KFAS 한국수산과학회지 Korean Journal of Fisheries and Aquatic Sciences
한수지 53(3), 326-333, 2020

Original Article
Korean J Fish Aquat Sci 53(3),326-333,2020

개체동결 한쪽껍질 진주담치(*Mytilus edulis*)의 제조 및 품질특성

이현진 · 황영숙[1] · 박노현 · 김병균[2] · 이인석 · 오광수[3]*

경상대학교 해양식품생명의학과, [1]통영조리직업전문학교, [2]㈜성진수산, [3]경상대학교 해양식품생명의학과/농업생명과학연구원

Processing and Quality of Individually Quick Frozen Half-shelled Roasted Sea Mussel *Mytilus edulis*

Hyun-Jin Lee, Young-Sook Hwang[1], No-Hyun Park, Byeong-Gyun Kim[2], In-Seok Lee and Kwang-Soo Oh[3*]

Department of Seafood and Aquaculture Science, Gyeongsang National University, Tongyeong 53064, Korea
[1]Tongyeong Cooking Vocational Training Institute, Tongyeong 53044, Korea
[2]Sungjin Fishery Co., Busan 49273, Korea
[3]Department of Seafood and Aquaculture Science/Institute of Agriculture and Life Science, Gyeongsang National University, Tongyeong 53064, Korea

To develop a value-added individually quick frozen (IQF) intermediate product from cultured sea mussel *Mytilus edulis*, we prepared IQF half-shelled roasted sea mussels (HRM) and IQF half-shelled boiled sea mussels (HBM). The processing conditions and quality metrics of the mussels were examined. The HRM and HBM were produced by washing and removing the byssus of raw sea mussels, followed by electric roasting or boiling. The roasted or boiled sea mussels were half-shelled, lightly washed with 3% saline water, rapidly frozen for 2 hours at -35°C, glazed, and packaged with a plastic film bag. The HRM and HBM had volatile basic nitrogen contents of 11.5 and 12.6 mg/100 g, and amino nitrogen contents of 607.9 and 534.2 mg/100 g, respectively. The HRM and HBM had hardness values of 4.31 and 2.99 kg/cm^2, shearing force values of 992.2 and 507.7 g, free drip values of 8.9% and 10.2%, and expressible drip values of 7.0% and 8.1%, respectively. The free amino acid contents of the HRM and HBM were 763.1 and 560.7 mg/100 g, respectively. These results demonstrate that HRM have superior qualities compared to HBM and can serve as high-end shellfish when cooked.

Keywords: Frozen cooking mussel, Half-shell, IQF, *Mytilus edulis*, Sea mussel

서 론

담치류는 연체동물 부족류 홍합목 홍합과에 속하는 패류로 세계적으로 굴과 함께 널리 식용되는 산업적 가치가 있는 중요한 패류이다. 국내의 경우 양식산 진주담치의 연간 생산량은 10,000-20,000 M/T 정도로서 이중 동결품으로 700-2,000 M/T, 통조림으로 3-765 M/T, 그리고 자건품으로 30-680 M/T 정도 가공되고 있으나, 생산량의 대부분이 활패로 소비되고 있다(MOF, 2020; NFFC, 2000). 지금까지 홍합 및 진주담치에 관련된 연구로 자연산 홍합과 양식산 진주담치의 독화 양상과 마비성 패독, 중금속 함량 등 식품위생에 관한 연구가 다수 수행되어 있으며, 진주담치 분말수프의 개발(Lee et al., 1984), 자연산 홍합과 양식산 진주담치의 식품성분 조성(Kim et al., 2013), 레토르트 파우치 조미홍합의 개발(Noh et al., 2011), 진주담치 양념젓갈의 제조 및 성분특성(Park, 2011), 살균조건을 달리한 조미 홍합 통조림의 특성(Park et al., 2012), 국내산 홍합과 뉴질랜드 초록입 홍합 열수추출물의 기능성(Kim et al., 2014), 진주담치 추출물(Kim et al., 2017a) 및 이를 이용한 홍합 소스의 개발(Kim et al., 2017b) 등 진주담치의 식품성분과 가공품 개발에 관한 연구가 진행된 바 있다. 최근 들어 국내 식생활 패턴의 변화에 따라 각종 요리의 주소재로 진주담치의 수요가 급증하고 있으며, 그 중 자숙하여 한쪽껍질을 제거한 개체동결(in-

***Corresponding author:** Tel: +82. 55. 772. 9144 Fax: +82. 55. 772. 9149
E-mail address: ohks@gnu.ac.kr

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial Licens (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.2020.0326
Korean J Fish Aquat Sci 53(3), 326-333, June 2020
Received 7 May 2020; **Revised** 25 May 2020; **Accepted** 8 June 2020
저자 직위: 이현진(대학생), 황영숙(교장), 박노현(대학생), 김병균(전무이사), 이인석(조교), 오광수(교수)

Copyright © 2020 The Korean Society of Fisheries and Aquatic Science

pISSN:0374-8111, eISSN:2287-8815

dividually quick frozen, IQF) 진주담치(이하 한쪽껍질 진주담치)의 경우 주로 뉴질랜드 및 칠레 등지에서 매년 1,000-1,500 M/T 정도 수입되어 뷔페 및 단체급식용 요리소재로 널리 이용되고 있다(Union Forsea, 2020). 따라서 국내 양식산 진주담치를 활용하여 이같은 용도의 고부가가치화 소재로 이용할 필요성이 있다.

그러나 수입품에 비해 품질특성이 우수한 한쪽껍질 진주담치의 개발에 관한 연구 및 제품은 찾아보기 힘들다. 본 연구에서는 국내 주요 패류자원인 양식산 진주담치의 유효활용 및 고부가가치화를 위해 해마다 수요가 증가하고 있는 수입산 한쪽껍질 자숙 진주담치에 비해 품질특성이 우수하고 각종 요리소재로 사용할 수 있는 한쪽껍질 배소 진주담치를 개발하였으며, 본 시제품의 가공조건, 성분조성 및 품질특성에 대하여 살펴보았다.

