 생물공학과
*여수대학교 식품영양학과
**순천대학교 한약자원학과

Comparison of Physiological Activity in Different Parts of Dolsan Leaf Mustard

Myeong-Rak Choi, Eun-Jeong Yoo, Sang-Ho Song, Dong-Soo Kang*,
Jong-Cheol Park** and Hyun-Soo Lim[†]

Dept. of Biotechnology, Yosu National University, Yeosu 550-749, Korea

*Dept. of Food Science and Nutrition, Yosu National University, Yeosu 550-749, Korea

**Dept. of Oriental Medicine Resources, Suncheon National University, Suncheon 540-742, Korea

Abstract

Physiological activity in different parts of Dolsan leaf mustard (DLM) was investigated. To determine the physiological activity, DLM was crushed, filtered, centrifuged and then the supernatant was used as a sample. The sample was added into HepG2 (hepatocellular carcinoma, human, ATCC) culture broth by the concentration of 1%, 3% and 6%. By adding of improved root juice (20th day) with the concentration of 6%, the cytotoxicity against HepG2 was the highest about 78.2%. And antioxidative effects in different parts of DLM was measured by using the DPPH method. Antioxidative effects was higher in all leaves than other parts. In particular, antioxidative effects was the highest in leaves of traditional DLM at the 20th day of growth about 80.4%. In leaves of improved DLM at the 60th growth, angiotensin-I converting enzyme inhibitory effect was the highest about 94.0%. Consequently, there was not significant difference of physiological activity between improved and traditional DLM. However, the cytotoxicity against HepG2 was the highest in roots of DLM. And the antioxidative and the ACE inhibitory effect in leaves of DLM were higher than those of other parts.

Key words: cytotoxicity, antioxidative effect, angiotensin converting enzyme

서 론

갯(leaf mustard: *Brassica juncea*)은 십자화과에 속하는 경엽 채소류로 줄기와 잎은 열장 발효시켜 김치로 식용되고 씨(mustard seed)는 향신료로서 사용된다. 갯은 세계 전 지역에 분포되어 재배되고 있으며 용도에 따라 유료, 향신료, 채소용으로 다양하고 채소용 갯은 중국을 중심으로 아시아에서 재배되고 있다. 국내에서는 일본에서 육성된 '만생평경대엽'종이 전남 여수시 돌산 우두리 세구치 마을에 처음 도입되어 재배되기 시작하였는데, 해양성 기후와 토양의 환경영향으로 고품질의 갯을 다량 생산하고 있으며 타 지역으로 공급이 확대되고 있다(1,2). 갯의 성상은 십자화과의 1~2년 생 초본으로 배추와 비슷한 형상이며 잎 수는 8~9장으로 잎과 줄기가 두껍고 잎과 줄기에 가시가 없으며 잎의 색깔은 진한 녹색으로 잎 면에 약간의 주름이 있다. 갯은 품종 분류가 제대로 되어 있지 못하여 적 갯, 청 갯, 자색 갯, 밀 갯 등

4계통이 등록되어 있고, 그 일부 도입종이 재배되고 있다. 돌산 갯은 그 품질이 다른 지역의 갯에 비해 매운맛이 적으며 특유한 향이 있으며 방충망사 재배 방식으로 소량의 농약을 사용하는 등 우수하여 여수시의 특산품으로 지정되어 있다.

갯의 매운맛 성분은 휘발성 황황성분인 sinigrin으로 갯의 조직에 상처를 주면 myrosinase의 작용에 의해 allylisoithiocyanate가 유리되면서 매운맛이 난다. 유리된 성분들은 효모, 곰팡이, 각종 박테리아 등에 대해 항균력이 있어서 갯김치로 제조시에 미생물 군에 항균작용을 하여 갯김치의 발효를 지연시켜 저장성을 높여주며(3) 철, 인, 칼슘, 칼륨 및 조단백질의 함량이 높아 무기질의 공급원이 되고(4) 특히 비타민 A의 전구물질인 β -carotene, chlorophyll, ascorbic acid의 함량이 타 경엽 채소류에 비하여 많이 함유되어 있으며(5) 이러한 성분들은 항산화 활성을 가지고 있다고 보고되고 있다. 또한, 갯은 많은 양의 thiosulfates와 organosulfur 화합물을 함유하고 있으며, 이 화합물은 화학적으로 유도되는 종양을

