

자연산과 양식산 동자개(*Pseudobagrus fulvidraco*)의 시기에 따른 영양성분 변화

임치원 · 김민아 · 계현진 · 윤나영 · 송미영¹ · 심길보*

국립수산과학원 식품위생가공과, ¹국립수산과학원 중앙내수면연구소

Seasonal Variation in the Nutritional Composition of the Muscle of Wild and Cultured Korean Bullhead *Pseudobagrus fulvidraco*

Chi Woon Lim, Min A Kim, Hyun Jin Gye, Na Young Yoon, Mi Young Song¹ and Kil Bo Shim*

Food Safety and Processing Research Division, National Institute of Fisheries Science, Busan 46083, Korea

¹Central Inland Fisheries Research Institute, National Institute of Fisheries Science, Gapyeong 12453, Korea

We evaluated seasonal variations in the proximate, fatty acid and total amino acid compositions and mineral content of the muscles of wild and cultured Korean bullhead *Pseudobagrus fulvidraco*. The wild and cultured samples showed a significantly higher proportion of crude lipids than other components. Crude lipid content was highest in May in wild fish but lowest in May in cultured fish. We found no significant difference between wild and cultured samples in terms of fatty acid and total amino acid compositions and mineral content. The levels of saturated fatty acids (SFA) and polyunsaturated fatty acids (PUFA) as well as n-6/n-3, were higher in the muscles of wild fish compared with those of cultured fish. However, monounsaturated fatty acids (MUFA) levels were higher in cultured fish. Both wild and cultured fish were good sources of eicosapentaenoic acid (EPA) and docosa hexaenoic acid (DHA). In wild fish, the Mg and Zn contents were highest in August, while the Ca, P, Na, K, Fe, and Cu contents were highest in May. However, the mineral content of the cultured fish did not exhibit significant seasonal variation.

Key words: Korean bullhead, Proximate composition, Fatty acid, Amino acid, Minerals

서론

내수면 수산물은 하천, 댐, 호수, 저수지, 기타 인공으로 조성된 담수나 기수의 수류 또는 수면에서 어획되는 수산물로 어로 어업으로 어획되는 가물치, 메기, 뱀장어, 붕어, 잉어와 양식어업으로 어획되는 메기, 뱀장어, 잉어, 향어, 송어류, 미꾸라지, 다슬기 등이 있다(Kim, 2008). 최근 양식기술이 발전함에 따라 식생활에서 양식어의 중요성이 점점 커지고 있으므로 내수면 양식은 내수면 어업에 중요한 비중을 차지한다.

내수면 수산물의 소비량을 추정하여 보았을 때 뱀장어, 미꾸라지, 송어, 메기, 붕어, 잉어, 향어, 쏘가리, 동자개 등이 다소비 내수면 수산물이라 보고하였다(Lee, 2009). 내수면 수산물의 선호도 조사 결과에서 주요 내수면 수산물의 선호도는 뱀장어가 20.8%로 가장 높았고 미꾸라지가 19.0%로 2위였으며 다

음으로는 메기, 빙어, 쏘가리, 송어, 붕어, 동자개 그리고 향어로 나타났으며, 섭취형태는 일반적으로 탕, 회, 구이, 찜 등이다(Lee and Yoo, 2011).

과거 내수면 수산물은 해수면 수산물을 대신하여 지역의 중요한 단백질 공급원 역할만을 담당하였으나, 현재에는 현대인의 웰빙 식품 추구로 인해 더욱 선호도가 높아지고 있다. 뿐만 아니라 여가시간 증대로 인한 레저형 식도락으로 공급됨으로써 다양한 식생활 수요에 대응하고 있다. 특히, 지역특산어를 테마로 하는 양평메기수염축제, 화천산천어축제, 함평뱀장어잡기축제, 평창송어축제 그리고 갑천민물고기축제 등 지역축제를 통한 내수면 산지 어업인들의 소득증대를 통한 지역경제 활성화에도 기여하고 있다.

