

## 유자 첨가 사료로 사육된 넙치의 영양성분

김흥윤 · 김은희 · 김도형 · 오명주 · 신태선\*  
전남대학교 식품·수산생명의학과

### The Nutritional Components of Olive Flounder (*Paralichthys olivaceus*) Fed Diets with Yuza (*Citrus junos* Sieb ex Tanaka)

Heung Yun KIM, Eunheui KIM, Do-Hyung KIM, Myung-Joo OH and Tai-Sun SHIN\*  
Division of Food Science and Aqualife Medicine, Chonnam National University, Yeosu 550-749, Korea

This study was conducted to investigate the effect of diets supplemented with different levels (0, 2.5, 5.0, and 7.5%) of yuza (*Citrus junos* Sieb ex Tanaka) on nutritional composition of olive flounder. Four groups of fish ( $242.2 \pm 14.2$  g) were fed to apparent satiation twice daily for 4 months. There were no significant differences in proximate composition among the treatment groups ( $P < 0.05$ ). Vitamin C content in flounder muscle was higher in the yuza-added groups than in the control group, and the content among the treatment groups increased as amount of yuza added to diets increased ( $P < 0.05$ ). Of the eight organic acids in flounder muscle, lactic acid was predominant, followed by oxalic acid, succinic-acid, tartaric acid, and acetic acid. Flounders fed 2.5% yuza diet had the highest lactic acid content of all treatments. Four sugars were found in all groups and glucose was the major sugar. Glucose and ribose were detected as the highest sugars in the 2.5% treatment, while maltose and galactose were the dominant sugars in the 5.0% treatment. The abundant fatty acids in fed flounders were 22:6n-3 (DHA), 16:0, and 18:1n-9, which were composed of over 60% of total fatty acids. The control and the 7.5% treatment group had higher 22:6n-3 (DHA) content than the other groups. Major amino acids in samples were glutamic acid, aspartic acid, lysine, leucine, valine, arginine, and alanine. The 2.5% yuza treatment had the highest content of total amino acids and essential amino acids. There were little differences in the free amino acid compositions among the treatments. However, taurine was the predominant amino acid and made up over 47% of total free amino acids. The 2.5% added yuza group contained higher amount of sweet amino acids such as alanine, serine, proline, glycine than the other groups. The addition of yuza to diet of olive flounder had no or little effect on the nutritional components of olive flounder except for vitamin C. However, the 2.5% yuza added group had the highest nutritional values of the treatment groups.

Key word: Olive Flounder, Yuza, Amino acids, Sugars, Organic acids, Fatty acids

#### 서 론

우리나라 국민의 생활수준 향상과 웰빙식품에 대한 관심이 높아짐에 따라 소비자들의 식품 선택에 있어 맛과 영양성분 뿐만 아니라 식품의 기능성까지 고려하고 있다. 또한 수산식품에 대한 선호도도 이러한 것이 반영되는데 소비자들이 수산물에 대한 선호도 조사에서 수산물을 선호하는 이유가 특정한 맛(28.6%), 각종 영양이 풍부하여(26.5%), 성인병예방(21.1%) 등의 순으로 나타났다(Kim et al., 2003). 이러한 측면에서 소비자들의 요구에 부응하기 위하여 영양학적으로 우수하며 기능을 갖는 수산식품 개발에 지속적인 연구의 필요성이 대두되고 있다.

넙치 (*Paralichthys olivaceus*)는 보통 광어라 불리며 맛과 조직감이 뛰어나 돌류와 함께 횡감으로 이용되는 고급 어종으로 평가되며 양식기술의 발전으로 인하여 종묘생산부터 양식

까지 완전양식이 이루어지고 있다. 이와 같은 양식 넙치의 고품질화를 위하여 여러 연구자들에 의하여 사료에 클로렐라, 다시마, 및 파래와 같은 해조류의 첨가는 어류의 생리 기능과 사료 효율을 향상시킨다는 연구(Nakagawa, 1985; Nakagawa and Kasahara, 1986; Satoh et al., 1987; Lee et al., 1998)가 있었으며, 또한 넙치의 품질과 안정성을 높이기 위하여 한약제 첨가(Jeong et al., 2003; Lee et al., 1998; Kim et al., 1996), 키토산 첨가(Kim et al., 2005), 생균제 첨가(Jeong et al., 2006), 미역 고추냉이 첨가(Park et al., 2003), 목초액 첨가(Lee et al., 2008) 등의 연구가 진행되었다.

유자는 운향과 감귤류의 과실 중의 하나로 다양한 phytochemicals과 특히 다량의 비타민 C를 함유하고 있는 향기로운 과실로서 예로서부터 감기에방을 위한 전통차로 이용되었으며 식초나 드레싱들의 음식에도 이용되어 왔다(Yoo et al., 2004). 를 함유하고 있는 향기로운 과실로서 예로서부터 감기에방을 위한 전통차로 이용되고 있다. 최근에 유자 추출물의

\*Corresponding author: shints@chonnam.ac.kr

생리활성에 대한 평가도 활발하게 진행되고 있는데, 플라보노이드류의 심혈관계 질환 발생을 감소 (Calabro et al., 2004; Cha and Cho, 2001)와 항산화능과 항암효과 (Yoo and Hwang, 2004; Yoo et al., 2005) 등 많은 연구가 보고되었다. 우리나라에서는 고흥, 완도, 장흥 등의 남해안 일대에서 자생되며 수확기가 11월에서 12월로 한정되어 있고 저장성이 좋지 않아 수확 즉시 생과나 당 절임 형태인 유자차의 원료로 사용되고 있다. 최근 유자 생산량이 증가되고 유자의 건강 기능성이 일부 밝혀지면서 유자 소비를 활성화하기 위한 다각적인 기술 및 상품이 개발되고 있다.

본 연구는 양식산 넙치의 품질 개선과 생리적 기능을 향상시키기 위한 연구의 일환으로 넙치의 사료에 유자를 첨가하여 사육한 넙치의 영양적 특성을 고찰하였다.

## 재료 및 방법

### 실험어

실험에 이용된 넙치 (*Paralichthys olivaceus*)는 2007년 11월 고흥군 A 양식장에서 1500마리씩 수용하는 4개 수조를 무작위로 선정하여 4개의 실험구를 설정하고 0, 2.5, 5.0, 7.5% 유자 첨가사료를 각각 부여하면서 4개월 간 사육하였다. 유자 사료는 냉장 저장한 유자 과실 전체를 갈아서 얼려 냉동 보관하였다가 생사료와 함께 일정 비율만큼 혼합하여 moist pellet 제조기 (EX 920, Matador, Denmark)로 압출 성형하여 -25℃ 냉동고에 냉동보관하면서 사용하였다. 이때 실험어의 평균 전장, 체고, 중량은 10마리씩 3번 반복하여 측정하였는데 유자 사료 투입 전 실험어의 이틀 값은 각각 27.4±0.9 cm, 10.15±0.3 cm, 242.2±14.2 g 이었고, 사료 투입 4개월 후 실험어의 이틀 값은 각각 31.6±0.7 cm, 12.8±0.3 cm, 400.0±25.1 g 이었다.

### 일반성분

실험어의 일반성분 및 영양성분 측정은 각 수조에서 무작위로 100마리를 추출한 후 양식장으로부터 활어차로 실험실까지 운반하고 이중 크기가 일정 것을 18마리를 선별하여 일반성분 및 영양성분 분석에 사용하였다. 각 실험구의 실험어는 3개조로 분리하여 장기와 근육을 분리하고 근육을 균질기로 마쇄한 후 -80℃에 저장하면서 시료를 조제하였다. 일반성분 분석은 AOAC (2000) 방법에 따라 분석하였다. 즉 수분은 105℃ 건조법, 조지방은 550℃ 직접회화법, 조단백은 micro-Kjeldahl법, 조지방은 Soxhlet 추출법, 탄수화물은 100에서 수분, 조지방, 조단백질, 조회분등을 뺀 값으로 하였다.

