

바지락을 이용한 풍미소재의 가공 및 품질특성

문정호 · 김종태¹ · 강수태² · 허종화³ · 오광수^{1*}
사천시청 해양수산실, ¹경상대학교 해양생물이용학부 · 해양산업연구소,
²부경대학교 식품생명공학부, ³경상대학교 환경생명식품공학부

Processings and Quality Characteristics of Flavoring Substance from the Short-neck Clam, *Tapes philippinarum*

Jeong-Ho MOON, Jong-Tae KIM¹, Su-Tae KANG², Jong-Hwa HUR³
and Kwang-Soo OH^{1*}

Marine and Fisheries Management, Sacheon City Office, Sacheon 664-701, Korea
¹Division of Marine Bioscience / Institute of Marine Industry, Gyeongsang National University,
Tongyeong 650-160, Korea
²Faculty of Food Science and Biotechnology, Pukyong National University,
Busan 608-737, Korea
³Division of Environ-Biotechnology & Food Science and Technology,
Gyeongsang National University, Jinju 660-701, Korea

To develop natural flavoring substances, optimal two stage enzyme hydrolysis conditions and flavor compounds of short-neck clam (*Tapes philippinarum*) enzyme hydrolysates were examined. The optimal enzyme hydrolysis conditions for two stage enzyme hydrolysate (TSEH) of short-neck clam were revealed in temperature at 55°C for 4 hours digestion with alcalase at the 1st stage and 4 hours digestion at 45°C with exopeptidase type neutrase at the 2nd stage. In quality tests of hot-water extracts, steam extracts and 4 kinds of enzyme hydrolysates, TSEH processing method was superior to other methods in yield, nitrogen contents, organoleptic taste such as umami intensity and inhibition of off-flavor formation, and transparency of extract. Total free amino acid contents in hot-water extract, steam extract and TSEH were 1,352.1 mg/100 g, 1,174.1 mg/100 g and 2,122.4 mg/100 g, respectively. Major free amino acids in TSEH were glutamic acid, glycine, alanine, tyrosine, phenylalanine and arginine. As for nucleotides and other bases, betaine, TMAO and creatinine were principal components in TSEH. The major inorganic ions in TSEH were Na, K, P and Cl. TSEH also revealed very higher angiotensin-I converting enzyme inhibition effect (70.7%) than those of hot-water and steam extract. We conclude that TSEH from short-neck clam was more flavorable compared with the seasoning materials on the market, it could be utilized as the instant soup base and the seasoning substances for fisheries processing.

Key words: Short-neck clam, *Tapes philippinarum*, Enzyme hydrolysate, Extract, Flavoring substance, Taste

서론

근년들어 식품의 안전성과 기호·영양적인 면에 대한 소비자들의 인식이 높아짐에 따라 조리식품의 고유한 맛의 향상과 가공식품에 자연적인 맛을 충족시키기 위해 첨가되는 천연풍미소재(天然風味素材)는 그 이용도가 날로 높아지고 있으며, 다양한 제품들이 시장에 속속 등장하고 있다. 이러한 천연 풍미소재들은 서구에서 보편화된 쇠고기 가수분해물에서 그 원료를 찾을 수 있으나, 근년에 들어서는 원료의 다양성, 독특한 풍미 및 영양성분이 많이 함유되어 있는 어패류가 천연풍미소재의 원료로서 널리 이용되고 있다. 어패류의 정미(呈味)성분과 천연조미료 소재화를 위한 연구는 지금까지 비교적 많이 진행되어 있으나(Kim et al., 1988a; Oh and Lee, 1988; Hamada, 1992; Kim and Cha, 1996; Ren et al., 1997; Oh et al., 1998a, 1998b), 복합추출기법을 통한

천연 풍미소재의 가공 및 품질개선 등에 관한 전반적인 응용 기술은 미흡한 편이며(Oh, 1998; Oh, 2000), 풍미소재 제품들의 용도 또한 한정되어 있다. 한편, 패류, 갑각류 및 연체류와 같은 무척추 수산물을 조리할 때 생기는 특유의 맛과 향기는 다소 차이는 있으나 기호특성상 아주 바람직한 성분이기 때문에 지금까지 세계 각지에서 식품의 풍미제 풍미소재로서 널리 이용되어져 왔다(Hayashi et al., 1990; Oda, S. 1991). 우리나라에서 풍미소재로 널리 이용하고 있는 패류 중에서 바지락은 양식이 쉬워 사천해역을 비롯한 우리나라 남해안 연안에서 예로부터 널리 양식하여 온 석패목, 백합과에 속하는 부족류로서, 일반해면어업과 양식업을 포함하여 연간 3만-8만톤 내외를 생산하고 있으나, 마땅한 고부가가치의 활용도가 없어 대부분이 가정용으로 소비되고 있으며 일부가 통조림이나 젓갈의 원료로 이용되고 있다.

본 연구에서는 고부가가치를 창출할 수 있는 새로운 식품 가공용 풍미소재의 개발과 기존 제품의 품질개선, 그리고 연

*Corresponding author: kwangsoo@gaechuk.gsnu.ac.kr

안에서 생산되는 수산자원의 유효이용이라는 관점에서, 활용도가 떨어지는 바지락을 원료로 하여 고부가가치의 풍미계 소재 및 농축수프소재로서 활용될 수 있는 유용 풍미소재를 가공하였고, 또한 이들 소재들의 정미특성과 활용도 등에 대하여 살펴보았다.

재료 및 방법

재료

시료로 사용된 바지락, *Tapes philippinarum*은 경남 사천시 수산시장에서 11월에 박신 상태의 선도가 양호한 것으로 구입하여, -25°C 에서 동결저장하면서 실험에 사용하였다.

