

## 진주 가공부산물(육 및 패주)의 이화학적 특성

김진수 · 김혜숙 · 오현석 · 강경태 · 한강욱 · 김인수 · 정보영 · 문수경 · 허민수<sup>†</sup>

경상대학교 해양생명과학부/해양산업연구소

### Physicochemical Properties of Pearl Oyster Muscle and Adductor Muscle as Pearl Processing Byproducts

Jin-Soo Kim, Hye-Suk Kim, Hyeun Seok Oh, Kyung Tae Kang, Gang Uk Han,  
In Soo Kim, Bo Young Jeong, Soo Kyung Moon and Min Soo Heu<sup>†</sup>

Division of Marine Life Science/Institute of Marine Industry, Gyeongsang National University,  
Gyeongnam 650-160, Korea

#### Abstract

This study was conducted to evaluate a knowledge on food components of muscle and adductor muscle of pearl oyster (*Pinctada fucata martensii*) as pearl processing byproducts. The concentrations of mercury and chromium as heavy metal were not detected in both pearl oyster muscle and adductor muscle, and those of cadmium and lead were 0.06 ppm and 0.11 ppm in only pearl oyster muscle, respectively. Thus, the heavy metal levels of pearl processing byproducts were below the reported safety limits. The volatile basic nitrogen (VBN) content and pH of pearl oyster muscle were 11.6 mg/100 g and 6.31 and those of adductor muscle were 8.6 mg/100 g and 6.33, respectively. It was concluded that pearl oyster muscle and adductor muscle might not invoke health risk in using food resource. The contents of crude protein (16.5%) and total amino acid (15,691 mg/100 g) of adductor muscle were higher than those of muscle (11.2% and 10,131 mg/100 g) and oyster (12.1% and 11,213 mg/100 g) as a control. The contents of calcium and phosphorus were 95.4 mg/100 g and 116.0 mg/100 g in muscle, 75.2 mg/100 g and 148.1 mg/100 g in adductor muscle, respectively. The calcium level based on phosphorus was a good ratio for absorbing calcium. The free amino acid contents and taste values were 635.5 mg/100 g and 40.2 in muscle, and 734.9 mg/100 g and 24.1 in adductor muscle, respectively, but that (882.8 mg/100 g and 40.2) of oyster was higher than those of pearl processing byproducts. Based on the results of physicochemical and nutritional properties, pearl oyster muscle and adductor muscle can be utilized as a food resource.

**Key words:** pearl oyster, pearl byproducts, pearl oyster muscle, adductor muscle, seafood byproducts

#### 서 론

진주조개는 비교적 깨끗한 내만 및 조립질의 모래, 자갈 또는 암반 바닥에 서식하고, 서식 수심은 표층에서 10 m까지 분포하며, 성장 적정수온은 20~25°C이다. 이와 같은 진주조개는 자웅이체의 생물로, 그 산란 시기는 늦봄에서 초여름까지이고, 산란의 절정기는 수온 25°C 정도에서 나타나며, 부화 후 2~3주간은 플랑크톤 생활을 한다. 이후 진주조개는 유생을 거쳐 강력한 죽사를 이용하여 바위나 자갈에 부착하여 일생동안 고착을 하며, 겨울이 되어 수온이 13°C 이하로 내려가는 경우 동면을 하게 된다(1). 그리고 자연산 진주조개나 인공 부화한 진주조개는 봄부터 여름에 걸쳐 생식선에 구멍을 뚫고, 핵과 외투막을 일정한 크기로 자른 절편을 넣는 삽핵 기술을 한 다음 양식하는 경우 보석 원주를 얻을

수 있고, 이를 적절히 가공하는 경우 고급의 진주를 제조할 수 있다. 한편, 통영 인근 해역은 진주조개를 양식하기에 최적조건이어서 진주조개의 양식을 많이 시도하였고, 최근 양질의 진주를 생산할 수 있는 기술을 확보하였을 뿐만 아니라, 통영 진주조개 양식 산업이 국가의 지역균형발전 정책의 하나로 추진되어 진주조개 생산은 더욱 증가할 추세이다. 이로 인해 자연히 진주 원주를 채취한 후 부산물로 발생하는 진주조개 육과 패주의 발생량은 증가하고 있고, 현재 별다른 용도가 없어 대부분이 폐기되고 있는 실정이다. 이러한 일면에서 진주가공부산물에 관한 연구로는 진주조개 육으로부터 펩신 가용성 collagen의 특성에 관한 연구(2), 진주 핵 삽입 후 상처를 치유하는 과정 중의 collagen을 포함한 extracellular matrix의 재생에 관한 연구(3), 진주조개 육과 패주 조직 중의 collagen 특성에 관한 연구(4)가 있으며, 진

<sup>†</sup>Corresponding author. E-mail: heu1837@dreamwiz.com  
Phone: 82-55-640-3177, Fax: 82-55-640-3170

주조개 육 및 패주로부터 유용성분을 회수하여 이용하거나 또는 가공품 제조를 위한 소재로 활용할 수 있다면 그 의미는 상당히 크리라 추정된다. 하지만 진주조개 육과 패주를 보다 효율적으로 이용하기 위하여 우선적으로 이들의 식품 성분 특성의 구명이 이루어져야 하나, 이에 대한 연구는 거의 전무한 실정이다.

