

메기과에 속하는 메기와 미유기의 Carotenoid 색소 성분의 비교

† 백승한 · 하봉석* · 김수영* · 권문정* · 최옥수 · 배태진** · 강동수**

순천제일대학 식생활과, *경상대학교 식품영양학과, **여수대학교 식품공 · 영양학부

Comparision of Carotenoid Pigments in Catfish, *Parasilurus asotus* and Slender catfish, *Parasilurus microdorsalis* in the Family Siluridae

† Seung-Han Baek, Bong-Seuk Ha*, Soo-Young Kim*

Moon-Jeong Kweon*, Ok-Soo Choi, Tae-Jin Bae** and Dong-Soo Kang**

Division of Food Science, Suncheon First College

*Department of Food Science and Nutrition, Gyeongsang National University

**Division of Food Technology and Nutriton, Yosu National University

Abstract

This study was performed as a part of comparative biological studies of carotenoid pigment for the unutilized biological products. The content of total carotenoid in the integument of wild catfish were 0.27(±0.7) mg% and composed of 25.8% zeaxanthin, 9.7% diatoxanthin and 9.1% cynthiixanthin as major carotenoid. The content of total carotenoid in the integument of cultured catfish were 0.07(±0.03) mg% which is relatively lower compare to wild catfish and composed of 48.5% lutein, 13.9% zeaxanthin and 13.3% isocryptoxanthin as major carotenoid. The total carotenoid contents of the slender catfish were 0.75(±0.25) mg% which is relatively higher compare to other species of catfishes. The carotenoids were composed of 24.5% zeaxanthin, 24.1% 7',8'-dihydro-β-carotene-4-ol, 17.9% 7',8'-dihydro-β-carotene and 10.8% 7',8'-dihydro-β-carotene-3-ol as major carotenoid and 8.7% diatoxanthin, 6.7% cynthiixanthin and 5.0% lutein as minor carotenoid. Based on these data, as a comparative studies of carotenoid in integument of siluridae, parasiloxanthin and 7',8'-dihydroparasiloxanthin which are the characteristic carotenoid of catfish from biwa lake in Japan, Slender catfish contained more based on 7',8'-dihydro-β-carotene while that of wild and cultured catfishes were not found, indicating that carotenoid pigment of slender catfish depend on their living conditions.

Key words : carotenoid, catfish, slender catfish, 7',8'-dihydro-β-carotene

서 론

어류의 carotenoid 조성에 관한 연구를 보면, 담수어류의 경우, 연어과¹⁾ 어류의 표피에는 lutein, zeaxanthin 이, 농어과^{2,3)} 어류의 표피에는 tunaxanthin, lutein 및

zeaxanthin이, 잉어과^{4~6)} 어류의 표피에는 cynthiixanthin, zeaxanthin 및 lutein이, 키크리과⁷⁾ 어류의 표피에는 lutein, zeaxanthin이 주성분으로 존재한다고 보고되고 있어 담수어류에서는 일반적으로 lutein, zeaxanthin 이 특유의 carotenoid로 존재함을 볼 수 있었다.

† Corresponding author : Seung-Han Baek, Division of Food Science, Suncheon First College, San 9-5, Duckworl-dong, Suncheon city 540-744, Korea.

Tel : 82-61-740-1367, Fax : 82-61-740-1327, E-mail : baeksh@suncheon.ac.kr

그리고 해산어류의 경우, 상날치과와 큰가시고기과⁸⁾ 및 청어과⁹⁾ 어류의 표피에는 tunaxanthin이, 독중개과 및 망둑어과^{10,11)} 어류의 표피에는 tunaxanthin, cythiixanthin이 주성분으로 존재한다고 보고하여 일반적으로 tunaxanthin이 특유의 carotenoid로 존재함을 알 수 있다.

그러나 Matsuno 등¹²⁾은 담수어류인 일본 biwa호수의 메기 *Parasilurus asotus*의 표피에는 parasiloxanthin과 7,8'-dihydroparasiloxanthin 등의 3,3'-dihydroxy-7'8'-dihydro-β-carotene을 기본물질로 하는 특유의 carotenoid가 존재하는 한편, 해산어류인 바다빙어과, 뱀어과¹³⁾ 및 멸치과⁹⁾ 어류의 표피에는 zeaxanthin이 주성분으로서 tunaxanthin이 존재하지 않는 등 서식환경과 종의 차이에 의해서 carotenoid 조성이 다를 수 있는 것으로 보고되고 있다. 이에 본 실험에서는 필자 등이 진행하고 있는 다양한 생리기능이 있는 미이용자원인 어류 표피 carotenoid의 비교 생화학적 연구 일환^{1, 14, 16-19)}으로 메기과의 자연산 및 양식산 메기와 우리나라 특산 담수어류인 메기과의 미유키의 carotenoid 조성을 비교, 검토하였기에 그 결과를 보고한다.