바지락 유래 각종 풍미소재의 조제

바지락을 원료로 하여 전보 (Kang et al., 2002)와 같은 방법으로 열수추출소재, 가압추출소재 및 2단효소분해소재 (two stage enzyme hydrolysate, TSEH)를 비롯한 각종 효소분해 풍미소재를 조제하였다. 이때 사용효소로는 Y사 (Japan)의 알칼리성 단백분해효소 (Aroase AP-10), 중성 단백분해효소 (Pandidase NP-2), N사 (Denmark)의 Neutrase (NN) 및 Alcalase 0.6L (NA), P사 (Korea)의 Protease NP (TP) 등 5종의 시판상업효소를 구입하여 사용하였고, 각 효소 제조회사가 제시한 권장 pH 및 온도 조건하에서 시료를 분해시켜 풍미소재를 조제하였다.

일반성분, 총질소, pH, 산도 및 수율의 측정

수분은 상압가열건조법, 조단백질 및 총질소량은 semimicro Kjeldahl법, 조지방은 Soxhlet 추출법, 조회분은 건식회화법으로, 환원당의 함량은 Bertrand법 (Ohara, 1982a)으로 측정하였고, pH는 시료를 균질화한 다음 pH meter (Fisher Basic, USA)로써 측정하였다. 산도 (Acidity)는 pH를 측정한 시료 100 mL에 0.1 N 수산화나트륨 용액을 적가하여 pH가 8.3이 될 때까지 소요된 용액의 mL수로 나타내었다. 수율은 추출소재 중의 가용성 질소를 측정하여 원료 중의 총질소량에 대한 백분율로 나타내었다.

휘발성염기질소, 아미노질소 및 염도의 측정

휘발성염기질소 (Volatile Basic Nitrogen, VBN)는 Conway unit를 사용하는 미량확산법 (KFN, 2000)으로, 아미노질소 함량은 Formol 적정법 (Ohara, 1982b)으로 측정하였고, 염도 (Salinity)는 염도계 (Istek 460CP, Korea)로써 측정하였다.

총아미노산의 분석

총아미노산은 시료에 6 N HCl 용액을 넣어 heating block을 사용하여 24시간 분해시킨 후 감압건고하고 citrate buffer (pH 2.20, 0.20 M)로 정용한 후 아미노산 자동분석계 (LKB-4150 α , LKB Biochrom. LTD, England)로써 측정하였다.

정미성분의 조성 분석

유리아미노산은 시액에 대해 약 10% 정도의 5'-술포살리실산 (sulfosalicylic acid)을 첨가하여 제단백시켜 감압건고하고, Li-citrate buffer (pH 2.20, 0.20 M)로써 정용한 후 아미노산 자동분석계 (LKB-4150 α , LKB Biochrom. LTD, England)로 분석하였다. 뉴클레오티드 (Nucleotides)는 Oh et al. (1987)과 Ryder (1985)의 방법에 따라 C18 칼럼 (Waters 125A, particle size 10 μm , $\phi 3.9\text{ mm} \times 300\text{ mm}$)을 사용하는 HPLC (Youngin 9500, Youngin Co., Korea)로써 분석하였으며, 이 때 분석조건은 이동상 0.04 M $\text{KH}_2\text{PO}_4 \cdot 0.06\text{ M K}_2\text{HPO}_4$ (pH 7.5), 유량 0.7 mL/min., 검출기는 UV 254 nm이었다.

트리메틸아민옥사이드 (TMAO) 및 트리메틸아민 (TMA)은 Hashimoto and Okaichi (1957)의 방법, 총크레아티닌 (total creatinine)은 Oh et al. (1998b)의 방법에 따라, 베타인 (betaine)은 Konosu and Kaisai (1961)의 방법에 준하여 비색정량하였다.

무기이온성분 중 양이온은 시액을 회분 도가니에 일정량 취해 회화로에서 건식회화시킨 다음 (Ohara, 1982c), ICP (Atomscan 25, TJA, USA)로써 Na, K, P, Mg, Ca, Fe 및 Cu의 함량을 분석하였다 (Yoo, 1984).

Peptide-N 함량 및 Angiotensin-I 전환효소 (ACE)의 저해능 측정

Peptide-N 함량은 개량 Biuret법 (Umemoto, 1966)으로 측정하였고, Angiotensin-I 전환효소 (ACE)의 저해능은 Cushman and Cheung (1971)의 방법에 따라 측정하였고, 시액 첨가 전후의 백분율로서 ACE 저해능을 나타내었다.

관능 검사

시료 소재의 감칠맛, 쓴맛, 맛의 조화 등에 익숙하도록 훈련된 7인의 panel을 구성하여 시료들의 맛의 특성을 기술하였고, 풍미의 기호에 관한 총합평가는 5단계평점법 (5: 아주 좋음, 4: 좋음, 3: 보통, 2: 싫음, 1: 아주 싫음)으로 채점하고 이들의 평균값으로 나타내었다. 검사결과에 대한 통계적인 유의성 검정은 분산분석법으로 실시하였고, 시료간의 유의적 차이가 인정되면 Duncan's multiple range test 방법 (Hurukawa, 1994)에 의해 시료간의 최소유의차를 구하였다.

결과 및 고찰

시료 바지락 육의 성분 조성

실험에 사용한 바지락 육의 일반성분 조성, pH 및 휘발성염기질소 함량은 Table 1에 나타내었다. 수분함량은 78.9%, 조단백질은 12.4%, 글리코겐의 함량은 4.8%였고, pH는 6.74, 휘발성염기질소 함량은 16.8 mg/100 g으로서 선도는 극히 양호하였다.