[†]Corresponding author. E-mail: bplab@info.yosu.ac.kr
Phone: 82-61-659-3306. Fax: 82-61-659-3306

저해한다고 보고되었다(6). Kim 등(7)은 돌산 갯에서 분리한 4-decanol이 항돌연변이 효과가 있다고 하였고 Wattenberg 와 Loud(8)는 glucosinolate 중에서 indol-3-carbinol, indol-3-acetonitrile 및 3,3-diindolylmethane 등 화합물이 유방암과 위암 등의 증양을 억제한다고 보고하였다.

한편, 고혈압 발생을 억제하는 기작에서 ACE(angiotensin converting enzyme)의 저해는 혈관 수축 작용을 하는 angiotensin II의 생성을 막고 혈관 이완 작용을 갖는 bradykinin의 분해를 억제하기 위해서 필수적이다. ACE 저해제에 관한 연구는 수산발효식품, 된장, 녹차 등 주로 어류, 두류, 차류, 단백질 식품 등에 대한 연구(9,10)가 보고된 바 있다. 그러나, 십자화과 채소인 갯에 대한 연구는 미흡한 실정이다. 식물체에서 분리한 phenol화합물이 각종 세균, 효모의 생육 억제활성 및 효소 저해활성이 있음이 보고되었는데(11,12) 특히 십자화과 채소에는 glucosinolate, 페놀, 플라보노이드, 함황화합물이 풍부하게 함유되어 있다(13). 따라서 갯 즙액에서도 ACE에 대한 저해 효과가 예상된다. 최근에는 식품으로부터 천연적인 항암 및 항산화, 항균, 항돌연변이성 물질들을 찾고자 하는 노력이 계속적으로 진행되고 있으며, 일부의 채소, 과일, 곡류 및 해조류와 그의 발효식품들로부터 생리활성 물질들이 계속 발견되어지고 있다(7,8). 이런 측면에서 십자화과 경엽 채소인 갯(*Brassica juncea*)은 항암성 및 항산화성 등과 같은 다양한 생리활성 물질을 가질 것이라 기대된다. 그러나 전남의 특산물인 돌산 갯에 대한 연구는 일반 성분분석이나 함황 물질 관련 기능성 평가 등 매우 국한된 실정이며 부위별, 성장시기별의 기능성에 대한 검토는 전무한 실정이다.

따라서, 본 연구의 목적은 여수 돌산 갯의 부위별(뿌리, 줄기, 잎), 성장시기별 유용한 생리활성 작용의 변화를 고찰함과 아울러 식용으로 사용시 관능적으로 좀더 우수하다고 알려져 있는 개량종과 전통의 재래종 갯의 생리활성 작용도 비교 평가해 봄으로써 전남 특산물의 연구를 활성화하고 고부가가치의 기능성 식품의 개발에 기초적 자료를 제시하고자 함이다.

재료 및 방법

재료

전남 여천군 돌산 면에서 재배한 재래종과 개량종 돌산 갯(Dolsan leaf mustard, *Brassica Juncea*)중에서 2000년 가을에 파종하여 성장시기가 20일, 40일, 60일 된 것을 뿌리, 줄기, 잎으로 세절하여 나누고 재료로 사용하였다.

시료 조제

돌산 갯을 tap water로 2~3회 세척한 후 물기를 제거하고 잎, 줄기, 뿌리 부분으로 나누어 각각 세절한 후, 분쇄기(HMF-340, Haniil, Korea)로 분쇄하였다. 그 액을 다시 멸균된 거즈로 거른 후에 원심분리기로 4°C, 12,000 rpm에서 10분간 원심분리하고 상정액을 Whatman No. 4 여과지로 여

과하여 즙액을 실험에 사용하였다.

