

淡水魚의 呈味成分에 관한 研究

9. 天然産 미꾸라지의 呈味成分

梁 升 澤 · 李 應 昊
釜山産業大學 食品科學科 · 釜山水産大學 食品工學科

Taste Compounds of Fresh-Water Fishes

9. Taste Compounds of Wild Loach 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 aims to find the taste compounds of wild loach, *Misgurnis mizolepis*, which is important fresh-water fish in this country. In order to elucidate the origin of the taste of wild loach meat, free amino acids, organic bases, nucleotides and their related compounds, organic acids, sugars and minerals were analyzed, and then followed by organoleptic test of synthetic extract prepared on the basis of the analytical data. Sensory evaluations of synthetic extracts prepared by omitting each extractive components were carried out by a triangle difference test, and changes in taste profile were assessed. In free amino acid composition, histidine, threonine, glycine, lysine, alanine were abundant. IMP and AMP were dominant in the wild loach in content. Total creatinine and butyric acid were abundant. As for the minerals, Na⁺, K⁺, Cl⁻ and PO₄³⁻ were found to be the major ions. From the results of omission test of synthetic extracts the major components which contribute to produce the taste were arginine, glutamic acid, valine, aspartic acid, IMP, succinic acid, Na⁺, K⁺, Ca²⁺, Mg²⁺, Cl⁻ and PO₄³⁻.

緒 論

미꾸라지, *Misgurnis mizolepis*,는 우리나라 낙동강에 서암특강까지의 서남해로 흘러드는 여러 하천에 分布하며 그 외에도 거의 全國적으로 分布하고 있다. 특히 미꾸라지는 옛부터 풍미와 영양이 풍부하다고 하여 추어탕 소재로서 국민의 食생활에 이바지해 온 중요한 전통식품 중의 하나로 알려져 왔다. 그러나 미꾸라지에 관한 食品學的인 研究報告는 찾아 보기

힘들다.

本 實驗에서는 우리나라 주요 淡水魚의 呈味成分을 究明할 目的으로 前報(梁과 李, 1979, 1980a, 1980b, 1982a, 1982b, 1983, 1984a, 1984b)에 이어서 미꾸라지 背肉中の 遊離아미노酸, 核酸關聯物質, 有機鹽基, 有機酸, 糖類 및 無機質을 分析하였다. 또한 이 分析值를 基礎로 하여 만든 合成엑스분을 天然엑스분과 그 맛을 比較檢討하였으며, 각 성분들이 미꾸라지의 맛을 내는데 미치는 影響을 omission

test 방법으로 官能檢査를 실시하여 몇가지 중요한 風味成分을 究明하였다.

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 14 cm 되는 살아있는 미꾸라지, *Misgurnis mizolepis*, 를 실험실로 옮겨 머리와 腹肉部分을 切斷, 背肉部分만을 取해서 -33°C의 凍結庫에 保存하여 두고 實驗에 使用하였고, 一般成分의 組成은 Table 1 과 같다.

Table 1. Chemical composition of dorsal muscle of wild loach

(g/100 g)				
Moisture	Protein	Lipid	Ash	Carbohydrate
76.0	18.2	3.7	1.6	0.4

2. 方 法

一般成分: 常法에 따라 定量하였다.

遊離아미노酸: 前報(梁과 李, 1979)에서와 같이 Amberlite LCR 2型 樹脂칼럼을 使用하는 아미노酸 自動分析計(JLC-6 AH No. 310)로써 Spackman 등 (1958)의 方法에 따라 定量하였다.

核酸關聯物質: 中島등(1961)의 方法에 따라 定量하였다. inosine 과 hypoxanthine 의 分別定量: 新井와 齊藤(1963), 關등 (1969)의 方法에 따라 定量하였다.

有機鹽基: 前報(梁과 李, 1980 a)에서와 같은 方法으로 定量하였다.

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

糖類: 前報(梁과 李, 1982 a)에서와 같이 試料를 처리하여 Mason 과 Slover(1971)의 方法에 따라 前報(梁과 李, 1982 a)와 같은 條件으로 GLC에 의하여 分析定量하였다.

無機質: 陽이온의 定量은 原子吸光分光光度法(Perkin-Elmer 303)으로 前報(梁과 李, 1982 a)와 같은 條件下에서 실시하였고, 標準物質로써 檢量線을 作成하여 定量하였다. 陰이온의 定量은 滴定法

(American Public Health Association, 1976)과 Murphy 와 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 구성하고 엑스분을 調製하여 3點識別試驗法(triangle difference test)으로 omission test 를 실시하였으며, 소정의 질문지에 答하도록 하였다.