### 총 vitamin C 분석

총 vitamin C의 분석은 Romeu-Nadal et al. (2006)의 방법에 따라 측정하였다. 즉, 시료 25 g을 10% 메타인산용액을 75 mL가하여 균질화하고 10% 메타인산용액으로 250 mL로 정용한 다음 이 용액 3 mL를 주사기에 취한 후 membrane filter (0.45 µm)로 여과하여 1 mL를 형광 검출기를 사용하기 위해 유도체화 하였다. 시료 1 mL에 4.5 M sodium acetate buffer 1.2 mL, 14.77 mg/mL 2,2'-azobis (2-amidinopropane) dihydrochloride 50 µL, 0.1% o-phenyendiamine 500 µL을 혼합하여 56℃ 수조에서 40분간 반응을 시킨 다음 Table 1의 조건에 따라 HPLC (Prominence HPLC, Shimadzu Co, Ltd. Kyoto, Japan)로 분석하였다.

### 유기산 및 유리당 분석

넙치 5 g을 homogenizer (Tissue grinder, IKA, Germany)에 넣고 80% ethanol 20 mL를 가하여 균질화 시킨 다음 250 mL의 정용플라스크에 옮기고 80% ethanol (v/v) 80 mL를 가한 후

Table 1. HPLC operating conditions for analyses of total vitamin C, organic acids, and free sugars

Vitamin C	
Column	Nova Pack 4 µm C18 (3.9×300 mm)
Mobile phase	phosphate buffer (pH 7.8)
Flow rate	0.8 mL/min
Detector	Fluorescence detector (Ex=365, Em=425)
Oven temperature	30℃
Organic acid	
Column	Shim-pack SPR-102H (7.8×250 mm) × 2
Mobile phase	4 mM p-toluenesulfonic acid
Flow rate	0.8 mL/min
Reagent	16 mM Bis-Tris aqueous solution containing 4 mM p-toluenesulfonic acid and 100 µM EDTA (0.8 mL/min)
Detector	Conductive detector (43℃)
Oven temperature	40℃
Free sugar	
Column	Shim-pack ISA-07 (4.0 × 250 mm)
Mobile phase	A: potassium borate (pH 8), B: potassium borate (pH 9)
Flow rate	0.6 mL/min, gradient
Reagent	1% arginine in 3% boric acid (0.5 mL)
Reaction temperature	150℃
Detector	Fluorescence detector (Ex=320, Em=430)
Oven temperature	65℃

환류냉각기에 연결하였다. 수욕상에서 3시간 동안 환류 추출한 후, 6000 rpm (650 x g)으로 30분간 원심분리하고, 여과지 (Whatman No.1)로 여과하였다. 여액은 rotary evaporator (CCA 1110, Eyela Co. Ltd, Japan)를 이용하여 완전히 ethanol을 휘발시켜 약 1 mL로 농축한 후 증류수를 사용하여 10 mL로 정용하였다. 이 용액 3 mL를 0.45 µm membrane filter로 여과하여 유기산과 유리당의 분석 시료로 사용하였다. 넙치의 유기산 및 유리당은 Table 1의 분석 조건에 따라 HPLC (Prominence HPLC, Shimadzu Co, Ltd, Kyoto, Japan)로 분석하였다.

**지방산 분석**

넙치의 지방 추출은 Folch et al. (1957)의 방법에 따라 시료 50 g을 homogenizer (Tissue grinder, IKA, Germany)로 마쇄한 후 chloroform-methanol (2:1, v/v) 용액을 시료의 약 10배량 가하고 혼합하고 냉암소에서 하룻밤 방치한 후 상등액을 제거하고 하층 chloroform 부분을 무수 Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>로 탈수 여과시켜 추출하였다. 3회 추출 후 농축기로 농축하여 얻어진 지질을 15% BF<sub>3</sub>-methanol 용액을 사용하는 AOAC (2000)법에 따라 methylation을 하였다. 지방산 분석은 gas chromatography (Shimadzu GC-2010, Shimadzu Co, Ltd, Kyoto, Japan)를 사용하였으며 column은 SP-2560 (100 m×0.25 mm id,×0.2 µm film thickness, Supelco Inc., Bellefonte, USA)과 oven의 온도는 150℃에서 5분간 머물고 3℃/min로 상승시켜 250℃에서 5분간 유지하였다. 운반기체는 helium을 사용하여 18 cm/sec로 유속을 설정하였으며 split rate는 1:50으로 하였다. FID (flame ionization detector)로 지방산을 검출하였고 이때 injection port와 FID의 온도는 각각 270℃와 250℃로 하였다.

**총아미노산**

총아미노산의 분석은 ampoule에 분쇄한 시료 0.5 g과 6N HCl 용액 15 mL를 각각 가한 후 진공 pump를 이용하여 진공 하에서 밀봉하여 110℃에서 24시간 가수분해하고 45℃에서 감압농축하여 산을 완전히 증발시킨 후, 구연산나트륨 완충용액 (pH 2.2)을 사용하여 25 mL로 희석한 다음 0.45 µm membrane filter로 여과하여 분석시료로 사용하였다. 총아미노산 분석은 아미노산 자동분석기 (Shimadzu Co, Ltd, Kyoto, Japan)를 사용하여 형광검출기를 이용하는 OPA (O-phthalaldehyde)법으로 측정하였다. Column은 Shim-pack AMINO-Na (6.0×100 mm), buffer flow rate는 0.6 mL/min, OPA reagent flow rate는 0.3 mL로 설정하여 분석하였으며 형광검출기의 excitation 파장은 350 nm와 emission 파장은 450 nm를 사용하였다.

**유리아미노산**

유리 아미노산은 분쇄한 시료 5 g를 칭량하여 ethanol 30 mL를 가하고 homogenizer (Tissue grinder, IKA, Germany)로 균질화한 후 4℃에서 24시간 방치하였다. 이 용액을 15분간 원심분리 (9,500 x g)하여 상등액을 분리하였다. 다시 침전된 시료에 70% ethanol 30 mL를 가하여 잘 혼합하고 원심분리한 후 상등액을 모아 40℃에서 감압농축 하였다. 농축된 시료는

증류수와 diethyl ether를 이용하여 메스실린더에 옮긴 후 메스실린더를 1시간 방치하여 diethyl ether층을 분리한 후, 분리된 ether층을 제거하여 지방을 제거하였다. 다시 감압농축하고 lithium citrate buffer (pH 2.2)를 이용하여 25 mL로 희석하였다. 여기에 sulphosalicylic acid 1 g을 넣고 잘 혼합한 후 암실에 1시간 방치하여 단백질을 침전 시켰다. 이 용액을 원심분리 후 상등액을 0.45 µm membrane filter로 여과하여 얻은 여액을 분석시료로 사용하였다. 유리아미노산 분석은 아미노산 자동분석기 (Shimadzu Co, Ltd, Kyoto, Japan)를 사용하였으며 형광검출기를 이용하는 OPA (O-phthalaldehyde)법으로 아미노산을 측정하였다. Column은 Shim-pack AMINO-Li (6.0×100 mm), buffer flow rate는 0.6 mL/min, OPA reagent flow rate는 0.3 mL로 설정하여 분석하였으며 형광검출기의 excitation 파장은 350 nm와 emission 파장은 450 nm를 사용하였다.