시료 바지락 육의 총아미노산 조성은 Table 2와 같다. 아미노산의 총합량은 12,676.8 mg/100 g이었고, 주요 구성아미노

Table 1. Proximate composition, pH and VBN content of the short-neck clam muscle

Moisture (%)	Crude protein (%)	Crude lipid (%)	Ash (%)	Glycogen (%)	pH	VBN (mg/100 g)
78.9 ¹	12.4	1.2	2.7	4.8	6.74	16.8

¹Mean value of triplicate.**Table 2.** Total amino acid content of the short-neck clam muscle (mg/100 g)

Amino acids	Contents
Aspartic acid	989.4 ¹
Threonine	620.5
Serine	588.1
Glutamic acid	1,363.3
Proline	988.0
Glycine	798.3
Alanine	763.1
Valine	508.4
Cystine	322.5
Methionine	440.9
Isoleucine	424.9
Leucine	800.2
Tyrosine	605.1
Phenylalanine	902.7
Histidine	924.8
Lysine	384.2
(Ammonia)	127.3
Arginine	1,125.1
Total	12,676.8

¹Mean value of duplicate.

산으로는 Asp, Glu, Pro, Gly, Leu, Phe, His 및 Arg 등의 함량이 많았고, 그 외 다른 아미노산들도 비교적 고루 함유되어 있었다. 이러한 바지락 육의 구성아미노산들은 가수분해되어 바지락 풍미소재가 지니는 특유한 맛의 생성에 큰 영향을 미칠 것으로 생각된다.

바지락 풍미소재의 최적 추출조건 및 품질

본 실험에서는 열수추출법, 고온가압추출법 및 효소분해법으로 각 풍미소재를 조제하였고, 이들 풍미소재의 이화학적 및 관능적 특성을 서로 비교·검토하였다.

열수추출에 의한 적정 추출조건을 설정하기 위해 가열시간별에 따라 얻어진 추출소재에 대해 pH, 산도, 휘발성염기질소, 아미노질소, 총질소, 수율 및 관능검사를 한 결과를 Table 3에 나타내었다. Table 3에서와 같이 추출시간의 경과에 따른 pH 및 산도(酸度)의 변화 및 관능검사 결과로 미루어 볼 때, 주로 유기산류는 열수추출 초기에 일방적으로 용출되

었고 그 후에 염기성물질이 생성됨에 따라 함량이 감소되다가, 열수추출 4시간 이후에는 유기산류의 용출량이 염기성질소의 생성량보다 다소 많아지는 것으로 나타났다. 풍미소재의 맛을 좌우한다고 추정되는 유리아미노산의 양을 나타내는 아미노질소와 총질소량은 각 시료 모두 열수추출 4시간까지 증가하다가 그 후 일정한 값을 보이고 있는데, 추출 4시간까지는 원료육 중에 함유된 아미노산이 용출되어 질소량이 증가하여 평형상태에 달하였다가 점차 추출시간이 길어짐에 따라 일부 추출된 아미노산이 다시 육 중으로 흡수되기 때문인 것으로 생각되었다 (Kim et al., 1988b). 이때의 수율(收率)은 57.0%이었다. 관능검사는 열수추출 2시간째까지 신맛이 감지되었으며, 그 이후 신맛은 점차 감소한 반면 단맛과 감칠맛이 약간씩 증가함을 알 수 있었고, 추출 4-5시간째의 풍미소재가 관능적으로 가장 적합하였다. 이상의 실험 결과에서 바지락의 열수추출 조건은 4시간이 가장 적합한 것으로 나타났다.

고온가압추출에 의한 적정 추출조건을 설정하기 위해 가압추출 시간별에 따라 얻어진 풍미소재에 대해 pH, 산도, 휘발성염기질소, 아미노질소, 총질소, 수율 및 관능검사를 한 결과는 Table 4와 같다. 가압추출 시간의 경과에 따른 추출소재의 이화학적 변화로 미루어 볼 때, 주로 유기산류와 염기성질소는 가압추출 60분까지는 약간씩 증가하다가 염기성질소는 그 후 급증하는 경향을 보였고, 아미노질소와 총질소량은 모두 가압추출 80분까지 계속 증가하는 것으로 나타났다. 휘발성염기질소량이나 관능검사 결과로 보아 가압추출 시간은 60분 정도가 가장 적합한 것으로 보인다.

바지락 효소분해 풍미소재를 가공하기 위한 적정 가수분해조건을 설정하기 위해 Y사의 알칼리성 단백분해효소(Aroase AP-10)와 중성 단백분해효소(Pandidase NP-2)를 사용하여 효소분해 시간별로 얻어진 1, 2차 바지락 효소분해소재의 이화학적 특성과 이를 관능검사한 결과를 Table 5, 6에 나타내었다.