항암성 평가

세포 독성은 MTT assay(14)를 이용하여 측정하였다. 암 세포주로는 간암세포인 HepG2(Hepatocellular carcinoma, human, ATCC No. HB-8065) 세포를 10% FBS가 함유된 RPMI-1640(Sigma Chemical Co., USA)으로 5% CO₂ incubator(Model 3546, Forma Scientific, USA), 37°C에서 배양하였다. 배양된 세포를 96 well에 well당 1×10⁴ cells이 되도록 분주하여 24시간 동안 부착시키고 돌산 갯 시료를 최종 농도가 1, 3, 6%가 되도록 배지에 첨가하고 72시간 배양하였다. 여기에 인산생리식염수에 5 mg/mL의 농도로 조제한 MTT 용액 20 μL를 첨가하고 동 배양조건에서 4시간 더 배양하였다. 4시간 후에 isopropanol 150 μL를 넣어 불용성 formazan을 녹이고 microplate reader(Benchmark, Bioraq Co., Germany)로 570 nm에서 흡광도를 측정하여 암세포의 사멸성을 대조구(시료를 넣지 않은)와 비교하여(대조구의 흡광도-시료 처리구의 흡광도/대조구의 흡광도)×100의 값을 구하고 cytotoxicity(%)로 나타내었으며 모든 실험은 3회 반복한 평균 값으로 나타내었다.

항산화 활성 측정

항산화 활성 측정은 DPPH 방법(15)을 이용하였다. DPPH(*a, a'*-diphenyl-β-picrylhydrazyl) 16 mg을 100 mL 메탄올에 녹인 후 여기에 100 mL 증류수를 혼합하여 Whatman filter paper No. 2에 여과하였다. 이 여액 5 mL에 조제한 시료를 흡광도가 0.1에서 2 사이가 되도록 3차 증류수로 4배 희석하여 1 mL 혼합한 후 528 nm에서 흡광도의 감소를 측정하여 DPPH radical에 대한 소거 효과를 측정하였고, 시료 첨가구와 비 첨가구의 흡광도의 차이를 백분율로 환산하여 항산화 효과를 나타내었다. 모든 결과는 3회 반복 실험하여 얻은 결과를 평균값으로 나타내었다. 대조군은 기존의 합성 항산화제로 알려져 있는 BHA(2[3]-t-Butyl-4-hydroxy-anisole, Sigma Chemical Co., USA)로서 농도는 0.02%로 조제하여 비교하였다.

ACE 저해 활성 측정

ACE 저해 활성의 측정은 Cushman과 Cheung의 방법(16)을 변형하여 측정하였다. ACE(angiotensin converting enzyme, peptidyl dipeptide hydrolase, EC 3.4.15.1) 0.38 mg을 0.1 M sodium borate buffer(pH 8.3) 10 mL에 용해시켰으며 기질인 Hippuryl-His-Leu(HHL)은 0.1 M sodium borate buffer(pH 8.3)에 용해시켜 25 mM의 HHL 기질용액을 만들었다. 돌산 갯 시료는 흡광농도가 0.1에서 2사이가 되도록 3차 증류수로 4배 희석한 즙액 50 μL에 HHL용액 100 μL를 첨가하여 37°C에서 10분간 preincubation시켰다. 반응액에 ACE 용액 150 μL 가하고 다시 37°C에서 1시간 반응시켰다. 반응이 끝나면 0.5 N HCl 250 μL를 첨가하여 반응을 정지시키고 ethyl acetate 1.5 mL을 가하여 15초간 균질화하여 hippuric

acid를 추출한 후 2500 rpm에서 10분간 원심분리시켜 상정액 0.5 mL 취하였다. 이 상정액을 140°C에서 10분간 건조 후 1 M NaCl 3 mL을 가해 용해시켜 228 nm에서 흡광도를 측정하였고, ACE 저해 활성은 다음식에 따라 측정하였다: Inhibitory activity(%)=[(C-S)/(C-S')]×100, 이때, S는 sample의 흡광도, C는 control(sample 대신 증류수를 넣은 군)의 흡광도, S'는 sample 대조군(HCl에 의한 반응 정지 후 효소를 넣은 군)의 흡광도였다. 모든 실험은 3회 반복하였으며 그 평균값으로 나타내었다.

