

전남 강진산 짱뚱어(*Boleophthalmus pectinirostris*) 체성분의 계절변화

정복미 · 정순재¹ · 한경호^{2*}

전남대학교 식품영양과학부/생활과학연구소 ¹전라남도청 수산자원과, ²전남대학교 해양기술학부

Seasonal Variation in Body Composition in *Boleophthalmus pectinirostris* Collected from Gangjin, Jeonnam, Korea

Bok-Mi Jung, Soon-Jae Jeong¹ and Kyeong-Ho Han^{2*}

Division of Food and Nutrition/ Human Ecology Research Institute, Chonnam National University, Gwangju 61186, Korea

¹Jeollanam Provincial Government Fishery Resources Division, Muan 58564, Korea

²Department of Marine Technology, Chonnam National University, Yeosu 59626, Korea

This study was carried out to investigate seasonal changes in body composition in *Boleophthalmus pectinirostris* in Korea. *B. pectinirostris* collected in Gangjin, Jeonnam, consisted of 58.7-75.8% moisture content, 16.1-17.6% protein, 0.8-3.4% crude lipids, and 1.3-3.6% crude ash. Livers consisted of 15-17% moisture content, 14.0-16.8% crude protein, 34.4-71.2% crude lipids, and 0.5-1.2% crude ash. Calcium, iron, potassium, etc., content in *B. pectinirostris* muscle averaged 267.5-599.8 mg/100 g, 1.98-28.3 mg, 160.7-327.9 mg, 20.6-60.2 mg, 0.4-2.2 mg, 0.23-0.46 mg, 66.5-192.9 mg, and 1.32-3.8 mg, respectively. (Please clarify: the list of measured values must correspond directly with what was measured, not just “etc.”) The major amino acids in *B. pectinirostris* muscle, in proportional order, were glutamic acid, isoleucine, and leucine; whereas the major amino acids in the liver were glutamic acid, lysine, aspartic acid, and leucine. The major saturated fatty acids in the muscle were palmitic acid (15-19%) and stearic acid (8-11%). The major monoenes and polyenes were palmitoleic acid (C16:1) and oleic acid (C18:1), and EPA and DHA, respectively. The major saturated fatty acids and polyenes in the liver were the same as in muscle, but the monoenes were palmitoleic acid (C16:1) and cis-10-hepta-decenoic acid (C17:1). Seasonal changes in *B. pectinirostris* body composition may be attributable to differential accumulation of fat and nutrients in comparison to the spawning and hibernation period.

Key words : *Boleophthalmus pectinirostris*, Sampling period, Proximate composition, Mineral contents, Amino acids, Fatty acids

서론

짱뚱어(*Boleophthalmus pectinirostris*)는 한국, 일본, 중국, 동남아 등지에 광범위하게 분포되어 있으며(Masato et al., 1991), 우리나라의 경우 서해안과 서남해안의 조간대에 서식하는 수륙양생의 망둥어과 어류로서 포복, 도약하는 특성이 있고, 겨울철에 동면하는 어류로 알려져 있다(Chung et al., 1991a; Jeong, 2011). 또한 전남 강진만과 순천만에서 5-7월에 산란하는 춘하계 산란형 어류이다(Jeong, 2011). 우리나라 망둥어과 어류는 현재 66종이 보고되었으며, 이중 짱뚱어는 말뚝망둥어아과에 속하며 예로부터 일부 미식가들에 의해 보양 강장식으로 즐

겨 이용되어 왔으나 무분별한 남획과 환경오염으로 현재는 서남해안 등 극히 제한된 연안에서만 서식하고 있다(Park et al., 1995). 짱뚱어는 예부터 추어탕과 비슷한 용도로 선호되고 있으나, 짱뚱어에 관한 연구는 생리, 생태학적인 연구가 대부분이며 식품학적인 연구는 근육중 지방(Kim et al., 1998)과 육단백질, 아미노산(Park, 2003)에 관한 자료만 보고되어 있을 뿐 짱뚱어의 식품성분에 관한 전반적인 연구에 관한 발표는 전혀 없으며, 특히 짱뚱어는 산란과 동면을 하므로 채취시기에 따라 식품분석에 관한 연구가 필요한 실정이다. 지금까지 짱뚱어에 관한 연구는 형태학적인 측면(Ryu, 1980), 생태와 생활사에 관한 연구보고(Ryu et al., 1995), 성성숙(Chung et al., 1991), 근육과

<https://doi.org/10.5657/KFAS.2017.0270>



This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Korean J Fish Aquat Sci 50(3) 270-277, June 2017

Received 18 May 2017; Revised 29 May 2017; Accepted 20 June 2017

*Corresponding author: Tel: +82. 61. 659. 7163 Fax: +82. 61. 659. 7169

E-mail address: aqua05@jnu.ac.kr

간조직의 단백질, RNA함량 변화(Chung et al., 1992)와 조직학적 관찰(Park et al., 1995), 간과 근육중 지방산 조성(Misra et al., 1983), 한국산 짱뚱어와 남방 짱뚱어의 분자유전학적 계통연관과 DNA 다형화(Choi et al., 2013) 등 다수가 있다. 또한 어류의 식품성분 비교에 관한 연구로는 정어리의 지방과 지방산 조성의 계절적 변화(Lee et al., 1986), 12종 어류의 일반성분 조성과 콜레스테롤 및 α -토코페롤 함량의 계절 변화(Jeong et al., 1998), 붕장어와 갯장어의 식품성분 짱뚱어의 채취 시기별 식품성분 비교(Kim et al., 2001)에 관한 연구가 있다. 그러나 짱뚱어의 채취시기에 따른 식품분석에 대한 연구는 없는 상태이다. 따라서 본 연구는 짱뚱어의 산란성기(6월), 산란 후(8월)와 동면 전(11월), 동면 후(4월)로 나누어 채취시기별로 간과 근육 중의 체성분을 분석하여 짱뚱어의 체성분분석에 관한 기초자료 및 어민, 조리종사자 및 소비자들에게 체성분에 대한 정보를 제공하고자 연구하였다.

