

## 식물자원으로부터 Angiotensin Converting Enzyme 저해활성 탐색

윤정식\* · 정병희\* · 김나영\*\* · 성낙술\*\*\* · 이현용\* · 이진하\* · 김종대\*†

\*강원대학교 바이오산업공학부, \*\*경희대학교 식품영양학과, \*\*\*농촌진흥청

### Screening of 94 Plant Species Showing ACE Inhibitory Activity

Jeong Sik Yun\*, Byung Hee Chung\*, Na Young Kim\*\*, Nak Sul Seong\*\*\*, Hyeon Yong Lee\*, Jin Ha Lee\*, and Jong Dai Kim\*

\*School of Biotechnology and Bioengineering, Kangwon National University, Chunchon 200-701, Korea.

\*\*Dept. of Food and Nutrition, Kyung Hee University, Seoul 130-701, Korea.

\*\*\*Crop Experiment Station, RDA, Suwon 441-100, Korea.

**ABSTRACT** : Angiotensin converting enzyme(ACE) belongs to the class of zinc protease and plays an important role in the regulation of blood pressure. In this experiment, we investigated the inhibitory activities of ninety four plant extracts on ACE. The extracts were prepared by water and refluxing with 70% and 100% methanol. Among the extracts, two plant extracts such as *Cassia tora*, *Persicaria cochinchinensis* Kitagawa showed more than 60% inhibitory activities, and *Foeniculum vulgare* Gaertner, *Scutellaria baicalensis* Georgl, *Caragana sinica* (Buchoz) Rehder, *Inula britannica* var. *chinensis* showed 45.2~49.7% inhibitory activities. Twenty eight plant extracts such as *Hemerocallis fulva* L, *Camptotheca acuminata* Decne, *Inula britannica* var. *chinensis*, *Xanthium strumarium*, *Polygonatum odoratum*, *Phellodendron amurense* Rupr, *Coix lachryma-jobi* var. *mayuen*, *Prunus ansu*, *Hibiscus mutabilis* L, *Trichosanthes kirilowii*, *Helianthus annuus*, *Juglans sinensis* showed 30.3~39.7% Inhibitory activities. These results suggest that plant extracts which contain high ACE inhibitory activities may be useful as anti-hypertension agents and to the treatment of hypertension.

**Key words** : angiotensin converting enzyme, hypertension, blood pressure

## 서 언

우리나라의 경우 식생활의 서구화와 급속한 노령인구의 증가추세에 따라 각종 만성 노인성 질환이 급속히 증가하고 있는 실정이다. 이들 노인성 질환중의 하나인 고혈압은 식품성분과 식생활에 밀접한 연관성이 있다는 것이 알려지면서, 그 치료와 예방을 위해 식생활 조절과 개선 및 고혈압 조절기능을 갖는 생리 활성 성분을 함유하고 있는 식물자원이나 식품성분에 관해 국·내외적으로 많은 연구가

이루어지고 있다. 한편 고혈압은 암과 같이 대표적 성인병의 하나로 알려지고 있으며 그 원인은 renin-angiotensin 계가 중요한 역할을 하고 있는 것으로 여겨지고 있으며 여기에는 angiotensin I converting enzyme [EC 3.4.15.1, ACE: peptidyl dipeptide hydrolase]이라는 효소가 관여하고 있는 것으로 알려져 있다. 생체중에 존재하는 불활성형의 angiotensin I 은 ACE에 의해 dipeptide가 떨어져 나감으로써 혈관벽 수축작용이 있는 angiotensin II로 전환되며 생체내 혈압강하인자인 bradykinin을 불활

† Corresponding author : (Phone) +82-33-250-6456 (E-mail) jongdai@Kangwon.ac.kr

Received July 22, 2003 / Accepted July 31, 2003

성화 시킴으로써 혈압이 상승하게 된다.

