

진주조개 (*Pinctada fucata*) 추출물의 가공 및 품질특성

강정구 · 강수태¹ · 강진영 · 남기호 · 이성만 · 오광수*
경상대학교 해양생명과학부·해양산업연구소, ¹부경대학교 식품생명공학부,

Processing and Characteristics of Pearl Oyster (*Pinctada fucata*) Extracts

Jeong-Goo KANG, Su-Tae KANG¹, Jin-Yeong KANG, Gi-Ho NAM,
Sung-Man LEE and Kwang-Soo OH*

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

¹Faculty of Food Science and Biotechnology, Pukyong National University,
Busan 608-737, Korea

This study examined the effective utilization of pearl processing by-products. Three extracts of hot-water extract (WE), hydro-cooked extract (HE), and two-step enzymatic hydrolysate (EH) were prepared from pearl oyster muscle, and their characteristics were examined. The moisture, crude protein, volatile basic nitrogen (VBN), and amino-N contents were 97.5-98.0%, 0.5-1.3%, 2.1-4.9 g/100 mL, and 35.0-74.5 g/100 mL, respectively. EH had the lowest VBN and highest amino-N contents. In addition, EH had the highest yields. In terms of its functional properties, EH inhibited angiotensin-I converting enzyme (IC₅₀, 1.39 mg/mL) more strongly than the other extracts (IC₅₀, 4.17-7.95 mg/mL). The free amino acid contents of WE, HE, and EH were 661, 470 and 1,150 mg/100 mL, respectively. Major amino acids were taurine and glutamic acid. Major inorganic ions were Na, Mg, and Ca. Contents of taste compounds, such as free amino acids, inorganic ions, and quaternary ammonium bases, differed significantly according to the extract methods. Based on the results of chemical experiments and sensory evaluation, the quality of EH was superior to the other extracts, and EH is suitable for use in natural flavoring materials.

Key words: Pearl oyster, Extract, Enzymatic hydrolysate, By-product, Taste compound

서 론

우리나라의 생활수준이 향상되고, 식품의 안전성과 기능 영양적인 면에 대한 소비자들의 인식이 높아짐에 따라 가공식품의 고유한 맛을 향상시키고, 가공식품에 기능성을 부여하기 위해 다양한 기능특성을 지닌 천연 추출물 소재의 이용도가 날로 높아지고 있다. 최근에는 생합성 발효조미료의 안전성 문제 및 미각의 다양화·고급화에 수반하여 다양한 풍미를 지닌 수산물을 원료로 한 과립·분말상 또는 농축 액상 조미소재 같은 풍미계 천연조미료의 수요가 늘고 있는 추세에 있다. 수산물의 정미성분 소재에 관한 대부분의 연구보고는 수산물로부터 정미성분을 추출하는 일반적인 방법 및 성분조성에 관한 총설이 대부분이다 (Cha et al., 1995; Hamada, 1992; Oh, 1998). 한편, 천연 추출물 소재의 개발 및 실용화에 관한 연구로는 알칼리 처리에 의한 멸치 추출액의 제조 (Park and Kim, 1988), 훈건굴의 정미성분 및 조미소재 개발에 관한 연구 (Kong et al., 2006a; Kong et al., 2006b), 다시마 효소처리 고등어육을 이용한 조미소재의 제조 (Lee et al., 1997), 저활용 동결굴을 이용한 천연 조미소재의 개발 및 풍미발현 (Oh and Heu, 1998; Oh and Kim, 1998), 연안산 바지락을 이용한 조미소재의

가공 (Kang et al., 2002) 등이 보고되어 있다. 어패류 중 굴, 홍합 및 바지락과 같은 패류, 오징어나 게, 새우와 같은 연체류 및 갑각류 등의 무척추 수산물을 조리할 때 생성되는 특유의 맛과 향기는 다소 차이가 있으나, 기호 특성상 아주 바람직한 성분이기 때문에 지금까지 세계 각지에서 식품의 풍미계 조미소재로서 널리 이용되어져 왔다. 그러나 근래 들어서 이들 연체류 및 갑각류는 자원 부족과 높은 가격으로 인해 조미소재 원료로서의 사용이 불가능해졌으므로 주로 이들의 가공부산물을 조미소재 원료로 사용하고 있으며, 풍미의 개선을 위해 효율적인 풍미성분의 추출기술 개발 및 조향기술의 개발이 요구되고 있다. 진주조개 (*Pinctada fucata*: pearl oyster)는 수심 5-10 m 정도의 얕초에 착생하며, 주로 우리나라 거제도 및 일본 남부지방에 소규모로 자연 서식하는 것으로 알려져 있는데, 생식선에 구멍을 뚫고 핵과 외투막을 4-9 mm²으로 자른 절편을 넣어 양식하는 경우 보석 진주를 얻을 수 있다. 통영 인근 해역에서는 보석 진주를 채취할 목적으로 진주조개의 대량양식을 시도하여 원주를 얻고 있는데, 이때 부산물로 다량 얻어지는 진주조개 육은 이물질과 점질물이 많아 가공적성이 현저히 떨어지며, 일정한 형태의 유지가 어려워 원료의 형상 유지가 요구되는 조미제품이나 통조림과 같은 제품으로의 이용에 제한을 받기 때문에 대부분이 분쇄되어 폐기되고

*Corresponding author: ohks@gnu.ac.kr

있는 실정이다. 진주조개를 이용한 보석 진주 산업의 시장규모는 국내시장이 1,200억원 정도로 방대한 반면에 부산물로 얻어지는 진주조개 육의 경우 마땅한 이용방안이 없어 폐주를 제외한 나머지 부분의 효율적 이용이 절실하다.