재료 및 방법

1. 재료

본 실험에 사용한 자연산 메기(catfish, *Parasilurus asotus*)는 평균체장 400 mm, 평균체중 359.8 g의 것을 1999년 11월에 경남 산청군 경호강에서 포획하였고, 양식산 메기는 평균체장 368 mm, 평균체중 407.8 g의 것을 2000년 4월에 경남 진주시 상대동 자유시장에서 구입하였으며, 미유키(slender catfish, *Parasilurus microdorsalis*)는 평균체장 152 mm, 평균체중 17.0 g의 것을 1999년 6월 12일 강원도 평창군 평창강에서 포획하여 각각 냉동상태로 실험실로 운반한 후, 표피와 지느러미만을 취하여 분석용 시료로 사용하였다.

2. 총 Carotenoid의 추출

Carotenoid의 추출은 백 등의 방법¹⁾에 준하여 표피와 지느러미만을 취하여 실온에서 acetone으로 3회 이상 추출하여 얻은 carotenoid를 petroleum ether(p.e.)층으로 전용시킨 후, 40°C 이하의 N₂ 기류 하에서 감압 증류한 것을 60% KOH/MeOH 용액으로 검화하여 얻은 불검화물을 총 carotenoid로 하였다.

3. Carotenoid의 분리 및 정제

Carotenoid의 분리는 전보¹⁾에서와 같이 실시하였다.

Preparative-thin layer chromatography(p-TLC)는 silicagel 60G(Art. 7731, Merck Co.)와 증류수를 1 : 2의 비율로 혼합하여 만든 plate를 사용하였으며 carotenoid를 acetone : petroleum ether (30:70)의 전개 용매로서 분리하였다. 한편, 검화한 총 carotenoid를 MgO : celite 545 (1:1)를 흡착제로 하고 petroleum ether→acetone→MeOH의 순으로 점차적으로 극성을 증가시키면서 column chromatography로 분리하여 TLC의 pattern과 비교하였다. 그리고 분리된 각 carotenoid 획분의 이성체를 분리하거나 단일 성분임을 확인하기 위하여 검화한 총 carotenoid를 HPLC로 분리 동정하였으며 분석 조건은 전보¹⁾와 같다.

4. Carotenoid의 동정 및 정량

분리, 정제된 각 획분의 carotenoid는 표준품과의 가시부 흡수 spectrum의 비교, 각 획분에서 얻어진 carotenoid와 표준품과의 co-TLC 및 co-HPLC, I₂에 의한 이성화 반응, NaBH₄에 의한 환원반응 및 epoxide test 등에 의하여 동정하였다. 그리고 분리된 각 획분의 carotenoid 중에서 주요 성분을 분취용 column을 이용한 HPLC를 행하여 결정체를 얻은 후, Mass spectrum을 측정하여 동정하였다. 분취를 위한 HPLC의 분석조건은 전보¹⁴⁾와 같다. 한편, 가시부 흡수 spectrum은 Gilford Response UV-spectrophotometer, IR spectrum은 KBr 중에서 HITACHI 270-50 spectrophotometer, Mass spectrum은 Mass Kratosprofile HV-3 GC/MS(EI, DIP detector)를 사용하여 각각 분석하였다. 그리고 총 carotenoid의 함량과 분리된 각 획분의 조성비는 petroleum ether (p.e) 중에서의 가시부 흡수 spectrum의 흡수 극대치의 흡광도에 기초하여 McBeth¹⁵⁾의 방법에 따라 흡광계수 $E_{1cm}^{1\%} = 2400$ 으로 하여 다음 식과 같이 계산하였다.

$$mg\% = \frac{O.D. (\lambda_{max}) \times Vol \times 1000}{E_{1cm}^{1\%} (2400) \times \text{weight of tissue}(g)}$$

$$\text{percentage}(\%) = \frac{100 \times vol \times O.D.(\lambda_{max})(\text{each fraction})}{\sum [vol \times O.D.(\lambda_{max})(\text{each fraction})]}$$

5. 통계처리

실험결과는 SAS package를 이용하여 시료의 총 carotenoids 함량에 대해 평균과 표준편차를 계산하였고, $p < 0.05$ 의 수준에서 ANOVA test 후에 Duncan's multiple range test에 의하여 시료간의 유의차를 검정하였다.