재료 및 방법

재 료

원료로 사용한 양식산 진주담치(*Mytilus edulis*, 각장 7.1-8.5 cm, 체중 19.2-23.9 g)는 거제시 S 수산에서 족사 및 표면에 부착한 이물질을 깨끗이 제거한 것으로 구입하여 실험에 사용하였다.

개체동결 한쪽껍질 진주담치의 제조

한쪽껍질 진주담치 시제품 2종, 즉 대조구인 한쪽껍질 자숙 진주담치(IQF half-shelled boiled sea mussel, HBM) 및 IQF 한쪽껍질 배소 진주담치(IQF half-shelled roasted sea mussel, HRM)는 다음과 같은 제조공정에 따라 제조하였다. 수입제품과 동일한 공정으로 제조한 대조구인 HBM은 족사를 제거한 원료 진주담치를 98-99℃에서 5분간 자숙처리한 후 진주담치의 한쪽껍질을 깨끗이 제거하고 3% 식염수로 가볍게 세척한 다음 -35±2℃에서 2시간 동안 급속동결시켰다. 다음 동결된 한쪽껍질 진주담치 자체의 저온을 이용하여 1-3℃에서 얼음옷 처리(glazing)를 실시하였다. 한편, HRM은 세척 및 족사를 제거한 진주담치를 전기식 철망배소기(Electric heat treatment roaster, MHF 6000, Zepeed Food System, Gwangju, Korea)를 이용하여 225-230℃에서 3분 동안 배소처리(roasting)한 후 진주담치의 한쪽껍질을 깨끗이 제거하고 3% 식염수로 가볍게 세척한 다음 -35±2℃에서 2시간 동안 급속동결시켰다. 다음 HSM과 동일한 조건으로 얼음옷 처리를 실시하였다. 얼음옷 처리를 마친 HRM과 HSM 시제품 2종은 재급속동결 및 폴리프로필렌/폴리에틸렌 복합필름 파우치로 함기포장한 다음 -20±1℃의 냉동고(GC-114GDMP, LG Electronics, Seoul, Korea)에 저장하면서 실험에 사용하였다.

일반성분, pH 및 염도

일반성분의 조성은 상법(KSFSN, 2000a)에 따라 수분 함량은 상압가열건조법, 조단백질 함량은 semi-micro Kjeldahl법, 조지방 함량은 Soxhlet법, 회분 함량은 건식회화법으로 측정하였다. 탄수화물 함량은 100에서 수분, 조단백질, 조지방 및 회분의 함량을 뺀 값으로 나타내었다. pH는 시료에 10배량의 순수를 가하여 균질화한 다음 pH meter (Accumet Basic, Fisher Sci. Co., Pittsburge, PA, USA)로 측정하였고, 염도는 염도계(Salt meter ES-421, Atago Co., Saitama, Japan)로 측정하였다.

생균수

생균수는 APHA (1970)의 표준한천평판배양법에 따라 35±0.5℃에서 48±3시간 배양하여 나타난 집락수를 계측하였고, 배지는 표준한천평판배지를 사용하였다.

아미노질소, 휘발성염기질소 및 thiobarbituric acid (TBA) 값

아미노질소(NH_2-N) 함량은 Formol 적정법(Ohara, 1982a)으로, 휘발성염기질소(volatile basic nitrogen, VBN)는 Conway unit를 사용하는 미량확산법(KSFSN, 2000b)으로 측정하였다. Thiobarbituric acid (TBA) 값은 시료 5 g을 정평한 후 Tarladgis et al. (1960)의 수증기증류법으로 측정하였다.

조직감 및 헌터 색도

조직감의 측정은 시료를 최대한 같은 크기로 선별하여 압착용 adaptor 및 절단용 knife adaptor를 사용하는 레오메터(CR-100D, Sun Scientific Co., Tokyo, Japan)로 압착 또는 절단하여 얻은 force-deformation 곡선에서 경도와 전단력을 측정하였다. 헌터 색도는 직시색차계(Color difference meter ZE-2000, Nippon Denshoku Ltd., Tokyo, Japan)를 사용하여 시료 표면의 색도에 대한 L 값(명도), a 값(적색도), b 값(황색도) 및 ⊿E 값(색차)을 측정하였다. 이 때 표준백판(standard plate)의 L, a 및 b값은 각각 99.98, 0.01 및 0.01이었다.

해동드립

유출드립은 동결저장 1개월이 경과한 한쪽껍질 진주담치 시제품의 외부 얼음옷을 제거한 다음 동결 시료 100 g을 채취하여 폴리에틸렌 봉지에 넣어 칭량한 후 실온에서 2시간 해동하여 용해된 액즙을 분리시키고 남은 고형물만 칭량하여 해동 전후의 무게 차이로 계산하였다. 압출드립은 유출드립을 측정한 시료를 여지 사이에 끼워 금속추로 1.5 kg/cm^2 내외의 압력을 가하여 15분간 방치한 다음 압착 유출액을 제거한 고형물만 칭량하여 압착 전후의 무게 차이로 계산하였다(KRIVET, 2019; Park et al., 2000).

관능검사

관능검사는 진주담치 맛에 익숙하도록 훈련된 30-50대 여자 5명과 20대 남자 2명의 요리전문가로 7인의 panel을 구성하여 본 시제품을 해동한 후 98℃에서 5분간 증자한 다음 시료의 맛,

냄새 및 조직감과 같은 관능적 parameter에 대하여 5단계 평점법(5, 아주 좋음; 4, 좋음; 3, 보통; 2, 나쁨; 1, 아주 나쁨)으로 평점하였고, 이를 2회 반복 실시하였다.

