

## 각종 음식의 일부유리아미노산과 핵산관련물질에 관한 연구\*

변진원·황인경

서울대학교 가정대학 식품영양학과

### Study on free amino acids(glutamic acid) and nucleotide relating substances of various foods

Jin Won Pyun, and In Kyeong Hwang

Dept. of Food and Nutrition, Seoul National University

#### Abstract

This study was performed to analyze flavor components of foods, that is, total free amino acids, free glutamic acid(constituent of MSG) and nucleotide relating substances. Twenty-five foods popular to Korean were selected and prepared according to recipes of several cooking books.

The results were as follows;

In contents of total free amino acids, free glutamic acid and total nucleotide relating substances, similar patterns were shown. The foods which their major food stuffs were meat, fish and marine products and which a large amount of soy sauce were added to, tended to show high contents. On the other hand, although major foodstuffs had relatively high contents of those, foods added other many sub-foodstuffs had shown intermediate contents of those. Soups and watery noodles had low contents of those because of their large water amount. Especially, foods made of vegetables without addition of soy sauce showed low content of IMP

In foods various ratios of free glutamic acid to IMP were calculated. Thus, the proper usage of the chemical seasoning containing nucleotide at various contents should be considered for efficient flavor enhancing effect.

#### I. 서론

식품은 인간의 성장과 건강을 유지하기 위해 필요한 영양소를 공급하는 중요한 역할을 하지만 식품을 섭취

\* 본 연구는 1986년 주식회사 제일제당에서 제공된 연구비에 의하여 수행되었음.

할 때의 즐거움은 영양적인 면을 떠나 그 관능적 성질에 의하여 좌우되고 있다.

각 나라마다 음식의 맛을 향상시키기 위해 대표적으로 사용하는 고유의 조미료가 있는데, 우리나라는 고추·마늘·생강 등의 천연조미료와 장류가 그것이며 근래에는 식품산업이 발전됨에 따라 글루타민산나트륨(monosodium glutamate: MSG)과 핵산관련물질(5'-

IMP, 5'-GMP)이 개발되어 중요한 조미료로 쓰여지고 있다.

글루타민산나트륨과 핵산관련물질은 다같이 그 자체가 구수한 맛, 고기맛 등을 갖고 있으며<sup>1-5)</sup>, 최근에는 이 둘 사이에 풍미증진을 위한 효과적인 상승작용<sup>6-8)</sup>이 있음이 알려져 주목되고 있다.

식품에는 글루타민산과 핵산관련물질이 다양하게 들어 있고, 특히 동물조직에서는 사후 강직후 ATP로부터 IMP가 형성되어 그 함량이 높다. 또한 우리가 섭취하는 대부분의 음식은 여러가지의 조리방법·양념첨가 등에 따라 식품자체내의 함량과는 큰 차이를 보인다.

음식자체내의 정미성분외에도 음식의 맛을 증진시키기 위해 화학조미료를 첨가하는데, 이때 음식내의 성분을 고려하여 핵산관련물질이 많이 들어 있는 음식에는 핵산저함유 화학조미료를 첨가하거나, 핵산관련물질이 적게 들어 있는 음식에는 핵산고함유 화학조미료를 첨가한다면 상승효과를 크게 기대할 수 있음이 발표되고 있다<sup>9)</sup>.

그러므로 본 연구에서는 한국인이 즐겨 먹는 각종음식에 대해 맛에 관여한다고 일반적으로 알려진 총유리아미노산, MSG의 구성성분인 유리글루타민산과 핵산관련 물질을 분석하여 적정수준의 조미료 첨가에 대한 기초적인 자료를 제시하고자 하였다.

## II. 실험재료 및 방법

### 1. 실험재료

한국 사람이 즐겨 먹는 25가지 음식을 한국요리백과 사전에 비롯한 여러 요리책에 제시된 조리법으로 만들었으며<sup>10-14)</sup> 음식을 만들때 사용한 식품재료는 다음과 같다.

