

대구 乾製品の 핵산관련물질 및 유리아미노산 함량

李迎卿·成洛珠·鄭承鏞

慶尙大學校 食品營養學科
(1985년 2월 20일 수리)

Contents of Free Amino Acids, and Nucleotides and Their Related Compounds of Dried Cod

Young-Kyoung LEE, Nak-Ju SUNG and Seung-Yong CHUNG

Department of Food and Nutrition, Gyongsang National University, Chinju 620, Korea
(Received February 20, 1985)

In this experiment, the contents of free amino acids, and nucleotides and their related compounds of dried cod products were analyzed by amino acid autoanalyzer and HPLC.

Proline, histidine, lysine and alanine were dominant amino acids in raw extracts, having 65.4% of total free amino acid contents, but the contents of aspartic acid, serine, isoleucine and phenylalanine were low, and methionine, tyrosine and arginine were detected in trace amount.

In free amino acid composition of dried products, abundant amino acids were glycine, histidine, lysine, proline and alanine. Such amino acid as aspartic acid, methionine, tyrosine and phenylalanine were poor.

In extracts of storage sample, most free amino acids were increased in both sun dried products and hot air dried products, and glycine, histidine, lysine, proline and alanine were abundant amino acid, such amino acid as methionine, tyrosine and phenylalanine were poor.

In raw cod, inosine and IMP were dominant contents which 18.5, 10.0 $\mu\text{mole/g}$ on dry base, respectively, but the contents of ATP, ADP, hypoxanthine and AMP were detected less than 3.2 $\mu\text{mole/g}$. ATP and ADP were decreased while IMP, inosine and hypoxanthine were increased during drying and storage of cod.

서 론

어류는 대다수의 한국 가정에 있어서 중요한 동물성 단백질의 공급원이었으나 차츰 그 가격이 높아짐에 따라 손쉽게 구입하기 어려운 품목이 되고 있다.

냉동대구는 사철 수산시장에서 값싸게 구입할 수 있으며, 또한 그 영양가도 우수한 단백질 공급원이다. 그러나 이에 관한 식품학적인 연구는 많지 않으므로 북양산 냉동대구의 건조 및 저장 중의 유리아미노산과 핵산관련물질의 변화를 실험하였다.

재료 및 방법

1. 재 료

실험재료는 1984년 1월경 북양에서 어획하여 냉동시킨 대구(*Gadus macrocephalus*, 체장 54~76 cm, 체중 2.2~4.8 kg) 5마리를 1984년 7월 18일 진주 어시장에서 구입하여 실험에 사용하였다.

2. 시료처리

동결된 어체에서 두부 및 지느러미 등을 제거한 후

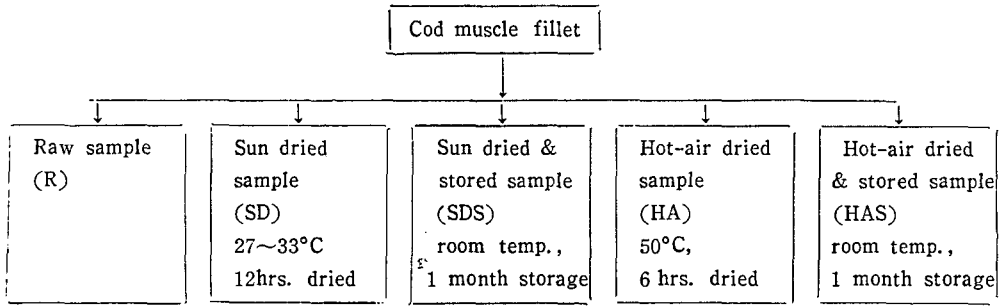


Fig. 1. Sample treatment and conditions of drying and storage.

두께, 근섬유의 주행에 대한 절단면의 방향 등이 동일하게 되도록 2매의 fillet로 만들어 수도수에 씻은 후 면포로 물기를 닦아 낸 다음 $32 \pm 1^\circ\text{C}$ 에서 5시간 동안 자연해동시켜서 5군으로 나누었다.