지방산

Bligh and Dyer (1959)의 방법에 따라 시료의 총지질을 추출하고, AOCS Official Method (AOCS, 1990)에 따라 검화 및 methylester 화한 후, 지방산을 분리하고 capillary column (Supelcowax-2560, 100 m×0.25 mm, Supelco Japan Ltd., Tokyo, Japan)이 장착된 GC (Shimadzu JP/GC-2010, Shimadzu Co., Kyoto, Japan)로 분석하였다. 이 때 GC의 분석조건은 전보(Kim et al., 1994)와 같고, 각 구성지방산의 동정은 표준품과의 머무름시간 비교 및 equivalent chain length법에 의해 동정하였다.

총아미노산, 무기질 및 무기이온

총아미노산 조성은 시료와 6.0 N HCl 용액을 혼합하여 heating block (HF 100, Yamato Co., Tokyo, Japan)으로 24시간 분해시킨 후 감압건조하고, 0.20 M sodium citrate buffer 용액(pH 2.20)으로 정용한 후 아미노산 자동분석계(Biochrom 30, Biochrom. Ltd., Camborne, England)로 분석하였다. 무기질 및 엑스분 중의 무기이온은 시료에 진한 HNO_3 용액을 가해 습식회화(Ohara, 1982b)시킨 후 ashless filter paper (Toyo 5B, Toyo Co., Nagano, Japan)로 여과하여 100 mL로 정용한 다음, inductively coupled plasma (ICP) atomic emission spectrometer (Atomscan 25, TJA Co., Santa clara, CA, USA)로 K, Ca, Mg, Na, Fe, Zn, P 및 S, 그리고 유해성 중금속인 Pb와 Cd의 함량을 분석하였다.

엑스성분 추출 및 유리아미노산

시료에 3배량의 70% ethanol 용액을 가하여 균질기(Ultra Turrax T25, IKA, Janke & Kunkel GmbH & Co., Staufen, Germany)로 균질화한 후 17,000 *g*에서 15분간 원심분리하였다. 이 조작을 2회 더 반복하여 얻은 상층액을 모아 감압농축한 후 증류수로 일정량으로 정용하였고, 여기에 제단백을 위해 5'-sulfosalicylic acid를 10% (w/v) 첨가하여 하룻밤 방치하고 여과한 후 유리아미노산 및 무기이온 분석용 엑스성분으로 사용하였다. 유리아미노산의 조성은 시료 엑스분을 일정량 취해 감압건조한 다음 0.20 M lithium citrate buffer 용액(pH 2.20)으로 50 mL로 정용한 후 아미노산 자동분석계(Biochrom 30, Biochrom. Ltd., Camborne, England)로 분석하였다.

통계처리

실험 결과는 SPSS system (Statistical Package, SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 이용하여 ANOVA test 및 Duncan's multiple range test로 $P<0.05$ 수준에서 시료 간의 유의성을 검정하였다(Kim and Goo, 2001).

결과 및 고찰

일반성분

원료 진주담치 육, IQF 한쪽껍질 진주담치 HRM 및 HBM의 일반성분 조성은 Table 1과 같다. 원료 진주담치, 얼음옷을 제거한 HRM 및 HBM의 수분 함량은 각각 78.4%, 71.2% 및 72.4%, 조단백질 함량은 12.1%, 15.2% 및 14.8%, 회분 함량은 2.7%, 2.6% 및 2.4%, 조지방 함량은 0.3%, 0.4% 및 0.3%, 그리고 탄수화물 함량은 6.5%, 10.3% 및 10.1%이었다. 배소처리한 HRM이 자숙처리한 HBM에 비해 수분함량이 약간 적은 반면, 조단백질 함량은 약간 많았으나 대체로 양 제품 간에 일반성분 조성의 차이는 거의 없었다.

pH, 염도 및 생균수

원료 진주담치, HRM 및 HBM의 pH, 염도 및 생균수를 측정한 결과는 Table 2와 같다. pH는 각각 5.91, 6.57 및 6.61로 시제품 제조 중 배소 또는 자숙 등의 열처리에 따른 육 성분의 분해 정도에 따라 약간씩 상승하였으며, 염도는 각각 2.2%, 2.0% 및 1.8%로 약간씩 감소하였다. 한편, 생균수는 각각 $(2.7\text{-}5.6)\times10^3$ CFU/g, $(4.6\text{-}6.8)\times10^2$ CFU/g 및 $(3.2\text{-}4.2)\times10^2$ CFU/g으로 시제품 제조 중 상당수의 잔존세균이 감소하였는데 이는 배소 혹

Table 1. Proximate composition of raw sea mussel *Mytilus edulis* and the individually quick frozen (IQF) half-shelled sea mussels

Sample[1]	Proximate composition (g/100 g)				
	Moisture	Crude protein	Ash	Crude lipid	Carbohydrate
Raw	78.4±0.5[a]	12.1±0.2[c]	2.7±0.1[a]	0.3±0.1[a]	6.5±0.2[b]
HRM	71.2±0.2[c]	15.2±0.2[a]	2.6±0.1[ab]	0.4±0.1[a]	10.3±0.3[a]
HBM	72.4±0.2[b]	14.8±0.1[b]	2.4±0.2[b]	0.3±0.0[a]	10.1±0.2[a]

[1]HRM, individually quick freezing (IQF) half-shelled roasted sea mussel; HBM, IQF half-shelled boiled sea mussel. [a-c]Means within each column followed by the same letter are not statistically different (P>0.05).

Table 2. pH, salinity and viable cell count of raw sea mussel *Mytilus edulis* and the individually quick frozen (IQF) half-shelled sea mussels

Sample[1]	pH	Salinity	Viable cell count (CFU/g)
Raw	5.91±0.01[c]	2.2±0.1[a]	$(2.7\text{-}5.6)\times10^3$
HRM	6.57±0.01[b]	2.0±0.1[b]	$(4.6\text{-}6.8)\times10^2$
HBM	6.61±0.00[a]	1.8±0.1[c]	$(3.2\text{-}4.2)\times10^2$

[1]HRM, individually quick freezing (IQF) half-shelled roasted sea mussel; HBM, IQF half-shelled boiled sea mussel. [a-c]Means within each column followed by the same letter are not statistically different (P>0.05).

