

## 추출 용매와 분석 기법에 따른 된장의 유리아미노산 비교

강 옥 주  
경남대학교 식품영양학과

### Comparison of Free Amino Acids in Soybean Paste (*Doenjang*) by Different Extraction Solvents and Analytical Methods

Ok-Ju Kang  
Department of Food and Nutritional Science, Kyungnam University

#### Abstract

This work was conducted to obtain a rapid, accurate, and precise procedure for free amino acids analysis in Doenjang with HPLC-OPA (high performance liquid chromatography using-phthalaldehyde) and AAA (automatic amino acid analyzer) methods. Different sample extraction procedures among water, 0.1 M perchloric acid, and 0.1% meta-phosphoric acid were also compared. The optimal extraction solvent was 0.1% meta-phosphoric acid for both the HPLC-OPA and AAA methods. Good recoveries for glycine and methionine were observed using the 0.1% meta-phosphoric acid extraction with HPLC-OPA method. Method precisions (% relative standard deviation) for the free amino acids ranged from 1.62% to 8.27%, in which the HPLC-OPA method with water extraction showed the lowest value at 1.62%. Inhibition rates of the free amino acids in Doenjang were greatest with an addition of NaCl at a 1% concentration.

Key words : Doenjang, free amino acids, HPLC-OPA, AAA

## 1. 서 론

우리의 전통식품인 된장, 청국장, 고추장은 단백질과 지질의 우수한 공급원일 뿐만 아니라 여러 가지 생리적 활성을 지니는 기능성 인자를 함유하고 있는 것으로 밝혀지면서 현대인들의 각광을 받고 있다. 된장은 청국장, 간장 등과 함께 콩을 주원료로 발효, 숙성시킨 우리나라 대표적인 발효식품으로 단백질과 아미노산 함량이 높은 뿐만 아니라 저장성이 뛰어나며, 그 특유의 맛과 향을 지니고 있어 우리 조상들의 식생활에 널

리 응용되어 왔다(주현규 1981, Kim SH 와 Lee KA 2003). 이와 같이 기능적으로 우수한 된장은 발효로 인해 독특한 향미를 띠는데, 이는 된장의 숙성 과정에서 원료 단백질의 분해로 생성된 아미노산에 기인한다(Shin SY 등 1985, Park JS 등 1994, An HS 등 1987). 특히 된장의 맛에 영향을 미치는 유리아미노산 함량은 된장의 원료, 배합 비율, 저장 온도 및 기간 등에 따라 차이를 보여 된장의 품질을 결정하는 게 중요한 요인이 된다(Jeong JH 등 1998, Kim MJ 와 Rhee HS 1993).

일반적으로 유리아미노산의 분리 및 동정은 ion-exchange chromatography로 ninhydrin의 post-column 유도체화를 통해 분석된다(Bielig HJ와 Hofsommer HJ 1982). 그러나 이 방법은 분석 시간이 한 시간 이상 소요되고 검출 한계가 높아 불안정한 glutamine, asparagine, proline 등의 정량에는 검출 한계를 넘는 동시에 재현성이 낮은 단점을 지닌다(Haynes PA, 1991).

Corresponding author : Ok-Ju Kang, Department of Food and Nutritional Sciences, Kyungnam University, 449 Wolyoung-dong, Masan, Kyungnam 631-701, Korea  
Tel : 82-55-249-2235  
Fax : 82-55-244-6504  
E-mail : koj117@kyungnam.ac.kr

