

## 고온가열처리에 의한 바다방석고둥 (*Omphalius pfeifferi capenteri*)의 식품성분 변화

하진환 · 송대진 · 김풍호\* · 허민수\*\* · 조문래\*\* · 심호도\*\* · 김혜숙\*\* · 김진수\*\*\*

제주대학교 식품공학과, \*국립수산물연구원 양식환경연구소,

\*\*경상대학교 해양생물이용학부/해양산업연구소

## Changes in Food Components of Top Shell, *Omphalius pfeifferi capenteri* by Thermal Processing at High Temperature

Jin-Hwan HA, Dae-Jin SONG, Poong-Ho KIM\*, Min-Soo HEU\*\*, Moon-Lae CHO\*\*  
Hyo-Do SIM\*\*, Hey-Suk KIM\*\* and Jin-Soo KIM\*\*\*

Department of Food Science and Engineering, Cheju National University, Cheju 690-756, Korea

\*Aquaculture and Environment Institute, National Fisheries Research and Development Institute, Tongyeong 651-940, Korea

\*\*Division of Marine Bioscience/Institute of Marine Industry, Gyeongsang National University, Tongyeong 650-160, Korea

The top shell, *Omphalius pfeifferi capenteri* meat vacuum-packed in can (diameter×height, 74.1 mm×50.7 mm) were heated at 115°C up to F<sub>0</sub> values of 5 min, 10 min, 15 min and 20 min, and the changes in food components were studied. After 14 days storage at 37°C and 55°C, no growth of microorganism and panelling were recognized from the canned meats which were sterilized at 115°C with F<sub>0</sub> value of 5 min and over. In the case of proximate composition of the canned meats, the moisture content decreased with the increase of F<sub>0</sub> value, while crude protein increased. The increase of volatile basic nitrogen content, pH and degree of browning and the decrease of mineral, total amino acid, free amino acid, trimethylamine oxide, total creatinine contents and yields were observed during thermal processing. In sensory evaluation on color, texture and taste in the canned meats, no significant difference was observed among a boiled sample and the canned meats heated at F<sub>0</sub> value of 10 min and below. But, in the canned meats heated at F<sub>0</sub> value of over 15 min, its sensory scores decreased with the increase of F<sub>0</sub> value. From these results, the reasonable F<sub>0</sub> value for preparation of the heat-treated top shell meats was in the range of 5~10 min.

**Key words:** Top shell, Thermal processing, F<sub>0</sub> value, Canned food, Sterilization

### 서 론

제주도에서 보말이라고 불리고 있는 바다방석고둥, *Omphalius pfeifferi capenteri*은 남해안 일대에 다량으로 서식하는 고둥류로, 맛과 씹을 때의 촉감이 독특하여 예로부터 즐겨 식용하여 오던 고둥류이다 (부산광역시, 1999). 그러나, 바다방석고둥은 선도저하가 빠르고, 자가소화에 의한 변질이 일어나기 쉬우며, 패각과 같은 비가식 부위가 차지하는 비율이 높은 등의 단점을 가지고 있다 (Ha et al., 2000). 이로 인하여 바다방석고둥은 단지 산지에서 삶아서 육질을 그대로 또는 밀반찬 (자반) 등으로 사용하는 정도에 그쳐, 수산가공 재자원과 같이 효율적으로 이용되지 못하고 있다. 이러한 일면으로 볼 때에 바다방석고둥은 비가식 부위의 제거를 위한 전처리, 선도저하 억제제를 위한 저온처리 또는 고온가열처리 및 이의 재오염 억제제를 위한 포장처리 등을 연속적으로 실시하여 제품 개발을 하는 경우 수산가공 재자원으로 효율적으로 이용할 수 있으리라 보아진다. 최근 생활수준의 향상으로 식생활의 간편화, 다양화 및 고급화에 따라 인스턴트 가공식품의 수요가 증가하고 있으며, 그 중 병조림, 통조림, 레토르트 파우치 식품 등과 같은 고온가열처리 및 포장처리를 하여 저장성을 부여한 식품이 가공

식품의 발전을 주도하고 있다 (Kim et al., 2001). 이러한 일면에서 바다방석고둥을 원료로 하여 통조림 제품의 개발 필요성이 크게 대두되나, 실제로 바다방석고둥을 효율적인 식품가공소재로 이용하기 위한 연구로는 Ha et al. (2001)의 어획지별 식품성분 특성, Song et al. (1993)의 동결저장 중 단백질 조성과 근육조직의 변화 등과 같은 원료 특성 및 저온유통을 위한 기초 연구 만이 있을 뿐이다. 바다방석고둥을 고온가열처리 식품 (병조림, 통조림 및 레토르트 파우치 식품 등)과 같이 효율적으로 이용하기 위한 일환으로 고부가가치의 제품을 개발하기 위해서 우선적으로 고온가열 처리에 따른 바다방석고둥 근육성분의 변화에 관한 기초자료 및 품질변화를 다각적으로 검토하여야 할 것이다 (Hirano et al., 1987; Suzuki et al., 1987; Koizumi et al., 1986). 따라서, 본 연구에서는 바다방석고둥을 원료로 한 신제품의 개발에 관한 일련의 기초 연구로 저장성 부여를 위하여 시도하는 고온가열처리 조건에 따른 바다방석고둥의 성분변화에 대하여 살펴보았다.