Table 5에 나타난 바와 같이 바지락의 1차효소분해물의 pH는 8.1-8.4이었으며, 아미노질소량과 총질소량은 각각 281-341 mg/100 g, 1.12-1.20%로서, 앞의 열수나 가압추출소재에 비해 그다지 함량이 많지 않았는데 이는 사용효소의 특성상 시료 육을 분자량이 큰 폴리펩티드로 절단하였기 때문으로 생각된다. 또한, 분해 2시간째의 함량도 비교적 높았는데, 이는 효소에 의한 육질의 가수분해와 병행하여 원료 중에 존재해 있던 수용성 질소화합물이 분해물 중으로 유출되었기 때문이라고 추정되었다. 수율면이나 맛의 조화력을

Table 3. Changes in pH, acidity, VBN, amino-N, total-N, yields and quality of taste of water extracts as affected by different extraction time at 95°C

Extraction time (hr)	pH	Acidity (mL)	VBN (mg/100 g)	Amino-N (mg/100 g)	Total-N (%)	Yield ¹ (%)	Sensory evaluation	
							Taste	Over-all acceptance ³
2	6.61 ²	8.0	14.0	143	1.09	54.9	Shellfish-taste and sourness	1.3
3	6.78	4.0	14.4	174	1.11	55.9	Shellfish-taste and umami	1.7
4	6.64	5.6	14.8	216	1.13	57.0	Umami	2.3 ^a
5	6.59	8.8	14.8	205	1.13	57.0	Umami	2.4 ^a

¹Yield (%) = Total-N(extract)/Total-N (raw sample meat).

²Mean value of triplicate.

³5 score scale, 5: very good, 3: acceptable, 1: very poor. Means(n=7) within each column followed by the same letter are not statistically different (p<0.01).

Table 4. Changes in pH, acidity, VBN, amino-N, total-N, yields and quality of taste of steam extracts as affected by different extraction time at 115°C

Extraction time (hr)	pH	Acidity (mL)	VBN (mg/100 g)	Amino-N (mg/100 g)	Total-N (%)	Yield ¹ (%)	Sensory evaluation	
							Taste	Over-all acceptance ³
20	6.58 ²	7.6	13.8	216	0.92	46.4	Shellfish-taste and umami	1.5
40	6.53	8.8	14.0	197	0.98	49.4	Slight umami	2.2
60	6.52	8.2	14.8	213	1.23	61.9	Umami	3.3 ^a
80	6.48	7.2	28.0	225	1.32	66.5	Umami	3.1 ^a

^{1,2,3}Refer to the comment in Table 3.

Table 5. Changes in pH, acidity, VBN, amino-N, total-N, yields and quality of taste of enzyme hydrolysates (I) as affected by different hydrolysis time at 55°C

1st hydrolysis time (hr)	pH	Acidity (mL)	VBN (mg/100 g)	Amino-N (mg/100 g)	Total-N (%)	Yield ¹ (%)	Sensory evaluation	
							Taste	Over-all acceptance ³
2	8.42 ²	0	13.6	281	1.12	56.4	Slight umami	2.5
3	8.32	0	13.8	310	1.13	57.0	Umami	3.0
4	8.31	0	13.9	325	1.17	59.0	Harmonic umami	3.5 ^a
5	8.10	0	14.3	341	1.20	60.5	Harmonic umami	3.6 ^a

^{1,2,3}Refer to the comment in Table 3.

지닌 감칠맛의 생성 등 관능검사 결과로 미루어 바지락의 1차효소분해의 적정조건은 4시간 정도가 가장 적합한 것으로 나타났으며, 이 때의 관능적 특성은 이미취가 거의 생기지 않았고, 맛의 조화를 이룬 감칠맛이 생성되기 시작한 점이 특징적이었다.

Table 6에 나타난 바와 같이 1차효소분해물에 효소활성이 비교적 약한 exopeptidase형의 중성 단백분해효소를 첨가해 얻은 2차효소분해소제의 pH는 5.98-6.06이었으며, 산도는 22.4-26.0 mL로 1차효소분해물에 비해 훨씬 증가하였다. 아미노질소량과 총질소량 역시 각각 560-652 mg/100 g 및 1.45-1.58%로서 월등히 많아졌다. 관능검사 결과 2차효소분해 4시간째의 풍미소제는 열수추출과 가압추출소제과는 비교가 되지 않을 정도로 패류 특유의 특징적인 강한 감칠맛과 맛의 조화를 나타내었으며, 자가소화효소 및 세균의 작용이 억제되어 쓴맛이나 부패취의 생성 등이 억제되었고, 현 시판 효소의 결점인 과도분해에 따른 쓴맛도 없었다. 한편, 2차효소분해 5시간째부터는 약간씩 쓴맛이 발생하였으며, 총합평균 점수도 조금씩 저하하였다. Table 6의 결과로 볼 때 바지락의 2차효소분해의 적정조건은 4시간이 가장 적합하였으며, 이 때의 수율은 79.1%였다.

이상에서 구명된 바지락 풍미소제의 최적 가공조건은 다음과 같다. 즉, 바지락을 초퍼로써 세절한 다음 약 3배량의 물을 가하고, 98℃에서 5분간 자숙하여 자가소화효소를 불활성화시킨 후, 시료액의 pH를 8.0으로 조정하고 여기에 활성이 비교적 약한 내알칼리성단백분해효소를 가하여 교반하면서 55℃에서 4시간 동안 가수분해시킨다. 이어 다시 효소를 불활성화시킨 후 다시 pH를 6.0으로 조정하고, 여기에 exopeptidase형의 중성단백분해효소를 가한 다음 45℃에서 교반하면서 4시간 동안 가수분해시키고, 효소를 불활성화시킨 후 원심분리하여 상등액을 취함으로써 바지락 2차효소분

해소제를 얻을 수 있었다.