근래 들어 여러 가지 식품성분이나 식물자원 추출물은 생체조절 기능 중 혈압상승 원인의 하나인 angiotensin converting enzyme(ACE)에 대해 저해작용이 있다는 것이 알려지면서, casein(Maruyama *et al.*, 1989), zein(Miyoshi *et al.*, 1991), gelatin(Oshima *et al.*, 1979), 청주와 그 부산물인 술지케미(Saito, 1994), 정어리육(Matsufusi *et al.*, 1994), 가다랑어육(Kohara *et al.*, 1991)으로부터 peptide 성분이 밝혀진 바 있다. 또한 식품 중의 비peptide형의 ACE 저해물질로서 간장에서 nicotinamine(Kinoshita *et al.*, 1993)과 쌀겨에서 phytic acid(Saito *et al.*, 1992)가 밝혀진 바 있고, 식물류에서는 차(Hara *et al.*, 1987, Cho *et al.*, 1993), 생강, 오갈피, 오미자, 결명자, 모과, 대추(Do *et al.*, 1993)외에 본인 등이 전보에서(Choi *et al.*, 2002) 50여종의 식물 추출물을 대상으로 ACE 억제 활성을 보고한 바 있다.

본 연구에서는 94종 식물자원을 대상으로 혈압강하 소재로서의 이용가치를 알아보고자 이들 추출물에 대하여 고혈압 억제와 관련이 있는 ACE 억제활성을 추가 검색하여 보았다.

## 재료 및 방법

### 1. 재료 및 추출물의 조제

본 실험의 ACE 활성억제 검색을 위하여 사용한 100여가지 식물추출물은 농촌진흥청 작물시험장과 한림대실버생물산업기술연구센터로부터 제공받아 실험에 사용하였다.

### 2. 기기 및 시약

UV/Vis spectrophotometer는 Kontron uvicon 930을 사용하였으며 ACE calibrator 및 ACE 활성 시약은 sigma사의 kit를 사용하였다.

### 3. ACE 억제활성 측정

Angiotensin converting enzyme은 고혈압을 유도하는 효소이므로 이 효소의 억제활성을 측정하기 위해, 실험 전에 모든 반응물을 37℃로 유지시켜 놓은 후 37℃ 증류수 10 ml에 ACE reagent를 용해시키고 1 ml씩 취하여 effendorf tube에 넣었다. 여기에 농도별 생약 추출물(0.5 mg, 1 mg)과 증류수 1 ml로 녹인 ACE calibrator를 100 µl씩 첨가한 후 37℃에서 5분간 반응시켜 340 nm에서 흡광도를 측정하여 이것을 초기 A값으로 정하고 다시 5분 후에 측정된 흡광도를 최종 A값으로 하였다. 대조구로는 증류수 0.1 ml를 첨가하였다. ACE(U/L)값은 ACE calibrator의 흡광도 변화를 측정한 것으로 하였으며(Sweet *et al.*, 1980 ; Seiko *et al.*, 1996) ACE 억제 활성 계산은 다음

의 방법에 따라 2회 반복한 평균값으로 계산하였다.

$$\text{ACE 값 (U/L)} = \frac{(\text{Initial A} - \text{Final A})_{\text{test}}}{(\text{Initial A} - \text{Final A})_{\text{control}}} \times \text{Activity of ACE calibrator (50 U/L)}$$

$$\text{ACE 억제활성율 (\%)} = \left(1 - \frac{\text{ACE test}}{\text{ACE control}}\right) \times 100$$

