

## 8종 어란의 일반성분, 아미노산, n-3 지방산 및 무기질 비교

김인수 · 박혜진<sup>1</sup> · 정보영 · 문수경\*

경상국립대학교 식품영양학과/농업생명과학연구원, <sup>1</sup>창신대학교 식품영양학과

### Comparison of Proximate, Amino Acid, n-3 Fatty Acid and Mineral Compositions of Fish Roes of Eight Species

In-Soo Kim, Hye-Jin Park<sup>1</sup>, Bo-Young Jeong and Soo-Kyung Moon\*

Department of Food and Nutrition/Institute of Agriculture and Life Science, Gyeongsang National University, Jinju 52828, Korea

<sup>1</sup>Department of Food Science and Nutrition, Changshin University, Changwon 51352, Korea

This study was conducted to identify the food components and nutrition value of major fish roes on the market in Korea. The proximate compositions of the roes were 60.02-82.85% moisture, 14.61-29.21% protein, 1.24-14.59% lipid and 0.88-1.78% ash. The major total amino acids in the roes were glutamic acid, leucine, aspartic acid, lysine, and alanine. The major fatty acids were 22:6n-3 (docosahexenoic acid, 9.37-32.68%), 16:0 (5.96-21.39%), 18:1n-9 (12.64-25.30%), and 20:5n-3 (eicosapentaenoic acid, 3.79-16.99%). The mean major-mineral levels were phosphorus (291.63 mg/100 g edible portion), potassium (271.00 mg), sodium (175.86 mg), calcium (24.02 mg), and magnesium (22.15 mg). The mean trace-mineral levels were zinc (7.75 mg), iron (3.68 mg), and copper (0.81 mg). The results suggest that these fish roes are good sources of proteins, amino acids, n-3 fatty acids and minerals.

Keywords: Fish roe, Mineral, N-3 fatty acid, Proximate composition, Total amino acid

### 서론

생선알 즉, 어란은 식품영양학적으로 고단백식품인 동시에 필수아미노산의 조성이 우수하고 생체조절 기능성 지질성분인 20:5n-3 (eicosapentaenoic acid, EPA), 22:6n-3 (docosahexaenoic acid, DHA) 등 n-3 고도불포화지방산(polyunsaturated fatty acid, PUFA)도 풍부하게 함유되어 있어 기능성과 영양가가 높은 수산식품으로 잘 알려져 있다(Tocher and Sargent, 1984; Iwasaki and Harada, 1985; Simopoulos, 1991; Heu et al., 2006; Kim et al., 2020). 우리나라에서는 어란 자체를 조미 가공한 명란알젓과 염장가공한 염진송어알로 섭취하거나, 까나리, 도루묵, 뚝지, 미거지 등과 같은 어류는 어란의 식감과 맛을 동시에 즐기기 위해 어체 통째로 구이, 조림, 찌개, 탕과 같은 다양한 조리법을 이용하여 섭취하고 있다. 이러한 어란은 우리나라를 비롯하여 세계각지에서 우수한 수산식품자원으로 이용되고 있다(Shirai et al., 2006; Suhendan and Sabahat, 2008).

국립수산과학원에서 발간한 표준수산물성분표 2018 (NIFS,

2018)에 어란의 식품성분 중 일반성분이 수록된 것은 달고기 알 외 2종(어류 252종의 약 1.2%), 아미노산조성은 가다랑어 알 외 13종(어류 136종의 약 10.3%), 지방산조성은 해산어인 기름가자미알 외 3종, 담수어인 떡붕어알 외 3종(어류 181종의 약 4.4%)에 불과하다. 또한 한국영양학회에서 발간한 식품영양소함량자료집(KNS, 2009)에는 일반성분은 날치알 외 8종(어류 227종의 약 3.5%), 아미노산조성은 명란을 포함한 3종(어류 112종의 약 2.7%), 지방산조성은 명란 및 청어알 2종(어류 76종의 약 2.6%)만이 수록되어 있다. 어란에 대한 체계적인 연구는 송어알(Joh et al., 1988; Joe et al., 1989)에 대한 연구가 있으나 어류의 가식부(육질)에 대한 식품성분분석에 비해 어란에 대한 연구는 매우 제한적이다. 외국의 경우 어란을 주로 염장가공하여 식용하고 있어 생어란에 대한 연구는 거의 없고 철갑상어알을 가공 처리한 캐비아, 연어알을 가공한 레드캐비아, 염장 송어알 등에 대한 일반성분, 아미노산 조성 및 지방산 조성에 대한 연구(Suhendan and Sabahat, 2008)가 알려져 있다. 또한 염장된 연어알, 명란, 날치알 및 청어알에 대한 지질 class 및 지방

\*Corresponding author: Tel: +82. 55. 772. 1436 Fax: +82. 55. 772. 1440

E-mail address: skmoon@gnu.ac.kr



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.

<https://doi.org/10.5657/KFAS.2021.0825>

Korean J Fish Aquat Sci 54(6), 825-834, December 2021

Received 12 October 2021; Revised 8 November 2021; Accepted 12 November 2021

저자 직위: 김인수(교수), 박혜진(교수), 정보영(명예교수), 문수경(교수)

산조성에 대한 보고가 있다(Shirai et al., 2006).

우리나라는 어류의 종류에 따라 금어기가 명확하게 규정되어 있지만 어획시기에 따라 어란을 가진 어류가 종종 시중에 판매되고 있다. 어류는 보통 가식부(식품폐기율 약 40-55%)인 육질 부분만 섭취하므로 어체 전처리 시 두부, 뼈, 지느러미, 껍질, 알 등은 대부분 제거되고 있다. 특히 이들 전처리부산물 중 어란은 어체 중량의 상당량을 차지(약 1.5-30%)하고 있음에도 불구하고 효율적으로 이용되지 못하고 대부분 폐기되고 있는 실정이다. 일반적으로 선어와 냉동어제품의 시판 형태는 소비자들이 간편하게 해동한 후 바로 조리가 가능하도록 내장과 어란을 모두 제거한 상태로 포장, 판매되고 있다. 또한 최근 1인가구의 증가는 간편식 수요의 증가로 이어져 수산물 HMR (home meal replacement, 가정간편식)인 완전조리된 생선구이제품은 현대 소비자들의 소비성향에 최적화된 간편하고 각광받고 있으며 이와 관련된 제품들 다량 생산판매되고 있다. 그러나 수산물 HMR제품들 대부분이 생선필렛에 소스를 발라 구운 형태로 판매되고 있으며 어란은 내장과 함께 전처리과정에서 모두 폐기되고 있어 다른 식품에 비해 어류의 식품폐기율이 높은 편이다.

최근 국내 식품 유통망의 발달로 산지에서 어획된 생선은 선어상태로 유통이 가능해 전국 어디서나 신선한 상태의 생선을 구입할 수 있다. 본 연구에서는 소비자들이 재래시장이나 슈퍼마켓에서 손쉽게 구입 가능한 8종의 제철 어류의 어란을 시료로 하였는데 이들 어류의 국내 생산량을 보면 다음과 같다. 즉 일반해면어업 중 까나리의 생산량은 13,196 M/T (metric ton) 대구 5,507 M/T, 도루묵 5,114 M/T, 불볼락은 기타볼락류로 분류되어 2,062 M/T, 그리고 총겨리가자미는 가자미류로 분류되어 16,353 M/T이었으나, 이들 어류는 멸치(216,748 M/T), 고등어(77,401 M/T) 및 갈치(65,719 M/T)에 비해 생산량은 적은 편이지만 국내유통망을 통해 제철에 맞출 수 있는 일반적인 어종들이다. 또한 천해양식어업의 생산량 통계에 의하면 넙치는 43,800 M/T, 농어는 843 M/T 그리고 송어는 9,278 M/T으로 넙치는 양식생산량 1위, 송어는 3위였으나 농어는 생산량이 적은 편이다(KOSIS, 2021). 본 연구에 사용된 어란은 제철에 다량 어획되고 시중에 유통되는 어류를 전처리하는 과정에 내장과 함께 폐기되는 것으로 이들 어류의 생산량은 통계자료로 대략적인 생산량은 알 수 있지만 어란은 명란처럼 가공하여 다량 소비하는 형태가 아니므로 구체적인 통계 자료는 없다.

따라서 본 연구는 우리나라 국민들이 다양한 조리법을 이용해 즐겨 먹고 있지만 아직 식품성분에 대한 연구가 미진한 어란을 대상으로 일반성분, 총아미노산, n-3 지방산 및 무기질 등 식품영양성분을 분석하여 소비자들에게 유용한 식품정보를 제공하고자 하였다.