**통계처리**

모든 실험은 3회 반복하여 평균치로 나타내었으며, 유의성 검증은 SPSS (statistical Package for Social Sciences, SPSS Inc., Chicago, IL, USA) software package (version 17)를 사용하여 P<0.05 수준에서 Duncan's multiple range test로 유의성을 검증하였다 (Lee, et al., 1998).

**결과 및 고찰**

**일반성분**

일반적으로 넙치의 일반 성분은 수분의 경우 약 74-80%, 조단백질의 경우 17-20%, 조지방의 경우 1.6-5.5%, 회분의 경우 1.0-1.7%, 탄수화물의 경우 0-0.5%의 범위로 보고되어 있다 (Jung et al., 2003; Kim et al., 1996). 유자 첨가사료로 4개월간 사육한 넙치 근육의 수분 함량은 76.72-77.12%, 조단백질 함량은 18.34-18.74%, 조지방은 2.67-2.81%, 회분은 1.29-1.59%, 탄수화물은 0.41-0.49%로 나타났다 (Table 2). 일반성분의 조성은 대조구와 유자 첨가구간의 유의적 차이가 없었으며 (P>0.05), 유자 첨가구 간에서도 일반성분 조성은 같게 나타났다 (P>0.05). 사료에 vitamin C (Jung et al., 2003), 미역, 고추냉이 (Park et al., 2003)와 같은 첨가물을 첨가하여 사육한 후 넙치의 일반성분을 살펴 본 결과 대조구와 차이가 없었다고 보고한 바 있으나 롱비지 (Lee et al., 2003)를 첨가한 사료에서는 단백질 및 지질 함량이 롱비지 함량이 증가할수록 감소한다고 보고한 바 있다.

**비타민 C**

사료에 첨가한 마쇄 유자의 비타민 C의 함량은 72.01 mg/100g으로 나타났는데 이는 일반 유자에 함유되어 있는 88-107 mg보다 낮았다 (Yoo et al., 2004). 이와 같은 결과는 유자사료의 조제과정이나 보관에 있어 많은 양의 비타민 C가 소실된 것으로 판단된다. 사료 제조 시 비타민 C가 파괴되지 않는다면 최소한 사료의 비타민 C 함유량은 100 g 사료당 2.5% 경우 1.8 mg, 7.5% 경우는 5.4 mg을 함유하는 것으로

Table 2. Proximate composition(%) of olive flounder fed diets contained 0, 2.5, 5.0, and 7.5% yuza for 4 months<sup>1)</sup>

	Experimental diets			
	0%	2.5%	5.0%	7.5%
Moisture	76.23 ± 0.52 <sup>a</sup>	77.12 ± 0.32 <sup>a</sup>	76.62 ± 0.19 <sup>a</sup>	76.96 ± 0.65 <sup>a</sup>
Crude Protein	19.21 ± 0.57 <sup>a</sup>	18.34 ± 0.49 <sup>a</sup>	18.69 ± 0.72 <sup>a</sup>	18.74 ± 0.42 <sup>a</sup>
Crude lipid	2.92 ± 0.33 <sup>a</sup>	2.67 ± 0.43 <sup>a</sup>	2.81 ± 0.49 <sup>a</sup>	2.57 ± 0.52 <sup>a</sup>
Ash	1.23 ± 0.14 <sup>a</sup>	1.45 ± 0.23 <sup>a</sup>	1.39 ± 0.36 <sup>a</sup>	1.29 ± 0.11 <sup>a</sup>
Carbohydrate <sup>2)</sup>	0.41 ± 0.08 <sup>a</sup>	0.42 ± 0.21 <sup>a</sup>	0.49 ± 0.34 <sup>a</sup>	0.44 ± 0.53 <sup>a</sup>

<sup>1)</sup>Values with different superscripts in the same row are significantly different at P<0.05 by Duncan's multiple range test.

Values are means±SD (n=3).

<sup>2)</sup>Carbohydrate % = 100% - (moisture + protein + fat + ash) %.

Table 3. Total vitamin C content of muscle in olive flounder fed diets contained 0, 2.5, 5.0, and 7.5% yuza for 4 months (mg/100g)

	Experimental diets				Raw yuza
	0%	2.5%	5.0%	7.5%	
Total vitamin C	1.31 ± 0.11 <sup>d</sup>	2.88 ± 0.22 <sup>c</sup>	3.61 ± 0.16 <sup>b</sup>	4.37 ± 0.25 <sup>a</sup>	72.01 ± 0.67

<sup>1)</sup>Values with different superscripts in the same row are significantly different at P<0.05 by Duncan's multiple range test.

Values are means±SD (n=3).

Table 4. Organic acid contents of muscle in olive flounder fed diets contained 0, 2.5, 5.0, and 7.5% yuza for 4 months<sup>1)</sup> (mg/100g)

Organic acid	Experimental diets			
	0%	2.5%	5.0%	7.5%
Oxalic acid	7.94 ± 0.17 <sup>b</sup>	8.85 ± 0.17 <sup>a</sup>	8.58 ± 0.18 <sup>a</sup>	7.65 ± 0.24 <sup>b</sup>
Citric acid	0.28 ± 0.00 <sup>b</sup>	0.29 ± 0.00 <sup>b</sup>	0.58 ± 0.01 <sup>a</sup>	0.10 ± 0.00 <sup>c</sup>
Tartaric acid	0.83 ± 0.02 <sup>d</sup>	1.83 ± 0.03 <sup>b</sup>	1.98 ± 0.05 <sup>a</sup>	1.17 ± 0.03 <sup>c</sup>
Malic acid	0.24 ± 0.00 <sup>c</sup>	0.39 ± 0.01 <sup>b</sup>	0.48 ± 0.01 <sup>a</sup>	0.24 ± 0.01 <sup>c</sup>
Succinic acid	1.50 ± 0.03 <sup>b</sup>	2.52 ± 0.06 <sup>a</sup>	2.46 ± 0.05 <sup>a</sup>	1.42 ± 0.03 <sup>b</sup>
Lactic acid	110.07 ± 2.43 <sup>c</sup>	151.68 ± 3.43 <sup>a</sup>	131.4 ± 3.28 <sup>b</sup>	103.02 ± 2.58 <sup>d</sup>
Formic acid	0.26 ± 0.00 <sup>b</sup>	0.23 ± 0.00 <sup>c</sup>	0.20 ± 0.00 <sup>d</sup>	0.35 ± 0.01 <sup>a</sup>
Acetic acid	0.47 ± 0.01 <sup>c</sup>	0.64 ± 0.01 <sup>a</sup>	0.59 ± 0.01 <sup>b</sup>	0.36 ± 0.01 <sup>d</sup>
Total acids	121.59 ± 4.92 <sup>c</sup>	166.43 ± 2.98 <sup>a</sup>	151.27 ± 3.02 <sup>b</sup>	114.31 ± 3.10 <sup>d</sup>

<sup>1)</sup>Values with different superscripts in the same row are significantly different at P<0.05 by Duncan's multiple range test.

Values are means±SD (n=3).

