

쏘가리(*Siniperca scherzeri*)의 시기에 따른 영양성분 변화

심길보* · 김민아 · 윤나영 · 송미영¹ · 정수정 · 임치원

국립수산과학원 식품위생기공과, ¹국립수산과학원 중앙내수면연구소

Seasonal Variation in the Nutritional Composition of the Muscle of Mandarin Fish *Siniperca scherzeri*

Kil Bo Shim*, Min A Kim, Na Young Yoon, Mi Young Song¹, Su Jung Jung and Chi Woon Lim

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

Seasonal variation in the composition and fatty acid, amino acid, cholesterol, and vitamin contents in the muscles of the mandarin fish *Siniperca scherzeri*, caught in Soyangho Lake, Korea, was studied. The moisture content was 74.5-78.7 g/100 g, lipids ranged between 1.06 and 4.23 g/100 g, protein between 18.5-20.7 g/100 g, and ash between 0.74 and 2.04 g/100 g. The moisture content was lowest in May and tended to increase from June to October. The highest protein levels occurred in May, which coincided with the timing of oocyte maturation, and then decreased at the beginning of spawning. The highest lipid levels occurred in May and November coinciding with the periods before spawning and hibernation. The ratio of EAA/NEAA was higher than the value recommended by FAO for an 'ideal' food protein. There were significant differences in Mg and Fe contents with spawning; they were highest in May. Contents of vitamin A and E were from not detected (ND) to 17.1 µg/100 g and ND to 0.69 mg/100 g, respectively and were highest in November. The content of niacin tended to decrease in June and increased until November and hibernation. The cholesterol content was 14.9-78.9 mg/100 g; it decreased from March to July and then increased until November. In conclusion, there is potential for expanding the commercial utilization of the mandarin fish as a food resource.

Key words: Mandarin fish, Seasonal variation, Proximate composition, Niacin, Hibernation

서론

쏘가리(*Siniperca scherzeri*)는 농어목(Order Perciformes) 꺾지과에 속하는 어식성 담수어이며, 대형 강 증상류의 유속이 빠르고 바위가 많은 곳이거나 수질이 양호한 호수, 저수지 등에서 서식한다. 우리나라에서는 한강수계를 중심으로 압록강을 비롯한 서남해로 흐르는 대청호, 충주호, 춘천호, 소양호 등에 주로 서식하고 있다(Lee et al., 2005; Kim and Kang, 1993; Lee et al., 1997). 특히 쏘가리는 자갈이 깔린 바닥에 산란을 하며, 산란기는 5-7월로 알려져 있으나, 5월말, 혹은 6월말부터 성숙도가 감소한다고도 알려져 있다(Baek et al., 2015; Lee et al., 2002). 그리고 쏘가리는 오래전부터 유용한 식용 대상 종으로 잘 알

려져 왔을 뿐만 아니라 낚시 대상어종으로도 오랫동안 선호도가 높을 뿐만 아니라, 국내 내수면 어업의 중요한 경제적 어종이며 담수어종 중 기호도가 매우 높은 고급어종으로 경제적 가치가 매우 크다고 알려져 있다(Baek et al., 2015). 2015년 우리나라 내수면 수산물의 생산량은 33,056톤이며, 이중 어류 생산량은 26,237톤이다. 특히, 쏘가리 생산량은 최근 하천 오염 및 남획으로 인해 개체수가 매우 감소하여 104톤이 어획되었다(KOSIS, 2016).

내수면 어류에 대한 영양성분관련 연구는 메기, 동자개, 뱀장어, 미꾸라지, 산천어, 잉어 등에 국한되어 있으며(Gye et al., 2015; Oh et al., 2008; Yang and Lee, 1983; Choi et al., 1984; Kim and Lee, 1986; Park and Kim, 1996; Kang et al., 1992),

<http://dx.doi.org/10.5657/KFAS.2016.0785>



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) 785-791, December 2016

Received 28 October 2016; Revised 22 November 2016; Accepted 29 November 2016

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

E-mail address: kilbo1221@korea.kr

쏘가리에 대한 관심이 점차 증가되고 있으나 식품영양학적인 연구는 많지 않으며(Ha and Kang, 1990), 어획시기에 따른 영양성분 분석 및 평가관련 연구는 전무한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 자연산 쏘가리의 시기에 따른 일반성분, 지방산, 총아미노산, 미네랄, 콜레스테롤, 비타민 함량을 조사하였으며, 영양학적 우수성 홍보와 산업적인 이용을 위한 기초자료로 활용하고자 하였다.