결과 및 고찰

1. 표피 Carotenoid의 동정

자연산 및 양식산 메기와 자연산 미유키의 표피로부터 추출한 총 carotenoid를 p-TLC한 결과, Fig. 1에서와 같이 검화전에 다양한 band가 나타나 free type으로 존재함을 알 수 있었고, 더욱 분리, 정제하기 위하여 총 carotenoid에 대해 검화를 실시하였다.

검화 전, 후에 있어서 자연산 및 양식산 메기의 표피에서는 p-TLC한 결과, Fig. 1.에서와 같이 각각 4개의 band가 분리되었으며, 이중에서 아래에서 두 개의 band(Rf 치; 0.72) (Rf 치; 0.46)는 분리형태로 보아 혼합물임을 추정할 수 있었고, Fig. 2.에서와 같이 column chromatography를 행한 결과, 이동상 용매의 극성이 증가됨에 따라 자연산 메기의 표피에서는 모두 1~7개의 Fr.으로, 양식산 메기의 표피에서는 모두 1~5개의 Fr.으로 분리되었으며, 또한 HPLC로 분석한 결과, 이들 중 cryptoxanthin 획분은 2개의 peak로 분리되었다. 한편, 전보^(1,16)에서와 같이 column chromatography로 분리, 정제한 각 Fr.에 대한 p.e, ethanol, chloroform 및 benzene에 있어서의 가시부 흡수 spectrum의 흡수극대치를 비교하여 동정한 결과, 다음의 carotenoid 즉, β

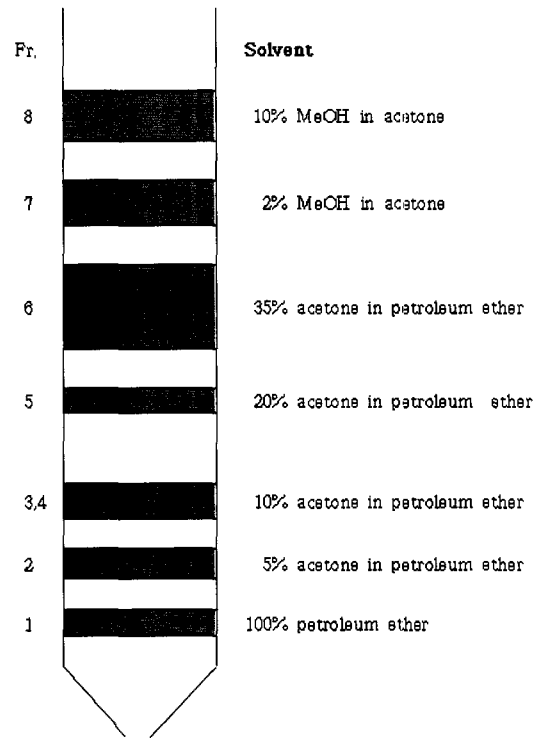


Fig. 2. Column chromatography of total carotenoid in the integument of catfishes on MgO/celite 545(1:1).

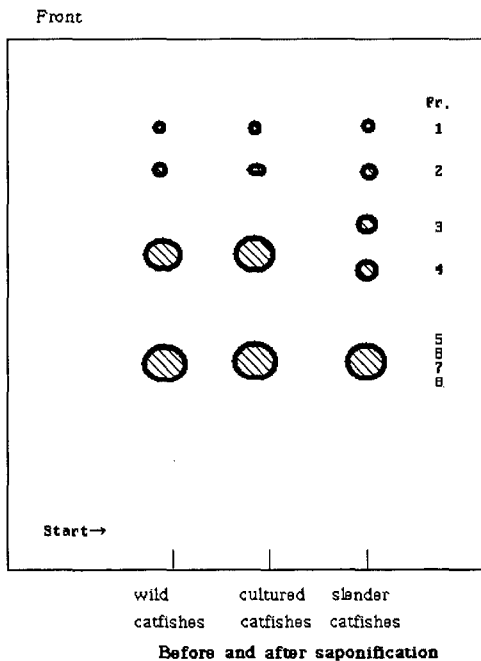


Fig 1. Preparative thin-layer chromatogram of carotenoid in the integument of catfishes.

Absorbent : Silicagel 60G.

Developer : Petroleum ether : Acetone (70:30).

