

해수사육 틸라피아 근육의 식품성분 연구*1

1. 담수 및 해수사육한 틸라피아 근육의 정미성분

전중균 · 주동식* · 박철원 · 허형택 · 이응호*

한국해양연구소 생물생산연구실, *부산수산대학교 식품공학과

Studies on the Food Components of *Tilapia Oreochromis niloticus* Cultured in Seawater

1. Comparison of Taste Compounds with Freshwater Cultured Tilapia

Joong-Kyun JEON, Dong-Sik JOO*, Chul-Won PARK,
Hyung-Tack HUH and Eung-Ho LEE*

Lab. of Aquaculture, KORDI, Ansan P.O.Box 29, Seoul 425-600, Korea

*Department of Food Science and Technology, National Fisheries University of Pusan,
Pusan 608-737, Korea

The approximate compositions and the taste compounds of tilapia, *Oreochromis niloticus*, cultured in freshwater and seawater for six months, were analyzed. As for the approximate compositions, there were little differences in moisture and protein contents of tilapia cultured in seawater and freshwater, but somewhat higher lipids and ash than that cultured in freshwater. Also, no significant differences in the content of free amino acids, nucleotides, betaine, TMAO, and total creatinine were observed between both groups.

서 론

틸라피아는 아프리카원산의 열대성 담수어류이지만 담수에서는 물론 환경변화에 대한 저항성이 강하여 해수에서도 생육 가능하며, 고밀도사육도 가능하고, 육질의 맛도 좋고, 외형도 도미류와 비슷하여 유망한 양식대상종으로 기대되고 있는 담수어종이다(Balarim, 1981). 최근 우리나라에서도 이러한 틸라피아의 담수양식 및 해수양식을 시도하여 성공한 바 있어(金, 1983; 朴 등, 1990), 틸라피아 양식이 보다 확산될 것으로 기대되고 있다. 그러나 틸라피아에 관한 많은 보고중 대부분은 담

수사육한 틸라피아를 대상으로 한 생리·생태적 연구이며, 해수사육한 것을 대상으로 한 연구로는 순치중의 효소활성(永山 등, 1968)이나 장내세균의 조성변이(Sakata 등, 1980)에 관한 연구 등이 있을 뿐이고 식품학적인 고찰은 거의 없는 실정이다. 근래들어 담수산인 틸라피아를 해수에 일시 순치시키면 식감이 좋아진다는 일부의 평판때문에 양식업자들은 담수에서 사육한 성어를 해수에 일시 순치하였다가, 담수산보다 고가로 출하·판매하고 있다. 따라서, 본 연구는 담수사육한 틸라피아와 해수에서 사육한 것과 맛에 차이가 있는가를 조사하기 위해 틸라피아를 담수와 해수에서 각각 6기

*1 본 연구는 1990년도 한국해양연구소의 기본연구사업비의 일부로 수행되었습니다.

월간 사육하여 이들의 일반성분 및 유리아미노산, 핵산관련물질, TMAO, betaine, total creatinine 등의 정미성분을 분석·비교한 것이다.

재료 및 방법

시료: 공시한 틸라피아 *Oreochromis niloticus*는, 친어로 부터 산란된 알을 담수에서 부화시켜 약 30일간 예비사육후, 담수와 해수에서 각각 15일간 순치시킨 다음 건강한 개체를 선별하여 250l의 수조에서 담수(freshwater, F)와 해수(seawater, S)로 각각 180일간 사육한 것이다. 사육중의 수온은 25℃로 하였고, 먹이로는 잉어성어용의 시판배합사료(무지개사료)를 사용하였으며, 분석을 위해 두 시료군에서 체장 20 cm, 체중 200 g 전후의 틸라피아를 5마리씩 선별하여 즉살시킨 다음, 복육(腹肉)과 배육(背肉)으로 나누어 chopper(橋本罐詰製作所, SP-R型)로써 마쇄한 후, -30℃ 동결고에 저장하여 두고 이하 실험에 사용하였다.