내수면 수산물에 영양성분에 관한 연구를 살펴보면, 자연산과 양식산 메기의 미네랄 함량 평가(Gye et al., 2015), 담수어

<http://dx.doi.org/10.5657/KFAS.2016.0779>



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 49(6) 779-784, December 2016

Received 13 October 2016; Revised 16 November 2016; Accepted 29 November 2016

*Corresponding author: Tel: +82. 51. 720. 2650 Fax: +82. 51. 720. 2669

E-mail address: kilbo1221@korea.kr

의 정미성분에 관한 연구(Yang and Lee, 1983), 담수어의 지질에 관한 연구(Choi et al., 1984), 천연 및 양식산 담수어의 식품 성분(Kim and Lee, 1986), 무지개송어의 성숙에 따른 식품 성분 및 지질과산화물의 변화(Park and Kim, 1996)가 있으나 다 소비 내수면 수산물의 영양학적 우수성을 뒷받침 할 과학적인 자료가 부족하다.

따라서 본 연구에서는 자연산과 양식산 동자개의 시기별에 따른 영양성분 변화를 조사하여 영양학적 우수성을 확보하고 수산식품 개발을 위한 기초자료로 활용하고자 하였다.

재료 및 방법

자연산 동자개 시료는 충남 예산군 소재의 예당호에서 어획된 시료이며, 양식산 동자개는 전북 김제 소재의 양식장에서 양식된 시료를 봄철(5월), 여름철(8월), 겨울철(11월)에 각각 채취하여 사용하였다. 평균체장과 평균체중은 Table 1에 나타내었으며 시료는 깨끗이 씻어 껍질과 내장을 제거하고 가식부만 사용하였다.

일반성분

일반성분은 AOAC (1995)방법에 따라 수분은 상압가열건조법, 단백질은 Kjeldahl 질소 정량법, 조지방함량은 Soxhlet 추출법, 회분은 건식회화법으로 분석하였다.

지방산 조성

Bligh and Dyer (1959)의 방법에 의하여 시료의 5배량의 chloroform : methanol (2:1 v/v)용액으로 지질을 추출한 후, 14% BF₃-methanol을 이용하여 지방산의 methyl ester화 하여, gas chromatography (GC; Shimazu GC 2010 Plus, Shimazu, Tokyo, Japan)로써 분석하였다.

총아미노산 함량

총아미노산은 시료 200 mg을 6 N HCl로 24시간동안 110℃에서 가열하여 가수분해하였다. 시료용액을 감압 건조시킨 후, pH 2.2의 구연산 완충액으로 50 mL로 정용하여 0.20 μm membrane filter로 여과한 후, 아미노산 분석용 시료로 사용하였다(White et al., 1986). 총 아미노산 함량은 아미노산 분석기 (Sykam DE/S-433D, Sykam, Eresing, Germany)로 분석하였다.

미네랄 함량

동결 건조한 시료 1 g을 코니컬 비커에 정밀히 칭량한 후 질산 65% (Suprapur grade, Merck, Darmstadt, Germany) 10 mL를 가하여 180분 이상 반응시킨 후 80℃에서 400분간 가열분해하였다. 가열분해한 시험용액의 질산을 완전히 휘발시키고 상온에서 냉각 후 질산 10 mL를 다시 가하여 위와 같은 조건으로 재가열분해한 뒤 질산을 휘발시켰다. 잔류물을 2% 질산으로 충분히 재용해하여 여과지(ADVANTEC No.5C, Tokyo, Japan)로 여과한 다음 100 mL로 정용하여 Inductively coupled plasma spectrometry (ICP; Optima 3300XL, PerkinElmer, Waltham, MA, USA)로 분석하였다. 무기질 함량은 원물기준으로 환산하여 나타내었다(MFDS, 2015).

통계처리

시료의 영양성분변화 결과에 대한 통계 처리는 시료에 대해 평균±표준오차로 나타내었으며, 분석은 Duncan's multiple range test로 평균간의 유의성(P<0.05)로 검정하였다(Steel and Torrie, 1980).