결과 및 고찰

갖의 부위별 즙액 첨가에 의한 항암성

갖 즙액의 부위별 첨가량은 최종농도가 1, 3, 6%가 되도록 첨가하였는데, 갖 즙액의 부위별 첨가에 따른 항암성(MTT법)은 Table 1과 같다. 첨가 농도가 증가할수록 항암 활성도 증가하는 것으로 나타나서 6% 첨가 시에 40일 자란 재래종 잎을 제외하고 모두 간암세포를 50% 이상 억제하였다. 성장기간이 20일인 갖 즙액 6% 첨가시의 부위별 항암성 결과는 재래종, 개량종 모두 뿌리에서 각각 61.6, 78.2%로서 다른 부위에 비해 높은 활성을 나타내었고, 성장기간이 40일인 갖 즙액 6% 첨가 시 부위별 항암 활성으로서 재래종 뿌리에서 55.2%로서 가장 높은 활성을 나타내었으나 개량종에서는 잎에서 55.2%의 활성을 나타내었다. 성장기간이 60일인 갖 즙액 6% 첨가시의 항암 활성으로는 재래종 뿌리와 줄기에서 약 73%로서 높은 활성을 나타내었다. 따라서 갖 즙액의 종별, 성장 시기별, 부위별 항암 활성은 일관된 결과를 주지는 않았으나 뿌리에서 약간 높은 활성을 나타내었다. 최근 식물체의 전초나 잎 또는 뿌리로부터 천연 항돌연변이 물질을 찾으려는 시도가 계속되고 있으며 실제로 야채류, 과실류, 해조

류로부터 이들이 발견되고 있다(17). 특히 식물체의 뿌리에 관한 연구로서 야생식용식물의 휘발성 향기성분(18)에 대한 조사결과 다른 부위보다 뿌리에서 알데히드류, 케톤류, 알콜류가 수적, 양적으로 다량 함유되어 있으며, 양고추냉이 뿌리의 정유성분은 *Staphylococcus* 등에 대해 최소 증식저해농도가 0.003~0.4%라는 보고(19)도 있었고, 참취뿌리(20) 에탄올 추출물의 경우는 최저농도 0.25 mg/mL에서 항암 활성이 52%, 최고 1 mg/mL에서 81%의 항암 활성이 있었다고 보고되었다. 따라서 갖을 채소류로 사용할 시 뿌리는 전부 폐기되어 버리는 관점에서 볼 때 재사용에 대한 연구가 필요하리라 사료된다.

갖의 부위별 즙액 첨가에 의한 항산화 활성

성장 시기가 다른 갖 즙액의 부위별 첨가에 의한 수소 공여능(DPPH 법)에 의한 항산화성의 결과는 Table 2와 같다. 부위별 갖 즙액 시료는 흡광도가 0.1에서 2 사이가 되도록 3차 증류수로 4배 희석하여 1 mL 혼합한 후 528 nm에서 흡광도의 감소를 측정하였으며 시료 첨가구와 비 첨가구의 흡광도의 차이를 백분율로 환산하여 나타내었다. 그 결과 20일 자란 갖 액의 항산화 활성은 재래종 및 개량종 모두 잎에서 가장 뛰어난 활성을 나타내었다. 이는 Cho 등(21)의 보고에서도 21종의 식용식물의 부위별 MeOH Ex.의 항산화성 검색에서 참취잎, 머위잎, 쑥갓잎에서 특이적으로 높은 유리라티칼 소거 효과를 나타내었다고 보고하였는데, 본 실험에서도 항산화 활성이 줄기에 비해 잎에서 4.4~6.9배 높은 것으로 나타났다. 40일 자란 갖 즙액의 부위별 항산화 활성으로는 재래종 및 개량종 잎이 줄기에 비해 4.7~7.1배의 높은 항산화 활성을 나타내었고, 60일 자란 갖 즙액의 부위별 항산화 활성에서도 잎이 줄기에 비해 7.5~8.5배의 항산화 활성을 나타낸 것으로 나타났다. 따라서 갖 부위별 즙액의 항산화 활성에서 잎에서 항산화 활성이 우수하였으나 합성 항산화제인 BHA에 비해서는 상대적으로 약간 낮게 나타났다.