## 재료 및 방법

### 재료

본 연구에 사용된 까나리(*Ammodytes personatus*, 2019.12, 속초산), 대구(*Gadus microcephalus*, 2020.12, 울산 방어진산), 도루묵(*Arctoscopus japonicus*, 2019.12, 동해안산), 불볼락(*Sebastes thompsoni*, 2020.3, 제주산) 및 총겨리가자미(*Pleuronectes punctatissimus*, 2020.3, 울산 방어진산)의 어란은 자연산으로 시중 대형슈퍼마켓(Jinju, Korea)에서 어란을 가진 어체를 구입하였으며 냉장된 상태로 실험실로 운반한 후 어체를 먼저 수도수로 세척하고 물기를 제거한 후 복부를 절개하였으며 내장에서 분리한 어란을 채취하여 시료로 사용하였다. 까나리알의 어체중량에 대한 비율은 17.92%, 대구알은 39.03%, 도루묵알은 26.85%, 불볼락알은 5.51%, 총겨리가자미알은 14.93%에 달하였다. 넙치알(*Paralichthys olivaceus*), 농어알(*Lateolabrax japonicus*) 및 송어알(*Mugil cephalus*)은 양식산으로 2019년11월 삼천포 어시장에서 횡감으로 사용되고 폐기되는 어란을 제공받아 냉장된 상태로 실험실로 운반한 후 시료로 사용하였다. 채취한 8종 어란은 speed cutter (NFM-8860; NUC Co. Ltd., Daegu, Korea)로 마쇄하여 일부는 즉시 분석에 사용하고, 나머지는 -70°C의 냉동고(WUF-500; DAIHAN Scientific Co. Ltd., Wonju, Korea)에 저장해 두고 분석에 사용하였다. 일반성분, 무기질 조성은 시료당 3회 분석하였으며 지방산은 각 시료당 4회 분석한 결과를 평균치와 표준편차로 나타내었고 총아미노산 함량은 2회 분석의 평균치로 나타내었다.

### 일반성분 조성 분석

수분은 상압가열건조법으로, 단백질은 semimicro Kjeldhal 법으로, 회분은 건식회화법으로 각각 측정하였다. 총지질(total lipid, TL)은 Bligh and Dyer (1959)법으로 추출하여 중량법으로 측정하였다.

### 총아미노산 함량 분석

총아미노산은 잘 마쇄된 시료 100 mg을 test tube에 정확히 취한 후, 6 N HCl 3 mL를 가하여 질소를 충전시킨 후 heating block을 사용하여 110°C에서 24시간 동안 가수분해시켰다. 가수분해된 용액은 glass filter로 여과하고 진공증발기(SB-1000; EYELA, Tokyo, Japan)에서 HCl을 완전히 제거한 후 citrate buffer를 이용하여 25 mL로 정용하였다. 정용된 시료는 Biochrom 30+ amino acid analyzer (Biochrom Ltd., Cambridge, UK)에 의하여 총아미노산 함량을 분석하였다.

### 지방산조성 분석

지방산조성은 일정량의 TL을 사용하여 AOCS (1998)법으로 메칠에스테르 유도체를 만든 다음 GC-2010 Plus (Shimadzu Seisakusho Co. Ltd., Kyoto, Japan)로 분석하였다. 즉, TL의 지방산 메칠에스테르는 14% BF<sub>3</sub>-Methanol 용액을 이용하여 조제하였다. TL의 지방산 조성은 Omegawax 320 fused silica capillary column (30 m×0.32 mm×0.25 µm film thickness, Supelco Inc., Bellefonte, PA, USA)을 장착한 gas chromato-

graph (GC-2010 Plus; Shimadzu Seisakusho Co. Ltd.)로 분석하였다. 시료 주입구(injector) 및 FI (flame ionization) 검출기(detector) 온도는 250°C로 하였으며, 컬럼오븐(column oven) 온도는 180°C에서 8분간 유지한 후 3°C/min으로 230°C까지 승온 시킨 다음 15분간 유지하였다. Carrier gas는 He (54.0 mL/min)을 사용하고, split ratio는 1.50으로 하였다. 분석된 지방산은 시료의 경우와 동일한 조건에서 분석한 표준품(Supelco 37 Component FAME Mix.; Sigma-Aldrich Korea, Seoul, Korea)의 머무름시간(retention time)과 비교하여 동정하고, 표준품이 없는 지방산의 경우는 문헌상(Ackman, 1986; Moon et al., 2005)의 ECL (equivalent chain length)과 비교하여 동정하였다. 내부 표준품으로는 methyl tricosanoate (99%; Sigma-Aldrich Korea)를 사용하였다.

### 무기질 함량 분석

무기질 함량은 시료 약 1 g을 칭량하여 500 mL용 킬달플라스크에 취하고 HNO<sub>3</sub> 10 mL을 첨가한 후 가열한다. 처음에는 저온에서 가열하다가 점점 온도를 높이면서 가열하고 분해정도에 따라 HNO<sub>3</sub>를 첨가하면서 건조될때까지 계속 가열한다. 완전히 건조된 시료에 50% HNO<sub>3</sub> 5-10 mL와 70% HClO<sub>4</sub> 10 mL 첨가하여 무색이 될 때까지 가열분해 시킨다. 완전하게 분해되면 50% HCl 10 mL 첨가하고 동량의 증류수로 용해시킨 후 100 mL로 정용한 다음 일정량을 ICP spectro-photometer (OPTIMA 4300DV; Perkin Elmer Co., Shelton, CT, USA)로 분석하였다.

### 통계분석

실험결과는 SPSS 12.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA) 프로그램을 이용하여 평균±표준편차(mean±SD)로 산출하였으며, 통계적 유의성 검정은 일원배치 분산분석(one-way analysis of variance)을 하여 P<0.05의 유의수준에서 Duncan's multiple range tests를 시행하였다.

## 결과 및 고찰

### 일반성분 조성

어란의 일반성분 조성은 Table 1과 같다. 어란의 일반성분 조

성은 수분 60.02-82.85%, 단백질 14.61-29.21%, 지질 1.24-14.59% 및 회분 0.88-1.78%의 범위로 비교적 폭넓은 분포를 나타냈다. 자연산 5종 어란의 수분함량은 도루묵알이 80.04%로 가장 높았으며 까나리알이 60.87%로 가장 낮았고 양식산 3종 어란의 수분함량은 넙치알이 82.85%로 가장 높았으며 송어알이 60.02%로 가장 낮았다. 특히 본 연구에서 수분함량이 높은 도루묵알(80.04%)과 넙치알(82.85%)은 뚝지알(83.25%) 및 미거지알(81.53%)의 경우와 유사하였으며(Kim et al., 2020), 상어류알(50.0%), 연어알(53.0%) 및 송어알(23.0%)에 비하여 약 30-60% 이상 높아 많은 차이를 보였고, 수분함량이 비교적 높은 날치알(75.6%), 대구알(69.6%), 명태알(73.5%) 및 청어알(76.0%) 보다도 높아(KNS, 2009) 다른 어란에 비해 수분함량이 높은 편이었다. 그러나 본 연구에서 송어알(60.02%), 까나리알(60.87%), 층거리가자미알(63.53%) 및 농어알(63.53%)은 수분함량이 낮은 편이었다.

어란의 단백질함량은 층거리가자미알이 29.21%로 가장 높았고 다음으로 까나리알(25.01%), 대구알(23.54%), 농어알(20.83%) 및 송어알(20.61%) 순으로 낮았으며 도루묵알(14.61%), 볼볼락알(14.69%) 및 넙치알(14.73%)은 더 낮은 함량을 나타내었다. 지금까지 우리나라에서 분석된 어란의 단백질함량(KNS, 2009)은 송어알(40.0%), 명태알(22.4%), 돛발상어알(25.0%), 상어알(25.0%), 청어알(19.6%) 및 날치알(10.2%)로 이들 중 가장 높은 단백질함량을 가진 송어(40.0%)를 제외하고는 본 연구의 층거리가자미알(29.21%)이 가장 높은 단백질함량을 나타내었다. 252종 어류 가식부의 평균 단백질함량이 19.10±3.94% (NIFS, 2018)로 본 연구에서 층거리가자미알, 까나리알, 대구알, 농어알 및 송어알은 20% 이상의 함량을 나타내어 어란도 어류 이상으로 고단백 수산식품자원으로 이용가치가 높을 것으로 기대된다.