계산된다. 그러나 사료의 다른 성분에도 비타민 C가 함유되어 있을 것으로 판단되어 이보다 많은 양의 비타민 C가 함유되어 있을 것으로 사료된다. 유자 첨가량을 달리하여 사육한 넙치의 비타민 C 축적 결과는 Table 3과 같다. 비타민 C 함유량은 대조구가 1.31 mg이었고, 유자 첨가구가 2.88-4.37 mg으로 나타나 유자 첨가군이 대조구보다 유의적으로 높았으며 첨가군 간에도 유자의 첨가량이 많은 첨가구가 유의적으로 높게 나타났다 (P<0.05). Jung et al. (2003)은 사료에 비타민 C를 0.1% 첨가하여 8주간 사육한 넙치의 비타민 C 체내 축적량은 1.42 mg/100 g 나타났다고 보고한 바 있다. 이와 같이 Jung et al. (2003)이 본 연구 보다 많은 비타민 C 첨가량이지만 적은 체내 축적량이 나타난 것은 사육환경과 사육기간, 사료의 원료나 조성의 비 및 실험 여종과 관련이 있을 것으로 판단되고, 또한 천연 비타민 C와 합성 비타민 C간에 체내 흡수율의 차이도 배제 할 수 없을 것으로 판단된다.

## 유기산

총 유기산 함량은 2.5% 첨가구가 가장 많았고, 다음으로 5.0% 첨가구이었으며, 대조구와 7.5% 간에는 차이가 없었다 (P>0.05). 어패류에서는 propionic acid, pyruvic acid, fumaric acid, malic acid, citric acid 등과 같은 다양한 유기산들이 검출되는데 본 연구에서 살펴 본 유자 첨가 및 무첨가 넙치군에서는 lactic acid가 가장 많이 함유되어 있었고, 다음으로 oxalic acid, succinic acid, tartaric acid, acetic acid 등의 순이었다. 또한 2.5% 첨가구에서 lactic acid가 151.68 mg%로 가장 높게 나타난 반면 7.5% 첨가구가 가장 낮은 lactic acid 함량을 보였다. Lactic acid의 함량은 회유성 적색육어류의 경우 1% 이상을 함유할 때도 있으나 백색육어류의 경우 0.2%이하를 함유할 때도 많다고 보고되고 있다 (Park et al., 1997). Kim et al. (2000)의 자연과 양식산 넙치의 유기산 비교 연구에 의하면 자연산은 137-219 mg%의 lactic acid를 함유하였고 양식산은 610-1,069 mg의 lactic acid 함량을 보여서 자연산 넙치가 본 연구의 양식산 넙치와 비슷한 함량을 나타내었다. Lactic acid는 생선이 죽살되었을 때 함량이 대체로 적고 stress나 운동량

Table 5. Free sugar contents of muscle in olive flounder fed diets contained 0, 2.5, 5.0, and 7.5% *yuza* for 4 months<sup>1)</sup> (mg/100g)

Sugar	Experimental diets			
	0%	2.5%	5.0%	7.5%
Sucrose	- <sup>2)</sup>	-	-	-
Maltose	0.56 ± 0.01 <sup>c</sup>	4.19 ± 0.09 <sup>b</sup>	5.24 ± 0.01 <sup>a</sup>	5.11 ± 0.10 <sup>a</sup>
Lactose	-	-	-	-
Ribose	2.28 ± 0.05 <sup>b</sup>	3.38 ± 0.07 <sup>a</sup>	1.64 ± 0.04 <sup>c</sup>	1.45 ± 0.03 <sup>d</sup>
Mannose	-	-	-	-
Galactose	1.12 ± 0.02 <sup>d</sup>	2.58 ± 0.05 <sup>b</sup>	3.22 ± 0.05 <sup>a</sup>	2.45 ± 0.05 <sup>c</sup>
Xylose	-	-	-	-
Glucose	37.72 ± 0.39 <sup>a</sup>	39.44 ± 1.23 <sup>a</sup>	38.96 ± 1.09 <sup>a</sup>	35.34 ± 0.74 <sup>b</sup>
Total sugars	0 ± 1.05 <sup>c</sup>	45.59 ± 0.89 <sup>a</sup>	49.06 ± 1.29 <sup>b</sup>	44.35 ± 0.91 <sup>b</sup>

<sup>1)</sup>Values with different superscripts in the same row are significantly different at P<0.05 by Duncan's multiple range test. Values are means±SD (n=3).

<sup>2)</sup>Not detected.

이 많을 때는 일반적으로 높은 함량을 나타내며 백색육어류에서는 적색육어류보다 낮게 나타나는 것이 일반적이다 (Park et al., 1997). 다른 대부분의 유기산 함량은 2.5%와 5.0% 첨가구가 높게 나타났으며 대조구와 7.0%의 유기산 함량은 낮게 나타났다. 일반적으로 어류의 유기산 함량은 어획방법, 사후의 방치시간, 방치조건, 측살방법에 따라 영향을 미친다 (Park et al., 1997).

### 유리당

어류가 주로 함유하는 유리당은 glucose와 ribose이다 (Park et al., 1997). 유자 첨가량이 다른 사료로 사육한 넙치의 유리당 함량은 Table 5와 같다. 유자 첨가량이 다른 사료로 사육한 넙치로부터 8개의 유리당을 분석하였으나 4개의 유리당이 검출되었으며 glucose가 가장 많은 함량을 나타내었다. Ribose, galactose, maltose 함량은 시료 간에 차이가 있었다. Glucose 함량은 대조구, 2.5%, 5.0% 첨가구 간에 유의적인 차이가 없었으며 (P>0.05) 7.5% 첨가구는 이들 시료구보다 낮은 함량을 나타내었다 (P<0.05). 일반적으로, glucose는 생존상태에서 근육 중에 상당량 존재하나 사후 glycogen으로 부터 효소에 의해 분해되어 증가 한다 (Park et al., 1997). 따라서 glucose의 함량은 사후의 방치시간, 방치조건에 따라 다를 것으로 사료된다. Maltose는 첨가구가 대조구에 비해 많은 함량을 나타냈으며 5.0%와 7.5% 첨가구가 가장 높은 함량을 보였다. Ribose의 함량은 5.0% 첨가구에서 가장 높았으며 다음으로 2.5% 첨가구, 대조구, 7.5% 첨가구의 순이었다 (P<0.05). Ribose는 활어 근육에서는 거의 검출되지 않으나, 사후 inosine으로부터 유리되어 증가 한다고 알려져 있다 (Park et al., 1997). 따라서 측살 직후 시료 전처리에 조건에 따라 ribose의 함량이 좌우 될 것으로 사료된다.

### 지방산

넙치의 지질 함량은 일반성분에서 분석한 바와 같이 약 2.67-2.81%이다 (Table 1). 지질 함량이 많은 방어는 약 19%, 지질함량이 낮은 가다랑어나 대구는 약 0.8% 정도인데 (Park et al., 1997) 넙치는 어류의 평균 지방함량보다는 낮은 편에

속한다. 대조구와 첨가구의 지방산 조성 (Table 6)은 22:6 n-3 (DHA), 16:0, 18:1 n-9 등의 조성비가 높았고, 이들이 전체 구성 지방산의 약 60% 이상을 차지하였다. 유자 첨가를 달리 하여 제조한 사료로 사육한 넙치의 지방산 조성 중 폴리엔산의 조성비는 약 37.44-39.57%으로 가장 높았고, 다음으로 포화 지방산 (31.83-34.11%) 및 모노엔산 (26.33-29.44%)의 순이었다. DHA 조성비는 대조구와 7.5% 첨가구가 높았고 (P<0.05),

Table 6. Fatty acid composition of olive flounder fed diets contained 0, 2.5, 5.0, and 7.5% *yuza* for 4 month<sup>1)</sup> (weight, %)