### 재료 및 방법

재료, 열분포도 및 수율의 측정

바다방석고둥 (*Omphalius pfeifferi capenteri*)은 2000년 7월에 제주도 연안에서 해녀에 의해 직접 어획한 것을 시료로 사용하였

\*Corresponding author: jinsukim@gshp.gsnu.ac.kr

다. 그리고, 고온가열처리 중 식품성분 변화를 살펴보기 위하여 고온가열처리 시료의 조제는 다음과 같이 실시하였다. 바다방석고등을 자숙 (98°C, 20분) 및 육분리한 다음, 휴대관 (호칭경 301-3, 직경×높이=74.1 mm×50.7 mm)에 바다방석고등 육, 무선형 열측정 장치 (Iblo electronic gmbh, Germany), 주입수 (1% 식염수)를 각각 살균 및 주입한 후 탈기 (진공도 30 cmHg)하고 밀봉하였다. 이어서 가열살균은 소형 증기식 레토르트 (Toyo Kagaki Sangyo Co.)를 이용하여 115°C에서 살균 및 급냉을 실시하였고, 이때 살균값인  $F_0$  값은 5분, 10분, 15분 및 20분에 도달하도록 조절하였다. 그리고, 수율은 자숙처리하여 살균인 바다방석고등 근육의 중량에 대하여 가열처리 후의 바다방석고등 근육의 상대적인 중량비율 (%)로 하였다.

#### 생균수, 일반성분, pH, 아미노질소 및 휘발성염기질소

생균수는 가열처리한 바다방석고등 통조림을 각각  $37 \pm 1^\circ\text{C}$  및  $55 \pm 1^\circ\text{C}$ 에서 14일간 가온한 것을 개관한 다음 이를 시료로 사용하여 APHA법 (1970)에 따라 표준한천 평판배지에서 배양 ( $37 \pm 1^\circ\text{C}$  및  $55 \pm 1^\circ\text{C}$ )한 후 집락수를 계측하였다. 일반성분은 AOAC법 (1984)에 따라 수분의 경우 상압가열건조법으로, 조지방의 경우 Soxhlet법으로, 조단백질의 경우 semimicro Kjeldahl법으로, 회분의 경우 건식회화법으로 측정하였으며, pH는 시료에 10배량의 탈이온수를 가하고 균질화한 다음 pH meter (Metrohm 691, Swiss)로 측정하였다. 아미노태 질소함량은 시료 바다방석고등 10g과 증류수 90 mL로 추출한 용액 25 mL를 시료 용액으로 하여 Sorensen법 (KOAC, 1997)에 따라 측정하였다. 휘발성 염기질소는 Conway unit를 사용하는 미량 확산법 (Ministry of Social Welfare of Japan, 1960)으로 측정하였다.

#### 구성아미노산 및 무기질 함량

시료 바다방석고등 (약 50 mg) 및 6N 염산 용액 (3 mL)을 ampoule에 넣고, 밀봉한 후 가수분해 ( $110^\circ\text{C}$ , 24시간)한 다음 glass filter로 여과 및 감압건조하였다. 이어서 건조되어진 시료를 구연산나트륨완충용액 (pH 2.2)으로 정용한 후, 이의 일정량을 아미노산 자동분석기 (LKB 4150 $\alpha$ , England)로 구성아미노산을 분석하였다. 무기질 (칼륨, 망간, 철, 나트륨, 마그네슘, 아연, 칼슘, 구리 및 인)은 Tsutagawa et al. (1994)의 방법으로 바다방석고등의 유기질을 습식분해한 후 ICP (inductively coupled plasma spectrophotometer, Atomscan 25, TJA)로 분석하였다.

#### 갈변도의 측정

갈변도는 Hirano et al. (1987)의 방법에 따라 측정하였다. 즉, 시료에 2배량의 66% 에탄올을 가하고, 균질화시켜 추출액을 여과한 후 분광광도계 (Shimadzu UV-140-02, Japan)로 흡광도 (430 nm)를 측정하여 갈변도로 하였다.

#### 맛성분 함량

유리아미노산, trimethylamine oxide, trimethylamine 및 total creatinine의 측정을 위한 엑스분 시료는 일정량의 바다방석고등

육에 1% picric acid로 엑스분을 추출하고, 이를 Dowex 2×8 ( $\text{Cl}^-$  form, 100~200 mesh) 수지가 채워진 칼럼을 통과시켜 picric acid를 제거한 다음 정용하여 제조하였다. 유리아미노산은 이의 일정량을 농축한 다음 구연산나트륨완충용액 (pH 2.2)으로 정용한 것을 아미노산 자동분석기 (LKB 4150 $\alpha$ , England)로 분석, 정량하였으며, trimethylamine oxide 및 trimethylamine은 Hashimoto and Okaichi (1957)의 방법으로, total creatinine은 Sato and Fukuyama (1957)의 방법으로 비색 정량하였다.

