

피조개, 새고막 및 고막의 합질소 엑스성분 조성 비교

박 춘 규
 여수대학교 식품공학과

Comparison of Extractive Nitrogenous Constituents in the Three Species of Raw Bloody Clams, *Scapharca broughtonii*, *S. subcrenata*, and *Tegillarca granosa* Extracts

Choon-Kyu Park

Department of Food Science and Technology, Yosu National University

Extracts of raw bloody clams, broughton's ribbed ark (*Scapharca broughtonii*), subcrenated ark (*S. subcrenata*), and granulated ark (*Tegillarca granosa*), were analyzed and compared for extractive nitrogen, free amino acids, combined amino acids, ATP and related compounds, quaternary ammonium bases, and guanidino compounds. The contents of extractive nitrogen in broughton's ribbed ark, subcrenated ark, and granulated ark were 479, 506, and 432 mg/100 g, respectively. Twenty-eight or twenty-nine types of free amino acids were detected in all three extracts, among which taurine, β -alanine, glutamic acid, and alanine were the major ones. The composition of the major extractive components such as free amino acids, combined amino acids, ATP and related compounds, TMAO, TMA, and creatine in the extracts were similar among the extracts, but their contents were different.

Key words: bloody clam, broughton's ribbed ark, subcrenated ark, granulated ark, free amino acid, combined amino acid, ATP and related compounds

서 론

고막류는 돌조개목(Arcoida), 돌조개과(Arcidae)에 속하며, 전세계에 140여종이 알려져 있으나 우리나라에서는 16종이 서식하고 있다^(1,2). 산업적으로 중요한 종으로는 피조개, 새고막 및 고막이 있으며, 이들은 특이하게 혈액 중에 β -carotene 등 carotenoid와 호흡색소인 hemoglobin을 함유하고 있어 체액이 붉고 육은 적색을 띠고 있는 것이 특징이다^(3,4,5).

피조개(*Scapharca broughtonii*)는 우리나라 남해안 및 동해 남부 해안에 분포하며 고막류 중 가장 큰 종으로서 각장 12 cm에 달한다^(5,6). 1970년대부터 양식기술이 보급되어 1986년도에는 60,351 톤(천해양식 58,393 톤, 일반해면어업 1,958 톤)을 생산하여 최고치에 달하였으나 그 이후 점점 감소되어 1990년도에는 18,773 톤, 2000년도에는 10,936 톤이 생산되었다^(7,8). 그리고 피조개의 2000년도 어업권수는 895건에 양식 면적은 8,321 ha로서 증가추세이다⁽⁸⁾. 산란기는 6~10월이

며 성기는 7~8월이고⁽⁶⁾, 맛이 좋은 시기는 겨울철에서 봄철로 알려져 있다^(5,9). 서식 수심은 3~50 m의 연안 개펄이며 패각표면의 용기선인 방사륜(放射肋)수는 42~43줄이다^(2,6,9,10,11). 피조개는 주로 생식으로서 회, 초밥요리, 식초요리, 셀러드 요리 등의 소재로 이용되고 있다^(5,10). 진해만 통영만, 벌교 등지는 천연어장으로 알려져 있다⁽¹¹⁾.

새고막(*S. subcrenata*)은 남해안과 서해안의 내만에 많이 서식하며, 모양이 피조개와 비슷하나 방사륜수가 29~34줄로서 구별되며, 크기는 피조개 보다 작으나 큰 것은 각장 7cm까지 성장한다^(5,6). 1970년대 말부터 양식기술이 보급되기 시작하여 1980년도의 양식생산량은 973 톤에 불과하였으나⁽⁶⁾, 전라남도의 1997년도 통계자료에 따르면 연간 생산량이 49,805 톤에 달하고 있다⁽¹²⁾. 새고막의 2000년도 어업권수는 912건에 양식면적은 10,629 ha로서 증가 추세에 있다⁽⁸⁾. 산란기는 7~10월이며⁽⁶⁾, 맛이 좋은 시기는 겨울철에서 봄철 사이로 알려져 있다^(5,9). 서식수심은 피조개보다 약간 낮은 10 m 이내의 개펄이다. 새고막은 피조개의 대용품으로서 탈각육을 생으로 식초요리, 튀김, 조미조림, 통조림 원료 등으로 이용되고 있다⁽⁵⁾.

고막(*Tegillarca granosa*)은 서해의 중부 이남과 남해의 서부에서 많이 생산되며, 고막류 중에서 가장 소형으로 각장 5 cm 크기까지 성장한다⁽⁶⁾. 생산량은 매년 약 5,000 톤 정도로 큰 변동이 없으며, 활패 또는 건제품으로 수출도 한다. 고

*Corresponding author: Choon-Kyu Park, Laboratory of Marine Biochemistry, Department of Food Science and Technology, Yosu National University, San 96-1 Dundeog-dong, Yosu 550-749, Korea
 Tel: 82-61-659-3217
 Fax: 82-61-653-2353
 E-mail: ckpark@yosu.ac.kr

Table 1. Physical characteristics of *S. broughtonii*, *S. subcrenata* and *T. granosa*¹⁾

Sample ²⁾	No. of sample	Sampling date	Shell length (mm)	Shell width (mm)	Shell height (mm)	Total weight (g)	Meat weight (g)
A	20	Feb.14. 2000	82.4±5.2	54.0±4.0	65.9±3.7	153.2±25.0	70.7±15.0
B	20	Feb.14. 2000	36.4±1.7	24.5±1.1	28.1±1.7	13.9±1.7	5.3±0.9
C	20	Feb.14. 2000	36.5±1.5	26.2±1.1	29.0±1.3	16.9±2.0	3.8±0.5

¹⁾Average±S.D. (n=20).

²⁾A; *Scapharca broughtonii*, Sampled area; Yulpo-ri, Boseong-gun, Chonnam Province. B; *S. subcrenata*, Sampled area; Yeoja-ri, Yosu City, Chonnam Province. C; *Tegillarca granosa*, Sampled area; Yeoja-ri, Yosu City, Chonnam Province.