생시료는 즉시 균질화하여 두께 0.03 mm의 폴리 에틸렌 접주머니에 넣어 냉동실에 보존해 두고 실험에 사용하였다.

건제품 시료는 Fig. 1과 같은 조건으로 건조시켰으며, 건조 완료된 시료의 절반은 균질화하여 생시료와 같은 방법으로 포장, 보존하여 두고 실험에 사용하였고, 나머지는 시료보존병에 넣어 상온에서 암소에 저장하였다가 1개월 후 균질화하여 생시료와 같은 방법으로 포장, 보존하여 두고 시료로 사용하였다.

3. 일반성분의 분석

수분은 상압가열건조법, 조단백질은 semi-micro kjeldahl법, 회분은 건식회화법으로 각각 정량하였다.

4. 유리아미노산의 정량

엑스본의 조제 : 혼합, 마쇄한 시료 약 5g에 1% 피크린산 60 ml를 가하여 homogenizer로써 균질화하고 30분간 교반 추출한 후 100 ml로 만들어 원심분리하였다. 상층액 20 ml를 취하여 Dowex 2×8(Cl⁻ form, 200~400 mesh) 이온교환수지 칼럼에 통과시켜 피크린산을 제거한 후 유출액을 모아 증류수로써 50 ml로 하였다. 이 중에서 30 ml를 취하여 감압농축하여 pH 2.2의 구연산 완충용액으로써 25 ml로 만들어 분석용 시료로 하였다.

아미노산의 정량: Spackmann 등¹¹⁾의 방법에 따라 아미노산 자동분석계(LKB 4150)로써 정량하였다.

5. 핵산관련물질의 정량

혼합, 마쇄한 시료 약 10g을 취하여 10% per-

Table 1. Conditions for HPLC analysis of nucleotide and their related compounds of cod muscle

Column	μ -Bondapak C ₁₈ (3.9 mm i. d. × 30.0 cm)
Mobile phase	1% triethylamine phosphoric acid (PH 6.5)
Flow rate	2.0 ml/min.
Chart speed	0.5 cm/min.
Detector	UV detector (254 nm)
Temperature	40°C

chloric acid(PCA) 30 ml를 가하여 막자사발에서 균질화한 후 여과시켜 여액을 취하고 이 잔사에 다시 5% PCA 30 ml를 가하여 막자사발에서 균질화하여 여과시켜 여액을 취하였다. 이 재추출조작을 한번 더 반복한 후 여액을 모두 합쳐서 60% KOH로써 중화하고 이때 생성된 KClO₄를 제거하기 위하여 다시 여과시켜 여액을 100 ml로 만들어 분석용 시료로 하였다. 핵산관련물질의 분석은 고속액체 크로마토그래피(HPLC/ALC-244, Waters Associates Inc., USA)로 하였으며, 검출기는 Model 440 Absorbance detector(Waters Associates Inc.)를 사용하였고, 분석조건은 Table 1과 같다¹⁵⁾.

결과 및 고찰

1. 일반성분의 변화

생시료와 건조시료 및 저장시료의 일반성분의 변화는 Table 2와 같다.

Table 2에서 보는 바와 같이 건조 및 저장중 수분 함량이 감소됨에 따라 조단백질과 회분은 농축되어 함량이 증가하였다.

2. 유리아미노산의 변화

1) 생시료의 유리아미노산 조성 : 생시료엑스본 중

Table 2. Change of moisture, crude protein and ash during drying and storage of cod muscle (g/100g)

	R	SD	SDS	HA	HAS
Moisture	72.1	21.1	15.2	21.3	12.8
Crude protein	25.9	73.8	79.2	73.4	80.4
Ash	1.2	3.6	3.9	3.7	5.0

R, SD, SDS, HA, HAS: See Fig. 1.