재료 및 방법

재료

실험에 사용한 짱뚱어 시료는 산란성기(6월)과 산란 후(8월) 및 동면 직전(11월)과 후(4월)로 나누어 4회 채집하였고, 채집 시기는 2003년 6월부터 2004년 4월 사이에 전남 강진군 칠량면 구로리에서 채집하였다. 매 시기별로 채집 장소에서 수컷 시료를 분리, 채취한 다음, 유사한 크기로 100마리씩 선별하여 1개 개체군으로 설정하고 비닐 팩에 넣어 -20℃에 냉동 보관하면서 분석시료로 사용하였다.

일반성분 측정

짱뚱어의 근육과 간 중 수분, 조 지방, 조 단백질 및 회분측정은 AOAC법(1990)으로 측정하였으며, 모든 분석은 제품 당 4회 반복하였다.

무기질 함량 측정

마쇄한 짱뚱어의 근육과 간시료 0.5 g을 무기질 분해용 플라스크에 취하여 20% HNO₃ 10 mL 와 60% HClO₄ 3 mL를 취한 후 투명해 질 때까지 가열시켰다. 투명해진 시료를 0.5 M

Nitric acid 50 mL로 정용하였다. 이 시료용액을 측정용 시험관에 채취하고, 분석항목별 표준용액을 혼합하여 다른 튜브에 8 mL를 채취하여 표준용액으로 하였다. Blank test용에는 0.5 M Nitric acid 용액 8 mL를 취해 원자흡수분광광도계(AA-6501GS, Shimadzu, Kyoto, Japan)로 시료를 분석하였다.

구성 아미노산 측정

짱뚱어의 구성 아미노산 분석은 시료 0.5 g을 18 mL test tube에 칭량하여 6 N HCL 3 mL를 가하여 감압 밀봉한 후 120℃로 setting된 heating block에 24시간 이상 가수분해 시켰다. 가수분해가 끝난 시료는 50℃에서 rotary evaporator로 산을 제거한 후 sodium loading buffer로 10 mL 정용한 다음, 이중 1 mL를 취하여 membrane filter 0.22 μ m로 여과시켜 아미노산 자동분석기(S433-H, Shimadzu Co., Kyoto, Japan)로 정량 분석하였다. 아미노산의 분석조건은 cation separation column (LCA K06/Na)으로 size는 4.6 mm \times 150 mm, 온도는 57-74℃, flow rate는 buffer 0.45 mL/min, reagent 0.25 mL/min, buffer pH range는 3.45-10.85, wavelength 440 nm와 570 nm로 분석하였다.

지방산 분석

짱뚱어의 지방산 분석은 시료 0.5 g을 칭량하여 methanol 20 mL와 chloroform 10 mL를 첨가하여 homogenize로 10분간 교반한 후 다시 chloroform 10 mL 첨가하여 homogenizer로 10분간 교반하였다. 이 용액을 여과(1 μ m)한 후 evaporator로 용액을 증발시킨 후 toluene을 넣고 5 mL로 정용하였다. 추출한 지방산 750 μ L에 TMSH (trimethylsulfonium hydroxide) 250 μ L를 넣고 30분간 methylation 시킨 후 이중 1 μ L를 취하여 GC 분석기(Shimadzu GC-17A, Shimadzu Co., Japan)로 분석하였다. 지방산 분석조건은 사용한 column은 SPTM-2560 capillary column (100 m length \times 0.25 mm I.d. \times 0.25 μ m film thickness), detector FID, oven temperature 100℃(5 min) \rightarrow 4℃/min \rightarrow 240℃(35 min), injection temperature 260℃, detector temperature 260℃, injection volume 2 μ L로 지방산을 분석하였다.

Table 1. Seasonal changes of proximate composition from the muscle and liver of *Boleophthalmus pectinirostris*

(unit: %)

	Muscle				Liver			
	Jun	Aug	Nov	Apr	Jun	Aug	Nov	Apr
Moisture	58.69 \pm 0.92 ¹	75.83 \pm 0.57	69.41 \pm 0.48	59.09 \pm 0.64	15.63 \pm 1.74	17.63 \pm 2.87	16.49 \pm 2.11	15.79 \pm 1.53
Crude protein	16.35 \pm 0.01	16.47 \pm 0.06	17.58 \pm 0.24	17.17 \pm 1.03	14.06 \pm 0.07	15.18 \pm 0.19	15.67 \pm 1.45	16.87 \pm 1.28
Crude lipid	0.76 \pm 0.04	1.39 \pm 0.01	1.32 \pm 0.02	3.40 \pm 0.40	71.17 \pm 1.80	51.88 \pm 2.02	34.40 \pm 2.43	57.25 \pm 1.58
Crude ash	3.58 \pm 0.05	1.94 \pm 0.04	2.13 \pm 0.03	1.35 \pm 0.11	0.48 \pm 0.01	0.33 \pm 0.01	1.23 \pm 0.01	1.05 \pm 0.02

¹Means \pm SD(n=4)