은 자숙처리, 그리고 동결에 따른 콜드 쇼크(cold shock) 등이 그 원인일 것으로 생각된다. 식품공전(KFDA, 2018a)에서는 비가열섭취 냉동식품의 생균수 기준을 10^5 CFU/g 이하로 규정하고 있다.

아미노질소, 휘발성염기질소 및 TBA 값

원료 진주담치, 시제품 HRM 및 HBM의 아미노질소, 휘발성염기질소 함량 및 TBA 값을 측정한 결과는 Table 3과 같다. 수용성인 유리아미노산 함량과 상관 관계가 있는 아미노질소 함량은 각각 809.3 mg/100 g, 607.9 mg/100 g 및 534.2 mg/100 g으로 HRM 및 HBM의 아미노질소 함량은 원료에 비해 각각 25% 및 34% 감소하였는데, 이는 시제품 제조 중 배소 및 자숙에 따른 육의 보수력 감소 및 시제품 해동시 발생하는 유출드립의 차이(Table 5)에 기인한 것으로 보인다. 선도 및 어패류 냄새의 지표가 될 수 있는 휘발성염기질소 함량은 각각 14.2 mg/100 g, 11.5 mg/100 g 및 12.6 mg/100 g으로 시제품들의 함량이 원료에 비해 약간씩 감소하였으며, 시제품 제조 중 배소처리가 자숙처리에 비해 선도유지 및 어패취의 감소에 다소 효과적임을 확인하였다. 한편, TBA 값은 각각 0.015, 0.033 및 0.058로 시제품들의 TBA 값이 원료 진주담치에 비해 상승하였으며, HRM이 HBM에 비해 지방산화 억제 측면에서 다소 효과적임을 알 수 있었다. 그러나 본 시제품들은 지방 함량이 1% 미만이므로 제품 제조나 동결저장 중 지방산화가 품질저하에 미치는 영향은 거의 없을 것으로 생각되었다.

Table 3. Amino nitrogen (NH_2-N), volatile basic nitrogen (VBN) contents and thiobarbituric acid (TBA) value of raw sea mussel *Mytilus edulis* and the individually quick frozen (IQF) half-shelled sea mussels

Sample[1]	NH_2-N (mg/100 g)	VBN (mg/100 g)	TBA value (O.D.)
Raw	809.3±5.4[a]	14.2±1.0[a]	0.015±0.001[c]
HRM	607.9±2.1[b]	11.5±1.0[b]	0.033±0.002[b]
HBM	534.2±1.3[c]	12.6±1.3[ab]	0.058±0.004[a]

[1]HRM, individually quick freezing (IQF) half-shelled roasted sea mussel; HBM, IQF half-shelled boiled sea mussel. [a-c]Means within each column followed by the same letter are not statistically different (P>0.05).

조직감 및 헌터 색도

동결저장 중인 시제품 HRM 및 HBM을 상온에서 약 2시간 동안 해동한 다음 조직감 및 표면 색도를 측정한 결과는 Table 4와 같다. HRM 및 HBM의 조직감 parameter인 경도와 전단력은 각각 4.31 kg/cm^2 및 2.99 kg/cm^2, 992.2 g 및 507.7 g으로 양 제품 간에 조직감의 차이를 나타내었으며, 이를 Table 5의 관능검사 결과와 연관하여 볼 때 배소처리가 시제품의 조직감 향상에 훨씬 효과적이었다. 한편, HRM 및 HBM의 표면 색도는 원료와 비교하여 HRM의 경우 적색도, 황색도 및 색차에서 유의적 차이가 없었으나, HBM은 원료와 유의적 차이를 보였다. 이로 미루어 시제품의 중요한 품질요소인 색깔 유지 면에서도 배소처리가 다소 효과적임을 알 수 있었다.

해동드립 및 관능검사

동결 육제품의 보수력 지표가 되는 해동드립 즉, 해동시 형태적 복원이 되지 못한 수분인 유출드립(free drip)과 유출드립이 나온 후 1.5 kg/cm^{2}의 압력을 가할 때 본질적 복원이 되지 못한 수분인 압출드립(expressible drip)을 측정한 결과는 Table 5와 같다. 시제품 HRM 및 HBM의 자연드립과 압출드립량은 각각

Table 4. Texture parameters and color values of raw sea mussel *Mytilus edulis* and the individually quick frozen (IQF) half-shelled mussels

Sample[1]	Texture parameters		Color values			
	Hardness (kg/cm^2)	Shearing force (g)	L	a	b	⊿E
Raw	-	-	21.3±0.2[b]	1.1±0.1[a]	3.1±0.2[a]	74.3±0.1[a]
HRM	4.31±0.32[a]	992.2±41.9[a]	22.4±0.1[a]	1.1±0.1[a]	3.2±0.1[a]	74.3±0.1[a]
HBM	2.99±0.39[b]	507.4±29.8[b]	22.6±0.2[a]	0.9±0.0[b]	1.9±0.1[b]	72.4±0.0[b]

[1]HRM, individually quick freezing (IQF) half-shelled roasted sea mussel; HBM, IQF half-shelled boiled sea mussel. [a-b]Means within each column followed by the same letter are not statistically different (P>0.05). L, lightness; a, redness; b, yellowness ; ⊿E, color difference.

Table 5. Thawing drip contents and sensory evaluation of the individually quick frozen (IQF) half-shelled sea mussels *Mytilus edulis*

Sample[1]	Thawing drip (%)		Sensory evaluation[2]		
	Free	Expressible	Taste	Odor	Texture
HRM	8.9±0.4[b]	7.0±0.1[b]	4.3±0.3[a]	4.0±0.4[a]	4.2±0.2[a]
HBM	10.2±0.2[a]	8.1±0.2[a]	3.6±0.2[b]	3.5±0.2[a]	3.0±0.3[b]

[1]HRM, individually quick freezing (IQF) half-shelled roasted sea mussel; HBM, IQF half-shelled boiled sea mussel. [2]After cooking at 98°C for 5 min. 5 scale score (5, very good; 4, good; 3, acceptable; 2, poor; 1. very poor). [a-b]Means (n=7) within each column followed by the same letter are not statistically different (P>0.05).