의 유리아미노산 조성은 Table 3 과 같다. 생시료에서 함량이 많은 유리아미노산은 proline(22.8%), histidine(18.7%), lysine(14.7%), alanine(9.2%)으로서 이들 4 종의 아미노산이 전유리아미노산의 65.4%를 차지하였으며, methionine, tyrosine, arginine은 흔적량이었다.

수산어패류는 어종에 따라 유리아미노산의 함량이 다소간 상이한 pattern을 나타내는데 그 대표적인 것을 들면 새우, 게와 같은 갑각류에는 glycine이 많으며,^{2),3)} 담치 및 진주담치와 같은 패류에는 taurine과 glycine이 많고,⁴⁾ 미더덕에는 alanine이 많다고⁵⁾ 보고되어 있다. *李 등*⁶⁾은 명태에는 taurine이 가장 많고 그 다음으로 alanine, glycine, glutamic acid가 많다고 하였다. 또한 활동성 어류인 다랑어, 고등어, 정어리 등에는 histidine이 많은 것이 특징이며, 양적으로 많은 유리아미노산이 이들의 맛에도 중요한 구실을 한다고 하였다.^{7),8)}

2) 천일건조 및 저장중의 유리아미노산의 변화 : 대구육의 천일건조 및 저장중의 유리아미노산의 변화는 Table 3과 같다.

천일건조중 유리아미노산의 조성에는 변화가 없었으나 양적으로는 다소간의 변화가 있어 건조시료에서 증가한 아미노산은 aspartic acid, threonine, serine, glycine, alanine, methionine, tyrosine, phenylalanine이었고 나머지는 감소하였다. *Lee*⁹⁾는 고등어, 갈고등어, 피등어꼴뚜기를 천일건조 및 열풍건조하여 건조중의 유리아미노산의 변화를 실험한 결과 고등어는 건조중 leucine, lysine, arginine, glutamic acid, alanine등이 많이 증가하였으며, 고등어처럼 건조중 유리아미노산이 양적으로 증가하는 것과 갈고등어나 피등어꼴뚜기처럼 건조중 단지 농축되는디 그치는 경우가 있는 것은 주로 자기소화작용의 강약에 의한 것이라고 볼 수 있다고 하였다.

천일건조시료에서 함량이 많은 유리아미노산은 histidine(20.2%), glycine(18.1%), lysine(12.2%), alanine(10.8%), proline(9.0%)으로서 이들 5종의 아미노산이 전유리아미노산의 70.3%를 차지하였다.

함량이 많은 유리아미노산의 pattern은 생시료의 경우와 비슷하였으며, 생시료에서 5.5%의 비율을 차지하였던 glycine은 천일건조중 많은 증가를 보여서 천일건조시료에서는 18.1%의 높은 비율을 차지하였고, 생시료에서 흔적량이었다던 methionine과 tyrosine도 건조중 상당한 증가를 나타내었다.

천일건조후 1개월간 저장한 저장시료에 있어서 유리아미노산의 변화를 살펴보면 유리아미노산의 조성에는 변화가 없었으나 양적으로는 건조 직후에 비해서 많은 증가를 나타내었다.

천일건조시료에서 총유리아미노산의 함량이 4442.2 mg%이었던 것이 저장시료에서는 11792.1 mg%로서 저장중에 약 2.7배 정도 증가하였다. 본 실험에서 검출된 18종의 유리아미노산이 저장중에 모두 증가하였으며, 특히 생시료와 건조시료에서 흔적량을 나타내었던 arginine이 많은 증가를 나타내었다. 이것은 상술한 *Lee*⁹⁾의 보고에서와 같이 저장중 육단백질이 자기소화 효소에 의해 상당히 분해되었기 때문인 것으로 생각되어진다.

천일건조 저장시료에 있어서 함량이 많은 유리아미노산은 glycine(16.5%), histidine(15.8%), lysine(12.4%), proline(12.1%), alanine(12.0%)으로서 이들 5종의 아미노산이 전유리아미노산의 68.8%를 차지하였으며 함량이 많은 5종의 유리아미노산의 종류가 천일건조시료와 일치하였다.