-carotene(Fr. 1), isocryptoxanthin(Fr. 2), α-cryptoxanthin (Fr. 3), β-cryptoxanthin(Fr. 4), lutein(Fr. 5), zeaxanthin (Fr. 6), diatoxanthin(Fr. 7) 및 cynthiaxanthin(Fr. 8)으로 확인되었다.

또한 자연산 미유키의 표피에서는 검화 전, 후에 있어서 p-TLC한 결과, Fig. 1.에서와 같이 5개의 band가 분리되었으며, 이중에서 아래의 band(Rf 치; 0.55)는 분리형태로 보아 혼합물임을 추정할 수 있었고, Fig. 3.에서와 같이 column chromatography를 행한 결과, 이동상 용매의 극성이 증가됨에 따라 모두 Fr. 1에서 Fr. 8까지 분리되었으며, 또한 HPLC로 분석한 결과와 일치하였다. 한편, 분리, 정제한 각 Fr.을 동정한 결과, 다음의 carotenoid로 확인되었다.

Fr. 1 : 100% p.e.로 용출된 Fr.으로써 가시부 흡수 spectrum의 측정 결과, 흡수 극대치가 404, 424.5, 449nm(in p.e), 404, 425, 449.5nm(in ethanol), 415, 436, 460.5nm(in chloroform) 및 414.5, 437, 460nm(in benzene)의 β-zeacarotene type의 흡수 spectrum을 나타냈으며, I₂에 의한 이성화 반응 생성물의 가시부 흡수 spectrum은 403, 424.5, 447nm(p.e)로서 2nm blue shift 하였다. 한편, TLC상에서 Rf치의 비교 결과, β-carotene

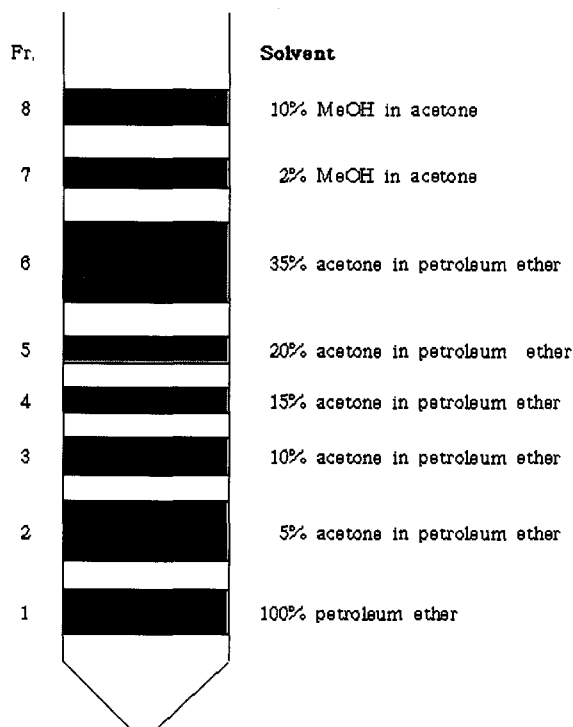


Fig. 3. Column chromatography of total carotenoid in the integument of slender catfishes on MgO/celite 545(1:1).

보다 다소 낮게 (Rf 치; 0.97) 나타났으므로 carotene임을 추정할 수 있었고, 일본 biwa 호수의 메기로부터 분리된 문헌치⁽¹²⁾와 비교하여 7',8'-dihydro- β -carotene으로 추정하였다.

Fr. 2 : 5% acetone/p.e.로 용출된 Fr.으로써 가시부 흡수 spectrum의 측정 결과, 흡수 극대치가 400.5, 424, 449 nm(in p.e), 401, 425, 450 nm(in ethanol), 412, 436.5, 461 nm(in chloroform) 및 412, 437.5 461.5 nm(in benzene)의 7',8'-dihydro- β -carotene type의 흡수 spectrum을 나타냈으며, I₂에 의한 이성화 반응 생성물의 가시부 흡수 spectrum은 400, 422, 447 nm(p.e)로서 2 nm blue shift 하였다. 한편, TLC 상에서 Rf치의 비교 결과, monol임을 추정할 수 있었고 Mass spectrum의 측정 결과, m/z 554(M⁺, C₄₀H₅₈O)의 peak가 나타나 7',8'-dihydro- β -carotene monol의 분자량을 확인하였으며, 또한 HPLC를 행하여 isocryptoxanthin의 시간대와 일치하였으므로 7',8'-dihydro- β -carotene-4-ol로 추정하였다.