8.9% 및 10.2%, 7.0% 및 8.1%로 육의 보수력 유지 면에서도 배소처리가 자숙처리에 비해 다소 효과적인 것으로 나타났으며, 이는 시제품의 유리아미노산 등과 같은 수용성 맛성분 유지에 영향을 미칠 것으로 생각되었다. 한편, 얼음옷을 제거한 후 98℃에서 5분간 증자한 다음 시제품 HRM 및 HBM의 맛, 냄새 및 조직감 등 관능적 parameter에 대하여 5단계 평점법으로 관능검사한 결과는 Table 5와 같이 HRM이 HBM에 비해 각 항목에서 우수한 평점을 얻어 관능적 품질도 배소처리가 다소 효과적임을 확인하였다.

Table 6. Fatty acid composition of total lipid from raw sea mussel *Mytilus edulis* and the individually quick frozen (IQF) half-shelled sea mussels

(Area %)

Fatty acids	Sample[1]		
	Raw	HRM	HBM
14:0	3.0	4.0	4.2
15:0	0.5	0.4	0.5
16:0	16.7	16.6	16.8
17:0	0.5	0.4	1.6
18:0	2.8	3.2	3.5
20:0	0.7	0.3	0.2
22:0	tr	tr	tr
Saturates	24.2	24.9	26.8
16:1n-7	13.3	15.6	16.2
18:1n-9	6.0	5.7	5.4
20:1n-9	2.0	1.4	1.0
22:1n-11	1.8	1.8	1.9
Monoenes	23.1	24.5	24.5
16:2n-9	1.4	1.2	0.2
16:4n-1	0.7	1.4	1.4
18:2n-6	1.0	0.8	1.1
18:3n-3	1.8	1.9	1.6
18:4n-3	3.1	4.0	3.9
20:2n-6	0.7	0.8	1.2
20:4n-6	1.4	0.9	1.6
20:4n-3	0.5	0.5	0.5
20:5n-3	28.7	27.0	26.1
22:4n-6	0.8	0.9	1.2
22:5n-3	1.3	1.3	1.2
22:6n-3	11.3	9.9	8.7
Polyenes	52.7	50.6	48.7
n-3 PUFA	46.7	44.6	42.0
RPUFA[2]	2.40	2.22	2.07

[1]HRM, IQF half-shelled roasted sea mussel; HBM, IQF half-shelled boiled sea mussel. [2]Remaining ratio of polyunsaturated fatty acids (20:5n-3+22:6n-3/16:0).

지방산

원료 진주담치, 시제품 HRM 및 HBM에서 추출한 총지질의 지방산조성을 분석한 결과는 Table 6과 같다. 각 시료 총지질의 주요 구성지방산은 16:0 (16.6-16.8%), 18:0 (2.8-3.5%), 16:1n-7 (13.3-16.2%), 18:1n-9 (5.4-6.0%), 18:4n-3 (3.0-4.0%) 20:5n-3 (26.1-28.7%) 및 22:6n-3 (8.7-11.3%) 등이었으며, HRM 및 HBM의 경우 원료에 비해 포화산은 24.2%에서 각각 24.9 및 26.8%로, 모노엔산은 23.1%에서 24.5%로 약간씩 증가한 반면 20:5n-3 및 22:6n-3을 주로 하는 폴리엔산은 52.7%에서 50.6% 및 48.7%로 감소하는 경향을 나타내었다. 양 시제품 간에 구성지방산의 변화폭은 HRM이 HBM에 비해 적었으며, 고도불포화지방산의 잔존율(Takiguchi, 1987) 또한 HRM이 2.22로 HBM의 2.07에 비해 높았다. Kim et al. (2013)은 자연산 홍합과 양식산 진주담치 총지질의 지방산 조성을 분

Table 7. Total amino acid contents of raw sea mussel *Mytilus edulis* and the individually quick frozen (IQF) half-shelled sea mussels

(mg/100 g)

Amino acid	Sample[1]		
	Raw	HRM	HBM
Aspartic acid	1,246.9 (11.0)[2]	1,278.9 (8.1)	1,043.4 (7.0)
Threonine	586.0 (5.1)	836.2 (5.3)	881.5 (5.9)
Serine	1,028.0 (9.1)	961.4 (6.1)	821.0 (5.5)
Glutamic acid	1,596.1 (14.1)	2,142.5 (13.5)	2,063.7 (13.9)
Proline	656.8 (5.8)	1,009.7 (6.4)	1,092.5 (7.3)
Glycine	1,174.2 (10.4)	1,508.8 (9.5)	1,135.1 (7.6)
Alanine	728.4 (6.4)	1,124.0 (7.1)	923.5 (6.2)
Valine	446.3 (3.9)	721.0 (4.6)	729.3 (4.9)
Cystine	tr	tr	tr
Methionine	240.8 (2.1)	348.2 (2.2)	370.8 (2.5)
Isoleucine	412.6 (3.6)	552.2 (3.5)	696.2 (4.7)
Leucine	750.0 (6.6)	1,023.7 (6.5)	1,009.0 (6.8)
Tyrosine	266.5 (2.4)	397.4 (2.5)	460.6 (3.1)
Phenylalanine	444.3 (3.9)	602.6 (3.8)	655.3 (4.4)
Histidine	268.6 (2.4)	388.7 (2.5)	441.6 (3.0)
Lysine	836.1 (7.4)	1,734.9 (10.9)	1,564.1 (10.5)
Arginine	642.6 (5.7)	1,216.7 (7.7)	982.6 (6.6)
Total	10,681.6 (100.0)	14,630.2 (100.0)	13,887.6 (100.0)

[1]HRM, individually quick freezing (IQF) half-shelled roasted sea mussel; HBM, IQF half-shelled boiled sea mussel. [2]Percentage to the total content. tr, trace.