본 실험에서 조제한 바지락 2차효소분해소제의 품질을 입증하기 위해, 현재 업체에서 널리 사용되고 있는 N사의 Flavourzyme 및 Alcalase, P사의 Protease NP 등 3종의 시판 단백분해효소를 사용하여 효소제조회사가 제시한 적정조건 하에서 바지락을 가수분해시켜 풍미소제를 조제하고, 얻어진 풍미소제들의 이화학적 및 관능적 특성을 비교 분석한 결과를 Table 7에 나타내었다. Table 7에서 알 수 있듯이 시판 단백분해효소들을 이용하여 조제한 풍미소제들은 2차효소분해소제에 비해 아미노질소와 총질소량 및 수율면에서 다소 차이가 있었으며, 특히 관능적인 면에서는 그 차이가 현저하였다. 즉, 2차효소분해소제에 비해 감칠맛의 강도가 대체로 낮았고, 맛의 조화도 부족한 것으로 나타났으며 약간의 쓴맛도 생성됨을 알 수 있었다. 이들 3종의 효소분해소제 중에서는 Flavourzyme으로 가수분해시킨 풍미소제가 품질이 가장 우수하였다.

바지락 유래 풍미소제의 정미성분

열수 및 가압추출 풍미소제, 1차 및 2차효소분해소제의 유리아미노산의 조성은 Table 8과 같다. 바지락 열수 및 가압추출 풍미소제, 1, 2차효소분해소제의 유리아미노산 총량은 각각 1,352.1 mg/100 g, 1,174.1 mg/100 g, 1,759.2 mg/100 g 및 2,122.4 mg/100 g으로, 가압추출소제의 경우가 가장 적었고, 2차효소분해소제의 유리아미노산 총량이 가장 많았다. 일반적으로 유리아미노산류는 풍미소제의 가장 중요한 정미발현 성분 (taste-active components)으로 알려져 있는데 (Hayashi et al., 1981), 열수추출소제의 주요 아미노산은 Glu, Gly, Ala 및 Arg 등으로 이들이 전체의 60% 정도를 점하고 있었다. 이들 아미노산들은 맛에 관여하는 아미노산으로 밝혀져 있다 (Kim, 1985). 가압추출소제의 아미노산 총량은 열수추출에 비해 87%로 적었으며, 1차 및 2차효소분해소제의 경우

Table 6. Changes in pH, acidity, VBN, amino-N, total-N, yields and quality of taste of enzyme hydrolysates (II) as affected by different hydrolysis time at 45℃

2nd hydrolysis time (hr)	pH	Acidity (mL)	VBN (mg/100 g)	Amino-N (mg/100 g)	Total-N (%)	Yield ¹ (%)	Sensory evaluation	
							Taste	Over-all acceptance ³
2	6.06 ²	22.4	14.0	560	1.45	73.1	Harmonic umami	3.7
3	6.03	24.8	14.5	567	1.47	74.1	Harmonic umami	4.2 ^a
4	6.00	25.2	15.6	632	1.57	79.1	Harmonic umami	4.7 ^{ab}
5	5.98	26.0	18.0	652	1.58	79.6	Umami with bitterness	4.5 ^b

^{1,2}Refer to the comment in Table 3.

³5 score scale, 5: very good, 3: acceptable, 1: very poor. Means(n=7) within each column followed by the same letter are not statistically different (a:p<0.05, b:p<0.01).

Table 7. Comparison in qualities of short-neck clam hydrolysates obtained by various enzymes

Enzymes ¹	pH	Acidity (mL)	VBN (mg/100 g)	Amino-N (mg/100 g)	Total-N (%)	Yield ² (%)	Sensory evaluation	
							Taste	Over-all acceptance ⁴
TSEH	6.00 ³	25.2	15.0	632	1.57	79.1	Harmonic umami	4.7 ^a
NF	6.04	20.0	17.2	664	1.47	74.1	Harmonic umami	4.4 ^a
NA	7.00	14.0	13.9	630	1.25	63.0	Slight umami	3.0
PP	6.20	23.6	18.9	623	1.60	80.5	Umami with bitterness	3.8
Water extract	6.64	5.6	14.8	216	1.13	57.0	Umami	2.3
Steam extract	6.52	8.2	14.8	213	1.23	61.9	Umami	2.6

¹TSEH: 2 stage enzyme hydrolysate of the present experiment, NF: N Co.'s Flavourzyme (55°C, 5 hrs, 2.0% w/w-sample, pH 5.5), NA: N Co.'s Alcalase 0.6 L (55°C, 5 hrs, 0.5% v/w-sample, pH 8.0), PP: P Co.'s Protease NP (50°C, 5 hrs, 0.5% w/w-sample), water extract (95°C, 4 hrs), steam extract (115°C, 60 min.)

^{2,3,4}Refer to the comment in Table 3.

Table 8. Free amino acid contents in water and steam extracts, enzyme hydrolysates of short-neck clam (mg/100 g)

Amino acids	Water extract	Steam extract	1st enzyme hydrolysate	2nd enzyme hydrolysate
Aspartic acid	76.2	62.4	71.1	81.3
Threonine	36.5	25.9	61.3	60.3
Serine	38.9	16.4	57.1	78.4
Glutamic acid	216.6	173.5	206.9	192.9
Proline	tr	tr	tr	tr
Glycine	204.7	185.5	187.8	209.7
Alanine	175.8	162.0	170.7	165.2
Cystine	62.1	51.3	73.2	133.5
Valine	39.3	33.4	80.3	104.3
Methionine	21.9	19.4	48.3	73.8
Isoleucine	21.8	19.0	60.9	78.4
Leucine	46.9	41.1	125.5	117.6
Tyrosine	53.1	74.8	164.6	183.3
Phenylalanine	30.0	48.0	81.0	185.9
Lysine	51.1	41.2	44.8	72.8
Histidine	68.3	76.1	132.0	159.4
Ammonia	22.5	22.9	20.3	19.3
Arginine	186.5	121.2	173.4	206.3
Total	1,352.2	1,174.1	1,759.2	2,122.4

