

淡水魚의 呈味成分에 관한 研究

8. 붕어의 呈味成分

梁 升 澤 · 李 應 昊

釜山産業大學校 食品科學科 釜山水產大學 食品工學科

Taste Compounds of Fresh-Water Fishes

8. Taste Compounds of Crucian Carp Meat

Syng-Taek YANG

Department of Food Science and Nutrition, Pusan Sanup University
Namgu, Pusan, 608 Korea

and

Eung-Ho LEE

Department of Food Science and Technology, National Fisheries University of Pusan,
Namgu, Pusan, 608 Korea

This study was directed to define the taste compounds of crucian carp, *Carassius carassius*, free amino acids, nucleotides and their related compounds, organic bases, sugars, organic acids and minerals in the extracts of crucian carp were analyzed, and then followed by sensory evaluation of synthetic extracts prepared from 44 pure chemicals on the basis of the analytical data. Taste panel assessments of synthetic extracts prepared with each extractive component omitted were carried out by a triangle difference test, and changes in taste profile were assessed. In free amino acid composition, histidine was dominant occupying 46% of the total free amino acids. The other abundant free amino acids were glycine, lysine, alanine and taurine. As for the nucleotides, IMP was dominant showing about 80% of the total of nucleotides. The most abundant organic base was total creatinine. The content of betaine was poor and TMAO were trace in content. The main organic acids were succinic, propionic, butyric and valeric acid. Small amount of glucose, fructose and inositol were detected and ribose and arabinose were trace in content K^+ , Na^+ , PO_4^{3-} and Cl^- were found to be the major ions and small amount of Ca^{++} and Mg^{2+} were detected. Judging from the results of omission test, the major components which contribute to produce the taste were serine, glutamic acid, lysine, arginine, tyrosine, phenylalanine, IMP, Na^+ , K^+ and PO_4^{3-} .

緒 論

붕어, *Carassius carassius*, 는 우리나라 全域의 淡水界에 광범위하게 分布하고 있으며 옛부터 風味와 營養분이 풍부하다고 하여 전통적인 滋養 食品으로 알려져 왔다. 그러나 붕어에 관한 食品學的인 [研究

報告는 드물며 특히 그 呈味成分에 관한 報告는 찾아 보기 힘들다.

本 實驗에서는 우리나라 重要 淡水魚의 呈味成分을 밝힐 目的으로 前報(梁과 李, 1979, 1980a, 1980b, 1982 a, 1982 b, 1983, 1984)에 이어서 붕어背肉 中の 유리아미노산, 核酸關聯物質, 有機鹽基, 有機

酸, 糖類 및 無機質을 分析하고 이 分析值를 基礎로 하여 만든 合成엑스分の 맛을 天然엑스분과 比較檢討하였으며, 각 성분들이 붕어의 맛에 미치는 영향을 omission test 법으로 실험하여 몇가지 중요한 呈味成分을 밝혔다.

材料 및 方法

1. 材 料

1980年 6月 26日 釜山市 구포에서 구입한 體重 24 g, 體長 13 cm 되는 살아있는 붕어, *Carassius carassius*, 를 구입하여 背肉部分만을 取해서 -33°C 의 凍結庫에 保存하여 두고 實驗에 使用하였으며, 붕어의 一般成分의 組成은 Table 1과 같다.

Table 1. Chemical composition of dorsal muscle of crucian carp

(g/100g)				
Moisture	Protein	Lipid	Ash	Carbohydrate
82.0	15.8	9.0	1.0	0.2

2. 方 法

一般成分: 常法에 의해 定量하였다.