#### 관능검사 및 통계처리

관능검사는 바다방석고등의 색조, 조직감 및 맛에 잘 훈련된 7인의 panel을 구성하여 자숙 바다방석고등을 기준 (3점)으로 근육의 색, 조직감 및 맛에 대하여 이보다 우수한 경우 4, 5점을, 이보다 못한 경우 1, 2점으로 하는 5단계 평점법으로 평가하였고, 이를 평균값으로 나타내었다. 그리고, 이들 값은 ANOVA test를 이용하여 분산분석한 후 Duncan의 다중위검정 (Larmond, 1973)으로 최소 유의차 검정을 실시하였다.

## 결과 및 고찰

#### 열분포도

바다방석고등 통조림의  $F_0$  값에 따른 열분포도의 변화는 Fig. 1과 같다. 바다방석고등 통조림은 살균온도를  $115^\circ\text{C}$ 로 하였고, come up time은  $F_0$  값에 관계없이 모두 11분이었으며, 살균온도에서 열처리 시간은  $F_0$  5의 경우 24분,  $F_0$  10의 경우 49분,  $F_0$  15의 경우 74분,  $F_0$  20의 경우 99분 이었다.

#### 생균수

$F_0$  값을 달리하여 제조한 바다방석고등 통조림의 가온 저장 후 생균수 측정 결과를 Table 1에 나타내었다. 가온 저장 중 바다방석고등 통조림은 저장온도에 관계없이 팽창관이 발생하지 않았고, 또한 저장 14일 후 생균수 역시 검출되지 않아  $121.1^\circ\text{C}$ 에서  $F_0$  값을 5분 이상이 되도록 열처리 하는 경우 미생물적 저장안정성은 부여된다고 판단되었다. 한편, Cho et al. (1996)의 경우 햄통조림의 미생물학적 안전성을 검토하는 실험에서  $115^\circ\text{C}$ 에서 열처리하는 경우  $F_0$  값이 3.41분까지는 호기적 미생물이,  $F_0$  값이 2.94분까지는 혐기적 미생물이 검출되었으나, 그 이상으로 처리하는 경우 호기성 및 혐기성에 관계없이 미생물은 전혀 검출되지 않았다고 보고하였으며, 굴통조림의 상업적 살균을 위한 적정 가열처리 조건으로 Heiss and Eichner (1984)의 경우  $F_0$  값은 2.7~6.0분, Han et al. (1995)의 경우  $110^\circ\text{C}$ 에서  $F_0$  값은 5.92분으로 보고한 바 있다.

#### 일반성분

$F_0$  값에 따른 바다방석고등의 일반성분 변화는 Table 2와 같다. 수분함량은 생원료 (79.1%)에 비하여 가열처리 시료 (76.8~78.3%)가 약간 낮았으며, 그 정도는 고온가열처리 정도가 커질수록 현저하였다. 이와 같은 결과는 단백질의 가열변성에 따른 보수력의 저하 및 가압살균에 의해 육 중의 수분의 일부가 유리수의 형태로

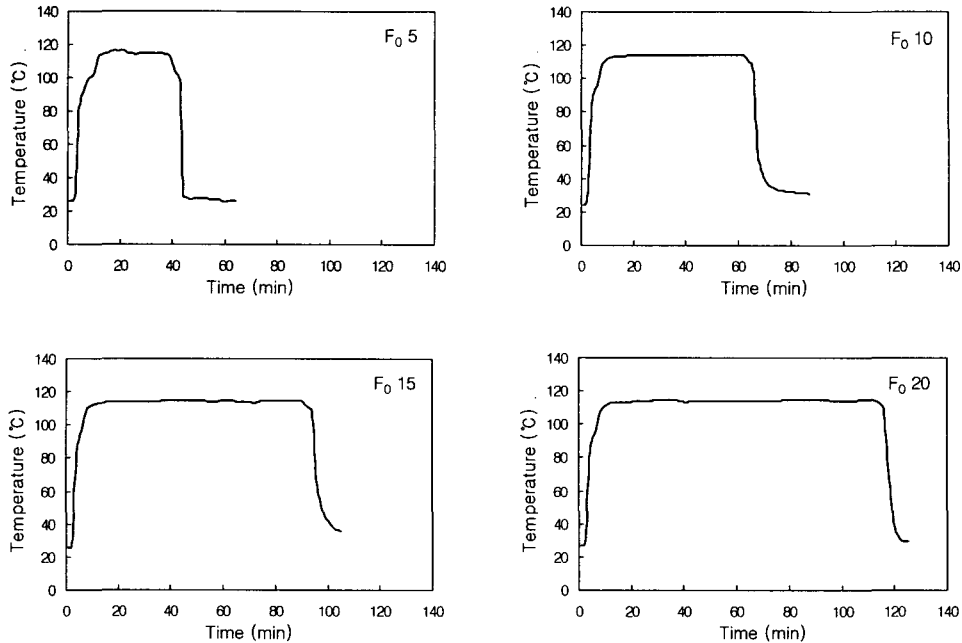


Fig. 1. Time-temperature profiles of canned top shell thermoprocessed at different F<sub>0</sub> values.