갖의 부위별 즙액 첨가에 의한 ACE 저해 활성

갖의 부위별 즙액 첨가에 의한 ACE 저해 활성은 Table 3과 같다. 20일된 갖 즙액의 부위별 ACE 저해 활성으로서 재래종, 개량종 모두 잎에서 각각 49.2%, 33.0%로 저해율이 높은

Table 1. The cytotoxicity against HepG2 by adding of different parts of DLM¹⁾ at various growing periods

Growth period (day)	Concentration (%)	Cytotoxicity (%) ²⁾					
		Traditional			Improved		
		Parts of DLM					
		Root	Stalk	Leaf	Root	Stalk	Leaf
20	1	9.8	21.8	12.4	7.1	1.9	7.1
	3	23.9	33.0	20.8	15.6	12.6	18.3
	6	61.6	58.4	51.6	78.2	53.1	68.1
40	1	9.9	21.6	19.6	19.2	21.7	20.0
	3	27.4	26.8	44.3	20.6	18.5	26.8
	6	55.2	52.6	44.3	49.7	53	55.2
60	1	23.3	39.9	28.3	12.2	8.7	10.7
	3	64.3	58.0	45.5	33.0	34.1	48.1
	6	72.7	73.4	68.0	58.6	63.5	53.9

¹⁾DLM means that Dolsan leaf mustard.

²⁾Cytotoxicity (%) was calculated as follows : Cytotoxicity (%) = [(C-S)/C×100].

Where C is the absorbance without sample, S is the the absorbance with sample. Each sample was run three times and the average was calculated as % cytotoxicity.

Table 2. The Antioxidative activity (%) by adding of different parts of DLM¹⁾ at various growing periods

Growth period (day)	Antioxidative activity (%) ²⁾						
	Traditional			Improved			BHA (0.02%)
	Parts of DLM						
	Root	Stalk	Leaf	Root	Stalk	Leaf	
20	11.0	11.6	80.4	13.7	16.4	72.6	89.7
40	5.6	15.9	74.4	4.6	10.8	76.9	89.7
60	15.4	10.3	77.4	11.8	7.7	65.6	89.7

¹⁾DLM means that Dolsan leaf mustard.

²⁾Each sample was run three times and the average was calculated as % antioxidative activity.

Table 3. The ACE inhibitory activity (%) by adding of different parts of DLM¹⁾ at various growing periods

Growth period (day)	ACE inhibitory activity (%) ²⁾					
	Traditional			Improved		
	Parts of DLM					
	Root	Stalk	Leaf	Root	Stalk	Leaf
20	8.4	2.0	49.2	31.3	30.2	33.0
40	12.3	36.2	57.4	36.0	39.2	43.2
60	69.2	47.4	88.2	43.4	75.3	94.0

¹⁾DLM means that Dolsan leaf mustard.

²⁾The extent of inhibitory activity was calculated as follows: Inhibitory activity (%) = [(C-S)/(C-S')] × 100. Where S is the absorbance of the sample, S' is the absorbance of control sample and C is the the absorbance without sample. Each sample was run three times and the average was calculated as % ACE inhibitory activity.

것으로 나타났다. 한국산 녹차 잎 추출물의 경우 1 mg에서 74%, 2 mg에서 92%의 저해 효과(22)가 나타났다고 보고된 바 있는데, 본 연구에서도 다른 부위에 비해서 잎에서 ACE 저해물질이 더 많은 것으로 예상되며 여기에 관한 깊은 연구가 필요하리라 사료된다. 40일 자란 갓 잎 즙액의 경우 재래종, 개량종 각각 57.4%, 43.2%로 나타났으며, 60일 자란 갓 즙액의 부위별 ACE 저해율도 역시 잎에서 저해율이 가장 높았으며 특히 개량종 잎에서 94.0%라는 높은 억제 효과를 나타내었다. 국내외의 연구에 따르면 잎류가 여러 가지 생리활성 물질을 함유하고 있는 것으로 보고(23-28)된 바 있으며 페놀성 화합물과 탄닌의 함량은 품종, 숙성 시기 등에 의해 함량에 차이를 나타낸다고(29) 보고된 바 있는데 돌산 갓도 성장시기가 길어지면서 각종 생리활성 물질이 증가하여 ACE 저해율도 높아진 것으로 사료되나 추후에 성장 시기에 따른 생리활성 물질의 성분 분석에 대한 연구가 필요하리라 사료된다.