Fatty acid	Experimental diets			
	0%	2.5%	5.0%	7.5%
12:0	0.2±0.0 <sup>b</sup>	0.2±0.0 <sup>a</sup>	0.2±0.0 <sup>d</sup>	0.18±0.0 <sup>c</sup>
14:0	3.7±0.1 <sup>b</sup>	3.9±0.1 <sup>a</sup>	4.1±0.1 <sup>a</sup>	3.50±0.1 <sup>c</sup>
15:0	0.6±0.0 <sup>c</sup>	0.7±0.0 <sup>b</sup>	0.8±0.0 <sup>a</sup>	0.79±0.0 <sup>a</sup>
16:0	21.4±0.6 <sup>a</sup>	22.0±0.6 <sup>a</sup>	22.4±0.5 <sup>a</sup>	22.31±0.5 <sup>a</sup>
16:1 n-7	6.0±0.1 <sup>a</sup>	6.3±0.1 <sup>a</sup>	6.1±0.2 <sup>a</sup>	5.65±0.1 <sup>b</sup>
17:0	0.6±0.0 <sup>b</sup>	0.7±0.0 <sup>b</sup>	0.7±0.0 <sup>a</sup>	0.69±0.0 <sup>a</sup>
17:1 n-7	0.4±0.0 <sup>b</sup>	0.5±0.0 <sup>b</sup>	0.5±0.0 <sup>a</sup>	0.08±0.0 <sup>c</sup>
18:0	4.9±0.1 <sup>c</sup>	5.4±0.1 <sup>b</sup>	4.8±0.2 <sup>c</sup>	6.36±0.2 <sup>a</sup>
18:1 n-9	17.0±0.4 <sup>a</sup>	17.4±0.5 <sup>a</sup>	17.5±0.4 <sup>a</sup>	15.70±0.4 <sup>b</sup>
18:2 n-6	2.3±0.1 <sup>c</sup>	2.5±0.1 <sup>b</sup>	2.7±0.1 <sup>a</sup>	2.58±0.0 <sup>b</sup>
18:3 n-3	0.8±0.0 <sup>b</sup>	0.8±0.0 <sup>b</sup>	0.8±0.0 <sup>a</sup>	0.73±0.0 <sup>c</sup>
20:0	0.2±0.0 <sup>b</sup>	0.3±0.0 <sup>a</sup>	0.2±0.0 <sup>b</sup>	0.28±0.0 <sup>a</sup>
20:1 n-9	1.9±0.0 <sup>b</sup>	2.2±0.1 <sup>a</sup>	2.3±0.1 <sup>a</sup>	1.91±0.0 <sup>b</sup>
20:2 n-6	0.2±0.0 <sup>c</sup>	0.3±0.0 <sup>c</sup>	0.3±0.0 <sup>a</sup>	0.29±0.0 <sup>b</sup>
20:3 n-3(ETA)	0.1±0.0 <sup>c</sup>	0.2±0.0 <sup>b</sup>	0.2±0.0 <sup>a</sup>	0.15±0.0 <sup>c</sup>
20:4 n-6	2.2±0.0 <sup>a</sup>	2.2±0.0 <sup>b</sup>	2.1±0.0 <sup>c</sup>	2.81±0.1 <sup>a</sup>
20:5 n-3(EPA)	8.0±0.2 <sup>a</sup>	7.4±0.2 <sup>b</sup>	7.9±0.2 <sup>a</sup>	7.82±0.2 <sup>a</sup>
22:1 n-9	2.6±0.0 <sup>c</sup>	2.5±0.1 <sup>b</sup>	2.5±0.1 <sup>a</sup>	2.52±0.0 <sup>c</sup>
22:5 n-3(DPA)	2.9±0.0 <sup>a</sup>	2.9±0.0 <sup>a</sup>	2.8±0.0 <sup>a</sup>	2.94±0.0 <sup>a</sup>
22:6 n-3(DHA)	22.1±0.8 <sup>a</sup>	20.6±0.5 <sup>b</sup>	20.3±0.6 <sup>b</sup>	22.16±0.4 <sup>a</sup>
22:2 n-6	0.6±0.0 <sup>a</sup>	0.6±0.0 <sup>a</sup>	0.1±0.0 <sup>c</sup>	0.08±0.0 <sup>b</sup>
24:1 n-9	0.3±0.0 <sup>c</sup>	0.4±0.0 <sup>b</sup>	0.4±0.0 <sup>b</sup>	0.47±0.0 <sup>a</sup>
Saturates	31.8±0.9 <sup>b</sup>	33.3±0.6 <sup>ab</sup>	33.2±1.0 <sup>ab</sup>	34.11±1.0 <sup>a</sup>
Monoenes	26.6±0.5 <sup>b</sup>	29.3±0.6 <sup>a</sup>	29.4±0.6 <sup>a</sup>	26.33±0.5 <sup>b</sup>
Polyenes	39.5±1.0 <sup>a</sup>	37.4±1.3 <sup>b</sup>	37.3±0.9 <sup>b</sup>	39.56±1.0 <sup>a</sup>
P/S <sup>1)</sup>	1.2±0.0 <sup>a</sup>	1.1±0.0 <sup>b</sup>	1.1±0.0 <sup>b</sup>	1.16±0.0 <sup>b</sup>

<sup>1)</sup>Values with different superscripts in the same row are significantly different at P<0.05 by Duncan's multiple range test. Values are means±SD (n=3).

Table 7. Total amino acid composition of olive flounder fed diets contained 0, 2.5, 5.0, and 7.5% yuza for 4 month<sup>1)</sup> (mg/100 g)