결과 및 고찰

근육과 간 조직 중 일반성분

짱뚱어의 근육과 간 조직 중 일반성분의 결과는 Table 1에 나타났다. 짱뚱어의 근육조직 중 수분함량은 58.7-75.8%로, 산란 후(8월)에 가장 높았으며, 산란성기(6월)가 가장 낮게 나타났다. 또한 동면 후(4월)보다는 동면 전(11월)에 더 높게 나타났다. 조단백질의 경우 16.1-17.6%로 산란 전후(6월, 8월)와 동면 전후(11월, 4월)가 비슷하게 나타났으며, 동면 후(4월)에 비해 동면 전(11월)에 약간 높게 나타나는 경향이 있었다. Park (2003)의 짱뚱어에 대한 연구에서 조단백질 함량은 8월 17.8%, 11월 17.5%, 4월 16.9%로 나타났는데 본 연구와 비교하면 짱뚱어의 조단백질 함량이 8월에는 본 연구에서 더 낮게 나타났으나 동면 전후의 결과가 비슷한 것을 알 수 있었다. Park (2003)의 연구와 비교했을 때 6월과 8월에 짱뚱어의 조단백질 함량이 낮은 이유는 생태적으로 거의 절식한 채 에너지를 많이 소비하는 산란성기(6월)와 산란이 끝나는 시기(8월)에 낮게 나는 경향이 있으며, 이러한 결과로 볼 때 비슷한 결과였다. Kim and Lee (1985)의 연구에서 미꾸라지의 수분함량은 77%, 조단백질 16.6%, 조지방 0.16%, 회분 3.7%, 탄수화물 2.3%로 보고하였는데 짱뚱어와 비교했을 때 수분함량과 조지방은 낮았고, 조단백과 회분은 비슷하였으며, 탄수화물은 높게 나타났다. 또한 미꾸라지의 경우 수분함량은 산란기 후에 가장 적었고, 동면직후에 가장 높았으며, 조단백질과 조지방은 산란기후(8월)가 가장 높았으나 동면 직후에 가장 낮게 나타났다고 보고하였으며, 탄수화물은 동면직전(11월)이 다소 많으나 동면 직후(3월)에는 감소되었음을 보고(Park et al., 1995)하였는데 짱뚱어와 미꾸라지를 비교하기는 어려우나 본 연구와 상반되는 경향을 나타냈다.

조 지방 함량은 0.8-3.4%로 동면 후(4월)에 가장 높게 나타났으며, 산란성기(6월)에 가장 낮게 나타났다. 조 회분은 1.3-3.6%로 산란성기(6월)에 가장 높게 나타났으며, 동면 후(4월)에 가장 낮게 나타났고, 산란성기(6월)보다 산란 후(8월)에, 동

면 전(11월)보다 동면 후(4월)에 더 낮게 나타나는 경향이 있었다. Kim et al., (1998)은 동면중 짱뚱어 근육내의 지방성분 변화에서 조지방 함량은 8월경 1.2%이던 것이 11월에는 0.7%, 익년 4월에는 0.4%로 줄었다고 보고하였는데 본 연구에서는 6월에 0.76%, 8월 1.39%, 11월 1.32%, 4월 3.4%로 나타나 8월보다 11월에 약간 떨어졌다가 동면후인 4월에 증가되어 상반된 결과를 나타냈다. 짱뚱어의 간조직 중 수분함량은 15-17%로 산란 후(8월)에 가장 높고 산란성기(6월)에 가장 낮았으며, 동면 전(11월)에 비해 동면 후(4월) 약간 낮게 나타났다. 조단백 함량은 14.0-16.8%로 동면 후(4월)가 가장 높게 나타났고 동면전(11월)이 가장 낮게 나타났으며, 산란성기(6월), 산란 후(8월), 동면 후(4월)에는 비슷하게 나타났다. 이러한 결과는 일반적인 어류와는 달리 산란기에 에너지 소비를 많이 하는 짱뚱어의 특성을 보여주며, 동면기에 에너지를 축적하여 동면하는 특성을 반영하는 것으로 볼 수 있다. Mustafa and Archana (1982)의 연구에서도 성숙수에 따라 간과 근육조직내의 단백질 함량이 크게 다르게 나타난다고 하였으며, 이 연구에서도 근육과 간의 계절별 조 단백질함량의 변화경향이 일치하였다. 조지방 함량은 34.4-71.2%로 산란성기(6월)에 가장 높았으며, 동면 전(11월)에 가장 낮았고, 산란성기(6월)가 산란 후(8월)보다 높았으며, 동면 전(11월)에 비해 후(4월)에 높게 나타났다. 조회분 함량은 0.5-1.2%로 산란 후(8월)가 가장 낮았고, 동면 전(11월)이 가장 높았고, 산란성기(6월)와 동면 전(11월)이 산란 후(8월)와 동면 후(4월)에 비해 높게 나타났다.

