

대왕범바리(*Epinephelus fuscoguttatus*×*E. lanceolatus*)와 대왕자바리(*E. moara*×*E. lanceolatus*)의 식품학적 품질비교

이우진 · 안병규 · 인정진 · 한형구 · 박종연¹ · 방인철² · 심길보*

부경대학교 식품공학과, ¹(주)아쿠아바이오텍, ²순천대학교 생명공학과

Comparison of the Food Quality of Hybrid Grouper *Epinephelus fuscoguttatus*×*E. lanceolatus* and Hybrid Longtooth Grouper *E. moara*×*E. lanceolatus*

Woo Jin Lee, Byoung Kyu An, Jung Jin In, Hyeong Gu Han, Jong-Yeon Park¹, In-Chul Bang² and Kil Bo Shim*

Department of Food Science and Technology, Pukyong National University, Busan 48513, Republic of Korea

¹Aqua Biotech Co., Ltd., Taean 32156, Republic of Korea

²Department of Biology, Soonchunhyang University, Asan 31538, Republic of Korea

The nutrient composition of the muscle of the hybrid grouper (*Epinephelus fuscoguttatus*×*E. lanceolatus*, HG) and the hybrid longtooth grouper (*E. moara*×*E. lanceolatus*, HLG) was measured as a function of body weight in this study. The crude protein and lipid levels in HG were 21.0–21.2 g/100 g and 1.9–3.4 g/100 g, respectively. HLG contained 20.6–20.7 g/100 g protein, and 3.9–5.5 g/100 g crude lipid. The total amino acid contents of HG were 18,829.7–18,980.2 mg/100 g and that of HLG was 17,793.7–19,293.7 mg/100 g. The mean saturated fatty acid content was 0.61–1.09 g/100 g for HG and 1.27–1.77 g/100 g for HLG. Monounsaturated and polyunsaturated fatty acid levels were 0.59–1.02 g/100 g (Monoene), 0.67–1.11 g/100 g (Polyene) in HG, which were lower than the 1.21–1.78 (Monoene), 1.22–1.69 g/100 g (Polyene) found in HLG. The highest mineral content (K and P) of HG was 510.13–517.05 mg/100g and 231.59–247.67 mg/100 g, while that of HLG was 518.81–523.59 mg/100 g and 257.51–248.84 mg/100 g, respectively. In conclusion, there is potential for expanding the commercial utilization of HG and HLG as food resources as they are both nutrient-rich.

Keywords: Food quality, Hybrid grouper, Hybrid longtooth grouper, Quality characteristics

서론

전 세계 어로어업생산량과 양식어업생산량이 2018년에 9,640만톤, 8,210톤이며, 양식어업생산량은 지속적으로 증가하여 2030년 전체 어업생산의 55% 수준에 이를 것으로 예상하고 있다(FAO, 2020). 바리과 어류(*Grouper* nei.)는 태평양 지역에서 주로 생산되는 해수어종으로 전 세계 생산량은 2011년 135,422톤, 2013년 145,159톤, 2016년 166,774톤, 2019년 136,768톤으로 중국에서 72.1%로 대부분을 차지하고 있다(FAO, 2021). 또한 활어시장에서 높은 가격대를 형성하고 있

으며 전 세계적인 수요 증가와 높은 수익성으로 많은 동남아시아와 태평양 국가들이 야생 포획 어업과 양식업을 통해 부가가치를 높이고 있다(Sadovy, 2000). 양식어업의 핵심은 생산량 증대이고, 이를 위한 성장성 향상과 질병 및 온도 내성을 높이고 자 교잡생산 육종, 양식품종 선발 및 염색체 조작, 신품종 대상 사육기술개발과 외래종 도입 등의 새로운 방식을 이용하고 있다(Kim et al., 2011). 교잡생산은 유전적으로 다른 두 종의 우수한 형질을 접목시켜 인공번식에 사용되는 생산방식이고, 성장촉진에 따른 사료비용 절감으로 경제적이고 환경친화적인 효과가 있으며 교잡어종의 질병관리 면에서 양식현장에서 사전에

*Corresponding author: Tel: +82. 51. 629. 5834 Fax: +82. 51. 629. 5824

E-mail address: kbshim@pknu.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.2022.0129>

Korean J Fish Aquat Sci 55(2), 129-136, April 2022

Received 10 February 2022; Revised 2 March 2022; Accepted 4 April 2022

저자 직위: 이우진(대학원생), 안병규(대학원생), 인정진(대학원생), 한형구(대학원생), 박종연(선임연구원), 방인철(교수), 심길보(교수)

방이 가능하다.

특히 우리나라를 포함한 온대지역은 겨울철 양식어류 관리에 어려움이 있으므로 저온내성의 교잡생산 육종방식을 통해 대량 폐사를 막고, 생산량 향상에 기여할 수 있도록 다양한 연구가 이루어지고 있다(NIFS, 2016).

교잡생산에 의해 생산된 담수어종으로는 잉어류(Hulata, 1995; Kim et al., 2020), 송어류(Gunther et al., 2005) 등이고, 해수어종으로는 연어류(Boeuf and Harache, 1984), 넙치류(Imslund and Jonassen, 2001), 돛류(Murata, 1998; Kim et al., 2011), 바리류(Noh, 2020) 등이 있다. 교잡어종 바리과 어류(*Epinephelus fuscoguttatus* × *Epinephelus lanceolatus*)의 경우 기호성, 빠른 성장, 높은 사료 효율로 동남아시아와 중국에서 양식이 왕성하다(Shapawi et al., 2019).

우리나라에서도 기후변화 등에 대응하기 위하여 전통적인 고부가 양식 어종 이외에 열대, 아열대성 바리과 어류 간 교잡을 유도하여 성장과 질병 내성을 향상시키고 우수한 육질과 맛을 가진 새로운 어종의 양식 생산기술 개발과 산업화를 시도하고 있다(Park et al., 2020).