막은 수심 10 m 이내의 담수영향을 받는 개펄에 서식하며 고막류 중 가장 수심이 낮은 해역에서 생산된다. 서산, 여수, 보성, 순천만 등지에서 다산(多産)되며 방사률 수는 17~18줄로서 과립모양의 결절(結節)이 있다. 산란기는 8~10월이고 난소는 붉은색, 정소는 분홍색이다⁶⁾. 고막의 2000년도 어업권 수는 213건이며 양식면적은 2,882 ha로서 매년 감소추세이다⁸⁾. 고막은 주로 자숙하여 밥반찬용으로 이용된다.

고막류의 식품학적인 연구로서는 새고막의 가공적기를 파악하기 위하여 비만도와 가식부 수율의 연중 변화를 조사한 결과, 가공적기는 겨울철과 봄철이고, 산란기인 여름철과 회복기인 가을철 사이의 제품가공은 피하는 것이 좋다고 하였다¹³⁾. 또한 새고막 가식부 일반성분의 계절변동을 살펴보기 위하여 수분, 단백질, 지방, 회분 및 glycogen 함량을 계절별로 분석한 결과, 수분과 단백질, 수분과 glycogen 그리고 단백질과 glycogen 함량간에는 각각 서로 역상관 관계인 것으로 밝혀졌다¹⁴⁾. 그리고 새고막의 각 조직별 일반성분의 계절변동에 관한 연구에서 특히 산란기 전후에 각 성분 변화의 폭이 크다는 점에서 계절 변동의 원인은 산란에 따른 생식 주기와 깊은 관련이 있는 것으로 추정하고 있다¹⁵⁾. 또한 고막류 체액에는 특이하게 hemoglobin이 함유되어 있어 체액이 붉은 특징이 있으므로 새고막 체액의 합질소 엑스성분 조성을 분석한 보고도 있다¹⁶⁾.

이상과 같이 고막류 3종은 여러 가지 면에서 유사한 점이 많으며, 특히 피조개와 새고막은 주로 생선회나 초밥 등 날 것으로 소비되고 있지만 원료상태에서 맛과 밀접한 관계가 있는 합질소 엑스성분에 대한 연구는 별로 없다. 따라서 본 연구에서는 고막류 3종에 대하여 신선한 원료 상태에서의 맛 성분 조성을 구명하기 위하여 수산물의 맛과 밀접한 관계가 있는 엑스분 질소 및 합질소 엑스성분, 즉 유리아미노산, 결합아미노산, ATP관련화합물, betaine류, TMAO(trimethylamine oxide), TMA(trimethylamine), creatine, creatinine 등을 분석하여 비교하였다.

재료 및 방법

실험 재료

실험에 사용한 피조개는 2000년 2월 전남 보성군 회천면 울포리 지선에서, 그리고 새고막과 고막은 전남 여수시 화정면 여자리 지선에서 구입하여 실험실까지 운반 후 탈각하고 세절한 것을 -40°C 동결고에 저장하면서 실험에 사용하였다. 실험에 사용한 피조개(A), 새고막(B) 및 고막(C)시료의 외관적 성상은 Table 1과 같다.

실험 방법

엑스분 조제: 세절한 피조개, 새고막 및 고막을 각각 Stein과 Moore¹⁷⁾방법에 따라 1% 피크린산 엑스분을 조제하였다. 즉, 균질기(Bio-mixer Model BM-2, Nihonseiki Co. Ltd., Japan)로 마쇄한 시료에 1% 피크린산을 가하여 추출한 다음 10,000 rpm에서 10분간 원심분리(Hitachi CR-22F type, Hitachi Koki Co. Ltd. Japan)하고 잔사도 같은 조작을 2회 반복하여 모든 상정액을 Dowex 2×8(Cl⁻ form, 200-400 mesh) 칼럼을 통과시켜 피크린산을 제거하였다. 칼럼을 다시 0.02 N 염산으로 세정한 후 모든 상정액과 합하여 농축, 정용한 것을 엑스분질소, 유리아미노산, 결합아미노산, betaine류, TMAO, TMA, creatine 및 creatinine 분석용 시료로 사용하였다. ATP 관련화합물 분석용 엑스분의 조제는 Nakajima 등¹⁸⁾의 방법에 따랐다. 즉, 시료에 5% 과염소산을 가하여 균질기로 균질화한 후 원심분리(10,000 rpm, 10 min)하고 잔사도 같은 조작을 2회 반복하여 얻은 상정액에 5 N 수산화칼륨을 이용하여 pH 7로 조정 후 분석시료로 사용하였으며, 이상의 조작은 얼음을 채운 아이스 박스내의 저온상태에서 실시하였다.

일반성분: 수분은 상압가열 건조법, 단백질은 semimicro-Kjeldahl법, 지방은 Soxhlet법, 회분은 건식회화법으로 분석하였다. Glycogen은 Hanes¹⁹⁾ 방법으로 정량하였다.

엑스분질소: micro-Kjeldahl법²⁰⁾으로 측정하였다.

유리아미노산: 아미노산 자동분석기(LKB Alpha Plus, Series two, Pharmacia Biochrom Co. Ltd, England)를 이용하는 생체액분석법²¹⁾에 따라 분석하였다. 추출된 엑스분 시료는 농도에 따라 희석하여 50 µL를 분석하였으며, 표준아미노산으로는 Pierce Chem. Co.(Illinois, USA) 조제의 생체용 아미노산 표준시약 type physiological A/N 및 B를 사용하였다. 분리용 완충용액으로는 Pharmacia Biochrom Co. Ltd. 조제의 생체액분석법용 시약인 구연산리튬 A 등 9종을 사용하였다. 그리고 분리용 칼럼은 Ultropac 7(φ6.5×240 mm, cation-exchange resin, England)을 사용하였다.

