

진주담치(*Mytilus edulis*) 추출물의 제조 및 품질특성

김선근 · 조준현 · 황영숙¹ · 이인석 · 오광수²

경상대학교 해양식품생명의학과, ¹통영조리직업전문학교, ²경상대학교 해양식품생명의학과/농업생명과학연구원

Evaluating Cultured Sea Mussels *Mytilus edulis* Extractions Methods and Extract Quality Characteristics

Seon-Geun Kim, Jun-Hyun Cho, Young-Sook Hwang¹, In-Seok Lee and Kwang-Soo Oh^{2*}

Department of Seafood and Aquaculture Science, Gyeongsang National University, Tongyeong 53064, Korea

¹Tongyeong Cooking Vocational Training Institute, Tongyeong 53044, Korea

²Department of Seafood and Aquaculture Science/Institute of Agriculture and Life Science, Gyeongsang National University, Tongyeong 53064, Korea

Extraction methods for cultured sea mussels *Mytilus edulis* and the quality characteristics of resulting extracts were investigated. The crude protein, carbohydrate and volatile basic nitrogen content of raw sea mussels was 15.2%, 1.9%, and 11.2 mg/100 g, respectively. Extracts were prepared using three different methods: hot-water extract (WE), scrap enzymatic hydrolysate extraction (SE), and complex extraction (CE). The respective extracts contained 5.5%, 8.6%, and 6.6% crude protein; 281.7, 366.0, and 343.0 mg/100 g amino nitrogen; and 2.0%, 1.1% and 1.8% salinity. Their extraction yields were 689, 323, and 1,012 mL/kg. The CE method was superior to the traditional WE method in terms of extraction yield, amino-nitrogen content, and organoleptic qualities, but not odor. Active taste components were evaluated and the total free amino acid content of the WE and CE methods was 5,667.0 and 7,006.3 mg/100 g, respectively. The concentrations of major components (for WE and CE methods, respectively) were as follows: glutamic acid (1,244.0 and 955.4 mg/100 g), taurine (987.9 and 746.8 mg/100 g), glycine (721.2 and 847.0 mg/100 g), alanine (341.9 and 423.8 mg/100 g), arginine (265.5 and 376.5 mg/100 g), lysine (199.8 and 270.4 mg/100 g), and proline (253.9 and 220.3 mg/100 g). In conclusion, these results demonstrate that there is potential for using the CE method to expand the commercial utilization of sea mussels as a flavoring substance resource.

Key words: *Mytilus edulis*, Sea mussel, Extract, Complex extract

서론

담치무리는 연체동물 부족류 홍합목 홍합과에 속하는 패류로서, 세계적으로 굴과 함께 널리 식용되는 산업적 가치가 있는 중요한 패류이다(NIFS, 2000). 우리나라 연안에서는 주로 홍합(참담치), 진주담치 및 회색담치 등이 서식하고 있다. 이중 진주담치(sea mussel *Mytilus edulis*)는 담치무리 중 가장 산업적 가치가 있는 종으로, 1958년부터 굴 수하식 양식이 보급되면서 굴 수하연에 부착해서 번식하게 되었고, 굴의 해적생물로 취급된 바 있었다. 그러나 진주담치의 식용 가치로 인해 진주담치의 양식법이 개발되었고, 이후 매년 양식 생산량이 증가하게 되었다. 진주담치는 번식력이 강하고 양식이 비교적 쉽기 때문에 내

만이나 내해뿐만 아니라 간척지에서도 양식할 수 있어 천해 양식에 알맞은 종이라 할 수 있다. 최근 10년간 진주담치는 천해 양식업으로 연간 51,500-54,600톤 정도 생산되고 있으며, 이중 동결품으로 연간 1,700-2,600톤, 자건품으로 50-100톤 정도가 공되고 있다(MOF, 2017; NFFC, 2000). 이외 생산량의 대부분은 활패로 소비되고 있는데, 최근 남해안에서 진주담치의 대량 생산이 가능해짐에 따라 이들의 부가가치를 높일 수 있는 다양한 가공품 개발의 필요성이 대두되고 있다. 지금까지 진주담치에 관련된 연구는 주로 양식 진주담치의 마비성 패독 및 원인 미생물(Jeon and Huh, 1989; Lee, 1992), 진주담치의 마비성 패독의 분포, 특성, 제독 및 정제(Chang et al., 1988), 국내연안의 퇴적물과 진주담치의 잔류 PCBs (We and Min, 2004), 그리고