이러한 단점을 극복하기 위해서 근래에는 주로 pre-column 유도체와 reversed-phase HPLC를 이용한 분석법이 널리 행해지고 있다(Karin G와 Sunil K, 1999). 이 분석법은 과거의 post-column 유도체나 ion-exchange chromatography 분석법보다 감도가 높고 분석 시간이 짧은 장점을 지닌다(Bidlingmeyer BA 등 1987). 일반적으로 유도체로는 o-phthalaldehyde(OPA), 9-fluorenylmethylchloroformate (FMOC-Cl), phenylisothiocyanate (PITC), 1-fluoro-2,4-dinitrobenzene, 1-fluoro-2,4-dinitrophenyl-5-L-alanine amide, dansyl-chloride 등이 사용되었으나, 근래에는 주로 PITC, FMOC-Cl, OPA 등이 많이 사용된다(Antoine FR 등 1999, Fabiani A 등 2002, Brückner H와 Westhauser T 2003). 각각의 유도체는 장단점이 있으나 분석 기술의 발달로 점차 검출 감도가 향상되고 있다(González-Castro MJ 등 1997). 따라서 다양한 분석 기법 중 각 식품에 적합한 유리아미노산 분석을 위한 정확하고 신속한 분석 기법의 규명은 매우 의미 있는 일이며 또한 반드시 필요한 과정이다.

이에 본 연구에서는 우리의 전통 식품인 된장을 시료로 유리아미노산의 정확한 분석을 위해 추출 용매별로 HPLC-OPA와 아미노산 자동 분석기로 유리아미노산 함량을 분석하였다. 또한, 유리아미노산 분석 시 지방, 당, 염에 의한 간섭 정도를 파악하여 식품별 유리아미노산 분석의 신속성과 정확성을 규명하고자 하였다.

## II. 재료 및 방법

### 1. 재료

본 실험에 사용한 된장은 전통식품 품질기준을 충족하는 제품(재래식된장, 대상(주))으로 경남 김해시 소재의 마켓에서 구입하였다.

### 2. 추출

된장에 함유된 유리아미노산 추출 방법은 물 추출, 0.1 M perchloric acid 추출, 0.1% meta-phosphoric acid 추출법을 사용하였다. 시료에 증류수, 0.1 M perchloric acid, 0.1% meta-phosphoric acid 각각의 용매를 시료량의 10배로 넣고 잘 섞은 후 비등수욕상에서 가열하면서 3회 반복 추출하였다. 이 후 원심분리(Supra 22, Hanil science, Korea)로 4,000×g에서 15분간 분리하여

상층액만을 취하였다. 이때 증류수와 0.1% meta-phosphoric acid 추출 방법 시에는 ether를 이용하여 지방을 제거하는 단계를 추가하였다. 취한 상층액은 진공회전 감압장치(Rotavapor R-124, Büchi, Switzerland)를 이용하여 농축한 후 0.02 N 염산으로 용해하여 0.45 µm membrane filter로 여과한 다음, 분석시료로 사용하였다.

### 3. HPLC-OPA를 이용한 유리아미노산 분석

유리아미노산의 정량 분석은 분석 시 소요시간이 상대적으로 짧고 다른 방법에 비해 검도가 뛰어난 pre-column 유도체화 방법으로 역상칼럼을 이용하여 분리 후, auto-OPA법으로 검출하였다. HPLC(1100 Series, Agilent tech., Palo alto, CA, USA)의 분석 조건은 Table 1과 같으며, 17종의 아미노산 표준품(Alanine (Ala), arginine(Arg), aspartic acid(Asp), cysteine(Cys), glutamic acid(Glu), glycine(Gly), histidine(His), leucine (Leu), isoleucine(Ile), lysine(Lys), methionine(Met), phenylalanine(Phe), proline(Pro), serine(Ser), threonine (Thr), tyrosine(Tyr), valine(Val))과 OPA reagent, Borate buffer(50:50=0.2 M boric acid:0.2 M sodium hydroxide)는 Agilent technologies(Palo alto, CA, USA) 제품을 사용하였다.

### 4. 아미노산 자동 분석기(Automatic amino acid analyzer)를 이용한 유리아미노산 분석

효율적인 data 분석 비교를 위해 아미노산 자동 분

Table 1. HPLC operating conditions for free amino acids analysis in *Doenjang*

Items	Conditions		
Mobile phase	A: 40 mM Na <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub> (pH 7.8) B: ACN:MeOH:Water=45:45:10, v/v/v		
Column	ZORBAX Eclipse-AAA(4.6φ×150 mm)		
Column temperature	40°C		
Flow rate	2.0 mL/min		
Detector	340 nm and 450 nm		
Step	Time(min)	Eluent A (%)	Eluent B (%)
1	0	100	0
2	1.9	100	0
3	18.1	43	57
4	18.6	0	100
5	22.3	0	100
6	23.2	100	0
7	26	100	0

석기를 이용하여 유리아미노산 함량을 분석하였다. 아미노산 자동 분석기는 Biochrom 30 model(Biochrom, Cambridge, UK)을 이용하였고, column은 lithium column (4.6  $\Phi$ ×200 mm), buffer flow rate는 20 mL/h, reagent flow rate는 ninhydrin으로 20 mL/h로 분석하였다. 흡광도 측정은 440 nm와 570 nm에서 실시하였다.