Table 2. Conditions for analysis of organic acids by gas liquid chromatography

Apparatus	: Varian Aerograph Model 204-IC Chromatograph
Detector	: FID
Column	: 20% Silicone DC 550 on Chromosorb W(60-80 mesh), 1.8 m×6 mm i. d. glass column
Carrier gas	: N ₂ , 30 ml/min
Column temperature	: 60-235 °C, 6 °C/min or 100-200 °C, 4 °C/min
Injection temperature	: 230 °C
Detector temperature	: 230 °C
Chart speed	: 0.85 cm/min
Sample size	: 5 μl

Table 3. Conditions for analysis of sugars by gas liquid chromatography

Apparatus	: Varian Aerograph Model 204-IC Chromatograph
Detector	: FID
Column	: 3% OV-1 on Chromosorb W(60-80 mesh), 1.8 m×6 mm i. d. glass column
Carrier gas	: N ₂ , 30 ml/min
Column temperature	: 100-235 °C, 6 °C/min
Injection temperature	: 230 °C
Detector temperature	: 240 °C
Chart speed	: 0.85 cm/min
Sample size	: 5 μl

遊離아미노酸, 核酸關聯物質, 有機鹽基: 前報(梁과 李, 1979; 梁과 李, 1980)에서와 같은 方法으로 各各 定量하였다.

有機酸: 前報(梁과 李, 1982)와 같이 試料를 처리하여 Table 2와 같은 條件下에서 山下동(1973)의 方法에 따라 gas liquid chromatography(GLC) 법으로 定量하였다.

糖類: 前報(梁과 李, 1982)에서와 같이 試料를 처리하여 Mason과 Slover(1972)의 方法에 따라 Table 3과 같은 조건으로 GLC에 의하여 分析 定量하였다.

無機質: 陽이온의 定量은 原子吸光分光光度法(Pe-rkin-Elmer 303)으로 Table 4와 같은 條件下에서 실시하였고, 標準物質로서 檢量線을 作成하여 定量하였다.

陰이온의 定量은 滴定法(American Public Health Association, 1976)과 Murphy와 Riley(1962)의 比色法에 따라 定量하였다.

官能檢査: 前報(梁과 李, 1982-b)에서와 같이 官能檢査員을 構成하고 엑스分을 調製하여 3點識別試驗法(triangle difference test)으로 omission test를 실시하였다.

Table 4. Conditions for analysis of minerals by atomic absorption spectrophotometry

Conditions	Minerals			
	K	Mg	Ca	Na
Wave length(nm)	766.5	285	422.7	589
Lamp current(mA)	12	20	20	8
Slit width(mm)	5	4	3	4
Air flow rate(l/min)	2	2	2	2
Acetylene flow rate (l/min)	5	5	5	5
Burner height(mm)	20	20	20	20
Air pressure(kg/cm ²)	4.2	4.2	4.2	4.2

結果 및 考察

遊離아미노酸 : 붕어背肉中の 遊離아미노酸 組成은 Table 5와 같다. 總 16種의 아미노酸이 分離同定되었고 histidine 含量이 월등히 높아 180.5 mg/100g 으로서 전체 유리아미노산의 46%를 차지하였으며 다음으로 含量이 많은 것은 glycine, lysine, alanine, taurine 등이었으며 이들 5種의 아미노산이 전체 유리아미노산의 76%를 차지하였다.

Table 5. Content of free amino acids in the dorsal muscle of crucian carp

Amino acids	mg/100g	% to total amino acid
Lys	33.0	8.4
His	180.5	46.0
Arg	10.9	2.8
Tau	23.4	6.0
Thr	10.4	2.7
Ser	7.1	1.8
Glu	10.3	2.6
Pro	21.0	5.4
Gly	36.3	9.3
Ala	24.7	6.3
Val	6.7	1.7
Met	3.3	0.8
Ile	5.8	1.5
Leu	9.3	2.4
Tyr	4.1	1.0
Phe	5.3	1.3

核酸關聯物質 : 붕어背肉中の 核酸關聯物質의 含量은 Table 6에 나타낸 바와 같다. 붕어背肉中에는 IMP 含量이 166.1 mg/100g 으로서 다른 核酸關聯物質에 비하여 월등히 많았다.