<https://doi.org/10.5657/KFAS.2017.0650>



This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Korean J Fish Aquat Sci 50(6) 650-655, December 2017

Received 31 October 2017; Revised 30 November 2017; Accepted 1 December 2017

*Corresponding author: Tel: +82. 55. 772. 9144 Fax: +82. 55. 772. 9149

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

진주담치의 중금속 함량(Kim et al., 2003) 등 식품위생에 관한 연구가 수행되어 있다. 또한 진주담치의 식품성분 조성(Kim et al., 2013), 진주담치 추출물 및 이를 이용한 조미소재(Lee et al., 1990; Kim et al., 1994; An et al., 1999), 통조림 및 분말수프(Lee et al., 1984; Park et al., 2012), 진주담치 양념젓갈(Park, 2011) 등 진주담치의 식품성분과 각종 가공품 개발에 관한 연구가 부분적으로 진행된 바 있으나, 굴소스를 대체할 수 있는 풍미계 진주담치소스 개발과 같은 진주담치의 고부가가치화를 위한 연구는 수행된 바 없다. 따라서 본 연구에서는 국내 양식산 진주담치의 가치증진 및 상품성이 없는 소형 또는 파치 진주담치의 효율적인 활용을 위해 이들을 원료로 풍미계 소스의 주소재로 사용할 수 있는 진주담치 추출물의 추출조건을 검토하였고, 추출물의 품질특성에 대하여 살펴보았다.

재료 및 방법

재료

재료로 사용한 진주담치(*Mytilus edulis*)는 2016년 1월 경남 진해만 양식장에서 주로 소형 및 파치 상태의 것을 채취하였으며, 거제소재 S 수산에서 탈각 및 족사를 제거한 후 육 부분만을 취해 $-20 \pm 1^\circ\text{C}$ 동결고에 저장하여두고 실험에 사용하였다.

진주담치 추출물의 조제

원료 진주담치에 원료 중량의 약 10배량의 물을 가하여 열수중에서 8시간동안 추출한 후 광목으로 만든 여과포를 이용하여 잔사를 분리하였다. 이 여과 추출액을 방냉한 후 원심분리하여 잔사를 제거하고, 고형물의 농도를 Brix 20° 로 조정된 것을 열수추출물(hot-water extract, WE)로 하였다. 열수추출 후 분리한 잔사에 대해 3배량의 물을 가하고, Alcalase® 2.4 L (Novozymes, Bagsvaerd, Denmark)과 Flavourzyme 500MG (Novozymes, Bagsvaerd, Denmark)를 추출잔사의 단백질량에 대하여 각각 0.3% 및 1.0% 씩 함께 가하여 $50 \pm 2^\circ\text{C}$ 에서 3시간 동안 가수분해시킨 후 95°C 에서 5분간 열처리하여 효소를 불활성화시켰다. 이어서 방냉 및 원심분리(5,000 g)한 후 농축하여 Brix 20° 로 조정된 추출물을 잔사효소분해물(scrap enzyme hydrolysate, SE)로 하였다. 그리고 상기 열수추출물과 잔사효소분해물을 전부 혼합하여 진주담치 복합추출물(complex extract, CE)로 하였다.

일반성분, pH, 염도, 휘발성염기질소 및 아미노질소

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 시료를 균질화한 다음 pH meter (Accumet Basic, Fisher Sci. Co., USA)로 측정하