Fr. 3 : 10% acetone/p.e.로 용출된 Fr.으로써 가시부 흡수 spectrum의 측정 결과, 흡수 극대치가 400.5, 424.5, 448.5 nm(in p.e), 401, 425, 449 nm(in ethanol), 412.5, 436.5, 461.5 nm(in chloroform) 및 412, 438, 461.5 nm(in benzene)의 β -zeacarotene type의 흡수 spectrum을

나타냈으며, I₂에 의한 이성화 반응 생성물의 가시부 흡수 spectrum은 399.5, 422.5, 447 nm(p.e)로서 2 nm blue shift 하였다. 한편, TLC상에서 Rf치의 비교 결과, monol임을 추정할 수 있었고 mass spectrum의 측정 결과, m/z 554(M⁺, C₄₀H₅₈O)의 peak가 나타나 7',8'-dihydro- β -carotene monol의 분자량을 확인하였으며, 또한 HPLC를 행하여 β -cryptoxanthin의 시간대와 일치하였으므로 7',8'-dihydro- β -carotene-3-ol로 추정하였다.

Fr. 4 : 15% acetone/p.e로 용출된 Fr.으로써 가시부 흡수 spectrum의 측정 결과, 흡수 극대치가 400.5, 422, 447 nm(in p.e)로 나타나 β -zeacarotene type의 흡수 spectrum을 나타냈으나, 양의 제약으로 인하여 더 이상의 동정이 불가능하였다.

그외 전보(16)에서와 같이 lutein(Fr. 5), zeaxanthin(Fr. 6), diatoxanthin(Fr. 7) 및 cynthiaxanthin(Fr. 8)으로 동정되었다.

2. 표피 Carotenoid의 조성

메기과의 자연산 및 양식산 메기, *P. asotus*와 한국 특산의 미유키, *P. microdorsalis*의 총 carotenoid 함량과 분리, 동정된 carotenoid의 조성은 Table 1.과 같다. 총 carotenoid 함량은 미유키 0.75 mg(± 0.25)%로서 가장 높았으며 그 외 자연산 메기 0.27 mg(± 0.7)% 및 양식산 메기 0.07 mg(± 0.03)%의 순으로 유의적인 차이를 보였다. 이것은 연어과⁽¹⁾의 열목어(*Brachymystax lenok*) 표피 3.72 mg%, 산천어(*Oncorhynchus macrostomus*) 표피 0.82 mg%, 농어과⁽¹⁷⁾의 쏘가리(*Siniperca scherzeri*) 표피 2.1~2.8 mg%, 꺾지(*Coreoperca herzi*) 표피 2.7~3.5 mg%, 잉어과⁽¹⁸⁾의 납지리(*Paracheilognathus rhombea*) 표피 1.1~2.3 mg%, 줄납자루(*Acheilognathus yamatsutae*) 표피 0.8~1.9 mg%, 미꾸리아과⁽¹⁹⁾의 미꾸라지(*Misgurnus mizolepis*) 표피 4.76 mg%, 미꾸리(*Misgurnus anguillicaudatus*) 표피 4.0 mg% 및 구굴무치과⁽¹⁶⁾의 동사리(*Odontobutis platycephala*) 표피 3.0~3.7 mg%, 얼룩동사리(*Odontobutis odontobutis interrupta*) 표피 2.0~2.8 mg%로써 한국산 담수어류 표피 총 carotenoids 함량과 비교하여 극히 낮은 함량을 보였다.

시료간의 carotenoids의 조성은 자연산 메기에서 zeaxanthin 25.8%, diatoxanthin 9.7% 및 cynthiaxanthin 9.1%로서 주성분을 이루고, 그외 isocryptoxanthin 6.5%, β -carotene 5.1%, β -cryptoxanthin 4.3%, lutein 3.4% 및 α -cryptoxanthin 2.4%의 순이었으며, 양식산 메기에서 lutein 48.5%, zeaxanthin 13.9% 및 isocryptoxanthin 13.3%로서 주성분을 이루고, 그외 β -carotene 9.5%, β -cryptoxanthin 7.4% 및 α -cryptoxanthin 4.6%의 순이었

Table 1. Amounts and percentage composition of individual carotenoid in the integument of common catfishes, *P. asotus* and slender catfishes, *P. microdorsalis* (% in total carotenoids)