본 연구에서는 보석 진주의 가공부산물로 얻어지는 진주조개 육을 원료로 유용 풍미성분을 추출한 후 이들 추출물의 성분조성 및 품질특성에 대하여 살펴보았고, 아울러 진주조개 육 추출물의 최적 가공조건 및 각종 풍미계 조미소재로 활용할 수 있는 원료적성에 대하여 검토하였다.

재료 및 방법

진주조개 및 효소

본 실험에 사용한 진주조개 (*Pinctada fucata*) 육은 2004년 11월 경남 통영시 도산면 소재의 대덕진주(주)에서 당일 채취한 활패로부터 탈핵 및 탈각한 것을 구입하여 3% 식염수 및 민물로 각각 세척, 점질물과 이물질을 제거한 다음 플라스틱 필름주머니에 넣어 밀봉 -25℃에 동결저장하여 두고 추출용 원료로 사용하였다. 효소분해 추출물의 제조를 위하여 사용한 상업 효소인 Alcalase 0.6 L과 Flavourzyme은 Novozymes Co. (Novonordisk bioindustrials, Inc., Denmark)에서 구입하여 사용하였다.

추출물의 조제

열수 추출물 (Hot-water extract): 원료 진주조개 육에 원료 중량의 약 10배량의 물을 가하여 열수 중에서 8시간 동안 고음향 후 광목으로 만든 여과포를 이용하여 잔사를 분리하였다. 이 여과 추출액을 방냉한 후 원심분리하여 잔사를 제거하고, 고형물의 농도를 Brix 2.0°로 조정된 것을 진주조개 열수 추출물로 사용하였다.

가압 추출물 (Hydro-cooked extract): 원료 진주조개 육에 원료 중량의 3배량의 물을 가하여 중탕기 DHM-23E (대한정공, 한약추출기)로써 110℃, 2시간 동안 가압추출하였다. 다음 광목으로 만든 여과포를 이용하여 잔사를 분리하였고, 방냉한 뒤 원심분리하여 잔사를 재분리한 후 Brix 2.0° 조정된 것을 가압 추출물로 사용하였다.

효소분해 추출물 (Enzymatic hydrolysate): 효소분해 엑스분은 Oh (1998) 및 Moon and Oh (2003)의 방법에 따라 2단 효소분해법 (2 step enzyme hydrolysis)으로 제조하였다. 즉, 초퍼(chopper)로써 시료 진주조개 육을 세절한 후 시료 중량에 대해 2배량의 물을 가하고, 95℃에서 5분간 자숙하여 자가소화효소를 불활성화 시켰다. 다음 시료액의 pH를 7.5 부근으로 조정하고 Alcalase 0.6 L 효소 (Novo Nordisk Co., Denmark)를 가하여 교반하면서 55℃에서 4시간 동안 1차 효소분해 시켰다. 그리고 다시 95℃에서 5분간 열처리하여 Alcalase를 불활성화 시킨 다음, 다시 pH를 6.0-6.5로 조정하고 Flavourzyme 효소 (Novo Nordisk Co., Denmark)를 가하여 45℃에서 교반하면서 4시간 동안 가수분해 시킨 후 95℃에서 5분간 열처리하여 Flavourzyme을 불활성화 시켰다. 다음 여과포를 이용하여

잔사를 분리, 방냉한 뒤 원심분리하여 잔사를 제거한 후 Brix 2.0° 조정된 것을 효소분해 추출물로 사용하였다.

일반성분, pH, 염도 및 산도

일반성분의 조성은 KSFSN (2000)의 방법에 따라 수분 함량은 상압가열건조법, 조단백질함량은 semimicro Kjeldahl법, 조지방 함량은 Soxhlet법, 조회분 함량은 건식회화법으로 측정하였다. pH는 시료를 균질화한 다음 pH meter (Accumet Basic, Fisher Sci. Co., USA)로써 측정하였고, 염도 (salinity)는 염도계 (460CP, Istek Co., Korea)로써 측정하였다. 산도 (acidity)는 pH를 측정된 시료 100 mL에 중성포르말린으로 중화한 0.1 N NaOH 용액을 가하여 pH가 8.3이 될 때까지 소요된 용액의 mL수로 나타내었다 (JSSRI, 1985).

휘발성염기질소 및 아미노질소

휘발성염기질소 (volatile basic nitrogen, VBN)는 Conway unit를 사용하는 미량확산법 (KSFSN, 2000)으로 측정하였고, 아미노질소 (NH₂-N) 함량은 Formol 적정법 (Ohara, 1982)으로 측정하였다.

수율, 색조 및 고형물 함량

엑스분의 수율 (yield)은 진주조개 육 1 kg으로부터 얻어지는 Brix 2.0° 엑스분의 양으로 나타내었다. 색조는 직시색차계 (Color meter ZE-2000, Nippon Denshoku Ltd., Japan)를 사용하여 시료 엑스분의 투과 색조에 대한 L값 (명도), a값 (적색도), b값 (황색도) 및 ΔE값 (색차)을 측정하였다. 이때 표준백판 (standard plate)의 L, a 및 b값은 각각 99.98, 0.01 및 0.01 이었다. 시료 엑스분의 고형물은 당도계 (Refractometers-2E, Atago, Japan)로써 측정하였다.