결과 및 고찰

일반성분 비교

자연산 및 양식산 동자개에 대한 시기에 따른 일반성분 결과를 Table 2에 나타내었다. 봄철의 자연산 동자개의 수분 함량은 73±0.42 g/100 g이었고 양식산 동자개의 수분 함량은 81.6±0.12 g/100 g이었으며 조지방 함량은 자연산이 5.75±0.32 g/100 g이었으나 양식산은 1.57±0.21 g/100 g으로 나타나 자연산이 양식산보다 조지방 함량이 유의적으로 높았다(P<0.05). 단백질 함량은 자연산이 17.2±0.41 g/100 g, 양식산이 17.0±0.05 g/100 g이었으며 회분 함량은 자연산이 1.02±0.07 g/100 g, 양식산이 1.09±0.05 g/100 g이었다. 자연산과 양식산 동자개의 수분, 단백질 및 회분 함량은 유의적인 차이가 없었다(P<0.05).

여름철 자연산 동자개의 수분 함량은 77.7±0.30 g/100 g이었으며 양식산 동자개의 수분 함량은 72±0.59 g/100 g으로 유의적인 차이가 나타났으며(P<0.05), 봄철과는 다르게 자연산 동자개의 수분 함량이 양식산보다 높은 함량을 나타내었다. 조지방 함량은 자연산 동자개가 4.32±0.09 g/100 g이었으며 양식산 동자개는 6.57±0.38 g/100 g으로 나타나 양식산이 자연

Table 1. The capture date and biological data of wild and cultured Korean bullhead *Pseudobagrus fulvidraco*

	Body weight (g)			Body length (cm)		
	May	Aug.	Nov.	May	Aug.	Nov.
Wild	82.5±31.4	125.9±20.0	147.2±51.3	18.6±6.8	22.9±12.1	24.9±32.1
Cultured	80.2±12.7	200.7±45.1	179.8±19.5	21.0±11.5	26.1±19.9	25.3±7.5

Table 2. The contents of proximate composition content (g/100 g) in muscle of wild and cultured Korean bullhead *Pseudobagrus fulvidraco*

Season	Moisture		Crude lipid		Crude protein		Ash	
	Wild	Cultured	Wild	Cultured	Wild	Cultured	Wild	Cultured
May	79±0.42 ^{1a}	81.6±0.12 ^a	5.75±0.32 ^a	1.57±0.21 ^b	17.2±0.41 ^a	17.0±0.05 ^a	1.02±0.07 ^a	1.09±0.05 ^{ab}
Aug.	77.7±0.30 ^{a2}	72±0.59 ^c	4.32±0.09 ^b	6.57±0.38 ^a	18.3±0.53 ^a	17.0±0.36 ^a	1.18±0.05 ^a	0.56±0.03 ^b
Nov.	77.9±0.37 ^a	74.7±0.32 ^b	3.68±0.11 ^b	5.25±0.60 ^a	17.7±0.16 ^a	17.0±0.11 ^a	1.17±0.21 ^a	1.92±0.35 ^a

¹Mean±standard deviation. ²Different superscripts within a same column are significantly different by Duncan's multiple range at $P<0.05$.

산보다 유의적으로 높았다($P<0.05$). 단백질 함량은 자연산이 18.3±0.53 g/100 g, 양식산이 17±0.36 g/100 g으로 유의적인 차이는 없었으나 회분 함량은 자연산이 1.18±0.05 g/100 g, 양식산이 0.56±0.03 g/100 g으로 나타나 유의적인 차이가 있었다($P<0.05$).

가을철의 자연산 동자개의 수분 함량은 77.9±0.37 g/100 g, 양식산 동자개의 수분 함량은 74.7±0.32 g/100 g으로 유의적인 차이가 나타났으며($P<0.05$), 여름철과 마찬가지로 자연산이 양식산보다 높은 함량을 나타내었다. 조지방 함량은 자연산이 3.68±0.11 g/100 g, 양식산이 5.25±0.60 g/100 g으로 조지방 함량 또한 여름철과 마찬가지로 양식산이 자연산보다 높아 유의적인 차이를 보였으며($P<0.05$), 봄철과는 다른 경향을 나타냈다. 단백질 함량은 자연산이 17.7±0.16 g/100 g이었으며 양식산이 17±0.11 g/100 g이었으며 회분 함량은 자연산이 1.17±0.21 g/100 g, 양식산이 1.92±0.35 g/100 g으로 나타나 유의적인 차이가 없었다($P<0.05$).