*朴 등*¹⁰⁾은 대구알것에는 lysine, arginine, valine, isoleucine 및 leucine등의 유리아미노산이 많아서 대구알것의 풍미에 중요한 구실을 할 것이라고 하였는데, 본 실험 결과와 비교해 보면 대구육과 대구알의 유리아미노산 조성이 상이함을 알 수 있었다.

3) 열풍건조 및 저장중의 유리아미노산의 변화 : 대구육의 열풍건조 및 저장중의 유리아미노산의 변화는 Table 3과 같다.

열풍건조중 유리아미노산의 조성에는 변화가 없었으나 양적으로는 다소간의 변화가 있었다.

열풍건조시료에서 함량이 많은 유리아미노산은 glycine(18.9%), histidine(18.8%), proline(13.5%), lysine(13.1%), alanine(10.7%)으로서 이들 5종의 아미노산이 전유리아미노산의 75.0%를 차지하였다. 열풍건조시료에 있어서도 천일건조시료의 경우와 마찬가지로 생시료에 비해서 glycine이 많이 증가하였으며, 생시료에서 흔적량이었다던 methionine과 tyrosine도 상당히 많이 증가하였다.

열풍건조후 1개월간 저장시킨 저장시료에 있어서 저장중의 유리아미노산의 변화를 살펴 보면 유리아

Table 3. Changes of free amino acids during drying and storage of cod muscle

Amino acid (A. A.)	R			SD			SDS			HA			HAS		
	F. A. A. mg%	% in total N-mg% A. A.	F. A. A. mg%	% in total N-mg% A. A.	F. A. A. mg%	% in total N-mg% A. A.	F. A. A. mg%	% in total N-mg% A. A.	F. A. A. mg%	% in total N-mg% A. A.	F. A. A. mg%	% in total N-mg% A. A.	F. A. A. mg%	% in total N-mg% A. A.	F. A. A. mg%
Asp	41.9	0.8	4.4	58.4	1.3	6.1	311.1	2.6	32.7	12.8	0.4	1.3	232.2	1.9	24.4
Thr	215.8	4.4	25.4	284.2	6.4	33.4	653.9	5.5	76.9	101.1	3.1	11.9	687.9	5.8	80.9
Ser	85.7	1.7	11.4	211.7	4.8	28.2	366.8	3.1	48.9	73.1	2.2	9.7	327.4	2.7	43.6
Glu	246.6	5.0	23.5	133.3	3.0	12.7	529.4	4.5	50.4	30.4	0.9	2.9	633.6	5.3	60.3
Pro	1130.6	22.8	137.6	402.1	9.0	48.9	1422.0	12.1	173.1	448.0	13.5	54.5	1801.1	15.1	219.2
Gly	273.6	5.5	51.1	802.0	18.1	149.7	1946.1	16.5	363.1	624.1	18.9	116.5	1852.1	15.5	345.6
Ala	453.6	9.2	71.3	482.3	10.8	75.8	1417.8	12.0	229.1	352.8	10.7	55.5	1400.9	11.8	220.2
Cys	135.7	2.7	15.7	113.9	2.6	13.2	249.6	2.1	28.9	68.0	2.0	7.9	231.0	1.9	26.7
Val	127.7	2.6	15.3	123.5	2.8	14.8	293.7	2.5	35.1	99.2	3.0	11.9	376.9	3.2	45.1
Met	trace	—	—	53.1	1.2	5.0	122.5	1.0	11.5	26.4	0.8	2.5	157.2	1.3	14.8
Ile	84.8	1.7	9.1	63.2	1.4	6.8	164.7	1.4	17.6	49.3	1.5	5.3	218.1	1.8	23.3
Leu	166.4	3.4	17.8	120.3	2.7	12.8	303.2	2.6	32.3	98.5	3.0	10.5	382.8	3.2	40.8
Tyr	trace	—	—	36.0	0.8	2.8	100.3	0.9	7.8	16.9	0.5	1.3	85.9	0.7	6.6
Phe	37.8	0.8	3.2	47.1	1.1	4.0	89.2	0.8	7.6	19.8	0.6	1.7	94.0	0.8	8.0
His	929.2	18.7	251.6	895.8	20.2	242.6	1867.6	15.8	505.7	622.1	18.8	168.5	1591.2	13.4	430.9
Try	299.1	6.0	41.0	73.7	1.6	10.1	184.1	1.6	25.3	231.5	7.0	31.8	174.4	1.5	23.9
Lys	728.3	14.7	139.5	541.6	12.2	103.8	1465.1	12.4	280.7	434.6	13.1	83.3	1302.4	10.9	249.5
Arg	trace	—	—	trace	—	—	305.0	2.6	125.4	trace	—	—	377.5	3.2	155.2
Total	4956.8	100.0	817.9	4442.2	100.0	770.7	11792.1	100.0	2052.1	3308.6	100.0	577.0	11926.6	100.0	2019.0