Table 6. Contents of ATP and their related compounds in the dorsal muscle of crucian carp

ATP and its related compounds	(mg/100g)	
	Content	
ATP	12.2	
ADP	23.5	
AMP	3.8	
IMP	166.1	
Inosine	3.5	
Hypoxanthine	0.7	

有機鹽基 : 붕어背肉中の 有機鹽基의 含量은 Table 7과 같다.

Table 7. Contents of organic bases in the dorsal muscle of crucian carp

Components	Content	
	mg/100 g	N-mg/100 g
Creatine+creatinine	320.5	119.1
Betaine	21.6	2.6
TMA	0.6	0.2
TMAO	0.1	trace

有機鹽基中 總 creatinine 含量이 320.5 mg/100g 으로서 다른 有機鹽基보다 월등히 그 含量이 많았으며 TMA와 TMAO는 1 mg/100g 이하로 含量이 대단히 적었다.

총엑스분질소에 대한 분석된 합질소엑스성분의 질소회수율은 78.7 이었다(Table 8). 총엑스분질소에 대한 분석된 엑스분질소가 차지하는 비율은 총 creatinine 질소가 36.9% 로서 가장 높았으며, 다음으로 유리아미노산질소, 뉴클레오티드질소, 암모니아

Table 8. Contents of nitrogenous compound in the extract of the dorsal muscle of crucian carp

Components	Crucian carp	
	mg/100 g	% to Ex-N
Total extract-N	323.3	
Nucleotide-N	34.0	10.5
Free amino acid-N	81.2	25.1
Ammonia-N	17.1	5.3
TMAO-N	trace	—
TMA-N	0.1	0.1
Betaine-N	2.6	0.8
Total creatinine-N	119.1	36.9
Recovered-N(%)		78.7

질소, 베타인질소, TMA 질소 및 TMAO 질소의 順이었다.

有機酸: 붕어背肉中の 有機酸의 含量은 Table 9와 같다. 숙신산이 60.1 mg/100 g으로서 가장 그 含量이 많았으며, 다음으로 프로피온산, 브티르산, 발테르산의 順으로 含量이 많았으며 옥살산, 푸마르산, 말레산, 타르타르산 및 시트르산은 痕跡량에 불과하였다.

Table 9. Contents of organic acids in the dorsal muscle of crucian carp (mg/100g)

Components	Content
Propionic acid	30.0
Butyric acid	12.6
Valeric acid	3.4
Succinic acid	60.1
Oxalic acid	trace
Fumaric acid	trace
Maleic acid	trace
Tartaric acid	trace
Citric acid	trace

糖類: 붕어背肉中の 糖類의 含量은 Table 10에 나타낸 바와 같다. 주요한 糖類로서는 glucose, fructose 및 inositol 이고 ribose 와 arabinose 는 痕跡량에 불과하였다.

Table 10. Contents of sugars and inositol in the dorsal muscle of crucian carp (mg/100 g)

Sugars	Content
Ribose	trace
Arabinose	trace
Fructose	0.3
Glucose	2.4
Inositol	0.4

Table 11. Contents of minerals in the dorsal muscle of crucian carp (mg/100 g)

Components	Content
Na ⁺	20.0
K ⁺	220.0
Ca ²⁺	5.0
Mg ²⁺	2.0
Cl ⁻	32.0
PO ₄ ³⁻	288.7
Total	567.7

無機質: 붕어背肉中の 無機質 含量은 Table 11에 나타낸 바와 같다. 陽이온中에는 K⁺이 220.0 mg/100 g으로서 가장 그 含量이 많았으며 陰이온中에는 PO₄³⁻이 288.7 mg/100 g으로서 가장 많았다.