### 5. 분석방법의 회수율 및 정밀성 측정

각 추출 방법에 따른 회수율을 비교하기 위해 분석 시 감도가 낮은 methionine과 glycine을 첨가하여 HPLC-OPA법과 아미노산자동분석기로 분석하였으며, 각각의 회수율은 첨가한 양에 대한 검출량의 백분율로 표시하였다. 분석 기법의 재현성을 알아보기 위하여 precision 값인 RSD(relative standard deviation %)를 산출하였으며, RSD는 표준 편차에 대한 평균값의 백분율로 나타내어 비교하였다.

### 6. 지방, 당, 염에 의한 유리아미노산의 저해 효과 측정

유리아미노산 분석 시 식품에 함유된 여러 영양소 중 지방, 당, 염에 따른 유리아미노산 함량의 저해 정

도를 측정하기 위하여 지방으로는 대두유(해표 식용유, (주)신동방) 1%, 당(Glucose anhydrous 99.5%, Fluka, Switzerland) 1%, NaCl 1%를 된장에 첨가하여 HPLC-OPA법과 아미노산자동분석기로 분석하였다.

## III. 결과 및 고찰

### 1. 추출 방법 및 분석기기별 유리아미노산 함량

된장의 유리아미노산 함량을 추출 용매에 HPLC-OPA법 및 아미노산 자동 분석기를 이용하여 분석 비교한 결과는 Table 2와 같다. 총 유리아미노산 함량은 0.1 M perchloric acid로 추출 후 HPLC-OPA 방법으로 분석한 경우 가장 낮은 함량인 404 mg%였으며, 0.1% meta-phosphoric acid로 추출 후 HPLC-OPA 방법으로 분석 시 총 유리아미노산 함량은 3,003 mg%로 분석되었다. 최고 감도와 최저 감도간의 차가 7배 이상 차이를 보여 분석기기 간에 차가 크게 두드러졌다. 한편, 아미노산 자동 분석기를 이용한 분석에서는 물 추출로 분석한 경우 총 유리아미노산 함량이 2,787 mg%로 가장 높았다.

17종의 유리아미노산은 추출 방법 및 분석기기에 따

Table 2. Free amino acids contents of *Doenjang* extracts prepared from different solvent types by HPLC-OPA and AAA methods (unit: mg %)

	Ref. <sup>1)</sup>	Water		0.1M perchloric acid		0.1% meta-phosphoric acid	
		AAA	HPLC-OPA	AAA	HPLC-OPA	AAA	HPLC-OPA
Asp	160	203±4.5 <sup>2)</sup>	ND <sup>3)</sup>	11±1.2	ND	202±5.5	186±2.3
Glu	570	496±5.0	433±4.9	47±2.3	ND	502±5.6	401±4.5
Ser	190	157±2.7	155±4.5	26±0.8	101±2.5	156±3.1	148±4.0
His	300	ND	13±2.6	ND	15±1.2	ND	14±2.3
Gly	120	75±0.8	72±3.8	29±0.7	69±2.1	75±0.5	68±3.3
Thr	140	142±1.5	103±6.1	26±0.7	ND	143±2.2	101±1.0
Arg	30	266±2.0	260±5.1	71±1.1	246±4.0	258±2.9	238±4.3
Ala	350	180±4.4	181±2.3	27±1.2	177±5.5	183±3.3	172±2.6
Tyr	80	109±3.8	168±2.0	15±3.5	99±3.6	108±3.2	97±2.5
Val	310	152±5.5	162±4.2	13±2.6	160±6.6	154±5.3	152±1.6
Met	70	52±0.7	58±1.5	7±0.9	58±4.0	35±1.1	54±1.9
Phe	200	205±1.3	229±3.3	35±2.1	207±2.0	208±1.8	205±2.8
Ile	220	151±1.3	150±2.6	15±1.9	145±3.6	154±0.9	143±2.5
Leu	380	325±2.5	368±2.9	32±2.4	351±3.6	329±4.5	327±3.1
Lys	340	311±4.2	252±5.5	50±1.7	245±4.5	314±5.6	237±4.0
Pro	270	168±3.3	183±4.2	ND	181±2.1	182±3.0	179±3.8
Cys	80	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Total	3,730	29,963.52	27,928.5	4,063.1	20,585.3	30,078.5	27,266.5