結果 및 考察

1. 遊離아미노酸, 核酸關聯物質 및 有機鹽基

유리아미노산, 핵산관련물질 및 유기염기의 含量

Table 2. Contents of free amino acids, nucleotides and their related compounds and organic bases in the dorsal muscle of wild loach

(mg/100 g)	
Components	Content
Free amino acids:	
Lysine	36.1
Histidine	62.5
Arginine	6.7
Taurine	3.8
Aspartic acid	3.9
Threonine	37.3
Serine	10.6
Glutamic acid	6.7
Proline	4.5
Glycine	36.8
Alanine	30.3
Valine	8.1
Methionine	4.2
Isoleucine	6.8
Leucine	10.5
Tyrosine	3.4
Phenylalanine	3.9
Ammonia	28.3
Nucleotides and their related compounds:	
ATP	7.1
ADP	30.3
AMP	95.5
IMP	117.7
Inosine	10.5
Hypoxanthine	2.6
Organic bases:	
Total creatinine	353.7
Betaine	22.0
TMA	0.5
TMAO	0.4
Total extract-N	352.9
Recovered-N(%)	72.1

은 Table 2에 나타낸 바와 같다. 17種의 유리아미노산이 分離同定되었고 histidine 함량이 62.5 mg/100 g으로 가장 많아 전체 유리아미노산의 22.7%를 차지하였으며 다음으로 threonine, glycine, lysine, alanine 등이 함량이 많아서 이들 5種의 유리아미노산이 전체 유리아미노산의 約 74%를 차지하였다. 그 외의 유리아미노산은 約 10 mg/100 g 이하로 비교적 그 함량이 적었다. 핵산관련물질 중에는 IMP가 117.7 mg/100 g으로서 가장 많았다. 유기염기의 경우 총 creatinine 함량이 353.7 mg/100 g으로서 다른 유기염기 보다도 월등히 그 함량이 많았으며 전체의 엑스성분 중에서도 가장 많았다.

총엑스분질소에 대한 분석된 합질소엑스성분의 질소회수율은 72.1%였다. 총엑스분질소에 대한 분석된 엑스분질소가 차지하는 비율은 총 creatinine 질소가 37.2%로 가장 높았으며, 다음이 유리아미노산질소, 뉴클레오티드질소, 암모니아질소, 베타인질소, TMA 질소 및 TMAO 질소의 順이었다.

2. 有機酸, 糖類 및 無機質

미꾸라지背肉中の 유기산, 당류 및 무기질의 含量은 Table 3과 같다. 有機酸中에는 브티르산이 236.2

Table 3. Contents of organic acids, sugars and minerals in the dorsal muscle of wild loach

(mg/100 g)	
Components	Content
Organic acids:	
Propionic acid	0.6
Butyric acid	236.2
Valeric acid	16.8
Succinic acid	30.1
Oxalic acid	trace
Fumaric acid	trace
Maleic acid	trace
Tartaric acid	trace
Citric acid	trace
Sugars:	
Ribose	trace
Arabinose	trace
Fructose	0.2
Glucose	0.3
Inositol	trace
Minerals:	
Na ⁺	160.0
K ⁺	250.0
Ca ²⁺	4.0
Mg ²⁺	10.0
Cl ⁻	240.0
PO ₄ ³⁻	283.2

Table 4. Composition of the complete synthetic extract for the dorsal muscle of wild loach (mg/100 ml)

Chemicals	Amount	Chemicals	Amount
Lys·HCl	45	Betaine	22
His·HCl·H ₂ O	84	TMAO	trace
Arg·HCl	8	Creatinine	354
Tau	4	Propionic acid	1
Asp	4	Butyric acid	236
Thr	37	Valeric acid	17
Ser	11	Succinic acid	30
Glu	7	Oxalic acid	trace
Pro	4	Fumaric acid	trace
Gly	37	Maleic acid	trace
Ala	30	Tartaric acid	trace
Val	8	Citric acid	trace
Met	4	Ribose	trace
Ile	7	Arabinose	trace
Leu	11	Fructose	1
Tyr	3	Glucose	1
Phe	4	Inositol	trace
ATP·Na	8	NaCl	336
ADP·Na	33	MgCl ₂ ·6H ₂ O	83
AMP	95	CaCl ₂	11
IMP·Na	136	Na ₂ HPO ₄ ·12H ₂ O	271
Inosine	10	K ₃ PO ₄	475
Hypoxanthine	3		

mg/100 g으로서 월등히 많았고 다음으로 숙신산, 말레르산, 프로피온산이 많았으며 옥살산, 푸마르산, 말레산, 타르타르산 및 시트르산은 혼적량에 불과하였다. 糖類의 경우, glucose와 fructose가 極微量 존재할 뿐 ribose, arabinose 및 inositol은 혼적량에 불과하였다. 無機質에서 陽이온 중 K⁺이 250.0 mg/100 g으로서 가장 많았고 陰이온 중에는 PO₄³⁻이 283.2 mg/100 g으로서 가장 많았다.