재료 및 방법

재료

쏘가리는 강원도 순천시 소재에 위치하고 있는 소양호에서 매월 자망으로 채취하였으며, 12월부터 이듬해 2월까지의 동면으로 인하여 어획이 되지 않아 채취하지 못하였다. 3월부터 11월까지 채취한 시료는 깨끗이 씻어 껍질과 내장을 제거하고 가식부만 사용하였으며, 이들 시료에 대한 평균체장과 평균체중은 Table 1에 나타내었다.

일반성분

일반성분은 AOAC (1995)방법에 따라 수분은 상압가열건조법, 조단백질은 Kjeldahl 질소 정량법, 조지방은 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; Shimadzu GC 2010 Plus, Shimadzu, Tokyo, Japan)로 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. 아미노산은 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, 2014).

콜레스테롤 함량

동결 건조한 시료 2-3 g을 정밀히 칭량하여 95% ethanol 40 mL과 8 mL 50% KOH 용액을 가하여 환류냉각관을 부착한 후 80-90℃에서 70분간 비누화시켰다. 환류가 완료되면 가열기를 제거하고 95% ethanol 60 mL를 환류냉각관 상부를 통해 넣어 준 뒤 교반하고 15분 후 실온으로 냉각시킨 후 24시간 동안 안정화하였다. 이 용액에 toluene 100 mL를 첨가하여 30초 이상 교반하여 500 mL 분액여두로 옮겨 1 M KOH 용액 110 mL를 가하여 10초간 진탕하여 분리된 윗층만을 취하여 다시 0.5 M KOH 용액 40 mL를 넣고 10초간 진탕한 뒤 정지하여 아래층을 버렸다. 잔류 toluene층에 40 mL 증류수로 천천히 분액여두를 돌려주며 수세한 뒤 정지하여 분리된 아래층은 제거하고 toluene층에 맑게 보일때까지 이 과정을 반복하여 행하였다. 남은 toluene층을 유리솥과 약 20 g의 무수황산나트륨이 채워진 유리갈대기를 통해 취한 후 40±3℃에서 감압 농축하여 건조된 잔류물에 아세톤 3 mL를 가하여 다시 감압 농축하여 완전 건조시켰다. 잔류물을 3 mL dimethylformamide에 녹여 그 중 1 mL를 취해 0.2 mL hexamethyldisilane과 0.1 mL trimethylchlorosilane을 가하여 유도체화 하여 5α-cholestane 내부표준 물질을 넣어 시험용액으로 하였다(MFDS, 2015). 이 시료액은 HP-1 (30 m×0.25 mm×0.25 μm, Agilent, USA) 칼럼을 이용하여 gas chromatography (GC; Agilent 7890, Agilent, CA, USA)로 분석하였다(MFDS, 2015).

비타민 A, E 함량

비타민 A, E 함량은 Kwak et al. (2004)의 방법을 일부 수정하여 사용하였다. 시료 3 g을 갈색 메스플라스크에 취한 후 ethanol 30 mL, 60% KOH 용액 3 mL, 그리고 10% pyrogallol 1 mL를 첨가하여 이를 환류 냉각기에서 30분간 비누화시킨 후, 실온으로 냉각시켜 증류수 30 mL를 가해 갈색 분액깔때기로 옮겼다. 플라스크는 증류수와 petroleum ether로 헹군 후, 분액 깔때기에 혼합하여 방치시킨 후 물 층을 별도의 갈색분액깔때기에 옮기고 petroleum ether 50 mL씩 가하여 2 회 추출하였다. 추출된 petroleum ether 액을 증류수 10 mL씩 phenolphthalein 시약으로 정색이 되지 않을 때까지 수세하였고, petroleum ether 층을 sodium sulfate를 가해 탈수하고 갈색 플라스크에 옮겼다. Petroleum ether 추출액은 25℃에서 감압 농축하여 methanol 5 mL로 정용하고 0.25 μm membrane filter로 여과하였다. 이 시료액은 Develosil RP-Aqueous C30 (4.6×250 mm, 5 μm particle size, Phenomenex, Tokyo, Japan) 칼럼을 이용하여 HPLC (Surveyor Plus HPLC system, Thermo, CA, USA)로 분석하였다.

Niacin 함량

시료 5-10 g을 5 mM Sodium hexanesulfonate 용액에 녹여 50 mL가 되도록 하였다. 이 용액을 30분간 초음파 추출하고 600 rpm에서 30분간 교반한 후, 원심분리하고(4℃, 3,699 g×15분) 상등 액을 취해 0.2 µm membrane syringe filter로 여과하여 시험용액으로 사용하였다(MFDS, 2015). 분석조건은 C18 column (250×4.6 mm 5 µm, Waters, USA)을 사용하였고 이동상 용매는 A: 5 mM hexanesulfonate/0.1% acetic acid, B: 35% 5 mM hexanesulfonate/0.1% acetic acid 65% MeOH 을 사용하였으며, 유속은 1.0 mL/min, 시료주입량은 10 µL로 하여 260 nm에서 HPLC (Surveyor Plus HPLC system, Thermo, CA, USA)를 이용하여 분석하였다.