본 연구는 진주 채취 후 폐기되는 진주조개 육 및 패주를 기능성 식품의 추출소재 또는 가공품의 소재와 같이 효율적으로 이용하기 위한 기초 연구로서 진주조개 육 및 패주의 식품성분 특성에 대하여 살펴보았다.

재료 및 방법

재료

진주조개 육과 패주는 2004년 11월 경남 통영시 소재의 (주)대덕진주에서 구입하여 동결저장(-25°C)하여 두고 실험에 사용하였다. 그리고 대조구로 사용한 굴은 2005년 7월에 경상남도 통영시 소재의 대흥물산(주)에서 IQF(individual quick frozen) 상태의 것을 구입한 후 동결보관(-25°C)하여 두고 실험에 사용하였다.

일반성분 및 pH

일반성분은 AOAC법(5)에 따라 수분은 상압가열건조법, 조회분은 건식회화법, 조지방은 Soxhlet법, 조단백질은 semimicro Kjeldahl법으로 각각 측정하였고, pH는 시료에 10배량의 탈이온수를 가한 다음 pH meter(model 744, Metrohm, Switzerland)로 측정하였다.

휘발성염기질소, 총 아미노산, 유리아미노산 및 taste value

휘발성염기질소 함량은 Conway unit를 사용하는 미량확산법(6)으로 측정하였다.

총 아미노산은 일정량의 시료(약 50 mg)에 6 N 염산 2 mL을 가하고, 밀봉한 다음, 이를 heating block에서 가수분해(110°C, 24시간)한 후, glass filter로 여과 및 감압 건조하였다. 이어서 감압건조물을 sodium citrate buffer(pH 2.2)로 정용한 후, 이의 일정량을 아미노산 분석기(Biochrom 20, Biochrom Ltd., England)로 분석 및 정량하였다.

유리아미노산을 분석하기 위한 시료는 일정량(약 10 g)의 원료에 20% TCA(trichloroacetic acid) 30 mL를 가하여 균질화(10분)하고 정용(100 mL)한 것을 원심분리(3,000 rpm, 10분)하였다. 이어서 상층액 중 50 mL를 분액깔때기에 취하여 동량의 ether를 사용하여 TCA 제거공정을 4회 반복하였고, 다시 이를 농축하여 lithium citrate buffer(pH 2.2)로 정용(25 mL)한 다음, 이것을 아미노산 자동분석기(Biochrom 20, Biochrom Ltd., England)로 분석 및 정량하였다.

Taste value는 Kato 등(7)이 제시한 유리아미노산의 taste threshold를 이용하여 Cha 등(8)과 같은 방법으로 계산

하였다.

중금속 및 무기질 함량

수은을 제외한 중금속 및 무기질은 Tsutagawa 등의 방법(9)에 따라 시료를 습식 분해한 후 ICP(inductively coupled plasma spectrophotometer, Atomscan 25, TJA)로 분석하였다. 수은은 시료를 동결 건조한 다음 이를 수은 분석기(model SP-3A, Nippon Instrument Co., Tokyo, Japan)를 이용한 gold amalgamation method(10)로 분석하였다.

통계처리

각 실험항목의 반복횟수는 3회 실시하였으며, 실험결과를 평균과 표준편차(mean ± standard deviation)로 나타내었다. 그리고 이들 값은 ANOVA test를 이용하여 분산분석한 후, Duncan의 다중위 검정법으로 최소 유의차 검정(5% 유의수준)을 실시하였다.

결과 및 고찰

중금속, pH 및 휘발성염기질소

진주 가공부산물인 진주조개 육 및 패주의 식품소재로서 이용 가능성을 타진하기 위하여 진주조개 육 및 패주의 수은, 카드뮴, 납 및 크롬과 같은 중금속 함량, 휘발성염기질소 함량 및 pH에 대하여 살펴본 결과는 Table 1과 같다. 진주조개 육의 중금속은 수은과 크롬의 경우 검출되지 않았고, 카드뮴의 경우 0.06 ppm, 납의 경우 0.11 ppm이 검출되었다. 또한, 진주조개 패주의 경우, 검토한 4종의 중금속이 모두 검출되지 않았다. 이와 같이 진주조개 육과 패주 간에 중금속 함량의 차이는 일반적으로 패류의 경우 중금속이 내장에 다량 함유되어 있어 내장을 함유하고 있는 부위가 근육 부위이기 때문이라 판단되었다. 또한, 패류의 경우 다른 수산물에 비하여 중금속 함량이 많다고 보고되어 있으나(11), 본 실험에서 검토한 진주조개 육의 경우 중금속 함량이 낮아 일반적인 보고와 다소 차이가 있었는데, 이는 진주조개 양식지가 공장이나 기타 오염원이 적어 청정해역으로 알려져 있는 통영 및 제주 인근해역이었기 때문이라 판단되었다(12).