Amino acid	Experimental diets			
	0%	2.5%	5.0%	7.5%
Aspartic Acid	1913.58 ± 56.30 <sup>b</sup>	2019.79 ± 48.32 <sup>a</sup>	1900.93 ± 36.60 <sup>b</sup>	1978.53 ± 56.43 <sup>bb</sup>
Threonine	921.12 ± 20.37 <sup>a</sup>	943.99 ± 18.82 <sup>a</sup>	850.25 ± 17.98 <sup>b</sup>	919.69 ± 28.94 <sup>a</sup>
Serine	831.66 ± 18.81 <sup>a</sup>	795.50 ± 17.03 <sup>b</sup>	746.21 ± 9.46 <sup>c</sup>	794.14 ± 18.08 <sup>b</sup>
Glutamic Acid	2799.17 ± 70.17 <sup>ab</sup>	2924.79 ± 92.23 <sup>a</sup>	2751.21 ± 65.61 <sup>b</sup>	2878.89 ± 65.46 <sup>ab</sup>
Proline	321.47 ± 8.86 <sup>a</sup>	298.45 ± 5.99 <sup>b</sup>	264.50 ± 7.48 <sup>c</sup>	295.81 ± 6.68 <sup>b</sup>
Glycine	813.61 ± 16.89 <sup>b</sup>	925.46 ± 22.82 <sup>a</sup>	792.66 ± 21.02 <sup>b</sup>	920.58 ± 27.55 <sup>a</sup>
Alanine	1084.94 ± 28.78 <sup>b</sup>	1182.49 ± 32.70 <sup>a</sup>	1066.23 ± 23.52 <sup>b</sup>	1154.16 ± 23.52 <sup>a</sup>
Cystine	120.39 ± 2.88 <sup>a</sup>	124.72 ± 2.64 <sup>a</sup>	125.44 ± 3.12 <sup>a</sup>	127.60 ± 3.12 <sup>a</sup>
Valine	1294.59 ± 27.07 <sup>b</sup>	1441.33 ± 34.34 <sup>a</sup>	1310.76 ± 41.25 <sup>b</sup>	1397.26 ± 31.76 <sup>a</sup>
Methionine	621.12 ± 19.69 <sup>a</sup>	592.77 ± 13.58 <sup>b</sup>	502.95 ± 11.49 <sup>d</sup>	559.20 ± 12.09 <sup>c</sup>
Isoleucine	704.41 ± 14.69 <sup>c</sup>	1031.76 ± 24.53 <sup>a</sup>	931.26 ± 28.08 <sup>b</sup>	996.99 ± 23.62 <sup>a</sup>
Leucine	1620.06 ± 39.75 <sup>c</sup>	1851.63 ± 36.34 <sup>a</sup>	1703.89 ± 43.69 <sup>b</sup>	1808.46 ± 41.85 <sup>a</sup>
Tyrosine	693.27 ± 15.76 <sup>a</sup>	533.27 ± 14.13 <sup>b</sup>	503.37 ± 10.33 <sup>c</sup>	469.49 ± 11.05 <sup>d</sup>
Phenylalanine	847.97 ± 16.69 <sup>bc</sup>	907.77 ± 20.65 <sup>a</sup>	839.05 ± 23.46 <sup>c</sup>	887.12 ± 23.29 <sup>ab</sup>
Histidine	583.05 ± 13.30 <sup>c</sup>	838.31 ± 23.83 <sup>a</sup>	598.25 ± 14.47 <sup>c</sup>	664.04 ± 8.63 <sup>b</sup>
Lysine	1913.93 ± 50.91 <sup>a</sup>	1963.59 ± 43.30 <sup>a</sup>	1868.92 ± 59.13 <sup>a</sup>	1938.45 ± 57.89 <sup>a</sup>
Arginine	1162.96 ± 27.52 <sup>b</sup>	1285.60 ± 39.02 <sup>a</sup>	1169.58 ± 26.30 <sup>b</sup>	1257.90 ± 27.35 <sup>b</sup>
Total amino acids	18247.29 ± 347.37 <sup>b</sup>	19661.22 ± 415.26 <sup>a</sup>	17925.48 ± 297.90 <sup>b</sup>	19048.3 ± 402.38 <sup>a</sup>
Total EAA <sup>1)</sup>	10362.47 ± 114.20 <sup>c</sup>	11390.01 ± 230.02 <sup>a</sup>	10278.30 ± 206.61 <sup>c</sup>	10898.6 ± 304.15 <sup>b</sup>

<sup>1)</sup> Values with different superscripts in the same row are significantly different at P<0.05 by Duncan's multiple range test. Values are means±SD (n=3).

16:0는 대조구 및 첨가구 간에 차이가 없었다 (P>0.05). 그러나 18:1n9는 대조구, 2.5%, 5.0% 첨가구 간에는 유의적으로 차이가 있었으나 7.5% 첨가구는 다른 처리구보다 낮게 분석되어 유사 첨가에 따른 지방산 조성의 변화가 일정한 경향을 나타내지는 않았다. 그러나 콩기름이나 아마유를 혼합한 사료로 사육한 넙치의 지방산 조성은 사료의 지방산 조성과의 연관성이 높다는 보고 (Kim et al., 2002)가 있으며 산화된 지방을 사료에 첨가했을 때에도 넙치의 지방산 조성은 사료의 지방산과 상관성이 높게 나타났다 (Kim et al., 2006). 본 실험에 사용된 유사체의 지방함량은 약 3% 이었으며 보고된 유사체의 주요 지방산 조성을 보면 16:0 (17.8-20.6%), 18:1 (21.6-25.2%), 18:2 (31.6-39.7%), 18:3 (17.2-18.2%) 이었다 (Lee et al., 1997). 이상의 결과로 미루어 보아 지방 함량이 낮은 유사체를 넙치사료에 첨가할 때 넙치의 지방산 조성에 영향을 주지 않는 것으로 판단되어 진다.

### 구성아미노산

유사 첨가량을 달리한 사료로 사육한 넙치의 구성아미노산을 분석한 결과 (Table 7) 총 17종의 아미노산이 분석되었다. 분석한 넙치의 각 사료에서 glutamic acid, aspartic acid, lysine, leucine, valine, arginine, alanine 등의 함량이 높았으며 cystine, proline, histidine, methionine, isoleucine 등의 함량이 비교적 낮았다. 실험 넙치에서 glutamic acid, lysine, aspartic acid 3종이 구성아미노산 함량의 약 45% 이상을 차지하였다. 특히 유사 2.5% 첨가구는 이 3종의 함량이 다른 처리구보다 유의적으로 높게 나타났으며 총 구성아미노산 함량도 높게 나타났다. 5.5% 첨가구는 lysine을 제외하고는 대부분의 아미노산 함량이 낮게 나타나서 총 함량도 제일 낮았다. Kim et al. (2000)는

자연산과 양식산 넙치의 각 아미노산 함량의 비교할 때 구성 아미노산의 함량에 차이는 있었으나 필수아미노산의 함량은 큰 차이를 보이지 않았다고 보고 하였는데 본 연구의 넙치에서는 구성아미노산의 함량은 2.5%와 7.5% 첨가구가 유의적으로 높았으며 필수 아미노산도 2.5% 첨가구에서 높게 나타나 2.5% 첨가구가 다른 실험구에 비해 아미노산 조성이 양적 및 질적인 측면에서 우수한 것으로 나타났다.

### 유리아미노산

유리아미노산은 식품의 맛과 상관관계가 높으며 어종에 따라 구성아미노산에 비해 유리아미노산의 조성이 상이하게 나타나 특정 아미노산의 분포가 편중되어 있는 경우가 적지 않다 (Park et al., 1997). 본 연구의 넙치는 taurine, alanine, lysine, glutamic acid가 함량이 높았다. Taurine은 각 실험구에서 47% 이상을 차지하여 총 유리아미노산 함량의 차에 가장 큰 영향을 주었다. 자연산 넙치와 양식산 넙치의 유리아미노산의 함량의 비교 연구에서 자연산 넙치와 양식산 넙치의 taurine함량은 각각 총아미노산 함량의 49-56%, 39-50%로 나타나 이들 간에 taurine 함량이 약간의 차이가 있다고 하였다 (Kim et al., 2000). 2.5% 첨가구가 가장 많은 taurine을 함유하였고 반면 5.0%와 7.5%는 낮은 taurine을 함유하고 있었다. Taurine은 콜레스테롤 저하, 심장 보호, 고혈압 및 암발생 억제, 당뇨 예방, 시력 보호, 동맥경화와 간경화 치료에 유용하다고 보고되고 있다 (Huxtable, 1992; Geggel et al 1985; Kondo et al., 2000). 아미노산을 맛에 따라 분류하면 alanine, glycine, proline, serine, threonine 등은 단맛, arginine, isoleucine, leucine, lysine, methionine, phenylalanine, valine 등은 쓴맛, aspartic acid는 신맛, glutamic acid는 감칠맛으로 분류하였다 (Shou,

Table 8. Free amino acid composition of olive flounder fed diets contained 0, 2.5, 5.0, and 7.5% *yuza* for 4 month<sup>1)</sup> (mg/100 g)