* R, SD, SDS, HA, HAS; See Fig. 1.

미노산의 조성에는 큰 변화가 없었으나 양적으로는 건조 직후에 비해서 많이 증가하였는데 이것은 천일 건조 저장시료와 유사한 경향이었다.

열풍건조시료에서 총유리아미노산의 함량이 3308.6 mg% 이었던 것이 저장시료에서는 11926.6 mg% 로서 저장중에 약 3.6배 정도 증가하였다. 본 실험에서 검출된 18종의 유리아미노산중 tryptophan을 제외한 17종의 유리아미노산이 저장중에 모두 증가하였으며, 특히 생시료와 건조시료에서 혼적량을 나타내었던 arginine이 많은 증가를 보였는데, 이것도 천일 건조 저장시료와 비슷한 경향을 나타내었다.

열풍건조 저장시료에 있어서 함량이 많은 유리아미노산은 glycine(15.5%), proline(15.1%), histidine(13.4%), alanine(11.8%), lysine(10.9%)으로서 이들 5종의 아미노산이 전유리아미노산의 66.7%를 차지하였다.

Manita등¹¹⁾은 고등어를 무균상태에서 45°C, 48시간 저장하여 유리아미노산의 변화를 측정한 결과 glycine, alanine, aspartic acid, leucine, glutamic acid 등이 많이 증가하고 다음으로 lysine, threonine, isoleucine, phenylalanine, serine 등도 비교적 많이 증가한다고 하였다. 또한 Shewan 등¹²⁾은 대구육을 무균상태에서 자기소화 시켰을 때 glutamic acid의 함량이 증가한다고 보고 하였다. 본 실험에서는 무균상태는 아니지만 열풍건조시료를 상온에서 1개월간 저장하는 동안 glutamic acid가 많이 증가하여 열풍건조 직후 (30.4 mg%)에 비해서 열풍건조 저장시료(633.6 mg%)에서는 약 21배 증가하였다.

천일건조 저장시료와 열풍건조 저장시료에 있어서 총유리아미노산의 함량은 각각 11792.1 mg%, 11926.6 mg% 로서 서로 비슷하였다.

천일건조시료, 천일건조 저장시료, 열풍건조시료 및 열풍건조 저장시료에 있어서 함량이 많은 유리아미노산은 glycine, histidine, lysine, proline, alanine 으로서 이러한 유리아미노산들이 대구 건제품의 맛에 중요한 구실을 할 것으로 추정된다.

3. 핵산관련물질의 변화

대구육 건조 및 저장중의 핵산관련물질의 변화는 Table 4와 같다.

생시료에는 ATP, ADP 및 AMP가 적은 반면 IMP와 inosine은 많았다.