Table 1. Viable cell counts of canned top shell by thermal processing at different F<sub>0</sub> values (CFU/g)

Storage conditions		Thermoprocessed meats			
Temperature	Time	F <sub>0</sub> 5	F <sub>0</sub> 10	F <sub>0</sub> 15	F <sub>0</sub> 20
37°C	14 days	ND*	ND	ND	ND
55°C	14 days	ND	ND	ND	ND

\*ND; not detected.

Table 2. Changes in proximate composition of top shell meats by thermal processing at different F<sub>0</sub> value (g/100 g)

Proximate components	Raw meats	Thermoprocessed meats				
		Boiled	F <sub>0</sub> 5	F <sub>0</sub> 10	F <sub>0</sub> 15	F <sub>0</sub> 20
Moisture	79.1 ± 0.3*	78.3 ± 0.6	77.9 ± 0.5	77.5 ± 0.3	77.4 ± 0.2	76.8 ± 0.2
Crude protein	13.7 ± 0.1	13.8 ± 0.0	14.2 ± 0.0	14.5 ± 0.1	14.9 ± 0.1	15.2 ± 0.0
Crude lipid	0.9 ± 0.0	1.0 ± 0.2	1.1 ± 0.1	1.2 ± 0.0	1.1 ± 0.0	1.2 ± 0.0
Crude ash	2.5 ± 0.2	2.7 ± 0.1	2.6 ± 0.1	2.7 ± 0.1	2.3 ± 0.1	2.7 ± 0.0

\*Mean ± Standard deviation (n=3).

Table 3. Changes in pH, volatile basic nitrogen (VBN) and amino nitrogen (NH<sub>2</sub>-N) contents of top shell meats by thermal processing at different F<sub>0</sub> value

Components	Raw material	Thermoprocessed meats				
		Boiled	F <sub>0</sub> 5	F <sub>0</sub> 10	F <sub>0</sub> 15	F <sub>0</sub> 20
pH	6.84 ± 0.04*	7.56 ± 0.00	7.60 ± 0.01	7.62 ± 0.02	7.69 ± 0.02	7.69 ± 0.02
VBN (mg/100 g)	14.2 ± 2.0	16.9 ± 0.9	18.0 ± 1.2	21.2 ± 1.2	24.0 ± 0.8	27.2 ± 1.0
NH <sub>2</sub> -N (mg/100 g)	85.2 ± 2.4	76.7 ± 1.2	70.6 ± 1.8	68.4 ± 1.8	67.5 ± 1.2	66.6 ± 0.0

\*Mean ± Standard deviation (n=3).

제거되었기 때문이라 판단되었다 (Oh et al., 1991). 조단백질 함량은 수분함량과는 달리 상대적으로 고온가열처리의 정도가 커질수록 증가하였고, 조지방 및 조회분의 경우 고온가열처리에 의해 거의 변화가 없었다.

휘발성염기질소, pH 및 아미노질소 함량의 변화

F<sub>0</sub> 값에 따른 바다방석고등의 pH, 휘발성염기질소 및 아미노질소 함량의 변화는 Table 3과 같다. 휘발성염기질소 함량은 생시료의 경우 14.2 mg/100 g, 고온가열처리 시료의 경우 16.9~27.2 mg/100 g의 범위로 고온가열처리 시료가 많았고, 또한 가열처리 정도가 커질수록 많았다. 이와 같이 휘발성염기질소 함량이 고온가열처리에 의해 상승하는 것은 고온가열처리에 의해 육 중의 일부 성분이 분해되어 다량의 휘발성염기물질을 생성하였기 때문이라 판단되었다. 한편, 고온가열처리 정도에 따른 시료 육 중의 pH 변화도 생시료의 경우 6.84, 고온가열처리 시료의 경우 7.56~7.69의 범위로 고온가열처리 시료가 높았고, 휘발성염기질소 함량의 경우와 같이 고온가열 처리 정도가 커질수록 상승하였다. 이와 같이 pH가 높은 것은 고온가열 처리 중 pH를 저하시키는 요인인 유기산 및 유리지방산의 생성보다 오히려 휘발성염기물질의 생성이 많았기 때문이라 판단되었다. 한편 고온가열처리 정도에 따른 아미노질소 함량의 변화는 고온가열처리 시료구 모두 (66.6~76.7 mg/100 g)가 생시료 (85.2 mg/100 g)에 비하여 낮았고, 그 정도는 고온가열처리 정도가 커질수록 현저하였다. 그러나, Cho et al. (1996)은 햄통조림의 가열살균시에 살균시간이 경과함에 따라 아미노질소 함량은 단백질의 고온가열분해에 의해 미미하나마 서서히 증가하는 경향을 나타내었다고 보고하여 본 결과와 차이가 있었다. 이와 같이 본 실험의 결과와 Cho et al. (1996)의 결과가

차이가 있는 것은 햄 통조림의 경우 열분해 산물이 주입액으로의 유출이 없었지만 본 시료의 경우 보일드 통조림의 형식이어서 고온가열처리 중 유리아미노산 및 peptide가 주입액으로 유출되었거나 또는 이보다 저급물질인 휘발성염기질소 등으로 분해되었기 때문이라 판단되었다.