## 결과 및 고찰

최근 경제발전에 따른 생활수준의 향상으로 식생활이 서구적으로 변화되어 만성 성인병이 증가함에 따라 고혈압의 발생도 증가추세에 있다. 고혈압은 우리 나라에서 암 다음으로 많이 발생하는 대표적 질환의 하나로 그 원인은 renin-angiotensin계가 중요한 역할을 하고 있는 것으로 여겨지고 있으며 여기에는 angiotensin I converting enzyme [EC 3.4.15.1, ACE: peptidyl dipeptide hydrolase]이라는 효소가 관여하고 있는 것으로 알려져 있다. 생체 중에 존재하는 불활성형의 angiotensin I은 ACE에 의해 dipeptide가 떨어져 나감으로써 혈관벽 수축 작용이 있고 angiotensin II로 전환된다. 이 물질은 강력한 혈관수축작용을 가지고 aldosterone의 분비를 촉진함으로써 물과 sodium의 배설을 억제하며, 또한 혈관이완작용을 갖는 bradykinin을 불활성화 시켜 혈압을 상승시키는 역할을 한다(Manjusri *et al.*, 1975). 본 연구에서는 전보에(Choi *et al.*, 2002) 이어 94종 식물추출물을 대상으로 혈압상승 원인의 하나인 angiotensin converting enzyme 저해활성을 측정하여 보았다. 그 결과 추출물의 농도가 1mg에서 60%이상의 높은 ACE 억제활성을 보인 식물은 털어귀(81.6%), 결명자(64.2%) 등의 2종이었으며, 이는 전보에서(Choi *et al.*, 2002) 확인한 11가지 식물류인 산뽕나무, 머위, 산부추, 돌나물, 꿀풀, 쇠비름, 마가목, 복분자, 속새, 감초, 창포보다도 높은 활성을 보였다. 40%이상의 ACE 억제 활성을 보인 식물은 금불초(49.7%), 골담초(49.4%), 황금(48.1%), 회향(45.2%) 등 4종으로 ACE 억제활성이 비교적 높게 나타났다. 또한 30~40%의 ACE 억제 활성을 보인 식물은 까마귀머루(35.5%), 부용(32.3%), 삼립국화(32.6%), 산비장이(33.2%), 산사나무(33.9%), 울무(34.8%), 제비꽃(37.1%), 진득찰(37.1%), 짚신나무(36.1%), 참죽나무(39.7%), 창질경이(33.5%), 컴프리(33.9%), 털냉초(39.7%), 하늘타리(39.4%), 해바라기(34.2%), 호두나무(39.4%), 회양목(30.6%), 희수(35.8%), 금불초(36.8%), 도꼬마리(34.8%), 두충나무(30.3%), 둥글레(35.2%), 방풍(33.5%), 산옥잠화(34.8%), 살구나무

**Table 1.** ACE Inhibitory effect of various medicinal plant extracts.

Scientific name	Korean name	Used part	ACE Inhibition Rate (%)
			Concentration (1 mg/mL)
<i>Cassia tora</i>	결명자	S, M*	64.2
<i>Teucrium veronicoides</i> Maximowicz	곽향	A, M*	28.1
<i>Rosa laevigata</i>	금앵자	F, M*	10.6
<i>Aristolochia contota</i>	마두령	F, M*	15.8
<i>Eryobotrya japonica</i> Lindl.	비파엽	L, M*	2.6
<i>Artemisia vulgaris</i> L.	애엽	L, M*	-5.5
<i>Prunus mume</i> S.	오매	F, M*	4.2
<i>Lithospermum erythrorhizon</i> S.	자초	R, M*	7.4
<i>Lycium chinense</i> Mill.	지골피	R, L, M*	14.5
<i>Eupatorium fortunei</i> Turcz.	벌등골나무	B, M	25.5
<i>Citrus unshiu</i>	청피	P, M*	1.9
<i>Amomum costatum</i> Roxb.	초과	F, M*	21.3
<i>Psoralea corylifolia</i> L.	파고지	F, M*	10.6
<i>Taraxacum mongolicum</i> H. Mazz.	포공영	A, M*	-22.3
<i>Eclipta prostrata</i>	한련초	A, M*	17.1
<i>Elsholtzia ciliata</i> (Thunb.) Hylander	향유	A, M*	25.8
<i>Schizonepeta tenuifolia</i> var. <i>japonica</i>	형개	A, M*	20.3
<i>Cassia tora</i>	결명자	T, M	26.5
<i>Sium suave walater</i>	개발나무	T, M	26.5
<i>Erigeron annuus</i> (L.) Pers.	개망초	A*, M	3.2
<i>Coniogramme intermedia</i> Hieron	고비고사리	L, M	22.3
<i>Sophora flavescens</i>	고삼	L, M	26.2
<i>Anemarrhena asphodeloides</i> Bunge	지모	A*, W	31.9
<i>Foeniculum vulgare</i> Gaertner	회향	L, M	45.2
<i>Camptotheca acuminata</i> Decne.	희수	A*, M	35.8
<i>Viola patrinii</i> DC.	흰제비꽃	A*, M	26.8
<i>Inula britannica</i> var. <i>chinensis</i>	금불초	A*, W	36.8
<i>Xanthium strumarium</i>	도꼬마리	T/L, W	34.8/28.7
<i>Belamcanda chinensis</i>	범부채	A*, M	21.9
<i>Eucommia ulmoides</i> Oliver	두충나무	L, W	30.3
<i>Polygonatum odoratum</i>	동글레	R, W	35.2
<i>Phellodendron amurense</i> Rupr.	황벽	L, M	33.5
<i>Artemisia argyi</i> Lev.	황해쑥	L/T, M	29/29.7
<i>Elaeagnus umbellata</i> Thunb.	보리수나무	B, L, M	15.8
<i>Equisetum arvense</i>	쇠뜨기	A*, M	20.6
<i>Vitex rotundifolia</i> L. Fil.	순비기나무	T, L, M	21.3
<i>Sedum middendorffianum</i> Max.	애기기린초	A*, M	24.8
<i>Abelmoschus esculentus</i> Moench	오크라	A*, M	28.7
<i>Hemerocallis fulva</i> L.	원추리뿌리	R/A*, M	34.2/33.2
<i>Coix lachryma-jobi</i> var. <i>mayuen</i>	울무	L, M	34.8
<i>Prunus ansu</i>	살구나무	L, W	39