생시료에 소량 존재하던 ATP와 ADP는 건조 및 저장중에 감소하는 경향을 나타내었으며, IMP와 inosine은 증가하였는데, 이것은 건조, 저장과정을 거치

Table 4. Changes of nucleotide and their related compound in the muscle of cod during drying and storage ($\mu\text{mole/g}$, dry basis)

	R	SD	SDS	HA	HAS
ATP	3.15	0.19	0.15	0.64	0.20
ADP	2.51	1.99	0.96	1.31	1.54
AMP	trace	trace	trace	6.45	4.50
IMp	10.03	19.75	37.60	16.05	36.62
H _x R*	18.52	43.00	72.54	32.18	62.60
H _x **	0.09	6.83	5.05	2.57	5.49

*: inosine **: hypoxanthine

R, SD, SDS, HA, HAS: See Fig. 1.

는 동안 ATP분해경로에 의해서 ATP와 ADP가 IMP와 inosine 등으로 분해되었기 때문인 것으로 보여진다.¹³⁻¹⁴⁾

李등¹⁵⁾은 시판수산건제품의 핵산관련물질 함량을 분석한 결과 대구소건품에는 inosine의 함량이 가장 많았다고 보고 하였는데 본 실험 결과에서도 비슷한 경향을 보였다.

Ehira와 Uchiyama¹⁶⁾는 어류물 inosine 측정형, hypoxanthine 측정형 및 그 중간형으로 나눌 수 있다고 보고하였는데, 대구의 경우는 inosine 측정형으로 보아진다. 또한 이 결과는 붕장어 천일건제품¹⁷⁾, 말쥐치 열풍건제품¹⁸⁾, 까치복 천일건제품¹⁸⁾의 경우와도 같았다. 그러나 李 등⁶⁾은 북양 명태를 열풍 건조하여 3개월간 저장시켰을 때는 hypoxanthine이 다량 증가하였다고 보고하였다.

천일건조 및 저장시료와 열풍건조 및 저장시료의 핵산관련물질의 함량에는 큰 차이가 없었으나 천일 건조 및 저장시료가 IMP와 inosine의 함량이 약간 많았다.

inosine과 hypoxanthine이 모두 맛이 없다는 보고¹⁹⁾와 inosine이 전혀 맛이 없다는 kuninaka의 보고²⁰⁾ 및 IMP 함량이 많을수록 hypoxanthine의 함량이 적을수록 맛이 좋다는 Fraser 등²¹⁾의 보고로 미루어 볼 때 대구 건제품에는 IMP함량이 비교적 많으므로 대구 건제품의 풍미에 중요한 구실을 할 것으로 생각되어진다.

요 약

저렴한 동물성 단백질의 급원인 냉동대구의 식품학적 기초자료를 얻기 위해 북양산 냉동대구육을 천일건조 및 열풍 건조시켜 1개월간 저장하면서 유리아미노산 및 핵산관련물질의 변화를 실험하여 다음

과 같은 결과를 얻었다.

생시료에는 proline, histidine, lysine 및 alanine의 함량이 가장 많았고, 천일건조시료, 천일건조 저장시료, 열풍건조시료 및 열풍건조 저장시료에는 glycine, histidine, lysine, proline 및 alanine의 함량이 가장 많았으며, 총유리아미노산의 함량은 저장중 현저히 증가하였다.

핵산관련물질의 함량은 생시료와 건조시료 및 저장시료 모두 inosine의 함량이 가장 많았으며, 다음으로 IMP의 함량이 많았다.

이상의 결과들로 미루어 볼 때 glycine, histidine, lysine, proline 및 alanine 등의 유리아미노산과 핵산관련물질로서는 IMP 등이 냉동대구를 원료로 한 대구 건제품의 맛에 중요한 구실을 할 것으로 추정된다.