#### 구성아미노산 및 무기질 함량의 변화

F<sub>0</sub> 값에 따른 바다방석고등의 구성아미노산 함량 변화는 Table 4와 같다. 바다방석고등의 총 구성아미노산 함량은 F<sub>0</sub> 값을 5분으로 고온가열처리한 시료의 경우 13,193.8 mg/100 g이었으나 F<sub>0</sub> 값을 20분으로 고온가열처리한 시료의 경우 12,554.8 mg/100 g으로 고온가열 처리정도가 증가할수록 약간 감소하는 경향을 나타내었다. 이와 같은 경향은 고온가열처리에 의해 일부의 단백질이 자숙수로 이행함과 더불어 암모니아 등과 같은 휘발성염기물질로 고온가열분해되었기 때문이라 판단되었다. Shim et al. (1994)의 경우도 수종의 백색육 및 적색육 어류를 가열처리한 경우 구성아미노산이 감소하였다고 보고한 바 있다. 고온가열처리한 바다방석고등의 주요 구성아미노산은 aspartic acid, glutamic acid 및 proline 등이었고, 곡류 제한아미노산인 threonine (3.4~4.0%) 및 lysine (7.4~7.9%)의 함량도 많았다. 바다방석고등의 고온가열처리에 의한 아미노산 조성은 함량과는 달리 고온가열처리 정도에 따른 차이가 거의 인정되지 않았다.

고온가열처리 정도에 따른 바다방석고등의 무기질 함량 변화는 Table 5와 같다. 무기질은 생시료의 경우 칼륨 (113.2 mg/100 g), 나트륨 (382.9 mg/100 g), 칼슘 (280.4 mg/100 g) 및 인 (160.2 mg/100 g) 등의 함량이 많았고, 이들은 생시료 > 자숙처리 시료 > 고온가열처리 시료의 순으로 높았다. 이와 같은 경향은 고온가열처리 공정이 진행됨에 따라 단백질 변성으로 유리되는 유리수에 일

**Table 4. Changes in total amino acid contents of top shell meats by thermal processing at different F<sub>0</sub> value**

Amino acids (mg/100 g)	Thermoprocessed meats			
	F <sub>0</sub> 5	F <sub>0</sub> 10	F <sub>0</sub> 15	F <sub>0</sub> 20
Asp	1,578.7 (12.0)	1,414.8 (10.9)	1,509.9 (11.8)	1,480.0 (11.8)
Thr	508.5 (3.9)	523.9 (4.0)	439.4 (3.4)	490.0 (3.9)
Ser	548.5 (4.2)	545.1 (4.2)	570.4 (4.5)	548.1 (4.4)
Glu	2,005.1 (15.2)	2,082.6 (16.0)	2,088.4 (16.3)	1,971.9 (15.7)
Pro	1,137.0 (8.6)	1,174.6 (9.0)	1,173.1 (9.2)	1,116.3 (8.9)
Gly	871.3 (6.6)	878.8 (6.7)	777.7 (6.1)	757.9 (6.0)
Ala	778.1 (5.9)	786.3 (6.0)	717.0 (5.6)	732.7 (5.8)
Cys	196.1 (1.5)	167.0 (1.3)	125.9 (1.0)	157.2 (1.3)
Val	811.6 (6.2)	807.7 (6.2)	789.5 (6.2)	711.8 (5.7)
Met	330.3 (2.5)	339.4 (2.6)	318.3 (2.5)	306.7 (2.4)
Ile	618.7 (4.7)	641.5 (4.9)	561.6 (4.4)	563.9 (4.5)
Leu	929.9 (7.0)	985.7 (7.6)	988.8 (7.7)	919.4 (7.3)
Tyr	343.9 (2.6)	326.0 (2.5)	321.3 (2.5)	372.5 (3.0)
Phe	600.8 (4.6)	507.0 (3.9)	545.2 (4.3)	579.2 (4.6)
His	343.6 (2.6)	332.8 (2.6)	284.6 (2.2)	281.5 (2.2)
Lys	1,017.3 (7.7)	959.2 (7.4)	1,004.4 (7.9)	987.9 (7.9)
Arg	574.4 (4.4)	550.2 (4.2)	562.7 (4.4)	577.8 (4.6)
Total	13,193.8 (100.0)	13,022.6 (100.0)	12,778.2 (100.0)	12,554.8 (100.0)

**Table 5. Changes in mineral and phosphorus contents of top shell meats by thermal processing at different F<sub>0</sub> value**