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

가식부 수율 및 일반성분 변화

쏘가리의 가식부 수율은 62.2-78.9%이었으며, 산란기인 3월부터 6월까지 지속적으 감소하였다(Table 1). 그리고 시기에 따른 쏘가리 근육의 일반성분 함량변화는 Table 2에 나타내었다. 수분함량은 74.5-78.7 g/100 g이었으며, 5월과 11월에 각각 74.5 및 75.0 g/100 g으로 유의적인 차이는 없었다(P>0.05). 조지방 함량은 1.06-4.23 g/100 g이었으며, 산란직전인 5월에 3.46 g/100 g이었으며, 산란기인 6월과 7월에는 각각 1.69, 1.06 g/100 g으로 감소하였다. 이후 함량이 증가하여 11월에는 4.23 g/100 g으로 가장 높았다. 조단백질 함량은 18.5-20.7 g/100 g이었으며, 10월에 가장 높았고 4월에 가장 낮았다. 회분 함량은 0.74-2.04 g/100 g이었으며, 8월에 0.74 g/100 g으로 가장 낮았으나 3월에 2.04 g/100 g으로 가장 높았다.

내수면 어종 중 대표적인 어종인 미꾸라지는 연령, 기후, 수온 등에 따라 다르나 대략 4월에서 7월사이에 산란을 하고 10월 하순에서 3월 하순경까지 땅속에서 동면을 하면서 월동을 하는 특성을 가지고 있다(Park et al., 1995). 또한 미꾸라지는 산란직후에 가장 수분함량이 낮고 동면직후에 가장 높았으며, 조단백질과 조지방은 산란직후가 가장 높았으나 동면직후에 가장 낮다고 보고하였다(Park et al., 1995). 쏘가리도 동면하면서 월동하는 어종이며, 산란직전인 5월과 동면 직전인 11월에 조지방 함량이 가장 높았고, 조단백질 함량은 산란직전에는 높았지만, 동면직전에는 다소 낮았다. 동아시아 지역 뿐만아니라 중국 등에서 고품질의 근육과 독특한 맛으로 잘 알려져 있는 쏘가리(*Siniperca chuatsi*, *Siniperca scherzeri*)의 영양성분을 조사

Table 1. The capture date and biological data of mandarin fish *Siniperca scherzeri*

Month	Total length (mm)	Total weight (g)	Yield (%)
Mar.	270.5±35.2	228.8±102.1	75.3±9.07 ^{ab1)}
Apr.	287.1±19.9	285.6±49.9	65.4±5.33 ^{abc}
May	237.0±13.5	191.2±36.4	65.0±1.42 ^{abc}
Jun.	223.5±24.5	140.3±44.3	53.4±18.0 ^c
Jul.	278.0±5.7	245.7±19.6	70.0±3.18 ^{ab}
Aug.	295.0±24.9	356±94.6	78.9±16.8 ^a
Sep.	336.7±55.8	472.6±241.6	62.4±1.59 ^{bc}
Oct.	251.7±12.1	223.3±29.9	77.7±17.3 ^{ab}
Nov.	279.0±16.4	269.6±40.9	62.2±2.50 ^{bc}

¹⁾Different superscripts within a same column are significantly different by Duncan's multiple range at P<0.05.

Table 2. Seasonal variation in proximate composition content (g/100 g) of the muscle of mandarin fish *Siniperca scherzeri*

Month	Moisture	Crude lipid	Crude protein	Ash
Mar.	77.9±0.49 ^{1a2)}	2.23±0.09 ^d	19.1±0.25 ^c	2.04±0.32 ^a
Apr.	77.1±0.36 ^{ab}	2.99 ^c	18.5±0.16 ^d	1.38±0.03 ^b
May	74.5±0.6 ^b	3.46±0.26 ^b	20.7±0.38 ^a	0.98±0.05 ^{cd}
Jun.	78.0±0.15 ^a	1.69±0.06 ^e	19.7±0.11 ^b	1.05±0.06 ^c
Jul.	78.7±0.1 ^a	1.06±0.09 ^f	19.8±0.12 ^b	1.52±0.12 ^b
Aug.	76.9±3.94 ^{ab}	1.2±0.19 ^f	19.2±0.24 ^c	0.74±0.05 ^d
Sep.	78.6±0.38 ^a	1.94±0.09 ^e	18.9±0.18 ^{cd}	0.99±0.05 ^{dc}
Oct.	76.6±0.14 ^{ab}	1.92±0.16 ^e	20.7±0.45 ^a	1.23±0.2 ^{bc}
Nov.	75.0±0.4 ^b	4.23±0.09 ^a	19.9±0.32 ^b	1.06±0.22 ^c