#### 1) 콩나물국

콩나물 200g	파 2뿌리	마늘 1쪽
물 7C	깨소금 1T	후추가루 1/8t
간장 1 1/2T	참기름 약간	

#### 2) 시금치 된장국

시금치 300g	멸치 50g	된장 100g
고추장 20g	파(중) 1뿌리	물 7C

#### 3) 쇠고기무우국

무우 100g	쇠고기 30g	큰파 20g
물 4C	국간장 2T	마늘 조금
참기름 조금		

#### 4) 닭곰탕

닭(중 1마리) 700g	감자 200g	파 40g
파다진것 1T	마늘다진것 1T	참기름 약간
소금 약간	물 8C	

#### 5) 미역국

미역 30g	쇠고기 100g	간장 맛보아서
기름 1t	물 6C	마늘 2쪽
깨소금 1t	후추가루 1/4t	파 2뿌리

#### 6) 조개국

대합 10개	물 5C	다시마 5cm
술 1T	소금 1t	파 2뿌리

#### 7) 된장찌개

된장 2T	두부 1/2모	호박 20g
꽃고추 2개	면실유 1T	붉은고추 1개
파 1/2뿌리	멸치 5개	물 2.5C
마늘 1쪽	고추가루 1t	

#### 8) 김치찌개

김치 800g	돼지고기 200g	파 20g
마늘 1쪽	참기름 1T	물 1C

#### 9) 동태찌개

동태(1마리) 500g	쇠고기 100g	고추장 1T
무우(중 1개) 500g	간장 1/2T	파 50g
마늘 10g	생강 5g	두부 150g
물 4C		

#### 10) 무우생채

무우 300g	절이는소금 1T	고추가루 2t
파다진것 2t	마늘다진것 1t	깨소금 1t
식초 2t	참기름 1t	설탕 1t

#### 11) 시금치나물

시금치 600g	간장 5T	참기름 2T
깨소금 3T	파다진것 3T	마늘다진것 3T

#### 12) 콩나물무침

콩나물 100g	청장 2t	깨소금 2t
참기름 2t	파다진것 2t	마늘다진것 1t

13) 김치

배추	30kg	무우	8개	파	32뿌리
마늘	48쪽	고추가루	4C	생강	16쪽
설탕	300g				

14) 깍두기

무우	12kg	파	400g	마늘	200g
고추가루	280g	생강	60g	설탕	280g
소금	240g				

15) 오징어볶음

오징어	300g	풋고추	3개	양파	1개
설탕	1T	고추장	2T	생강	3쪽
고추가루	1T	마늘	3쪽	간장	1T
깨소금	조금	참기름	조금		

16) 볶음밥

밥	4C	돼지고기	150g	새우살	100g
당근	$\frac{1}{2}$ 개	양파	1개	달걀	1개
표고	4개	파	1뿌리	기름	$\frac{1}{2}C$
생강	1쪽	간장	2T	소금	1t
완두	$\frac{1}{3}C$				

17) 파전

밀가루	2C	달걀	2개	실고추	약간
쇠고기	50g	실파	100g	부추	100g
홍합	100g	조개살	100g	굴	100g
소금	약간	물	1C		

18) 양념장

파	30g	간장	5T	물	5T
설탕	1T	깨소금	1T	고추가루	1T
마늘	2쪽	참기름	약간	실고추	약간
후추	약간				

19) 갈국수

국수	480g	애호박	100g	달걀	1.5개
쇠고기	100g	참기름	1t	간장	1T
깨소금	1t	후추가루	$\frac{1}{4}t$	파다진것	$\frac{1}{2}T$
마늘다진것	$\frac{1}{2}T$	물	8C	소금	1t

20) 돼지갈비찜

돼지갈비	1kg	표고	3개	석이	3조각
당근	80g	감자	80g	큰파	100g
계란	1개	간장	5T	정종	1T
생강즙	1T	참기름	1T	파	3T
마늘	$1\frac{1}{2}T$	후추가루	1t		