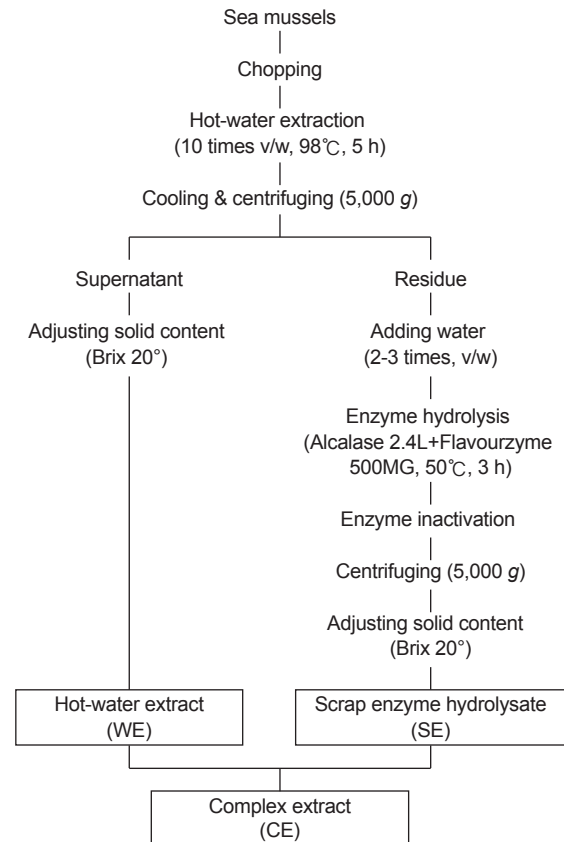


Fig. 1. Flowsheet for the various sea mussel *Mytilus edulis* extracts processing.

였고, 염도는 염도계(Salt meter ES-421, Atago Co., Japan)로 측정하였다. 휘발성염기질소(volatilic basic nitrogen, VBN) 함량은 Conway unit를 사용하는 미량확산법(KSFSN, 2000b)으로, 아미노질소($\text{NH}_2\text{-N}$) 함량은 Formol 적정법(Ohara, 1982)으로 측정하였다.

추출물의 수율, 점도, 색조 및 관능검사

추출물의 수율은 원료 1 kg에서 얻어진 Brix 20° 의 열수추출, 잔사효소분해 및 복합추출물의 양을 측정하여 원료에 대한 회수량(mL/kg)으로 나타내었다. 점도는 상온에서 Spindle No. 3 accessory를 장착한 점도계(Brookfield DV-II Viscometer, Brookfield Eng. Inc., USA)로 측정하였다. 색조는 직시색차계(Color difference meter ZE-2000, Nippon Denshoku Ltd., Japan)를 사용하여 시료 추출물의 색조에 대한 L 값(명도), a 값(적색도), b 값(황색도) 및 ΔE 값(색차)을 측정하였다. 이때 표준백판(standard plate)의 L, a 및 b 값은 각각 99.98, 0.01 및 0.01이었다. 관능검사는 진주담치 맛에 익숙하도록 훈련된 30대 여자 5명과 20대 남자 2명의 요리전문가로 panel을 구성하여 진주담치 추출물의 색깔, 맛, 냄새 및 종합적 기호도와 같은

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

유리아미노산 및 taste value

시료에 3배량의 70% ethanol 용액을 가하여 균질기(Homogenizer T25 digital ULTRA-TURRAX, Janke & Kunkel GmbH Co., Germany)로 균질화한 후 17,000 g에서 15분간 원심분리하였다. 이 상층액과 이 조작을 2회 더 반복하여 얻은 상층액을 모아 감압농축한 후 증류수로 일정량으로 정용하였고, 여기에 제단백을 위해 5'-sulfo salicylic acid를 10% 정도 첨가하여 하룻밤 방치 및 여과한 후 정미성분 분석용 엑스분으로 사용하였다. 유리아미노산 및 관련화합물은 시료 엑스분을 일정량 취해 감압건조한 다음 lithium citrate buffer (pH 2.20, 0.20 M)로 정용한 후 아미노산 자동분석계(Biochrom 30, Biochrom. LTD, England)로 분석하였다. 그리고 taste-active components인 유리아미노산이 시료 추출물의 맛에 미치는 영향은 각각의 유리아미노산 함량을 Kato et al. (1989)이 제시한 정미성 아미노산의 역치로 나누어 얻어진 taste value로 나타내었다.

통계처리

관능검사의 결과에 대한 통계처리는 SAS program (Statistical analytical system V9.1.3)을 이용하여 One way ANOVA 법으로 분산분석을 실시하였으며, 검사 항목들 간의 유의성 검

정은 Duncan의 다중검정법으로 $P < 0.05$ 수준에서 실시하였다 (Kim and Goo, 2001).