어란의 지질함량은 어종에 따라 편차가 심하여 송어알이 14.59%로 어란 중에서 가장 높고 넙치알(1.24%)이 가장 낮은 지질함량을 나타내어 양자간에 약 12배의 차이를 나타내었다. 일반적으로 산란기의 어란은 어류근육보다 지질함량이 높은 경향을 나타낸다(Jeong et al., 2000, 2002; Kim et al., 2020). 이러한 현상은 어류의 근육지질이 산란기가 되면 생식소의 발달을 위해 소모되어 지질함량은 감소되고 이와는 반대로 근육의 수분함량은 증가하는 경향을 보인다(Jeong et al., 1998, 1999a).

Table 1. Proximate compositions of fish roes of eight species

	Sand lance (Gga-na-ri)	Pacific cod (Dae-gu)	Sailfin sandfish (Do-ru-mug)	Goldeye rockfish (Bul-bol-nag)	Sand flounder (Cheung-goe -ri-ga-ja-mi)	Bastart hailbut (Neob-chi)	Sea perch (Nong-eo)	Gray mullet (Sung-eo)
Moisture	60.87±0.04 <sup>a</sup>	70.43±0.07 <sup>c</sup>	80.04±0.30 <sup>de</sup>	75.93±0.15 <sup>d</sup>	63.53±0.09 <sup>bc</sup>	82.85±0.02 <sup>e</sup>	63.53±0.11 <sup>ab</sup>	60.02±0.19 <sup>a</sup>
Protein	25.01±0.25 <sup>d</sup>	23.54±0.59 <sup>c</sup>	14.61±0.20 <sup>a</sup>	14.69±0.27 <sup>a</sup>	29.21±0.55 <sup>e</sup>	14.73±0.18 <sup>a</sup>	20.83±0.31 <sup>b</sup>	20.61±0.56 <sup>b</sup>
Lipid	8.30±0.42 <sup>d</sup>	3.56±0.21 <sup>b</sup>	3.52±0.15 <sup>b</sup>	8.21±0.15 <sup>d</sup>	5.32±0.01 <sup>c</sup>	1.24±0.16 <sup>a</sup>	12.41±0.29 <sup>e</sup>	14.59±0.63 <sup>f</sup>
Ash	1.53±0.03 <sup>d</sup>	1.37±0.01 <sup>c</sup>	0.88±0.01 <sup>a</sup>	1.32±0.01 <sup>b</sup>	1.62±0.01 <sup>f</sup>	1.78±0.02 <sup>h</sup>	1.67±0.02 <sup>g</sup>	1.57±0.02 <sup>e</sup>

Means with different superscripts in the same column in each fish roe are significantly different at P<0.05 Duncan's multiple range test.

또한 어란의 지질함량에 대한 보고(KNS, 2009)에 의하면 상어류알(22.7-23.5%), 송어알(26.0%) 및 연어알(25.0%)은 비교적 높은 지질함량을 보이고 있고, 날치알(2.2%), 청어알(2.4%) 및 명태알(1.5%)은 지질함량이 비교적 낮은 어란으로 보고되어 있다. 그리고 미거지알(1.97%; Kim et al., 2020) 및 달고기알(1.6%; NIFS, 2018)도 지질함량이 낮은 어란으로 본 연구의 넙치알(1.24%)과 유사한 지질 함량을 보였다. Heu et al. (2006)의 연구에 따르면 3종 어란(명란, 가다랑어알 및 황다랑어알)의 지질함량도 1.6-2.0%로 대체적으로 단백질에 비해 지질함량이 낮은 경향을 나타내었다. 표준수산물성분표 2018 (NIFS, 2018)에서 어류 252종의 평균 지질함량은  $2.45 \pm 3.10\%$ 였으나 본 연구에서 넙치알(1.24%)을 제외한 7종 어란은 지질함량이 3.52-14.59%의 범위로 높아 어류의 지질과 마찬가지로 어란도 우수한 수산지질급원으로서의 이용이 가능할 것으로 생각된다. 한편 어란의 회분함량은 도루묵알이 0.88%로 가장 낮았으며 도루묵알을 제외한 7종의 평균 회분함량은  $1.55 \pm 0.15\%$ 을 나타내었다.

### 총아미노산함량

어란의 총아미노산함량은 Table 2와 같다. 어란의 총아미노산함량은 11.13-25.01 g/100 g의 범위로 나타났으며, 총거리가자미알(28.11 g/100 g)이 가장 높았고, 넙치알이 11.13 g/100 g

로 가장 낮았다. 표준수산물성분표 2018 (NIFS, 2018)에서 14종 어란의 총아미노산 평균 함량은  $19.97 \pm 4.38$  g/100 g으로 가장 높은 함량을 나타낸 가다랑어알 25.0 g/100 g보다도 본 연구의 총거리가자미알이 3% 정도 더 높았다. 또한 총아미노산함량이 가장 낮은 넙치알 11.13 g/100 g은 뚝지알(11.30 g/100 g) 및 미거지알(13.81 g/100 g)과 비슷한 수준의 함량을 나타내었다(Kim et al., 2020).

어란의 주요 아미노산은 glutamic acid, leucine, aspartic acid, lysine 및 alanine으로 이들 5종 아미노산이 전체 아미노산의 39.89-63.04%의 범위를 차지하였으며, 평균조성비는  $47.92 \pm 6.69\%$ 였다. 이들 5종의 주요 아미노산조성비는 도루묵알(39.89%)이 가장 낮았고 송어알(63.04%)이 가장 높았다. 표준수산물성분표 2018 (NIFS, 2018)에 의하면 glutamic acid, leucine, aspartic acid, lysine 및 alanine 등 5종이 주요 아미노산으로 거의 대부분의 어란에서 공통적으로 함량이 높은 것을 알 수 있다. 명란, 가다랑어알 및 황다랑어알의 경우는 주요 아미노산이 공통적으로 glutamic acid, aspartic acid 및 lysine으로 유사하였으며 그 외 leucine, alanine의 함량이 높은 편이었다(Heu et al., 2006). 또한 캐비어, 연어알 및 송어알의 경우도 주요 아미노산은 lysine, glutamic acid 및 aspartic acid으로 공통적으로 함량이 높은 아미노산이었으며 그 외 valine 및 me-

Table 2. Total amino acid compositions of fish roes of eight species

(g/100 g)

Amino acid	Sand lance (Gga-na-ri)	Pacific cod (Dae-gu)	Saifin sand- fish (Do-ru-mug)	Goldeye rockfish (Bul-bol-nag)	Sand flounder (Cheung-goe-ri -ga-ja-mi)	Bastart hailbut (Neob-chi)	Sea perch (Nong-eo)	Gray mullet (Sung-eo)
Isoleucine	1.36±0.01	1.20±0.10	0.71±0.00	0.83±0.04	1.62±0.04	0.48±0.01	1.02±0.04	0.95±0.02
Leucine	2.07±0.00	2.06±0.13	1.18±0.01	1.29±0.09	2.91±0.07	0.88±0.01	1.68±0.08	1.62±0.01
Lysine	2.10±0.03	1.75±0.09	0.63±0.06	1.08±0.05	2.20±0.05	1.01±0.01	1.51±0.06	1.41±0.01
Methionine	0.77±0.01	0.51±0.07	0.23±0.01	0.27±0.11	0.60±0.01	0.25±0.02	0.41±0.04	0.48±0.01
Phenylalanine	1.47±0.03	1.09±0.03	0.75±0.06	0.73±0.04	1.18±0.04	0.55±0.03	0.93±0.03	0.89±0.02
Threonine	1.40±0.00	1.10±0.05	0.75±0.01	0.77±0.04	1.44±0.03	0.57±0.05	0.95±0.04	0.88±0.00
Valine	1.45±0.03	1.28±0.08	0.76±0.02	0.80±0.03	1.64±0.04	0.61±0.02	1.07±0.03	1.07±0.01
Histidine	0.68±0.00	0.55±0.05	0.41±0.04	0.36±0.02	0.60±0.01	0.35±0.00	0.52±0.03	0.25±0.28
Arginine	1.44±0.01	1.13±0.09	0.84±0.02	0.81±0.05	1.37±0.02	0.84±0.00	1.13±0.04	1.23±0.01
Sub-total	12.74	10.68	6.27	6.94	13.56	5.55	9.20	8.79
Tyrosine	1.02±0.01	0.95±0.05	0.66±0.02	0.54±0.02	1.20±0.04	0.36±0.02	0.75±0.02	0.70±0.01
Glycine	0.79±0.00	0.74±0.04	1.14±0.08	0.45±0.03	1.01±0.02	0.73±0.01	0.67±0.01	0.67±0.01
Proline	1.68±0.06	1.96±0.04	0.78±0.11	0.58±0.05	1.86±0.02	0.74±0.12	1.34±0.08	1.24±0.11
Alanine	1.75±0.02	1.68±0.08	0.93±0.03	1.11±0.06	2.24±0.04	0.35±0.45	1.37±0.06	1.48±0.03
Aspartic acid	2.04±0.01	1.84±0.10	1.15±0.00	1.06±0.06	2.32±0.05	1.10±0.05	1.52±0.07	1.43±0.00
Glutamic acid	3.32±0.02	3.23±0.14	1.55±0.02	1.76±0.10	4.16±0.09	1.69±0.03	2.54±0.12	2.44±0.00
Serine	1.67±0.02	1.38±0.05	1.16±0.04	0.86±0.05	1.75±0.04	0.61±0.06	1.14±0.07	1.09±0.01
Sub-total	12.27	11.78	7.35	6.37	14.55	5.58	9.32	9.05
Total	25.00	22.47	13.62	13.31	28.11	11.13	18.52	17.84