Carotenoids	Catfishes	Wild catfish	Cultured catfish	Slender catfish
β -Carotene		5.1	9.5	(n.d.)
7'8'-Dihydro- β -carotene		(n.d.)	(n.d.)	17.9
Isocryptoxanthin		6.5	13.3	(n.d.)
7'8'-Dihydro- β -carotene-4-ol		(n.d.)	(n.d.)	24.1
7'8'-Dihydro- β -carotene-3-ol		(n.d.)	(n.d.)	10.8
α -Cryptoxanthin		2.4	4.6	(n.d.)
β -Cryptoxanthin		4.3	7.4	(n.d.)
Lutein		3.4	48.5	5.0
Zeaxanthin		25.8	13.9	24.5
Diatoxanthin		9.7	(n.d.)	8.7
Cynthiixanthin		9.1	(n.d.)	6.7
Unidentified carotenoids		5.7	2.8	2.3
Total carotenoids(mg%)		0.27(\pm 0.7) ^{1)2)a}	0.07(\pm 0.03) ^b	0.75(\pm 0.25) ^c

not detect(n.d.)

¹⁾ Each value represents the mean \pm S.D. of 5 repetition.

²⁾ Mean with the different letters are significantly different($p < 0.05$) by Duncan's multiple range test.

다. 한편, 우리나라 특산의 담수산 어류의 carotenoids 조성과 비교할 때 연어과¹⁾의 열목어의 표피에는 zeaxanthin 36.9%, lutein 4.7% 및 tunaxanthin 5.1%가, 산천어의 표피에는 zeaxanthin 20.6%, lutein 5.8% 및 salmoxanthin 6.1%가, 농어과¹⁷⁾의 쏘가리의 표피에는 tunaxanthin 42.2~32.7%, lutein 22.0~24.5%, zeaxanthin 5.1~12.9%, diatoxanthin 2.5~5.4% 및 cynthiixanthin 5.8~9.3%가, 꺾지의 표피에는 tunaxanthin 69.4~37.5%, lutein 17.0~24.8%, zeaxanthin 6.7~14.3%, diatoxanthin 0.3~1.5% 및 cynthiixanthin 1.1~9.3%가, 구굴무치과¹⁶⁾의 동사리의 표피에는 lutein 11.9~18.5%, zeaxanthin 12.0~13.7%, tunaxanthin 8.0~9.8%, diatoxanthin 3.5~9.1% 및 cynthiixanthin 4.3~13.6%가, 얼룩동사리의 표피에는 lutein 11.4~12.6%, zeaxanthin 14.4~20.9%, tunaxanthin 8.8~9.0%, diatoxanthin 5.2~8.3% 및 cynthiixanthin 3.9~9.3%가 또한 잉어아과¹⁸⁾의 납지리의 표피에는 lutein 44.3~53.3%, zeaxanthin 5.7~10.6% 및 cynthiixanthin 0~1.2%가, 줄납자루의 표피에는 lutein 39.2~48.0%, zeaxanthin 2.5~7.2% 및 cynthiixanthin 1.6~4.8%가 주요 carotenoids로 존재하

였으며, 이는 diol을 주성분으로 하는 자연산 및 양식산 메기의 표피 carotenoids 조성과 비교하여 유사하였다.

그리고 미유기에서 zeaxanthin 24.5%, 7'8'-dihydro- β -carotene-4-ol 24.1%, 7'8'-dihydro- β -carotene 17.9% 및 7'8'-dihydro- β -carotene-3-ol 10.8%로서 주성분을 이루고, 그 외 diatoxanthin 8.7%, cynthiixanthin 6.7% 및 lutein 5.0%의 순으로 함유하였다. 이러한 결과는 parasiloxanthin과 7'8'-dihydroparasiloxanthin을 주성분으로 함유하는 메기과의 일본 biwa 호수 메기, *P. asotus*의 표피 carotenoid 조성¹²⁾과 비교하여, 자연산 및 양식산 메기에서는 7'8'-dihydro- β -carotene을 기본구조로 하는 carotenoids의 존재가 발견되지 않았으나, 미유기, *P. microdorsalis*에는 이들 carotenoids가 존재하는 것을 확인할 수 있어 특이하였다. 이는 지역이나 먹이습성에 기인한 서식 환경의 차이, 계절적 변동, 수온의 차이 및 개체의 성숙도와 관련이 있는 것으로 추측된다.