일반성분: 일반성분은 상법에 따라 수분은 상압 가열건조법, 조단백질은 semi-micro kjeldahl법, 조지방은 soxhlet법, 회분은 건식회화법으로 각각 측정하였다.

유리아미노산 및 관련화합물의 정량: 李 등(1987)과 같이 전처리하여 Ultropac 8(Li⁺form) 수지칼럼을 사용하는 아미노산 자동분석기(LKB 4150-α)로써 분석, 정량하였다.

핵산관련물질의 정량: 李 등(1984)의 방법에 따라 HPLC(Waters ALC-214)로써 정량하였으며, 각 시료의 핵산관련물질은 표준품(Sigma)과의 retention time를 비교하여 동정하고, 검량선을 이용한 피이크면적으로 정량하였다.

Trimethylamine oxide(TMAO), trimethylamine(TMA), betaine 및 total creatinine의 정량: 李 등(1989)과 같이 시료를 전처리한 후, TMAO와 TMA는 Hashimoto와 Okaichi(1957)의 방법, betaine은 Konosu와 Kasai(1961)의 방법에 따라 비색 정량 하였으며, total creatinine은 Sato와 Fukuyama(1957)의 방법에 따라 비색정량하였다.

결과 및 고찰

일반성분: 담수와 해수에서 사육한 틸라피아의

일반성분은 Table 1과 같다. 수분함량은 배육의 경우 S시료와 F시료간에 거의 차이가 없었고, 다른 성분을 건물량으로 환산해 보았을 때 조지질함량은 두 시료에서 배육과 복육 모두 S시료가 미약하나 많았고, 조단백질함량은 거의 같았다. 그리고 회분의 함량은 어체부위에 상관없이 S시료가 F시료에 비해 약간 많았으며, 이는 해수가 담수에 비해 염의 농도가 높기때문일 것으로 여겨진다. 한편 양식어류의 일반성분중 조직에 따른 함량변화는 조지방이 가장 심하여 복육이 배육보다 많은 것으로 알려지고 있고(佐伯과 熊谷, 1979), 본 실험에서도 F시료와 S시료 모두 복육이 배육에 비하여 2.4~2.6배 정도 높게 나타나, 앞의 보고와 잘 일치하였다.

Table 1. Proximate composition of tilapia cultured in fresh(F) and seawater(S) (g/100g)

	Sample codes	Moisture	Crude lipid	Crude protein	Crude ash
Dorsal muscle	F	78.9	1.2 (5.7)*	18.2 (86.3)	0.9 (4.3)
	S	78.8	1.5 (7.1)	17.6 (83.0)	1.2 (5.7)
Ventral muscle	F	77.6	3.3 (14.7)	17.4 (77.7)	1.0 (4.5)
	S	76.2	4.0 (16.8)	18.0 (75.6)	1.3 (5.5)

* dry basis %.

유리아미노산 및 관련화합물: 담수 및 해수사육 틸라피아의 배육과 복육에서의 유리아미노산 및 관련화합물의 조성 및 함량을 Table 2에 나타내었다. F시료와 S시료에서의 이들 총 함량은 배육에서 811.9~819.2mg/100g, 복육에서 884.6~887.7mg/100g으로, 복육에서의 함량이 배육에 비해 많아 부위에 따른 함량차이는 있었으나, 담수시료와 해수시료간의 차이는 확인할 수 없었다. 유리아미노산중 모든 시료군에서 taurine(332.4~379.5mg/100g)과 glycine(179.1~191.1mg/100g)의 함량이 많아, 두 아미노산의 합은 총 유리아미노산 및 관련화합물함량의 63.4~67.4%나 되었다. 이처럼 함량이 매우 높은 taurine은 삼투압조절작용이나 생체막안정화 작용(坂口과 村田, 1988)이 있고, 염분농도를 달리 하여 사육한 해산무척추동물에서는 그 함량이 크게 변하는 것이 알려져 있으나(Claybrook, 1983), 어류에 있어서는 해산어나 담수어간에는 거의 차이가 없는 듯하다(小澤 등, 1984; 坂口과 村田, 1987). Assem and Hanke(1983)에 의하면 틸라피아 *Sarotherodon mossambicus*를 해수(27‰)에 적응시킨 후 근육에서는 taurine의 함량이 일시적으로 증