최근 2018년부터 우리나라에서 산업적으로 생산 및 출하된 바리과 어류 간 교잡어종은 대왕범바리(*E. fuscoguttatus* × *E. lanceolatus*)와 대왕자바리(*E. moara* × *E. lanceolatus*) 두 종이 있으며, 대왕범바리는 갈색점바리(*E. fuscoguttatus*)와 대왕바리(*E. lanceolatus*)가 교배된 교잡어종이고, 대왕자바리는 자바리(*E. moara*)와 대왕바리(*E. lanceolatus*)간의 교잡어종이다.

이들 어종은 25–30°C의 고수온에서 성장이 빠르고 맛이 우수한 것이 장점이지만(Park et al., 2020), 이들 어종에 대한 식품학적 품질분석에 관한 연구는 전무한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 (주)아쿠아바이오텍(Taeon, Korea)에서 양식되어 출하 직전인 대왕범바리와 대왕자바리 근육의 영양성분을 우리나라 대표횱감과의 품질을 비교하여 식품학적 품질을 평가하고자 하였다.

재료 및 방법

실험재료

본 실험에 사용된 대왕범바리와 대왕자바리는 충남 태안군 소재 (주)아쿠아바이오텍에서 1 kg 이상 양식된 개체로 출하직전의

개체를 시료로 사용하였다(Fig. 1). 시료는 현장에서 즉살시켜 비가식부위를 제거한 후 가식부(근육)를 균질화하여 -20°C에서 냉동보관 하였으며 분석 전 냉장해동하여 사용하였다.

시료로 사용한 대왕범바리 1 kg과 2 kg 개체의 평균 전장은 39.44±2.3 cm, 45.84±1.0 cm였으며, 이들 개체의 평균 체중은 1.1±0.3 kg과 2.1±0.5 kg이었다. 대왕자바리 1 kg과 2 kg 개체의 평균 전장은 38.46±1.6 cm, 48.22±2.9 cm이었으며, 평균 체중은 0.98±0.1 kg, 2.08±0.1 kg이었다.

일반성분 함량 및 가식부 수율 분석

일반성분은 AOAC (1995)방법에 따라 수분은 상압가열건조법, 조단백질은 Kjeldahl 질소 정량법, 조지방함량은 Soxhlet 추출법, 회분은 건식회화법으로 분석하였으며, 탄수화물은 100에서 수분, 조단백질, 조지방 및 회분을 뺀 값으로 산출하였다. 수율은 시료 전어체에 대한 가식부위(근육) 무게의 상대비율(% w/w)로 표시하였다.

총아미노산 함량

총아미노산은 시료 200 mg을 6 N HCl로 24시간동안 110°C에서 가열하여 가수분해하였다. 시료용액을 감압 건조시킨 후, sodium citrate buffer (pH 2.2)를 이용해 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.

지방산 함량

지방산 함량 분석은 50–100 mg의 지방을 포함하는 양으로 칭량하여 시료 내 지방 및 지방산을 8.3 M HCl로써 산분해하여 12.5 mL 디에틸에테르, 12.5 mL 무수 석유에테르로 추출한 후, 7% BF₃-methanol 용액을 이용하여 지방산을 methyl ester화하고 gas chromatography (Shimazu GC 2010 Plus; Shimazu, Tokyo, Japan)로 분석하였다. 전처리에 사용한 추출 유지 중 개별 지방산의 함량은 식품공전(MFDS, 2021) 방법에 따라 탄소수 4–24를 대상으로 37종 지방산메틸에스터 표준용액에서 각 지방산의 FID (flame ionization detector) 전환계수를 구하여 지방산메틸에스터의 함량을 계산하고 이를 지방산으로 환산하였다.



Fig 1. Hybrid grouper (*Epinephelus fuscoguttatus* × *E. lanceolatus*, HG; left) and hybrid longtooth grouper (*E. moara* × *E. lanceolatus*, HLG; right).

미네랄 함량

미네랄 함량은 Ministry of Food and Drug Safety (MFDS, 2021)에 따라 시료 0.5 g을 시험 용기에 취한 후 65% 질산 4 mL을 첨가하여 140°C에서 15분 예비분해시켰으며, 이것을 microwave 장치(Microwave Reaction System Multiwave PRO; Anton Paar, Graz, Austria)로 1250 W, ramp 20분 처리 후 10분간 유지시키고 15분간 방냉하여 전처리하였다. 이후 용기를 충분히 식히고 분해된 용액을 증류수로 용기 벽면 등을 씻으며 용기에 옮겨 담았다. 이 용액을 증류수로 20 mL까지 희석하여 시험용액으로 사용하였다. 이들 전처리한 시료에 대한 미네랄 함량 분석은 유도결합플라즈마분석기(inductively coupled plasma spectrophotometer, ICP-MS; NexION 2000; Perkin Elmer, Waltham, MA, USA)로 실시하였고, 분석결과는 생물중량으로 나타내었다(MFDS, 2021).

통계처리

시료의 성분분석 결과에 대한 통계 처리는 시료에 대해 평균±표준편차로 나타내었으며, SPSS 통계패키지(SPSS for window, release 10.1)에 의한 ANOVA test를 이용하여 분산분석한 후 Duncan의 다중검정을 실시하여 평균간의 유의성(P<0.05)로 검정하였다.