thionine이 주요 아미노산 중의 하나였다(Suhendan and Sabahat, 2008). 그러나 미거지알(Kim et al., 2020)의 주요 아미노산은 glutamic acid, aspartic acid, leucine, serine 및 arginine으로 전체 아미노산의 44.50%를 차지하였으며 본 연구의 어란 주요아미노산 조성 중 lysine 및 alanine 대신 serine 및 arginine이 차지하는 비율이 높아 본 연구의 결과와 다소 차이가 있었다. 명란(Park et al., 2019)의 필수아미노산은 총아미노산의 36.3-42.7%로 본 연구의 어란에 비해 낮았으나 푼지알(50.5%) 및 미거지알(47.7%)의 경우(Kim et al., 2020)는 본 연구의 어란과 유사하였다.

완전단백질은 필수아미노산의 종류와 양이 충분하게 함유되어 있는 단백질을 말하며 식품단백질은 아미노산의 구성에 따라 다르게 분류되는데 대표적인 급원식품으로 동물성 육류, 생선, 달걀, 우유 및 유제품 등이 포함된다. 필수아미노산이 풍부한 단백질 식품은 인체의 정상적인 성장과 영양적, 생리적 기능유지를 돕는다(Rand et al., 2003). Kweon and Oh (2019)에 따르면 우리나라 국민의 식품군별 단백질 섭취율은 육류 29.7%, 어패류 13.6%로 동물성 식품의 섭취가 단백질 섭취에서 높은 비율을 차지하고 있다. 본 연구에서 어란의 총아미노산 중 필수아미노산 비율(46.0-52.13%)이 비필수아미노산(47.87-54.0%)과 거의 같은 조성을 나타내었다. 명란(Park et al., 2019)의 필수아미노산은 총아미노산의 36.3-42.7%로 본 연구의 어란에 비해 낮았으나, 푼지알(50.5%) 및 미거지알(47.7%)의 경우(Kim et al., 2020)는 본 연구의 어란과 유사하였다. 우리나라 국민의 필수아미노산 주요급원 식품으로는 1위 백미, 2위 돼지고기, 3위 닭고기, 4위 쇠고기, 5위 달걀 및 6위 우유가 차지하였다(NIAS, 2019). 이들 6종 식품의 필수아미노산 함량과 본 연구에서 어란의 필수아미노산 함량을 비교해 보면 어란의 필수아미노산 평균함량(mg/100 g)이 6종 식품의 필수아미노산의 평균함량보다 모두 더 높았다. 즉 leucine은 본 연구의 어란이  $1711.3 \pm 637.5$  mg/100 g, 6종 식품이  $1128.5 \pm 517.6$  mg/100 g, lysine은 본 연구의 어란이  $1462.1 \pm 544.9$  mg/100 g, 6종 식품이  $1080.5 \pm 704.8$  mg/100 g으로 본 연구의 어란에서 더 높았고, 이들 이외의 모든 필수아미노산에서도 본 연구의 8종 어란이 6종 식품에 비해 더 많은 함량을 나타내었다. 그러므로 어란은 필수아미노산의 우수한 급원식품으로 이용가능하며 어란의 영양적 가치가 우리나라 국민의 필수아미노산 주요급원 식품 6종보다 더 높기 평가되어야 할 것으로 생각된다.

### 지방산조성

어란의 지방산조성은 Table 3과 같다. 어란의 지방산은 일반적인 어류근육 지방산과 마찬가지로 14:0부터 22:6n-3까지 다양한 지방산들이 동정되었다. 이들 어란에서 지방산 조성비가 높은 지방산은 DHA (9.37-32.68%), 16:0 (5.96-21.39%), 18:1n-9 (12.64-25.30%) 및 EPA (3.79-16.99%)이었으며, 이들 4종 지방산 조성비의 합이 44.41-75.05%의 범위를 나타내

었다. 어란 중 지방산 조성비 패턴이 상이한 송어알을 제외한 7종 어란의 주요 지방산 평균 조성비는 DHA ( $25.60 \pm 4.64\%$ ), 16:0 ( $18.28 \pm 2.58\%$ ), 18:1n-9 ( $14.10 \pm 2.14\%$ ) 그리고 EPA ( $11.23 \pm 4.28\%$ )였다. 자연산 5종 어란 중 이들 4종의 주요 지방산 조성비의 합은 도루묵알이 75.05%로 가장 높았고 다음으로 층거리가자미알 73.61%, 대구알 72.65% 순이었다. 양식산 3종 어란은 자연산에 비해 주요 지방산 조성비가 44.41-62.39% 범위로 대체로 낮은 경향을 나타내었다. 일반적으로 어류의 지질함량 및 지방산 조성은 어종간의 차이가 가장 크며 다양한 생물학적, 물리학적, 화학적인 요인에 따라 다르다(Stansby, 1986; Tasbozan and Gokce, 2017). 특히 자연산과 양식산 어류의 지질함량과 지방산 조성의 차이는 어류의 먹이가 크게 영향을 미친다고 알려져 있다(Kayama et al., 1989; Jeong et al., 1999a, 1999b, 2000). 최근 저자들이 보고(Kim et al., 2020)한 푼지알의 지방산 조성비는 DHA, 18:1n-9, EPA 및 16:0이 전체 지방산의 72.36%를 차지하였으며, 미거지알은 EPA, DHA, 16:0 및 18:1n-9이 주요 지방산으로 이들 4종의 합이 72.99%를 차지하여, 본 연구의 송어알을 제외한 7종 어란의 주요 지방산 4종과 종류는 동일하였으나 조성비는 다소 차이가 있었다. 이러한 결과는 표준수산물성분표 2018 (NIFS, 2018)에서 해산어 및 담수어 어란의 주요 지방산이 16:0, 18:1, EPA 및 DHA였다는 결과와 동일하였다. 본 연구에서 8종 어란의 주요 지방산 중 가장 높은 조성비를 나타낸 지방산은 DHA로 층거리가자미알 32.68% 및 대구알 30.16%로 전체 지방산 조성비의 30% 이상을 차지하였으며, 도루묵알(27.42%), 불볼락알(23.84%), 까나리알(23.59%), 농어알(21.38%) 및 넙치알(20.12%) 순으로 송어알을 제외하고는 시험된 모든 종류의 어란에서 20% 이상의 조성비를 나타내었다. 한편 해산어인 덕대알 DHA 조성비는 20.5%, 청어알 20.1%, 참조기알 18.3% 및 대구알 18.0%로, 담수어인 떡붕어알(10.2%), 붕어알(16.1%), 블루길알(12.4%) 및 잉어알(10.6%)에 비해 DHA의 조성비가 대체로 높은 경향을 보였다(NIFS, 2018). 특히 이들 담수어의 DHA 조성비는 본 연구에서 수행한 해산어알의 평균 DHA 조성비( $25.60 \pm 4.46\%$ , 송어알 제외)의 1/2에 불과하였다. 한편 본 연구에서 대표적인 기능성지질성분인 n-3 지방산 EPA+DHA의 조성비는 도루묵알이 44.41%로 가장 높았으며 다음으로 층거리가자미알 42.11%, 대구알 41.87% 순이었다. 표준수산물성분표 2018 (NIFS, 2018)에서 해산어인 대구알은 42.0%, 청어알 32.1% 및 덕대알 31.6%인데 반하여 담수어는 붕어알 23.0%, 블루길알 21.2%, 잉어알 15.9% 및 떡붕어알 15.4%로 해산어에 비해 역시 낮은 EPA+DHA 조성비를 나타내었다. 본 연구의 EPA+DHA 조성비(송어알 제외)도 담수어에 비해 2배 이상 높았다. Kim et al. (2020)이 보고한 푼지알은 n-3 PUFA중 EPA+DHA의 조성비가 37.87%, 미거지알이 44.92%로 특히 미거지알이 현재까지 분석된 우리나라 어란중에 가장 높은 EPA+DHA 조성비를 나타내었다. 또한 본 연구에