Mineral and phosphorus (mg/100 g)	Raw material	Thermoprocessed meats				
		Boiled	F <sub>0</sub> 5	F <sub>0</sub> 10	F <sub>0</sub> 15	F <sub>0</sub> 20
Mineral						
Potassium	113.2	108.7	103.3	104.0	101.8	103.7
Manganese	0.1	0.1	0.1	trace	trace	0.1
Iron	6.6	6.1	5.7	5.8	5.3	5.7
Sodium	382.9	360.3	352.8	348.7	354.5	347.2
Magnesium	66.2	62.2	58.4	59.4	57.6	59.0
Zinc	3.1	2.7	2.5	2.5	2.4	2.4
Calcium	280.4	266.4	252.3	252.8	255.2	251.2
Copper	0.3	0.2	0.2	0.1	trace	trace
Phosphorus (mg/100 g)	160.2	134.4	133.2	129.9	124.6	120.6

부의 무기질이 함께 추출되었기 때문이라 판단되었다. 한편, 바다방석고등의 고온가열처리 정도에 따른 무기질 함량은 거의 차이가 없었다.

#### 유리아미노산, total creatinine 및 trimethylamine oxide의 변화

F<sub>0</sub> 값에 따른 바다방석고등의 유리아미노산 함량 변화는 Table 6과 같다. 원료 바다방석고등의 총 유리아미노산은 1,440.7 mg/100 g이었고, 주요 유리아미노산은 감칠맛을 나타내는 glutamic acid (287.6 mg/100 g, 20.0%), 감미를 나타내는 proline (354.0 mg/100 g, 24.6%) 및 glycine (150.3 mg/100 g, 10.4%) 등이었으며, 이들은 전체 아미노산의 약 55%를 차지하여, 대체로 이 아미노산들이 바다방석고등의 맛에 지배적으로 관여하리라 판단되었다. 생원료를 고온가열처리 함에 따라 유리아미노산의 총함량은 서서히 감소하는 경향을

**Table 6. Changes in free amino acid contents of top shell meats by thermal processing at different F<sub>0</sub> value**

Amino acids (mg/100 g)	Raw material	Thermoprocessed meats			
		F <sub>0</sub> 5	F <sub>0</sub> 10	F <sub>0</sub> 15	F <sub>0</sub> 20
Asp	67.9 (4.7)	65.8 (4.8)	62.4 (4.8)	59.2 (4.7)	58.8 (4.9)
Thr	108.4 (7.5)	103.4 (7.6)	102.7 (7.8)	98.3 (7.8)	95.3 (7.9)
Ser	86.7 (6.0)	81.8 (6.0)	81.9 (6.3)	75.6 (6.0)	69.9 (5.8)
Glu	287.6 (20.0)	279.3 (20.4)	263.9 (20.2)	253.4 (20.1)	244.8 (20.3)
Pro	354.0 (24.6)	331.8 (24.3)	325.0 (24.8)	315.0 (25.0)	311.7 (25.8)
Gly	150.3 (10.4)	144.0 (10.5)	135.2 (10.3)	136.7 (10.9)	124.4 (10.3)
Ala	46.2 (3.2)	38.9 (2.8)	32.5 (2.5)	27.7 (2.2)	28.5 (2.4)
Val	7.2 (0.5)	6.7 (0.5)	6.5 (0.5)	6.6 (0.5)	6.0 (0.5)
Met	52.0 (3.6)	48.9 (3.6)	46.8 (3.6)	47.2 (3.7)	45.4 (3.8)
Ile	31.8 (2.2)	29.5 (2.2)	28.6 (2.2)	28.8 (2.3)	26.3 (2.2)
Leu	15.9 (1.1)	14.9 (1.1)	14.3 (1.1)	14.4 (1.1)	13.4 (1.1)
Tyr	10.1 (0.7)	10.7 (0.8)	9.8 (0.7)	9.9 (0.8)	10.0 (0.8)
Phe	43.4 (3.0)	41.6 (3.0)	39.8 (3.0)	36.3 (2.9)	32.1 (2.7)
Lys	104.0 (7.2)	100.7 (7.4)	96.4 (7.4)	92.7 (7.4)	93.8 (7.8)
His	27.5 (1.9)	22.4 (1.6)	20.9 (1.6)	19.3 (1.5)	12.7 (1.1)
Arg	47.7 (3.3)	47.0 (3.4)	42.9 (3.3)	37.8 (3.0)	33.3 (2.8)
Total	1,440.7 (99.9)	1,367.4 (100.0)	1,309.6 (100.1)	1,258.9 (99.9)	1,206.4 (100.2)

\*The values in the parentheses are percentage of each amino acid content to total amino acid content.

나타내었는데, 이는 고온가열처리 중 유리아미노산과 같은 수용성 성분의 일부가 유출되었거나, 열분해 및 당아미노반응에 기인하였기 때문이라 판단되었다. 한편, 고온가열처리 정도가 증가할수록 유리아미노산의 종류에 관계없이 아미노산의 함량은 모두 감소하였다. 그러나, 아미노산의 조성은 alanine, histidine의 경우 약간 감소하였으나, 기타 아미노산의 경우 큰 변화가 없었다. 한편, Hughes (1964)는 어육을 100°C로 열처리한 결과 histidine이 현저하게 감소하였는데, 이는 histidine이 당아미노반응에 관여하였기 때문이라고 보고한 바 있다. 이와 같은 고온가열처리에 의한 유리아미노산의 결과로 미루어 보아 고온가열처리한 바다방석고등 제품의 경우 고온가열처리 정도가 증가할수록 맛의 강도는 다소 약화될지 모르나, 맛에 관여하는 주 유리아미노산의 종류 및 조성이 유사하여 전체적인 맛은 유사하리라 판단되었다.