결합아미노산: 추출된 엑스분 시료에 염산을 가하여 농도가 6 N 되게 한 다음 앰플에 넣고 밀봉하여 110°C에서 16 시간 동안 가수분해하고 유리아미노산과 같은 방법으로 분석하였으며, 가수분해 전후의 분석치로 계산하였다.

ATP관련화합물: 고성능 액체 크로마토그래피(HPLC)를 이용하여 분석하였다. HPLC는 Waters model 510 HPLC 펌프, Waters 484 가변 흡광도 검출기, Waters TCM 칼럼오븐 및 Waters 745B 데이터 모듈을 사용하였으며, 용리액은 2% 트리에틸아민인산(pH 7.0)을 사용하였고²²⁾, 유속은 0.8 mL/min, 검출파장 254 nm, 칼럼온도 40°C, 그리고 칼럼은

Table 2. Comparison of coefficient of fatness and edible portion yield in *S. broughtonii*, *S. subcrenata* and *T. granosa*

Sample ¹⁾	No. of sample	Coefficient of fatness ²⁾	Edible portion yield ³⁾ (%)
A	20	23.93±2.69 ^a	46.1±4.7 ^a
B	20	21.27±2.20 ^a	38.3±3.4 ^b
C	20	13.78±0.85 ^b	22.6±1.5 ^c

¹⁾Refer to Table 1.²⁾ $\frac{\text{Meat weight} \times 1000}{\text{shell length} \times \text{shell width} \times \text{shell height}} \times 100$ ³⁾Meat weight/total weight.

Average±S.D. (N=20).

Means with the different letters in the same column are significantly different ($p < 0.01 \sim 0.05$).

μ Bondapak C₁₈($\phi 3.9 \times 300$ mm, USA)을 사용하였다.

Betaine류: HPLC를 사용하는 Park 등⁽²³⁾의 방법으로 분석하였다.

TMA: Bullard 와 Collins⁽²⁴⁾방법으로 분석하였다.

TMAO: 삼염화티탄을 가하여 TMA로 환원한 후 정량하는 Bystedt 등⁽²⁵⁾ 방법으로 분석하였다.

통계처리

SAS package(SAS Institute Inc., Cary NC, USA)를 이용하여 Duncan's multiple range test에 의해 유의성을 검정하였다. 그리고 종류별 각 성분간 차이유무는 t-검정으로 비교하였다⁽²⁶⁾.

결과 및 고찰

비만도 및 가식부 수율

고막류 3종의 가공적성에 기초자료가 되는 비만도와 가식부의 수율을 비교한 결과는 Table 2와 같다. 피조개, 새고막 및 고막의 비만도는 평균 23.93, 21.27 및 13.78로서 피조개는 고막보다 1.7배 높았다. 통계처리결과 피조개와 새고막간의 비만도는 유의적인 차이가 없었으나, 피조개와 고막간 그리고 새고막과 고막간에는 유의적인 차이가 있었다($p < 0.05$). 즉, 고막류의 비만도는 피조개와 새고막이 고막보다 높았다. Park⁽¹³⁾은 새고막 비만도의 계절변동에서 연평균 17.82로 보고한 바 있다.

한편 고막류 3종의 가식부 수율은 피조개, 새고막 및 고막에서 평균 46.1, 38.3 및 22.6%로서 피조개는 고막보다 2.0배 높았다. 통계처리 결과 고막류 3종간의 가식부 수율은 각각 유의적인 차이가 있는 것으로 나타났다($p < 0.01$). 즉 가식부 수율은 피조개에서 가장 높고 다음은 새고막 이었으며,

고막에서 가장 낮았다. 이와 같이 피조개가 고막보다 비만도 및 가식부 수율이 높게 나타난 것은 패각이 차지하는 중량비(피조개 : 새고막 : 고막 = 53.9 : 61.9 : 77.5%)가 상대적으로 낮기 때문으로 생각된다. Park⁽¹³⁾은 새고막의 가식부 수율 평균치를 32.6%로 보고하고 있어 본 연구에서보다 약간 낮았다.

일반성분

고막류 3종에 대한 일반성분 분석결과와 Table 3과 같다. 수분함량은 피조개, 새고막 및 고막에서 평균 78.9, 78.1 및 77.6%로서 큰 차이가 없었다. 각 시료의 평균치를 통계처리한 결과 고막류 3종의 수분함량간에는 상호 유의적인 차이가 없었다($p < 0.05$). Ban⁽²⁷⁾은 남해와 거제산 피조개에서 연평균 수분함량을 82.3과 82.5%로, 그리고 Park⁽¹⁴⁾은 새고막의 연평균 수분함량을 82.4%로 보고한 바 있다. 또한 Park⁽²⁸⁾은 굴의 연평균 수분함량을 83.7%로, 그리고 Lee⁽²⁹⁾는 진주담치의 연평균 수분 함량을 84.4%로 보고하였다. 그러므로 본 연구에서 고막류의 수분함량은 다른 패류에서 보다 5.5~6.2% 낮았다.

단백질 함량은 피조개, 새고막 및 고막에서 평균 11.3, 14.7 및 13.5%로서 새고막은 피조개에서 보다 1.6배 높았다. 통계처리 결과 피조개와 새고막간 그리고 피조개와 고막간에는 유의적인 차이가 있었으나($p < 0.01$), 새고막과 고막간에는 유의적인 차이가 없었다($p < 0.05$). 즉 피조개의 단백질 함량은 새고막과 고막보다 낮았으며, 새고막과 고막의 단백질 함량은 같은 수준이었다. Ban⁽²⁷⁾은 남해와 거제산 피조개에서 연평균 단백질 함량은 11.9와 12.6%로, 그리고 Park⁽¹⁴⁾은 새고막의 연평균 단백질 함량을 11.9%로 보고하고 있다. 또한 Park⁽²⁸⁾은 굴에서 연평균 단백질 함량을 9.5%로, 그리고 Lee⁽²⁹⁾는 진주담치의 연평균 단백질 함량을 9.3%로 보고한 바 있다.