결과 및 고찰

일반성분 및 가식부 수율 비교

대왕범바리와 대왕자바리 개체크기에 따른 일반성분 함량은 Table 1과 같다. 대왕범바리 1 kg, 2 kg 개체의 평균 수분함량은 각각 75.4 g/100 g, 74.1 g/100 g, 평균 조지방 함량은 1.9 g/100 g, 3.4 g/100 g이었다. 또한 평균 조단백질 함량은 21.2 g/100 g, 21.0 g/100 g, 평균 회분 함량은 1.2 g/100 g, 1.3 g/100 g, 평균 탄수화물 함량은 0.3 g/100 g, 0.3 g/100 g이었다. 대왕범바리의 개체 크기간 함량은 조단백질과 회분은 유의적인 차이가 없었고(P>0.05), 조지방 함량은 1 kg 개체보다는 2 kg 개체가 다소 높았다(P<0.05).

대왕자바리 1 kg, 2 kg 개체의 평균 수분 함량은 각각 72.8 g/100 g, 73.9 g/100 g, 조지방 함량은 5.5 g/100 g, 3.9 g/100 g, 조단백질 함량은 20.6 g/100 g, 20.7 g/100 g이었다. 또한 평균

회분 함량은 모두 1.3 g/100 g, 탄수화물 함량은 모두 0.3 g/100 g이었다. 대왕자바리의 개체 크기에 따른 일반성분 함량은 유의적인 차이가 없었다(P>0.05).

두 어종간의 1 kg 크기 개체는 조지방 함량이 대왕자바리가 대왕범바리보다 높았지만, 2 kg 개체는 두 어종간의 일반성분 함량은 유의적인 차이가 없었다(P>0.05).

국내에서는 이들 어종에 대한 영양성분 분석결과는 없으나, 치어상태의 대왕범바리(*E. fuscoguttatus* ♀ × *E. lanceolatus* ♂, 4–35 g)에 완두콩을 혼합한 사료를 7주간 섭취시킨 개체의 조지방 함량이 4.98–5.53 g/100 g, 조단백질 함량이 17.77–18.75 g/100 g으로 보고한 결과(Azfar-Ismail et al., 2021)와 giant grouper (*E. lanceolatus*)의 부위별 영양성분 분석결과와 비교하여 조단백질 함량이 20 g/100 g 이내이며, 조지방 함량은 3.9–6.4 g/100 g과 비교해서 유사하였다(Shiau et al., 2018).

가장 대중적인 횡감용 활어인 넙치의 조단백질 함량과 조지방 함량은 21.5–21.17 g/100 g, 1.96–2.14 g/100 g과 비교하면 단백질 함량은 유사하였으나 조지방 함량은 양식산 넙치보다는 높았다(Shim et al., 2011). 기타 횡감용 활어인 양식산 참돔, 농어, 조피볼락 그리고 중국산 점농어의 일반성분과 비교해서도 단백질 함량이 유사하였으나 지방함량은 흰살생선과 유사하거나 높았다(Yoon et al., 2015; Kang et al., 2010).

대왕범바리의 개체 크기별 수율은 1 kg과 2 kg에서 각각 28.34%, 25.43%이며, 대왕자바리의 개체 크기별 수율은 각각 20.07%, 26.41%이었으며, 일반 횡감용 어류인 조피볼락 및 농어의 수율은 각각 약 25% 35%과 비교하여 대왕자바리 1 kg 개체는 근육의 수율이 다소 낮았다(NIFS, 2018).

총아미노산 함량 비교

대왕범바리와 대왕자바리 1 kg, 2 kg 개체의 총아미노산 분석결과는 Table 2와 같다. 대왕범바리 1 kg, 2 kg 개체 간의 총아미노산 함량은 각각 18,829.7 mg/100 g, 18,980.2 mg/100 g이며, 대왕자바리 1 kg, 2 kg 개체 간의 총아미노산 함량은 각각 17,793.7 mg/100 g, 19,293.7 mg/100 g이었다. 어종별 크기별에 따른 총아미노산 함량은 유의적인 차이가 없었다(P>0.05).

이들 어종의 주요아미노산은 일반적인 어류의 총아미노산 함량을 분석한 결과와 유사하게 glutamic acid, aspartic acid, leucine, lysine이 많았으며, methionine, histidine, cystine, ty-

Table 1. Comparison of proximate composition (g/100 g) and edible yield (%) HG and HLG as a function of body weight

| Sample | Body weight | Moisture | Crude protein | Crude lipid | Ash | Carbohydrate | Yield |
|--------|-------------|------------------------|-----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------------|
| HG | 1 kg | 75.4±1.2 ^{a1} | 21.2±0.8 ^a | 1.9±0.4 ^b | 1.2±0.0 ^a | 0.3±0.1 ^a | 28.34±1.78 ^a |
| | 2 kg | 74.1±0.2 ^b | 21.0±0.7 ^a | 3.4±0.9 ^a | 1.3±0.1 ^a | 0.3±0.1 ^a | 25.43±3.17 ^a |
| HLG | 1 kg | 72.8±1.2 ^b | 20.6±0.6 ^a | 5.5±1.4 ^a | 1.3±0.1 ^a | 0.3±0.1 ^a | 20.07±2.28 ^a |
| | 2 kg | 73.9±1.9 ^a | 20.7±0.7 ^a | 3.9±2.6 ^b | 1.3±0.1 ^a | 0.3±0.0 ^a | 26.41±6.35 ^a |

¹Means with different letters in the same column indicate significant differences (P<0.05) between samples. HG, Hybrid grouper *Epinephelus fuscoguttatus* × *E. lanceolatus*; HLG, Hybrid longtooth grouper *E. moara* × *E. lanceolatus*.

rosine, proline의 함량이 대체로 적었다(NIFS, 2018). 가장 많은 함량을 차지한 glutamic acid는 대왕범바리 1 kg, 2 kg 개체간 함량이 2,881.4 mg/100 g, 2,816.6 mg/100 g이며, 대왕자바리의 1 kg, 2 kg 개체간 함량은 각각 2,633.5 mg/100 g, 2,833.9 mg/100 g이었다.