Mustafa and Archana (1982)는 어류 간조직의 단백질 함량은 보통 섭식물에 영향을 받는다고 하였다. 절식시킨 어류와 영양물을 섭취시킨 어류의 간조직과 뇌조직에서 단백질 함량을 조사한 결과, 영양물을 섭취한 어류에서 단백질 함량이 증가하였다고 보고하였다. 일반성분 분석결과(Table 1) 산란성기(6월)와 산란 후(8월)에 간의 조단백질 함량이 낮게 나타나는 데 이러한 이유는 산란기 때 많은 에너지를 소비하기 때문에 그렇다고 볼 수 있으며, 동면 전(11월)에는 에너지를 축적하고, 동면 후(4월)에도 산란을 대비하여 에너지를 축적하는 이유로 차

Table 2. Seasonal changes of mineral contents from the muscle and liver of *Boleophthalmus pectinirostris*

(unit: mg/100 g)

	Muscle				Liver			
	Jun	Aug	Nov	Apr	Jun	Aug	Nov	Apr
Ca	537.02	599.84	267.55	295.63	38.71	11.97	11.74	348.44
Fe	11.52	4.62	1.98	28.30	49.6	7.63	6.79	10.76
K	327.96	206.92	160.72	292.43	196.2	149.68	142.5	145.58
Mg	60.20	44.80	20.66	48.72	48.4	13.91	9.25	19.55
Mn	2.17	1.47	0.47	0.68	0.50	0.08	-	0.18
Cu	0.46	0.24	0.23	0.29	1.41	0.87	0.65	0.40
Na	192.94	142.37	66.53	163.82	173.04	78.93	64.41	166.75
Zn	3.80	3.07	1.32	2.45	2.21	1.37	1.45	3.17

이가 많은 것으로 판단된다. 또한, 일본산 짱뚱어(Washio et al., 1991)와 전남 순천만과 강진만에 서식하는 짱뚱어(Jeong et al., 2004)의 경우에 윤문형성시기가 암·수컷 모두 산란직후와 동면직전에 형성(년 2회)된다고 하였는데, 이러한 결과는 짱뚱어의 생태적 특이성과 체성분의 변화가 상관관계가 있는 것으로 판단된다.

근육과 간 조직 중 무기질 함량

Table 2는 짱뚱어의 근육과 간 조직 중 무기질 성분의 변화를 나타낸 결과이다. 짱뚱어의 근육 중 칼슘은 100 g 당 267.5-599.8 mg으로 산란 성기와 산란 후(6월, 8월)가 동면 전후(11월, 4월)에 비해 2배 정도 높게 나타났으며, 산란성기(6월)에 비해 산란 후(8월)가 동면 전(11월)에 비해 동면 후(4월)에 높게 나타났다. 철분의 경우 1.98-28.3 mg으로 동면 후(11월)가 가장 높았고, 동면 전(4월)이 가장 낮게 나타났다. 산란성기(6월)에 비해 산란 후(8월)에 낮게 나타났으며, 동면 전(11월)에 비해 동면 후(4월)에 높게 나타났다. 칼륨함량은 160.7- 327.9 mg, 마그네슘은 20.6-60.2 mg, 망간은 0.4-2.2 mg, 구리는 0.23-0.46 mg, 나트륨은 66.5-192.9 mg, 아연은 1.32-3.8 mg으로 6가지 무기질이 모두 산란성기(6월)이 가장 높게 나타났고, 동면 전(11월)이 가장 낮게 나타났다. 또한 칼슘을 제외한 모든 무기질이 산란성기(6월)에 비해 산란 후(8월)에 낮게 나타났으며, 동

면 전(11월)에 비해 동면 후(4월)에 높게 나타났다. 짱뚱어의 근육 중 무기질 함량에 대한 연구가 없어 본 연구와 비교하기는 어려웠다. 짱뚱어의 간 조직 중 칼슘은 100 g 중 11.7- 348.4 mg으로 동면 후(4월)가 가장 높았으며, 동면 전(11월)이 가장 낮았다. 산란성기(6월)에 비해 산란 후(8월)에는 낮게 나타났으나, 동면 전(11월)에 비해 동면 후(4월)에 높게 나타났다. 철분은 6.7-49.6 mg, 칼륨은 142.5-196.2 mg, 마그네슘은 9.25-48.4 mg, 망간은 0.08-0.5 mg, 구리는 0.4-1.4 mg, 나트륨은 64.4-173.0 mg, 아연은 1.37-3.17 mg으로 아연을 제외하고는 모두 산란성기(6월)에 가장 높게 나타났다. 칼슘, 철분, 칼륨, 마그네슘, 망간, 나트륨은 동면 전(11월)에 가장 낮게 나타났으며, 구리는 동면 후(4월)에 가장 낮았고, 아연은 산란 후(8월)에 가장 낮았다. 구리를 제외한 모든 무기질이 산란성기(6월)에 비해 산란 후(8월)에 낮았으며, 동면 전(11월)에 비해 동면 후(4월)에 높게 나타났다. 이들 결과로 볼 때 짱뚱어의 주된 무기질은 칼슘과 칼륨이었으며, 채취시기에 따라 함량의 차이가 있는 것으로 나타났다. 일반적으로 어류의 식품성분은 계절, 서식처, 먹이, 성별, 성숙속도 등 여러 가지 요인에 따라 다르고, 같은 어종이라도 어체의 크기와 부위에 따라서도 다르다고 보고되었는데(Nakamura et al., 2007; Bae et al., 2010) 보다 정확한 연구와 정보를 제공하기 위해서는 같은 어종에 대하여 많은 연구자들이 동일한 연구를 통하여 표준화된 자료를 확립하는 것이 필

Table 3. Seasonal changes of amino acids from the muscle and liver of *Boleophthalmus pectinirostris*

(unit: mg/100 g)