지질함량은 피조개, 새고막 및 고막에서 평균 1.5, 1.6 및 1.0%로서 새고막은 고막의 1.6배 높았다. 통계처리 결과 피조개와 새고막, 그리고 피조개와 고막에서의 지질함량간에는 유의적인 차이가 없었으나($p < 0.05$), 새고막과 고막간에는 유의적인 차이가 있었다($p < 0.01$). Ban⁽²⁷⁾은 남해와 거제산 피조개에서 연평균 지질 함량을 0.7과 0.6%로, 그리고 Park⁽¹⁴⁾은 새고막 연평균 지질함량을 1.3%로 보고하였다. 또한 Park⁽²⁸⁾은 굴에서 연평균 지질함량을 2.1%로, 그리고 Lee⁽²⁹⁾는 진주담치의 연평균 지질함량은 1.6%로 보고하였다.

회분함량은 피조개, 새고막 및 고막에서 평균 2.3, 2.4 및 2.9%로서 유의적인 차이가 없었다($p < 0.05$). Ban⁽²⁷⁾은 남해와 거제산 피조개에서 연평균 회분함량은 2.5와 2.1%로, 그리고 Park⁽¹⁴⁾은 새고막의 연평균 회분함량은 2.1%로, 또한, Lee⁽²⁹⁾는 진주담치의 연평균 회분함량은 2.0%로 보고하고 있다.

Glycogen 함량은 피조개, 새고막 및 고막에서 평균 6.0, 3.2

Table 3. Comparison of proximate composition in *S. broughtonii*, *S. subcrenata* and *T. granosa*

(unit: %)

Sample ¹⁾	Moisture ²⁾	Protein	Lipid	Ash	Glycogen
A	78.9±2.5 ^a	11.3±0.4 ^a	1.5±0.4 ^{ab}	2.3±0.1 ^a	6.0±1.2 ^a
B	78.1±2.1 ^a	14.7±0.6 ^{bc}	1.6±0.2 ^a	2.4±0.1 ^a	3.2±0.2 ^b
C	77.6±1.8 ^a	13.5±0.2 ^c	1.0±0.1 ^b	2.9±0.1 ^a	5.0±0.7 ^a

¹⁾Refer to Table 1.²⁾Average±S.D.(n=3). Means with the different letters in the same column are significantly different ($p < 0.01 \sim 0.05$).

및 5.0%로서 피조개는 새고막 보다 1.9배, 고막은 새고막 보다 1.6배 높았다. 통계처리 결과 피조개와 새고막간, 새고막과 고막간에는 유의적인 차이가 있었으나 피조개와 고막간에는 유의적인 차이가 없었다($p < 0.05$). Ban⁽²⁷⁾은 남해와 거제산 피조개에서 연평균 glycogen 함량을 2.6과 2.1%로, 그리고 Park⁽¹⁴⁾은 새고막의 연평균 glycogen 함량을 2.4%로 보고하고 있다. 또한 Park⁽²⁸⁾은 굴에서 연평균 glycogen 함량을 2.6%로, 그리고 Lee⁽²⁹⁾는 진주담치에서 연평균 glycogen 함량을 2.7%로 보고하였다.

엑스분질소

고막류 3종의 엑스분질소 함량은 Table 4와 같이 피조개, 새고막 및 고막에서 평균 479, 506 및 432 mg/100 g으로서 차이가 있었다. 각 시료의 엑스분 질소 함량의 평균치를 통계 처리한 결과 피조개와 새고막간, 피조개와 고막간, 그리고 새고막과 고막간에 모두 유의적인 차이가 있는 것으로 나타났다($p < 0.05 \sim 0.01$). 따라서 고막류 3종의 엑스분질소 함량은 새고막에서 가장 높고 다음은 피조개이었으며, 고막에서 가장 낮았다. Ban⁽²⁷⁾은 남해와 거제산 피조개에서 연평균 엑스분질소 함량을 367과 348 mg/100 g으로 보고하였다. 그리고 Park⁽²⁸⁾은 굴의 연평균 엑스분질소 함량을 449 mg으로, 그리고 Lee⁽²⁹⁾는 진주담치의 연평균 엑스분질소 함량을 382 mg으로 보고하고 있다.

유리아미노산

고막류 3종의 유리아미노산을 분석한 결과는 Table 4와 같다. 피조개에서는 28종의 유리아미노산이 검출되었으며, 그 총량은 1,966 mg/100 g이었다. 함량이 많은 유리아미노산은 taurine(628 mg), β -alanine(245 mg), glycine(220 mg), glutamic acid(205 mg), arginine(117 mg), alanine(111 mg)의 순으로서 이 6종이 유리아미노산 총량의 77.6%를 차지하였다. 피조개에서 새고막이나 고막보다 비교적 함량이 많은 유리아미노산은 β -alanine, glutamic acid, arginine, proline, histidine 등으로서 β -alanine은 고막의 1.1배, glutamic acid는 고막의 2.0배, arginine 은 고막의 2.0배, proline은 새고막과 고막의 1.1배, histidine은 고막의 1.7배 높았다. 그리고, 함량이 적은 것은 taurine, alanine, hypotaurine 등이었다.

새고막에서는 29종의 유리아미노산이 분석되었으며, 그 총량은 1,921 mg/100 g이었다. 함량이 많은 유리아미노산은 taurine(710 mg), glycine(244 mg), β -alanine(221 mg), glutamic acid(135 mg), alanine(120 mg), arginine(113 mg)의 순으로서 이 6종이 유리아미노산 총량의 80.3%를 차지하였다. 새고막에서 피조개나 고막 보다 비교적 함량이 많은 유리아미노산은 taurine과 glycine이었으며, taurine은 피조개의 1.1배, glycine은 고막의 2.7배이었다. 그리고 적은 것은 β -alanine, aspartic acid, threonine이었다.