자연산과 양식산 동자개 근육의 일반성분 중 조지방 함량은 봄철에는 자연산이 양식산에 비하여 높았으며, 여름과 가을철에는 양식산이 자연산에 비하여 함량이 높았다. 또한 단백질 함량은 봄철에는 비슷한 수준이었으나 여름과 가을철에는 자연산이 양식산에 비하여 다소 높았다. 자연산과 양식산 수산물의 영양성분 비교시, 대부분 조지방 함량은 일정한 사료 공급에 의하여 양식산이 전반적으로 높은 경향으로 보고하고 있다(Ackman and Takeuchi, 1986; Alasalvar et al., 2002; Fallah et al., 2011). 그러나 본 연구결과에서는 봄철에 자연산이 양식산에 비하여 조지방 함량이 높았으며, 이는 자연산 동자개는 여름철 산란을 위하여 지방이 축적되고 있는 상태이며, 양식산은 성장되어 가는 단계로 인하여 봄철에 다소 지방함량이 낮은 것으로 사료된다. 또한 내수면 양식어종의 사료는 뱀장어, 잉어, 송어, 메기사료 등은 국내외에서 널리 사용되고 있어 사료의 질이나 영양배합이 우수하지만 기타 어종에 대한 사료의 배합은 여전히 연구되어야 할 부분이라고 지적되고 있어, 사료의 품질이 영향을 미치는 것으로 사료된다.

한국수산물성분표(NFRDI, 2009)에서 양식산 동자개 근육의 일반성분 분석 결과, 수분(81.6 g/100 g), 조지방(1.6 g/100 g), 단백질(15.7 g/100 g) 그리고 회분(1.1 g/100 g) 함량과 비교해 보았을 때, 본 연구결과는 봄철 양식산의 조지방 함량은 유사하였다.

지방산조성 비교

자연산과 양식산 동자개 근육에서 추출한 지방의 지방산조성은 Table 3과 같다. 포화지방산에서의 조성은 대부분 palmitic acid (C16:0)가 주요 성분이었으며 단일불포화지방산에서는 oleic acid (C18:2n6)가 주였다. 고도불포화지방산에서는 linoleic acid (C18:2n6), docosahexaenoic acid (C22:6n3) 그리고 eicosapentaenoic acid (C20:5n3)의 조성비가 자연산과 양식산 차이는 있었으나 가장 높았다. 이는 우리나라 연근해 민어를 포함한 14종 어류의 주요 지방산으로 포화지방산은 C14:0, C16:0, C18:0, 단일불포화지방산은 C18:1, 고도불포화지방산은 DHA, EPA 등이라는 연구결과와 유사하였다(Lee et al., 2011). 또한 자연산과 양식산 동자개 모두 단일불포화지방산이 41.9-53.2로 높았으며 고도불포화지방산은 17.2-30.5%로 낮은 수준이었다.

본 연구의 결과를 뱀장어 주요 구성지방산 함량과 비교했을 때, palmitic acid (C16:0, 20.73%), oleic acid (C18:1n9, 35.61%), linoleic acid (C18:2n6, 3.40%), DHA (C22:6n3, 6.94%), EPA (C20:5n3, 2.45%)로 전체적으로 유사한 결과를 나타내고 있다(Moon et al., 2012).

자연산과 양식산 동자개의 지방산 조성비를 비교하여 보면, 봄철 C18:0 조성비가 자연산과 양식산이 각각 7.12, 3.95%으로 양식산이 낮았으며, C16:1, C18:1 조성비가 자연산이 5.52%, 33.8%이었으나 양식산은 9.99%, 41.2%로 양식산이 높았다. C18:2 조성비는 자연산이 비하여 양식산이 C18:3 조성비는 자연산이, C20:4 조성비는 자연산이, EPA 조성비는 자연산이 다소 높았다.

따라서 자연산과 양식산에 따른 지방산 조성의 차이는 동자개의 단일불포화지방산이 자연산보다 양식산에서 높은 함량을 나타내었으며 그 중 oleic acid가 뚜렷한 차이를 보였다. 반면 EPA를 포함한 고도불포화지방산은 자연산이 양식산보다 지방산 조성비가 높은 경향을 나타내었다.