	Muscle				Liver			
	Jun	Aug	Nov	Apr	Jun	Aug	Nov	Apr
Aspartic acid	1133.39	1208.98	1276.34	1018.29	1639.33	1285.77	1583.93	2944.61
Threonine	1048.46	1082.25	1134.35	861.49	1427.38	1134.39	1620.31	1002.27
Serine	852.00	877.62	1136.53	948.56	1541.75	955.35	1257.15	373.89
Glutamic acid	3116.78	3181.86	3218.66	1259.98	2957.43	3354.82	2324.38	4493.84
Proline	683.30	653.06	712.05	528.36	832.07	763.18	755.53	1442.52
Glycine	994.99	984.90	1100.98	1553.59	1793.29	1039.38	1654.51	3897.63
Alanine	1017.69	1018.76	1112.46	1214.00	1585.72	1044.05	1326.43	1057.54
Cystine	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Valine	1374.16	1358.31	1181.56	1258.94	2040.20	1255.88	1860.09	353.59
Methionine	737.66	627.83	796.36	412.56	345.69	645.67	366.57	97.05
Isoleucine	1945.46	1386.14	1602.57	1574.95	1497.02	1681.98	1323.71	1055.47
Leucine	1705.78	1695.49	1848.16	1293.55	1817.18	1743.44	1539.16	1737.37
Tyrosine	910.11	939.69	950.92	883.30	812.92	967.82	647.45	885.31
Phenylalanine	1295.57	1159.71	1051.77	1558.86	1554.22	1244.44	1365.53	2148.52
Histidine	586.59	520.08	684.06	486.54	583.12	620.48	513.88	585.50
Lysine	1182.00	1212.69	1229.56	1714.52	2552.23	1116.70	2142.13	2252.15
Arginine	1219.94	1227.22	1275.28	1050.21	1835.42	1260.38	1779.48	1659.22
Total	19803.88	19134.59	20311.61	17617.7	24814.97	20113.73	22060.24	24327.26

요하다고 생각된다.

근육과 간 조직 중 구성아미노산

Table 3은 쟁푼어의 계절에 따른 근육과 간 중 구성아미노산의 변화를 나타낸 결과이다. 쟁푼어의 근육 중 아미노산함량이 가장 높은 계절은 동면 전(11월)으로 나타났으며, 가장 낮은 계절은 동면 후(4월)로 나타났다. 또한 쟁푼어의 주요 아미노산은 glutamic acid였으며, Isoleucine과 leucine도 대체로 많은 것으로 나타났다. 산란성기(6월)에 비해 산란 후(8월)에 높아지거나 비슷한 아미노산은 aspartic acid, threonine, serine, glutamic acid, alanine, valine, tyrosine, lysine, arginine이었고, 감소되는 아미노산은 methionine, isoleucine, leucine, phenylalanine, histidine으로 나타났다. 동면 전(11월)에 비해 동면 후(4월)에 높거나 비슷한 아미노산은 glycine, alanine, valine, phenylalanine, lysine이었으며, 그 외 대부분의 아미노산은 낮아지는 것으로 나타났다. Park (2003)은 쟁푼어의 근육 중 아미노산분석 연구에서 주요 구성아미노산은 glutamic acid, aspartic acid, lysine, leucine 등으로 전체의 47% 차지하였고, 필수아미노산 비율은 45%라고 보고하였다. 본 연구에서는 주요 아미노산이 glutamic acid, isoleucine, leucine으로 나타났는데 이는 채취지역과 채취시기에 따라 약간씩 차이가 있을 수 있으며, 또한 쟁푼어의 아미노산 분석에서 전처리와 분석내용과 조건기기, 함량 등이 다르므로 비교하기가 어려웠으나 Park (2003)의 연구와 경향에서는 크게 차이가 없으며 유사한 결과를 나타냈다. 또한 동면 전후의 비교에서도 일부 아미노산을 제외하고는 거의 비슷한 경향을 나타냈다. 그러나 Kim and Lee (1985)의 미꾸라지의 구성아미노산 조성에 관한 연구에서 glutamic acid가 가장 많았고, 다음으로 lysine, arginine, proline, aspartic acid 순으로 나타났다고 보고하였는데 쟁푼어 역시 가장 많은 아미노산이 glutamic acid로 나타나 비슷하였으나 그 외 아미노산은 약간 다르게 나타났다. 또한 Park (2003)은 쟁푼어 근육의 조단백질 조성을 검토한 결과 고에너지원으로 근육활동에 필요한 arginine 함량이 동면초기인 11월에 급격히 증가하기 시작해서 동면이 끝난 이듬해 3월에는 5월과 8월보다 각각 2배 이상 높아졌다고 보고하였는데 이는 월동 시 땅속 서식공 내에 물이 없기 때문에 대사과정에서 생성된 암모니아를 체외수중에 직접 배설하지 못하고 요소전환으로 바뀌어 나타난 결과임을 보고하였다. 대부분 어류의 단백질은 연중 거의 일정한 값을 가지나 산란회유중인 연어의 경우 산란회유 기간 중에는 그 함량이 큰폭으로 줄고 대신 비단백질 질소물과 자가소화활성이 크게 증가하는 것으로 밝혀져 있어 어종과 체력소모가 단백질 소모와 성질변화에 중요한 요인(Ando and Hatano, 1986)이라고 하였다. 뱀장어 근육의 조단백질 중 lysine, glycine, aspartic acid, glutamic acid가 전체의 45%를, 붕어와 가물치(Choi et al., 1986)에서는 glutamic acid, aspartic acid, arginine 등이 전체의 46%를 나타내고 있어 어육단백질 아미노산 조성도 어종

Table 4. Seasonal changes of fatty acids from the muscle of *Boleophthalmus pectinirostris*