석한 결과에서 주요 지방산은 16:0, 16:1n-7, 20:5n-3 및 22:6n-3 등으로 홍합의 경우 폴리엔산의 조성비가 50.1%로 진주담치의 46.8%에 비해 약간 높았고, 진주담치는 반대로 포화산과 모노엔산의 조성비가 약간 높았다고 보고한 바 있다. 일반적으로 어패류의 고도불포화지방산은 조리 가공시 일부가 분해되어 유리아미노산과 반응하여 변색 및 냄새 생성에 영향을 미치는 heterocyclic compounds와 산패취를 생성하는 것으로 알려져 있는데, 본 시제품의 경우 지방 함량이 극히 적기 때문에 동결저장 중 고도불포화지방산의 산화분해가 제품의 품질저하에 미치는 영향은 크지 않을 것으로 보인다.

총아미노산 및 무기질

원료 진주담치, 시제품 HRM 및 HBM의 총아미노산 조성을 분석한 결과는 Table 7과 같다. 총아미노산 함량은 각각 10,681.6 mg/100 g, 14,630.2 mg/100 g 및 13,887.6 mg/100 g으로 조단백질 함량과 마찬가지로 HRM의 함량이 가장 많았으며, 다음이 HBM, 원료 진주담치 순이었다. 이러한 함량 차이는 시제품 제조 중 배소 또는 증자 처리에 따른 수분 함량의 변화에 기인한 것으로 보인다. 총아미노산의 조성은 시료 간에 약간씩 차이는 있었으나 aspartic acid, glutamic acid, proline, glycine, alanine, leucine, lysine 및 arginine 등이 주요 구성아미노산이었으며, 그 외 다른 필수아미노산도 고루 함유되어 있었다. Kim et al. (2013)은 자연산 홍합과 양식산 진주담치 육의 총아미노산 조성을 분석하여 glutamic acid가 각각 2,205.5 mg/100 g 및 2,085.0 mg/100 g으로 가장 많았고, 이외에도 aspartic acid, glycine, alanine, leucine, lysine 및 arginine 등이 많이 함유되어 있었다고 본 실험 결과와 유사한 결과를 보고한 바 있다.

원료 진주담치, 시제품 HRM 및 HBM의 무기질 조성을 분석한 결과는 Table 8과 같다. 무기질 조성은 Na가 각각 202.0 mg/100 g, 175.4 mg/100 g 및 161.1 mg/100 g으로 가장 많았으며, 다음으로 역치가 낮아 적은 양에서도 가열처리 수산식품

Table 8. Mineral contents of raw sea mussel *Mytilus edulis* and the individually quick frozen (IQF) half-shelled sea mussels

(mg/100 g)

Mineral	Sample[1]		
	Raw	HRM	HBM
Na	202.0±1.3	175.4±0.7	161.1±1.5
K	75.7±0.3	66.3±0.2	64.8±0.6
Ca	47.3±0.1	39.1±0.6	38.4±0.9
Mg	16.4±0.1	15.9±0.1	15.3±0.2
Fe	3.0±0.0	2.7±0.0	2.5±0.2
Cu	tr	tr	tr
Zn	0.9±0.0	0.6±0.0	0.7±0.0
P	101.0±0.1	86.7±0.4	77.0±0.2
S	117.4±1.5	92.7±1.4	92.0±1.4
Pb	ND	ND	ND
Cd	ND	ND	ND

[1]HRM, individually quick freezing (IQF) half-shelled roasted sea mussel; HBM, IQF half-shelled boiled sea mussel. tr, trace. ND, not detected.

Table 9. Free amino acid contents of raw sea mussel *Mytilus edulis* and the individually quick frozen (IQF) half-shelled sea mussel extracts

(mg/100 g)

Amino acid	Sample[1]		
	Raw	HRM	HBM
Phosphoserine	4.5 (0.5)[2]	3.1 (0.4)	1.7 (2.9)
Taurine	234.0 (25.3)	164.8 (20.8)	128.3 (21.5)
Threonine	18.1 (2.0)	14.7 (1.9)	14.5 (2.4)
Serine	19.5 (2.1)	17.8 (2.3)	22.3 (3.8)
Aspartic acid	12.0 (1.3)	19.9 (2.5)	13.6 (2.3)
Glutamic acid	103.5 (11.2)	87.3 (11.1)	51.8 (8.7)
Sarcosine	1.5 (0.2)	36.7 (4.7)	0.8 (0.1)
Proline	39.0 (4.2)	46.2 (5.9)	33.1 (5.6)
Glycine	205.7 (22.2)	133.3 (16.9)	113.9 (19.1)
Alanine	112.5 (12.1)	139.6 (17.7)	80.7 (13.6)
α-aminobutyric acid	1.5 (0.1)	2.1 (0.3)	0.8 (0.1)
Valine	13.5 (1.4)	10.5 (1.3)	10.2 (1.7)
Cystine	10.5 (1.1)	8.4 (1.1)	2.5 (0.4)
Methionine	7.5 (0.8)	6.3 (0.8)	7.6 (1.3)
Cysthathionine	3.8 (0.4)	3.1 (0.4)	1.7 (0.3)
Isoleucine	9.5 (1.0)	6.3 (0.8)	7.6 (1.3)
Leucine	15.1 (1.8)	10.5 (1.3)	12.7 (2.1)
Tyrosine	14.9 (1.6)	10.5 (1.3)	14.5 (2.4)
β-alanine	9.0 (1.0)	8.4 (1.1)	5.9 (1.0)
Phenylalanine	9.9 (1.1)	6.3 (0.8)	6.8 (1.1)
γ-aminobutyric acid	3.1 (0.3)	tr	tr
Ethanolamine	3.0 (0.3)	1.1 (0.1)	tr
Hydroxylysine	22.5 (2.4)	tr	tr
Ornithine	3.6 (0.4)	2.1 (0.3)	1.7 (0.3)
Lysine	1.5 (0.2)	12.6 (1.6)	16.1 (2.7)
Histidine	12.8 (1.4)	11.5 (1.5)	11.9 (2.0)
Arginine	33.1 (3.6)	24.2 (3.1)	33.2 (5.6)
Total	925.1 (100.0)	763.1 (100.0)	560.7 (100.0)

[1]HRM, individually quick freezing (IQF) half-shelled roasted sea mussel; HBM, IQF half-shelled boiled sea mussel. [2]Percentage to the total content. tr, trace.