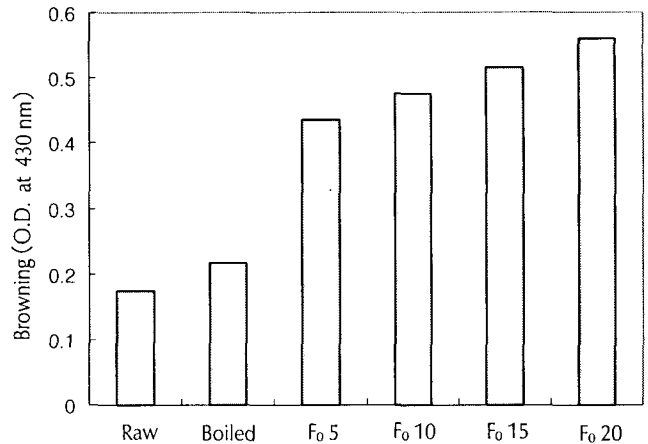
F<sub>0</sub> 값에 따른 바다방석고등의 TMAO, TMA 및 total creatinine의 함량 변화는 Table 7과 같다. 바다방석고등의 TMAO, TMA 및 total creatinine 함량은 각각 83.6 mg/100 g, 15.8 mg/100 g 및 35.7 mg/100 g으로 유리아미노산의 총 함량에 비하여 낮으면서 맛의 역치도 상당히 낮아 이들에 의한 맛의 영향은 다소 적으리라 판단되었다. 바다방석고등의 고온가열처리 정도가 증가할수록 TMAO는 감소하는 경향을 나타내었고, TMA는 증가하는 경향을 나타내었다. 일반적으로 TMAO의 경우 환원되어 TMA로 전환한다고 알려져 있으나 (Park et al., 1995; Hebard et al., 1982), 여기서는 TMAO의 감소도에 비해 TMA의 증가도는 아주 적었는데, 이는 고온가열처리에 의해 TMAO가 유리수로 이행됨과 동시에 TMA로의 환원보다는 DMA와 formaldehyde로 분해되었기 때문이라 생각되었다 (Park and Park, 1983; Kim et al., 2001). 한편, 바다방석고등의 고온가열처리에 따른 total creatinine의 함량은 거의 변화가 없었다. 이와 같은 경향은 total creatinine의 대부분을 차지하는 creatine이 가열 분해하여 대부분이 creatinine으로 되었으나, 그 이하의 분해는 적었기 때문이라 판단되었다. 한편, Hirano et al. (1987)의 경우도 어육을 고온가열처리한 결과 creatine이 다량 creatinine으로 열분해는 되었으나, 그 이하의 저급물질로의 전환으로 인한 감소는 약 2% 정도 뿐이었다고 보고한 바 있다.

**Table 7. Changes in trimethylamine oxide (TMAO), trimethylamine (TMA) and total creatinine (T-Cr) contents of top shell meats by thermal processing at different F<sub>0</sub> value**

Components (mg/100 g)	Raw material	Thermoprocessed meats			
		F <sub>0</sub> 5	F <sub>0</sub> 10	F <sub>0</sub> 15	F <sub>0</sub> 20
TMAO	83.6	71.1	62.4	58.2	49.9
TMA	15.8	17.4	18.5	20.3	22.4
T-Cr	35.7	34.8	34.1	34.2	33.6

**갈변도의 변화**

F<sub>0</sub> 값에 따른 바다방석고등의 갈변도 변화는 Fig. 2와 같다. 갈변도는 생시료에 비하여 고온가열처리 시료의 경우 상승하여, 최종적으로 육색이 짙어지고, 갈변화가 진행됨을 알 수 있었다. 또한



**Fig. 2. Changes in browning of top shell meats by thermal processing at different F<sub>0</sub> value.**

이러한 경향은 고온가열처리 정도가 커질수록 더욱 현저하였다. 한편, 고온가열처리 정도에 따른 갈변도는 바다방석고등이 기타 다른 어육에 비하여 높았는데 (Hirano et al., 1987), 이는 내장색소 때문이라 판단되었다. Hirano et al. (1987)은 넙치류를 고온가열처리한 경우 처리정도가 커질수록 갈변의 정도가 컸었고, 이의 대부분은 amino-carbonyl 반응에 의한다고 보고한 바 있다. 이와 같은 결과로 미루어 보아 바다방석고등의 경우 어육에 비하여 당의 함량이 높으면서 단백질의 함량도 많아, 고온가열 중 일어나는 대부분의 갈변반응은 amino-carbonyl 반응에 의한다고 추찰되었다. 이상의 색조에 관한 결과로 미루어 보아 바다방석고등 육의 경우 고온가열처리 정도가 증가할수록 갈변의 정도가 증가하여, 바다방석고등을 이용하여 색조를 고려한 저장성 있는 고품질의 고온가열처리 제품을 개발하고자 하는 경우 저장성을 보장한다면 가능한 단시간에 살균을 종료하는 것이 적절하다고 판단되어 적정 가열 조건을 반드시 구명하여야 하리라 판단되었다.