	(area %)			
	Muscle			
	Jun	Aug	Nov	Apr
Myristic acid (C14:0)	2.09	2.75	2.68	1.75
Pentadecanoic acid (C15:0)	2.25	2.90	2.76	2.48
Palmitic acid (C16:0)	18.45	19.20	17.23	15.46
Heptadecanoic acid (C17:0)	1.02	0.60	0.46	0.00
Stearic acid (C18:0)	11.43	10.18	9.34	8.99
Behenic acid (C22:0)	2.18	2.06	2.57	3.17
Tricosanoic acid (C23:0)	1.23	1.04	1.83	1.47
Saturates	38.65	38.73	36.87	33.32
Myristoleic acid (C14:1)	1.89	1.95	1.68	0.98
cis-10-Pentadecenoic acid (C15:1)	1.90	1.46	1.83	2.03
Palmitoleic acid (C16:1)	9.74	11.58	10.29	7.14
cis-10-Heptadecenoic acid (C17:1)	1.83	1.63	2.06	1.82
Oleic acid (C18:1)	7.69	9.73	8.04	6.66
cis-11-Eicosenoic acid (C20:1)	2.01	1.82	1.97	2.41
Erucic acid (C22:1n ⁹)	2.64	2.71	2.84	3.00
Monoenes	27.70	30.88	28.71	24.04
Linoleic acid (C18:2)	3.02	3.55	3.70	1.53
cis-11,14-Eicosadienoic acid (C20:2)	0.84	0.82	0.53	0.67
Linolenic acid (C18:3n3)	2.90	3.01	2.76	2.31
Arachidonic acid (C20:4n6)	2.99	3.04	3.53	4.62
EPA (C20:5)	13.72	12.67	13.47	15.83
DHA (C22:6)	12.46	13.45	15.02	17.86
Polyenes	35.93	36.54	39.01	42.82

¹n, double bond.

이나 부위, 서식조건 등에 따라 다른 것으로 파악되고 있어 비교하기가 어려웠다. 쟁푼어의 간 중 전체 아미노산은 동면 후(4월)에 가장 높았고, 산란 후(8월)에 가장 낮았으며, 동면 후(4월)의 주된 아미노산은 glutamic acid, aspartic acid, glycine으로 전체 아미노산의 40%를 차지하였다. 쟁푼어의 간 중 주요 아미노산은 glutamic acid였으며, 다음으로 lysine, aspartic acid, leucine으로 이들 아미노산이 전체 아미노산의 45%를 차지하였다. 미량 아미노산으로는 methionine, tyrosine, histidine으로 나타났다. 산란기(6월)에 비해 산란 후(8월)에 높은 아미노산은 glutamic acid, methionine, isoleucine, tyrosine, histidine이었으며, 동면 전(11월)에 비해 동면 후(4월)에 높은 아미노산은 aspartic acid, glutamic acid, proline, glycine, leucine, tyrosine, phenylalanine, histidine, lysine으로 나타났다. 쟁푼어의 간과 근육중 주된 아미노산인 glutamic acid는 좋은 맛을 가지고 있으며, 그 외에도 다양한 아미노산이 풍부하여 쟁푼어를 이용한

Table 5. Seasonal changes of fatty acids from the liver of *Boleophthalmus pectinirostris*

	Liver		
	Jun	Aug	Apr
Lauric acid (C12:0)	0.00	0.00	0.06
Tridecanoic acid (C13:0)	0.59	0.51	0.39
Myristic acid (C14:0)	5.74	4.91	5.22
Pentadecanoic acid (C15:0)	8.97	12.27	6.7
Palmitic acid (C16:0)	19.08	18.61	17.48
Heptadecanoic acid (C17:0)	2.94	3.72	2.18
Stearic acid (C18:0)	4.74	3.63	3.26
Arachidic acid (C20:0)	0.18	0.13	0.16
Heneicosanoic acid (C21:0)	0.00	0.09	0.07
Behenic acid (C22:0)	1.83	0.00	0.08
Tricosanoic acid (C23:0)	2.02	2.38	2.21
Lignoceric acid (C24:0)	0.15	0.14	0.13
Saturates	46.24	46.39	37.94
Myristoleic acid (C14:1)	0.00	0.24	0.40
cis-10-Pentadecenoic acid (C15:1)	0.88	1.29	0.87
Palmitoleic acid (C16:1)	17.33	0.12	20.61
cis-10-Heptadecenoic acid (C17:1)	5.27	8.54	5.72
Elaidic acid (C18:1n ^{9t2})	0.48	0.66	0.45
Oleic acid (C18:1n ^{9c3})	4.29	4.49	4.33
cis-11-Eicosenoic acid (C20:1)	0.47	0.48	0.45
Erucic acid (C22:1n ⁹)	0.19	0.18	0.22
Nervonic acid (C24:1)	0.00	0.00	0.16
Monoenes	28.91	16.00	33.21
Linolelaidic acid (C18:2n ^{6t})	0.00	0.19	0.11
Linoleic acid (C18:2n ^{6c})	2.07	1.44	1.7
cis-11,14-Eicosadienoic acid (C20:2)	0.00	1.11	1.58
cis-13,16-Docosadienoic acid (C22:2)	0.00	0.47	0.67
γ-Linolenic acid (C18:3n ⁶)	0.66	0.67	0.67
Linolenic acid (C18:3n ³)	0.51	0.43	0.49
cis-8,11,14-Eicosatrienoic acid (C20:3n ⁶)	0.34	0.35	0.29
cis-11,14-Eicosatienoic acid (C20:3n ³)	1.07	0.19	0.14
Arachidonic acid (C20:4n ⁶)	0.22	0.00	0.0
EPA (C20:5n ³)	13.29	20.52	17.15
DHA (C22:6n ³)	7.09	12.27	5.99
Polyenes	25.25	37.64	28.79

¹n, double bond; ²t, transform; ³c, cisform.