고막에서는 29종의 유리아미노산이 검출되었으며, 그 총량은 1,756 mg/100 g이었다. 함량이 많은 유리아미노산으로는 taurine(708 mg), β -alanine(223 mg), alanine(142 mg), aspartic acid(125 mg), glutamic acid(104 mg), hypotaurine(92 mg)의 순으로서 이 6종이 유리아미노산 총량의 79.4%를 차지하였다. 고막에서 피조개와 새고막 보다 함량이 높은 유리아미노산은

alanine과 aspartic acid 등이었으며, alanine은 피조개의 1.3배, aspartic acid는 새고막의 1.7배이었다. 그리고 낮은 것은 glutamic acid, glycine, arginine, proline, histidine 등이었다.

이상과 같이 고막류 3종의 유리아미노산 총량은 피조개에서 가장 높고 다음은 새고막이었으며, 고막에서 가장 낮았다. 고막류 3종에서 공통적으로 함량이 많은 유리아미노산은 taurine, β -alanine, glutamic acid 및 alanine 이었다. 피조개와 새고막의 유리아미노산 조성은 총량에서 약간 차이를 보였으며, 함량이 많은 유리아미노산 조성에 있어서도 약간의 차이가 있었다. 고막에서는 비교적 glycine, arginine 함량이 낮은 반면 aspartic acid와 hypotaurine 함량이 높은 것이 특징이었다. 특히 taurine함량은 피조개, 새고막 및 고막에서 628, 710 및 708 mg으로서 유리아미노산 총량의 31.9, 37.0 및 40.3%를 차지하였다.

Ban⁽²⁷⁾은 남해와 거제산 피조개에서 30종의 유리아미노산이 검출되었으며, 함량이 많은 유리아미노산으로는 taurine, hypotaurine, β -alanine, arginine, glutamic acid, glycine 등으로 보고하였다. Park⁽²⁸⁾은 가막만산 굴에서 32종의 유리아미노산이 검출되었으며, 함량이 많은 것은 taurine, glutamic acid, proline, glycine, hypotaurine, glutamic acid, alanine, arginine 등이라 하였다. Sakaguchi와 Murata⁽³⁰⁾는 일본산 굴에서 함량이 많은 유리아미노산은 glutamic acid, alanine, glycine, taurine, proline, β -alanine 등으로 보고하였다. Lee⁽²⁹⁾는 가막만산 진주담치에서 37종의 유리아미노산이 검출되었으며, 함량이 많은 것은 taurine, glycine, glutamic acid, glutamine, hypotaurine, alanine, arginine, proline, aspartic acid, lysine 등으로 보고한 바 있다.

결합아미노산

고막류 3종의 엑스분을 가수분해하여 결합아미노산을 분석한 결과는 Table 4의 괄호 속에 나타내었다. 결합아미노산 총량은 피조개 100 g당 705 mg으로서 유리아미노산 총량의 35.9% 수준이었다. 피조개에서 결합아미노산이 많은 아미노산으로는 α -aminoadipic acid(117 mg), proline(107 mg), cystine(77 mg), aspartic acid(62 mg), glutamic acid(44 mg)의 순으로서 이 5종의 아미노산이 결합아미노산 총량의 57.7%를 차지하였다. 피조개에서 새고막이나 고막 보다 함량이 비교적 많은 결합아미노산은 proline, threonine, methionine이었고, 함량이 적은 것은 glutamic acid, serine, leucine, alanine, histidine, arginine 등이었다.

새고막 엑스분을 가수분해 후 25종의 아미노산이 증가되었다. 결합아미노산 총량은 새고막 100 g당 717 mg으로서 유리아미노산 총량의 37.3% 수준이었다. 새고막에서 함량이 많은 결합아미노산으로는 glutamic acid(94 mg), β -alanine(67 mg), aspartic acid(53 mg), arginine(44 mg), histidine(44 mg) 등으로서 이 5종의 아미노산이 결합아미노산 총량의 42.1%를 차지하였다. 새고막에서 피조개와 고막보다 함량이 많은 결합아미노산은 glutamic acid, β -alanine, histidine, arginine, valine, alanine, leucine, serine 등이었고, 함량이 적은 것은 aspartic acid와 proline 등이었다.

고막 엑스분을 가수분해 후 24종의 아미노산이 증가되었다. 결합아미노산 총량은 고막 100 g당 431 mg으로서 유리아

Table 4. Comparison of nitrogenous constituents in the extracts of *S. broughtonii*, *S. subcrenata* and *T. granosa* (mg/100 g extracts)

Sample ¹⁾	A	B	C
Extractive nitrogen ²⁾	479±3 ^a	506±2 ^b	432±5 ^c
Free and combined amino acids			
Taurine	628	710	708
Hypotaurine	72	92	92
Phosphoethanolamine	1	1	2
Aspartic acid	72 (62) ³⁾	56 (53)	125 (22)
Threonine	26 (38)	6 (36)	10 (23)
Serine	10 (13)	6 (30)	8 (19)
Asparagine	6	2	1
Glutamic acid	205 (44)	135 (94)	104 (46)
Glutamine	29	10	10
Sarcosine	- ⁴⁾	- (17)	- (45)
α-Amino adipic acid	25 (117)	30	14 (12)
Proline	58 (107)	53 (18)	53
Glycine	220 (6)	244 (34)	89 (23)
Alanine	111 (9)	120 (34)	142 (14)
Citrulline	- (11)	- (13)	- (10)
α-Amino- <i>n</i> -butyric acid	1	1	1
Valine	7 (26)	8 (36)	10 (24)
Cystine	- (77)	15 (8)	10 (1)
Methionine	4 (32)	4 (11)	2 (3)
Cystathionine	2 (27)	- (1)	-
Isoleucine	5 (14)	4 (22)	4 (13)
Leucine	10 (12)	7 (34)	10 (21)
Tyrosine	18	11 (30)	11 (14)
β-Alanine	245 (40)	221 (67)	223 (32)
Phenylalanine	15 (22)	8 (33)	8 (20)
β-Aminoisobutyric acid	-	2 (1)	1 (6)
γ-Amino- <i>n</i> -butyric acid	1 (13)	1 (2)	2 (3)
Ethanolamine	6 (12)	7 (8)	7 (8)
Ornithine	6 (3)	8 (4)	6 (6)
Lysine	19 (12)	15 (43)	16 (27)
Histidine	47 (6)	31 (44)	28 (24)
Arginine	117 (2)	113 (44)	59 (15)
Subtotal	1,966 (705)	1,921 (717)	1,756 (431)
ATP and related compounds			
Adenosine 5'-triphosphate	2	7	8
Adenosine 5'-diphosphate	13	24	16
Adenosine 5'-monophosphate	35	44	58
Inosine 5'-monophosphate	8	15	8
Inosine	9	11	12
Hypoxanthine	1	3	4
Subtotal	68	103	105
Betaines			
Glycinebetaine	261	279	306
γ-Butyrobetaine	-	1	1
Homarine	60	56	46
Trigonelline	8	5	+ ⁵⁾
Subtotal	329	341	353
Others			
Trimethylamine oxide	21	36	44
Trimethylamine	3	13	18
Creatine	6	8	10
Creatinine	-	-	-
Ammonia	7	10	9