官能檢査: 分析值를 基準하여 Table 12와 같은 組成으로 合成엑스분을 調製한 후 천연엑스분의 pH와 같도록 pH 6.50으로 조절하고 2倍로 희석하여 官能檢査를 실시하였다. 천연엑스분과 合成엑스분에

Table 12. Composition of the complete synthetic extract for the dorsal muscle of crucian carp (mg/100 ml)

Chemicals	Amount	Chemicals	Amount
Lys·HCl	41	Betaine	22
His·HCl·H ₂ O	244	TMAO	trace
Arg·HCl	13	Creatinine	320
Tau	23	Propionic acid	30
Thr	10	Butyric acid	13
Ser	7	Valeric acid	3
Glu	10	Succinic	60
Pro	21	Oxalic acid	trace
Gly	36	Fumaric acid	trace
Ala	25	Maleic acid	trace
Val	7	Tartaric acid	trace
Met	3	Citric acid	trace
Ile	6	Ribose	trace
Leu	9	Arabinose	trace
Tyr	4	Fructose	1
Phe	5	Glucose	2
ATP·Na	13	Inositol	1
ADP·Na	26	NaCl	38
AMP	4	MgCl ₂ ·6H ₂ O	17
IMP·Na	187	CaCl ₂	14
Inosine	3	Na ₂ HPO ₄ ·12H ₂ O	87
Hypoxanthine	1	K ₂ HPO ₄	491

대한 비교 공개 官能檢査 結果 천연엑스분이 香氣가 다소 있는 것을 除外하고는 서로 대단히 類似하다고 認定되었다. 붕어 合成엑스분의 omission test 結果는 Table 13과 같으며 omission test에 사용된 무기염류의 組成은 Table 14에 나타낸 바와 같다.

omission test에서 檢査원들이 比較기술한 내용을 종합하여 보면 다음과 같다.

아미노산을 除去한 것: 단맛, 감칠맛, 짠맛이 떨어지고 쓴맛, 떼은맛은 증대하였으며 전체적으로 맛의 조화성이 없고 농도가 크게 떨어졌으며, 특징적인 맛이 消失되었다.

核酸關聯物質을 除去한 것: 감칠맛, 단맛이 떨어지고 쓴맛, 떼은맛이 다소 증가하였으며 전체적으로

Table 13. Results of omission test on each component in the dorsal muscle of crucian carp

Omitted components	No. of correct identifications (n=21)	Level of significance	Degree of difference*			Total score (210)
			2	1	0	
Amino acids	19	0.001	2	5		132.0
Quarternary ammonium bases	11			3	4	175.5
Nucleotides and related compounds	14	0.01		6	1	166.5
Sugars	6			1	6	193.0
Organic acids	15	0.001	2	4	1	152.5
Minerals	20	0.001	3	4		125.5
Amino acids-1(Lys, His, Pro, Gly, Ala)	12	0.05	1	3	3	169.0
Amino acids-2(Arg, Thr, Ser, Glu, Val, Met, Ile, Leu, Tyr, Phe)	14	0.01	2	3	2	159.0
Lys	12	0.05		3	4	178.5
His	9			2	5	185.5
Pro	4				7	198.0
Gly	9			2	5	189.0
Ala	10			3	4	184.0
Arg	12	0.05		3	4	177.0
Ser	12	0.05		5	2	182.0
Glu	13	0.01	1	3	3	176.0
Val	6			2	5	198.0
Met	8			2	5	189.0
Ile	8			3	4	189.5
Leu	8			1	6	192.0
Tyr	12	0.05		4	3	175.0
Phe	12	0.05		4	3	175.5
Betaine	8			2	5	189.5
Creatinine	7			1	6	193.0
IMP	14	0.01		4	3	166.5
Inosine	8			2	5	189.5
Succinic acid	10			3	4	186.5
Organic acids(oxalic, maleic, tartaric, citric acid)	8		1	1	5	183.0
Na ⁺ (Test 1)	7			2	5	192.5
Na ⁺ (Test 2)	17	0.001	5	1		125.0
K ⁺ (Test 1)	17	0.001	1	5	1	153.0
K ⁺ (Test 2)	18	0.001	1	6		157.0
Ca ²⁺	5			1	6	197.5
Mg ²⁺	5				7	198.5
Cl ⁻	11			4	3	183.0
PO ₄ ³⁻ (Test 1)	19	0.001	3	4		131.5
PO ₄ ³⁻ (Test 2)	17	0.001		7		152.0

* Each assessment was repeated three times, giving a total of 21 responses

2: obvious, 1: slight, 0: indistinguishable.