두 어종의 필수아미노산 함량은 대왕범바리 1 kg, 2 kg 개체간 함량이 9,387.3 mg/100 g, 9,523.6 mg/100 g으로 전체 구성아미노산 대비 49.85–50.17%이고, 대왕자바리 1 kg, 2 kg 개체간 함량은 8,897.0 mg/100 g, 9,654.4 mg/100 g으로 전체 구성아미노산 대비 50.00–50.08%를 차지하였다. 이는 바리과 어류인 능성어(*E. septemfasciatus*)의 필수아미노산의 전체 구성아미노산 비율 44.14%, 일반적인 횡감용 활어인 조피볼락(*Sebastes schlegelii*) 44.63%와 넙치(*Paralichthys olivaceus*) 45.06%인 것에 비해 필수아미노산의 분포가 높은 편이었다(NIFS, 2018).

양식산 넙치의 총아미노산 함량은 18,247 mg/100 g이었으며, glutamic acid와 aspartic acid 함량은 각각 2,799.1 mg/100 g 및 1913.5 mg/100 g으로 본 연구결과와 유사하였다(Kim et al., 2009). 또한 참돔, 조피볼락, 넙치를 천연산과 양식산으로 구분하여 총아미노산을 측정된 결과, glutamic acid가 각

각 1,707.0–1,827.6 (참돔), 1,600.2–1,718.2 (조피볼락) 및 1,905.8–2,176.0 (넙치) mg/100 g, lysine이 각각 1,727.6–1,892.6 (참돔), 1,520.2–1,792.4 (조피볼락) 및 1,792.2–2,082.4 (넙치) mg/100 g, aspartic acid가 각각 1,336.4–1,177.2 (참돔), 1,086.0–1,269.6 (조피볼락) 및 1,251.0–1,422.2 (넙치) mg/100 g으로 이들 아미노산 함량이 가장 많았다(Kim et al., 2000).

따라서 대왕범바리 및 대왕자바리의 개체 크기별에 따른 총아미노산 및 개별 아미노산 함량의 차이는 있으나, 활어인 양식산 넙치와 비교하여 주요 아미노산의 함량이 유사하였다.

지방산 함량 비교

대왕범바리와 대왕자바리의 주요 지방산 함량을 Table 3과 같다. 포화지방산은 palmitic acid (C16:0)의 함량이 높았고 단일불포화지방산에서는 oleic acid (C18:1), 고도불포화지방산에서는 linoleic acid (C18:2), EPA (C20:5n-3), DHA (C22:6n-3)의 함량이 높았다.

단일불포화지방산은 대왕범바리의 개체크기에 따른 함량은 각각 0.59 g/100 g (1 kg), 1.02 g/100 g (2 kg)으로 2 kg의 개체가 1 kg의 개체보다 함량이 많았고, 대왕자바리의 개체크기에

Table 2. Total amino content (mg/100g) of HG and HLG as a function of body weight

| Amino acid (mg/100g) | HG | | HLG | |
|---------------------------|----------------|-----------------|----------------|------------------|
| | 1 kg | 2 kg | 1 kg | 2 kg |
| Methionine | 533.5±189.2 | 637.1±33.7 | 586.0±25.4 | 633.3±41.1 |
| Isoleucine | 914.0±37.3 | 918.5±58.5 | 856.7±44.1 | 939.1±74.0 |
| Leucine | 1,662.1±66.0 | 1,656.8±107.4 | 1,553.4±75.8 | 1,684.8±129.0 |
| Lysine | 1,881.9±80.5 | 1,868.0±122.7 | 1,753.7±97.8 | 1,890.9±152.7 |
| Phenylalanine | 833.0±48.8 | 840.5±57.2 | 804.8±42.2 | 845.9±71.6 |
| Threonine | 869.5±82.9 | 909.4±56.4 | 852.9±51.1 | 929.4±53.5 |
| Valine | 995.5±36.0 | 994.6±58.0 | 925.5±40.6 | 1,013.1±73.2 |
| Histidine | 460.1±22.9 | 466.0±31.1 | 429.0±21.2 | 473.4±39.8 |
| Arginine | 1,237.7±39.3 | 1,232.6±82.4 | 1,134.9±57.2 | 1,244.5±85.4 |
| ∑Essential amino acid | 9,387.3±375.3 | 9,523.6±597.3 | 8,897.0±446.7 | 9,654.4±714.8 |
| Aspartic acid | 1,982.2±91.0 | 1,988.3±131.6 | 1,885.0±100.8 | 2,020.4±144.4 |
| Serine | 734.0±36.7 | 751.1±40.4 | 723.6±40.2 | 765.9±43.1 |
| Glutamic acid | 2,881.4±112.4 | 2,816.6±149.3 | 2,633.5±139.9 | 2,833.9±206.8 |
| Glycine | 1,092.2±97.7 | 1,064.1±108.8 | 1,042.0±73.3 | 1,152.7±80.2 |
| Alanine | 1,198.4±59.4 | 1,166.9±81.6 | 1,086.6±45.8 | 1,174.8±79.8 |
| Cystine | 208.2±75.3 | 253.4±43.5 | 228.1±15.7 | 265.4±36.3 |
| Tyrosine | 625.9±173.9 | 718.9±45.4 | 665.9±34.8 | 716.2±57.6 |
| Proline | 720.1±62.5 | 697.5±70.4 | 631.9±43.5 | 710.2±55.3 |
| ∑Non-essential amino acid | 9,442.4±348.3 | 9,456.7±632.6 | 8,896.7±473.5 | 9,639.3±677.0 |
| Total amino acid | 18,829.7±718.3 | 18,980.2±1218.9 | 17,793.7±916.3 | 19,293.7±1,390.4 |

¹Means with different letters in the same row indicate significant differences ($P < 0.05$) between samples. HG, Hybrid grouper *Epinephelus fuscoguttatus* × *E. labracolatus*; HLG, Hybrid longtooth grouper *E. moara* × *E. lanceolatus*.