Amino acid	Experimental diets			
	0%	2.5%	5.0%	7.5%
Phosphoserine	7.75 ± 0.23 <sup>a</sup>	4.39 ± 0.11 <sup>c</sup>	2.63 ± 0.05 <sup>d</sup>	5.20 ± 0.15 <sup>b</sup>
Taurine	179.78 ± 3.99 <sup>b</sup>	200.76 ± 4.02 <sup>a</sup>	164.81 ± 3.51 <sup>c</sup>	159.18 ± 5.02 <sup>c</sup>
Phosphoethanolamine Urea	1.58 ± 0.04 <sup>d</sup>	2.51 ± 0.05 <sup>b</sup>	2.05 ± 0.03 <sup>c</sup>	3.11 ± 0.07 <sup>a</sup>
Aspartic acid	2.09 ± 0.06 <sup>d</sup>	8.71 ± 0.17 <sup>a</sup>	5.37 ± 0.15 <sup>b</sup>	3.74 ± 0.08 <sup>c</sup>
Hydroxy proline	15.95 ± 0.33 <sup>b</sup>	17.55 ± 0.43 <sup>a</sup>	14.41 ± 0.38 <sup>c</sup>	15.94 ± 0.48 <sup>b</sup>
Threonine	9.27 ± 0.25 <sup>a</sup>	8.07 ± 0.22 <sup>c</sup>	8.75 ± 0.19 <sup>b</sup>	4.76 ± 0.10 <sup>d</sup>
Serine	15.87 ± 0.35 <sup>b</sup>	17.01 ± 0.39 <sup>a</sup>	9.40 ± 0.24 <sup>c</sup>	8.94 ± 0.22 <sup>c</sup>
Asparagine	0.90 ± 0.02 <sup>a</sup>	0.79 ± 0.02 <sup>b</sup>	0.57 ± 0.02 <sup>c</sup>	0.58 ± 0.01 <sup>c</sup>
Glutamic acid	16.58 ± 0.53 <sup>a</sup>	16.48 ± 0.38 <sup>a</sup>	9.83 ± 0.23 <sup>b</sup>	9.51 ± 0.21 <sup>b</sup>
Sarcosine	-	-	-	-
α-Aminoadipic acid	0.41 ± 0.01 <sup>a</sup>	0.42 ± 0.01 <sup>a</sup>	0.32 ± 0.01 <sup>c</sup>	0.37 ± 0.01 <sup>b</sup>
Proline	9.04 ± 0.21 <sup>c</sup>	10.15 ± 0.27 <sup>a</sup>	9.22 ± 0.19 <sup>c</sup>	9.68 ± 0.23 <sup>b</sup>
Glycine	5.90 ± 0.12 <sup>b</sup>	6.21 ± 0.14 <sup>a</sup>	5.51 ± 0.15 <sup>c</sup>	3.41 ± 0.09 <sup>d</sup>
Alanine	25.83 ± 0.59 <sup>c</sup>	30.38 ± 0.86 <sup>b</sup>	24.98 ± 0.61 <sup>c</sup>	33.79 ± 0.44 <sup>a</sup>
Citrulline	6.31 ± 0.17 <sup>b</sup>	4.47 ± 0.10 <sup>c</sup>	7.515 ± 0.24 <sup>a</sup>	2.35 ± 0.07 <sup>d</sup>
α-Aminobutyric acid	0.31 ± 0.01 <sup>a</sup>	0.12 ± 0.00 <sup>d</sup>	0.16 ± 0.00 <sup>c</sup>	0.20 ± 0.01 <sup>b</sup>
Valine	3.18 ± 0.08 <sup>b</sup>	2.13 ± 0.06 <sup>c</sup>	1.66 ± 0.04 <sup>d</sup>	4.56 ± 0.10 <sup>a</sup>
Cystine	2.59 ± 0.08 <sup>d</sup>	6.06 ± 0.15 <sup>a</sup>	4.66 ± 0.09 <sup>b</sup>	3.40 ± 0.10 <sup>c</sup>
Cystathionine	11.37 ± 0.25 <sup>a</sup>	8.10 ± 0.16 <sup>c</sup>	9.12 ± 0.19 <sup>b</sup>	11.35 ± 0.36 <sup>a</sup>
Methionine	2.96 ± 0.07 <sup>a</sup>	1.55 ± 0.03 <sup>c</sup>	3.00 ± 0.04 <sup>a</sup>	2.75 ± 0.06 <sup>b</sup>
Isoleucine	2.64 ± 0.07 <sup>b</sup>	1.72 ± 0.06 <sup>c</sup>	2.90 ± 0.07 <sup>a</sup>	0.76 ± 0.02 <sup>d</sup>
Leucine	1.76 ± 0.05 <sup>c</sup>	1.51 ± 0.03 <sup>d</sup>	3.71 ± 0.11 <sup>a</sup>	1.94 ± 0.04 <sup>b</sup>
Tyrosine	1.26 ± 0.03 <sup>d</sup>	2.63 ± 0.07 <sup>b</sup>	1.98 ± 0.05 <sup>c</sup>	2.79 ± 0.08 <sup>a</sup>
Phenylalanine	1.90 ± 0.05 <sup>c</sup>	2.33 ± 0.06 <sup>b</sup>	1.96 ± 0.04 <sup>c</sup>	2.74 ± 0.06 <sup>a</sup>
β-Alanine	1.03 ± 0.02 <sup>c</sup>	1.41 ± 0.03 <sup>a</sup>	1.07 ± 0.03 <sup>bc</sup>	1.10 ± 0.03 <sup>b</sup>
β-Aminoisobutyric acid	-	-	-	-
γ-aminobutyric acid	-	-	-	-
Histidine	1.31 ± 0.03 <sup>c</sup>	2.57 ± 0.06 <sup>b</sup>	3.20 ± 0.10 <sup>a</sup>	1.40 ± 0.03 <sup>c</sup>
3-Methylhistidine	0.18 ± 0.00 <sup>b</sup>	0.12 ± 0.00 <sup>c</sup>	0.06 ± 0.00 <sup>d</sup>	0.26 ± 0.01 <sup>a</sup>
1-Methylhistidine	0.70 ± 0.02 <sup>c</sup>	1.05 ± 0.03 <sup>b</sup>	2.56 ± 0.05 <sup>a</sup>	1.08 ± 0.03 <sup>b</sup>
Carnosine	-	-	-	-
Anserine	1.66 ± 0.04 <sup>c</sup>	2.79 ± 0.18 <sup>a</sup>	2.67 ± 0.07 <sup>a</sup>	2.14 ± 0.03 <sup>b</sup>
Ornithine	4.54 ± 0.12 <sup>a</sup>	4.06 ± 0.09 <sup>c</sup>	0.54 ± 0.02 <sup>d</sup>	4.77 ± 0.14 <sup>b</sup>
Lysine	25.00 ± 0.55 <sup>b</sup>	29.83 ± 0.70 <sup>a</sup>	16.84 ± 0.36 <sup>d</sup>	20.71 ± 0.46 <sup>c</sup>
Ammonia	15.91 ± 0.38 <sup>a</sup>	12.34 ± 0.37 <sup>b</sup>	10.40 ± 0.24 <sup>c</sup>	12.70 ± 0.28 <sup>b</sup>
Arginine	1.67 ± 0.04 <sup>d</sup>	2.25 ± 0.06 <sup>c</sup>	4.51 ± 0.10 <sup>a</sup>	2.73 ± 0.08 <sup>b</sup>
Total free amino acid	377.36 ± 7.43 <sup>b</sup>	410.56 ± 9.37 <sup>a</sup>	336.35 ± 9.41 <sup>c</sup>	337.94 ± 8.89 <sup>c</sup>

<sup>1)</sup>Values with different superscripts in the same row are significantly different at P<0.05 by Duncan's multiple range test. Values are means±SD (n=3).

<sup>2)</sup>Not detected.