맛이 떨어졌다.

有機鹽基를 除去한 것 : 뚜렷한 차이는 없었으나 일부 검사원들은 감칠맛, 단맛, 짠맛이 다소 떨어지고 조화성도 부족하다고 하였다.

有機酸을 除去한 것 : 단맛, 감칠맛이 떨어지고 쓴맛, 짠맛, 신맛이 증가하였다. 맛의 농도가 다소 묽어지는 경향이였다.

糖類를 除去한 것 : 거의 差異가 없었다.

無機質을 除去한 것 : 쓴맛, 짠맛, 신맛이 증가하였다. 맛의 조화성이 크게 떨어졌으며 특징적인 맛이 消失되었다.

아미노산-1군(多量으로 함유된 아미노산들 즉 Lys, His, Pro, Gly, Ala)을 除去한 것 : 단맛, 감칠맛이 떨어지고 신맛, 쓴맛, 짠맛이 증가하였다.

淡水魚의 呈味成分에 관한 研究

Table 14. Composition of inorganic components for the omission test for minerals in the dorsal muscle of crucian carp

Omitted ions	Composition of inorganic components(mg/100 ml)						
	NaCl	KCl	CaCl ₂	MgCl ₂ ·6H ₂ O	NaH ₂ PO ₄ ·2H ₂ O	Na ₃ PO ₄ ·12H ₂ O	K ₂ HPO ₄
(Test 1)							
Na ⁺		36	14	17			449
K ⁺	28		14	17	60		
Ca ²⁺	43			17	19		491
Mg ²⁺	38		14		34		491
Cl ⁻						111	491
PO ₄ ³⁻	51	420	14	17			
(Test 2)							
Na ⁺		36	14	17			530
K ⁺	28	14		17	469		
PO ₄ ³⁻	7	55	2	2			

매운맛을 감지한 검사원도 있었으며 전체적으로 맛의 농도가 묽어지는 경향이였다.

아미노산 2군(少量으로 함유된 아미노산들 즉, Arg, Thr, Ser, Glu, Val, Met, Ile, Leu, Tyr, Phe)을 除去한 것 : 단맛, 감칠맛이 크게 떨어졌고 신맛, 쓴맛, 떫은맛은 크게 증가하였다. 전체적으로 맛의 농도가 많이 묽어졌다.

Lysine을 除去한 것 : 짠맛, 감칠맛이 떨어졌고 신맛, 쓴맛, 떫은맛은 다소 증가하였다.

Histidine을 除去한 것 : 뚜렷한 差異는 없었으나 일부 검사원들은 단맛과 감칠맛이 다소 떨어지는 경향이라고 하였다.

Arginine을 除去한 것 : 단맛, 감칠맛이 떨어졌고 신맛, 쓴맛, 떫은맛이 다소 증가하였다.

Proline을 除去한 것 : 거의 差異가 없었다.

Glycine을 除去한 것 : 거의 差異가 없었다.

Alanine을 除去한 것 : 거의 差異가 없었다.

Serine을 除去한 것 : 단맛, 감칠맛이 떨어졌고 쓴맛과 떫은맛은 증가하였다.

Glutamic acid를 除去한 것 : 단맛, 감칠맛, 짠맛이 떨어졌고 쓴맛이 크게 증가하였으며 맛의 농도가 묽어졌다.

Valine을 除去한 것 : 거의 差異가 없었다.