Table 1. Heavy metal contents, pH and volatile basic nitrogen (VBN) content of muscle and adductor muscle of pearl oyster

		Pearl oyster	
		Muscle	Adductor muscle
Heavy metal (ppm)	Hg	ND	ND
	Cd	0.06 ± 0.01	ND
	Pb	0.11 ± 0.01	ND
	Cr	ND	ND
VBN (mg/100 g)		11.6 ± 2.1	8.6 ± 2.0
pH		6.31 ± 0.00	6.33 ± 0.00

Values are the mean ± standard deviation of three determination. ND: not detected.

Codex Code(13)에 의하면 식품으로서 중금속 안전 규제치는 카드뮴의 경우 0.2~1.0 mg/kg 이하, 납의 경우 0.2~0.4 mg/kg 이하, 수은과 크롬의 경우 검출되어서는 안된다고 보고한 바 있다. 이와 같은 Codex Code의 규제치(13)로 미루어 보아 중금속 함량 면에서는 진주조개 육과 패주의 경우 식품소재로 이용하여도 무방하리라 판단되었다.

한편, 진주조개 육과 패주의 신선도 지표로서 살피면 휘발성염기질소 함량과 pH는 진주조개 육의 경우 각각 11.6 mg/100 g 및 6.31이었고, 패주의 경우 각각 8.6 mg/100 g 및 6.33을 나타내었다. 일반적으로 패류와 같이 글리코젠이 다량 함유되어 있어 선도가 저하하는 경우 이의 분해에 다량의 젖산이 용출되어 pH변화가 일어나 이를 선도지표로 많이 활용하고 있다(14). 진주조개와 유사한 굴의 경우도 선도를 pH로 나타내며, pH가 6.4인 경우 아주 신선한 것으로, 5.9~6.2를 선도 양호로, 5.8 이하를 선도 불량으로, 5.2 이하를 부패로 분류하고(14), 또한 수산물의 경우 단백질을 주로 하는 식품이어서 선도 저하하는 경우 단백질분해 메카니즘(mechanism)에 의하여 최종적으로 trimethylamine, 암모니아 및 urea와 같은 저급 휘발성염기물질이 용출되어 이의 함량으로 선도를 판단하기도 한다(15). 일반적으로 수산물은 휘발성염기질소가 5~10 mg/100 g을 아주 신선한 것으로, 15~25 mg/100 g을 보통 선도로, 30~40 mg/100 g을 부패초기의 것으로, 50 mg/100 g 이상을 부패한 것으로 분류하고 있다(15). 이와 같은 사실로 미루어 보아 진주 가공부산물로서 식품가공소재의 타당성을 검토하기 위하여 시료로 선택한 진주조개 육 및 패주의 경우 선도면에서 식품가공소재로 이용하여도 아무런 문제가 없다고 판단되었다.

#### 일반성분

진주 가공부산물의 식품소재로서 이용 가능성을 타진하기 위하여 살피면 진주조개 육 및 패주의 일반성분은 Table 2와 같다. 진주조개 육 및 패주의 일반성분을 비교 검토하기 위하여 대조구로서 굴의 일반성분은 수분의 경우 79.8%, 조단백질의 경우 12.1%, 조지방의 경우 2.2%, 조회분의 경우 1.5% 및 탄수화물의 경우 4.4%를 나타내었다. 한편 Kim 등

Table 2. Proximate composition of muscle and adductor muscle of pearl oyster (g/100 g)

Components	Oyster	Pearl oyster	
		Muscle	Adductor muscle
Moisture	79.8±0.5 <sup>b</sup>	84.4±1.3 <sup>a</sup>	77.3±0.3 <sup>b</sup>
Crude protein	12.1±0.1 <sup>b</sup>	11.2±0.1 <sup>b</sup>	16.5±0.1 <sup>a</sup>
Crude lipid	2.2±0.1 <sup>a</sup>	1.2±0.3 <sup>b</sup>	1.6±0.0 <sup>b</sup>
Crude ash	1.5±0.0 <sup>b</sup>	2.1±0.2 <sup>a</sup>	1.9±0.0 <sup>a</sup>
Carbohydrate	4.4	1.1	2.7

Carbohydrate = 100 - (moisture + ash + lipid + protein).

Values are the mean ± standard deviation of three determination. Means with different letters within the same row are significantly different (p<0.05).