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

한 결과, 조지방 함량은 2 g/100 g이하이며, 조단백질은 18.14-19.81 g/100 g으로 보고하였으며(Chu et al., 2013), 또한 우리나라에서 쏘가리의 일반성분 조사연구에서는 수분함량 79.7 g/100 g, 회분함량 0.9 g/100 g, 지방함량 0.8 g/100 g, 조단함량 15.7 g/100 g 로 보고되었다(Ha and Kang, 1990). 이들 연구와 비교하면, 5월과 11월을 제외한 시기의 쏘가리의 일반성분 함량과 유사하였다.

지방산 조성비 변화

쏘가리의 월별 지방산 조성비 변화를 Table 3에 나타내었다. 일반적으로 어류의 지방산 조성비와 유사하였으며, 시기와 상관없이 포화지방산은 palmitic acid (C16:0), 단일불포화지방산은 oleic acid (C18:1), 고도불포화지방산은 linoleic acid (C18:2n6), docosahexaenoic acid (C22:6n-3) 그리고 eicosa-

Table 3. Seasonal variation in fatty acid composition (%) of the muscle of mandarin fish *Siniperca scherzeri*

Fatty acid	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.
C14:0	4.08	3.94	2.59	2.65	3.67	1.83	2.83	2.99	3.59
C16:0	16.1	15.2	17	17.2	18.5	20.7	19.5	19.6	17.8
C18:0	2.90	2.74	4.13	5.25	4.65	5.54	4.21	4.39	3.29
ΣSaturated	25.9	24.4	26.5	27.9	31.1	32.1	30.2	29.2	27.4
C16:1	11.2	11.5	8.46	8.57	9.45	10.2	14.3	13.8	10.4
C18:1	22.4	23.8	27.7	24	27.8	27	26.1	20.1	22.1
C20:1	0.40	0.42	0.70	0.74	0.75	1.36	0.96	0.70	0.42
ΣMonoen	34.5	36.1	37.1	33.5	38.3	39.2	42	35.6	33.2
C18:2n-6	5.72	5.73	6.20	5.41	5.46	4.70	4.57	3.08	5.52
C18:3n-3	4.02	4.24	3.55	3.21	2.69	3.91	4.16	4.11	4.75
C18:4n-3	1.67	1.83	1.00	1.00	1.00	0.37	0.71	0.57	2.10
C20:4n-6	5.74	5.41	5.13	5.14	4.71	2.77	2.04	2.91	5.05
C20:5n-3(EPA)	6.48	7.18	5.16	4.97	3.65	3.28	3.78	5.95	6.13
C22:6n-3(DHA)	7.40	6.84	7.25	9.07	5.85	4.98	3.85	8.58	7.75
ΣPolyen	39.7	39.4	36.4	38.5	30.6	28.7	27.8	35.2	39.5

pentaenoic acid (C20:5n-3)의 조성비가 가장 높았다.

고도불포화지방산 조성비는 27.8-39.7%이었으며, 3월부터 8월 9월까지의 감소하는 경향을 나타내다가 증가하여 10월부터 39.45%까지 차지하였다. 이에 반해 포화지방산은 24.4-32.1%이었으며, 단일불포화지방산은 33.2-42%이었다. 이들 지방산 조성비는 고도불포화지방산과 달리 8월과 9월까지 증가하다가 감소하는 경향이였다.

고도불포화지방산 중 EPA 조성비는 3월에 6.48%이었으나 지속적으로 감소하여 7월과 8월에 3.65% 및 3.28%이었으며 이후 증가하였다. DHA 조성비는 6월에 9.07%로 증가하고 이후 급격히 감소하여 9월에 3.85%이었으며, 이후 급격히 증가하여 11월에는 7.75%이었다. 포화지방산인 C18:0 조성비는 9월까지 20.7%으로 증가하였으며, 이후 감소하여 11월에 17.8%이었다.