¹⁾Refer to Table 1.²⁾Average±S.D. (n=3). Means with the different letters in the same rank are significantly different (p<0.01-0.05).³⁾The amounts of combined amino acids are given in parenthesis.⁴⁾Not detected.⁵⁾Trace.

미노산 총량의 24.5% 수준이었다. 고막에서 결합아미노산 유래의 아미노산 중 함량이 많은 아미노산으로는 glutamic acid (46 mg), sarcosine(45 mg), β-alanine(32 mg), lysine(27 mg), valine(24 mg) 등으로서 이 5종의 아미노산이 결합아미노산 총량의 40.4%를 차지하였다. 고막에서 피조개나 새고막 보다 비교적 함량이 많은 결합아미노산은 aspartic acid이었으며, 적은 것은 β-alanine, valine, threonine, proline, methionine 등이었다.

고막류 3종에서 결합아미노산 총량은 피조개와 새고막에서 유사한 수준이었으나 고막에서는 피조개의 60.1% 수준으로 낮았다. 고막류 3종에서 공통적으로 함량이 많은 결합아미노산은 glutamic acid 이었으며 그 이외에는 결합아미노산 종류, 함량, 조성 등에 차이가 많았다. 피조개, 새고막 및 고막에서 결합아미노산 함량은 유리아미노산 총량의 35.9, 37.3 및, 24.5% 수준으로서 피조개와 새고막에서는 유사하였으나, 고막에서는 낮게 나타났다.

Ban⁽²⁷⁾은 남해산 피조개에서 함량이 많은 결합아미노산은 threonine, glutamic acid, serine, histidine 등으로, 그리고 거제산 피조개에서는 lysine, threonine, valine, histidine 등으로 보고하였다. Park⁽²⁸⁾은 가막만산 굴에서 함량이 많은 결합아미노산은 glutamic acid, proline, serine, glycine, threonine, hydroxyproline 등으로, 그리고 Lee⁽²⁹⁾는 가막만산 진주담치에서 함량이 많은 결합아미노산은 lysine, phosphoserine, valine, threonine, serine 등으로 보고하였다.

ATP관련화합물

고막류 3종에서 ATP관련화합물을 분석한 결과는 Table 4와 같다. 고막류 3종의 모든 시료에서 ATP, ADP, AMP, IMP, inosine 및 hypoxanthine이 검출되었다. 본 항에서는 ATP관련화합물 함량을 편의상 시료 1g 중의 μmol로 표시하였다. ATP관련화합물 총량은 피조개, 새고막 및 고막에서 1.99, 3.03 및 3.17 μmol로서 피조개에서 가장 낮고 다음이 새고막이었으며, 고막에서 가장 높았다. ATP관련화합물 중 패류의 맛 성분과 밀접한 관계가 있는 AMP와 IMP의 함량은 피조개, 새고막 및 고막에서 1.24, 1.70 및 1.90 μmol로서 고막에서 가장 높았다. 따라서 고막에서의 ATP관련화합물 총량 및 AMP 함량은 피조개의 1.6배 및 1.7배이었다.

Ban⁽²⁷⁾은 남해와 거제산 피조개에서 ATP관련화합물 총량을 4.44와 3.82 μmol/g으로 보고하였다. 그리고 Park⁽²⁸⁾은 굴에서 2.87~8.06 μmol로, Lee⁽²⁹⁾는 진주담치에서 연평균 2.51 μmol로 보고하였다.

Betaine 류

고막류 3종에서 betaine류를 분석한 결과는 Table 4와 같다. 피조개에서는 glycinebetaine, homarine 및 trigonelline이 검출되었으며, 새고막과 고막에서는 glycinebetaine, γ-butyrobetaine, homarine 및 trigonelline이 분석되었다. Betaine류 총량은 피조개, 새고막 및 고막에서 329, 341 및 353 mg이었다. 그 중 glycinebetaine은 261, 279 및 306 mg으로서 betaine류 총량의 79.3, 81.8 및 86.7%를 차지하였다. Glycinebetaine 함량은 피조개에서 가장 낮고 다음은 새고막이었으며 고막에서 가장 높았다. 반면에 homarine 함량은 60, 56,

및 46 mg으로서 고막에서 가장 낮았다. γ-butyrobetaine과 trigonelline은 8과 1 mg 이하로서 미량에 불과하였다. 고막에서의 betaine류 총량 및 glycinebetaine 함량은 피조개의 1.1 및 1.2배 높았다.

Ban⁽²⁷⁾은 남해와 거제산 피조개에서 glycinebetaine 함량을 연평균 249와 189 mg, 그리고 homarine은 101과 88 mg, trigonelline을 5와 4 mg으로 보고하였다. Lee⁽²⁹⁾는 가막만산 진주담치에서 glycinebetaine, homarine 및 trigonelline 함량을 연평균 241, 122 및 11 mg으로 보고하였다.

TMAO와 TMA

고막류 3종에서 TMAO와 TMA 함량을 분석한 결과는 Table 4와 같다.