(16)은 식품소재로서 굴 통조림 가공 부산액의 성분 특성을 살펴본 연구에서 생굴의 일반성분이 수분의 경우 81.1%, 조단백질의 경우 13.5%, 조지방의 경우 0.8%, 조회분의 경우 1.1% 및 글리코젠의 경우 3.5%로 약간의 차이가 있었는데, 이는 Kim 등(16)의 경우 산란기 이전의 굴을 원료로 사용하는데 반하여 본 실험에서는 산란기에 제품으로 제조하는 동결 굴을 원료로 하여 산란기와 색이기(feeding stage)와 같은 채취시기의 차이점 때문이라 판단되었다(17). 한편 진주조개 육과 패주의 일반성분은 수분의 경우 각각 84.4% 및 77.3%, 조단백질의 경우 각각 11.2% 및 16.5%, 조지방의 경우 각각 1.2% 및 1.6%, 조회분의 경우 각각 2.1% 및 1.9%, 글리코젠을 주로 하는 탄수화물의 경우 1.1% 및 2.7%이었다. 이와 같은 결과로 미루어 보아 진주조개 패주의 경우 육에 비하여 수분의 경우 낮았고, 단백질 및 탄수화물의 경우 높아 식품 재자원으로서 가치는 육에 비하여 패주가 높다고 판단되었다. 굴(수분, 79.8%; 탄수화물, 4.4%)에 비하여 진주조개 육은 수분(84.4%)의 경우 높았고, 글리코젠(1.1%)을 주로 하는 탄수화물의 경우 낮아 상당한 차이를 나타내었다.

#### 영양 특성

진주조개 육 및 패주의 총 아미노산 함량 및 조성은 Table 3과 같다. 진주조개 육과 패주의 총 아미노산은 두 시료 모두 17종의 아미노산이 동정되었고, 총 함량은 패주가 15,691 mg/100 g으로 육의 10,311 mg/100 g에 비하여 많았다. 진주조개 패주 및 육에 관계없이 주요 구성아미노산은 glutamic

Table 3. Total amino acid contents of muscle and adductor muscle of pearl oyster (mg/100 g)

Amino acid	Oyster	Pearl oyster	
		Muscle	Adductor muscle
Aspartic acid	1159.8 (10.3)	1217.2 (12.0)	15567.8 (10.0)
Threonine	571.9 ( 5.1)	558.7 ( 5.5)	712.1 ( 4.5)
Serine	577.5 ( 5.2)	531.1 ( 5.2)	693.9 ( 4.4)
Glutamic acid	1650.8 (14.7)	1339.4 (13.2)	2576.8 (16.4)
Proline	649.4 ( 5.8)	397.6 ( 3.9)	593.9 ( 3.8)
Glycine	692.7 ( 6.2)	650.2 ( 6.4)	1167.6 ( 7.4)
Alanine	724.1 ( 6.5)	466.5 ( 4.6)	934.8 ( 6.0)
Cysteine	112.7 ( 1.0)	194.4 ( 1.9)	157.1 ( 1.0)
Valine	552.2 ( 4.9)	527.6 ( 5.2)	744.7 ( 4.7)
Methionine	200.8 ( 1.8)	206.3 ( 2.0)	434.4 ( 2.8)
Isoleucine	434.0 ( 3.9)	396.1 ( 3.9)	766.0 ( 4.9)
Leucine	695.2 ( 6.2)	634.9 ( 6.3)	1224.3 ( 7.8)
Tyrosine	712.7 ( 6.4)	652.5 ( 6.4)	700.9 ( 4.5)
Phenylalanine	622.5 ( 5.6)	635.2 ( 6.3)	638.4 ( 4.1)
Histidine	310.4 ( 2.8)	228.9 ( 2.3)	322.5 ( 2.1)
Lysine	899.6 ( 8.0)	772.8 ( 7.6)	1250.8 ( 8.0)
Arginine	646.2 ( 5.8)	721.8 ( 7.1)	1205.3 ( 7.7)
Total	11,212.5 (100.0)	10,131.0 (100.0)	15,691.4 (100.0)

Values are the mean of three determination.

Value in parenthesis show percentage of total amino acid content.

acid(각각 16.4% 및 13.2%) 및 aspartic acid(각각 10.0% 및 12.0%)와 같이 산성아미노산으로, 조성에 있어서 다소 차이를 나타내었다. 한편 아미노산 조성분석을 위하여 산 가수분해 과정 중에 분해되어 검출되지 않은 tryptophan을 제외한 7종의 필수아미노산의 함량 및 조성은 패주가 각각 5,770 mg/100 g 및 36.8%를 나타내어, 각각 3,732 mg/100 g 및 36.8%를 나타낸 육에 비하여 함량은 높았고, 조성은 동일하였다. 대조구로서 굴의 7종 필수아미노산 함량 및 조성은 3,976 mg/100 g 및 35.5%를 나타내어 진주조개 육의 함량 및 조성과 유사한 범위였다. 한편 곡류의 제한아미노산(18)으로 알려져 있어 곡류를 주식으로 하는 동양권 국가의 사람들에게 필수적으로 섭취해야 하는 lysine의 함량 및 조성은 패주가 각각 1,251 mg/100 g 및 8.0%이었고, 육이 각각 773 mg/100 g 및 7.6%이어서 패주가 육에 비하여 함량 및 조성이 모두 높았다. 이와 같은 사실로 미루어 보아 단백질 함량 및 아미노산의 조성면에서의 영양적 가치는 진주조개의 경우 육에 비하여 패주가 우수하다고 판단되었다.