21) 설렁탕

사태	300g	양	150g	양지머리	300g
뼈도가니	$\frac{1}{2}$ 개	물	22C	파	100g
소금	약간	후추	약간	고추가루	약간
마늘·생강	통째				

22) 잡채

쇠고기	200g	당면	100g	석이	3조각
도라지	100g	당근	100g	표고	3장
느타리	5장	부추	150g	양파	150g
달걀	1개	돼지고기	50g	간장	$\frac{1}{4}C$
설탕	2T	참기름	3.5T	깨소금	1t
후추가루	$\frac{1}{2}t$	파	50g		

23) 탕수육

돼지고기	200g	달걀흰자	1개	밀가루	$\frac{1}{2}C$
양파	$\frac{1}{2}$ 개	당근	20g	오이	20g
생강	2쪽	면실유	2T	물	$1\frac{1}{2}$ 국자
설탕	4T	간장	2T	식초	2T
소금	1t	물녹말	3T		

24) 우동

국수(굵은것)	400g	해삼	4마리	새우	4마리
오징어(큰것)	1마리	굴	$\frac{1}{2}C$	조개살	$\frac{1}{2}C$
파	1뿌리	마늘	2쪽	소금	1T
간장	2T	설탕	1t	후추	$\frac{1}{4}t$
참기름	$\frac{1}{2}T$	물	8C		

25) 짜장면

중국면	6다발	오이	1개	양파	1개
감자	5개	달걀	2개	돼지고기(간것)	120g
된장	90g	생강	5g	파	1뿌리

스우프	60cc	설탕	3T	진간장	2t
술	1T				

실험에 사용하기 위해서 국 종류는 국물만 취했으며 그외의 음식은 각종 재료가 골고루 들어가도록 음식을 덜어내어 블렌더로 간 뒤 냉동저장하면서 실험에 이용하였다.

2. 실험방법

1) 총유리아미노산 분석

趙 등<sup>15)</sup>의 방법을 수정하여 시료내의 유리아미노산을 추출한 후 Friedman<sup>16)</sup>의 방법을 사용하여 정량하였으며 그 과정은 그림 1과 같다.

비색법에 의한 정량측정을 위하여 Double Beam Spectro meter(Shimadzu, UV 200)를 이용하였으며 570 nm에서 흡광도를 측정하였다.

표준곡선은 일련의 글루타민산용액을 위의 방법대로 처리하여 얻어진 흡광도를 사용하여 결정하였으며 이 표준곡선으로부터 시료의 유리아미노산함량을 계산하였다.