<sup>1)</sup> Park SK, Seo KI, Choi SH, Moon JS, Lee YH 2000

<sup>2)</sup> Mean±S.D.(n=8)

<sup>3)</sup> ND=not detected

라 함량간에 차이를 보였는데, 0.1 M perchloric acid로 추출 후 아미노산자동분석기를 이용하여 분석한 경우 aspartic acid, glutamic acid, threonine, cystine 등 4개의 유리아미노산 함량이 검출되지 않은 반면, 0.1% meta-phosphoric acid로 추출 후 아미노산자동분석기를 이용한 분석에서는 cystine만이 검출되지 않았다. Cystine은 행하여진 모든 분석법에서 검출되지 않았는데, Park 등(2000)이 시판 전통식 된장의 품질을 비교한 연구에서 15종의 시판 된장 중 cystine 함량이 검출되지 않은 제품 2종, 미량 검출된 제품 2종으로 발표하여 된장 제품별 차이인 것으로 판단된다. 시판 전통식 된장의 총 유리아미노산 함량(Table 2)은 본 연구 결과치보다 다소 높게 나왔으나, 각 시료간에 1.1~3.7배의 차이를 보여 시료에 따라 유리아미노산 함량 차이를 보였다.

추출 방법 및 분석기기에 따라 감도가 높은 유리 아미노산 종류도 차이를 보였는데, 물 추출 후 아미노산자동분석기로 분석한 경우에는 tyrosine, valine, methionine, phenylalanine, leucine, proline의 유리아미노산 검출량이 가장 높게 나왔다. 그리고 0.1% meta-phosphoric acid로 추출 후 HPLC-OPA로 분석한 경우 glutamic acid, threonine, alanine, isoleucine, lysine의 유리아미노산 함량 감도가 가장 높았다. 이를 통해 분석하고자 하는 유리아미노산의 종류에 따라 추출 방법 및 분석기기 선정이 이루어져야 정확한 분석이 행해짐을 알 수 있었으며, 분석 시 안정화를 위해서도 매우 중요한 요인이 됨을 알 수 있었다.

## 2. HPLC-OPA와 아미노산 자동 분석기의 회수율 및 재현성

추출방법 중 감도가 높았던 물 추출과 0.1% meta-phosphoric acid로 추출 후 HPLC-OPA법과 아미노산 자동분석기를 이용하여 회수율을 비교하였다. 유리 아미노산 중 비교적 검출 한계가 낮았던 glycine과 methionine을 중심으로 회수율을 분석한 결과는 Table 3과 같다. 회수율이 가장 높은 결과치를 도출한 방법

**Table 3. Recoveries for glycine and methionine in Doenjang by HPLC and AAA methods**

%	Water		0.1% meta-phosphoric acid	
	HPLC-OPA	AAA	HPLC-OPA	AAA
Glycine	108	86	109	86
Methionine	98	90	110	101

은 0.1% meta-phosphoric acid로 추출 후 HPLC-OPA법으로 분석한 것이었다.