결과 및 고찰

원료 진주담치 및 진주담치 추출물의 성분조성

실험에 사용한 양식산 진주담치 육의 일반성분 조성은 수분 79.0%, 조단백질, 회분 및 탄수화물 함량은 각각 15.2, 2.1 및 1.9%이었고, 휘발성염기질소 함량과 pH는 각각 11.2 mg/100 g 및 6.40로서 선도는 매우 양호하였다(Table 1). Fig. 1과 같은 공정예에 따라 제조한 진주담치 추출물의 일반성분 조성은 Table 2와 같다. 고형물의 농도를 Brix 20°로 조정할 열수추출물(WE), 잔사효소분해물(SE) 및 복합추출물(CE)의 수분함량은 각각 79.9, 80.9 및 80.6%이었고, 조단백질 함량은 각각 6.6, 8.6 및 7.4%로서 SE의 조단백질 함량이 가장 많았다. 회분과 탄수화물의 함량은 각각 2.9 및 10.2%, 1.4 및 8.6%, 2.3 및 9.3%로서 WE의 함량이 가장 많았다.

진주담치 WE, SE 및 CE의 pH, 염도, 점도, 아미노질소 및 휘발성염기질소 함량은 Table 3과 같다. 각 추출물의 pH는 5.87-5.98로 비슷하였고, 염도는 1.1-2.0%, 점도는 9.7-11.7 cps 이었다. 각 추출물의 점도는 1.9-2.3%로 기존의 굴자숙액의 14.5-17.6% (Yoon et al., 2009)에 비해 NaCl 함량이 훨씬 낮기 때문에 식미가 좋으며, 다용도 활용이 가능할 것으로 기대되었다. 점

Table 1. Proximate composition, volatile basic nitrogen (VBN) content and pH of raw sea mussel *Mytilus edulis* flesh

Proximate composition (g/100 g)					VBN (mg/100 g)	pH
Moisture	Crude protein	Crude lipid	Ash	Carbohydrate		
79.0±0.2	15.2±0.2	1.8±0.1	2.1±0.1	1.9±0.1	11.2±0.3	6.40±0.01

Table 2. Proximate composition of the various sea mussel *Mytilus edulis* extracts

Extract*	Proximate composition					(g/100 g)
	Moisture	Crude protein	Ash	Crude lipid	Carbohydrate	
WE	79.9±0.2 ^a	6.6±0.2 ^c	2.9±0.1 ^a	0.4±0.1 ^a	10.2±0.2 ^a	
SE	80.9±0.3 ^a	8.6±0.4 ^a	1.4±0.0 ^c	0.5±0.1 ^a	8.6±0.2 ^c	
CE	80.6±0.2 ^a	7.4±0.2 ^b	2.3±0.1 ^b	0.4±0.0 ^a	9.3±0.2 ^b	

WE, hot-water extract; SE, scrap enzyme hydrolysate; CE, complex extract. *Refer to the comment in Fig. 1. ^{a-c}Means within each column followed by the same letter are not statistically different ($P < 0.05$).

Table 3. pH, salinity, viscosity, $\text{NH}_2\text{-N}$ and VBN contents of the various sea mussel *Mytilus edulis* extracts

Extract*	pH	Salinity (%)	Viscosity (cps)	$\text{NH}_2\text{-N}$ (mg/100 g)	VBN (mg/100 g)
WE	5.87±0.00 ^a	2.0±0.1 ^a	11.7±0.2 ^a	264.6±0.2 ^c	18.2±1.4 ^c
SE	5.98±0.02 ^a	1.1±0.0 ^b	9.7±0.2 ^c	358.4±0.5 ^a	23.1±0.7 ^a
CE	5.88±0.01 ^a	1.8±0.0 ^a	10.4±0.4 ^b	323.0±0.3 ^b	21.7±2.1 ^b

WE, hot-water extract; SE, scrap enzyme hydrolysate; CE, complex extract. *Refer to the comment in Fig. 1. ^{a-c}Means within each column followed by the same letter are not statistically different ($P < 0.05$).