요리는 풍부한 맛을 나타낼 것으로 보며, 특히 간중에는 lysine 이 풍부하여 곡류에 부족한 lysine을 짱뚱어가 보충할 수 있을 것으로 생각된다. 짱뚱어에 관한 체성분 연구로 근육 중 아미노산 연구는 보고되었으나 간 중 아미노산에 대한 연구는 없으므로 자료를 비교하기는 어려웠다. 앞으로 짱뚱어의 간에 대한 더 많은 연구가 이루어져야 할 것으로 생각된다.

근육 중 지방산 조성

Table 4는 짱뚱어의 산란 전후와 동면 전후의 근육 중 지방산의 조성을 나타낸 결과이다. 짱뚱어의 경우 산란성기(6월)에는 포화산:monoene산:polyene산이 38:27:35, 산란 후(8월) 38:30:36, 동면 전(11월) 36:28:39, 동면 후(4월)에는 33:24:42로 구성되었다. 산란전 후에는 포화산의 비율이 가장 높게 나타났으나 동면전후에는 polyene산의 비율이 가장 높게 나타났다. 주된 포화산으로는 palmitic acid (C16:0) 15-19%, stearic acid (C18:0) 8-11%로 palmitic acid가 더 높게 나타났다. 산란 전에 비해 산란 후 증가된 지방산은 C14:0, C15:0, C16:0, 감소된 지방산은 C17:0, C18:0, C22:0, C23:0로 나타났고, 동면 전에 비해 동면 후 증가한 지방산은 C22:0이었고, 그 외 대부분이 감소된 것으로 나타났다. Monoene산 중 산란 전에 비해 산란 후 증가한 지방산은 C14:1, C16:1, C18:1, C22:1이었고, 감소한 지방산은 C15:1, C17:1, C20:1이었다. 동면 전에 비해 동면 후 증가한 지방산은 C15:1, C20:1, C22:1이었으며, 감소된 지방산은 C14:1, C16:1, C17:1, C18:1로 나타났다. Kim et al. (1998)은 짱뚱어의 근육중 주요 구성 지방산은 16:0, 16:1, 18:0, 18:1 및 20:5 등으로 이들이 전체조성의 절반이 넘는 54.2%-55.3%를 차지하였으며, 이중에서도 생화학적으로 중요한 20:5 함량이 12-16%로 상당히 높은 특징을 나타낸다고 보고하였는데 본 연구에서도 동일한 결과를 나타냈다. 또한 월동전후는 포화산과 monoene산 조성이 줄고 대신 polyene산 조성이 높아지는 경향을 나타내 대부분의 포화 및 monoene산은 동면 시 이들이 에너지원이 되고 특히 전 기간에 걸쳐서는 16:1과 18:1의 이용이 용이했을 것으로 판단된다고 보고(Kim et al., 1998)하였는데 본 연구에서도 비슷한 결과를 볼 수 있었다.

간 조직 중 지방산 조성

짱뚱어의 간 중 지방산 조성의 계절적 변화를 나타낸 결과는 Table 5에 제시하였다. 짱뚱어는 산란 전후 포화산이 46.2-46.4%로 비슷하였으며, 동면 후에는 37.9%로 감소되었다. 수집된 짱뚱어의 간의 양이 부족하여 동면전의 간조직중 지방산은 측정하지 못하였다. Monoene산의 경우 산란 전에는 28.9%에서 산란 후 16.0%로 감소되었으며, 동면 후에는 33.2%로 증가되었다. Polyene산의 경우 산란 전 25.3%에서 산란 후 37.7%로 증가되었고, 동면 후에는 28.8%로 감소되었다. 또한 산란 전에 포화산:monoene산:polyene산 비율이 46:29:25%에서 산란 후 46:16:38%로 나타나 산란 전에 비해 산란 후 monoene산은 감소되었고, polyene산은 증가된 것으로 나타났으며, 동면 후

에는 38:33:29%로 나타나 3가지 비율이 비슷하게 나타났다. 포화산중에서는 palmitic acid (C16:0)가 17-19%로 가장 높게 나타났다으며, 다음으로 myristic acid 4-5%, stearic acid (C18:0) 3-4%순으로 나타났다. 쟁퐁어의 근육중 지방산 조성에서 산란 전후 포화산은 46%정도였으나 간 조직중 지방산은 38%로 나타났다으며, 산란전후 비슷한 비율을 보인 것과 동면 후 감소되는 양상은 간과 동일한 결과를 나타냈다. 불포화지방산의 경우 근육과 간의 지방산 조성의 양상은 약간 다르게 나타났다. 쟁퐁어의 식품분석에 대한 제한점으로는 자료가 많이 발표되어 있지 않아 타 연구와 비교하기 어려웠으며, 특히 쟁퐁어 한 마리에서 수집되는 간의 양이 미량이므로 성분을 분석하기 위해서는 아주 많은 양의 쟁퐁어를 채취하여 합친 뒤 분석해야 하므로 어려운 점이 있었으며, 본 연구결과를 기초로 앞으로 많은 연구자들이 쟁퐁어에 관한 여러 가지 영양성분 분석에 대한 연구를 하여 쟁퐁어를 채취하는 어민들은 물론 쟁퐁어를 조리하거나 이용하는 소비자들에게 보다 정확하고 더 많은 정보가 제공 되었으면 한다.