Table 10. Mineral contents of raw sea mussel *Mytilus edulis* and the individually quick frozen (IQF) half-shelled sea mussel extracts

(mg/100 g)

Mineral	Sample[1]		
	Raw	HRM	HBM
Na	121.3±0.9	76.9±0.4	61.8±0.3
K	50.5±1.3	67.7±0.7	40.7±0.8
Ca	23.0±0.1	19.4±0.3	14.3±0.2
Mg	6.8±0.1	4.0±0.0	4.5±0.1
Fe	2.0±0.0	1.8±0.0	1.1±0.0
Zn	tr	0.2±0.0	0.2±0.0
P	9.1±0.1	8.6±0.1	5.3±0.0
S	45.3±0.2	64.5±0.8	42.9±0.5

[1]HRM, individually quick freezing (IQF) half-shelled roasted sea mussel; HBM, IQF half-shelled boiled sea mussel. tr, trace.

의 flavor 생성에 큰 영향을 미치는 S가 117.5 mg/100 g, 92.7 mg/100 g 및 92.0 mg/100 g으로 다량 함유되어 있었다. 그 외 P 101.0 mg/100 g, 86.7 mg/100 g 및 77.0 mg/100 g, K 75.7 mg/100 g, 66.3 mg/100 g 및 64.8 mg/100 g 및 Ca 47.3 mg/100 g, 39.1 mg/100 g 및 38.4 mg/100 g으로 시제품 간의 무기질 조성 차이는 거의 없었다. Mok et al. (2009)은 한국 연안산 해산 무척추동물의 미네랄 함량과 영양평가에서 진주담치 육에 Na 330.0-489.2 mg/100 g, Ca 17.6-43.6 mg/100 g, K 86.5-100.6 mg/100 g, P 168.0-198.1 mg/100 g이 각각 함유되어 있었다고 보고한 바 있는데, 이는 본 분석 결과와 상당한 차이를 보였다. 이러한 미네랄 성분의 함량 차이는 패류의 서식환경이나 시료 채취 부위에 따라 차이가 있기 때문에 절대적으로 비교하기는 어렵다고 생각된다. 한편, 유해성 중금속인 Pb 및 Cd는 원료 진주담치 및 시제품들 모두 미검출로 식품공전 상의 국내 연체류 및 패류의 잔류허용기준(2.0 mg/kg 이하, 생물기준)에 적합하였다(KFDA, 2018b).

맛성분

원료 진주담치, 시제품 HRM 및 HBM에서 각각 추출한 엑스성분 중 주된 맛성분인 유리아미노산 및 무기이온의 함량을 분석한 결과는 Table 9 및 10과 같다. 유리아미노산 함량은 각각 925.1 mg/100 g, 763.1 mg/100 g 및 560.7 mg/100 g으로 시제품 제조 중 배소 혹은 자숙에 따른 육 보수성의 저하, 그리고 해동시 유출드립의 발생에 따라 상당량의 유리아미노산들이 유실되었는데, HRM의 경우 HBM에 비해 22% 정도 유실량이 적었다. 유리아미노산의 조성은 taurine (234.0 mg/100 g, 164.8 mg/100 g 및 128.3 mg/100 g)의 함량이 가장 많았고, glutamic acid (103.5mg/100 g, 87.3 mg/100 g 및 51.8 mg/100 g), glycine (205.7 mg/100 g, 133.3 mg/100 g 및 113.9 mg/100 g), alanine (112.5 mg/100 g, 139.6 mg/100 g 및 80.7 mg/100 g) 등 정미성 아미노산의 함량이 많았다. 시제품 간에 각 유리아미노산의 함량 차이는 있었으나, 총함량에 대한 조성비는 대체로 비슷하였다. Taurine은 기능성을 지닌 함황아미노산의 일종으로 시제품 요리시 저급 함황화합물로 분해되어 구수한 향기 발현에 기여할 것으로 생각된다. Kim et al. (2013)은 자연산 홍합과 양식산 진주담치의 맛성분을 분석하여 유리아미노산 총함량은 각각 1,116.5 mg/100 g 및 961.8 mg/100 g으로 아미노질소 함량과 상관관계를 보였으며, 주요 유리아미노산으로는 taurine이 각각 177.4 mg/100 g 및 137.9 mg/100 g, 다음으로 glutamic acid, glutamine, glycine, citrulline, lysine 및 arginine의 함량이 많았다고 보고한 바 있다. 한편, 유리아미노산과 더불어 주요한 맛성분인 무기이온의 조성은 Na (121.3 mg/100 g, 76.9 mg/100 g 및 61.8 mg/100 g), K (50.5 mg/100 g, 67.7 mg/100 g 및 40.7 mg/100 g), S (45.3 mg/100 g, 64.5 mg/100 g 및 42.9 mg/100 g) 및 Ca (23.0 mg/100 g, 19.4 mg/100 g 및 14.3 mg/100 g)이 주된 성분으로 엑스성분 중 HRM의 무기질 함량이 HBM에 비해 다소 많았다. 이는 유리아미노산의 경우와 같이 시제품 제조 중 배소 혹은 자숙에 따른 육의 보수성 저하, 그리고 해동시 유출되는 드립의 차이에 기인한 것으로 생각되었다.