가하였다고는 하나, 장기간에 걸쳐 적응시키게 되면 뚜렷한 차이를 보이지 않는 것이 알려지고 있다 (Huggins and Colly, 1971; Sakaguchi 등, 1988). 본 실험에서도 taurine의 함량이 해수시료와 담수시료 간에 차이가 없었던 것도 이와 일치하는 결과라 하겠다.

한편, 사료의 유리아미노산의 조성에서는 histidine이 가장 많았고(31.2%), 그 다음이 taurine (20.7%)이었으며, 틸라피아에서의 함량이 높았던 glycine의 함량은 낮아 2.5%를 나타내었다. 구성아

Table 2. Contents of free amino acid and their related compounds of tilapia cultured in fresh(F) and seawater(S) (mg/100g)

Free amino acid related compound	Dorsal muscle		Ventral muscle	
	F	S	F	S
Phosphoserine	8.9	4.8	7.7	10.5
Taurine	368.5	332.4	379.5	375.1
Phosphoethanol- amine	t*1	t	t	--*2
Urea	2.9	5.0	2.1	4.1
Aspartic acid	18.4	16.5	16.4	18.3
Threonine	8.8	12.5	7.5	19.6
Serine	11.9	9.9	10.8	15.7
Glutamic acid	16.2	30.8	26.5	28.5
α -aminoadipic acid	t	--	t	--
Proline	32.6	38.1	46.2	42.8
Glycine	179.1	186.8	183.6	191.1
Alanine	22.6	36.3	25.3	24.0
α -aminobutyric acid	t	t	t	--
Valine	13.8	10.5	15.9	8.7
Methionine	5.2	7.2	9.2	8.3
DL-allocystha- thionine	t	t	t	--
Isoleucine	1.6	3.3	2.2	2.5
Leucine	3.2	6.2	7.3	5.2
Tyrosine	10.4	5.2	12.5	9.3
Phenylalanine	4.5	5.9	7.5	4.5
β -aminoiso- butyric acid	t	--	t	t
Ethanolamine	t	t	t	t
Ammonia	5.5	4.7	3.6	5.2
Ornithine	19.6	23.7	18.9	23.6
Lysine	25.4	37.5	50.6	49.5
Histidine	32.5	26.3	26.4	24.5
Caronosine	t	--	t	--
Arginine	20.3	15.6	25.3	16.7
Total	811.9	819.2	884.6	887.7

*1 trace; <1 mg/100g, *2--; not detected.

미노산의 조성에 있어서도 glycine은 5.7%의 비율로 존재하였다(미발표자료). 이처럼 glycine이 사료에는 적었으나 사육한 틸라피아에서는 비교적 많았고, 이는 틸라피아의 단맛 발현에 영향을 것으로 사료된다.

이외의 유리아미노산중 threonine, glutamic acid, isoleucine, ornithine 등은 S시료가 다소 많았고, taurine, valine, tyrosine, histidine, arginine 등은 F시료가 약간 더 많았으며, aspartic acid, serine, proline, alanine, methionine, leucine, phenylalanine, lysine 등은 S시료와 F시료간에 차이를 보이지 않았다. 그리고 phosphoethanolamine, α -aminoadipic acid, α -aminobutyric acid, DL-allocysthathionine, β -aminoisobutyric acid, ethanolamine 및 carnosine 등의 7성분은 미량 검출되거나 전혀 검출되지 않았다.

Imidazole화합물 중에서는 histidine이 24.5~32.5 mg/100g 정도 확인되었고, carnosine은 흔적량 검출되었다. 뱀장어나 무지개송어를 해수순치하면 histidine 함량이 수 배가량 증가한다는 보고(Abe and Ohmama, 1987)도 있으나, 본 실험의 틸라피아에서는 뚜렷한 변화가 없었고, 이러한 함량은 잉어나 은어 등의 담수산 어류와 비슷한 수준이었다(藤田, 1988).