총아미노산 함량 변화

쏘가리의 시기에 따른 총아미노산 함량 변화는 15.9-19.1 g/100 g이었으며, 주요 아미노산은 leucine, lysine, aspartic acid, glutamic acid, alanine, arginine 이었다. 총아미노산 함량은 5월에 각각 19.1 g/100 g으로 가장 함량이 높았으며, 7월에 15.9 g/100 g으로 함량이 낮았다(Table 4). 필수아미노산 함량은 7.01-8.09 g/100 g이었으며, 9월에 8.09 g/100 g으로 가장 높았다. 반면 비필수아미노산 함량은 8.89-10.6 g/100 g이었으며, 9월에 가장 높았다. 비필수아미노산 대비 필수아미노산 비율이 0.75-0.82이었으며, FAO에서 이상적인 단백질 식품으로 규정한 권장수치보다 높았다(FAO, 1957). 중국연안에서 어획된 쏘가리의 비필수아미노산과 필수아미노산 함량 비율은

0.64-0.68이며, 본 결과는 이들보다는 상당히 높은 함량이었다(Chu et al., 2013).

미네랄 함량 변화

쏘가리의 시기에 따른 미네랄 함량은 Table 5에 나타내었다. 이들 미네랄 중 함량이 높은 것은 황, 칼륨, 인이었으며, 각각 230.4-498 mg/100 g, 273.8-394.5 mg/100 g, 177.7-294.1 mg/100 g으로 나타났다. 내수면 어류 중 산천어의 칼륨 함량은 357.9 ± 2.1 mg/100 g, 인 함량은 226.2 ± 1.3 mg/100 g이었으며(Oh et al., 1980), 송어의 인 함량이 263 mg/100 g, 칼륨 함량이 400 mg/100 g으로 보고하였으며(RDA, 2011), 자연산 메기의 칼륨 함량은 323.88-379.40 mg/100 g, 인 함량은 193.74-223.02 mg/100 g으로(Gye et al., 2015), 본 실험과 비교 하였을 때 칼륨과 인 함량은 기타 내수면 어류와 비교하였을 때 비슷한 함량을 나타내었으며 황 함량은 다소 높은 것으로 나타났다

쏘가리 근육의 미네랄 함량의 시기에 따른 변화를 조사한 결과, 산란시기인 7월에 마그네슘, 철 함량이 다른 시기에 비하여 높았으며, 기타 미네랄은 봄철에 높은 것으로 나타났다. 마그네슘 함량은 3월에 23.9 mg/100 g이었으나 지속적으로 증가하여 7월에 38.1 mg/100 g 함량으로 가장 높았으며, 이후 다시 감소하는 경향이였다. 또한 아연 함량은 시기에 따른 함량의 차이는 있었으나 시기에 따른 경향은 없었다. 또한 칼슘 함량은 3월에 35.2 mg/100 g이었으나 4월에는 급격히 감소하여 13.6 mg/100 g이었으며, 이후 비슷한 함량이었다. 인 함량은 4월에 308.3 mg/100 g으로 가장 높았으며, 이후 서서히 감소하여 11월에는 200.1 mg/100 g이었다. 칼륨 함량은 3월에 381.5 mg/100 g이었다가 이후 감소하여 11월에는 273.8 mg/100 g가

Table 4. Seasonal variation in amino acid content (g/100 g) of the muscle of mandarin fish *Siniperca scherzeri*

Amino acids	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.
Essential amino acids (E)									
Histidine	0.58	0.54	0.58	0.58	0.52	0.43	0.45	0.52	0.53
Isoleucine	0.92	0.83	0.75	0.88	0.74	0.80	0.87	1.01	0.93
Leucine	1.46	1.45	1.41	1.59	1.37	1.41	1.66	1.65	1.55
Lysine	1.30	1.28	1.41	1.25	1.50	1.52	1.72	1.39	1.35
Methionine	0.50	0.45	0.55	0.38	0.55	0.54	0.62	0.63	0.63
Phenylalanine	0.85	0.81	0.78	0.71	0.73	0.76	0.87	0.91	0.87
Threonine	0.80	0.81	0.83	1.24	0.78	0.80	0.94	0.92	0.86
Valine	0.92	0.86	0.83	1.05	0.82	0.88	0.95	1.02	0.96
Total E	7.34	7.02	7.14	7.68	7.01	7.15	8.09	8.06	7.69
Nonessential amino acids (NE)									
Aspartic Acid	1.74	1.80	1.77	1.52	1.63	1.67	1.87	1.85	1.77
Serine	0.72	0.74	0.73	0.8	0.71	0.72	0.86	0.81	0.77
Glutamic acid	2.46	2.57	2.61	2.3	2.58	2.63	2.98	2.85	2.71
Proline	0.41	0.60	0.66	0.61	0.52	0.69	0.67	0.69	0.66
Glycine	0.81	0.04	0.07	0.1	0.07	0.03	0.07	0.04	0.03
Alanine	1.15	1.13	1.10	1.36	1.02	1.10	1.23	1.24	1.19
Cystine	0.03	0.83	0.92	0.78	0.72	0.89	0.88	0.91	0.88
Tyrosine	0.63	0.61	0.63	0.78	0.61	0.64	0.75	0.71	0.71
Arginine	1.06	1.02	1.04	1.08	1.04	1.12	1.27	1.20	1.11
Total NE	9.00	9.33	9.53	9.33	8.89	9.48	10.6	10.3	9.82
Total amino acid	16.3	16.3	19.1	17.0	15.9	16.6	18.7	18.4	17.5
E/NE ratio	0.82	0.75	0.75	0.82	0.79	0.75	0.76	0.78	0.78