3. 官能檢査

관능검사는 分析値를 기준하여 Table 4와 같은 組成으로 합성엑스분을 調製한 후 천연엑스분의 pH와 같도록 pH 5.60으로 조절하고 2倍로 희석하여 실시하였다. 단, 무기질은 각 이온의 定量値에 알맞도록 인위적인 無機鹽類 組成을 定하였다. 천연엑스분과 합성엑스분의 맛은 숙달된 7名의 檢査員에 의한 공개 관능검사에서 서로 대단히 類似하다고 認定

Table 5. Results of omission test on each component in the dorsal muscle of wild loach

Omitted components	No. of correct identifications (n=21)	Level of significance	Degree of difference*			Total score (210)
			2	1	0	
Amino acids	18	0.001		7		157.5
Quarternary ammonium bases	12	0.05		4	3	185.0
Nucleotides and related compounds	13	0.01		5	2	181.0
Organic acids	13	0.01		4	3	179.0
Minerals	19	0.001	5	2		114.5
Amino acids-1(Lys, His, Thr, Gly, Ala)	9			3	4	189.5
Amino acids-2(Arg, Asp, Ser, Glu, Pro, Val, Met, Ile, Leu, Tyr, Phe)	15	0.001		6	1	167.8
His	10			4	3	187.5
Gly	11			3	4	178.0
Ala	9			4	3	192.4
Arg	13	0.01		5	2	177.5
Asp	12	0.05		4	3	183.7
Glu	19	0.001	1	6		160.3
Val	21	0.001		7		162.8
Met	6			1	6	192.0
Ile	8			4	3	190.0
Leu	8			3	4	187.5
Tyr	11			4	3	193.0
Phe	5			1	6	198.5
Betaine	10			3	4	189.5
Creatinine	10			3	4	183.7
IMP	14	0.01		5	2	176.8
Inosine	3				7	202.0
Succinic acid	13	0.01		5	2	178.5
Organic acids(oxalic, maleic, tartaric, citric acid)	7			1	6	194.0
Na ⁺	19	0.001	4	3		126.0
K ⁺ (Test 1)	13	0.01		4	3	182.0
K ⁺ (Test 2)	16	0.001		6	1	168.0
Ca ²⁺ (Test 1)	13	0.01		4	3	184.0
Ca ²⁺ (Test 2)	12	0.05		5	2	178.2
Mg ²⁺ (Test 1)	13	0.01		5	2	181.5
Mg ²⁺ (Test 2)	10			3	4	187.5
Cl ⁻ (Test 1)	17	0.001		6	1	179.7
Cl ⁻ (Test 2)	21	0.001	2	5		143.0
PO ₄ ³⁻ (Test 1)	15	0.001		6	1	169.5
PO ₄ ³⁻ (Test 2)	16	0.001		6	1	172.0

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

2: obvious, 1: slight, 0: indistinguishable

Table 6. Composition of inorganic components for the omission test for minerals in the dorsal muscle of wild loach

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 ₂ PO ₄ ·12H ₂ O	KH ₂ PO ₄	K ₂ HPO ₄	K ₃ PO ₄
(Test 1)									
Na ⁺		336	11	83			413		
K ⁺	336		11	83	190				
Ca ²⁺	348			83	156				453
Mg ²⁺	384		11			49		557	
Cl ⁻						880			453
PO ₄ ³⁻	407	478	11	83					
(Test 2)									
K ⁺	336		11	83	464				
Ca ²⁺	348			83	149				431
Mg ²⁺	384		11			44		497	
Cl ⁻						591			304
PO ₄ ³⁻	191	224	5	39					

되었다. 미꾸라지 합성엑스분의 omission test 結果는 Table 5 와 같고 omission test 에 사용된 무기염류의 조성은 Table 6 과 같다.

omission test 에서 검사원들이 비교기술한 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 맛이 떨어졌다.

有機鹽基를 除去한 것 : 짠맛, 쓴맛이 감소하고 단맛, 감칠맛, 떼은맛이 증가하는 경향이였다.