다른 함량은 각각 1.78 g/100 g (1 kg), 1.21 g/100 g (2 kg)으로 1 kg의 개체가 함량이 많았다.

고도불포화지방산은 대왕범바리의 개체크기에 따른 함량은 각각 0.67 g/100 g (1 kg), 1.11 g/100 g (2 kg) 이고, 대왕자바리의 개체크기에 따른 함량은 각각 1.69 g/100 g (1 kg), 1.22 g/100 g (2 kg)으로 대왕자바리 1 kg 개체의 지방산 함량이 가장 높았으며 이는 단일불포화지방산의 지방산 비율과 유사하였다.

수산물에서의 n-3 지방산은 생체 질병방지와 회복, 신체리듬의 조절, 노화억제 등의 생체조절기능을 가지는 3차 기능성 성

분으로 알려져 있으며, 담수어종에 비해 해수어종이 n-3 지방산 조성비가 높은 것으로 알려져있다(Jeong et al., 1998).

대왕범바리 개체크기에 따른 DHA 함량은 각각 0.31 g/100 g (1 kg), 0.50 g/100 g (2 kg)이었으며, 대왕자바리 개체크기에 따른 함량은 각각 0.60 g/100 g (1 kg), 0.48 g/100 g (2 kg)으로, 대왕자바리 1 kg 개체의 DHA 함량이 가장 높았다. 또한, 대왕범바리 개체크기에 따른 EPA 함량은 0.09 g/100 g (1 kg), 0.19 g/100 g (2 kg)이었으며, 대왕자바리는 0.29 g/100 g (1 kg), 0.23 g/100 g (2 kg)으로 대왕범바리 보다는 대왕자바리의 EPA 함량이 높았다.

Table 3. Fatty acid content (g/100g) of HG and HLG as a function of body weight

| Fatty acid (g/100g) | HG | | HLG | |
|---|-------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| | 1 kg | 2 kg | 1 kg | 2 kg |
| Myristic acid (14:0) | 0.08±0.02 ^{b1} | 0.14±0.03 ^a | 0.23±0.07 | 0.18±0.12 |
| Pentadecanoic acid (15:0) | 0.01±0.00 | 0.01±0.00 | 0.02±0.01 | 0.01±0.01 |
| Palmitic acid (16:0) | 0.38±0.08 ^b | 0.72±0.19 ^a | 1.19±0.31 | 0.85±0.61 |
| Margaric acid (17:0) | 0.01±0.00 | 0.01±0.01 | 0.03±0.01 | 0.02±0.01 |
| Stearic acid (18:0) | 0.13±0.02 ^b | 0.20±0.03 ^a | 0.29±0.07 | 0.21±0.13 |
| Arachidic acid (20:0) | 0.00±0.00 | 0.00±0.01 | 0.01±0.01 | 0.01±0.01 |
| ∑ Saturated fatty acid | 0.61±0.12 ^b | 1.09±0.27 ^a | 1.77±0.47 | 1.27±0.90 |
| Palmitoleic acid (16:1) | 0.09±0.03 ^b | 0.18±0.05 ^a | 0.32±0.08 | 0.23±0.16 |
| Oleic acid (18:1, n-9) | 0.42±0.10 ^b | 0.74±0.2 ^a | 1.29±0.37 | 0.87±0.66 |
| cis-11-Eicosenoic acid (20:1) | 0.04±0.01 ^b | 0.08±0.02 ^a | 0.13±0.04 | 0.09±0.06 |
| Erucic acid (22:1, n-9) | 0.01±0.00 | 0.01±0.01 | 0.02±0.01 | 0.01±0.01 |
| Nervonic acid (24:1) | 0.02±0.00 | 0.01±0.01 | 0.03±0.02 | 0.01±0.02 |
| ∑ Monounsaturated fatty acid | 0.59±0.14 ^b | 1.02±0.31 ^a | 1.78±0.51 | 1.21±0.91 |
| Linoleic acid (18:2, n-6) | 0.21±0.06 ^b | 0.33±0.09 ^a | 0.63±0.17 | 0.40±0.28 |
| α-Linolenic acid (18:3, n-3) | 0.02±0.01 ^b | 0.04±0.01 ^a | 0.07±0.02 | 0.05±0.04 |
| γ-Linolenic acid (18:3, n-6) | 0.00±0.00 | 0.00±0.00 | 0.01±0.00 | 0.00±0.00 |
| cis-11,14-Eicosadienoic acid (20:2) | 0.01±0.01 | 0.01±0.01 | 0.02±0.01 | 0.01±0.01 |
| dihomo γ-Linolenic acid (20:3, n-6) | 0.01±0.01 | 0.01±0.00 | 0.02±0.01 | 0.01±0.01 |
| cis-11,14,17-Eicosatrienoic acid (20:3, n-3, ETE) | 0.00±0.00 | 0.00±0.00 | 0.01±0.00 | 0.00±0.00 |
| Arachidonic acid (20:4, n-6) | 0.02±0.01 | 0.03±0.01 | 0.04±0.01 | 0.03±0.01 |
| Eicosapentaenoic acid (20:5, n-3, EPA) | 0.09±0.02 ^b | 0.19±0.04 ^a | 0.29±0.06 | 0.23±0.14 |
| Docosahexaenoic acid (22:6, n-3, DHA) | 0.31±0.03 ^b | 0.50±0.08 ^a | 0.60±0.14 | 0.48±0.24 |
| ∑ Polyunsaturated fatty acid | 0.67±0.13 ^b | 1.11±0.22 ^a | 1.69±0.39 | 1.22±0.73 |
| UFA/SFA ² | 2.05±0.08 | 1.95±0.07 | 1.96±0.05 | 1.94±0.06 |
| MUFA/SFA ³ | 0.95±0.09 | 0.93±0.05 | 1.00±0.05 | 0.94±0.04 |
| PUFA/SFA ⁴ | 1.10±0.11 | 1.03±0.10 | 0.96±0.09 | 1.00±0.09 |
| ω-6/ω-3 ratio | 0.56±0.10 | 0.52±0.05 | 0.76±0.10 ^a | 0.57±0.06 ^b |
| Total | 1.86±0.37 ^b | 3.22±0.79 ^a | 5.23±1.33 | 3.70±2.53 |