References

- AOAC. 1990. Official methods of analysis of the association of official analytical chemists. 15th ed. The Association of Official Analytical Chemists, Washington D.C., U.S.A., 31. [https://doi.org/10.1016/0003-2670\(91\)87088-o](https://doi.org/10.1016/0003-2670(91)87088-o).
- Ando S and Hatano M. 1986. Biochemical characteristics of chum salmon muscle during spawning migration. Bull Japan Soc Sci Fish 52, 1229-1235. <https://doi.org/10.2331/suisan.52.1229>.
- Bae JH, Yoon SH and Lim SY. 2010. A comparison of the biochemical characteristics of different anatomical regions of chub (*Scomber japonicus*) and blue mackerel (*Scomber australasicus*) muscles. Korean J Fish Aquat Sci 43, 6-11. <http://dx.doi.org/10.5657/kfas.2010.43.1.006>.
- Choi JH, Rhim CH and Choi YJ. 1986. Compositions of protein and amino acid in crucian carp and snakehead. Bull Korean Fish Soc 19, 333-338.
- Choi KH, Chung EY and Park GM. 2013. Phylogentic relationship and DNA polymorphish of *Boleophthalmus pectinirostris* and *Scartelaos gigas* (Teleostei: Gobiidae) of Korea. Korean J Ichthyol 3, 149-156. <https://doi.org/10.1111/jai.12038>.
- Chung EY, An CM and Lee TY. 1991. Sexual maturation of the bluespotted mud hopper, *Boleophthalmus pectinirostris* (Linnaeus). Bull Korean Fish Soc 24, 167-176.
- Chung EY, Lee KK and Oh YN. 1991a. Studies on the karyotype analysis of protein and nucleic acid contents of the muscle tissue of female *Boleophthalmus pectinirostris* (Linnaeus). Kunsan Nat Univ Mar Develop Res 3, 27-38.
- Chung EY, Lee MW, Lee KK, Choi SK and Oh YN. 1992. Seasonal change of protein and nucleic acid contents of the liver tissue of female *Boleophthalmus pectinirostris* (Linnaeus). Korean J Ichthyol 4, 96-104.
- Jeong SJ. 2011. Fishery biology of the *Boleophthalmus pectinirostris* in Korea. pH. D. Dissertation, Chonnam National University, Yeosu, Korea, 121.
- Jeong BY, Choi BD and Lee JS. 1998. Seasonal variation in proximate composition, cholesterol and α -tocopherol content of 12 species of Korean fish. J Korean Fish Soc 31, 707-712.
- Kim HS and Lee HK. 1985. Studies on the nutritional value of loach *Misgurnus mizolepis*. J Korean Soc Food Nutr 14, 296-300.
- Kim JS, Oh KS and Lee JS. 2001. Comparison of food component between conger eel (*Conger myriaster*) and sea eel (*Muraenesox cinereus*) as a sliced raw fish meat. J Korean Fish Soc 34, 678-684.
- Kim MK, Baek SH, Choe SN, Kim JB and Park TW. 1998. Variation in muscle lipids and fatty acid composition of neutral and phospholipids of mudskipper (*Boleophthalmus pectinirostris*) during hibernation. Agri Chem Biotech 41, 533-538.
- Lee EH, Oh KS, Ahn CB, Chung YH, Kim JS and Jee SK. 1986. Seasonal variation in lipids and fatty acid composition of sardine, *Sardinops melanosticta*. J Korean Fish Soc 18, 245-248.
- Masato W, Minoru T and Toru T. 1991. Age and growth of the mudkipper *Boleophthalmus pectinirostris* distributed in the mud flat of the midori river, Kumamoto Prefecture. Nippon Suisan Gakkaishi 57, 637-644. <https://doi.org/10.2331/suisan.57.637>.
- Misra S, Dutla AK, Dhar T, Ghosh A, Choudhury A and Dutta J. 1983. Fatty acids of the mudskipper, *Boleophthalmus boddaerti*. J Sci Food Agric 34, 1413-1418.
- Mustafa S. and Archana M. 1982. Protein, RNA and DNA levels in liver and brain of starved catfish *Clarias batrachus*. J Ichthyol 28, 396-400.
- Nakamura Y, Ando M, Seoka M, Kawasaki K and Tsukamasa Y. 2007. Changes of proximate and fatty acid composition of the dorsal and ventral ordinary muscles of the full-cycle cultured Pacific bluefin tuna *Thunnus orientalis* with the growth. Food Chem 103, 234-241. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2006.07.064>.
- Park IW, Hong JS, Lee KK, Kim JB, Kang KH and Kim HO. 1995. Histological observation on the seasonal changes of distribution of muscle components in hibernant fish. Korean J Ichthyol 7, 195-202.
- Park IW, Hong JS, Lee KK, Kim MK, Kim JB and Kang KH. 1995. Histological observation on the seasonal changes of distribution of muscle components in hibernant fish. 1. Distributional changes of carbohydrate, protein and lipid components in the muscle tissues of Loach, *Misgurnus mizolepis*. Korean J Ichthyol 7, 187-194.
- Park IW. 2003. The study in the composition changes of muscle

- proteins and amino acids. in the hibernant fish-mudskipper (*Boleophthalmus pectinirostris*) before and after hibernation. Korean J Food Nutr 16, 209-217.
- Ryu BS. 1980. Studies on the vertebral characters of *Boleophthalmus chinensis*. Bull Gunsan Fish J Coll 14, 83-90.
- Ryu BS, Kim IS and Choi Y. 1995. Ecology and life history of *Boleophthalmus pectinirostris* in Korea. J Korean Fish Soc 28, 316-324.
- Washio M, Tsutsui M and Takita T. 1991. Age and growth of the mudskipper *Boleophthalmus pectinirostris* distributed in the mud flat of the Midori River, Kumamoto. Nippon Suisan Gakkaish, 57, 637-644 (in Japanese). <https://doi.org/10.2331/suisan.57.637>.