2) 유리글루타민산 분석

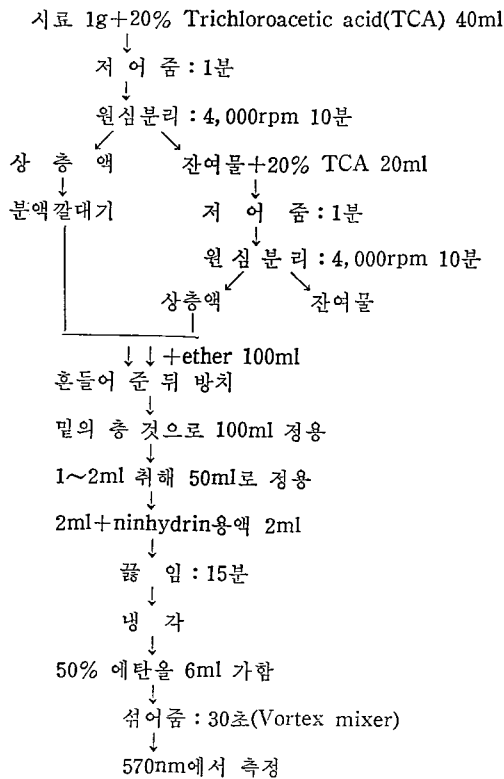


그림 1. 총유리아미노산의 분석과정

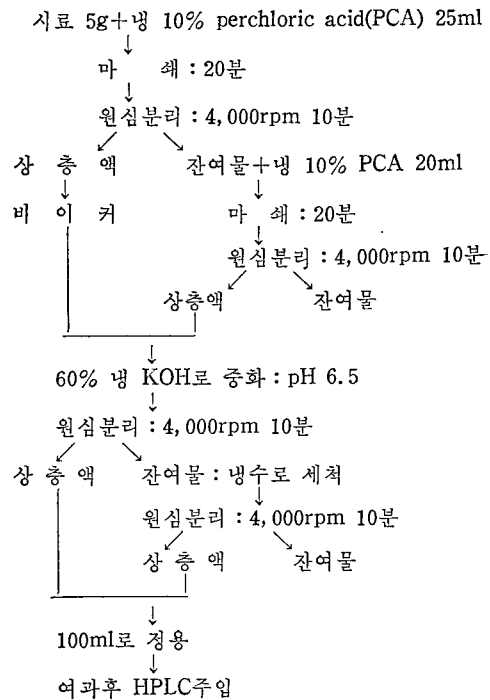


그림 2. 핵산관련물질의 분석과정

시료에 25% TCA(Trichloroacetic acid)를 가하여 단백질을 제거한 후, 얻어진 추출액을 글루타민산 디카복실라제(glutamate decarboxylase)를 이용한 글루타민산 자동분석기에 주입하여 분석하였다.

유리글루타민산함량은 얻어진 곡선의 면적을 표준용액의 것과 비교하여 계산되었다.

3) 핵산관련물질 분석

李 등<sup>17)</sup>의 방법과 成<sup>18)</sup>의 방법을 보완하여 그림 2의 과정에 의하여 핵산관련물질을 추출하였다.

추출액중에서 일부를 취하여 milipore filter(0.45μm)로 여과한 후 표 1과 같은 조건에서 고속액체크로마토그래피(HPLC)로 분석하였다.

표준물질로는 ATP·ADP·AMP·Inosine·Hypoxanth-

<표 1> 핵산관련물질의 분석을 위한 HPLC 조건

컬럼	μ-Bondapak C <sub>18</sub> (3.9mm i.d. × 30.0cm)
이동상	1% triethylamine·phosphoric acid (pH 6.5)
유속	1.0ml/min
차트지속도	1.0ml/min
검출기	UV detector(254nm)
온도	room temperature
주입량	25μl

〈표 2〉 각종 음식의 일부 유리아미노산과 핵산관련물질의 함량 및 함량비

시료	정미성분 (%)	총유리아미노산	유리글루타민산	핵산관련물질						유리글루타민산 IMP
				총핵산	Hypoxanthine	IMP	Inosine	AMP	ADP	
콩나물국	0.143	0.024	0.005	0.001	0.002	0.001	0.001	—	—	12.0
시금치된장국	0.476	0.015	0.020	0.004	0.010	0.002	0.002	—	0.002	1.5
쇠고기무우국	0.223	0.038	0.015	0.003	0.005	0.003	0.001	0.001	0.001	7.6
닭곰탕	0.178	0.015	0.024	0.005	0.006	0.010	0.003	0.001	0.001	2.5
미역국	0.130	0.007	0.011	0.003	0.003	0.005	—	—	—	2.3
조개국	0.239	0.048	0.015	0.001	0.003	0.001	0.007	0.001	0.002	16.0
된장찌개	0.404	0.049	0.023	0.003	0.006	0.003	0.002	0.004	0.006	8.2
김치찌개	0.334	0.045	0.019	0.004	0.009	0.002	0.003	—	0.001	5.0
동태찌개	0.591	0.051	0.068	0.009	0.028	0.020	0.005	0.005	0.001	1.8
무우생채	0.581	0.098	0.012	0.002	0.004	0.001	0.002	—	0.003	24.5
시금치나물	0.879	0.137	0.029	0.003	0.004	0.002	0.002	—	0.018	34.3
콩나물무침	0.608	0.075	0.016	0.003	0.003	0.001	0.004	—	0.005	25.0
김치	0.459	0.112	0.020	0.003	0.004	0.001	0.003	0.001	0.007	28.0
각두기	0.305	0.114	0.018	0.003	0.005	0.001	0.002	0.001	0.006	22.8
오징어볶음	1.700	0.127	0.089	0.031	0.015	0.018	0.016	0.008	0.001	8.5
볶음밥	0.427	0.030	0.024	0.008	0.006	0.003	0.003	0.004	0.001	5.0
파전	0.411	0.040	0.055	0.007	0.015	0.011	0.010	0.007	0.005	2.7
양념장	3.395	0.542	0.034	0.008	0.010	0.005	0.003	0.002	0.007	54.2
칼국수	0.144	0.031	0.009	0.002	0.003	0.003	0.001	—	0.001	10.3
돼지갈비찜	0.973	0.138	0.118	0.015	0.046	0.038	0.013	0.005	0.002	3.0
실링탕	0.492	0.005	0.014	0.003	0.006	0.003	0.002	0.001	—	0.8
잡채	0.460	0.100	0.042	0.006	0.019	0.006	0.006	0.004	0.001	5.3
탕수육	0.272	0.050	0.036	0.004	0.014	0.011	0.003	0.003	0.001	3.6
우동	0.287	0.056	0.007	0.002	0.002	0.001	0.001	—	0.001	28.0
짜장면	0.500	0.058	0.042	0.008	0.008	0.004	0.016	0.003	0.002	7.3