Table 5. Seasonal variation in mineral content (g/100 g) of the muscle of mandarin fish *Siniperca scherzeri*

Minerals	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.
Ca	35.2±1.68	13.6±1.79	13.5±0.62	16.2±0.05	16.3±4.81	14.6±1.20	16.7±0.04	23.9±3.23	14.00±2.45
P	230.4±0.62	308.4±0.45	200.9±8.21	218.5±6.05	201.3±2.00	181.1±7.77	177.7±1.46	294.1±21.7	200.1±0.26
Mg	23.9±0.56	22.2±0.24	27.1±0.34	36.0±0.79	38.1±0.04	32.8±0.47	32.6±0.47	34.9±2.33	23.7±0.29
Na	70.3±11.9	12.5±2.16	37.2±2.79	42.2±0.96	43.1±0.52	47.1±1.37	27.6±0.23	61.4±4.79	45.4±8.58
K	381.5±10.2	394.5±7.23	334.6±55.4	320.9±6.18	350.6±1.11	311.6±12.59	288.9±4.12	359.2±30.1	273.8±1.29
Fe	0.41±0.04	0.33±0.04	0.19±0.26	0.14±0.01	0.49±0.03	0.21±0.04	0.39±0.03	0.44±0.01	0.32±0.07
Zn	0.59±0.03	0.55±0.01	0.33±0.21	0.52±0.03	0.33±0.01	0.55±0.37	0.34±0.03	0.66±0.17	0.26±0.01
Cu	0.08±0.02	ND	0.02±0.03	ND	ND	ND	ND	0.07±0.01	0.01±0.01
Se	0.06±0.03	0.04±0.03	0.08±0.03	0.00±0.00	0.08±0.01	0.08±0.01	0.07±0.01	0.15±0.04	ND
S	230.4±10.6	616.6±10.8	469.6±204.4	498.±8.97	496.3±3.59	469.6±3.59	432.4±5.20	476±32.6	276.6±0.81

ND: not detected.

지 감소하였다.

철 함량은 3월에 0.41 mg/100 g이었으며, 이후 감소하여 6월에는 0.14 mg/100 g이었다가 7월에는 급격히 증가하여 0.49 mg/100 g으로 증가하고 이후 다소 함량은 적었으나 비슷한 경

향이였다. 셀레늄 함량은 불검출-0.15 mg/100 g으로 10월에 함량이 가장 높았으며, 황 함량은 3월에 230.6 mg/100 g이었으며, 이후에는 칼슘 및 칼륨과 유사하게 감소하여, 11월에는 276.6 mg/100 g이었다. 나트륨 함량은 3월에 70.3 mg/100 g이었다

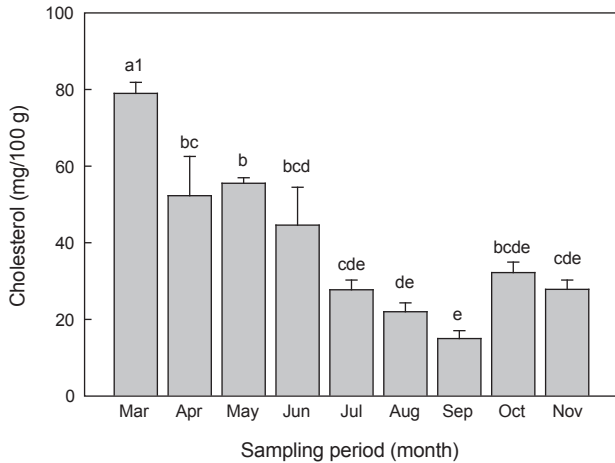


Fig. 1. Seasonal variation in cholesterol content (g/100 g) of the muscle of mandarin fish *Siniperca scherzeri*. ¹Different superscripts on the bar are significantly different by Duncan's multiple range at $P < 0.05$.

가 4월에 12.5 mg/100 g으로 감소하였다가 이후 서서히 증가하는 경향이였다.