1969). 2.5% 첨가구는 단맛을 내는 아미노산 중 alanine, serine, proline, glycine을 가장 많이 함유하고 있었으며 (P<0.05) 쓴맛을 내는 아미노산 중 methionine과 leucine을 가장 낮게 함유하고 있었다 (P<0.05). 감칠맛을 내는 glutamic acid는 대조구와 2.5% 같은 함유량을 보인 반면 5.0%와 7.5% 첨가구에 비교해 많은 함량을 나타내었다. 2.5% 첨가구가 구성아미노산과 유사하게 유리아미노산도 총 함량이 가장 많았으며 기호도에 영향을 주는 유리아미노산도 가장 많이 함유하고 있어 2.5% 첨가구가 품질면에서 우수한 것으로 사료된다.

사 사

이 연구는 전남 고흥군의 “기능성 물질이용 양식어류 상품

개발 연구” 사업에 의해 수행한 결과로 이에 감사드립니다.

참 고 문 헌

Calabro, M.L., V. Galtieri, P. Cutroneo, S. Tommasini, P. Ficarra and R. Ficarra 2004. Study of the extraction procedure by experimental design and validation of a LC method for determination of flavonoids in Citrus bergamia juice. J. Pharmacol. Biomedical Analysis, 35, 349-363.

Cha, J.Y. and Y.S. Cho. 2001. Biofunctional activities of citrus flavonoids. J. Korean Soc. Agric. Chem. Biotechnol., 44, 122-128.

- Geggel, H.S., M.E. Ament, J.R. Heckenlively, D.A. Martin and J.D. Kopple. 1985. Nutritional requirement for taurine in patients receiving long-term parenteral nutrition. *N. Engl. J. Med.*, 312, 142-146.
- Huxtable, R.J. 1992. Physiological actions of taurine. *Physiological Reviews*, 72, 101-163.
- Jeong, C.W., H.J. Choi, G. Yoo, S. Lee, Y.C. Kim, O.E. Okorie, J.H. Lee, K.D. Jun, S.M. Choi, K.W. Kim, Y.J. Kang, J.C. Kang, I.S. Kong and S.C. Bai. 2006. Effects of dietary probiotics supplementation of juvenile olive flounder *Paralichthys olivaceus*. *J. Kor. Fish. Soc.*, 39, 460-465.
- Jeong, G.S., S.C. Ji and Y.S. Ju. 2003. Effects of the residues from medicinal herb extracts on growth and body composition of olive flounder (*Paralichthys olivaceus*). *J. Kor. Fish. Soc.*, 36, 614-618.
- Kim, S.G., J.W. Hong and S.W. Lee. 2003. A study on the consumption pattern of aquacultured marine fishes. *The Journal of Fisheries Business Administration*, 34, 53-73.
- Kim, C.T., B.C. Kang, H.K. Jee, A.J. Choi, C.J. Kim, Y.J. Cho, H.G. Hahn and K.D. Nam. 2005. Effect of chitosan-based feed additive on the growth and quality of cultured Japanese flounder, *Paralichthys olivaceus*. *J. Chitin Chitosan*, 10, 121-127.
- Kim, D.S., J.H. Kim, C.H. Jeong, S.M. Lee and Y.B. Moon. 1996. Effects of dietary herbs on growth and body composition in olive flounder, *Paralichthys olivaceus*. *J. Aquacult.*, 9, 461-465.
- Kim, H.Y., J.W. Shin, H.O. Park, S.H. Choi, Y.M. Jang and S.O. Lee. Comparison of taste compounds of red sea bream, rockfish and flounders differing in the localities and growing conditions. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 32, 550-563.
- Kim, K.D., S.M. Lee, H.G. Park, S.C. Bai and Y.H. Lee. 2002. Essentiality of dietary n-3 highly unsaturated fatty acids in juvenile Japanese flounder (*Paralichthys olivaceus*). *J. World Aquacult. Soc.*, 33, 432-440.
- Kim, K.D., Y.J. Kang, H.Y. Moon, K.W. Kim and S.M. Lee. 2006. Effect of dietary oxidized squid liver oil and DL- $\alpha$ -tocopherol level on growth and body composition of juvenile flounder (*Paralichthys olivaceus*). *J. Aquacult.*, 19, 140-146.
- Kondo, Y., S. Murakami, H. Oda and T. Nagate. 2000. Taurine reduces atherosclerotic lesion development in apolipoprotein E-deficient mice. *Adv. Exp. Med. Biol.*, 483, 193-200.
- Lee, K.H., H.C. Park and E.S. Her. 1998. Statistics and Data Analysis Method. Hyoil Press. Seoul. Korea. pp.253-296.
- Lee, K.H., Y.S. Lee, I.H. Kim and D.S. Kim. 1998. Utilization of obosan (dietary herbs) II. Muscle quality of olive flounder, *Paralichthys olivaceus* fed with diet containing obosan. *J. Aquacult.*, 11, 319-325.
- Lee, K.M., M.S. Lee, J.B. Hwang and J.W. Jeong. 1997. Quality evaluation of extracted citron juice by long term storage. *Korean J. Food & Nutr.*, 10, 145-150.
- Lee, S., G.J. Park and S.C. Bai. 2008. Effects of dietary wood vinegar supplementation on growth and immune responses of juvenile olive flounder, *Paralichthys olivaceus*. *J. Kor. Fish. Soc.*, 41, 248-252.
- Lee, S.M., K.D. Kim, H.S. Jang, Y.W. Lee, J.K. Lee and J.H. Lee. 2003. Effect of soybean-curd residues in the formulated diet on growth and body composition of juvenile flounder (*Paralichthys olivaceus*). *J. Kor. Fish. Soc.*, 36, 596-600.
- Nakagawa, H. 1985. Usefulness of Chlorrella-extract for improvement of the physiological condition of cultured ayu, *Plecoglossus altivelis* (Pisces). *Tethyls*, 11, 328-334.
- Nakagawa, H. and S. Kasahara, 1986. Effect of Ulva-meal supplement to diet on the lipid metabolism of red sea bream. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.*, 52, 1887-1893.
- Park, S.U., M.G. Kwon, Y.H. Lee, K.D. Kim, I.S. Shin and S.M. Lee. 2003. Effects of supplemental Undaria, obosan and wasabi in the experimental diets on growth, body composition, blood chemistry and non-specific immune response of juvenile flounder, *Paralichthys olivaceus*. *J. of Aquacult.*, 16, 210-215.
- Park, Y.H., D.S. Jang and S.B. Kim. 1997. Processing of the Sea Food, Hyungsul Press, Seoul, Korea, pp.166-168.
- Satoh, K.I., H. Nakagawa and S. Kasahara, 1987. Effect of Ulva meal supplementation on disease resistance of red sea bream. *Nippon Susan Gakkaishi*, 53, 1115-1120.
- Shou, H. 1969. Food component and taste. *J. Food Industry Japan*, 16, 83-87.
- Yoo, K.M., K.W. Lee, J.B. Park, H.J. Lee and I.K. Hwang. 2004. Variation in major antioxidants and total antioxidant activity of yuzu (*Citrus junos* Seib ex Tanaka) during maturation and between cultivars. *J. Agri. Food Chem.*, 52, 5907-5913.
- Yoo, K.M. and I.K. Hwang. 2004. In vitro effect of Yuza (*Citrus Junos* SIEB ex TANAKA) extracts on proliferation of human prostate cancer cells and



antioxidant activity. Korean J. Food Sci. Technol.,  
36, 339-344.

Yoo, K.M., J.B. Park, K.S. Seong, D.Y. Kim and I.K.  
Hwang. 2005. Antioxant activities and anticancer  
effects of Yuza (*Citrus junos*). Food Sci. Industry,  
38, 72-77.

---

2009년 4월 10일 접수

2009년 4월 19일 수정

2009년 6월 8일 수리