진주 가공부산물인 진주조개 육 및 패주의 식품소재로서 이용 가능성을 타진하기 위하여 살펴본 진주조개 육 및 패주의 칼륨, 칼슘, 마그네슘, 철, 아연 및 인과 같은 무기질 함량은 Table 4와 같다. 세포내 액의 삼투압, pH 조절 및 신경근육의 흥분성 유지 등의 기능을 가지고 있고(18), 결핍되는 경우 무력감, 식욕 결핍, 메스꺼움, 무관심, 불안, 불면증, 이상행동 등을 나타내는(19) 칼륨의 함량은 진주조개 패주의 경우 372.0 mg/100 g을 나타내어 진주조개 육의 170.9 mg/100 g에 비하여 높았다. 또한 진주조개 육의 칼륨 함량은 굴의 칼륨 함량(236.7 mg/100 g)에 비하여도 낮았다. 뼈, 치아형성, 신경근육의 기능억제, 대사조절, 효소 활성화에 관여하는 기능을 하고(18), 결핍시에 혈중 칼슘농도가 낮아져 저칼슘혈증(hypocalcemia)이 나타나며, 신경계의 과다흥분, 만성적 테타니증, 발작증 등이 나타나는 마그네슘 함량은 진주조개 패주 및 육이 각각 68.4 mg/100 g 및 70.7 mg/100 g으로 두 시료 간에 차이가 인정되지 않았고, 단지 굴(60.2 mg/100 g)에 비하여는 두 시료 모두 높았다. 한편 진주조개 패주 및 육의 마그네슘 함량은 여대생 1일 권장량(180~200

mg)의 38~39%에 해당하는 양이었다(19). 섭취량은 단백질을 구성하면서 체내 산소의 운반과 산화적 에너지 대사에 주로 관여하는 철은 진주조개 패주 및 육의 경우 각각 2.0 mg/100 g 및 1.7 mg/100 g으로 크게 차이가 없었고, 굴의 5.5 mg/100 g에 비하여는 두 시료 모두 낮았다. 한편 진주조개 패주 및 육의 철 함량은 성인 1일 권장량(12 mg)의 14~17%에 해당하는 양이었다(19). 효소의 구성요소로서 탄수화물, 단백질, 지질, 핵산의 합성과 분해에 관여하면서 결핍되는 경우 위장관이나 폐조직 내막의 손상이 흔히 나타나며, 다핵립프구, 자연 살해세포 기능 등에 영향을 미친다고(19) 알려져 있는 아연은 진주조개 패주 및 육의 경우 각각 2.0 mg/100 g 및 1.8 mg/100 g으로 두 성분 간에 차이가 없었고, 굴(5.5 mg/100 g)에 비하여는 두 성분 모두 낮은 함량이었다. 한편 진주조개 패주 및 육의 아연 함량은 성인남자 1일 권장량(12 mg)의 15~17%에 해당하는 양이었다(19). 뼈, 치아형성, 신경계의 흥분억제, 근수축, 막 투과성 조절 및 혈액 응고에 관여하는 칼슘(19)과 뼈, 치아형성뿐만 아니라 신경자극의 전달, ATP, 핵산, 인지질의 구성성분인 인(18) 함량은 진주조개 패주의 경우 각각 75.2 mg/100 g 및 148.1 mg/100 g이었고, 진주조개 육의 경우 각각 95.4 mg/100 g 및 116.0 mg/100 g이었다. 진주조개 패주는 육에 비하여 칼슘의 경우 높았고, 인은 낮았다. 한편 일반적으로 칼슘의 경우 그 함량보다는 흡수율이 중요하며, 흡수율에는 여러 가지 인자가 영향을 미치는데 그 중의 하나가 칼슘과 인의 비율이며, 적정비율을 1:2~2:1로 제시하고 있다(20). 이와 같은 의미에서 칼슘과 인의 함량과 이들의 조성비로 미루어 흡수율은 진주조개 육이 패주보다 우수하리라 판단되었고, 또한 진주조개 패주의 경우도 굴보다는 훨씬 우수하였다. 한편 진주조개 패주 및 육의 칼슘 함량은 모두 흡수되는 경우 성인남자 1일 권장량(600 mg)의 12~16%에 해당하는 양이었다(19). 이상의 총 아미노산 및 무기질의 함량으로 미루어 보아 진주조개 패주가 육에 비하여 영양적인 면에서 의미가 있다고 판단되었다.