Angiotensin-I converting enzyme (ACE)의 저해능

Angiotensin-I converting enzyme (ACE)의 저해능은 Horiuchi et al. (1982)의 방법으로 측정하였다. 소정 농도의 엑스분 시료 15 μL에 정제 ACE (Sigma제, 60 mU/mL) 50 μL를 가한 후 pre-incubation (37℃, 5분) 시켰다. 여기에 붕산완충액 (pH 8.3, 400 mM NaCl 함유)에 용해한 5 mM의 hippuryl-histidyl-leucine 용액 125 μL를 가하여 다시 37℃에서 30분간 반응시킨 후 10% trifluoroacetic acid (TFA) 20 μL를 가하여 반응을 정지 시켰다. 이어 반응액 20 μL를 Zorbax 300SB C₈ column (i.d. 4.6×150 mm, Hewlett Packard Co., USA) 및 UV detector (228 nm)가 장착된 역상 HPLC (LC-10AVP, Shimadzu Co., Japan)에 주입하여 분석하였다. 이때 이동상은 DW/0.1% trifluoroacetic acid 및 70% CH₃CN/0.1% trifluoroacetic acid, column 온도는 30℃ 이었으며, ACE 저해능은 ACE의 활성을 50% 저해하는데 요구되는 저해제의 양인 IC₅₀으로 나타내었다.

정미성분

유리아미노산: 유리아미노산 및 관련화합물은 5'-sulfosalicylic acid 및 ether로써 제단백 및 탈지처리한 시료 추출물을 감압건조한 다음, lithium buffer (pH 2.20, 0.20 M)로서 정용한

후 아미노산 자동분석기 (Biochrom 20, Pharmacia Biotech., England)로써 분석하였다.

TMAO (trimethylamine oxide) 및 TMA (trimethylamine): Hashimoto and Okaichi (1957)의 방법에 따라 분액여두에 제단백 및 탈지처리한 시료 엑스분 5 mL에 중성 formalin 용액 1 mL, toluene 10 mL 및 50% K₂CO₃ 용액 3 mL를 넣고 격렬하게 80회 정도 흔든 다음 무수 Na₂SO₄를 넣어둔 시험관에 toluene 증만을 옮겨 탈수시키고, 이를 다시 다른 시험관에 취해 0.02% toluene-picric acid 용액을 5 mL 가해 혼합한 후 410 nm에서 흡광도를 측정하여 TMA 함량을 구하였다. 한편, 시료 엑스분 5 mL, 5% picric acid 용액 5 mL와 10% TiCl₃ 용액 0.5 mL를 25 mL 정용플라스크에 넣어 2시간 방치 후 물로서 정용하고, 410 nm에서 흡광도를 측정하여 (TMAO+TMA) 함량을 구하였다. 여기에서 앞서 구한 TMA 함량을 빼어 TMAO 함량으로 하였다.

Total creatinine: Sato and Fukuyama (1958)의 방법에 따라 제단백 및 탈지처리한 시료 추출물 8 mL를 취하여 시험관에 넣고 1.0 N H₂SO₄ 용액을 1 mL 첨가한 후 마개를 하여 121°C에서 30분간 분해시켰다. 냉각 후 m-nitrophenol 한방울, 0.1 N NaOH 용액 1 mL를 넣고, 실온에서 1시간 방치한 후 UV spectrophotometer (Unicam Helios, Unicam Ltd., England)로써 흡광도 (520 nm)를 측정하여 검량곡선으로부터 total creatinine의 함량을 구하였다.

베타인 (betaine): Konosu and Kaisai (1961)의 방법에 준하여 Dowex 50×20 (H⁺-form) 양이온 교환수지를 이용한 column chromatograph 및 ammonium reineckate염과의 반응을 이용한 비색법으로 정량하였다.

무기성분: 무기성분 중 양이온은 시료 추출물을 회분 도가니에 일정량 취해 500-550°C에서 5-6시간 건식회화 (Ohara, 1982) 시킨 후 ashless filter paper로 여과하여 일정량으로 정용한 다음, ICP (Inductively coupled plasma atomic emission spectrometer, Atomscan 25, TJA Co., USA)로써 Na, Mg, K, Ca, Cu, Fe, Zn, S 및 P의 함량을 분석하였다 (Yoo et al., 1984).

관능검사

패류 추출물의 맛, 냄새 및 색조 등 관능적 특성에 익숙하도록 훈련된 12인의 panel을 구성하여 엑스분의 풍미에 대하여 5단계 평점법 (5, 매우좋다; 4, 좋다; 3, 보통이다; 2, 좋지않다; 1, 매우 좋지않다)으로 평가하였으며, 관능검사의 결과는 SPSS system (Statistical Package, SPSS Inc. USA)을 이용하여 ANOVA test 및 Duncan's multiple range test로 p<0.05 수준에서 시료간의 유의성을 검정하였다 (Han, 1999; Kim et al., 1993).