는 각각 1.30 및 1.56배 정도 많아졌고, 각 아미노산의 조성비도 상당히 변화하였다. 효소분해소재에서는 Glu, Gly, Ala, Cys, Tyr, Phe, His 및 Arg 등이 주요 아미노산이었으며, 다른 아미노산의 함량 증가가 현저하여 아미노산 농도의 변화가 컸다. 이러한 아미노산 농도의 변화는 단백질분해효소에 의

한 육성분이 분해된 결과로서, 이는 소재의 감칠맛의 강도 변화와 맛의 조화에 크게 기여하리라 생각된다. Hayashi et al. (1981)은 자숙 계육의 정미성분 중 유리아미노산류가 무기질과 더불어 가장 중요한 정미발현성분이었으며, 이 중 특히 Gly, Arg, Ala 및 Glu 등의 역할이 컸다고 보고한 바

있다.

적정조건에서 추출한 열수 및 가압추출소재, 1차 및 2차효소분해소재의 뉴클레오티드 및 유기염기류의 조성은 Table 9와 같다. 뉴클레오티드는 양적으로 다른 엑스성분에 비해 적었지만, 아데닐산 (AMP) 및 이노신산 (IMP) 등은 맛에 큰 영향을 미치기 때문에 함량이 많은 어류 등에서는 중요한 정미발현성분이 될 수 있다 (Fuke and Konosu, 1991). 뉴클레오티드 중 상대적으로 함량이 많은 IMP는 14.0-19.0 mg/100 g, inosine은 11.3-16.4 mg/100 g 검출되었다. 각 소재 사이의 뉴클레오티드 함량 차이는 거의 없었고, Flavourzyme으로 가수분해한 효소분해 소재와도 함량 차이가 거의 없었다.

수산무척추동물의 상쾌한 맛의 주성분인 betaine (Park et al., 1995)의 함량은 116.0-845.0 mg/100 g으로 열수추출이나 가압추출에 비해 효소분해 소재의 함량이 월등히 많았으며, 타 정미성분과도 함량을 비교해 볼 때 이 betaine은 바지락 풍미소재의 주된 정미성분일 것으로 추정되었다. 한편, 유기염기성분으로 수산물 소재의 시원한 감미 (甘味)에 관여하고 수산생물의 삼투압을 조절하는 성분인 TMAO는 31.9-

50.1 mg/100 g으로 소량 함유되어 있었으며, 이의 환원물질인 TMA 역시 소량으로 열수나 가압추출소재 쪽에 약간 많이 함유되어 있었다.

또한, 수산물 소재의 떫은맛에 관여하는 성분인 total creatinine (Russel and Baldwin, 1975)은 19.0-28.5 mg/100 g으로 추출방법에 따른 함량 차이는 거의 없었고, 양적인 면으로 보아도 소량이었다. Betaine을 제외한 유기염기류는 바지락 풍미소재의 정미성에 미치는 영향은 그다지 크지 않을 것으로 생각되었다.

적정조건에서 추출한 열수 및 가압추출소재, 1차 및 2차효소분해소재의 무기이온성분의 함량을 ICP로써 분석한 결과는 Table 10과 같다. 각 추출소재에는 양이온으로서 Na (162.2-637.0 mg/100 g), K (72.9-122.2 mg/100 g) 및 P (24.9- 89.3 mg/100 g)가 양적으로 많았으며, 음이온으로는 Cl (209.6-650.4 mg/100 g)이 함량이 많았다. 각 소재 모두 추출방법에 따라 무기이온의 함량 차이가 심했는데, Na, Cl, P 및 Cl 등 다량 성분들은 열수나 가압추출에 비해 효소분해소재 쪽이 함량이 훨씬 많았다. 이들 무기이온의 정미성과 관련하여 자숙 계육의 맛에는 무기질 특히 Na^+ , K^+ , Cl^- 및 PO_4^{3-} 등이

Table 9. Nucleotides and quaternary ammonium bases contents in water and steam extracts, enzyme hydrolysates of short-neck clam (mg/100 g)

	Water extract	Steam extract	1st enzyme hydrolysate	2nd enzyme hydrolysate	Enzyme ¹ hydrolysate
ATP	0.5 ²	0.5	0.8	0.4	0.9
ADP	0.3	0.2	0.4	0.3	0.4
AMP	1.3	1.5	2.2	1.6	2.0
IMP	14.0	14.3	19.0	17.3	16.5
Inosine	16.4	11.3	14.1	15.5	13.8
Hypoxanthine	1.0	1.4	0.9	1.1	1.1
Betaine	116.0	380.2	545.5	845.0	665.5
TMAO	31.9	50.1	34.0	33.1	25.1
TMA	34.2	45.2	16.0	15.5	13.8
Total creatinine	23.7	19.0	20.8	28.5	22.2

¹N Co.'s Flavourzyme. ²Mean value of triplicate.

Table 10. Inorganic ion contents in water and steam extracts, enzyme hydrolysates of short-neck clam (mg/100 g)

Inorganic ions	Water extract	Steam extract	1st enzyme hydrolysate	2nd enzyme hydrolysate	Enzyme ¹ hydrolysate
Na	190.2 ²	162.2	637.0	569.7	707.5
K	72.9	79.8	84.2	122.2	103.7
P	32.0	24.9	37.9	89.3	36.0
Mg	5.4	6.4	3.1	8.0	7.7
Ca	1.11	0.97	0.38	2.08	0.69
Fe	0.03	0.03	0.03	0.03	0.04
Cu	0.01	0.01	0.02	0.02	0.03

¹N Co.'s Flavourzyme. ²Mean value of triplicate.