문 헌

1. Spackmann, D. H., W. H. Stein and S. Moore. 1958. Automatic recording apparatus for use in the chromatography of amino acid. *Anal. Chem.* 30, 1190—1206.
2. Dabrowski, T., E. Kolakowski and B. Karnika. 1969. Chemical composition of shrimp flesh *parapenaeus* sp. and its nutritive value. *J. Fish. Res. Bd. Canada.* 26(1), 2969—2973.
3. Konosu, S. 1971. Distribution of nitrogen in the muscle extract of aquatic animals. *Bull. Japan Soc. Sci. Fish.* 37(8), 763—770.
4. 柳炳浩·李應昊. 1978. 焙乾 담치의 呈味成分에 관한 研究. *韓水誌* 11(2), 65—83.
5. Lee, E. H., S. Y. Chung, J. H. Ha, N. J. Sung and K. O. Cho. 1975. Free amino acid content in the extract of Mideuduck, *Styela clava*. *Bull. Korean Fish. Soc.* 8(3), 177—180.
6. 李應昊·韓鳳浩·金用根·梁升澤·金敬三. 1972. 인공건조법에 의한 마른 명태의 품질개선에 관한 연구. 1. 열풍건조중의 명태의 핵산관련물질 및 유리아미노산의 변화. *釜山水大研報* 12(1), 25—36.
7. 藤田眞夫·葉守仁·沈田靜德. 1968. イガ肉の化學成分に關する 研究. *日水誌* 34(2), 149—164.
8. 小侯 鏞. 1964. ウニのエキス成分に關する 研究. *日水誌* 30(9), 749—756.
9. Lee, E. H. 1968. A Study on taste compounds in certain dehydrated sea foods. *Bull. Pusan Fish. Coll.* 8(1), 63—86.
10. 朴載玉·金幸子·成洛珠. 1982. 대구알젓의 맛성분. *대한가정학회지* 20(4), 99—105.
11. Manita, H., C. Koizumi and J. Nonaka. 1970. Changes in free amino acids during aseptic autolysis of the muscle of mackerel. *Bull. Japan Soc. Sci. Fish.* 36(9), 963—965.
12. Shewan, J. M. and N. R. Jones. 1957. Chemical changes occurring in cod muscle during chill storage and their possible use as objective indices of quality. *J. Sci. Food Agri.* 8, 491—497.
13. Saito, T. and K. Arai. 1957. Studies on the organic phosphates in muscle of aquatic animals—V. Changes in muscular nucleotides of carp during freezing and storage. *Bull. Japan Soc. Sci. Fish.* 23, 265—268.
14. Tomiyama, T., K. Kobayashi, K. Kitahara, E. Shiraishi and M. Ooba. 1966. A Study on the changes in nucleotides and freshness of carp muscle during the chill-storage. *Bull. Japan Soc. Sci. Fish.* 32, 262—266.
15. 李應昊·具在根·安昌範·車鼎準·吳光秀. 1984. HPLC에 의한 市販水産乾製品의 ATP 分解生成物の 신속정량법. *韓水誌* 17(5), 368—372.
16. Ehira, S. and H. Uchiyama. 1969. Rapid estimation of freshness of fish by nucleoside phosphorylase and xanthine oxidase. *Bull. Japan Soc. Sci. Fish.* 35, 1080—1085.
17. 李應昊·韓鳳浩. 1972. 水産食品의 加工 및 保藏中の 核酸關聯物質의 變化에 관한 研究. 3. 봉장어 天日乾燥中の 核酸關聯物質의 變化. *韓營食誌* 1(1), 17—24.
18. 李應昊·鄭承鏞·金用根·梁升澤·金洙賢. 1974. 水産食品의 加工 및 保藏中の 核酸關聯物質의 變化에 관한 研究. 6. 말치복 및 가치복 乾燥中の 核酸關聯物質의 變化. *韓食科誌* 6(3), 177—184.
19. Komata, Y. 1964. Studies on the extractives of "Uni"—IV. Taste of each component in the extractives. *Bull. Japan Soc. Sci. Fish.* 30, 749—756.
20. Kuninaka, A. 1967. Flavor potentiators. From Schultz, H. W., E. A. Day and L. M. Libbey. 1967. The chemistry and physiology of flavors. AVI Pub. Co. 515—535.
21. Fraser, D. I., D. P. Pitts and W. J. Dyer. 1968. Nucleotide degradation and organoleptic quality in fresh and thawed mackerel muscle held at and above ice temperature. *J. Fish. Res. Bd. Canada.* 25, 239—253.