분석 방법의 재현성을 알아보기 위하여 RSD(relative standard deviation, %)를 산출한 결과, 물 추출 후 HPLC-OPA법으로 측정된 경우 가장 정밀하여 평균 RSD가 1.62%였으며, 0.1% meta-phosphoric acid로 추출한 후 HPLC-OPA법으로 분석 시 RSD는 1.78%로 다음 순이었다. 시료를 물 추출 후 HPLC-OPA법으로 분석한 경우 RSD는 0.63~3.62%였던 반면, 아미노산자동 분석기를 통한 분석에서는 0.79~5.92%로 동일한 추출 방법에서도 분석기기에 따라 재현성에 차이를 보였다. 분석 기법 중 가장 저조한 재현성을 띤 방법은 0.1 M perchloric acid로 추출 후 HPLC-OPA 방법으로 분석한 경우로 RSD가 1.55~23.33%의 범위로 평균 8.27%로 유리아미노산 분석에 적합하지 않는 방법임을 시사하였다. 결과적으로 유리아미노산 분석을 위해 HPLC-OPA 분석기기를 이용할 경우, 물 추출이나 0.1% meta-phosphoric acid로 추출 시 비교적 정밀하고 회수율도 높은 방법임을 알 수 있었으며, 아미노산자동분석기를 이용하여 분석하고자 할 경우에는 0.1% meta-phosphoric

**Table 4. Precision(% RSD)<sup>1)</sup> for HPLC and AAA methods in free amino acids of Doenjang**

AA	Water		0.1M perchloric acid		0.1% meta-phosphoric acid	
	HPLC-OPA	AAA	HPLC-OPA	AAA	HPLC-OPA	AAA
Asp	2.22	ND <sup>2)</sup>	10.91	ND	2.72	1.24
Glu	1.01	1.13	4.89	ND	1.12	1.12
Ser	1.72	2.9	3.08	2.48	1.99	2.70
His	ND	20.0	ND	8.0	ND	16.43
Gly	1.07	5.28	2.41	3.04	0.67	4.85
Thr	1.06	5.92	2.69	ND	1.54	0.99
Arg	0.75	1.96	1.55	1.62	1.12	1.81
Ala	2.44	1.27	4.44	3.11	1.80	1.51
Tyr	3.49	1.19	23.33	3.64	2.96	2.58
Val	3.62	2.59	20.0	4.13	3.44	1.06
Met	1.35	2.59	12.86	6.90	3.14	3.52
Phe	0.63	1.44	6.0	0.97	0.87	1.37
Ile	0.86	1.73	12.67	2.48	0.58	1.75
Leu	0.77	0.79	7.50	1.03	1.37	0.95
Lys	1.35	2.18	3.40	1.84	1.78	1.69
Pro	1.96	2.30	ND	1.16	1.65	2.12
Cys	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Mean	1.62	3.55	8.27	3.11	1.78	2.86

<sup>1)</sup> Relative standard deviation (%) = (Standard Deviation / Mean) × 100

<sup>2)</sup> ND=not detected

acid로 추출하여 분석한 방법이 적절함을 알 수 있었다.

그러므로 된장의 맛 성분이자 유리아미노산 중 최대치인 glutamic acid와 된장의 갈변도에 영향을 미치는 lysine 함량 등(Cheigh HS 등 1990)을 상호 비교하고자 할 때는 물 추출에 의한 HPLC-OPA법이 정밀함을 시사하였다. 된장에 함유된 유리아미노산 중 비교 분석하고자 하는 유리아미노산의 종류에 따라 분석 방법을 다르게 적용함이 분석치의 정확성을 기하는 방법임을 알 수 있었다.

### 3. 유리아미노산 분석 시 지방, 당, 염에 의한 저해율

된장에 함유된 유리아미노산의 함량 분석 시 지방, 당, 염 등이 분석치에 미치는 영향을 알아보고자 대두유, glucose, NaCl를 된장에 각각 1% 농도로 첨가하여 유리아미노산 함량의 저해도를 살펴보았다. 즉, 된장에 함유된 유리아미노산 분석 시 가장 효율이 높은 추출법인 0.1% meta-phosphoric acid로 추출 후 HPLC-OPA법과 아미노산자동분석기로 분석하면서 지방, 당, 염이 유리아미노산 분석에 미치는 영향을 비교하였으며, 그 결과는 Table 5와 같다.