한편, Matsuno and Nagata^{20,21)}는 일본 biwa 호수 메기의 주요 carotenoid로 알려진 parasiloxanthin과 7,8-dihydroparasiloxanthin의 생합성 과정을 증명하기 위해 zeaxanthin과 lutein(20 mg/100 g)을 각각 40일간 투여한

결과, zeaxanthin 투여구에서는 대조구에 비해 총 carotenoid가 10.2배 증가하였으며, carotenoids 조성은 parasiloxanthin과 7,8-dihydroparasiloxanthin이 각각 26.7배와 6.3배 증가하였다. 또한 lutein 투여구에서는 대조구에 비해 총 carotenoids가 12.5배 증가하였으며, carotenoids 조성은 lutein과 7,8-dihydrolutein이 각각 44.7배와 25.5배 증가하였다. 이로서 zeaxanthin 투여구에서는 parasiloxanthin을 경유하여 7,8-dihydroparasiloxanthin으로, lutein 투여구에서는 7,8-dihydrolutein으로 대사되어짐이 밝혀졌으며, 이러한 사실은 일본 biwa호수 메기의 체내 carotenoid 대사에서, β -end group에 인접한 c-7, 8 위치의 이중결합을 환원시키는 효소계가 존재하는 것으로 사료되어진다. 따라서 한국 특산 미유키의 표피 carotenoid 생합성 과정을 증명하여 일본 biwa호수 메기와의 종 상관관계를 밝히는 것이 시급하다고 본다.

요 약

미이용자원인 어류 carotenoid에 관한 비교 생화학 적 연구의 일환으로서, 메기과의 자연산 및 양식산 메기와 한국 특산의 담수어류인 미유키의 표피 carotenoid를 TLC, column chromatography 및 HPLC로 분리하고 NaBH_4 에 의한 환원반응, I_2 에 의한 이성화반응 및 UV-visible spectrophotometer로 비교하고 IR 및 Mass spectrum을 측정하여 carotenoid를 동정한 결과는 다음과 같다.

자연산 메기 표피의 총 carotenoid 함량은 0.27 mg(± 0.7)%였으며 carotenoid의 조성은 zeaxanthin 25.8%, diatoxanthin 9.7% 및 cynthiaxanthin 9.1%로서 주성분을 이루고 있었으며 그 외 isocryptoxanthin 6.5%, β -carotene 5.1%, β -cryptoxanthin 4.3%, lutein 3.4% 및 α -cryptoxanthin 2.4%의 순으로 함유하고 있었다. 양식산 메기 표피의 총 carotenoid 함량은 0.07 mg(± 0.03)%로서 자연산 메기에 비해 다소 낮았으며, carotenoid의 조성은 lutein 48.5%, zeaxanthin 13.9% 및 isocryptoxanthin 13.3%로서 주성분을 이루고, 그 외 β -carotene 9.5%, β -cryptoxanthin 7.4% 및 α -cryptoxanthin 4.6%의 순으로 함유하고 있었다. 한편 미유키 표피의 총 carotenoid 함량은 0.75 mg(± 0.25)%로서 메기과의 다른 어종에 비해 함량이 높았으며, carotenoid 조성은 zeaxanthin 24.5%, 7'8'-dihydro- β -carotene-4-ol 24.1%, 7'8'-dihydro- β -carotene 17.9% 및 7'8'-dihydro- β -carotene-3-ol 10.8%로서 주성분을 이루고 있었으며 그 외 diatoxanthin 8.7%, cynthiaxanthin 6.7% 및 lutein 5.0%의 순으로 함유하고

있었다. 이러한 결과는 parasiloxanthin과 7',8'-dihydro-parasiloxanthin을 주성분으로 함유하는 biwa호수 메기, *P. asotus*의 표피 carotenoid 조성과 비교하여, 미유키에서는 7'8'-dihydro- β -carotene의 구조를 가진 carotenoid가 존재하였으나 자연산 및 양식산 메기에서는 발견되지 않아 특이하였다.