요 약

성장 시기에 따른 돌산 갓의 부위별 즙액 첨가에 의한 생리기능성을 연구하였다. 생리기능성을 평가하기 위하여 돌산 갓을 분쇄하여 여과하고, 원심 분리하여 얻은 상등액을 여과하여 시료로 사용하였다. 세포독성 평가를 위한 돌산 갓 즙액의 농도는 1%, 3%, 6%로 조제하여 간암세포에 첨가하였다. 세포독성은 갓 즙액 6% 첨가 시에 성장기간이 20일인 갓의 개량종 뿌리에서 78.2%로 가장 높게 나타났다. DPPH 방법에 의한 항산화 활성 평가에서는 20일 자란 재래종 잎이 80.4%로서 가장 높게 나타났다. ACE 저해 활성으로는 60일 자란 갓에서는 개량종 잎이 94.0%로서 가장 ACE 저해율이 높은 것으로 나타났다. 따라서 돌산 갓의 부위별 첨가에 의한 생리기능성 평가에서 재래종과 개량종 사이에 큰 차이를 발견할 수는 없었으나 부위별로는 항암성은 뿌리에서, 항산화성과 ACE 저해율은 잎에서 비교적 활성이 높게 나타났다.

감사의 글

본 연구는 농림기술관리센터에서 시행한 2000년 농림기술 개발사업에 의하여 수행된 연구결과의 일부이며, 연구비 지원에 감사드립니다.

문 헌

1. Cho, Y.S., Park, S.K., Chun, S.S., Moon, J.S. and Ha, B.S. : Proximate, sugar and amino acid composition of Dolsan leaf mustard (*Brassica juncea*). *J. Korean Soc. Food Nutr.*, **22**, 48-52 (1993)
2. Cho, Y.S., Ha, B.S., Park, S.K. and Chun, S.S. : Contents of carotenoids and chlorophylls in Dolsan leaf mustard (*Brassica juncea*). *Korean J. Dietary Culture*, **8**, 153-157 (1993)
3. Lim, H.S., Yoo, E.J. and Choi, M.R. : Changes physiological activity of mustard leaf during its fermentation period. *J. Microbiol. Biotechnol.*, **10**, 43-47 (2000)
4. Park, S.K., Cho, Y.S., Park, J.R., Chun, S.S. and Moon, J.S. : Non-volatile organic acids, mineral, fatty acids and fiber compositions in Dolsan leaf mustard (*Brassica juncea*). *J. Korean Soc. Food Nutr.*, **22**, 53-57 (1993)
5. Gupta, K. and Wagle, D.S. : Nutritional and antinutritional factors of green leafy vegetables. *J. Agric. Food Chem.*, **36**, 472-475 (1988)
6. Cheigh, H.S. and Park, K.Y. : Biochemical, microbiological and nutritional aspects of *kimchi* (Korean fermented vegetable products). *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, **34**, 175-203 (1994)
7. Kim, J.O., Kim, M.N., Park, K.Y., Moon, S.H., Ha, Y.L. and Rhee, S.H. : Antimutagenic effects of 4-decanol identified from mustard leaf. *J. Korean Agric. Chem. Soc.*, **36**, 424-427 (1993)
8. Wattenberg, W. and Loud, W.D. : Inhibition of polycyclic aromatic hydrocarbon induced neoplasia by naturally occurring indoles. *Cancer Research*, **38**, 1410-1413 (1978)
9. Kim, S.B., Lee, T.G., Park, Y.B., Yeum, D.M., Kim, O.K., Byun, H.S. and Park, Y.H. : Characteristic of angiotensin I converting enzyme inhibitors derived from fermented fish product. *Bull. Korean Fish. Soc.*, **26**, 416-417 (1993)
10. Shin, J.I., Ahn, C.W., Nam, H.S., Lee, H.J., Lee, H.J. and Moon, T.H. : Fractionation of angiotensin converting enzyme (ACE) inhibitory peptides from soybean paste. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **27**, 230-234 (1995)
11. Fernandes, C.F. and Shahani, K.M. : Anticarcinogenic and immunological properties of dietary. *J. Food Prot.*, **53**, 704-707 (1990)
12. Park, K.Y., Baek, K.A., Rhee, S.H. and Cheigh, H.S. : Antimutagenic effect of *kimchi*. *Foods Biotech.*, **4**, 141-143 (1995)
13. Park, K.Y. : The nutritional evaluation, and antimutagenic and anticancer effects of *kimchi*. *J. Kor. Soc. Food Nutr.*, **24**, 169-182 (1995)
14. Green, L.M., Reade, J.L. and Ware, C.F. : Rapid colorimetric assay for cell viability : Application to the quantitation of cytotoxic and growth inhibitory lymphokines. *J. Immunological Methods*, **70**, 257-263 (1984)
15. Blois, M.S. : Antioxidant determination by the use of a stable free radical. *Nature*, **26**, 1199-1201 (1958)
16. Cushman, D.W. and Cheung, H.S. : Spectrophotometric assay and properties of the angiotensin converting enzyme of rabbit lung. *Biochem. Pharmacol.*, **20**, 1637-1648 (1971)