지방으로 첨가한 대두유 1%군에서는 유리아미노산

**Table 5. Inhibition rates from 1% soybean oil, 1% glucose, and 1% NaCl in free amino acids contents of Doenjang**

%	1% Soybean oil		1% Glucose		1% NaCl	
	HPLC	AAA	HPLC	AAA	HPLC	AAA
Asp	5.45	ND	-11.39	ND	-14.36	ND
Glu	4.38	-1.50	-13.35	-14.46	-15.54	-16.71
Ser	5.77	2.70	-10.90	-14.19	-13.46	-15.54
His	ND	35.71	ND	7.14	ND	0
Gly	5.33	4.11	-10.67	-10.29	-13.33	-11.76
Thr	3.50	0	-13.29	-15.84	-15.39	-14.85
Arg	6.59	0.84	-10.47	-14.71	-13.95	-13.87
Ala	3.28	2.33	-12.02	-16.28	-14.21	-12.79
Tyr	12.04	6.19	-12.96	-10.31	-14.81	-15.46
Val	3.25	3.95	-11.69	-15.79	-14.94	-15.79
Met	57.14	7.41	34.29	-18.52	28.57	-14.82
Phe	3.37	1.95	-12.5	-13.17	-16.35	-15.12
Ile	3.90	0.70	-12.34	-16.08	-16.23	-16.08
Leu	3.65	5.81	-12.16	-8.56	-15.50	-9.17
Lys	4.46	3.80	-12.74	-13.08	-15.92	-13.50
Pro	-1.10	0.56	-14.29	-13.41	-21.43	-13.41
Cys	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Mean	8.07	4.97	-9.10	-12.50	-12.46	-13.26

함량이 오히려 증가하여 HPLC-OPA법에서는 평균 8.07% 증가하였으며, 아미노산자동분석기를 이용하여 분석한 결과에서도 4.97% 증가하였다. 이는 지방의 첨가가 유리아미노산의 분리능과 검출 한계 상승에 도움이 되었기 때문으로 판단된다. 반면, 당과 염의 첨가는 유리아미노산 함량 분석 시 저해 효과가 나타나 glucose 첨가 시 HPLC-OPA를 이용한 분석치는 평균 9.1% 정도 감소하였으며, 아미노산자동분석기에서는 평균 12.5% 감소하였다. 유리아미노산 분석 시 가장 큰 저해율을 보인 NaCl 1% 첨가는 아미노산자동분석기로 분석 시 평균 13.26% 유리아미노산 함량의 감소를 가져왔다.

식품에 함유된 유리 아미노산은 영양적인 측면에서 뿐만 아니라 맛 및 기능적 기능을 지니기 때문에 그 분석의 정확성은 매우 중요한 의미를 지닌다. 따라서 식품에 함유된 타 물질의 간섭 효과를 정확하게 파악하고, 이를 분석 시 제거하는 전처리 기술 또한 분석의 정밀성을 위해 중요한 단계이다. 된장은 다른 어떤 요인보다 염에 의한 간섭 효과가 컸는데, 된장에 함유된 염 성분은 다른 식품보다 많이 함유되어 있기 때문에 염을 제거하는 전처리 단계는 유리아미노산 분석 시 중요한 의미를 지닌다. 그러므로 유리아미노산 함량 비교 연구 시 추출 방법 및 기기 분석의 선정뿐만 아니라 분석 과정에서 초래되는 간섭 효과를 최소화하기 위해 저해 물질을 파악하고 이를 제거하는 전처리 단계가 반드시 이루어져야 정확한 정량 및 정성 분석이 가능함을 알 수 있었다.

## IV. 요약

우리나라 전통식품인 된장의 품질평가에 영향을 미치는 유리아미노산의 분석 시 기존의 다양한 방법들 중 HPLC-OPA법과 아미노산자동분석기를 비교 평가한 결과, HPLC-OPA법이 더 정량적인 회수율과 재현성을 띠는 것으로 확인하였다. 된장의 추출은 0.1% meta-phosphoric acid로 추출 후 HPLC-OPA법으로 분석하는 방법이 가장 적합한 것으로 나타났고, 유리아미노산 함량은 분석 시 염과 당에 의해 저해되었다. 그러나 지방 첨가 시 유리아미노산 함량은 오히려 증가하여 지방이 유리아미노산의 분리능과 검출 한계를 소폭 상승시킴을 알 수 있었다. 이를 통해 분석 전처리 시 분

석의 효율성을 위해 다양한 방법이 응용 될 수 있으리라 생각된다.