ine-IMP를 사용하였으며 각 표준물질에 대해 머무름 시간(retention time)과 표준곡선을 결정한 후 시료의 크로마토그램과 비교하여 각각을 확인 경량하였다.

### III. 결과 및 토의

각종 음식에 대한 총유리아미노산, 유리글루타민산, 핵산관련물질의 분석결과는 표 2와 같다.

본 실험에서 사용된 시료는 식품자체가 아니라 여러 가지 조리법에 의해 만들어진 음식이므로 첨가된 양념과 조리적 특성에 의해 식품재료에 의한 실험치와는 다른 양상을 보이고 있는 것도 있다.

#### 1. 총 유리아미노산

유리아미노산은 육류의 풍미성분의 전구체로 중요한 역할을 하며, 또 식품을 가열할 때 유리아미노산의 함량이 증가<sup>19)</sup>되어 풍미에 기여하는 바가 더 커진다.

25가지 시료에 대한 총유리아미노산의 함량은 3.395~0.130%로 다양하게 나타났다.

본 연구에서 얻어진 결과는 이전에 발표된 몇 개의 유사식품에 대한 보고<sup>19), 20)</sup>와 비교해 볼 때 일반적으로 다소 높은 값을 나타내었는데 이것은 가열에 의한 유리아미노산의 생성과 또 여러가지 양념첨가에 의한 것으로 생각된다.