¹Means with different letters in the same row indicate significant differences (P<0.05) between samples. ²Unsaturated fatty acids/Saturated fatty acids. ³Monounsaturated fatty acids /Saturated fatty acids. ⁴Polyunsaturated fatty acids/Saturated fatty acids. HG, Hybrid grouper *Epinephelus fuscoguttatus*×*E. labracolatus*; HLG, Hybrid longtooth grouper *E. moara*×*E. lanceolatus*.

또한 전체 지방산 함량 대비 EPA 조성비는 대왕범바리 5.7–5.8%, 대왕자바리 5.3% 이고, DHA 조성비는 대왕범바리 16.47–18.3% 대왕자바리 11.8–13.9%이었다. 이러한 결과는 자연산 및 양식산 참조기의 EPA, 및 DHA 조성은 각각 4.3–5.7%, 11.6–11.9% (Kang et al., 2010) 보다는 약간 높은 편이었고, 해수어종인 넙치, 참돔, 조피볼락의 n-3계 지방산 중 EPA는 각각 6.8, 7.1, 6.7%였으며, DHA는 각각 15.2, 15.2, 17.1%으로 바리와 어류의 지방산조성과 유사하였다(Yoon et al., 2015).

미네랄 함량 비교

대왕범바리와 대왕자바리의 개체 크기에 따른 미네랄 함량은 Table 4와 같다.

대왕범바리의 미네랄은 칼륨이 510.13–517.05 mg/100 g으로 함량이 가장 높았으며, 그 다음이 인 231.59–247.67 mg/100 g, 나트륨 46.99–55.60 mg/100 g, 마그네슘 29.73–30.04 mg/100 g 순이었으며 미량무기질은 철 0.31–0.37 mg/100 g, 아연 0.36–0.37 mg/100 g, 셀레늄 18.31–20.96 µg/100 g, 몰리브덴 1.72–1.78 µg/100 g이었다.

대왕범바리의 미네랄 함량 중 나트륨과 셀레늄이 개체별로 차이가 있었으며, 나트륨 함량은 1 kg 개체, 셀레늄 함량은 2 kg 개체에서 많이 함유하였다($P < 0.05$).

대왕자바리 또한 칼륨이 518.81–523.59 mg/100 g으로 가장 함량이 높았으며, 그 다음으로 인 248.84–257.51 mg/100 g, 나트륨 51.63–55.42 mg/100 g, 마그네슘 30.73–31.40 mg/100 g 순이었으며 미량무기질은 철 0.34–0.36 mg/100 g, 아연 0.38–0.39 mg/100 g, 셀레늄 19.68–20.81 mg/100 g, 몰리브덴 1.72–1.80 mg/100 g 이었다. 대왕자바리의 개체별에 따른 미네랄 함량은 유의적인 차이가 없었다($P > 0.05$).

개체 크기에 따른 어종별 미네랄 함량의 차이는 1 kg 개체에서 인 함량만 대왕자바리가 대왕범바리에 비하여 다소 높았으며, 기타 미네랄 함량은 두 어종간의 유의적인 차이가 없었다

($P > 0.05$).

대중적으로 횡감으로 이용되는 대표적 백색어류인 넙치, 참돔, 조피볼락의 경우 미네랄 함량은 칼륨 함량이 각각 383.8, 404.3, 335.8 mg/100 g으로 가장 높았으며, 다음이 인(213.6, 218.3, 176.1 mg/100 g), 나트륨(50.6, 523.2, 44.5 mg/100 g), 마그네슘(31.1, 27.9, 25.0 mg/100 g) 순이었으며, 본 연구결과와 유사하였다(Yoon et al., 2005)

Grouper *Epinephelus coioides*의 주요 미네랄이 칼륨이라고 알려져 있으며 그 함량이 334.32 mg/100 g이다. 본 연구에서 대왕범바리와 대왕자바리의 칼륨 함량은 우리나라의 횡감용 활어 및 그루퍼 보다 높았다(Anbarasu et al., 2015). 그리고 대왕범바리와 대왕자바리의 Na/K 비율이 0.09–0.1이며, 영상가이석태(*Pseudotolithus typus*)의 Na/K 비율은 0.2로 알려져 있다(Njinkoue et al. 2016). 높은 Na/K 비율의 섭취는 높은 고혈압 발병률과 관련이 있으며, 낮은 Na/K 비율로 K 균형을 깨뜨릴 위험 없이 체액 저류와 고혈압을 줄이는 역할을 한다(Chan et al., 2019).