결과 및 고찰

진주조개 육의 일반성분 및 선도

실험에 사용한 원료 진주조개육의 일반성분, pH, 염도 및 휘발성염기질소 (VBN)의 함량을 Table 1에 나타내었다. 원료 진주조개 육의 수분함량은 83.2%로 일반 어패류에 비해 다소 많았으며, 조단백질 함량은 11.3%, 조지방 함량은 0.8%로 다소 적었다. 한편, 진주조개육의 pH는 6.4 부근으로 나타났고, 염도는 1.2%, 그리고 VBN의 함량은 16.2 mg/100 g으로서 선도가 비교적 양호하였다.

진주조개 추출물의 성분조성

열수추출, 가압추출 및 2단 효소분해법으로 제조한 진주조개 추출물의 일반성분 조성은 Table 2와 같다. 고형물의 양을 Brix 2°로 조정된 각 추출물의 수분함량은 97.9-98.0%이었으며, 조단백질 함량은 효소분해 추출물이 1.3%로서 가압 추출물과 열수 추출물에 비하여 2배 이상의 높은 함량을 나타내었다. 한편, 조회분의 경우 추출방법에 따른 함량 차이는 거의 없었다.

진주조개 열수, 가압 및 효소분해 추출물의 pH, 염도, 산도 및 아미노질소의 함량을 측정한 결과를 Table 3과 같다. 진주조개 추출물의 pH는 6.15-6.30의 범위로서 큰 차이는 없었으나 효소분해 추출물의 pH가 타 추출물에 비해 비교적 낮았는데, 이는 효소 가수분해 중 진주조개 육중의 유기산이 다량 용출되어 pH가 타 추출물에 비해 낮아진 것으로 보이며, 가압 추출물과 열수 추출물의 pH는 열수 혹은 고온가압에서의 추출 중 일부 단백질이나 유리아미노산들이 분해되어 생성된 NH₃, TMA 및 DMA 등과 같은 휘발성염기질소의 영향으로 인해 pH가 약간 높은 것으로 추정되었다. 추출물 중에 용출된 유기산의 함량을 간접적으로 알 수 있는 산도 역시 효소분해 추출물이 0.98 mL로 가장 높아 추출 중 유기산류의 용출이 가장 많이 일어나는 것을 확인하였다. 진주조개 추출물의 유리아미노산 함량을 간접적으로 알 수 있는 아미노질소의 함량은 35.0-74.5 mg/100 mL로서 효소분해 추출물의 아미노질소량이 타 엑스분에 비해 2배 이상 많았으며, 다음이 열수 추출물, 가압 추출물 순이었다. 따라서 진주조개 육질에서 유래한 유리아미노산의 회수 면에서도 역시 2단 효소분해 추출법이 가장 유효한 추출법으로 생각되었다.

고형물의 양을 Brix 2.0°로 조정하여 얻은 진주조개 열수 추출물, 가압 추출물 및 효소분해 추출물의 수율을 Fig. 1에 나타내었다. 진주조개 육 1 kg에서 얻어지는 Brix 2.0° 추출물의 수율은 효소분해 추출법이 6.58 L로서 열수추출법이나 가압추출법에 비해 월등히 높아 2단 효소분해에 추출이 경제적

Table 1. Proximate composition pH, volatile basic nitrogen (VBN) content and salinity of raw pearl oyster muscle (g/100 g)

Moisture	Proximate composition				pH	VBN (mg/100 g)	Salinity (g/100 g)
	Crude protein	Crude ash	Crude lipid	Carbo-hydrate			
83.2±0.7	11.3±0.2	1.7±0.1	0.8±0.2	3.0±1.1	6.4±0.1	16.2±0.2	1.2±0.1

All data are means of triplicates.

Table 2. Proximate composition of pearl oyster extracts. Hot-water extraction, 8 hrs at 95°C. Steam extraction, 2 hrs at 110°C. Two step enzymatic hydrolysis: 1st hydrolysis, 4 hrs at 55°C (Alcalase); 2nd hydrolysis, 4 hrs at 45°C (Flavourzyme) (g/100 mL)

Extract	Moisture	Crude protein	Ash
Hot-water	97.9±0.1	0.7±0.1	0.2±0.0
Hydro-cooked	98.0±0.2	0.5±0.0	0.2±0.0
Enzymatic hydrolysate	97.5±0.2	1.3±0.2	0.2±0.0

All data are means of triplicates.

인 면에서 유효한 것으로 나타났다.

진주조개 열수, 가압 및 효소분해 추출물의 색조를 직시색차계로써 측정된 결과는 Table 4와 같다. 열수 및 가압 추출물은 명도(L값), 적색도(a값), 황색도(b값) 및 색차(ΔE값, color difference) 값에 있어 양자 간에 큰 차이를 보이지 않고 있으나,

효소분해 추출물의 경우는 타 추출물에 비해 명도 및 황색도가 높아 약간 밝고 진한 황색을 띠고 있으며, 직시색차계에 의한 색차 값으로 보아도 타 추출물과 차이가 있는 것으로 나타났다.