맛 특성

진주 가공부산물의 식품소재로서 이용 가능성을 타진하기 위하여 살펴본 진주조개 육 및 패주의 유리아미노산 함량은 Table 5와 같다. 유리아미노산은 굴의 경우 30종의 아미노산이, 진주조개 육의 경우 26종의 아미노산이 그리고 진주조개 패주의 경우 29종이 동정되어 약간의 차이가 있었다. 유리아미노산의 총 함량은 진주조개 패주가 734.9 mg/100 g으로, 진주조개 육의 635.5 mg/100 g에 비하여 많았다. 그리고 진주조개 육의 유리아미노산 총 함량은 굴의 유리아미노산 총 함량인 882.8 mg/100 g에 비하여는 훨씬 낮았다. 한편 콜레스테롤 중 LDL을 줄이고 HDL을 증가시켜 동맥경화와 고혈압을 억제시킨다고 알려져 있는 taurine(20)은 진주조개 패주가 121.1 mg/100 g으로, 진주조개 육의 108.7 mg/100 g에 비하여 높았다. 하지만 진주조개 패주의 taurine

Table 4. Mineral contents of muscle and adductor muscle of pearl oyster (mg/100 g)

Mineral	Oyster	Pearl oyster	
		Muscle	Adductor muscle
K	236.7±2.1 <sup>b</sup>	170.9±1.5 <sup>c</sup>	372.0±8.8 <sup>a</sup>
Ca	30.3±0.4 <sup>c</sup>	95.4±4.0 <sup>a</sup>	75.2±1.2 <sup>b</sup>
Mg	60.2±0.3 <sup>b</sup>	70.7±0.3 <sup>a</sup>	68.4±0.3 <sup>a</sup>
Fe	5.5±0.3 <sup>a</sup>	1.7±0.2 <sup>b</sup>	2.0±0.1 <sup>b</sup>
Zn	5.5±0.3 <sup>a</sup>	1.8±0.2 <sup>b</sup>	2.0±0.1 <sup>b</sup>
P	138.1±5.6 <sup>a</sup>	116.0±1.7 <sup>b</sup>	148.1±4.0 <sup>a</sup>

Values are the mean ± standard deviation of three determination. Means with different letters within the same row are significantly different (p<0.05).

Table 5. Free amino acid (FAA) contents and composition of muscle and adductor muscle of pearl oyster

Amino acid	(mg/100 g)		
	Oyster	Pearl oyster	
		Muscle	Adductor muscle
Phosphoserine	11.6 ( 1.3)	trace (trace)	3.9 ( 0.5)
Taurine	173.0 (19.6)	108.7 (17.1)	121.1 (16.5)
Aspartic acid	39.0 ( 4.4)	17.6 ( 2.8)	14.6 ( 2.0)
Hydroxyproline	2.6 ( 0.3)	1.4 ( 0.2)	1.0 ( 0.1)
Threonine	31.1 ( 3.5)	24.5 ( 3.9)	9.1 ( 1.2)
Serine	34.6 ( 3.9)	16.7 ( 2.6)	10.0 ( 1.4)
Asparagine	1.1 ( 0.1)	11.2 ( 1.8)	25.9 ( 3.5)
Glutamic acid	108.2 (12.3)	78.7 (12.4)	74.4 (10.1)
Sarcosine	1.8 ( 0.2)	trace (trace)	trace (trace)
$\alpha$ -Aminoadipic acid	10.7 ( 1.2)	2.8 ( 0.4)	4.3 ( 0.6)
Proline	120.7 (13.7)	89.8 (14.1)	119.1 (16.2)
Glycine	43.4 ( 4.9)	67.7 (10.7)	89.7 (12.2)
Alanine	57.5 ( 6.5)	45.2 ( 7.1)	41.7 ( 5.7)
Citrulline	0.5 ( 0.1)	2.6 ( 0.4)	3.9 ( 0.5)
$\alpha$ -Aminoisobutyric acid	2.6 ( 0.3)	trace (trace)	0.5 ( 0.1)
Valine	16.1 ( 1.8)	6.0 ( 0.9)	6.6 ( 0.9)
Cysteine	6.0 ( 0.7)	2.8 ( 0.4)	3.1 ( 0.4)
Methionine	11.9 ( 1.3)	4.2 ( 0.7)	0.8 ( 0.1)
Isoleucine	16.9 ( 1.9)	4.1 ( 0.6)	4.8 ( 0.7)
Leucine	21.1 ( 2.4)	3.5 ( 0.5)	4.4 ( 0.6)
Tyrosine	17.2 ( 1.9)	4.1 ( 0.6)	5.1 ( 0.7)
$\beta$ -Alanine	31.4 ( 3.6)	41.6 ( 6.5)	56.2 ( 7.6)
Phenylalanine	13.0 ( 1.5)	2.8 ( 0.4)	3.4 ( 0.5)
$\beta$ -Aminoisobutyric acid	1.4 ( 0.2)	trace (trace)	1.0 ( 0.1)
$\gamma$ -Aminobutyric acid	4.0 ( 0.4)	0.2 (trace)	0.4 ( 0.1)
Ethanolamine	0.7 ( 0.1)	5.5 ( 0.9)	1.2 ( 0.2)
Ornithine	7.9 ( 0.9)	1.0 ( 0.2)	1.4 ( 0.2)
Lysine	30.6 ( 3.5)	15.2 ( 2.4)	16.4 ( 2.2)
Histidine	19.8 ( 2.2)	3.8 ( 0.6)	5.5 ( 0.7)
Arginine	46.4 ( 5.3)	73.8 (11.6)	105.4 (14.3)
Total	8836.4 (100)	635.5 (100.0)	734.9 (100.0)

Values are the mean of three determination.