有機酸을 除去한 것 : 단맛, 감칠맛이 떨어지고 쓴맛, 떼은맛, 신맛이 증가하였다.

無機質을 除去한 것 : 단맛, 짠맛, 신맛, 감칠맛이 떨어졌고 구토증을 느낄 정도로 맛이 나빠졌다고 하였다. 맛의 조화성이 크게 떨어졌고 특징적인 맛이 消失되었다.

아미노산-1 군(多量으로 含有된 아미노산들 즉, Lys, His, Thr, Gly, Ala)을 除去한 것 : 뚜렷한 差異가 없었다.

아미노산-2 군(少量으로 含有된 아미노산들 즉, Arg, Asp, Ser, Glu, Pro, Val, Met, Ile, Leu, Tyr, Phe)을 除去한 것 : 단맛, 감칠맛이 떨어졌고 쓴맛, 떼은맛이 크게 增加하였으며 전체적으로 농도가 降低되었다.

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

Glycine 을 除去한 것 : 뚜렷한 差異는 없었다.

Alanine 을 除去한 것 : 뚜렷한 差異는 없었다.

Arginine 을 除去한 것 : 단맛, 짠맛, 감칠맛이 다소 떨어졌다.

Aspartic acid 를 除去한 것 : 감칠맛, 단맛이 떨어지고 짠맛, 떼은맛, 신맛이 증가하였다.

Glutamic acid 를 除去한 것 : 감칠맛, 단맛, 짠맛이 감소하였다.

Valine 을 除去한 것 : 짠맛, 감칠맛이 떨어졌고 떼은맛은 크게 增加하였다.

Methionine 을 除去한 것 : 거의 차이가 없었다.

Isoleucine 을 除去한 것 : 뚜렷한 差異는 없었다.

Leucine 을 除去한 것 : 거의 差異가 없었다.

Tyrosine 을 除去한 것 : 뚜렷한 差異는 없었다.

Phenylalanine 을 除去한 것 : 거의 差異가 없었다.

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

Creatinine 을 除去한 것 : 거의 差異가 없었다.

IMP 를 除去한 것 : 감칠맛과 단맛이 떨어지고 짠맛, 쓴맛, 떼은맛이 증가하였으며 맛의 조화성이 부족하였다.

Inosine 을 除去한 것 : 거의 差異가 없었다.

숙신산을 除去한 것 : 감칠맛이 다소 떨어지고 신맛과 떼은맛은 미미하게 증가하였다.

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

Na⁺을 除去한 것 : 단맛, 짠맛, 감칠맛이 크게 떨어졌고 쓴맛이 주목할만큼 크게 증가하였으며, 특징적인 맛이 없어졌다.

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

Ca²⁺을 除去한 것 : Test 1에서 짠맛과 감칠맛이 떨어졌고 짙은맛과 신맛이 증가하였으며, Test 2에서는 감칠맛이 다소 떨어졌고 짙은맛이 증가하였다.

Mg²⁺을 除去한 것 : Test 1에서 짠맛이 다소 떨어졌고 신맛과 감칠맛은 미미하게 증가하였으며, Test 2에서는 단맛과 짠맛이 다소 떨어졌고 신맛, 쓴맛, 감칠맛은 다소 증가하였다.

Cl⁻을 除去한 것 : Test 1과 Test 2에서 모두 단맛, 짠맛, 감칠맛이 크게 떨어졌고 쓴맛은 크게 증가하였으며 농도가 많이 묽어져서 특징적인 맛이 크게 消失하였다.

PO₄³⁻을 除去한 것 : Test 1에서 짠맛, 짙은맛이 떨어졌고 단맛이 증가하였으며, Test 2에서는 짠맛과 신맛이 떨어졌고 단맛은 역시 증가하였다. 조화성이 부족하였다.

Table 5와 검사원들이 비교 기술한 내용을 종합하여 各成分群別로 맛에 미치는 영향을 보면,

아미노산의 영향 : 맛에 크게 관여하고 있으며, 특히 少量으로 함유된 arginine, aspartic acid, glutamic acid 및 valine이 큰 역할을 하고 있음을 알 수 있었다.

有機鹽基의 영향 : 거의 관여하지 않는 것으로 나타났다. 核酸關聯物質의 영향 : 맛에 관여하고 있으며, 특히 IMP의 영향이 컸다.

有機酸의 영향 : 맛에 관여하는 것으로 나타났다.

無機質의 영향 : 全成分을 통하여 가장 크게 관여하였으며, 특히 Na⁺와 Cl⁻의 영향은 크고 그 외의 無機鹽類도 모두 관여하였다.