총아미노산 함량 비교

자연산과 양식산 동자개의 총아미노산 함량은 leucine, lycine, aspartic acid, glutamic acid의 함량이 많았으며, 그 중 glutamic acid의 함량이 가장 높았다(Table 4). 자연산과 양식산 동자개의 총아미노산 함량은 각각 14.9-15.4 g/100 g, 14.7-14.9 g/100 g이었으며, 시기와 상관없이 자연산이 양식산에 비하여 다소

Table 3. The comparison of fatty acid (%) of the muscle of wild and cultured Korean bullhead *Pseudobagrus fulvidraco*

Fatty acid	May		Aug.		Nov.	
	Wild	Cultured	Wild	Cultured	Wild	Cultured
C14:0	1.04	1.73	2.23	1.81	2.29	2.19
C16:0	18.2	19.3	21.1	21.9	19.1	20.3
C18:0	7.12	3.95	5.85	5.11	4.23	4.42
ΣSaturated	27.6	25.4	31	29.6	27.4	27.7
C16:1	5.52	9.99	10.73	7.78	11.16	7.83
C18:1	33.8	41.2	34.2	42.5	31.3	36.8
C20:1	2.51	3.57	1.48	2.46	1.29	2.74
ΣMonoen	41.9	55.6	46.8	53.2	44.3	48
C18:2n-6	3.44	8.26	3.11	6.53	3.52	9.24
C18:3n-3	1.9	1.14	3.08	1.03	4.03	1.41
C18:4n-3	ND	0.2	0.26	0.15	0.26	0.21
C20:4n-6	4.71	0.95	2.76	0.79	3.14	1.11
C20:5n-3(EPA)	2.55	1.93	3.32	1.33	3.74	2.02
C22:6n-3(DHA)	9.37	4.77	4.07	4.63	6.72	6.78
ΣPolyen	30.5	19.1	22.2	17.2	28.2	24.4

ND, not detected; EPA, eicosapentaenoic acid; DHA, docosa hexaenoic acid.

높았다. 자연산과 양식산 동자개의 필수아미노산 함량도 각각 6.33-6.52 g/100 g, 6.07-6.33 g/100 g이었으며, 자연산이 양식산에 비하여 다소 높았다. 각각의 아미노산 함량은 자연산과 양식산, 그리고 시기별로 차이는 미미하였다. 비필수아미노산과 필수아미노산 함량 비율은 0.69-0.75이며, 일반적으로 0.7 이상이면 양질의 단백질로 구성된 것으로 판단할 수 있다(Iwasaki et al., 1985; Kang et al., 2010).

Kim et al. (2014)의 연구에서도 무지개송어의 총 아미노산의 종류는 모두 17종이었으며 총 함량은 17.76 g/100 g으로 본 연구와 비슷하였다. Glutamic acid와 aspartic acid 함량은 각각 2.40 g/100 g, 1.63 g/100 g으로 본 연구결과보다는 다소 낮았으나 그 외 구성 아미노산은 비슷한 함량을 나타내었다.

미네랄 함량 비교

자연산 및 양식산 동자개의 시기에 따른 미네랄 함량을 나타낸 것이다(Table 5). 가식부 100 g당 미네랄 함량을 분석한 결과, 칼륨 296.6-382.3 mg, 인 179.3-241.3 mg, 나트륨 34-87.1 mg, 마그네슘 23.9-33.1 mg, 칼슘 16.8-41.5 mg 순으로 많았으며, 아연 0.40-0.86 mg, 구리 불검출-0.07 mg, 망간 불검출-0.03 mg 순이었다. 자연산과 양식산 그리고 시기별로 미네랄 함량의 변화를 살펴보면, 자연산 동자개의 칼슘 함량은 13.9-22.5 mg/100 g이었으며, 양식산은 16.9-41.5 mg/100 g이었다. 시기별로는 봄철에 칼슘 함량이 가장 높았으며, 가을철에 가장 낮은 함량이었다.

자연산 동자개의 인 함량은 177.4-211 mg/100 g이었으며, 양식산은 181.6-241.3 mg/100 g이었으며, 자연산은 칼슘 함량과 마찬가지로 봄철이 다른 시기에 비하여 다소 높았으며, 양식산은 가을철이 다른 시기보다 함량이 다소 높았다.