피조개와 새고막 및 고막에서 TMAO 함량은 21, 36 및 44 mg으로서 피조개에서 가장 낮았고 다음이 새고막이었으며, 고막에서 가장 높았다. 고막에서의 TMAO 함량은 피조개의 2.1배, 새고막의 1.2배이었다. TMA함량은 3, 13 및 18 mg으로서 피조개에서 가장 낮았고, 다음은 새고막이었으며 고막에서 가장 높게 나타나 TMAO에서와 같은 경향이였다. 그러나 그 함량은 TMAO보다 낮았다. 고막에서의 TMA 함량은 피조개의 6.0배, 새고막의 1.4배이었다. Ban⁽²⁷⁾은 남해산 피조개에서 TMAO는 검출되지 않았으며, 거제산에서는 연평균 1 mg 분석되었다. TMA는 남해와 거제산에서 연평균 4와 5 mg이었다. Lee⁽²⁹⁾는 가막만산 진주담치에서 TMAO와 TMA함량을 6과 16 mg으로 보고하였다.

Creatine 및 creatinine

고막류 3종에 대한 creatine과 creatinine 함량은 Table 4와 같다. Creatine은 피조개에서 6 mg, 새고막에서 8 mg, 그리고 고막에서 10 mg검출되었다. 고막에서의 creatine 함량은 피조개의 1.7배, 새고막의 1.3배이었다. 그러나 creatinine은 모든 시료에서 검출되지 않았다. Ban⁽²⁷⁾은 남해와 거제산 피조개에서 creatine 함량을 연평균 8과 9 mg, creatinine 함량을 모두 1 mg으로 보고하였다. Lee⁽²⁹⁾는 가막만산 진주담치의 연평균 creatine, creatinine함량을 8과 2 mg으로 보고한 바 있다.

엑스분종의 질소분포

이상에서 분석한 결과를 요약하기 위하여 분석된 각 시료의 엑스 성분 에 대한 질소량을 계산하여 각 성분군별로 엑스분 질소에 대한 %로 환산하여 Table 5에 나타내었다. 고막류 3종에 대한 질소분포를 살펴보면 가장 많은 비중을 차지하는 성분은 모두 유리아미노산 질소로서 피조개, 새고막 및 고막에서 59.9, 55.2 및 55.3%로서 피조개에서 가장 높고 새고막과 고막은 같은 수준이었다. 그 다음으로는 결합아미노산 질소가 피조개, 새고막 및 고막에서 18.1, 21.3 및 16.0%로서 새고막에서 가장 높고 다음은 피조개이었으며, 고막에서 가장 낮았다. 유리아미노산 질소와 결합아미노산 질소를 합하면 피조개, 새고막 및 고막에서 78.0, 76.5 및 71.3%를 차지하는 가장 중요한 합질소 엑스성분 군이었다.

Betaine류 질소는 피조개, 새고막 및 고막에서 8.0, 7.8 및 9.6%로서 종류별로 큰 차이가 없었다. ATP관련화합물 질소는 피조개, 새고막 및 고막에서 2.7, 3.9 및 4.8%로서 피조

Table 5. Nitrogen distribution in the extracts of *S. broughtonii*, *S. subcrenata* and *T. granosa* (unit: %)

Sample ¹⁾	A	B	C
Free amino acids	59.9	55.2	55.3
Combined amino acids	18.1	21.3	16.0
ATP and related compounds	2.7	3.9	4.8
Betaines	8.0	7.8	9.6
TMAO and TMA	1.0	1.9	2.9
Creatine and creatinine	0.4	0.5	0.7
Unknown	9.9	9.4	10.7
Recovery of extractive nitrogen	90.1	90.6	89.3

¹⁾Refer to Table 1.

개에서 가장 낮고 다음은 새고막이었으며 고막에서 가장 높았다. TMAO와 TMA 질소는 피조개, 새고막 및 고막에서 1.0, 1.9 및 2.9%이었고, creatine 과 creatinine 질소는 0.4, 0.5 및 0.7%로서 미량이었다. 고막류 3종에 대한 질소의 회수율은 90.1, 90.6 및 89.3%로서 대부분의 합질소 엑스성분이 분석된 것으로 생각된다. 고막류 3종에 대한 질소분포의 특징은 피조개, 새고막 및 고막에서 거의 유사하다는 결론을 얻었다.

요 약

고막류의 합질소엑스성분 조성을 구명하기 위하여 남해안에서 생산되는 산업적으로 중요한 피조개, 새고막 및 고막의 3종에 대하여 맛과 밀접한 관계가 있는 엑스분질소, 유리아미노산, 결합아미노산, ATP관련화합물, 4급암모늄염기, guanidino 화합물 등을 분석하였다. 엑스분질소는 피조개, 새고막 및 고막에서 각각 479, 506 및 432 mg/100 g으로서 새고막에서 가장 높고, 고막에서 낮았으나 그 차이는 미약하였다. 유리아미노산은 고막류 3종 모두 28~29종의 유리아미노산이 검출되었으며, 총량은 피조개, 새고막 및 고막에서 1,966, 1,921 및 1,756 mg/100 g이었다. 고막류 3종 모두에서 공통적으로 함량이 풍부한 유리아미노산은 taurine, β -alanine, glutamic acid, alanine 등이었다. 고막류의 엑스분 가수분해물에서는 23~25종의 아미노산이 증가되었으며, 그 총량은 피조개, 새고막 및 고막에서 각각 705, 717 및 431 mg/100 g으로서 유리아미노산 총량의 35.9, 37.3 및 24.5%이었다. 고막류 3종 모두에서 ATP, ADP, AMP, IMP, inosine 및 Hypoxanthine이 검출되었으며 그 총량은 피조개, 새고막 및 고막에서 1.99, 3.03 및 3.17 μ mol/g이었다. Betaine류로서는 고막류 3종 모두에서 glycinebetaine, γ -butyrobetaine, homarine, trigonelline의 4종이 검출되었으며, 그 총량은 피조개, 새고막 및 고막에서 329, 341 및 353 mg/100 g이었다. Creatine 함량은 3종 모두 10 mg/100 g 미만으로서 미량이었다. 이상과 같이 한국 남해안에서 생산되는 고막류 3종에 대한 합질소 엑스성분 조성을 밝힐 수 있었으며, 이들 3종의 합질소 엑스성분 조성은 상호 유사한 점이 많았으나, 각 성분의 함량 면에 있어서는 서로 차이가 있었다.