총유리아미노산 함량에 의해 식품을 나눠보면, 양념장·오징어볶음·돼지갈비찜·시금치나물·동태찌개등

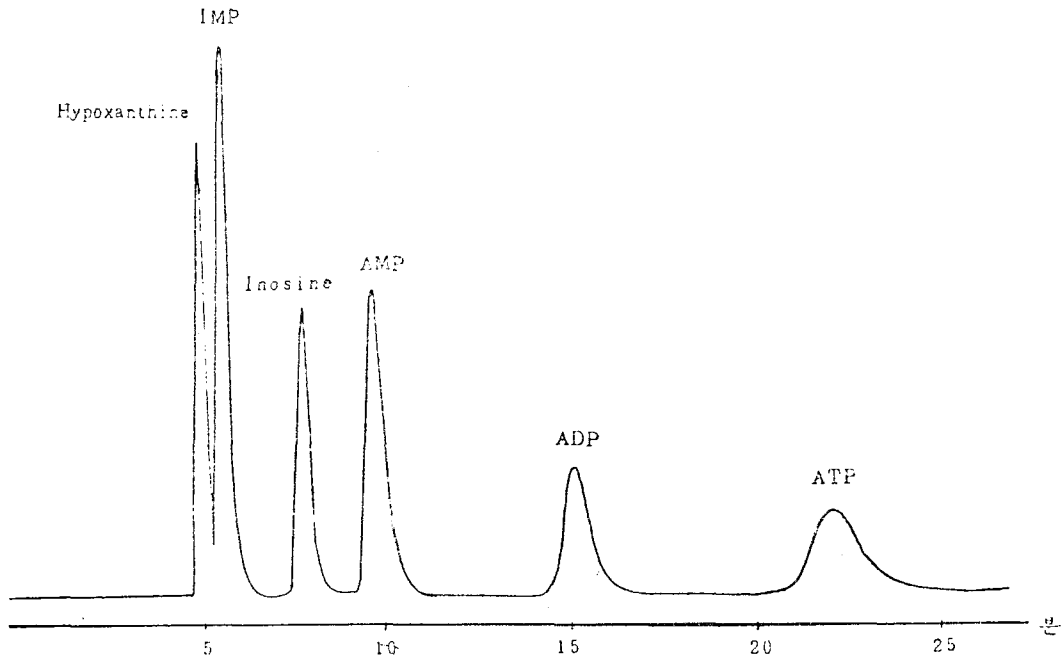


그림 3. 표준물질 혼합용액의 HPLC 크로마토그램

육·어류가 주재료인 음식과 간장이 많이 들어간 나물류가 높은 함량을 보인다. 또 시금치된장국·된장찌개·설렁탕은 유리아미노산의 함량이 많은 식품이 주재료이긴 하지만 국이라는 조리적 특성과 기타 부재료가 많이 들어간 이유로 중간 정도의 함량을 보이는 반면, 우동·조개국·쇠고기국·콩나물국·미역국등 국물이 많은 국종류와 물국수류는 희석효과로 인해 낮은 함량을 나타내었다.

## 2. 유리글루타민산

맛에 기여하는 아미노산의 하나로 특히 MSG의 성분이 되는 유리글루타민산의 함량은 0.542~0.005%로 역시 음식에 따라 다양한 값을 나타내었다.

본 실험에서 행한 음식내의 유리글루타민산함량은 식품중의 함량<sup>21, 22)</sup>과 비교해 볼 때 차이가 있는 것처럼 보이지만 이것은 음식의 조리적인 특성과 간장 및 그 외의 양념첨가로 인한 것이므로, 그 음식에 사용된 식품재료의 유리글루타민산함량에 대한 자료와 비교하면 같은 경향의 결과를 얻을 수 있었다.

양념장은 가장 높은 함량을 나타내었고, 식품자체내에 많은 양을 함유한 돼지갈비찜·오징어볶음과 간장이 많이 첨가된 시금치나물·콩나물무침등도 비교적 높은 함량을 나타내었다. 또 동태찌개·된장찌개등의 찌개류와 탕수육·파전등은 해산물·어육류가 많이 들어갔으나 기타 부재료로 인해 중간정도의 함량을 보였고

조리적 특성으로 인해 끓여진 국종류는 낮은 함량을 나타내었다.

대체적으로 재료의 유리아미노산함량은 많으리라 예상되지만, 조리할 때 간장이 들어가지 않아 유리글루타민산함량이 적게 나타난 동태찌개·설렁탕·시금치된장국·볶음밥등을 제외하면 총유리아미노산함량과 유리글루타민산함량의 크기는 유사한 경향을 보인다.

## 3. 핵산관련물질

표준물질 혼합용액의 크로마토그램은 그림 3과 같으며 그 순서는 Hypoxanthine·IMP·Inosine·AMP·ADP·ATP의 순이다. 본 실험에서 IMP와 GMP는 거의 분리되지 않고 동일 peak로 나타났으므로 GMP의 값을 IMP의 값에 포함하여 계산하였다. 그러나 식품에는 일반적으로 IMP의 함량이 GMP에 비해 월등히 많으므로 큰 오차는 없을 것으로 사료된다.