원료 진주조개 육과 고형물의 농도를 Brix 2.0°로 조정된 진주조개 열수, 가압 및 효소분해 추출물의 유리아미노산 조성을 아미노산 자동분석계로써 분석한 결과는 Table 5와 같다. 원료 진주조개육의 유리아미노산 총량은 508.8 mg/100 g으로서, taurine, glutamic acid, glycine 및 alanine 등이 주요 유리아미노산이었으나, 일반 어패류에 비해 그 함량이 상당히 적었다. 일반적으로 유리아미노산류는 수산물의 품질발현에 가장 중요한 taste-active components 로 알려져 있는데 (Hayashi et al., 1981), 이중 glutamic acid, glycine 및 alanine 등이 주요 정미성 아미노산으로 밝혀져 있다 (Kim, 1985). 따라서 정미력

Table 3. pH, salinity, acidity and amino-N contents of pearl oyster extracts

Extract	pH	Salinity (g/100 mL)	Acidity (mL)	Amino-N (g/100 mL)
Hot-water	6.30±0.05	0.17±0.01	0.46±0.09	43.2±0.06
Hydro-cooked	6.29±0.02	0.17±0.04	0.32±0.04	35.0±0.28
Enzymatic hydrolysate	6.15±0.07	0.15±0.02	0.98±0.08	74.5±0.04

All data are means of triplicates.

Table 4. Hunter color values of pearl oyster extracts. All data are mean of multiplicate

Extract	Color values			
	L	a	b	ΔE
Hot-water	24.37±0.15	2.26±0.78	1.96±0.18	72.53±0.08
Hydro-cooked	27.79±0.18	2.24±0.11	1.91±0.09	69.11±0.07
Enzymatic hydrolysate	44.92±1.45	2.59±1.03	12.62±0.09	56.24±0.10

All data are means of triplicates.

Table 5. Free amino acid contents of raw pearl oyster muscle and various extracts (mg/100 mL)

Amino acid	Raw muscle	Extract		
		Hot water	Hydro-cooked	Enzymatic hydrolysate
Taurine	156.6 (30.8)	99.1 (15.0)	73.4 (15.6)	141.9 (12.3)
Threonine	26.1 (5.1)	37.0 (5.6)	26.3 (5.6)	41.4 (3.6)
Serine	9.6 (1.9)	21.1 (3.2)	14.7 (3.1)	47.9 (4.2)
Aspartic acid	25.0 (4.9)	37.5 (5.7)	20.8 (4.4)	159.2 (13.8)
Glutamic acid	61.3 (12.0)	81.9 (12.4)	58.8 (12.5)	105.8 (9.2)
α-Aminoadipic	7.6 (1.5)	-	-	-
Proline	13.6 (2.7)	28.0 (4.2)	20.0 (4.3)	28.1 (2.4)
Glycine	50.8 (10.0)	58.0 (8.8)	45.2 (9.6)	44.1 (3.8)
Alanine	33.6 (6.6)	47.0 (7.1)	35.8 (7.6)	9.8 (0.9)
Valine	10.7 (2.1)	23.3 (3.5)	17.1 (3.6)	70.5 (6.1)
Cystine	8.0 (1.6)	18.7 (2.8)	12.8 (2.7)	11.8 (1.0)
Methionine	8.3 (1.6)	20.4 (3.1)	14.6 (3.1)	47.4 (4.1)
Isoleucine	9.1 (1.8)	21.2 (3.2)	14.5 (3.1)	56.0 (4.9)
Leucine	8.6 (1.7)	24.4 (3.7)	17.0 (3.6)	79.1 (6.9)
Tyrosine	9.1 (1.8)	22.1 (3.4)	14.7 (3.1)	54.0 (4.7)
β-Alanine	12.0 (2.4)	-	-	-
Phenylalanine	8.0 (1.6)	20.6 (3.1)	14.1 (3.0)	55.8 (4.8)
Ethanolamine	10.3 (2.0)	-	- (4.0)	- (5.8)
Lysine	18.4 (3.6)	27.6 (4.2)	18.7	66.5
Histidine	6.9 (1.4)	18.9 (2.9)	12.5 (2.7)	29.2 (2.5)
Arginine	15.7 (3.1)	53.2 (8.1)	39.3 (8.4)	102.1 (8.9)
Total	508.8 (100.0)	660.7 (100.0)	470.2 (100.0)	1,150.2 (100.0)

All data are means of triplicates.

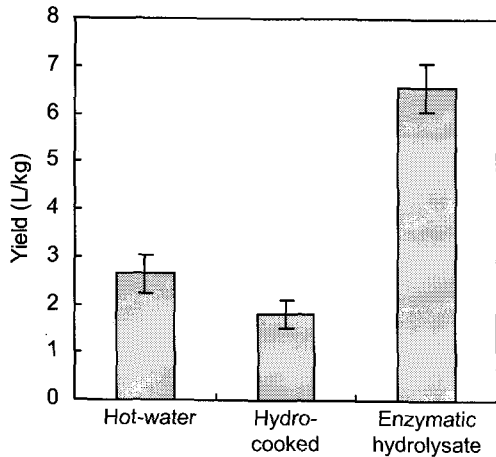


Fig. 1. Yields of pearl oyster extracts (Brix 2.0%). All data are means of triplicates.