도의 경우는 WE가 가장 높아 열수추출 중 진주담치 육의 결체 조직에서 콜라겐이 다소 많이 용출됨을 알 수 있었다. 추출물 중의 유리아미노산의 함량을 나타내는 아미노질소 함량은 264.6-358.4 mg/100 g으로 SE의 함량이 가장 많았으며, 각 추출물의 어패취 냄새 척도가 되는 휘발성염기질소 함량은 18.2-23.1 mg/100 g으로 WE가 가장 적은 반면, SE의 함량이 가장 많았다. 이러한 성분조성의 차이는 각 추출물의 품질특성에 큰 영향을 미칠 것으로 보인다.

색조

진주담치 WE, SE 및 CE의 색조를 직시색차계로 측정한 결과는 Table 4와 같다. WE의 경우 명도 25.65, 적색도 2.38, 황색도 12.78, 색차 72.26이었고, SE 및 CE의 경우 각각 명도 13.89 및 19.13, 적색도 2.94 및 3.06, 황색도 6.32 및 8.81, 색차는 83.20 및 78.20으로 WE에 비해 어둡고 적색과 갈변도가 다소 진해지는 것으로 나타났다.

수율 및 관능검사

고형물의 농도를 Brix 20°로 조정된 진주담치 WE, SE 및 CE의 수율과 관능적 품질을 평가한 결과는 Table 5와 같다. 각 추출물의 수율은 각각 689, 323 및 1,012 mL로 복합추출을 통해

Table 4. Color values of the various sea mussel *Mytilus edulis* extracts

Extract*	Color values			
	L	a	b	ΔE
WE	25.65±0.02 ^a	2.38±0.02 ^c	12.78±0.04 ^a	72.26±0.02 ^c
SE	13.89±0.01 ^c	2.94±0.04 ^b	6.32±0.02 ^c	83.20±0.01 ^a
CE	19.13±0.07 ^b	3.06±0.08 ^a	8.81±0.05 ^b	78.20±0.09 ^b

WE, hot-water extract; SE, scrap enzyme hydrolysate; CE, complex extract. *Refer to the comment in Fig. 1. ^{a-c}Means within each column followed by the same letter are not statistically different (P<0.05).

Table 5. Yield and sensory evaluation of the various sea mussel *Mytilus edulis* extracts

Extract ¹	Yield (mL/kg)	Sensory evaluation ²			
		Color	Taste	Odor	Overall acceptance
WE	689±12	3.8±0.3 ^b	4.2±0.2 ^a	4.4±0.2 ^a	4.2±0.3 ^a
SE	323±18	4.1±0.2 ^a	3.5±0.3 ^b	3.6±0.2 ^b	3.7±0.3 ^c
CE	1,012±15	4.0±0.2 ^a	4.1±0.3 ^a	4.2±0.3 ^a	4.1±0.4 ^b

WE, hot-water extract; SE, scrap enzyme hydrolysate; CE, complex extract. ¹Refer to the comment in Fig. 1. ^{a-c}Means within each column followed by the same letter are not statistically different (P<0.05). ²5 scale score; 5, very good; 4, good; 3, acceptable; 2, poor; 1, very poor. Means(n=7) within each column followed by the same letter are not statistically different (P<0.05).

약 47%의 수율을 증가시킬 수 있었다. 각 추출물의 색깔, 맛, 냄새 및 종합적 기호도를 5단계 평점법으로 평가한 결과, 색조는 SE를 첨가함으로써 전체적으로 다소 높은 관능평점을 얻었으며, 맛의 경우는 SE를 첨가할 경우 평점이 약간 저하하는 것으

Table 6. Free amino acid content and taste value of the various sea mussel *Mytilus edulis* extracts (mg/100 g)