이상의 결과에서 본 IQF 한쪽껍질 배소 진주담치 시제품은 수입산 제품과 동일한 공정으로 제조한 IQF 한쪽껍질 자숙 진주담치와 비교하여 이화학적 성분 조성 뿐만 아니라 품질요소 면에서도 우수하였고, 각종 요리소재로 충분히 이용 가능하다는 결론을 얻었다.

References

AOCS (American Oil Chemists' Society). 1990. AOCS official method Ce lb-89. In: Official methods and recommended practice of the AOCS, 4th ed, AOCS, Champaign, IL, U.S.A.

APHA (American Public Health Association). 1970. Recommended procedures for the bacteriological examination of sea water and shellfish. 3rd ed., Am Pub Health Assoc Inc., New York, NY, U.S.A., 17-24.

Bligh EG and Dyer WJ. 1959. A rapid method of total lipid extraction and purification. Can J Biochem Physiol 37, 911-917.

KFDA (Korean Food and Drug Administration). 2018a. Korea food code. Chapter 2.3. Health index bacteria and food poisoning bacteria. Korean Food and Drug Administration, Seoul, Korea.

KFDA (Korean Food and Drug Administration). 2018b. Korea food code. Chapter 2.3. Contaminant material. Heavy metal. Korean Food and Drug Administration, Seoul, Korea.

Kim DS, Koizumi C, Chung BY and Cho KS. 1994. Studies on the lipid contents and fatty acid composition of anchovy sauce prepared by heating fermentation. Korean J Fish

Aquat Sci 27, 469-475.
Kim WJ and Goo KH. 2001. Food sensory evaluation method. Hyoil Pub Co, Seoul, Korea.
Kim SG, Lee SJ and Oh KS. 2013. Food component characteristics of wild hard-shelled mussel *Mytilus coruscus* and cultured sea mussel *Mytilus edulis* in Korea. Korean J Fish Aquat Sci 46, 717-724. https://doi.org/10.5657/KFAS.2013.0717.
Kim SK, Ok DL, Park EJ and Lee SC. 2014. Effects of hot water extracts of domestic blue mussel and new zealand green lipped mussel on alcohol metabolizing enzymatic, DPPH radical scavenging, and angiotensin converting enzyme inhibitory activities. J Korean Soc Food Sci Nutr 43, 1363-1368. https://doi.org/10.3746/jkfn.2014.43.9.1363.
Kim SG, Cho JH, Hwang YS, Lee IS and Oh KS. 2017a. Extractions and quality characteristics of the complex extract from the cultured sea mussel *Mytilus edulis*. Korean J Fish Aquat Sci 50, 650-655. https://doi.org/10.5657/ KFAS.2017.0650.
Kim SG, Cho JH, Hwang SM, Nam HG, Choi JD and Oh KS. 2017b. Processing and quality characteristics of sea mussel *Mytilus edulis* sauces from sea mussel complex extract. Korean J Fish Aquat Sci 50, 656-661. https://doi.org/10.5657/KFAS.2017.0656.
KRIVET (Korea Research Institute for Vocational Education and Training). 2019. NCS (National Competency Standards) learning module. In: Chapter 21. Seafood preservation. 5. Frozen food quality evaluation. KRIVET, Sejong, Korea, 47.
KSFSN (Korean Society of Food Science and Nutrition). 2000a. Handbook of experimental in food science and nutrition. In: Chapter 2. Analysis of food proximate composition. Hyoil Pub Co., Seoul, Korea.
KSFSN (Korean Society of Food Science and Nutrition). 2000b. Handbook of experimental in food science and nutrition. In: Chapter 9. 5. Measurement of food freshness. Hyoil Pub Co., Seoul, Korea.
Lee EH, Ha JH, Cha YJ, Oh KS and Kwon CS. 1984. Preparation of powdered dried sea mussel and anchovy for instant soup. Korean J Fish Aquat Sci 17, 299-305.
MOF (Ministry of Oceans and Fisheries). 2020. Statistical database for fisheries production. Korea National Statistical Office, Daejeon, Korea. Retrieved form https://fips.go.kr/biz/S020504/main on Mar 25, 2020.
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 Aquat Sci 42, 93-103.
NFFC (National Federation of Fisheries Cooperatives). 2000. Marine products in Korea. Suhyup Pub Co., Seoul, Korea, 398-401.
Noh YN, Yoon HD, Kong CS, Nam DB, Park TH and Kim JG. 2011. Preparation of retort pouched sea mussel and its quality stability during storage. J Fish Mar Sci Edu 23, 709-722.
Ohara T. 1982a. Food analysis handbook. Kenpakusha Pub Co., Tokyo, Japan, 51-55.
Ohara T. 1982b. Food analysis handbook. Kenpakusha Pub Co., Tokyo, Japan, 264-267.
Park HY, Cho YJ, Oh KS, Goo JK and Lee NG. 2000. Applied fisheries processing. In: Chapter 8. Frozen seafood products. Suhyup Pub Co., Seoul, Korea, 152.
Park JS. 2011. Physicochemical properties of salt-fermented *Mytilus edulis* added with various seasoning sauces. Korean J Food Preserv 18, 335-340.
Park TH, Noe YN, Lee IS, Kwon SJ, Yoon HD, Kong CS, Nam DB, Oh KS and Kim JG. 2012. Processing and characteristics of canned seasoned sea mussel. J Fish Mar Sci Edu 24, 820-832.
Takiguchi, A. 1987. Lipid oxidation and hydrolysis in dried anchovy products during drying and storage. Bull Japanese Soc Sci Fish 53, 1463-1469.
Tarladgis ZG, Watts MM and Younathan MJ. 1960. A distillation method for quantitative determination of malonaldehyde in rancid food. J Am Oils Chem Soc 37, 44-48.
Union Forsea. 2020. Import and export statistics. Retrieved from http://www.forsea.co.kr/html/trend/fish_trend.html on Mar 21, 2020.