관련하여, 틸라피아에서의 총 유리아미노산의 함량은 같은 담수어류인 미꾸리(梁 등, 1978), 잉어(梁 등, 1979; 小島 등, 1985; 李 등, 1989), 가물치(梁과 李, 1980), 은어(Konosu 등, 1964), 뱀장어(須山 등, 1977) 등에 비해서도 많아, 틸라피아의 맛의 발현에 크게 기여할 것으로 생각된다.

핵산관련물질: 담수 및 해수사육 틸라피아의 배육과 복육에서의 핵산관련물질의 함량을 Table 3에 나타내었다. F시료와 S시료 모두 복육에서의 함량이 배육보다 약간 많았을 뿐, 두 시료간에 별다른 차이는 없었다. 한편 핵산관련물질중 IMP는 시료에 상관없이 총 함량의 60.2~66.5%를 차지하여 가장 큰 비율을 이루고 있어, 유리아미노산과 아울러 틸라피아의 맛에 중요한 역할을 하리라 생각된다.

TMAO, TAM, betaine 및 total creatinine: 담수 및 해수사육 틸라피아의 TMAO, TMA, betaine 및 total creatinine의 함량을 Table 4에 나타내었다. TMAO는 담수산어류에서는 낮은 함량을 보인다는 보고(小島 등, 1985)와 같이 S시료에서 8.3mg/100g(배육, 복육)였으며, F시료에서는 7.5(배육)~7.8

Table 3. Contents in nucleotides and their related compounds of tilapia cultured in fresh(F) and seawater(S) (mg/100g)

	Sample codes	ATP	ADP	AMP	IMP	Inosine	Hypo-xanthine	Total
Dorsal muscle	F	75.9	19.9	14.3	183.2	9.5	1.5	304.3
	S	74.2	20.5	15.2	187.3	8.5	2.0	307.7
Ventral muscle	F	64.6	17.6	14.3	228.0	18.6	3.7	346.8
	S	66.9	17.4	14.9	231.5	17.0	3.3	348.0

Table 4. Trimethylamine oxide(TMAP), trimethylamine (TMA), betaine and total creatinine contents of tilapia cultured in fresh(F) and seawater (S) (mg/100g)

	Sample codes	TMAO	TMA	Betaine	Total creatinine
Dorsal muscle	F	7.5	*1	62.9	232.7
	S	8.3	--	61.5	234.5
Ventral muscle	F	7.8	--	61.0	274.0
	S	8.3	--	60.3	285.5

*1 --; not detected.

(복육)mg/100g으로 두 시료 모두 낮은 함량으로 차이는 없었고, TMA는 전 시료에서 전혀 검출되지 않았다. 池田(1980)에 따르면 담수어에서는 TMAO로 부터 환원되며 생성되는 TMA는 대사경로를 거쳐 쉽게 체외로 배출된다고 하였는데, S시료에서도 TMA가 전혀 검출되지 않은 것은 비록 해수환경에서 사육되었으나 본래 담수성의 어류이므로 담수성 어류의 대사생리 기능이 여전히 작용하였기 때문일 것으로 생각된다. Betaine의 함량은 60.3~62.9 mg/100g의 범위로, F시료와 S시료, 또한 각 시료의 부위에 상관없이 거의 비슷하였다. Total creatinine의 함량은 담수산 잉어(梁과 李, 1979)나 은어(鴻巢과 渡邊, 1976)의 보고치(327~410mg/100g) 보다는 적었고, 복육(274.0~285.5mg/100g)이 배육(232.7~234.5mg/100g)보다 많기는 하였지만, F시료와 S시료간에는 거의 함량차이가 없었다.