육·어류의 구수한 맛을 내는 핵산관련물질의 총량은 0.118~0.005%로, 육·어류와 해산물이 많이 들어간 음식은 높은 함량을 나타내었지만 국종류는 희석효과에 의하여 낮은 함량을 나타냈다.

핵산관련물질 각각의 함량을 볼때 ATP·ADP·AMP의 양이 다른 핵산관련물질에 비해 적은 것은 deaminase 또는 phosphatase의 활성화에 의해 ATP→ADP→AMP→Inosine→Hypoxanthine와 같은 분해경로를 거쳤기 때문이라고 생각된다.

핵산관련물질중 IMP는 핵산조미료의 성분으로 특히 맛상승효과에 밀접하게 관여할 것으로 생각된다. 음식내의 IMP함량은 0.046~0.002%로 조리시 과량의 물이 첨가되지 않으면서 식품자체내 핵산함량이 많은 음식과 간장이 많이 사용된 음식 즉 돼지갈비찜·잡채·오징어볶음·시금치된장국·양념장은 높은 값을 보였다. 또한 김치찌개·짜장면·설렁탕·닭곰탕·된장찌개 등은 중간정도의 값을 보인 반면, 식품자체내 핵산의 함량이 많지 않은 채소류와 조리적 특성으로 인해 희석효과를 보인 국종류는 낮은 값을 나타내었다.

#### 4. 유리글루타민산과 IMP의 비율

유리글루타민산은 음식내에서 나트륨과 쉽게 염을 이루어 MSG의 풍미효과를 나타낼 것으로 생각되며, 이것이 음식내에 같이 존재하는 IMP와 함께 풍미상승작용에 기여할 것으로 여겨진다.

사람들은 음식의 맛을 향상시키기 위해 화학 조미료를 첨가하는데 변동<sup>23)</sup>은 MSG에 비해서 IMP의 양이 많아질수록 풍미상승효과는 커지지만 그 관계는 정비례관계가 아니고 어느 한계에 도달하면 그 효과의 정도가 둔화된다고 하므로 먼저 음식내의 유리글루타민산과 IMP함량간의 비율을 알아보는 것이 중요하다고 생각된다.

본 실험결과 유리글루타민산함량/IMP함량 비율은 54.2~0.8로, 그 비율이 큰 음식은 양념장·시금치나물·콩나물무침·칼국수·콩나물국등이며, 탕수육·돼지갈비찜·닭곰탕·미역국·동태찌개·시금치된장국·설렁탕 등은 유리글루타민산함량/IMP함량 비율이 낮게 나타났다.

이렇게 다양한 비율을 가지는 음식의 맛을 증진시키기 위해 화학조미료를 첨가할 때, 이 비율을 고려하여 적절한 핵산함유화학조미료를 사용하면 그 풍미증진작용을 좀 더 효과적으로 기대할 수 있다고 사료된다.

#### IV. 요 약

음식내의 정미성분인 총유리아미노산·유리글루타민산·핵산관련물질에 대한 분석결과는 다음과 같다.

1. 실험재료의 총유리아미노산은 3.395~0.130%의 함량을 나타내었다. 육·어류가 주재료인 음식과 간장이 많이 첨가된 음식은 높은 함량을 보이며, 유리아미노산의 함량이 많은 식품이긴 하지만 국이라는 조리적 특성과 기타 부재료가 많이 들어간 음식은 중간 정도의 함량을, 국물이 많은 국종류와 물국수류는 낮은 함량을 보였다.

2. 유리글루타민산의 함량은 0.542~0.005%로, 식품의 유리아미노산 함량은 많을 것으로 예상되지만 조리할때 간장이 적게 들어간 동태찌개·설렁탕·시금치된장국등을 제외하면 음식간의 함량대소경향은 총유리아미노산의 것과 유사했다.

3. 핵산관련물질의 총량은 0.118~0.005%로 육·어류, 해산물이 많이 들어간 음식은 높은 함량을 보이며 국종류는 낮은 함량을 보였다.