나트륨 함량은 자연산과 양식산이 각각 49.4-57.4 mg/100 g, 34-87.1 mg/100 g이었다. 자연산 동자개의 칼륨 함량은 296.6-357.2 mg/100 g, 양식산 동자개의 칼륨 함량은 298.7-382.3 mg/100 g이었다. 철 함량은 0.21-0.58 g/100 g이었으며, 아연, 구리 함량은 각각 0.40-0.62 g/100 g, 불검출-0.07 mg/100 g이었으며, 망간 함량은 불검출-0.03 mg/100 g이었다. 자연산과 양식산간의 함량 차이는 미미하였으며, 시기에 따른 함량차이는 뚜렷한 경향은 보이지 않았다. 자연산 동자개는 마그네슘과 아연은 여름철이 다른 시기에 비하여 높았으며, 이를 제외하고는 봄철에 가장 높은 함량이었다. 반면 양식산 동자개의 미네랄 함량은 시기별로 다른 뚜렷한 차이를 보이지 않았다.

2010년도 개정된 한국인영양섭취기준에 따르면 19세 이상 남성의 1일 미네랄 권장섭취량은 다량미네랄 중 칼슘 700-750 mg, 인 700 mg, 마그네슘 340-350 mg, 나트륨 1,100-1,500 mg (충분섭취량), 칼륨 3,500 mg (충분섭취량)으로 설정하였으며 미량미네랄은 철 9-10 mg, 아연 9-10 mg, 구리 800 µg, 셀레늄 55 µg, 요오드 150 µg, 망간 4 mg (충분섭취량), 불소 3-3.5 mg (충분섭취량), 몰리브덴 600 µg (상한섭취량)으로 설정하였다. 그리고 19세 이상 성인 여성의 1일 미네랄 권장섭취량은 다량미네랄 중에 칼슘 650-700 mg, 인 700 mg, 마그네슘 280 mg, 나트륨 1,100-1,500 mg (충분섭취량), 칼륨 3,500 mg (충분섭취량)이며 미량미네랄은 철 8-14 mg, 아연 7-8 mg, 구리 800 µg, 셀레늄 55 µg, 요오드 150 µg, 망간 3.5 mg (충분섭취량), 불소 2.5-3 mg (충분섭취량), 몰리브덴 600 µg (상한섭취량)으로 설정하였다(MHW, 2016).

내수면 수산물의 1회 섭취 시 미네랄 섭취량을 19세 이상 성인 남성의 영양섭취기준(높은 값 기준)에 따라 칼슘, 인, 마그네슘, 철, 아연, 구리 권장섭취량(Recommended Nutrient Intake:

Table 4. Seasonal variations in total amino acid (g/100 g) of the muscle of wild and cultured Korean bullhead *Pseudobagrus fulvidraco*

Amino acids	May		Aug.		Nov.	
	Wild	Cultured	Wild	Cultured	Wild	Cultured
Histidine	0.49	0.42	0.34	0.32	0.41	0.48
Isoleucine	0.72	0.50	0.72	0.65	0.78	0.71
Leucine	1.29	1.28	1.30	1.33	1.34	1.3
Lysine	1.31	1.41	1.43	1.44	1.44	1.39
Methionine	0.48	0.53	0.45	0.37	0.45	0.51
Phenylalanine	0.72	0.61	0.63	0.64	0.58	0.55
Threonine	0.72	0.73	0.78	0.76	0.77	0.78
Valine	0.77	0.58	0.68	0.71	0.75	0.55
Essential amino acids	6.47	6.07	6.33	6.23	6.52	6.27
Aspartic Acid	1.59	1.63	1.55	1.59	1.61	1.41
Serine	0.67	0.74	0.68	0.72	0.68	0.70
Glutamic acid	2.40	2.55	2.45	2.49	2.50	2.4
Proline	0.62	0.55	0.60	0.52	0.60	0.58
Glycine	0.05	0.05	0.03	0.06	0.05	0.06
Alanine	1.04	1.00	0.98	0.92	0.98	1.00
Cystine	1.03	0.79	0.78	0.73	0.76	0.78
Tyrosine	0.54	0.54	0.52	0.57	0.54	0.51
Arginine	1.03	0.99	1.00	0.99	1.00	0.98
Nonessential amino acids	8.96	8.85	8.59	8.59	8.72	8.42
Total AA	15.4	14.9	14.9	14.8	15.2	14.7
TEAA/TENN	0.72	0.69	0.74	0.73	0.75	0.74