17. Morita, K., Hara, M. and Kada, T. : Studies on natural desmutagens-Screening for vegetable and fruit factors active in inactivation of mutagenic pyrolysis products from amino acids. *Agric. Biol. Chem.*, **42**, 1235-1238 (1978)
18. Lee, M.S. and Choi, H.S. : Volatile flavor components in various edible portions of capsella bursa-pastoris. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **28**, 822-826 (1996)
19. Seo, K.L., Kim, D.Y. and Yang, S.L. : Studies on the microbial effect of washabi extracts. *Korean J. Nutr.*, **28**, 1073-1077 (1995)
20. Hwang Bo, H.S. and Ham, S.S. : Antimutagenic and cytotoxic effects of *Aster scaber* root ethanol extract. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **31**, 1065-1070 (1999)
21. Cho, S.Y., Han, Y.B. and Shin, K.H. : Screening for antioxidant activity of edible plants. *J. Kor. Soc. Food Nutr.*, **30**, 133-137 (2001)
22. Cho, Y.J., An B.J. and Choi, C. : Inhibition effect of against angiotensin converting enzyme of flavan-3-ols isolated Korean green tea. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **25**, 238-242 (1993)
23. Lin, J.K., Juan, I.M., Chen, Y.L., Liang, Y.C. and Lin, Y.L. : Biochemical studies on the anticarcinogenesis of tea polyphenol. *Food Science and Industry*, **28**, 29-32 (1995)
24. Hyun, J.W., Lim, K.H., Shin, J.E., Sung, M.S., Won, Y.J., Kim, Y.S., Kang, S.S., Chang, I.M., Woo, W.S., Paik, W.H., Woo, E.R., Park, H.K. and Park, J.G. : Antineoplastic effect of extracts from traditional medicinal plants and various plants. *Kor. J. Pharmacol.*, **25**, 171-175 (1994)
25. Ikeda, I., Inasato, Y., Sasaki, E., Nakayama, M., Nagano, H., Takeo, T., Yayabi, F. and Sugano, M. : Tea catechins decrease micellar solubility and intestinal absorption of cholesterol in rat. *Biochim. Biophys. Acta*, **1127**, 141-146 (1992)
26. Weisburger, J.H. : Beneficial effects of tea in chronic disease prevention. *Food Science and Industry*, **28**, 2-10 (1995)
27. Yun, Y.P., Kang, W.S. and Lee, M.Y. : The antithrombic effects of green tea catechins. *J. Fd. Hyg. Safety.*, **11**, 77-80 (1992)
28. Ma, S.J., Ko, B.S. and Park, K.H. : Isolation of 3, 4-dihydroxybenzoic acid with antimicrobial activity from bark of *Aralia elata*. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **27**, 807-812 (1995)
29. Cuvelier, M.E., Richard, H. and Berset, C. : Comparison of the antioxidative activity of some acidphenols : structure-activity relationship. *Biosci. Biotech Biochem.*, **56**, 324-325 (1992)

(2001년 4월 16일 접수)