의 척도가 되는 유리아미노산의 함량이나 그 조성으로 보아 진주조개 육은 타 패류에 비해 정미성이 그다지 좋지 못할 것으로 보이며, 이를 천연 조미소재로 활용할 경우 정미력이 강한 타 수산물 추출물의 혼용이 필요할 것으로 판단되었다. 한편, 각 추출물의 유리아미노산 총량은 열수 추출물이 660.7 mg/100 mL, 가압 추출물이 470.2 mg/100 mL, 효소분해 추출물이 1,150.2 mg/100 mL로 효소분해 추출물이 타 추출물에 비해 함량이 월등히 많았다. 효소분해 추출물의 주요 유리아미노산은 taurine, asparagine glutamic acid, valine, leucine, lysine 및 arginine 등이었으며, 이외의 아미노산도 대체로 고루 함유되어 있었다. 이를 일반 어패류의 유리아미노산 조성과의 비교를 볼 때 taurine의 함량이 비교적 적은 점이 특징적이었고, 정미성 아미노산 (Kim, 1985)인 aspartic acid, glutamic acid, glycine, alanine 등의 함량도 비교적 적었다. 열수 및 가압 추출물의 주요 유리아미노산은 taurine, urea, glutamic acid, glycine 및 arginine 등으로 효소분해 추출물에 비해 함량 뿐만 아니라 조성면에서도 다소의 차이를 보였다. 따라서 진주조개 추출물은 추출방법에 따라 유리아미노산의 생성에 차이가 생김을 알 수 있었고, 이러한 함량 차이는 추출물 맛의 강도, 발현 및 조화, 그리고 기능특성의 차이에 크게 영향을 미칠 것으로 보인다. 최근 식품성분이 갖는 여러 가지 생체조절기능 중 단백질 가수분해물이 혈압 상승 원인중의 하나인 ACE의 작용을 저해한다는 것이 알려져 있으며, 이 ACE 저해능은 유리아미노산과 펩티드의 조성과 종류에 따라서 다소의 차이가 있다는 것이 밝혀져 있다 (Suzuki et al., 1983; Yeum, 1991; Kim et al., 1996). 따라서 이러한 진주조개 추출물에 존재하는 유리아미노산 및 펩티드류는 특유한 맛의 발현 이외에도 영양·기능특성 면에 큰 영향을 미칠 것으로 생각되었다.

진주조개 열수, 가압 및 효소분해 추출물의 TMAO (trimethylamine oxide), TMA (trimethylamine), total creatinine 및 betaine 등 4급 암모늄 염기성분을 분석한 결과는 Table 6과 같다. 신선한 수산물의 시원한 감미에 관여하고 수산생물의

Table 6. Quarternary ammonium base contents of pearl oyster extracts (mg/100 mL)

Item	Extract		
	Hot-water	Hydro-cooked	Enzymatic hydrolysate
TMAO	3.3±0.1	3.0±0.5	3.9±0.7
TMA	0.5±0.2	0.7±0.4	0.4±0.1
Total Creatinine	1.4±0.4	1.3±0.5	1.6±0.2
Betaine	23.0±9.4	32.7±7.0	68.3±11.4

All data are means value of triplicates.

삼투압을 조절에 관계하는 성분인 TMAO는 3.0-3.9 mg/100 mL로 소량 함유되어 있었으며, 이의 환원물질인 동시에 수산물의 선도 저하 취 및 비린내 등의 원인물질인 TMA의 함량 역시 매우 소량 함유되어 있었다. 또한, 수산물의 떫은맛에 관여하는 성분인 total creatinine (Russel and Baldwin, 1975) 함량 또한 소량 함유되어 있었고, 추출방법에 따른 함량 차이도 거의 없었다. TMAO, TMA 및 total creatinine 등 4급 암모늄 염기성분은 수산물의 정미발현에 보조적 역할을 하나, 본 진주조개 추출물의 경우 이들은 맛의 조화에 일부 보조적인 역할을 할 것으로 보이나, 함량이 소량이므로 정미성에 미치는 영향은 그다지 크지 않을 것 같다. 한편, 연체류, 두족류 및 패류와 같은 수산무척추동물의 상쾌한 맛의 주성분인 betaine의 함량은 23.0-68.3 mg/100 mL로 열수나 가압 추출물에 비해 효소분해 추출물의 함량이 월등히 많았으며, 타 정미성분과 함량을 비교해 볼 때 진주조개 추출물의 풍미에 어느 정도 영향을 미치는 정미성분일 것으로 생각되었다.

원료 진주조개 육과 진주조개 열수, 가압 및 효소분해 추출물의 무기이온 함량을 ICP로써 분석한 결과는 Table 7과 같다. 진주조개 육에는 Na, P, K, Ca 및 Zn과 같은 무기이온의 조성이 높았으나, 타 어패류에 비해 그 함량이 비교적 적었다. 무기이온 성분 중 Na, K, P, Cl 등은 유리아미노산류, IMP와 더불어 수산물의 정미발현에 크게 기여하는 taste-active component로 알려져 있다 (Hayashi et al., 1978; Hayashi et al., 1981). 한편, 진주조개 육에는 Zn이나 S가 비교적 많이 함유되어 점이 다소 특이하였다. 한편, 각 추출물에는 양이온으로서 Na, Mg 및 Ca가 양적으로 많았으며, 그 외 Fe, Zn, S, K, P

Table 7. Inorganic ion contents of raw pearl oyster muscle and various extracts (mg/100 mL)