보건복지부 '2020년 한국인 영양소 섭취기준'(Ministry of Health and Welfare, 2021)에 준하면, Ca는 청소년기(12–18세)에는 800–1,000 mg/day의 섭취가 권장하고 있으며, 성인(19–64세)의 경우 700–800 mg/day의 섭취가 권장된다. Fe은 청소년기에 14–16 mg/day, 성인의 경우 8–14 mg/day의 섭취를 권장하고 있다. Mg은 청소년기에는 290–410 mg/day, 성인의 경우 280–370 mg/day의 섭취를, P은 청소년기에 1,200 mg/day, 성인의 경우 700 mg/day의 섭취가 권장된다. K과 Na은 충분섭취량을 기준으로 명시하고 있으며, K은 청소년과 성인의 경우 3,500 mg/day의 충분섭취량이 요구되고 Na은 1,500 mg/day의 충분섭취량이 요구된다.

따라서 대왕범바리와 대왕자바리를 100 g 생선회로 섭취 시 한국인 영양소 섭취기준에 준하여 1일 충분 섭취량에 2–37%내외로 충족시킬 만큼 다양한 영양소를 함유하고 있다.

Table 4. Mineral content of HG and HLG as a function of body weight

| Mineral | HG | | HLG | |
|---------------|-------------------------|-------------------------|--------------|--------------|
| | 1 kg | 2 kg | 1 kg | 2 kg |
| Ca (mg/100 g) | 15.65±8.02 ¹ | 10.16±1.41 | 22.32±10.85 | 16.59±7.95 |
| Fe (mg/100 g) | 0.31±0.07 | 0.37±0.06 | 0.36±0.11 | 0.34±0.08 |
| Mg (mg/100 g) | 30.04±1.34 | 29.73±1.79 | 30.73±2.17 | 31.40±1.78 |
| P (mg/100 g) | 231.59±4.48 | 247.67±31.50 | 257.51±11.46 | 248.84±15.65 |
| K (mg/100 g) | 510.13±10.52 | 517.05±26.76 | 518.81±13.81 | 523.59±38.72 |
| Na (mg/100 g) | 55.60±6.83 ^a | 46.99±2.72 ^b | 55.42±6.19 | 51.63±7.04 |
| Zn (mg/100 g) | 0.36±0.03 | 0.37±0.03 | 0.39±0.03 | 0.38±0.04 |
| Se (µg/100 g) | 18.31±1.16 ^b | 20.96±1.92 ^a | 19.68±1.49 | 20.81±1.39 |
| Mo (µg/100 g) | 1.78±0.01 | 1.72±0.03 | 1.72±0.02 | 1.80±0.12 |

¹Means with different letters in the same row indicate significant differences ($P < 0.05$) between samples. HG, Hybrid grouper *Epinephelus fuscoguttatus*×*E. labracolatus*; HLG, hybrid longtooth grouper *E. moara*×*E. lanceolatus*.

이상의 결과로 미뤄보아 대왕범바리와 대왕자바리는 우리나라 대표적 흰살생선 어류인 넙치, 조피볼락, 참돔 등과 유사한 일반성분을 함유하고 있으며, 양질의 단백질과 지방산으로 구성되어 있다. 특히 체조직 구성 및 대사작용 등에 필요한 풍부한 미네랄 함량을 포함하고 있어 고품질의 영양이 풍부한 횡감으로 이들 어종이 활용될 것이다.

사 사

본 연구는 중소벤처기업부와 한국산업기술진흥원의 "지역특화산업육성+(R&D, S3007110)" 사업의 지원을 받아 수행된 연구결과이며 연구비 지원에 감사드립니다.