## 감사의 글

본 연구는 2005년도 경남대학교 신진교수연구비 지원으로 이루어 졌습니다. 이에 감사드립니다.

## 참고문헌

- 주현규. 1981. 농산식품가공학. 선진문화사
- An HS, Bae Js, Lee TS. 1987. Comparison of free amino acids, sugars, and organic acids in soy bean paste prepared with various organisms. *Agric Chem Biotechnol* 30: 345-350
- Antoine FR, Wei CI, Littell RC, Quinn BP, Hogle AD, Marshall MR. 1999. Free amino acids in dark- and white-muscle fish as determined by o-phthalaldehyde precolumn derivatization. *J Agric Food Chem* 47(12): 5100-5107
- Bidlingmeyer BA, Cohen SA, Tarvin TL, Frost B. 1987. A new, rapid, high-sensitivity analysis of amino acids in food type samples. *J Assoc of Official AnaChem* 70(2): 241-247
- Bielig HJ, Hofsommer HJ. 1982. The importance of the amino acid. Spectrum in apple juices. *Flüssiges Obst* 49(2): 50-56
- Brückner H, Westhauser T. 2003. Chromatographic determination of L- and D-amino acids in plants. *Amino Acids* 24(1-2): 43-55
- Cheigh HS, Park KS, Moon GP, Park KY. 1990. Antioxidative characteristics of fermented soybean paste and its extracts on the lipid oxidation. *J Korean Soc Food Nutr* 19(2): 163-167
- Fabiani A, Versari A, Parpinello M. 2002. High-performance liquid chromatographic analysis of free amino acids in fruit juices using derivatization with 9-fluorenylmethylchloroformate. *J Chromatogr Sci* 40(1): 14-18
- González-Castro MJ, López-Hernández J, Simal-Lozano J, Oruña-Concha MJ. 1997. Determination of amino acids in green beans by derivatization with phenylisothiocyanate and high-performance liquid chromatography with ultraviolet detection. *J Chromatogr Sci* 35(4): 181-185
- Haynes PA, Sheumach D, Greig LG, Kibby J, Redmond JW. 1991. Application of automated amino acid analysis using 9-fluorenylmethyl chloromate. *J Chromatogr* 588(1-2): 107-114
- Jeong JH, Kim JS, Lee SD, Choi SH, Oh MJ. 1998. Studies on the contents of free amino acids, organic acids, and isoflavones in commercial soybean paste. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 27(1): 10-15
- Karin Gartenmann, Sunil Kochhar. 1999. Short-chain peptide analysis by high-performance liquid chromatography coupled to electrospray ionization mass spectrometer after derivatization with 9-fluorenylmethyl chloroformate. *J Agric Food Chem* 47(12): 5068-5071
- Kim MJ, Rhee HS. 1993. Studies on changes of taste compounds during soy paste fermentation (II). *Korean J Soc Food* 9: 257-260
- Kim SH, Lee KA. 2003. Evaluation of taste compounds in water-soluble extract of doenjang (soybean paste). *J Food Chem* 83: 339-342
- Park JS, Lee MY, Kim JS, Lee TS. 1994. Compositions of nitrogen compound and amino acid in soybean paste (Doenjang) prepared with different microbial sources. *Korean Food Sci Technol* 26: 609-615
- Park SK, Seo KI, Choi SH, Moon JS, Lee YH. 2000. Quality assessment of commercial Doenjang prepared by traditional method. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 29(2): 211-217
- Shin SY, Kim YB, Yu TJ. 1985. Flavor improvement of soybean pastes by the addition of *Bacillus iicheniformis* and *Saccaromyces rouxii*. *Korean J Food Sci Technol* 17: 8-14

(2006년 11월 28일 접수, 2007년 2월 16일 채택)