Table 5. Seasonal variations in mineral content (mg/100 g) of the muscle of wild and cultured Korean bullhead *Pseudobagrus fulvidraco*

Mineral	May		Aug.		Nov.	
	Wild	Cultured	Wild	Cultured	Wild	Cultured
Ca	22.5±3.39	41.5±26.01	18.8±2.96	18.4±6.48	13.9±5.28	16.9±3.23
P	211±18.4	181.6±20.3	207.7±3.41	179.3±7.03	177.4±0.90	241.3±23.6
Mg	28.9±0.48	23.9±4.02	32.6±0.36	33.1±0.18	21.4±0.19	31.2±7.86
Na	57.4±5.75	34±1.10	46.1±3.60	45.1±2.84	49.4±3.52	87.1±32.4
K	357.2±26.1	308.9±2.29	296.6±5.70	298.7±13.5	315.2±4.84	382.3±87.4
Fe	0.47±0.01	0.30±0.08	0.21±0.00	0.58±0.05	0.36±0.03	0.39±0.33
Zn	0.62±0.01	0.50±0.07	0.86±0.02	0.40±0.02	0.51±0.01	0.50±0.09
Cu	0.06±0.03	0.06±0.01	0.00±0.00	0.00±0.00	0.03±0.00	0.07±0.04
Mn	0.03±0.00	0.03±0.01	0.00±0.00	0.02±0.00	0.01±0.00	0.02±0.01

RNI)과 나트륨, 칼륨, 망간은 충분섭취량(Adequate Intake: AI)과 비교하여 백분율을 계산하여 영양섭취비율을 살펴보면, 칼슘 6.39%, 인 59.2%, 마그네슘 17.9%, 철 7.92%, 아연 11.7%, 구리 9.64%, 나트륨 7.30%, 칼륨 19.1%, 망간 1.02%이었다.

따라서 자연산과 양식산 동자개의 영양성분은 시기별로 지방 함량이 가장 큰 차이를 보였으며, 양식산 동자개는 봄철에 지방

함량이 매우 작았다가 이후 증가하였으며, 자연산 동자개는 봄철에 가장 높았다가 이후 감소하였다. 동자개의 산란시기는 5월 중순에서 6월까지이며(Kang et al., 2007), 각 개체별로 산란여부와 매우 큰 영향이 있는 것으로 사료된다. 반면 기타 영양성분은 자연산과 양식산, 그리고 시기별로 큰 차이가 없었으며, 양질의 단백질로 구성되어 있다. 이러한 연구결과는 동자개의

소비촉진을 위한 기초자료뿐만 아니라 가공원료로서의 활용가치를 검토하기 위한 자료로도 사용이 가능할 것으로 판단된다.

사 사

이 논문은 2016년 국립수산물과학원 수산과학연구소(R2016060)의 지원으로 수행된 연구이며, 연구비 지원에 감사드립니다.