L: leaves, S: seeds, R: roots, P: pericarps, F: fruits, B: branches, T: trunks, A: all, A\*: make an exception of roots, M\*: 70% methanol extracts, M: 100% methanol extracts, W: water extracts.

Table 1. (Continued)

Scientific name	Korean name	Used part	ACE Inhibition Rate (%)
			Concentration (1 mg/mL)
<i>Caragana sinica</i> (Buchoz) Rehder	골담초	T/L, M	21.6/49.4
<i>Impatiens balsamina</i> L.	봉선화	A*, M	26.8
<i>Aster ageratoides</i>	까실쑥부쟁	B, M	21.3
<i>Prunus padus</i> L.	귀룽나무	B, L, M	18.4
<i>Catalpa ovata</i> G. Don.	개오동	L, M	22.9
<i>Acanthopanax senticosus</i>	가시오갈피	B, M	28.7
<i>Inula britannica</i> var. <i>chinensis</i>	금불초	F, M	49.7
<i>Astilbe chinensis</i> var. <i>davidii</i> Franch.	노루오줌	A*, M	24.8
<i>Broussonetia kazinoki</i>	닥나무	L, M	13.9
<i>Commelina communis</i>	닭의장풀	A*, M	15.2
<i>Aralia continentalis</i>	맛두릅	T, M	17.4
<i>Xanthium strumarium</i>	도꼬마리	R, M	16.1
<i>Morus alba</i>	뽕나무	L, M	23.5
<i>Allium tuberosum</i> Roth	부추	A*, M	26.8
<i>Platycodon grandiflorum</i>	도라지	F, M	22.3
<i>Benincasa hispida</i> Thunb. Cogn.	동과	A*, M	21.6
<i>Hibiscus mutabilis</i> L.	부용	T, M	32.3
<i>Polygonatum odoratum</i>	둥글레	R/A*, M	21/24.8
<i>Trichosanthes kirilowii</i>	하늘타리	R, M	39.4
<i>Helianthus annuus</i>	해바라기	T, M	34.2
<i>Juglans sinensis</i>	호두나무	L, M	39.4
<i>Scutellaria baicalensis</i> Georgl	황금	A*/R, M	48.1/3.2
<i>Viola mandshurica</i>	제비꽃	A*, M	37.1
<i>Siegesbeckia glabrescens</i> Makino	진득찰	T/L, M	37.1/32.6
<i>Aristolochia contorta</i> Bunge	쥐방울덩굴	A*, M	30
<i>Agrimonia pilosa</i> Ledeb.	짚신나무	T, M	36.1
<i>Cedrela sinensis</i> A. Juss.	참죽나무	L, M	39.7
<i>Plantago lanceolata</i> L.	창질경이	A*, M	33.5
<i>Symphytum officinale</i> L.	컴프리	A*, M	33.9
<i>Rhododendron brachycarpum</i> D. Don.	만병초	A*, M	-11.9
<i>Albizzia julibrissin</i>	자귀나무	L, M	21.9
<i>Angelica acutiloba</i>	일당귀	A*, M	29
<i>Acorus gramineus</i> Soland	석창포	A*, M	20.6
<i>Chrysanthemum morifolium</i>	삼립국화	L, M	32.6
<i>Chataegus pinnatifida</i> Bunge	산사나무	L, W	33.9
<i>Cornus officinalis</i> S.	산수유나무	L, M	28.1
<i>Hosta lancifolia</i> Engl.	산옥잠화	A*, M/W	16.8/34.8
<i>Clematis apiifolia</i> A.P. DC.	사위질빵	L, M	12.6
<i>Prunus ansu</i>	살구나무	L, M	9
<i>Acanthopanax koreanum</i> Nakai	섬오갈피	B, M	23.2
<i>Cassia occidentalis</i>	석결명	Av, M	27.4
<i>Prunus mume</i> Siebold	매화나무	L, M	-23.2