Inorganic ion	Raw muscle	Extract		
		Hot-water	Hydro-cooked	Enzymatic hydrolysate
Na	524.1±32.0	121.1±3.7	131.9±0.7	87.5±2.5
Mg	23.1±5.0	15.2±2.1	16.6±6.0	35.9±3.1
Ca	62.8±0.9	125.4±23.5	135.4±32.9	107.6±13.8
Fe	23.1±5.6	4.1±0.4	3.8±2.4	5.2±0.4
Cu	0.8±0.1	0.2±0.0	0.2±0.0	0.2±0.0
Zn	53.9±9.3	3.6±0.0	2.2±1.7	2.4±0.4
S	33.5±2.7	26.4±1.1	24.5±0.9	14.9±0.2
K	67.5±4.0	13.5±2.6	16.1±4.2	4.6±1.0
P	192.4±24.2	16.4±3.1	7.8±0.1	12.8±1.8

등도 미량 함유되어 있었는데, 추출방법에 따라 다소의 함량 차이를 보이고 있었다. 진주조개 추출물의 무기이온 조성을 다른 어패류 추출물과 비교해 볼 때 Ca 이온의 함량이 많은 반면, K 및 P 이온의 함량이 적은 점이 특징적이었고, 열수나 가압추출 등 가열처리하여 추출하는 경우 S 이온이 많이 생성되는 것으로 나타났다. 한편, 무기성분 중 Na, P, Cl 이온은 다양한 맛을 느끼는데 필수성분이라는 점과 일반적으로 무기이온 성분들이 유리아미노산, IMP와 더불어 수산물의 taste-active component 라는 점 등을 고려해 볼 때, 이들 무기성분들은 진주조개 추출물의 정미발현에 어느 정도 기여할 것으로 추정되었다.

Angiotensin-I converting enzyme (ACE)의 저해능

진주조개의 열수, 가압 및 효소분해 추출물과 같은 단백질 가수분해물이 갖는 기능특성 중 인체내 혈압상승 원인 중의 하나인 ACE의 저해능을 측정된 결과는 Fig. 2와 같다. ACE이 활성을 50% 저해하는데 요구되는 저해제의 양인 IC₅₀은 효소분해 추출물이 1.39 mg/mL로써 ACE 저해능이 가장 우수하였으며, 가압 추출물이 가장 낮았다. 따라서 본 진주조개 추출물은 추출방법이 ACE 저해능에 큰 영향을 미치며, 열수나 가압 추출 보다는 보다 다양한 peptide가 생성되는 효소분해 쪽이 ACE 저해능이 우수한 것으로 생각되었다. 단백질 가수분해물이 가지는 ACE 저해능은 구성 peptide의 조성파 종류에 따라서 다소의 차이가 있다는 것이 여러 연구자들 (Suzuki et al., 1983, Yeum, 1991; Kim et al., 1996)에 의해 밝혀져 있다.

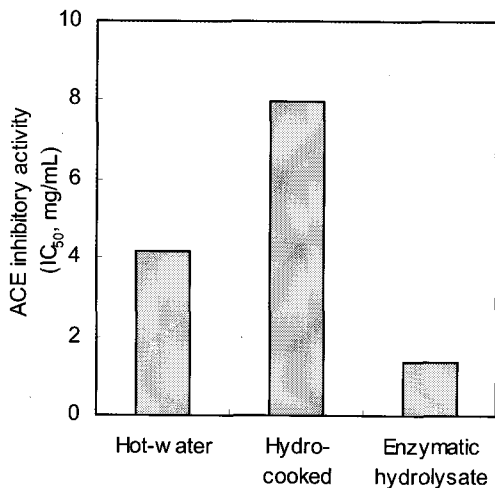


Fig. 2. ACE inhibitory activity (IC₅₀) of pearl oyster extracts. All data are means of duplicates.

진주조개 추출물의 관능특성

진주조개 열수, 가압 및 효소분해 추출물의 색조, 냄새, 맛 및 종합적 기호에 대해 관능검사 한 결과를 Table 8에 나타내었다. 여러 가지 관능적 요소 중 먼저 색조 면에서는 열수 및 가압 추출물이 효소분해 추출물에 비해 다소 높은 평점을 받았으나 5% 유의수준에서 시료간 유의차가 없었으며, 냄새,

Table 8. Sensory scores on the sensory evaluation of pearl oyster extracts

Item	Extract		
	Hot-water	Hydro-cooked	Enzymatic hydrolysate
Color	3.6±0.6 ^{a*}	3.6±0.5 ^a	3.5±0.7 ^a
Odor	3.1±0.6 ^a	2.7±0.4 ^b	3.2±0.6 ^a
Taste	3.3±0.4 ^a	3.2±0.5 ^a	3.7±0.2 ^b
Overall acceptance	3.0±0.5 ^a	2.9±0.4 ^a	3.4±0.4 ^b

*5 scale score: 5, very good; 4, good; 3, acceptable; 2, poor; 1, very poor. Means (n=9) within each row followed by the same letter are not statistically different (p<0.05).

맛 및 종합적 기호도 면에서는 효소분해 추출물이 타 추출물에 비해 다소 높은 평점을 받았다. 전반적으로 보아 효소분해 추출물이 관능적으로 우수하였으며, 다음이 열수 추출물, 가압 추출물 순이었으나 이 양자 간에는 5% 유의수준에서 관능적 유의차가 없었다. 따라서 진주조개 육으로부터 천연 조미소재로 활용할 수 있는 유효 추출물 소재를 제조하려면 여러 가지 추출법 중에서 2단 효소분해법으로 추출하는 것이 관능적인 면이나 경제적인 면에서 가장 적합하였다.