4. 핵산함유화학조미료의 성분이기도 한 IMP의 함량은 0.046~0.002%로 조리법에 의한 희석효과 없이 식품자체내 핵산함량이 높은 음식과 간장이 많이 첨가된 음식은 높은 값을 보였고, 찌개류·설렁탕·닭곰탕 등은 중간정도의 값을, 식품자체내 IMP함량이 낮은 채소류와 수분함량이 많은 국종류는 낮은 값을 보였다.

5. 음식의 맛을 증진시키기 위해 화학조미료를 첨가할 때, 유리글루타민산함량/IMP함량의 비율을 고려하여 적절한 핵산함유화학조미료를 사용하면 그 풍미증진작용을 효과적으로 기대할 수 있다고 사료된다.

#### 참 고 문 헌

1. Mosel, J.N., Kantrowitz, G., The effect of monosodium glutamate on acuity to the primary tastes, *Am. J. Psychol.*, 65 : 573, 1952.
2. Solms, J., The taste of amino acids, peptides and proteins, *J. Agric. Food Chem.*, 17 : 686, 1969.
3. 元崎信一, 화학조미료, p. 59, 光林書院, 東京, 1969.
4. Kodama, S., On the procedure for seperating inosinic acid, *J. Tokyo Chem. Soc.*, 34 : 751, 1913.
5. Kuninaka, A., Studies on taste of ribonucleic acid derivatives, *J. Agric. Chem. Soc. Japan*, 34 : 489, 1960.
6. Yamaguchi, S., The synergistic taste effect of monosodium glutamate and disodium 5'-inosinate, *J. Food Sci.*, 32 : 473, 1967.
7. Titus, D.S., The nucleotide story, In symposium of flavor potentiation, Arthur D. Little, Inc., Cambridge, Mass, 1964.
8. Kuninaka, A., Kibi, M., Sakaguchi, K., History and development of flavor nucleotides, *Food Tech.*, 18 : 287, 1964.

9. 장건형, 식품의 기호성과 관능검사, p. 51, 개문사 1986.
10. 황혜성, 한국요리백과사전, 삼중당, 1976.
11. 현기순, 모수미, 이해수, 조리학: 원리와실습, 교문사, 1983.
12. 황혜성, 세계의 가정요리, 한국일보사, 1979.
13. 이영순, 김천호, 염초애, 김경진, 세계의 가정요리 2, 삼성출판사, 1980.
14. 이효지, 염초애, 조창숙, 조진호, 세계의 가정요리 3, 삼성출판사, 1980.
15. 조순옥, 조신호, 이효지, 구이방법에 따른 임연수어 texture 및 성분변화, 한국조리과학회지, 1: 12, 1985.
16. Friedman, M., Ninhydrin-reactive lysine in food proteins, *J. Food Sci*, 49: 10, 1984.
17. 이응호, 구재근, 안창범, 차용준, 오광수, HPLC에 의한 시판 수산건조품의 ATP분해생성물의 신속정량법, 한국수산학회지, 15: 368, 1984.
18. 성탁주, 굴젓 숙성중 핵산관련물질의 변화, 한국영양학회지, 7: 1, 1978.
19. Matsusita, A., Studies on the free amino acid contents in vegetables(part 3): Experiments on the vegetables in spring, 가정학잡지, 일본, 1958.
20. 양승택, 이응호, 달수어의 정미성분에 관한 연구, 한국수산학회지, 17(3): 170, 1984.
21. 조재선, 권태원, 한국식품중 글루타민산의 함량과 한국인의 글루타민산 섭취량 산정에 관한 연구, 한국식품과학회지, 3: 94, 1971.
22. Maeda, S., Eguchi, S., Sasaki, H., The content of free L-glutamic acid in various foods, 가정학잡지, 일본, 9: 163, 1958.
23. 변진원, 황인경, 핵산함유화학조미료의 맛특성에 관한 연구, 한국조리과학회지, 3(1): 71, 1987.