참고문헌

1. Baek, SH and Ha, BS. Comparison of carotenoid pigments on manchurian trout, *Brachymystax lenok* and masu salmon, *Oncorhynchus macrostomus* in the family salmonidae. *Bull. Korean Fish. Soc.* 31: 278-287. 1998
2. Matsuno, T, Katsuyama M, and Ishida, M. Comparative biochemical studies of carotenoids in fishes-X. Carotenoids of Japanese perch. *Bull. Japan Soc. Sci. Fish.* 42:651-654. 1976
3. Matsuno, T, Katsuyama, M, Ikuno, Y, Yamashita, E and Ha, BS. The occurrence of eight stereoisomers of tunaxanthin from the fresh-water fish *Siniperca scherzeri*. *Bull. Japan Soc. Sci. Fish.* 56:651-654. 1990
4. Matsuno, T, Katsuyama, M and Iwasaki, N. Comparative biochemical studies of carotenoids in fishes-IV, Carotenoids in six species of gobioid fishes. *Bull. Japan Soc. Sci. Fish.* 41:351-355. 1975
5. Matsuno, T and Katsuyama, M. Comparative biochemical studies of carotenoids in fishes-XIII, Carotenoids in six species of leuciscinaeous fishes. *Bull. Japan Soc. Sci. Fish.* 42:847-850. 1976
6. Matsuno, T and Matsutaka, H. Carotenoids of four species of crucian carp and two varieties of goldfish. *Bull. Japan Soc. Sci. Fish.* 47:85-88. 1981
7. Matsuno, T and Katsuyama, M. Comparative biochemical studies of carotenoids in fishes-XIII, Carotenoid of tilapia- I. *Bull. Japan Soc. Sci. Fish.* 45:1533-1538. 1979
8. Matsuno, T and Katsuyama, M. Comparative biochemical studies of carotenoids in fishes-XI, Carotenoids of two species of flying fish, mackerel pike, killifish, three-spined stickleback and Chinese eight-spined stickleback. *Bull. Japan Soc. Sci. Fish.* 42:761-763. 1976
9. Matsuno, T and Katsuyama, M. Comparative bioche-

- mical studies of carotenoids in fishes-XII, On the nine species of fishes in the order clupeida. *Bull. Japan Soc. Sci. Fish.* 42:765-768. 1976
10. Matsuno, T and Katsuyama, M. Comparative biochemical studies of carotenoids in fishes-VI, Carotenoids of Japanese sculpins and white gobies. *Bull. Japan Soc. Sci. Fish.* 41:675-679. 1975
 11. Matsuno, T, Higashi, E and Akita, T. Carotenoid pigments in gobies and five related fishes. *Bull. Japan Soc. Sci. Fish.* 39:159-163. 1973
 12. Matsuno, T, Nagata, S and Uemura, M. Comparative biochemical studies of carotenoids in fishes-III. Carotenoids of Japanese common catfish. *Bull. Japan Soc. Sci. Fish.* 41:343-349. 1975
 13. Matsuno, T, Katsuyama, M and Uemura, M. Comparative biochemical studies of carotenoids in fishes-VII. Carotenoids of common ice fish and sea smelt. *Bull. Japan Soc. Sci. Fish.* 41:681-684. 1975
 14. Baek, SH and Choi, OS. Comparison of carotenoid pigments on korean stone loach, *Niwaella multifasciata* and king spine loach, *Cobitis longicarpus* in the family cobitidae. *Bull. Suncheon First College* 32:291-299. 2002
 15. McBeth, JW. Carotenoid from nudibranchus. *Comp. Biochem & Physiol* 41B:55-68. 1972
 16. Kim, MS, Baek, SH, Kim, HY, Kim, SY, Geong, GI and Ha BS. Comparison of carotenoid pigments on Korean dark sleeper, *Odontobutis platycephala* and darksleeper, *Odontobutis interrupta* in the family eleotridae. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 27: 813-820. 1998
 17. Lee, HH, Park, MY, Kweon, MJ, Baek, SH, Kim, SY, Kang, DS and Ha, BS. Comparison of carotenoid pigments in mandarin fish, *Siniperca scherzeri* and Korean perch, *Coreoperca herzi* in the family serranidae. *J. Korean Soc. Food Nur.* 25:87-93. 1996
 18. Kweon, MJ and Ha, BS. Comparison of carotenoid pigments in flat bitterling, *Paracheilognathus rhombea* and Korean striped bitterling, *Acheilognathus yamatsutae* Mori, in the subfamily cyprinidae. *J. Korean Soc. Food Nutr.* 25:80-86. 1996
 19. Park, ES, Kang, DS and Ha, BS. Comparison of carotenoid pigments in Chinese muddy loach, *Misgurnus mizolepis* and muddy loach, *Misgurnus anguillicaudatus* in the subfamily cobitidae. *Bull. Korean Fish. Soc.* 27:265-271. 1994
 20. Matsuno, T and Nagata, S. Biosynthesis of characteristic, principal carotenoids of the Japanese common catfish, parasiloxanthin and 7,8-dihydroparasiloxanthin. *Bull. Japan Soc. Sci. Fish.* 46: 1363-1367. 1980
 21. Matsuno, T and Nagata, S. Conversion of zeaxanthin to parasiloxanthin and 7, 8-dihydroparasiloxanthin in the Japanese common catfish. *Bull. Japan Soc. Sci. Fish.* 46:1191. 1980

(2004년 4월 23일 접수)