References

- Anbarasu R, Sankar G, Manikandarajan T, Kathirvel K, Suvitha S and Ramamoorthy K. 2015. Proximate, fatty acid and mineral composition of orange-spotted grouper *Epinephelus coioides* from Parangipettai coast. *Int Lett Nat Sci* 39, 63-67. <https://doi.org/10.18052/www.scipress.com/ILNS.39.63>.
- AOAC (Association of Official Agricultural Chemists). 1995. Official methods of analysis. 16th Ed. Association of Official Analytical Chemist, Arlington, VA, U.S.A.
- Azfar-Ismail M, Rosyida E and Shapawi R. 2021. Improved growth performance of hybrid grouper (*Epinephelus fuscoguttatus* ♀×*E. lanceolatus* ♂) fed with green pea meal based diets. *Songklanakarin J Sci Technol* 43, 1312-1316.
- Boeuf G and Harache Y. 1984. Osmotic adaptation of the salmonid species *Salmo trutta*, *Salmo gairdneri* and *Salvelinus fontinalis* and the hybrid *Salmo trutta* ♀ × *Salvelinus fontinalis* ♂ to seawater. *Aquaculture* 4, 343-358.
- Chan PT, Matanjun P, Shapawi R, Budiman C and Shya Lee J. 2019. Chemical composition of the fillet, fins, bones and viscera of hybrid grouper (*Epinephelus lanceolatus* × *Epinephelus fuscoguttatus*). *J Phys Conf Ser* 1358, 012008. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1358/1/012008>.
- FAO (Food and Agriculture Organization). 2020. World food and agriculture. Statistical yearbook 2020. FAO, Rome, Italy. <https://doi.org/10.4060/cb1329en>.
- FAO (Food and Agriculture Organization). 2021. Fishery and aquaculture statistics. Global capture production 2010-2019 (Fishstat). FAO, Rome, Italy.
- Gunther SJ, Moccia RD and Bureau DP. 2005. Growth and whole body composition of lake trout (*Salvelinus namaycush*), brook trout (*Salvelinus fontinalis*) and their hybrid, F1 splake (*Salvelinus namaycush*×*Salvelinus fontinalis*), from first-feeding to 16 weeks post first-feeding. *Aquaculture* 249, 195-204. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2005.03.027>.
- Hulata G. 1995. A review of genetic improvement of the common carp (*Cyprinus carpio* L.) and other cyprinids by crossbreeding, hybridization and selection. *Aquaculture* 129, 143-155. [https://doi.org/10.1016/0044-8486\(94\)00244-I](https://doi.org/10.1016/0044-8486(94)00244-I).
- Imsland AK and Jonassen TM. 2001. Regulation of growth in turbot (*Scophthalmus maximus* Rafinesque) and Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus* L.): aspects of environment×genotype interactions *Rev Fish Biol Fish* 11, 71-90 <https://doi.org/10.1023/A:1014240430779>.
- Jeong BY, Choi BD, Moon SK and Lee JS. 1998. Fatty acid composition of 72 species of Korean fish. *J Fish Sci Tech* 1, 129-146.
- Kang HW, Shim KB, Cho YJ and Kang DY. 2010. Biochemical composition of the wild and cultured yellow croaker (*Larimichthys polyactis*) in Korea. *Korean J Fish Aquat Sci* 43, 18-24. <https://doi.org/10.5657/kfas.2010.43.1.018>.
- Kim HY, Kim EH, Kim DH, Oh MJ and Shin TS. 2009. The nutritional components of olive flounder (*Paralichthys olivaceus*) fed diets with Yuza (*Citrus junos* Sieb ex Tanaka). *Korean J Fish Aquat Sci* 42, 215-223. <https://doi.org/10.5657/kfas.2009.42.3.215>.
- Kim HY, Shin JW, Park HO, Choi SH, Jang YM and Lee SO. 2000. Comparison of taste compounds of red sea bream, rockfish and flounders differing in the localities and growing conditions. *Korean J Food Sci and Tech* 32, 550-563.
- Kim JE, Hwang JA, Kim HS, Im JH and Lee JH. 2020. Assessment selective breeding effect of Israeli carp (*Cyprinus carpio*) from Korea. *Korean J Ichthyol* 32, 210-221. <https://doi.org/10.35399/ISK.32.4.2>.
- Kim YS, Ji SC, Biswas BK, Biswas A, Jeong GS, Murata O and Takii K. 2011. Growth and environmental tolerances (water temperature and low salinity) of hybrid female red sea bream *Pagrus major*×male black sea bream *Acanthopagrus schregeli*. *Korean J Fish Aquat Sci* 44, 276-283. <https://doi.org/10.5657/KFAS.2011.0276>.
- Ministry of Health and Welfare. 2021. Dietary reference intakes for Koreans 2020. Ministry of Health and Welfare, Sejong, Korea.
- Murata O. 1998. Studies on the breeding of cultivated marine fishes. *Bull Fish Lab Kinki Univ* 6, 26-27.
- MFDS (Ministry of Food and Drug Safety). 2021. Food code. Retrieved from <https://www.mfds.go.kr/eng>.
- NIFS (National Institute of Fisheries and Sciences). 2018. Composition table of marine products in Korea 2018. 8th revision. NIFS, Busan, Korea.
- NIFS (National Institute of Fisheries and Sciences). 2016. Development of the risk assessment technique for transgenic fish. Report of National Institute Fisheries Science, Busan, Korea, 15-16. <https://doi.org/10.23000/TRKO201700007467>.
- Njinkoue JM, Gouado I, Tchoumboungang F, Ngueguim JHY, Ndinteh DT, Fomogne-Fodjo CY and Schweigert FJ. 2016. Proximate composition, mineral content and fatty acid profile of two marine fishes from cameroonian coast: *Pseudotolithus typus* (Bleeker, 1863) and *Pseudotolithus elongatus* (Bowdich, 1825). *NFS J* 4, 27-31. <https://doi.org/10.1016/j>

nfs.2016.07.002.

- Noh CH. 2020. Hatchability of fertilized eggs from grouper (subfamily epinephelinae) hybrids in Korea: a mini review for selection of commercially promising cross combinations. *Korean J Fish Aquat Sci* 53, 479-485. <https://doi.org/10.5657/KFAS.2020.0479>.
- Park JY, Kim YH and Bang IC. 2020. Comparison of morphological characteristics and its parent species hybrid grouper between a *Epinephelus moara* and *E. lanceolatus*. *Korean J Fish Aquat Sci* 53, 572-576. <https://doi.org/10.5657/KFAS.2020.0572>.
- Sadovy Y. 2000. Regional survey for fry/fingerling supply and current practices for grouper mariculture: evaluating current status and long-term prospects for grouper mariculture in south east Asia. Report of Collaborative APEC Grouper Research and Development Network (FWG 01/99), 1-89.
- Shapawi R, Ching FF, Senoo S and Mustafa S. 2019. Nutrition, growth and resilience of tiger grouper (*Epinephelus fuscoguttatus*)×giant grouper (*Epinephelus lanceolatus*) hybrid-a review. *Rev Aquac* 11, 1285-1296. <https://doi.org/10.1111/raq.12292>.
- Shiau CY, Hsu MH, Cheon AC and Huang YR. 2018. Comparative chemical, taste, and functional components in different tissues of giant grouper (*Epinephelus lanceolatus*). *J Aquat Food Prod Technol* 27, 358-368. <https://doi.org/10.1080/10498850.2018.1437493>.
- Shim KB, Kim JH, Youn HD, Choi HS and Cho YJ. 2011. The effect of mushroom extract as a dietary additive on the nutritive quality of cultured olive flounder *Paralichthys olivaceus*. *Korean J Fish Aquat Sci* 44, 785-790. <https://doi.org/10.5657/KFAS.2011.0785>.
- 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. <https://doi.org/10.1155/S1463924686000330>.
- Yoon MJ, Lee JD, Kang KH, Park SY and Kim JG. 2015. Physicochemical properties of olive flounder (*Paralichthys olivaceus*), red seabream (*Pagrus major*) and jacobever (*Sebastes schlegeli*). *JFMSE* 27, 1447-1456. <https://doi.org/10.13000/JFMSE.2015.27.5.1447>.