이상의 결과를 종합하면, 담수산 틸라피아를 해수로 사육하면 일반성분중 수분함량과 단백질량은 차이가 없으며, 지질함량과 회분함량은 다소 많아 지나 큰 차이는 없는 것으로 여겨진다. 그리고 합질소화합물의 조성이나 함량에 있어서도 두 시료간의 차이는 없었고, 함량면에서 보아 틸라피아의 맛의 발현에 크게 기여할 것으로 여겨지는 유리아미노산인 taurine과 glycine, 핵산관련물질인 IMP, 그리고 총 creatinine 등의 함량에 있어서도 S시료와 F시료간에서 차이는 확인할 수 없었다.

담수산육한 틸라피아는 해수로 순치한 것보다

식감이 다소 떨어진다는 평판때문에, 양식업자는 출하전에 해수로 순치시켜 보다 높은 값으로 판매하는 사례가 적지 않은 실정이나, 본 조사에서 확인된 담수산육 시료군과 해수산육 시료군의 엑스분의 차이로서는 이러한 식감의 차이를 설명하기는 매우 어려울 듯하다. 오히려 식감의 차이는 정미성분만의 차이에 의한 것이 아니라 근육의 조직(texture)이나 풍미(flavour) 등이 복합적으로 관여하기 때문이 아닌가 생각되어, 현재 이에 관한 연구가 진행중에 있다.

요 약

틸라피아를 담수와 해수에서 각각 6개월간 사육하여, 이들의 일반성분과 정미성분을 분석·비교하였다. 일반성분에서는 해수산육한 것이 담수산육한 것에 비해 수분함량과 단백질 양에는 거의 차이가 없었으며, 지질함량과 회분함량은 약간 많았다. 또한 정미성분중 유리아미노산인 taurine과 glycine, 핵산관련물질인 IMP, total creatinine 등의 함량이 많았으며, 이들은 함량면에서 보아 틸라피아의 맛에 크게 기여할 것으로 생각된다. 그러나 합질소화합물의 함량이나 조성에서는 해수산육과 담수산육간에 별다른 차이를 확인할 수 없었다.

참 고 문 헌

- 金仁培. 1983. 無濾過循環水탱크利用 Tilapia의 高密度飼育實驗. 韓水誌. 16, 59~67.
- 박철원·김병기·명정구·김종만·이순길·허형택. 1990. 틸라피아의 해수양식에 관한 연구-1. 해수순치 및 사육실험. 한국양식학회지.(준비중).
- 梁升澤·朴有植·李應昊. 1978. 마꾸리 엑스분의 遊離아미노酸. 韓水誌. 11, 155~158.
- 梁升澤·李應昊. 1979. 淡水魚의 呈味成分에 關한