참 고 문 헌

Cha, Y.J., E.J. Kim and H.H. Baek. 1995. Processing of pen shell by-product hydrolysate using response surface methodology. *Kor. J. Food Sci. Technol.*, 27, 958-963.

Hamada, S. 1992. Extraction techniqui of fisheries extract. *New Food Industry*, 34, 17-23.

Han, H.S. 1999. *Statistic Data Analysis*. Chungmungak, Seoul.

Hashimoto, Y. and T. Okaichi. 1957. On the determination of TMA and TMAO. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.*, 23, 269-272.

Hayashi, T., K. Yamaguchi and S. Konosu. 1978. Studies on flavor components in boiled crabs-II. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.*, 44, 1357-1362.

Hayashi, T., K. Yamaguchi and S. Konosu. 1981. Sensory analysis of taste-active components in the extract of boiled snow crab meat. *J. Food Sci.*, 46, 479-483.

Horiuchi, M., K.I. Fujimura, T. Terashima and T. Iso. 1982. Method for determination of angiotensin-converting enzyme activity in blood and tissue by high-performance liquid chromatography. *J. Chromatogr.*, 233, 123-130.

JSSRI (Japanese Soy Sauce Research Institute). 1985. *Analysis Method of Soy Sauce*. Sanyushain Pub. Co., Tokyo.

Kim, D.H. 1985. *Food Chemistry*. Tamgudang, Seoul.

Kim, K.O., S.S. Kim, R.K. Sung and Y.C. Lee. 1993. *Sensory Evaluation Method and Application*. Sin-

- kwang Pub. Co., Seoul.
- Kim, T.J., H.D. Yoon, D.S. H.D. Lee, Y.S. Jang, S.B. Suh and D.M. Yeum. 1996. Angiotensin- I converting enzyme inhibitory activity of hot-water extract and enzymatic hydrolysate of fresh water fish. *J. Kor. Soc. Food Sci. Nutr.*, 25, 871-877.
- Kong, C.S., S.G. Ji, J.D. Choi, J.G. Kang, T.H. Roh and K.S. Oh. 2006a. Processing and shelf-life stabilities of flavoring substances of the smoke-dried oysters. *J. Kor. Fish. Soc.*, 39, 85-93.
- Kong, C.S., S.T. Kang, S.G. Ji, J.G. Kang, D.J. Choe, J.G. Kim and K.S. Oh. 2006b. Taste active compounds of powdered smoked-dried oyster and its application. *J. Kor. Fish. Soc.*, 39, 278-282.
- Konosu, S. and E. Kaisai. 1961. Muscle extracts of aquatic animals. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.*, 27, 194-198.
- KSFSN (Korean Society of Food Science and Nutrition). 2000. Handbook of Experiment in Food Science and Nutrition. Hyoil Pub. Co., Seoul.
- Lee, K.H., B.K. Song, I.H. Jeong, B.I. Hong, B.C. Jung and D.H. Lee. 1997. Processing condition of seasoning material of the mixture of laminaria and enzyme-treated mackerel meat. *Kor. J. Food Sci. Technol.*, 29, 77-81.
- Moon, J.H. and K.S. Oh. 2003. Marine flavoring product extracted by 2 step enzyme hydrolysis and process for preparation thereof. Korean Patent 0394186.
- Oh, K.S. and M.S. Heu. 1998. Processings and taste compounds of flavoring substances from oyster. *J. Ins. Mar. Indust.*, 10, 9-17.
- Oh, K.S. and J.S. Kim. 1998. Flavor reappearance of flavoring substances from oyster. *J. Ins. Mar. Indust.*, 10, 19-23.
- Oh, K.S. 1998. Processing of flavoring substances from low-utilized shellfishes. *J. Kor. Fish. Soc.*, 31, 791-798.
- Ohara, T. 1982. Food Analysis Handbook. Kenpakusha Pub. Co., Tokyo.
- Park, J.Y. and W.J. Kim. 1998. Improvement of yields and organoleptic quality of anchovy extract by alkali-protease hydrolysis. *Kor. J. Food Sci. Technol.*, 20, 433-440.
- Ren, H., D. Liu, Y. Wang, H. Endo, E. Watanabe and T. Hayashi. 1997. Preparation of hot-water extract from fisheries waste. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.*, 63, 985-991.
- Russel, M.S. and R.E. Baldwin. 1975. Creatine thresholds and implications for flavor meat. *J. Food Sci.*, 40, 429-433.
- Sato, T. and F. Fukuyama. 1958. Electrophotometric Methods in Biochemistry. Nankodou Pub. Co., Tokyo.
- Suzuki, T., N. Ishikawa and H. Meguro. 1983. Angiotensin- I converting enzyme inhibiting activity in foods. *Nippon Nogeikagaku Kaishi*, 57, 1143-1146.
- Yeum, D.M. 1991. Functional properties of enzymatic protein hydrolysates. Ph.D. Dissertation. Pukyung National University, Korea.
- Yoo, J.H., D.J. Kwon, J.H. Park and Y.J. Koo. 1984 Use of nisin as an aid reduction of thermal process of bottled Sikhae. *J. Microbial. Biotech.*, 4, 141-145.

2007년 9월 18일 접수
2007년 11월 21일 수리