Table 3. Fatty acid compositions of fish roes of eight species

(wt%)

Fatty acid	Sand lance (Gga-na-ri)	Pacific cod (Dae-gu)	Sailfin sandfish (Do-ru-mug)	Goldeye rockfish (Bul-bol-nag)	Sand flounder (Cheung-goe-ri -ga-ja-mi)	Bastard hailbut (Neob-chi)	Sea perch (Nong-eo)	Gray mullet (Sung-eo)
14:0	2.63±0.07 <sup>d</sup>	1.21±0.05 <sup>b</sup>	1.03±0.00 <sup>a</sup>	2.87±0.04 <sup>e</sup>	1.87±0.05 <sup>c</sup>	1.80±0.04 <sup>c</sup>	4.08±0.14 <sup>e</sup>	1.26±0.03 <sup>b</sup>
15:0	0.43±0.01	0.35±0.01	0.37±0.00	0.56±0.00	0.31±0.01	0.45±0.01	0.28±0.01	-
16:0 DMA <sup>3</sup>	<sup>1</sup> -	-	-	-	-	2.25±0.08	-	0.10±0.06
16:0	19.96±0.23 <sup>f</sup>	17.10±0.32 <sup>d</sup>	16.22±0.12 <sup>c</sup>	18.49±0.01 <sup>e</sup>	20.59±0.30 <sup>g</sup>	21.39±0.54 <sup>h</sup>	14.22±0.38 <sup>b</sup>	5.96±0.05 <sup>a</sup>
17:0	0.40±0.06	0.39±0.02	0.56±0.00	0.57±0.00	0.41±0.01	0.57±0.01	0.32±0.01	0.02±0.05
17:0 iso	0.32±0.00	0.30±0.01	0.33±0.01	0.32±0.00	0.30±0.01	0.40±0.03	0.17±0.01	0.05±0.06
18:0 DMA	<sup>2</sup> tr	-	-	-	-	0.40±0.02	-	-
18:0	1.93±0.01 <sup>b</sup>	1.98±0.02 <sup>b</sup>	2.57±0.01 <sup>c</sup>	3.63±0.02 <sup>f</sup>	3.02±0.03 <sup>e</sup>	5.30±0.05 <sup>g</sup>	2.96±0.08 <sup>d</sup>	1.71±0.03 <sup>a</sup>
20:00	-	-	-	-	-	-	-	0.03±0.07
22:00	-	-	-	-	-	-	-	0.53±0.63
∑Saturates	25.66	21.33	21.08	26.43	26.51	32.55	22.04	9.66
14:1n-5	0.16±0.00	tr	0.09±0.00	0.15±0.00	-	-	0.13±0.00	0.12±0.00
16:1n-9	tr	1.19±0.03	-	tr	0.90±0.23	tr	-	-
16:1n-7	7.46±0.11 <sup>c</sup>	3.89±0.11 <sup>a</sup>	3.79±0.03 <sup>a</sup>	5.79±0.04 <sup>c</sup>	3.33±0.05 <sup>a</sup>	4.85±0.55 <sup>b</sup>	9.76±0.27 <sup>d</sup>	18.56±0.87 <sup>e</sup>
16:1n-5	0.25±0.00 <sup>f</sup>	0.17±0.01 <sup>c</sup>	0.13±0.00 <sup>a</sup>	0.21±0.00 <sup>e</sup>	0.15±0.00 <sup>b</sup>	0.19±0.01 <sup>d</sup>	0.20±0.01 <sup>e</sup>	0.18±0.00 <sup>d</sup>
17:1n-7	0.53±0.01 <sup>f</sup>	0.53±0.02 <sup>f</sup>	0.44±0.00 <sup>d</sup>	0.60±0.03 <sup>g</sup>	0.41±0.01 <sup>c</sup>	0.47±0.00 <sup>e</sup>	0.28±0.01 <sup>a</sup>	0.36±0.01 <sup>b</sup>
18:1 DMA	tr	-	-	-	-	1.22±0.06	-	-
18:1n-9	13.44±0.10 <sup>c</sup>	13.67±0.16 <sup>c</sup>	14.42±0.07 <sup>d</sup>	16.73±0.13 <sup>e</sup>	10.90±0.13 <sup>a</sup>	16.86±0.14 <sup>e</sup>	12.64±0.28 <sup>b</sup>	25.30±1.23 <sup>f</sup>
18:1n-7	3.10±0.04 <sup>b</sup>	4.73±0.06 <sup>f</sup>	4.85±0.02 <sup>g</sup>	3.24±0.03 <sup>c</sup>	2.47±0.04 <sup>a</sup>	3.43±0.04 <sup>d</sup>	3.62±0.08 <sup>e</sup>	5.53±0.21 <sup>h</sup>
18:1n-5	0.37±0.00	0.26±0.01	0.33±0.00	0.20±0.01	0.16±0.00	tr	0.14±0.00	0.14±0.00
20:1n-11	0.47±0.02 <sup>e</sup>	0.26±0.00 <sup>b</sup>	0.28±0.00 <sup>c</sup>	0.50±0.02 <sup>f</sup>	0.18±0.00 <sup>a</sup>	0.32±0.01 <sup>d</sup>	0.19±0.01 <sup>a</sup>	0.54±0.04 <sup>g</sup>
20:1n-9	1.35±0.02 <sup>e</sup>	1.71±0.02 <sup>g</sup>	0.79±0.00 <sup>b</sup>	1.89±0.04 <sup>h</sup>	1.48±0.01 <sup>f</sup>	1.24±0.03 <sup>d</sup>	1.03±0.03 <sup>c</sup>	0.60±0.05 <sup>a</sup>
20:1n-7	0.11±0.00	0.13±0.01	0.14±0.00	0.14±0.01	tr	tr	0.12±0.03	0.21±0.02
22:1n-11	0.74±0.02 <sup>ab</sup>	0.19±0.01 <sup>a</sup>	0.12±0.00 <sup>a</sup>	0.79±0.08 <sup>ab</sup>	0.20±0.01 <sup>a</sup>	0.40±0.02 <sup>ab</sup>	0.79±0.36 <sup>ab</sup>	0.94±1.10 <sup>b</sup>
22:1n-9	0.16±0.00	tr	-	0.21±0.02	tr	0.17±0.01	-	1.29±0.85
∑Monoenes	28.16	26.73	25.36	30.44	20.19	29.15	28.92	53.77
16:2n-4	0.70±0.12 <sup>c</sup>	0.88±0.06 <sup>d</sup>	0.51±0.02 <sup>b</sup>	0.48±0.00 <sup>b</sup>	0.69±0.02 <sup>c</sup>	1.10±0.06 <sup>e</sup>	0.69±0.22 <sup>c</sup>	0.14±0.01 <sup>a</sup>
17:2n-8	0.24±0.00	0.15±0.01	0.24±0.00	0.38±0.00	0.19±0.03	0.29±0.02	0.13±0.01	-
16:4n-1	0.12±0.00	0.26±0.02	-	-	0.57±0.03	-	0.21±0.01	-
18:2n-4	0.10±0.00	-	-	-	tr	-	0.25±0.01	0.21±0.01
18:2n-6	1.56±0.01	0.54±0.01	0.84±0.01	1.80±0.01	0.52±0.02	2.17±0.23	1.50±0.04	14.83±0.56
18:3n-6	0.12±0.03	tr	0.09±0.01	tr	-	0.15±0.00	0.20±0.01	0.12±0.14
18:3n-4	0.20±0.01	0.27±0.02	0.22±0.00	0.18±0.00	0.23±0.01	0.38±0.01	0.26±0.09	0.38±0.33
18:3n-3	1.12±0.01 <sup>d</sup>	0.25±0.01 <sup>ab</sup>	0.48±0.02 <sup>b</sup>	0.94±0.02 <sup>cd</sup>	0.19±0.03 <sup>a</sup>	0.26±0.03 <sup>ab</sup>	0.82±0.10 <sup>c</sup>	1.78±0.42 <sup>e</sup>
18:4n-3	0.70±0.01	0.20±0.01	0.29±0.01	1.37±0.01	tr	0.22±0.01	1.60±0.06	0.18±0.09
18:4n-1	-	-	-	-	-	-	0.17±0.01	-
20:2n-6	0.16±0.00	0.21±0.00	0.18±0.01	0.18±0.00	0.15±0.00	0.23±0.00	-	0.28±0.01
20:3n-6	tr	-	-	-	-	-	0.18±0.01	0.16±0.01
20:4n-6	1.46±0.01 <sup>b</sup>	4.50±0.04 <sup>e</sup>	4.02±0.01 <sup>d</sup>	1.39±0.02 <sup>b</sup>	3.74±0.06 <sup>c</sup>	4.78±0.04 <sup>f</sup>	1.04±0.02 <sup>a</sup>	1.07±0.17 <sup>a</sup>
20:3n-3	0.20±0.00	0.19±0.00	0.16±0.00	0.13±0.00	0.26±0.00	-	0.18±0.04	0.61±0.41
20:4n-3	0.90±0.01 <sup>d</sup>	0.33±0.00 <sup>ab</sup>	0.42±0.00 <sup>b</sup>	0.88±0.07 <sup>d</sup>	0.33±0.01 <sup>ab</sup>	0.25±0.12 <sup>a</sup>	1.26±0.09 <sup>e</sup>	0.53±0.07 <sup>c</sup>
EPA	12.77±0.08 <sup>c</sup>	11.72±0.08 <sup>c</sup>	16.99±0.04 <sup>e</sup>	8.86±0.28 <sup>b</sup>	9.43±0.04 <sup>b</sup>	4.02±0.01 <sup>a</sup>	14.83±1.75 <sup>d</sup>	3.79±1.76 <sup>a</sup>
22:2n-6	-	-	-	-	-	-	-	0.34±0.43
21:5n-3	0.40±0.00	0.15±0.00	0.18±0.00	0.25±0.00	0.15±0.00	-	0.38±0.04	0.26±0.17
22:4n-6	0.17±0.01 <sup>a</sup>	0.37±0.01 <sup>c</sup>	0.24±0.01 <sup>b</sup>	0.24±0.01 <sup>b</sup>	0.54±0.01 <sup>d</sup>	0.85±0.04 <sup>e</sup>	0.19±0.02 <sup>a</sup>	0.19±0.04 <sup>a</sup>
22:5n-6	0.23±0.00 <sup>a</sup>	0.40±0.01 <sup>d</sup>	0.49±0.00 <sup>f</sup>	0.45±0.01 <sup>e</sup>	0.53±0.00 <sup>g</sup>	0.97±0.02 <sup>h</sup>	0.28±0.00 <sup>b</sup>	0.32±0.01 <sup>c</sup>
22:5n-3	1.44±0.03 <sup>c</sup>	1.37±0.04 <sup>b</sup>	0.82±0.01 <sup>a</sup>	1.73±0.02 <sup>d</sup>	3.11±0.04 <sup>g</sup>	2.50±0.04 <sup>f</sup>	3.50±0.04 <sup>h</sup>	2.03±0.09 <sup>e</sup>
DHA	23.59±0.36 <sup>d</sup>	30.16±0.73 <sup>f</sup>	27.42±0.17 <sup>e</sup>	23.84±0.06 <sup>d</sup>	32.68±0.25 <sup>g</sup>	20.12±0.33 <sup>b</sup>	21.38±0.30 <sup>c</sup>	9.37±0.25 <sup>a</sup>
∑Polyenes	46.18	51.94	53.56	43.12	53.30	38.29	49.04	36.57