- 研究. 1. 天然産인어의 遊離아미노酸 및 核酸 關連物質. 韓水誌. 19, 37~41.
- 梁升澤 · 李應昊. 1980. 淡水魚의 呈味成分에 關한 研究. 3. 가물치의 呈味成分. 韓水誌. 13, 115~119.
- 李應昊 · 具在根 · 安昌範 · 車庸準 · 吳光秀. 1984. HPLC에 依한 市販水産乾製品의 ATP分解生成物의 迅速定量法. 韓水誌. 17, 368~372.
- 李應昊 · 吳光秀 · 安昌範 · 裴有京 · 河旻桓. 1987. 고등어粉末스우프의 製造 및 呈味成分에 關한 研究. 韓水誌. 20, 41~51.
- 李應昊 · 鄭富吉 · 金珍珠 · 安昌範 · 吳光秀. 1989. 3倍體인어筋肉의 食品成分에 關한 研究. 1. 3倍體인어筋肉의 呈味成分. 韓水誌. 22, 154~160.
- 藤田眞夫. 1988. 脊椎動物의 含窒素化合物. 魚介類의 엑시스成分. 水産學シリーズ 72. pp. 25~43. 坂口守彦編. 恒星社厚生閣. 東京. 日本.
- 小島 屋 · 積山昇司 · 山本康之. 1985. 血合肉의 엑시스成分組成. 日水誌. 51, 1461~1468.
- 小澤昭夫 · 青木 滋 · 鈴木香都子 · 杉本昌明 · 藤田孝夫 · 辻 啓介. 1984. 魚介類의 타우린. 日榮食誌. 37, 561~567.
- 須山三千三 · 平野敏行 · 岡田憲明 · 澁谷智晴. 1977. 天然および養殖アユ의 品質에 關する化學的 研究-I. 一般成分, 遊離아미노酸および 關連物質. 日水誌. 22, 535~540.
- 永山文男 · 山田泰藏 · 田内 大. 1968. 淡水魚의 海水適應過程에 於ける UDP글루코스脫水素酵素, UDP글루크로닐轉移酵素および二, 三의 그리코시ダーゼ의 活性. 日水誌. 34, 950~954.
- 佐伯清子 · 熊谷 洋. 1979. 天然と養殖マダいの 一般成分의 比較. 日食衛誌. 20, 147~150.
- 池田精徳. 1980. 魚介類의 微量成分. 恒星社厚生閣. 東京. 日本.
- 坂口守彦 · 村田都代. 1987. 魚介類의 組織中에 於ける 타우린의 含有量에 關하여. 京大食研報告. 50, 23~26.
- 坂口守彦 · 村田都代. 1988. 타우린. 魚介類의 엑시스成分. 水産學シリーズ 72. pp. 56~65. 坂口守彦編. 恒星社厚生閣. 東京. 日本.
- 鴻巢章二 · 渡邊勝子. 1976. 養成および天然マダいの 엑시스成分의 比較. 日水誌. 42, 1263~1266.
- Abe, H. and S. Ohmama. 1987. Effect of starvation and sea-water acclimation on the concentration of free L-histidine and related dipeptides in the muscle of eel, rainbow trout and Japanese dace. Comp. Biochem. Physiol., 88B, 507~511.
- Assem. H. and W. Hank. 1983. The significance of the amino acids during osmotic adjustment in teleost fish-1. Changes in the euryhaline *Sarotherodon mossambicus*. Comp. Biochem. Physiol., 74B, 531~536.
- Balarim, J. D. 1981. Kenya cement factory develops intensive tilapia farming system. Aquaculture magazine 7(6), 46~47.
- Claybrook, D. L. 1983. Nitrogen metabolism, In "The Biology of Crustacea" Vol. 5, pp. 163~213. (L. H. Mantel ed.), Academic Press, New York.
- Hashimoto, Y. and T. Okaichi. 1957. On the determination of TMA and TMAO. A modification of the Dyer method. Nippon Suisan Gakkaishi. 23, 269~272.
- Huggins, A. K and L. Colly. 1971. The changes in the nonprotein nitrogenous constituents of muscle during the adaptation of the eel *Anguilla anguilla* L. from fresh water to seawater. Comp. Biochem. Physiol., 38B, 537~541.
- Konosu, S. and E. Kasai. 1961. Muscle extracts of aquatic animals. 3. On the method for determination of betaine and its contents of the muscle of some marine animals. Nippon Suisan Gakkaishi. 27, 194~198.
- Konosu, S., M. Ozay and Y. Hashimoto. 1964. Free amino acids in the muscle of a few species of fish. Nippon Suisan Gakkaishi. 30, 930~934.
- Sakaguchi, M., M. Murata, T. Daikoku and S. Arai. 1988. Effects of dietary taurine on tissue taurine and free amino acid levels of the chum salmon, *Oncorhynchus keta*, reared in freshwater and seawater environments. Comp. Biochem. Physiol., 98B, 437~442.
- Sakata, T., J. Okabayashi and D. Kakimoto. 1980. Variations in the intestinal microflora of *Tilapia* reared in fresh and seawater. Nippon Suisan Gakkaishi. 46, 313~317.
- Sato, T. and F. Fukuyama. 1957. Electrophotometry. 34, 269~272.

1990년 6월 18일 접수

1990년 8월 23일 수리