Isoleucine을 除去한 것 : 거의 差異가 없었다.

Leucine을 除去한 것 : 거의 差異가 없었다.

Phenylalanine을 除去한 것 : 단맛, 감칠맛이 다소 떨어졌고 쓴맛, 떫은맛이 다소 증가하였다. 그러나 7명 중 3명은 구별되지 않았다.

Methionine을 除去한 것 : 거의 差異가 없었다.

Tyrosine을 除去한 것 : 쓴맛이 다소 증가하는 경

향이였다. 그러나 7명 중 3명은 구별되지 않았다.

Betaine을 除去한 것 : 거의 差異가 없었다.

Creatinine을 除去한 것 : 거의 差異가 없었다.

IMP를 除去한 것 : 감칠맛과 단맛이 떨어졌고 짠맛, 쓴맛, 떫은맛이 증가하였으며 맛의 조화성이 부족하였다.

Inosine을 除去한 것 : 거의 差異가 없었다.

숙신산을 除去한 것 : 거의 差異가 없었다.

少量으로 함유된 有機酸(oxalic, maleic, tartaric, citric acid)을 除去한 것 : 뚜렷한 차이가 없었다.

Na⁺을 除去한 것 : Test 1에서는 뚜렷한 차이가 없었으나 Test 2에서 단맛과 감칠맛이 크게 떨어졌고 쓴맛이 크게 증가하였으며, 맛의 조화성이 부족하였다.

K⁺을 除去한 것 : Test 1 및 Test 2에서 단맛, 짠맛, 신맛이 크게 증가하였으며 감칠맛은 Test 1에서 떨어졌고 Test 2에서는 증가하였다.

Ca²⁺을 除去한 것 : 뚜렷한 差異가 없었다.

Mg²⁺을 除去한 것 : 거의 差異가 없었다.

Cl⁻을 除去한 것 : 단맛이 떨어지고 떫은맛이 증가하였다.

PO₄³⁻을 除去한 것 : Test 1과 Test 2에서 단맛, 짠맛, 신맛이 증가하였고, 감칠맛은 Test 1에서 증가하였고 Test 2에서는 크게 떨어졌다. 맛의 조화성이 부족하였다.

Table 13과 검사원들이 비교 기술한 내용을 종합하여 各成分群別로 맛에 미치는 영향을 보면,

아미노산의 영향 : 맛에 크게 관여하고 있으며, 특히 lysine, arginine, serine, glutamic acid, tyrosine 및 phenylalanine 이 큰 역할을 하고 있었다.

核酸關聯物質의 영향: 맛에 크게 관여하고 있으며 특히 IMP가 큰 구실을 하고 있었다.

有機鹽基의 영향: 거의 관여하지 않는 것으로 나타났다.

糖類의 영향: 거의 관여하지 않았다.

有機酸의 영향: 맛에 관여하는 것으로 나타났다.

無機質의 영향: 맛에 크게 영향하고 있으며, 특히 Na^+ , K^+ , PO_4^{3-} , Cl^- 이 많이 관여하였다.

以上の omission test 結果에서 두드러지게 나타나는 성분들을 보면, serine, glutamic acid, lysine, arginine, tyrosine, phenylalanine, IMP, Na^+ , K^+ 및 PO_4^{3-} 등의 10成分이었다. 이 10成分만을 가지고 합성엑스분을 만들어 전합성엑스분과 비교해본 결과, 비교적 유사하였으나 맛의 농도가 다소 붉어지는 경향이 있었다.

本實驗結果로 보아 붕어의 맛에 많이 관여하는 성분으로는 아미노산, 무기질 및 핵산관련물질이었다.

要 約

前報에 이어서 우리나라 주요 淡水魚의 呈味成分을 밝힐 目的으로 붕어背肉中の 유리아미노산, 핵산관련물질, 유기염기, 당류, 유기산 및 무기질을 분석하였고 이 分析値를 기초로 하여 표준 시약으로 합성엑스분을 調製해서 천연엑스분과 맛을 비교하였으며 omission test를 통하여 각 성분들이 맛에 미치는 영향을 실험 檢討하였다.