문 헌

1. Yoo, S.K. Shallow-Sea Culture, pp. 215-235. Sae-ro Publishing Co., Busan (1979)
2. Kyon, O.K., Min D.K., Lee J.R., Je J.G. and Choe, B.L. Korean Mollusks with Color Illustration, pp. 214-217. Hanguel, Busan (2001)
3. Tsuchiya, Y. Marine Chemistry. pp. 8-15. Hangseongsa Huseang-gag, Tokyo, Japan (1962)
4. Suyama, M. and Konosu, S. Susan Sigpumahak, pp. 48-70. Hangseongsa Huseang-gag, Tokyo, Japan (1987)
5. Shimizu, M., Yamaguchi, K. and Takiguchi, M. Fish Guide Book. p. 7, 102. Yeoja Yeongyangdaehak Chulpanbu, Tokyo, Japan (1989)
6. Heo, H.T., Kim, J.M., Hong, J.S., Kang, Y.J., Son, C.H. and Lee, J.K. Marine Biology, pp. 156-158. In: *Echiurida*. Ministry of Education, Seoul (1986)
7. Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries. Statistical Year-Book of Agriculture Forestry and Fisheries. Dongyang Munwhasa, Seoul (1993)
8. Ministry of Marine Affairs and Fisheries. Statistical Yearbook of Marine Affairs and Fisheries. Cheongwoo Munwhasa, Seoul (2001)
9. Yamaguchi, A., Ochiai, S. and Kihara, H. Henoshin, pp. 44-45. Yama-Kei publishers Co., Ltd., Tokyo, Japan (1987)
10. Nose, Y., Hanyu, I., Iwai, T. and Shimizu, M. Encyclopedia of Fishes, p. 9. Donggyeongdang Chulpan, Tokyo, Japan (1989)
11. Ryu, J.S. Korean Shellfishes with Color Illustration, pp. 109-111. Iljisa, Seoul (1995)
12. Chonnam Province. Statistical Data of Fishery Production Section. p. 1. Marine Affairs and Fisheries Administration, Kwangju. (1999)
13. Park, C.K. Studies on their appropriate processing season of ark shell (*Scapharca subcrenata*). J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 28: 1408-1411 (1999)
14. Park, C.K. Seasonal variation of proximate composition in edible portion of ark shell (*Scapharca subcrenata*). J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 28: 1226-1229 (1999)
15. Park, C.K. Seasonal variation of proximate composition in ark shell (*Scapharca subcrenata*) tissues. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 29: 10-14 (2000)
16. Park, C.K. Extractive nitrogenous constituents of ark shell (*Scapharca subcrenata*) in body fluids. Bull. Fish. Sci. Inst. Yosu Nat'l Univ. 8: 160-166 (1999)
17. Stein, W.H. and Moore, S. The free amino acids of human blood plasma. J. Biol. Chem. 211: 915-926 (1954)
18. Nakajima, N., Ichikawa, K., Kamada, M. and Fujita, E. Food chemical studies on 5'-ribonucleotides in foods. Part II. On the 5'-ribonucleotides on foods. Nippon Nogei Kagaku Kaishi 35: 803-808 (1961)
19. Hanes, C.S. An application of the method of Hagedon and Jensen to the determination of large quantities of reducing sugars. Biochem. J. 23: 99-106 (1929)
20. Japanese Society of Food Science and Technology. Protein. pp. 87-122. In: Analyzing Methods of Food. Korinzensho, Tokyo, Japan (1984)
21. Pharmacia LKB Biotechnology. Alpha plus(series two) Amino acid Analyzer Instruction Manual (1989)
22. Kitada, Y., Sasaki, M., Tanigawa, K., Naoi, Y., Fukuta, T., Katoh, Y. and Okamoto, I. Analysis of ATP-related compounds in fish by reversed-phase liquid chromatography and investigation of freshness of commercial fish. J. Food Hyg. Soc. Japan 24: 225-229 (1983)
23. Park, C.K., Matusi, T., Watanabe, K., Yamaguchi, K. and Konosu, S. Seasonal variation of extractive nitrogenous constituents in

- ascidian *Halocynthia roretzi* tissues. Nippon Suisan Gakkaishi 56: 1319-1330 (1990)
24. Bullard, F.A. and Collins, J. An improved method to analyze trimethylamine in fish and the interference of ammonia and dimethylamine in fish. Fish Bull. 78: 465-473 (1980)
25. Bystedt, J., Swenne, L. and Aas, H.W. Determination of trimethylamine oxide in fish muscle. J. Sci. Food Agric. 10: 301-304 (1959)
26. Harris, D.C. Quantitative Chemistry Analysis. 4th ed., pp. 1-837. New York, USA (1995)
27. Ban, J.H. Seasonal variation of extractive nitrogenous constituents in the ark-shell *Scapharca broughtonii*. M.S. thesis. Yous Nat'l Univ. (1997)
28. Park, J.N. Seasonal variation of extractive nitrogenous constituents in oyster *Crassostrea gigas* tissues. M.S. thesis. Yous Nat'l Univ. (1996)
29. Lee, H.K. Seasonal variation of extractive nitrogenous constituents in blue mussel *Mytilus edulis*. M.S. thesis. Yosu Nat'l Univ. (1997)
30. Sakaguchi, M. and Murata, M. Seasonal variation of free amino acids in oyster whole body and adductor muscle. Nippon Suisan Gakkaishi 55: 2037-2041 (1989)

(2002년 8월 27일 접수, 2002년 10월 18일 채택)