정미발현성분이라는 점 (Hayashi et al., 1981)과 본 실험에 있어서 열수 및 가압추출 소재의 관능검사 결과와 무기이온 성분의 분석치와의 관계 등을 고려해 볼 때, 무기이온들은 시료 소재의 맛에 양호한 정미 (旨味)를 부여하고 있는 것으로 추정되었다 (Hayashi et al., 1978).

바지락 유래 소재의 ACE 저해능

최근 식품성분이 갖는 여러 가지 생체조절기능 중 단백질 가수분해물이 혈압상승 원인 중의 하나인 angiotensin-I 전환 효소 (ACE)의 작용을 저해한다는 것 (Suzuki et al., 1983)이 알려져 있는데, 본 실험에서 조제한 소재들도 이러한 기능을 가지고 있는지에 대하여 실험하였다. 열수 및 가압추출 소재, 1차 및 2차효소분해소재의 펩티드 함량과 ACE 저해능을 측정된 결과를 Table 11에 나타내었다.

바지락 유래 소재의 펩티드 함량은 43.7-155.0 mg/100 g으

로서 1차효소분해 소재의 함량이 가장 많았고, 가압추출 소재의 함량이 가장 적었다. ACE 저해능은 4.3-70.7%로서, 2차효소분해 소재가 열수추출이나 가압추출 소재에 비해 월등히 높은 ACE 저해능을 나타내어 바지락 2단효소분해 소재는 우수한 기능성을 지니고 있음을 알 수 있었다. 한편, 단백질 가수분해물의 ACE 저해능은 구성 펩티드의 조성구분과 종류에 따라서 다소의 차이가 있다는 것이 밝혀져 있다 (Kim et al., 1993; Kim et al., 1996).

시판 재첩수프 및 멸치 농축풍미소재와의 활용도 비교

바지락 2단효소분해 소재의 활용도를 검토하기 위해 본 시제품을 시판 재첩수프와 성분 및 관능적 면에서 비교 검토한 결과를 Table 12에 나타내었다. 본 시제품은 단백질함량이 2.1%로서 시판 재첩수프의 0.2%에 비해 훨씬 많았고, 관능적으로 느끼는 풍미면에서도 훨씬 우수한 평가를

Table 11. Peptide-N contents and ACE¹ inhibition effects in water and steam extracts, enzyme hydrolysates of short-neck clam

	Water extract	Steam extract	1st enzyme hydrolysate	2nd enzyme hydrolysate
Peptide content (mg/100 g)	54.5 ²	43.7	155.0	135.0
ACE Inhibition ratio (%)	5.8	4.3	50.4	70.7

¹Angiotensin-I converting enzyme. ²Mean value of duplicate.

Table 12. Comparison of proximate composition and sensory evaluation in short-neck clam enzyme hydrolysate and marsh clam soup on the market

	Proximate composition (%)				Sensory evaluation ¹		
	Moisture	Crude protein	Crude ash	VBN (mg/100 g)	Taste	Odor	Over-all acceptance
Short-neck clam enzyme hydrolysate	96.8 ²	2.05	0.43	13.4	4.8	4.3	4.6
Marsh clam soup on the market	98.7	0.15	0.93	6.9	3.5	2.8	3.0

¹5 score scale (panel number n=7), 5: very good, 3: acceptable, 1: very poor.

²Mean value of triplicate.

Table 13. Comparison of proximate composition and sensory evaluation in concentrated short-neck clam sauces and flavoring sauce product on the market

	Proximate composition (%)			Sensory evaluation ¹		
	Moisture	Crude protein	Crude ash	Taste	Odor	Over-all acceptance
Concentrated short-neck clam sauce	84.4 ³	5.4	6.8	4.2 ^a	3.6 ^b	4.0 ^c
Flavoring sauce on the market ²	70.0	6.0	12.0	4.4 ^a	3.3 ^b	4.2 ^c

¹5 score scale, 5: very good, 3: acceptable, 1: very poor. Means (n=7) within each column followed by the same letter are not statistically different (p<0.05).

²Guksi-jangguk; flavoring material product based on the anchovy and beef extracts.

³Mean value of triplicate.

받았다. 따라서 우리나라 재첩의 생산량이 점차 감소해가고 있는 현실 및 간편성을 추구해가는 생활패턴의 변화를 고려해 볼 때 바지락 2단효소분해소재는 재첩수프제품을 대체할 수 있으며, 앞으로 적당한 포장용기의 개발이나 장기저장 중의 안전성을 확보할 수 있는 살균처리만 행해진다면 이를 충분히 제품화할 수 있고, 기존 시판 풍미소재류의 가격을 고려해 볼 때 경제적 면에서도 경쟁력이 있다고 생각된다.

한편, 바지락 2단효소분해소재를 일정량으로 농축하여 5% 정도의 식염을 첨가한 후 120℃에서 10분간 열처리한 바지락 농축풍미소재를 가공하였고, 이를 시판 농축풍미소재와 비교, 검토한 결과를 Table 13에 나타내었다. 본 바지락 농축풍미소재를 시판 멸치·쇠고기 extract 혼합농축소재류와 성분 및 관능적인 면에서 비교하여 볼 때, Table 13에서와 같이 단백질 함량면이나 관능적 풍미면에서도 손색이 없었으며, 본 시제품에 시판 농축소재처럼 쇠고기 extract나 향신료 등을 일부 첨가한다면 바지락 농축소재의 품질을 개선시킬 수 있고, 수산가공용 중간소재로의 활용도 가능할 것으로 생각되었다.