<sup>1</sup>-, not detected. <sup>2</sup>tr, trace. <sup>3</sup>DMA, dimethyl acetal. Data are expressed as mean±SD of triplicate determinations. Different superscripts letters in each row are significantly different at P<0.05 by Duncan's multiple range test.

서 EPA+DHA의 조성비는 Shirai et al. (2006)이 분석한 어란, 즉 염장된 연어알(31.0%), 명란(41.0%), 날치알(34.9%) 및 청어알(37.6%)에 비해서도 높게 나타났다. 또한 본 연구의 도루묵알(44.41%), 층거리가자미알(42.11%) 및 대구알(41.87%)의 EPA+DHA조성비가 가다랑어알(34.6%) 및 황다랑어알(40.6%; Heu et al., 2006)에 비해서도 높은 조성비를 보여, 미거지알(44.92%)과 함께 우수한 n-3 PUFA급원으로 생각된다. 한편 송어알의 주요 지방산 조성비는 18:1n-9 (25.30%), 16:1n-7 (18.56%), 18:2n-6 (14.83%) 및 DHA (9.37%) 등으로 7종 어란과는 조성비에서 상당한 차이를 나타냈다. 특히 본 연구의 양식산 송어알의 주요지방산 중, 18:2n-6의 조성비가 14.83%로 5종 자연산 어란의 0.52-1.80%, 2종의 양식산 어란(넙치알 및 농어알)의 1.50-2.17%에 비해 약 12-14%나 더 높았다. 이와는 반대로 EPA조성비는 5종 자연산 어란에서는 8.86-16.99%, 2종 양식산 어란에서 4.02-14.83%였고, DHA조성비는 전자에서 23.59-32.68%, 후자에서 20.12-21.38%였다. 따라서 양식산 송어알의 EPA 조성비(3.79%)는 5종 자연산에 비하여 약 5-13%, 2종 양식산에 비하여 약 0.2-11.0%나 낮았고, DHA 조성비(9.37%)는 전자에 비하여 약 14-23%, 후자에 비하여 약 11-12%나 각각 낮은 수준을 나타냈다. 또한 본 연구의 양식산 송어알의 지방산조성이 양식산 어란 2종의 경우에 비해서도 18:2n-6 조성비는 크게 높은 반면 EPA 및 DHA 조성비는 크게 낮았는데 이러한 결과는 송어의 종특이성과 사료의 영향이

크게 작용한 것으로 보인다. 보통 자연산 송어는 기수역과 연안역을 왕래하면서 서식하는 어종으로 담수어의 특성을 일부 가지고 있어 양식 농어나 넙치와는 다른 생태학적 특성을 가지고 있기 때문으로 보인다. 또한 다른 양식산 담수어류인 은어 (Jeong et al., 2000; Jeong et al., 2002)와 송어(Kaya and Erdem, 2009) 등에서도 양식 송어알의 경우처럼 18:2n-6조성비가 높고 EPA 및 DHA조성비가 낮은 결과가 보고되어 있다. 한편 어란 가운데 넙치알은 plasmalogen 유래의 dimethyl acetal (DMA)이 동정되어 16:0DMA (2.25%), 18:0DMA (0.40%) 및 18:1DMA (1.22%)의 합계 3.87%로 높은 비율은 아니지만 상당량의 DMA가 검출되었다. Shirai et al. (2006)의 보고에 의하면 청어알을 염장한 Kazunoko에서도 18:1n-9DMA가 동정되었다고 보고하였다. DMA는 plasmalogen을 포함한 인지질(주로 phosphatidylethanolamine)을 메칠에스테르화하는 과정에서 에테르결합이 절단되어 비닐기가 dimethyl acetal을 형성하게 되고, 이 때 생성된 지방산 메칠에스테르와 함께 GC에 의해 지방산과 동시에 분석된다. 따라서 plasmalogen 함량은 DMA 조성비로서 추정할 수 있다. 특히 알츠하이머형 치매환자는 대뇌피질과 해마에서 plasmalogen 함량이 크게 감소하는 것으로 알려져 있다(Weisser et al., 1997; Han et al., 2001). 이러한 현상은 과산화소체에서 plasmalogen의 생합성 기능이 연령의 증가에 따라 감소하기 때문에 노인일수록 plasmalogen이 풍부한 식품을 섭취하여 보충하는 것이 알츠하이머형 치매예방에 효과

Table 4. Mineral contents of fish roes of eight species (mg/100 g)