콜레스테롤 함량 변화

쏘가리의 시기에 따른 콜레스테롤 함량은 3월에 79 mg/100 g으로 가장 높았으며, 이후 9월까지의 감소하여 15 mg/100 g으로 함량이 가장 낮았다. 10월과 11월에 각각 32.2 mg/100 g, 27.9 mg/100 g으로 다시 증가하였다(Fig. 1). Ha and Kang (1990)은 쏘가리의 콜레스테롤 함량이 53.1 mg/g으로 보고하여, 본 연구결과의 4-5월 콜레스테롤 함량과 비슷하였다. 또한 내수면 어류의 평균 함량은 40.9 mg (11.7-249 mg/100 g)이며, 쏘가리 근육의 콜레스테롤 함량은 30.3 mg/100 g으로 보고한 결과와 비교하면(Jeong et al., 1998). 본 연구결과의 10월 및 11월의 함량과 유사하였다.

비타민 A, E, niacin 함량 변화

쏘가리의 지용성 비타민 A와 E함량은 시기에 따라 상당한 차이가 있었다(Table 6). 비타민 A는 5월에 3.20 µg/100 g, 7월 3.57 µg/100 g, 11월과 12월에 각각 3.86, 17.1 µg/100 g 함량이었으며, 기타 시기에는 검출되지 않았다. 또한 비타민 E는 3-4월 및 6월에는 검출되지 않았으며, 5월에 0.21 mg/100 g이었다가 7월-11월까지의 0.29-0.69 mg/100 g으로 나타났다. Jeong et al. (1998) 에 따르면 쏘가리 근육의 비타민 E인 α-tocopherol 함량이 0.1 mg/100 g이라고 밝혔으나 본 연구결과와는 다소 차이가 있었다. 지용성비타민 함량은 조지방 함량과 상관성이 높은 것으로 알려져 있는데(Jeong et al., 1998), 본 결과에서는 5월과 12월에 조지방 함량이 높았으며, 조지방 함량이 가장 높은 12월에 비타민 E 함량이 가장 높았다. 앞선 연구에 따르면

Table 6. Seasonal variation in vitamin A, E and niacin content of the muscle of mandarin fish *Siniperca scherzeri*

Month	Vitamin A (µg/100 g)	Vitamin E (mg/100 g)	Niacin (mg/100 g)
Mar.	ND	ND	2.56±0.02 ^{1cd2}
Apr.	ND	ND	2.92±0.21 ^{bc}
May	3.20±1.07	0.21±0.01	2.85±0.03 ^{bcd}
Jun.	ND	ND	2.58±0.17 ^{cd}
Jul.	3.57±1.13	0.42±0.06	2.51±0.15 ^d
Aug.	ND	0.63±0.06	2.99±0.10 ^b
Sep.	ND	0.26±0.02	2.97±0.26 ^b
Oct.	3.86±1.77	0.35±0.04	3.23±0.16 ^{ab}
Nov.	17.1±3.63	0.69±0.01	3.51±0.16 ^a

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

산천어 근육에서 비타민 A는 검출되지 않았고, 비타민 E가 0.2 mg/100 g으로 나타났으며(Oh et al., 2008), 자연산 뱀장어의 비타민 A 함량은 100 mg/100 g (건중량) 함유하는 것으로 보고하였다(Cho et al., 2006). 또한 자연산 뱀장어 비타민 E 함량은 4-7 mg/100 g (건중량)으로 알려져 있으며, 일본산 양식 뱀장어 (*Anguilla japonica*)의 근육내 함량은 21-37 mg/100 g (건중량)로 나타났다(Furuta et al., 2009).

쏘가리의 niacin 함량을 조사한 결과, 시기별로 함량의 차이는 미미하였으나 7월까지 조금씩 감소하여 2.51 mg/100 g으로 가장 낮았으며, 다시 증가하여 11월에는 3.51 mg/100 g이었다(Table 6).

따라서 시기별로 다른 쏘가리 근육의 영양학적 성분을 살펴보면, 산란과 동면직전에 조지방, 조단백질 및 불포화지방산 조성비가 높았을 뿐만 아니라, 양질의 아미노산으로 구성된 단백질 공급원으로 확인되었다. 또한 미네랄 함량은 마그네슘과 철 함량은 산란에 의하여 시기별로 다른 유의적인 차이가 있었으며, 지용성 비타민 함량은 동면직전인 11월에 상당히 높았다. Niacin 함량은 산란시기에 다소 낮아졌다가 동면직전까지 증가하였다. 이상의 결과를 살펴보면, 쏘가리 영양성분 변화는 산란과 동면에 의하여 영향을 받고 있으며, 이러한 연구결과는 산란 시기 어획금지 등의 자원관리를 위한 기초자료로의 활용과 시기에 따른 영양성분 제시를 통한 섭취권장 시기 등에 대한 홍보 자료로 활용이 가능할 것으로 판단된다.