참 고 문 헌

- Cushman, D.W. and H.S. Cheung. 1971. Spectrophotometric assay and properties of angiotensin-I converting enzyme of rabbit lung. *Biochem. Pharmacol.*, 20, 1637-1648.
- Fuke, S. and S. Konosu. 1991. Taste-active compounds in some food. *Physiol. Behavior*, 49, 863-867.
- Hamada, S. 1992. Extraction techniqui of fisheries extract. *New Food Ind.*, 34, 17-23. (in Japanese)
- Hashimoto, Y. and T. Okaichi. 1957. On the determination of TMA and TMAO. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.*, 23, 269-272. (in Japanese)
- Hayashi, T., K. Yamaguchi and S. Konosu, S. 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.
- Hayashi, T., H. Ishii and A. Shinohara. 1990. Novel model experiment for cooking flavor research on crab leg meat. *Food Rev. Internation.*, 6, 521-536. (in Japanese)
- Hurukawa, H. 1994. Measurement of taste. *Saiwaishobow, Tokyo*, pp. 29-49, p. 130. (in Japanese)
- Kang, S.T., C.S. Kong, Y.J. Cha, J.T. Kim and K.S. Oh. 2002. Processing of enzymatic hydrolysates from conger eel scrap. *J. Kor. Fish. Soc.*, 35, 259-264. (in Korean)
- KFN. 2000. Handbook of Experimental in Food Science and Nutrition. Hyeoil Publish Co., Seoul., pp. 625-627. (in Korean)
- Kim, D.H. 1985. Food Chemistry. Tamgudang, Seoul, p. 30. (in Korean)
- Kim, D.S., Y.C. Kim, Y.D. Kim and Y.M. Kim. 1988a. Studies on development of natural seasoning sauce from oyster, mussel and crab. KFRI's research paper. (in Korean)
- Kim, D.S., Y.C. Kim, Y.D. Kim and Y.M. Kim. 1988b. Studies on development of natural seasoning sauce from oyster, mussel and crab. KFRI's research paper, p. 75. (in Korean)
- Kim, S.B., T.G. Lee, Y.B. Park, D.M. Yeum, H.S. Byun and Y.H. Park. 1993. Characteristics of angiotensin-I converting enzyme inhibitors derived from salted and fermented anchovy. *J. Kor. Fish. Soc.*, 26, 321-329. (in Korean)
- Kim, T.J., H.D. Yoon, D.S. 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. (in Korean)
- Kim, E.J. and Y.J. Cha. 1996. Development of functional seasoning agents from skipjack preparation by-product with commercial proteases. *J. Kor. Soc. Food Sci. Nur.*, 25, 608-616. (in Korean)
- Konosu, S. and E. Kaisai. 1961. Muscle extracts of aquatic animals-3. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.*, 27, 194-198. (in Japanese)
- Oda, S. 1991. Extracts of shellfish, shrimp and crabs. *New Food Ind.*, 33, 1-11. (in Japanese)
- Oh, K.S., E.H. Lee, M.C. Kim and K.H. Lee. 1987. Antioxidative activities of skipjack meat extract. *J. Kor. Fish. Soc.*, 20, 441-446. (in Korean)
- Oh, K.S. and E.H. Lee. 1988. Processing conditions of powdered Katsubushi and its taste compounds. *J. Kor. Fish. Soc.*, 21, 21-29. (in Korean)
- Oh, K.S. 1998. Processing of flavoring substances from low-utilized shellfishes. *J. Kor. Fish. Soc.*, 31, 791-798. (in Korean)
- Oh, K.S., J.S. Kim and J.H. Hur. 1998a. Processing of flavoring substances from small kingfish. *Kor. J. Food Sci. Technol.*, 30, 1339-1344. (in Korean)
- Oh, K.S., M.S. Heu and H.Y. Park. 1998b. Taste compounds and reappearance of functional Flavoring substances from low-utilized shellfishes. *J. Korean Fish. Soc.*, 31, 799-805. (in Korean)
- Oh, K.S. 2000. Processing of intermediate flavoring substance from low-utilized longfinned squid. *J. Kor. Soc. Food Sci. Nutr.*, 29, 663-668. (in Korean)
- Ohara, T. 1982a. Food Analysis Handbook. Kenpakusha. Tokyo, pp. 206-213. (in Japanese)
- Ohara, T. 1982b. Food Analysis Handbook. Kenpakusha. Tokyo, pp. 51-55. (in Japanese)
- Ohara, T. 1982c. Food Analysis Handbook. Kenpakusha. Tokyo, pp. 264-267. (in Japanese)
- Park, Y.H., D.S. Jang and S.B. Kim. 1995. Seafood Processing and Utilization. Hyeongseol Publish Co., Seoul, p. 154. (in Korean)
- 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.

- (in Japanese)
- Russel, M.S. and B.E. Baldwin. 1975. Creatine thresholds and implications for flavor meat. *J. Food Sci.*, 40, 429-430.
- Ryder, J.M. 1985. Determination of ATP and its breakdown products in fish muscle by HPLC. *J. Agric. Food Chem.*, 33, 678-680.
- Suzuki, T., N. Ishikawa and H. Meguro. 1983. Angiotensin-I converting enzyme inhibiting activity in foods. *Nippon Nogeikagaku Kaishi*, 57, 1143-1146. (in Japanese)
- Umemoto, S. 1966. A modified method for estimation of fish muscle protein by biuret method. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.*, 32, 427-435. (in Japanese)
- 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.

2003년 1월 6일 접수

2003년 5월 28일 수리