Mineral	Sand lance (Gga-na-ri)	Pacific cod (Dae-gu)	Saifin sandfish (Do-ru-mug)	Goldeye rockfish (Bul-bol-nag)
K	232.83±9.22 <sup>ab</sup>	195.09±6.71 <sup>a</sup>	222.01±34.82 <sup>a</sup>	214.11±40.63 <sup>a</sup>
Ca	20.25±1.32 <sup>ab</sup>	19.45±1.01 <sup>ab</sup>	23.06±4.20 <sup>bc</sup>	25.68±2.76 <sup>bcd</sup>
Mg	16.17±0.90 <sup>ab</sup>	13.61±0.50 <sup>a</sup>	11.14±1.87 <sup>a</sup>	20.78±1.47 <sup>bc</sup>
Na	123.07±11.22 <sup>a</sup>	196.74±11.27 <sup>cd</sup>	245.76±45.71 <sup>e</sup>	234.93±29.13 <sup>de</sup>
Fe	4.48±0.60 <sup>b</sup>	3.28±0.61 <sup>ab</sup>	3.25±0.62 <sup>ab</sup>	3.66±1.33 <sup>ab</sup>
Cu	0.43±0.11 <sup>ab</sup>	0.72±0.06 <sup>bcd</sup>	0.95±0.22 <sup>d</sup>	0.62±0.20 <sup>abc</sup>
Zn	4.05±0.64 <sup>a</sup>	3.86±0.08 <sup>a</sup>	2.63±0.57 <sup>a</sup>	3.03±0.36 <sup>a</sup>
P	256.45±45.16 <sup>b</sup>	243.38±41.84 <sup>b</sup>	72.52±11.47 <sup>a</sup>	267.55±83.32 <sup>b</sup>
Mineral	Sand flounder (Cheung-goe-ri-ga-ja-mi)	Bastart hailbut (Neob-chi)	Sea perch (Nong-eo)	Gray mullet (Sung-eo)
K	223.35±23.05 <sup>a</sup>	544.32±75.65 <sup>c</sup>	237.57±35.35 <sup>ab</sup>	298.70±22.51 <sup>b</sup>
Ca	27.10±3.22 <sup>cde</sup>	29.63±5.37 <sup>de</sup>	32.58±4.80 <sup>e</sup>	14.41±1.90 <sup>a</sup>
Mg	23.15±2.22 <sup>c</sup>	42.14±5.92 <sup>d</sup>	25.84±3.37 <sup>c</sup>	24.37±2.01 <sup>c</sup>
Na	129.41±10.24 <sup>a</sup>	149.24±18.37 <sup>ab</sup>	185.38±22.74 <sup>bc</sup>	142.37±13.52 <sup>a</sup>
Fe	4.53±0.98 <sup>b</sup>	3.03±0.13 <sup>a</sup>	3.64±0.51 <sup>ab</sup>	3.53±0.24 <sup>ab</sup>
Cu	0.37±0.05 <sup>a</sup>	0.59±0.06 <sup>abc</sup>	2.02±0.29 <sup>e</sup>	0.76±0.15 <sup>cd</sup>
Zn	14.93±0.66 <sup>c</sup>	17.93±1.71 <sup>d</sup>	8.02±0.94 <sup>b</sup>	7.58±0.59 <sup>b</sup>
P	375.22±39.50 <sup>c</sup>	379.64±36.15 <sup>c</sup>	379.90±69.99 <sup>c</sup>	358.39±13.90 <sup>c</sup>

Means with different superscripts in the same column in each fish roe are significantly different at P<0.05 Duncan's multiple range test.

적일 수 있다(Andre et al., 2005).

송어알을 제외한 7종 어란의 포화지방산, 단일불포화지방산 및 고도불포화지방산의 평균 조성비는  $25.09 \pm 4.07\%$ ,  $26.99 \pm 3.43\%$  및  $47.92 \pm 5.73\%$ 로 포화지방산과 단일불포화지방산의 비율은 거의 같은 수준이었으나 고도불포화지방산 조성비가 가장 높았다. 해산어인 대구알, 덕대알, 참조기알 및 청어알(NIFS, 2018)의 포화지방산, 단일불포화지방산 및 고도불포화지방산의 조성비 중 대구알은 본 연구의 7종 어란의 조성비와 유사한 패턴을 보였으나 나머지 3종 어류(덕대알, 참조기알 및 청어알)는 차이가 많았다. 그리고 담수어인 떡봉어알, 붕어알, 블루길알 및 잉어알은 포화지방산, 단일불포화지방산 및 고도불포화지방산의 비율이 상호간 거의 유사하여 각각 약 30%의 조성비를 나타내었다. 특히 고도불포화지방산의 조성비가 해산어에서는 높는데 비해 담수어는 대체로 낮아 조성비간의 차이가 현저하였다. 본 연구에서 송어알의 포화지방산은 9.66%, 단일불포화지방산은 53.77%, 고도불포화지방산은 36.57%의 조성비로 다른 어란의 지방산 조성비와는 차이가 많았다. 즉 포화지방산이 다른 7종에 비해 가장 낮고 단일불포화지방산이 매우 높아 많은 차이를 보였다. 본 연구의 자연산 5종 어란의 지방산 평균 조성비가 고도불포화지방산  $49.62 \pm 4.70\%$  > 단일불포화지방산  $26.18 \pm 3.84\%$  > 포화지방산  $24.20 \pm 2.76\%$  순으로 나타났다. N-3지방산이 포함된 고도불포화지방산의 조성비는 도루묵알(53.56%), 총겨리가자미알(53.30%) 및 대구알(51.94%)의 순이었으며, 미겨지알(55.38%; Kim et al., 2020) 및 황다랑어알(55.1%; Heu et al., 2006)보다는 낮았지만 다른 어란에 비해서는 높았다. 따라서 어란은 n-3 PUFA 급원으로서 어류근육보다 더 우수한 수산식품자원이 될 수 있을 것으로 생각된다.

### 무기질 함량

Table 4는 어란의 무기질함량을 나타내었다. 어란의 무기질 중 다량무기질의 평균함량은 인(P) 291.63 mg, 칼륨(K) 271.00 mg, 나트륨(Na) 175.86 mg, 칼슘(Ca) 24.02 mg, 및 마그네슘(Mg) 22.15 mg의 순이었으며, 미량무기질의 경우는 철(Fe) 3.68 mg, 구리(Cu) 0.81 mg, 아연(Zn) 7.75 mg으로 나타났다. 무기질 종류 중 다량무기질인 칼륨함량이 가장 많은 어란은 넙치알(544.32 mg), 인은 농어알(379.90 mg), 나트륨은 도루묵알(245.76 mg), 칼슘은 농어알(32.58 mg), 마그네슘은 넙치알(42.14 mg)이었으며, 미량무기질인 철은 총겨리가자미알(4.53 mg), 구리는 농어알(2.02 mg) 아연은 넙치알(17.93 mg)에서 높게 나타났다. 가다랑어알 및 황다랑어알의 인함량은 각각 386.1 mg/100 g 및 371.5 mg/100 g, 칼륨은 381.1 mg/100 g 및 325.4 mg/100 g, 칼슘은 66.4 mg/100 g 및 61.9 mg/100 g으로 2종 어란의 무기질함량이 인과 칼륨이 높은 함량을 나타내어 어란은 공통적으로 인과 칼륨의 함량이 높음을 알 수 있다. 우리나라 어란 가공품으로 다소비 수산식품인 명란젓갈에

관한 연구(Park et al., 2019)에서 등급별 무기질함량 중 인은 392.0-314.4 mg/100 g, 칼륨은 125.1-157.7 mg/100 g, 칼슘은 13.0-20.0 mg/100 g 및 철은 1.7-2.2 mg/100 g의 범위로 8종 어란의 평균 무기질 함량과 유사한 경향을 나타내었다. 그러나 표준수산물성분표 2018 (NIFS, 2018)에는 달고기알, 돛발상어알 및 청어알의 칼슘, 인 및 철분 등 3종 무기질만이 수록되어 있고, 식품영양소 함량자료집(KNS, 2009)에는 넙치알을 비롯하여 7종 어란의 무기질이 분석이 되어 있으나 무기질의 종류도 적고 함량의 편차가 심해 비교분석 자료로 이용하기에는 한계가 있다. 따라서 식품영양학적으로 가치가 높은 다양한 어란의 무기질함량에 대한 자료는 매우 부족하고 제한적이라고 할 수 있다. 한편 한국 연안산 어류의 무기질 함량에 대한 연구로 53종의 연안산 어류 및 무척추동물을 대상으로 한 연구가 있으며(Mok et al., 2008, 2009), 18종 아열대성 어류(Moon et al., 2019)를 대상으로 한 보고가 있어 어류의 주요 무기질함량에 대한 유용한 정보를 제공해 주고 있다. 이들 연구에서 어종에 따른 다량무기질 및 미량무기질의 함량이 다소 차이를 보였으나 무기질성분이 풍부한 어류는 무기질 급원 수산식품으로서의 이용 가치가 인정된다고 하였다. 그러므로 어란도 어류와 마찬가지로 무기질 종류가 다양하며 무기질 함량도 어류만큼 높아 무기질 급원 식품으로도 이용 가능성을 기대할 수 있다.

따라서 본 연구에서 식품영양성분에 대한 연구가 미진한 어란을 대상으로 일반성분, 총아미노산, n-3 지방산 및 무기질 등을 분석할 결과 어류근육과 마찬가지로 식품영양학적으로 우수한 식품으로 활용가능할 것으로 사료된다.