Amino acid	WE ²		CE ²	
	Content	Taste value ³	Content	Taste value ³
Phosphoserine	69.7		70.0	
Taurine	987.9		746.8	
Urea	351.4		572.9	
Aspartic acid	95.4	31.8	105.3	35.1
Hydroxyproline	tr		140.8	
Threonine	135.5	0.5	209.1	0.8
Serine	96.6	0.6	151.4	1.1
Aspartic acid	150.2		528.8	
Glutamic acid	1,244.0	248.8	955.4	191.1
Sarcosine	7.6		48.5	
Proline	253.9	0.9	220.3	0.7
Glycine	721.2	5.6	847.0	6.5
Alanine	341.9	5.7	423.8	7.1
AABA ¹	21.9		26.9	
Valine	99.6	0.7	174.4	1.2
Cystine	27.8		58.2	
Methionine	2.6	0.1	44.7	1.5
Cystathionine	9.1		42.5	
Isoleucine	67.5		135.0	
Leucine	134.2	0.8	217.5	1.5
Tyrosine	56.0		103.0	
β-Alanine	59.1		55.0	
Phenylalanine	72.5	0.8	116.4	1.3
GABA ¹	5.2		11.5	
Ethanolamine	10.6		16.2	
Hydroxylysine	3.5		35.5	
Ornithine	32.7		30.4	
Lysine	199.8	4.0	270.4	5.4
1-M Histidine	75.2		84.0	
Histidine	59.9	3.0	108.0	5.4
Carnosine	9.0		80.1	
Arginine	265.5	5.3	376.5	7.5
Total	5,667.0	308.6	7,006.3	266.2

WE, hot-water extract; CE, complex extract. ¹AABA, α-aminobutyric acid; GABA, γ-aminobutyric acid. ²Refer to the comment in Fig. 1. ³The data were quoted from Kato et al. (1989).

로 나타났는데, 이는 SE에 함유된 소량의 쓴맛을 지니는 소수성 아미노산의 영향 때문으로 보이나 WE와 CE 사이에 유의적 차이는 없었다. 한편, 냄새는 WE에 비해 SE의 평점이 낮았으나 이를 혼합한 CE는 95% 수준에서 WE와 유의적 차이가 없었다. 중합 기호도 역시 SE의 평점이 가장 낮았으나, WE와 CE는 유의차 없이 비슷한 평점을 얻었다. 이로 미루어 풍미 면에서 약간 떨어지는 SE를 WE에 첨가하여도 진주담치 추출물의 관능적 품질의 저하는 거의 없는 것으로 나타났다. 수산물의 엑스분을 추출하는 일반적인 방법인 열수추출법은 엑스분의 풍미는 우수하나 수율과 맛의 강도가 떨어지는 단점이 있는 반면, 효소분해법은 수율과 맛의 강도가 우수한 대신 떼은맛 생성 등 풍미가 다소 저하되는 단점을 지니고 있다(Ren et al., 1997).

유리아미노산 및 taste value

풍미 면에서 우수한 WE와 SE를 혼합하여 수율을 향상시킨 CE의 active taste component (Hayashi et al., 1981)인 유리아미노산의 함량과 taste value를 분석한 결과는 Table 6과 같다. 유리아미노산의 총함량은 WE 5,667.0 mg/100 g, CE 7,006.3 mg/100 g으로 CE의 함량이 약 25% 많았다. 주요 유리아미노산으로는 양 추출물 모두 대표적 감칠맛 성분인 glutamic acid가 각각 1,244.0 및 955.4 mg/100 g으로 가장 많았으며, 그 외 taurine (987.9 및 746.8 mg/100 g), glycine (721.2 및 847.0 mg/100 g), alanine (341.9 및 423.8 mg/100 g), arginine (265.5 및 376.5 mg/100 g), lysine (199.8 및 270.4 mg/100 g) 및 proline (253.9 및 220.3 mg/100 g) 등이 많이 함유되어 있었다. 정미성 아미노산 맛의 강도를 나타내는 total taste value는 WE가 308.6으로 CE의 266.2 보다 높아 추출물의 정미발현에 미치는 영향이 강한 것으로 나타났으며, 진주담치 추출물의 맛에 영향을 미치는 아미노산으로는 glutamic acid가 거의 지배적이었으며, 다음이 aspartic acid, alanine, glycine, arginine, lysine 및 histidine 등이 서로 맛의 조화에 영향을 미칠 것으로 추정되었다.