사 사

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

References

- AOAC. 1995. Official Methods of Analysis. 16th Ed. Association of Official Analytical Chemist, Arlington, VA, U.S.A.
- Baek SH, Yoon JD, Kim JH, Park SH, Lee JW, Jang MH, Kim SK and Byeon MS. 2015. Evaluation of the movement pattern of *Siniperca scherzeri* using the radio telemetry in the middle part of the Geum-river where wiers were constructed recently. Korean J Ecol Environ 48, 77-85. <http://dx.doi.org/10.11614/KSL.2015.48.2.077>.
- Bligh, EG and Dyer WJ. 1959. A rapid method for total lipid extraction and purification. Can J Biochem Physiol 37, 911-917.
- Cho YJ, Jung HJ, Kim YC, Oh SM, Son MJ, Kim SM and Shim KB. 2006. Optimal process of eel hot-water for proper edible volume. J Fish Mar Sci Edu 18, 374-378.
- Choi JH, Ro JI and Pyeon 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.
- Chu W, Li W, Wang K, Liu L, Leng X and Zhang J. 2013. Comparative studies on muscle cellularity and flesh quality of two mandarin fish species, *Siniperca chuatsi* and *Siniperca scherzeri*. J Food Agric Environ 11, 1600-1605.
- FAO (Food and Agriculture Organization). 1957. Protein Requirements. FAO Nutritional Studies 16.
- Furuta H, Ishida T, Suzuki T, Unuma T, Kurokawa T, Sugita T and Yamamoto T. 2009. Vitamin content and quality of eggs produced by broodstock injected with vitamins C and E during ratified maturation in Japanese eel *Anguilla japonica*. Aquaculture 289, 334-339.
- 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>.
- Ha BS and Kang DS. 1990. Studies on the lipid aquatic products (part 5), Comparison of flesh lipid composition of some fresh water fishes, mandarin fish, Korean Perch, Cornet fish and cat fish. J Korean Soc Food Nutr 19, 291-300.
- Jeong BY, Choi BD and Lee JS. 1998. Proximate composition, cholesterol and α -tocopherol content in 72 species of Korean fish. J Korean Fish Soc 31, 160-167.
- Kang SJ, Choi BD and Jeong WG. 1992. Comparison of amino acid profiles and lipids of two strains of common carp, *Cyprinus carpio*. J Aqua 5, 167-175.
- Kim JD and Kang KY. 1993. Coloured fishes of Korea. Academy publishing company, Seoul, Korea, 477pp.
- Korea Statistical Information Service (KOSIS). 2015. Year of fishery products. Retrieved from http://kosis.kr/statisticsList/statisticsList_01List.jsp?vwcd=MT_ZTITLE&parentId=F#SubCont on Oct. 20.
- Kim KS and Lee EH. 1986. Food components of wild and cultured fresh water fishes. Korean J Fish Aquat Sci 19, 195-211.
- Rural Development Administration (RDA). 2011. Korean Standard Food Composition Tables, 8th revision. RDA, Suwon, Korea, 572.
- Kwak BM, Lee KW, Ahn JH and Kong UY. 2004. Simultaneous Determination of Vitamin A and E in Infant Formula by Rapid Extraction and HPLC with Photodiode Array Detection. J Korea Food Sci Technol 36, 189-195.
- Lee WO, Jang SI, Lee JY and Song SJ. 1997. Comparison of morphological and chromosomal characteristics and cross breeding of the two types Korean mandarin fish, *Siniperca scherzeri*. Kor J Ichthyol 9, 228-234.
- Lee YA, Lee BM, Choi KC, Park YP and Bang IC. 2005. Early gonadogenesis and sex differentiation of the mandarin fish *Siniperca scherzeri*. J Aquaculture 18, 76-80.
- Lee JH, SK Ku, KD Park and HS Lee. 2002. An immunohistochemical study on the endocrine cells in the gastrointestinal tract of the Mandarin fish (*Siniperca scherzeri*). Korean J Veterinary Res 42, 289-297.
- MFDS (Ministry of Food and Drug Safety). 2015. Food Code. Sejong, Korea.
- Oh HT, Kim SH, Yoo SJ, Choi HJ, Chung MJ and Ham SS. 2008. Component analysis of masou salmon (*Oncorhynchus masou*). J Korean Soc Food Sci Nutr 37, 886-890.
- 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 hernant fish. Korean J Ichthyol 7, 187-194.
- 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.
- 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.