### References

- Ackman RG. 1986. WCOT (capillary) gas-liquid chromatography. In: Analysis of oils and fats. Hamilton RJ and Rossell JB, eds. Elsevier Applied Science Publishers Ltd., London and New York, U.K. and U.S.A., 137-206.
- Andre A, Juaneda P, Sebedio JL and Chatdigny. 2005. Effects of aging and dietary n-3 fatty acids on rat brain phospholipids: Focus on plasmalogens. *Lipids* 40, 799-806. <https://doi.org/10.1007/s11745-005-1441-x>.
- AOCS. 1998. AOCS official method Ce 1b-89. In: Official Methods and Recommended Practice of the AOCS (5th Ed). Firestone D, ed. AOCS, Champaign, IL, U.S.A.
- Bligh EG and Dyer WJ. 1959. A rapid method of lipid extraction and purification. *Can J Biochem Physiol* 37, 911-917. <https://doi.org/10.1139/o59-099>.
- Han X, Holtzman DM and McKeel DW. 2001. Plasmalogen deficiency in early alzheimer disease subjects and in animal models: Molecular characterization using electrospray ionization mass spectrometry. *J Neurochem* 77, 1168-1180. <https://doi.org/10.1046/j.1471-4159.2001.00332.x>.
- Heu MS, Kim HS, Jung SC, Park CH, Park HJ, Yeum DM, Park HS, Kim CG and Kim JS. 2006. Food component charac-

- teristics of skipjack *Katsuwonus pelamis* and yellowfin tuna *Thunnus albacares* roe. Korean J Fish Aqua Sci 39, 1-8. <https://doi.org/10.5657/kfas.2006.39.1.001>.
- 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. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1985.tb10539.x>.
- Jeong BY, Choi BD and Lee JS. 1998. Proximate composition, cholesterol and  $\alpha$ -tocopherol content in 72 species of Korean fish. Korean J Fish Aqua Sci 31, 160-167.
- Jeong BY, Jeong WG, Moon SK and Ohshima T. 2002. Preferential accumulation of fatty acids in the testis and ovary of cultured and wild sweet smelt *Plecoglossus altivelis*. Comp Biochem Physiol B Biochem Mol Biol 131, 251-259. [https://doi.org/10.1016/s1096-4959\(01\)00501-2](https://doi.org/10.1016/s1096-4959(01)00501-2).
- Jeong BY, Moon SK and Jeong WG. 1999a. Proximate compositions of wild and cultured sweet smelt *Plecoglossus altivelis* muscles and eggs in Korea. Korean J Fish Aqua Sci 32, 689-692.
- Jeong BY, Moon SK, Choi BD and Lee JS. 1999b. Seasonal variation in lipid class and fatty acid composition 12 species of Korean fish. Korean J Fish Aqua Sci 32, 30-36.
- Jeong BY, Moon SK, Jeong WG and Ohshima T. 2000. Lipid classes and fatty acid compositions of wild and cultured sweet smelt *Plecoglossus altivelis* muscles and eggs in Korea. Fish Sci 66, 716-724. <https://doi.org/10.1046/j.1444-2906.2000.00117.x>
- Joe SJ, Rhee CO and Kim DY. 1989. Study on the processing and compositions of salted and dried mullet roe. Korean J Food Sci Technol 21, 242-251
- Joh YG, Lee KH and Cho YJ. 1988. Lipid composition of muscle and viscus of liza *Carinata*, a species of the mugilidae Family. Korean J Food Sci Technol 20, 674-682.
- Kaya Y and Erdem ME. 2009. Seasonal comparison of wild and farmed brown trout (*Salmo trutta forma fario* L., 1758): crude lipid, gonadosomatic index and fatty acids. Int J Food Sci Nutr 60, 413-423. <https://doi.org/10.1080/09637480701777886>.
- Kayama M, Araki S and Sato S. 1989. Lipids of marine plants. In: Marine biogenic lipids, fats, and oils vol. II. Ackman RG, ed. CRC Press, Boca raton, FL, U.S.A., 3-48.
- Kim IS, Park HJ, Jeong BY and Moon SK. 2020. Food components characteristics of the muscles and roes of smooth lump sucker *Aptocyclus ventricosus* and korai bikunin *Liparis ingens* from the East Sea. Korean. Korean J Fish Aqua Sci 53, 809-815. <https://doi.org/10.5657/KFAS.2020.0809>.
- KNS (The Korean nutrition society). 2009. Food values. KNS, Seoul, Korea, 320-716.
- KOSIS (Korean statistical information service). 2021. Fisheries. Retrieved from [https://kosis.kr/statisticsList/statisticsListIndex.do?vwcd=MT\\_ZTITLE&menuId=M\\_01\\_01#content-group](https://kosis.kr/statisticsList/statisticsListIndex.do?vwcd=MT_ZTITLE&menuId=M_01_01#content-group) on Sep 17, 2021.
- Kweon SH and Oh KW. 2019. Food sources of nutrient intake in Korea national health and nutrition examination survey. Public Health Weekly Report 12, 1132-1140.
- Mok JS, Lee DS and Yoon HD. 2008. Mineral content and nutritional evaluation of fishes from the Korean coast. Korean J Fish Aqua Sci 41, 315-323. <https://doi.org/10.5657/kfas.2008.41.5.315>.
- Mok JS, Lee DS, Shim KB and Yoon HD. 2009. Mineral content and nutritional evaluation of marine invertebrates from the Korean coast. Korean J Fish Aqua Sci 42, 93-103. <https://doi.org/10.5657/kfas.2009.42.2.093>.
- Moon SK, Kang JY, Kim KD, Kim IS and Jeong BY. 2005. Lipid components of the cultured pearl oyster *Pinctada fucata martensii* in Korea. Fish Aquat Sci 8, 189-194. <https://doi.org/10.5657/fas.2005.8.4.189>.
- Moon SK, Ko JC, Park HJ, Jeong BY and Kim IS. 2019. Proximate composition and mineral contents of 18 subtropical fish species from Jeju Island Korean. Korean J Fish Aqua Sci 52, 328-333. <https://doi.org/10.5657/KFAS.2019.0328>.
- NIAS (National institute of agriculture sciences). 2019. Korean standard food composition table. The 9<sup>th</sup> revision. NIAS, Wanju, Korea.
- NIFS (National institute of fisheries science). 2018. Composition table of marine products in Korea 2018. 8<sup>th</sup> revision. NIFS, Busan, Korea.
- Park YJ, Jeong HP and Kim JS. 2019. Nutritional components of Alaska pollock *Theragra chalcogramma* roe of various grades Korean. Korean J Fish Aqua Sci 52, 105-113. <https://doi.org/10.5657/KFAS.2019.0105>.
- Rand WM, Pellett PL and Young VR. 2003. Meta-analysis of nitrogen balance studies for estimating protein requirements in healthy adults. Am J Clin Nutr 77, 109-127. <https://doi.org/10.1093/ajcn/77.1.109>.
- Shirai N, Higuchi T and Suzuki H. 2006. Analysis of lipid classes and the fatty acid composition of the salted fish roe food products, Ikura, Tarako, Tobiko and Kazunoko. Food Chem 94, 61-67. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2004.10.050>.
- Simopoulos AP. 1991. Omega-3 fatty acids in health and disease and in growth and development. Am J Clin Nutr 54, 438-463. <https://doi.org/10.1093/ajcn/54.3.438>.
- Stansby ME. 1986. Fatty acids in fish. In: Health effects of polyunsaturated fatty acids in sea food. Simopoulos AP, Martin RE, Kifer RR, eds. Academic Press, London, U.K., 389-401.
- Suhendan M and Sabahat T. 2008. Comparison of proximate, fatty acid and amino acid compositions of various types of fish roes. Int J Food Properties 11, 669-677. <https://doi.org/10.1080/10942910701611170>.
- Tasbozan O and Gokce M. 2017. Fatty acids in fish. In: Fatty acids. Catala A, ed. IntechOpen Limited Press, London, U.K., 143-159. <https://doi.org/10.5772/68048>.
- Tocher DR and Sargent JR. 1984. Analyses of lipids and fatty acids in ripe roes of some Northwest European marine fish.

Lipids 19, 492-499. <https://doi.org/10.1007/BF02534481>.

Weisser M, Vieth M, Stolte M, Riederer P, Pfeuffer R, Leblhuber F and Spiteller G. 1997. Dramatic increase of alpha-hydroxyaldehydes derived from plasmalogens in the aged human brain. *Chem Phys Lipids* 90, 135-142. [https://doi.org/10.1016/s0009-3084\(97\)00089-3](https://doi.org/10.1016/s0009-3084(97)00089-3).