Value in parenthesis show percentage of total amino acid content.

함량조차도 굴의 taurine 함량인 173.0 mg/100 g에 비하여는 훨씬 낮았다. 따라서 taurine에 의한 건강 기능성은 진주조개 패주와 육에 관계없이 두 시료 모두 굴에 비하여 낮았다. 유리아미노산 중 함량이 많은 것으로는 진주조개 패주 및 육에 관계없이 모두 taurine(각각 121.1 mg/100 g 및 108.7 mg/100 g), glutamic acid(각각 74.4 mg/100 g 및 78.7 mg/100 g), proline(각각 119.1 mg/100 g 및 89.8 mg/100 g), glycine(각각 89.7 mg/100 g 및 67.7 mg/100 g) 및 arginine(각각 105.4 mg/100 g 및 73.8 mg/100 g) 등이었다.

진주조개 패주 및 육의 유리아미노산을 토대로 환산하여 100 g당 기준으로 나타낸 taste value는 Table 6과 같다. 진주조개 패주 및 육의 total taste value는 각각 24.51 및 25.21로 유리아미노산의 함량과는 차이가 있었다. 진주조개 패주 및 육에 관계없이 taste value로 근거한 맛에 관여하는 주요 유리아미노산은 glutamic acid 및 aspartic acid이었다. 한편 진주조개 패주와 육의 total taste value는 굴의 total taste

Table 6. Taste value of muscle and adductor muscle of pearl oyster (taste value/100 g)

Amino acid	Taste threshold (mg/100 g)	Oyster	Pearl oyster	
			Muscle	Adductor muscle
Aspartic acid	3	13.00	5.88	4.85
Threonine	260	0.12	0.09	0.04
Serine	150	0.23	0.11	0.07
Glutamic acid	5	21.65	15.74	14.87
Proline	300	0.40	0.30	0.40
Glycine	130	0.33	0.44	0.69
Alanine	60	0.96	0.59	0.70
Valine	140	0.11	0.04	0.05
Methionine	30	0.40	0.14	0.03
Isoleucine	90	0.19	0.05	0.05
Leucine	190	0.11	0.02	0.02
Phenylalanine	90	0.14	0.03	0.04
Lysine	50	0.61	0.30	0.33
Histidine	20	0.99	0.19	0.27
Arginine	50	0.93	1.28	2.11
Total		40.18	25.21	24.51

Taste threshold were quoted from Kato et al. (7).

value인 40.18에 비하여 아주 낮았고, 또한 맛에 지대하게 관여하는 glutamic acid(패주, 14.87; 육, 15.74; 굴, 21.65)와 aspartic acid(패주, 4.85; 육, 5.88; 굴, 13.00)의 값도 아주 낮았다. 따라서 진주조개 패주와 육에 관계없이 굴에 비하여 맛의 강도 즉 감칠맛의 강도가 아주 낮으면서, 맛에 있어서도 다소 차이가 있으리라 판단되었다.

이상의 결과로 미루어 보아 진주조개 패주와 육의 경우 일반패류가 맛의 추출 소재로 사용되는 것에 비하여 다소 다른 용도로 사용하기 위하여 검토하는 것이 적절하리라 판단되었다.

## 요 약

진주 채취 후 폐기되는 진주조개 육 및 패주를 기능성 식품의 추출소재 또는 가공품의 소재와 같이 효율적으로 이용하기 위한 기초 연구로서 진주조개 육 및 패주의 식품성분 특성에 대하여 살펴보았다. 진주조개 육의 중금속은 수은과 크롬의 경우 검출되지 않았고, 카드뮴의 경우 0.06 ppm, 납의 경우 0.11 ppm이 검출되었다. 또한 패주의 경우 검토한 4종의 중금속이 모두 검출되지 않았다. 휘발성염기질소 함량과 pH는 진주조개 육의 경우 각각 11.6 mg/100 g 및 6.31이었고, 패주의 경우 각각 8.6 mg/100 g 및 6.33을 나타내었다. 이와 같은 결과로 미루어 보아 진주조개 패주 및 육은 식품 가공 소재로서 식품위생적인 면에서 문제가 없었다. 패주의 조단백질 및 총 아미노산 함량은 각각 16.5%와 15,691 mg/100 g으로서, 진주조개 육(11.2% and 10,131 mg/100 g)과 대조구인 굴(12.1% and 11,213 mg/100 g)보다 높았으며, 칼슘과 인의 함량은 육이 각각 95.4 mg/100 g과 116.0 mg/100 g, 패주가 75.2 mg/100 g과 148.1 mg/100 g이었다. 유리아미