L: leaves, S: seeds, R: roots, P: pericarps, F: fruits, B: branches, T: trunks, A: all, A\*: make an exception of roots, M\*: 70% methanol extracts, M: 100% methanol extracts, W: water extracts.

Table 1. (Continued)

Scientific name	Korean name	Used part	ACE Inhibition Rate (%)
			Concentration (1 mg/mL)
<i>Koelreuteria paniculata</i> Laxm.	모감주	L, M	18.7
<i>Buxus microphylla</i> var. <i>koreana</i> Nakai	회양목	L, M	30.6
<i>Ledebouriella seseloides</i> (Hoffm.) Wolff	방풍	R, W	33.5
<i>Acanthopanax koreanum</i> Nakai	섬오갈피	L, W/B, M	38.4/23.2
<i>Vitis thunbergii</i> var. <i>sinuata</i> (Regal) Rehder	까마귀머루	A*, M	35.5
<i>Physalis alkekengi</i> var. <i>francheti</i> (Masters) Hort.	파리	L, M	26.1
<i>Persicaria cochinchinensis</i> Kitagawa	털여뀌	T, M	81.6
<i>Veronicastrum sibiricum</i> var. <i>zuccarini</i> Hara	털냉초	T/L, M	32.6/39.7
<i>Ledebouriella seseloides</i> (Hoffm.) Wolff	방풍	A*, M	20
<i>Atractylodes ovata</i> Koidzumi	큰꽃삼주	F/T/R, M	8.7/23.9/21.3
<i>Serratula coronata</i> var. <i>insularis</i> Kitamura	산비장이	L, M	33.2

L: leaves, S: seeds, R: roots, P: pericarps, F: fruits, B: branches, T: trunks, A: all, A\*: make an exception of roots, M\*: 70% methanol extracts, M: 100% methanol extracts, W: water extracts.

(39%), 섬오갈피 (38.4%), 원추리 (39.7%), 지모 (31.9%) 등 28종이었다. 그 외 흰제비꽃, 황해쑥, 쥐방울덩굴, 자귀나무, 일당귀, 오크라, 애기기린초, 순비기나무, 쇠뜨기, 석창포, 석결명, 사위질빵, 산수유나무, 부추, 뽕나무, 봉선화, 보리수나무, 큰꽃삼주, 범부채, 벌등골나무, 모감주, 동과, 도라지, 땃두릅, 도꼬마리, 산옥잠화, 방풍, 둥글레, 닭의장풀, 닥나무, 노루오줌, 가시오갈피, 개오동, 귀룽나무, 파리, 까실쑥부쟁, 골담초, 고삼, 고비고사리, 개발나물, 결명자, 형개, 향유, 한련초, 파고지, 초과, 지골피, 마두령, 금앵자, 곽향 등 50여 종의 추출물은 10~30%의 낮은 ACE 억제 활성을 보였다. 한편 일부 식물에서는 부위나 추출용매에 따라 ACE 억제 활성이 다른 결과를 보였는데 골담초의 경우는 줄기에 비해 잎이 ACE 억제 활성이 높았으며 황금과 큰꽃삼주는 다른 부위에 비해 각각 뿌리 부위와 열매부위의 ACE 활성이 낮았다. 또한 산옥잠화의 경우는 메탄올 추출물보다 물 추출물이 ACE 활성이 약 2배 높은 결과를 보였다.