References

- An KH, Kim JG, Ko SN and Kim WJ. 1999. Effect of the extraction conditions on the quality improvement of mussel extracts. *Korean J Food Sci Technol* 31, 1017-1023.
- Chang DS, Shin IS, Cho HR, Park MY, Pyeun JH and Park YH. 1988. Purification and characterization of PSP extracted from cultured sea mussel, *Mytilus edulis*. *Bull Korean Fish Soc* 21, 161-168.
- Hayashi T, Yamaguchi K and Konosu S. 1981. Sensory analysis of taste-active components in the extract of boiled snow crab meat. *J Food Sci* 46, 479-483.
- Jeon JK and Huh HT. 1989. Paralytic shellfish poison in cultured mussel, *Mytilus edulis galloprovincialis*. *J Oceanol Soc Korean* 22, 271-278.
- Kato H, Rhue MR and Nishimura T. 1989. Role of free amino acids and peptides in food taste. In *Flavor Chemistry*. American Chemical Society. Washington D.C., U.S.A., 158-174.
- Kim WJ, Bae TJ, Choi JD, Choi JH and Ahn MH. 1994. A study of exploiting raw material of seasoning by using fish and shellfishes. *Bull Korean Fish Soc* 27, 259-264.
- Kim WJ and Goo KH. 2001. *Food Sensory Evaluation Method*. Hyoil Pub Co., Seoul, Korea, 68-94.
- Kim JH, Lim CW, Kim PJ and Park JH. 2003. Heavy metals in shellfishes around the south coast of Korea. *J Food Hyg Safety* 18, 125-132.
- 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. <http://dx.doi.org/10.5657/KFAS.2013.0000>.
- KSFSN (Korean Society of Food Science and Nutrition). 2000a. *Handbook of Experimental in Food Science and Nutrition*. Hyoil Pub Co., Seoul, Korea, 96-127.
- KSFSN (Korean Society of Food Science and Nutrition). 2000b. *Handbook of Experimental in Food Science and Nutrition*. Hyoil Pub Co., Seoul, Korea, 625-627.
- Lee EH, Ha JH, Cha YJ, Oh KS and Kwon CS. 1984. Preparation of powdered dried sea mussel and anchovy for instant soup. *Bull Korean Fish Soc* 17, 299-305.
- Lee YC, Kim DS, Kim YD. and Kim YM. 1990. Preparation of oyster (*Crassostrea gigas*) and sea mussel(*Mytilus coruscus*) hydrolyzates using commercial protease. *Korean J Food Sci Technol* 22, 234-240.
- Lee JS, Jeon JK, Han MS, Oshima Y and Yasumoto, T. 1992. Paralytic shellfish toxin in mussel *Mytilus edulis* and dinoflagellate *Alexandrium tamarense* from Jinhae Bay, Korea. *Bull Korean Fish Soc* 25, 144-150.
- MOF (Ministry of Oceans and Fisheries). 2017. Statistical Database for Fisheries Production [Internet]. Korea National Statistical Office, Daejeon, Korea. Retrieved from <https://portal.fips.go.kr/p/S020304/> on Oct 10, 2017.
- NFFC (National Federation of Fisheries Cooperatives). 2000. *Marine Products in Korea*. Suhyup Pub Co., Seoul, Korea, 398-401.
- NIFS (National Institute of Fisheries Science). 2000. *Commercial Molluscs from the Freshwater and Continental Shelf in Korea*. Kuduck Pub Co., Busan, Korea, 99-100.
- Ohara T. 1982. *Food Analysis Handbook*. Kenpakusha Pub Co., Tokyo, Japan, 51-55.
- 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

- Ren H, Liu D, Wang Y, Endo H, Watanabe E and Hayashi T.
1997. Preparation of hot-water extract from fisheries waste.
Bull Japanese Soc Sci Fish 63, 985-991.
- We SU and Min BY 2004. A study on the PCBs residues persistent in sediments and mussels (*Mytilus edulis*) from the Korea coasts. Environmental Research Institute. Gyeongnam Univ. 27, 33-44.
- Yoon MS, Kim HJ, Park KH, Heu MS, Yeom DM and Kim JS.
2009. Comparison of food component of oyster drip concentrates steamed under different retort pressures. Korean J Fish Aquat Sci 42, 197-203.