노산과 taste value는 진주조개 육이 각각 635.5 mg/100 g과 40.2, 패주가 각각 734.9 mg/100 g과 24.1이었으나, 굴의 경우 각각 882.8 mg/100 g과 40.2로 진주 가공부산물보다 높은 수치를 나타내었다. 이상의 이화학적, 영양적 특성으로 살펴본 결과, 진주조개 패주는 육에 비하여 단백질 및 탄수화물, 총 아미노산 함량 및 무기질 함량이 높아 근육에 비하여 영양적인 면에서 식품 재자원으로서 우수하다고 판단되었다. 하지만 진주조개 패주 및 육은 굴이나 기타 패류에 비하여 맛 특성은 낮은 맛 추출 소재로는 부적절하다고 판단되었다.

### 감사의 글

본 연구는 산업자원부 2004년도 지역혁신특성화시범사업(RIS)의 “통영명품 진주산업 육성사업단”의 지원으로 수행된 결과이며, 이에 깊이 감사드립니다.

### 문헌

1. Yoo SK, Chang YJ, Lim HS. 1986. Growth comparison of pearl oyster, *Pinctada fucata* between the two culturing areas. *Bull Korean Fish Soc* 19: 593-598.
2. Kimura S, Nagaoka Y, Kubota M. 1969. Studies on marine invertebrate collagens-I. Some collagen from crustaceans and molluscs. *Bull Japan Soc Sci Fish* 35: 743-748.
3. Suzuki T, Yoshinaka R, Mizuta S, Funakoshi S, Wada K. 1991. Extracellular matrix formation by amebocytes during epithelial regeneration in the pearl oyster. *Cell and Tissue Research* 266: 75-82.
4. Mizuta S, Miyagi T, Nishimiya M, Yoshinaka R. 2002. Partial characterization of collagen in mantle and adductor of pearl oyster (*Pinctada fucata*). *Food Chemistry* 79: 319-325.
5. AOAC. 1990. *Official Methods of Analysis*. 15th ed. Association of official analytical chemists, Washington DC. p 69-74.
6. Ministry of social welfare of Japan. 1960. *Guide to experiment of sanitary infection*. III. Volatile basic nitrogen. Kenpakusha, Tokyo, Japan. p 30-32.
7. Kato H, Rhue MR, Nishimura T. 1989. Role of free amino acids and peptides in food taste. In *Flavor chemistry: Trends and developments*. American Chemical Society, Washington DC. p 158-174.
8. Cha YJ, Kim H, Park JY. 1999. Identification of aroma-active compounds in Korean salt-fermented fishes by aroma extract dilution analysis. 2. Aroma-active components in salt-fermented shrimp on the market. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 28: 319-325.
9. Tsutagawa T, Hosogai Y, Kawai H. 1994. Comparison of mineral and phosphorus contents of muscle and bone in the wild and cultured horse mackerel. *J Food Hyg Soc Japan* 34: 315-318.
10. Korea Food and Drug Administration. 1999. *1999 Food Code*. Moon-yeoung Publishing Co., Seoul. p 70-72.
11. Park YH, Chang DS, Kim SB. 1995. *Seafood Processing and Utilization*. Hyungseol Publishing Co., Seoul. p 73-79.
12. NFRDI. 2002. *Sanitary research of the designated area for shellfish production in the South Sea of Korea*. South Sea Fisheries Research Institute, Busan. p 3-84.
13. Codex Code. 2004. *European Community Comments for the Codex Committee on Food Additives and Contaminants*. Codex Alimentarius Commission, Rome, Italy. Agenda item 15(a), 16(f).
14. Kim JS. 2003. *Food Chilling and Freezing*. Hyoil Publishing Co., Seoul. p 236-238.
15. Yang CY. 1998. *Seafood Processing*. Jinro Publishing Co., Seoul. p 47-50.
16. Kim JS, Heu MS, Yeum DM. 2001. Component characteristics of canned oyster processing waste water as a food resource. *J Korean Soc Food Sci Nut* 30: 299-306.
17. Jeon JG, Byun JH. 1994. *Fisheries Chemistry*. Suhaksa Publishing Co., Seoul. p 33-47.
18. Kim JS. 2006. *Principle of Food Processing*. Hyoil Publishing Co., Seoul. p 45-48.
19. The Korean Nutrition Society. 2000. *Recommended Dietary Allowances for Koreans*. Seoul. p 157-218.
20. Cho SY, Joo DS, Park SH, Kang HJ, Jeon JK. 2000. Change of taurine content in squid meat during squid processing and taurine content in the squid processing waste water. *J Korean Fish Soc* 33: 51-54.

(2006년 2월 8일 접수; 2006년 3월 28일 채택)