이상과 같이 94종의 식물추출물을 대상으로 검색한 ACE 저해 활성 결과는 앞으로 고혈압 예방에 유용한 활성 물질 개발의 기초 자료로서의 활용이 기대되며, 이를 위해서 ACE 저해 활성이 우수한 자원식물 추출물에 대한 유효성분의 확인과 동물 모델을 이용한 효능검증에 대하여 추가적인 연구가 있어야 할 것으로 사료된다.

## 요 약

94종 식물자원을 대상으로 혈압상승을 주도하는 효소인

angiotensin converting enzyme의 저해 활성을 검색하였다. 그 결과 추출물의 농도가 1mg에서 60%이상의 높은 ACE 억제 활성을 보인 식물은 털여뀌 (81.6%), 결명자 (64.2%) 등의 2종이었으며, 40%이상의 ACE 억제 활성을 보인 식물은 금불초 (49.7%), 골담초 (49.4%), 황금 (48.1%), 회향 (45.2%) 등 4종으로 ACE 억제 활성이 비교적 높게 나타났다. 또한 30~40%의 ACE 억제 활성을 보인 식물은 까마귀머루 (35.5%), 부용 (32.3%), 삼립국화 (32.6%), 산비장이 (33.2%), 산사나무 (33.9%), 율무 (34.8%), 제비꽃 (37.1%), 진득찰 (37.1%), 짚신나무 (36.1%), 참죽나무 (39.7%), 창질경이 (33.5%), 컴프리 (33.9%), 털냉초 (39.7%), 하눌타리 (39.4%), 해바라기 (34.2%), 호두나무 (39.4%), 회양목 (30.6%), 희수 (35.8%), 금불초 (36.8%), 도꼬마리 (34.8%), 두충나무 (30.3%), 둥글레 (35.2%), 방풍 (33.5%), 산옥잠화 (34.8%), 살구나무 (39%), 섬오갈피 (38.4%), 원추리 (39.7%), 지모 (31.9%) 등 28종이었다. 그 외 흰제비꽃, 황해쑥, 쥐방울덩굴, 자귀나무, 일당귀, 오크라, 애기기린초, 순비기나무, 쇠뜨기, 석창포, 석결명, 사위질빵, 산수유나무, 부추, 뽕나무, 봉선화, 보리수나무, 큰꽃삼주, 범부채, 벌등골나무, 모감주, 동과, 도라지, 땃두릅, 도꼬마리, 산옥잠화, 방풍, 둥글레, 닭의장풀, 닥나무, 노루오줌, 가시오갈피, 개오동, 귀룽나무, 파리, 까실쑥부쟁, 골담초, 고삼, 고비고사리, 개발나물, 결명자, 형개, 향유, 한련초, 파고지, 초과, 지골피, 마두령, 금앵자, 곽향 등 50여 종의 추출물은 10~30%의 낮은 ACE 억제 활성을 보였다.

앞으로 ACE 억제 활성이 높은 식물자원의 유효성분에 대

한 물질확인과 동물모델을 이용한 효능검증에 대하여 더 많은 연구가 있어야 할 것으로 사료된다.

## 사 사

본 연구논문은 2003년도 한국과학재단 지역협력연구센터사업(한림대 실버생물산업기술연구센터 R12-2001-007)의 지원에 의해 얻은 결과이며, 식물 추출물을 제공해 준 Biogreen 21 특용작물연구단에도 감사를 드립니다.