以上の omission test 結果에서 두들여지게 나타나는 成分들을 보면, arginine, glutamic acid, valine, aspartic acid, IMP, 속신산, Na⁺, Cl⁻, K⁺, PO₄³⁻, Ca²⁺ 및 Mg²⁺ 등의 12成分이었다. 이 12成分만을 가지고 엑스분을 만들어 전합성엑스분과 비교하여 본 결과 비교적 類似하였으나 맛의 농도가 다소 묽어지는 경향이 있었다.

Hayashi 등 (1981)은 자숙한 계肉의 風味成分에

관한 研究에서 거의 맛을 내는데는 無機質, 특히 Na⁺와 Cl⁻이 큰 구실을 한다고 하였다.

本實驗結果로 보아 미꾸라지의 맛에 가장 많이 관여하는 성분으로는 無機質이고 그 다음으로 아미노산, 핵산관련물질, 유기산의 順이었다.

要 約

미꾸라지의 風味成分을 밝힐 目的으로 미꾸라지 蟹肉中の 유리아미노산, 핵산관련물질, 유기염기, 유기산 및 무기질을 分析하고, 이 分析值를 기초로 하여 표준시약으로서 합성엑스분을 調製하여 천연엑스분과 맛을 비교하였으며 omission test를 실시하여 各成分들이 맛에 미치는 영향을 조사하였다.

유리아미노산의 함량은 histidine이 가장 많았고 그 외 threonine, glycine, lysine, alanine 등이 많았다. 핵산관련물질은 IMP가 117.7 mg/100 g으로 가장 많았으며 유기염기중에는 creatinine이 353.7 mg/100 g으로서 가장 많았다. 유기산의 경우 브티르산이 월등히 많았으며 당류의 함량은 모두 極微量이거나 흔적량에 불과하였다. 무기질의 함량은 K⁺ 및 PO₄³⁻가 각각 250.0 mg/100 g, 283.2 mg/100 g으로서 가장 많았으며 그 외의 無機質도 비교적 함량이 많았다.

omission test 結果로 본 미꾸라지의 主된 맛성분으로는 arginine, glutamic acid, valine, IMP, 속신산, Na⁺ 및 Cl⁻이었으며, 그 외 aspartic acid, K⁺, PO₄³⁻, Ca²⁺ 및 Mg²⁺이 더욱 맛을 좋게 하였다.

文 獻

- American Public Health Association. 1976. "Standard method for the examination of water and wastewater" 14th ed. Mercuric nitrate method, 304-306.
- 新井 健一·齊藤 恒行. 1963. アデニン, ヒポキサンチン, アデノシンおよびイノシンのイオン交換クロマトグラフィーによる定量法について. 日水誌 29(2), 168-178.
- Hayashi, T., K. Yamaguchi, and S. Konosu. 1981. Sensory analysis of taste-active components in the extract of boiled crab meat. J. Food Sci. 46, 479-483.

淡水魚의 呈味成分에 관한 研究

- 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.
- 中島 宜郎・市川 恒平・鎌田 政喜・藤田榮 一郎. 1961. 5'-리보ヌクレ오티드의食品化學的研究(第2報). 食品中の5'-리보ヌクレ오티드について(その2). 魚貝肉および食品中の5'-리보ヌクレ오티드. *日農化誌* 35(9), 803-808.
- 關伸 夫・金谷 俊夫・齊藤 恒行. 1969. 水産動物臟器の有機燐化合物に關する研究—IV. プリン, ピリミジンおよびヌクレ오티드의分離定量法について. *日水誌* 35(7), 690-694.
- Spackman, D.H., W.H. Stein, and S. Moore. 1958. Automatic recording apparatus for use in the chromatography of amino acids. *Ana. Chem.* 30, 1190-1206.
- 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のカスクロマトグラフイーによる同時定量のためのブチルエステ
ル化. *分析化學(日本)* 22(10), 1334-1341.
- 梁升澤・李應吳. 1979. 淡水魚의 呈味成分에 관한 研究. 1. 天然産 잉어의 유리아미노산 및 핵산 관련물질. *釜水大研報* 19(2), 37-41.
- 梁升澤・李應吳. 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・李應吳. 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・李應吳. 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・李應吳. 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・李應吳. 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・李應吳. 1984 a. 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.
- 梁升澤・李應吳. 1984 b. 淡水魚의 呈味成分에 관한 研究. 8. 붕어의 呈味成分. *韓水誌* 17(3), 170-176.