유리아미노산 중 histidine 함량이 월등히 많아 전체 유리아미노산의 46%를 차지하였으며 다음으로 glycine, lysine, alanine, taurine 등이 많았다. 핵산관련물질 중에는 IMP 함량이 166.1 mg/100g 으로서 가장 많았으며 그 외 성분은 함량이 적었다. 유기염기로서는 총 creatinine 이 320.5 mg/100g 으로서 가장 함량이 많았고 betaine 은 21.6 mg/100g 이었으며 TMA 및 TMAO 는 1 mg/100g 미만으로 極微量이었다.

유기산의 경우는 숙신산, 프로피온산, 브티르산, 말레르산등이 함량이 많았고 옥살산, 푸마르산, 말레산, 타르타르산 및 시트르산은 흔적량에 불과하였다. 당류의 함량으로는 포도당이 2.4 mg/100g 이었고 ribose, arabinose, fructose 및 inositol 은 1 mg/100g 미만이었다. 무기염류 중에는 K^+ 및 PO_4^{3-} 이 각각 220.0 mg/100g, 233.7 mg/100g 으로서 월등히

많았고 다른 무기염류는 32 mg/100g 이하이었다.

omission test에 의한 官能檢査 結果에 의하면, 붕어의 주된 呈味成分은 serine, glutamic acid, IMP, Na^+ , K^+ 및 PO_4^{3-} 이었으며 lysine, arginine, tyrosine 및 phenylalanine 에 의해서 더욱 맛이 調和를 이루고 있었다.

文 獻

- American Public Health Association. 1976. "Standard method for the examination of water and wastewater" 14th ed. Mercuric nitrate method, 304-306.
- Mason, B. S. and H. T. Slover. 1971. A gas chromatographic method for the determination of sugars in foods. J. Agr. Food. Chem. 19(3), 551-554.
- Murphy, J. and J. P. Riley. 1962. A modified single solution method for the determination of phosphate in natural waters. Ana. Chem. Acta. 27, 31-36.
- 山下市二·田村 太郎·吉川 誠次·鈴木 塵治. 1973. 揮發性および不揮發性有機酸의 가스 크로마토그래피에 의한 동시정량을 위한 프티르에스테르화. 分析化學(日本) 22(10), 1334-1341.
- 梁升澤·李應昊. 1979. 淡水魚의 呈味成分에 관한 研究 1. 天然産 잉어의 유리아미노산 및 핵산관련물질. 釜山水研報 19(2), 37-41.
- 梁升澤·李應昊. 1980-a. 淡水魚의 呈味成分에 관한 研究 2. 天然産 잉어의 有機鹽基. 韓水誌 13(3), 109-113.
- 梁升澤·李應昊. 1980-b. 淡水魚의 呈味成分에 관한 研究 3. 가물치의 呈味成分. 韓水誌 13(3), 115-119.
- 梁升澤·李應昊. 1982-a. 淡水魚의 呈味成分에 관한 研究 4. 天然産 잉어 및 가물치의 有機酸, 糖類 및 無機質. 韓水誌 15(4), 298-302.
- 梁升澤·李應昊. 1982-b. 淡水魚의 呈味成分에 관한 研究 5. 天然産 잉어 및 가물치 합성엑스분의 官能檢査. 韓水誌 15(4), 303-311.
- 梁升澤·李應昊. 1983. 淡水魚의 呈味成分에 관한 研究 6. 메기의 呈味成分. 韓水誌 16(3), 202-210.
- 梁升澤·李應昊. 1984. 淡水魚의 呈味成分에 관한 研究 7. 天然産 뱀장어의 呈味成分. 韓水誌 17(1), 33-39.