## LITERATURE CITED

- Choi GP, Chung BH, Lee DI, Lee HY, Lee JH, Kim JD (2002) Screening of inhibitory activities on angiotensin converting enzyme from medicinal plants. Korean J. Medicinal Crop Sci, 10(5) : 399-402.
- Cho YJ, Ahn BJ, Choi C (1993) Inhibition effect of against angiotensin converting enzyme of flavan-3-ols isolated Korean green tea. Korean J. Food Sci. Technol. 25(3) : 238-242.
- Do JR, Kim SB, Park YH, Kim DS (1993) Angiotensin- I converting enzyme inhibitory activity by the component of traditional tea materials. Korean J. Food Sci. Technol. 25(5) : 456-460.
- Hara Y, Matsuzakai T, Suzuki T (1987) Angiotensin- I converting enzyme inhibiting activity of tea components. Nippon Nogeikagaku Kaishi, 61(7) : 903-808.
- Kinoshita E, Yamakoshi J, Kikuchi M (1993) Purification and identification of and angiotensin- I converting enzyme inhibitor from soy sauce. Biosci. Biotech. Biochem. 57(7) : 1107-1110.
- Kohama Y, Oka H, kayamori Y, Tsujikawa K, Mimura T, Nagase Y, Satake M (1991) Potent synthetic analogues of angiotensin-converting enzyme inhibitor derived from tuna muscle. Agric. Biol. Chem. 55(8) : 2169-2170.
- Matsufusi H, matsui T, Seki E, Osima K, Nakashima M, Osima Y (1994) Angiotensin I converting enzyme inhibitor peptides in an alkaline protease hydrolysate derived from saridine muscle. Biosci. Biotech. Biochem. 58(12) : 2224-2245.
- Maruyama S, Miyoshi S, Kaneko T, Tanaka H (1989) Angiotensin I-converting enzyme inhibitory activities of synthetic peptides related to the tandem repeated sequence of a maize endosperm protein. Agric. Biol. Chem. 53(4) : 1077-1081.
- Manjusri D, Richard LS (1975) Pulmonary angiotensin converting enzyme. J. Biol. Chem. 250(17) : 6762-6768.
- Miyoshi S, Ishikawa H, Kaneko T, Fukui F, Tanaka H, Maruyama S (1991) Structures and activity of angiotensin-converting enzyme inhibitors in an  $\alpha$ zein hydrolysate. Agric. Biol. Chem. 55(5) : 1313-1318.
- Oshima G, Shimabukuro H, Ngasawa K (1979) Peptide inhibitors of angiotensin- I converting enzyme in digests of gelatin by bacterial collagenase. Biochim, Biophys. Acta. 566 : 128-147.
- Saito Y, Wanezaki(Nakamura) K, Kawato A, Imayasu S (1994) Antihypertensive effects of peptide in sake and its by-products on spontaneously hypertensive rats. Biosci. Biotech. Biochem. 58(5) : 812-816.
- Saito Y, Nakamura K, Kawato A, Imayasu S (1992) Angiotensin I converting enzyme inhibitors in sake and its by-products. Nippon Nogeikagaku Kaishi, 66(7) : 1081-1087.
- Seiko Y, kazumasa S, Gunki F (1996) Isolation of thermolysin peptides with angiotensive I Converting enzyme inhibitory activity. Biosci. Biotech. Biochem. 60(4) : 661-7663.
- Sweet CC, Ulm EH, Gross DM, stone CA (1980) A new class of angiotensin converting enzyme inhibitors. Nature, 288, 280.
- 金在河 (1986) 인삼이 항염증약 및 항고혈압약의 효과에 미친 실험적 연구. 전북대학교 박사학위논문.
- 白珍浩 (1998) 魚腥草 부위별 추출물의 항고혈압 생리활성 분석 및 화학성분에 관한 연구. 서울대학교 석사학위논문.
- 서광희 (1989) 마늘 추출물의 항고혈압 효과. 서울여자대학교 박사학위논문.
- 이은경 (1996) 해조중의 항고혈압 성분의 분리정제. 강릉대학교 석사학위논문.