References

- Ackman RG and Takeuchi T. 1986. Comparison of fatty acid and lipids of smolting hatchery-fed and wild Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Lipids* 21, 117-120.
- Alasalvar C, Taylor KDA, Zubcov E, Shahidi F and Alexis M. 2002. Differentiation of cultured and wild sea bass (*Dicentrarchus labrax*). Total lipid content, fatty acid and trace mineral composition. *Food Chem* 79, 145-150.
- AOAC. 1995. Official method of analysis of AOAC international. 16th. Association of Official Analytical Chemistry, Washington DC. U.S.A., 69-74.
- Bligh, EG and Dyer WJ. 1959. A rapid method for total lipid extraction and purification. *Can J Biochem Physiol* 37, 911-917.
- Choi JH, Ro JI and Pyeun JH. 1984. Studies on lipids in freshwater fishes 3. Distribution of lipid components in various tissues of eel, *Anguilla japonica*. *Bull Korean Fish Soc* 17, 477-484.
- Fallah AA, Saei-Dehkordi SS and Nematollahi A. 2011. Comparative assessment of proximate composition, physico-chemical parameters, fatty acid profile and mineral content in farmed and wild rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *IFST* 46, 767-773. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2621.2011.02554.x>.
- Gye HJ, Shim KB, Lim CW, Song MY, Kim DH, Kim BK and Cho YJ. 2015. Nutritional assessment and mineral content of wild and cultured catfish *Silurus asotus*. *J Fish Marine Sci Edu* 27, 1364-1368. <http://dx.doi.org/10.13000/JFMSE.2015.27.5.1364>.
- Iwasaki M and Harada R. 1985. Proximate and amino acid composition of the roe and muscle of selected marine species. *J Food Sci* 50, 1585-1587.
- Kang EJ, Yang H, Lee HH, Cho EO, Lim SG and Bang IC. 2007. Ecology and early life history of endangered freshwater fish, *Pseudobagrus brevicarpus* (Pisces: Bagridae). *Korean J Environ Biol* 25, 378-384.
- Kang HW, Shim KB, Cho YJ, Kang DY, Cho KC, Kim JH and Park GJ. 2010. Biochemical composition of the wild and cultured yellow croaker (*Larimichthys polyactis*) in Korea. *Kor J Fish Aquat Sci* 43, 18-24.
- Kim KH, Kang SI, Jeon YJ, Choi BD, Kim MW, Kim DS and Kim JS. 2014. Food quality rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* domesticated in seawater. *Korean J Fish Aquat Sci* 47, 114-121. <http://dx.doi.org/10.5657/KFAS.2014.0114>.
- Kim KS and Lee EH. 1986. Food components of wild and cultured fresh water fishes. *Korean J Fish Aquat Sci* 19, 195-211.
- Kim TY. 2008. A study on the reinforcement of the competitive power of Korean inland fisheries. *J Fish Bus Admin* 39, 111-137.
- Lee DS, Yoon HD, Kim YK, Yoon NY, Moon SK, Kim IS and Jeong BY. 2011. Proximate and fatty acid compositions of 14 species of coastal and offshore fishes in Korea. *Korean J Fish Aquat Sci* 44, 569-576. <http://dx.doi.org/10.5657/KFAS.2011.0569>.
- Lee HC and Yoo CG. 2011. A study on the preference and consumer behavior for inland water fishes. *Korean Food Market Assoc* 28, 1-18.
- Lee HC. 2009. Estimating volumes and expenditures of inland water fish consumption. *J Fish Bus Admin* 40, 75-96.
- MFDS (Ministry of Food and Drug Safety). 2015. Food Code. Korea.
- Ministry of Health and Welfare (MHW). 2016. Dietary reference intakes for Korean 2015. Ministry of Health and Welfare, Sejong, Korea.
- Moon SK, Lee DS, Yoon HD, Kim YK, Yoon NY, Kim IS and Jeong, BY. 2012. Proximate and fatty acid compositions of three species of imported and domestic freshwater fishes. *Korean J Fish Aquat Sci* 45, 612-618. <http://dx.doi.org/10.5657/KFAS.2012.0612>.
- National Fisheries Research and Development Institute (NFRDI). 2009. Chemical composition of marine products in Korea 2009. NFRDI. Busan. Korea. 38pp.
- Park SY and Kim HR. 1996. Changes of food components and lipid peroxides in rainbow trout with growth. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 25, 928-931.
- Steel RGD and Torrie JH. 1980. Principle and procedure of statistics; a biometrical approach (2nd ed.). MacGraw-Hill Book Company, New York, U.S.A.
- White JA, Hart RJ and Fry JC. 1986. An evaluation of the Waters Pico-Tag system for the amino-acid analysis of food materials. *J Autom Chem* 8, 170-177.
- Yang ST and Lee EH. 1983. Taste compounds of fresh-water fishes-6. Taste compounds of Korean catfish meat. *Korean J Fish Aquat Sci* 16, 202-210.