**수 율**

고온가열처리 정도에 따른 바다방석고등의 수율의 변화는 Fig. 3과 같다. 자숙처리 시료육의 수율을 100%로 하여 상대적으로 살펴 본 결과 가열처리 정도가 증가할수록 수율은 조금씩 감소하여 F<sub>0</sub> 값이 20분인 시료의 경우 자숙처리 시료육에 비하여 3.5% 정도 감소하였다. 이와 같이 고온가열처리 정도가 증가할수록 수율이 감소하는 것은 단백질 변성, 육의 연화 등에 의한 유리수의 분리 때문이라 판단되었다. 이상의 수율 결과로 미루어 보아 바다방석고등의 열처리는 저장성이 보장되는 정도에서 짧게 처리하는 것이 타당하리라 판단되었다.

**관능검사**

고온가열처리 정도에 따른 바다방석고등의 색조, 조직감 및 맛에 대한 관능검사 결과는 Table 8과 같다. 자숙처리한 바다방석고등에 비하여 색조의 경우 F<sub>0</sub> 값이 5분 및 10분인 시료는 차이가 인정되지 않았으나, F<sub>0</sub> 값 15분부터는 차이가 있었다. 이와 같은

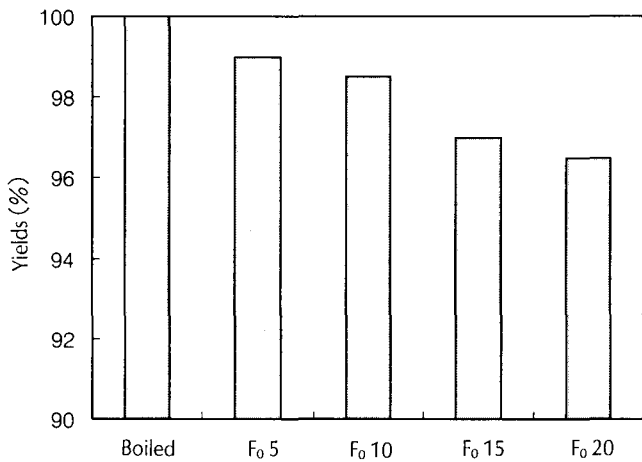


Fig. 3. Changes in the yields of top shell meats by thermal processing at different F<sub>0</sub> value.

Table 8. Results of sensory evaluation of top shell meats by thermal processing at different F<sub>0</sub> value

Sensory evaluation items	Thermoprocessed meats				
	Boiled	F <sub>0</sub> 5	F <sub>0</sub> 10	F <sub>0</sub> 15	F <sub>0</sub> 20
Color	3.0 ± 0.0 <sup>a</sup>	2.8 ± 0.2 <sup>ab</sup>	2.6 ± 0.4 <sup>ab</sup>	2.2 ± 0.4 <sup>bc</sup>	1.8 ± 0.3 <sup>d</sup>
Texture	3.0 ± 0.0 <sup>a</sup>	3.0 ± 0.0 <sup>a</sup>	3.0 ± 0.2 <sup>a</sup>	2.5 ± 0.2 <sup>b</sup>	2.0 ± 0.2 <sup>c</sup>
Taste	3.0 ± 0.0 <sup>a</sup>	2.8 ± 0.3 <sup>ab</sup>	2.6 ± 0.2 <sup>ab</sup>	2.3 ± 0.4 <sup>bc</sup>	1.9 ± 0.4 <sup>bc</sup>

\*The same letters in each items indicates insignificant difference at the 5% level using Duncan's multiple range test. Five scale: 4, 5; superior to boiled top shell, 3; the same quality as boiled top shell, 1, 2; inferior to boiled top shell.

결과는 바다방석고등에 다량 함유되어 있는 당과 유리아미노산과의 당아미노반응에 의하여 생성된 갈변물질 때문이라 생각되었다. 조직감 및 맛의 경우도 자숙시료에 비하여 F<sub>0</sub> 값 10분까지는 차이가 인정되지 않았으나, F<sub>0</sub> 값 15분부터는 차이가 있었다. 이상의 관능검사 결과로 미루어 보아 바다방석고등의 살균 조건은 F<sub>0</sub> 값이 10분 이하가 되게 처리하는 것이 적절하다고 판단되었다.

### 요 약

바다방석고등을 원료로 한 신제품 개발에 관한 일련의 기초 연구로 저장성 부여를 위하여 시도하는 고온가열처리 조건 (F<sub>0</sub> 5분, F<sub>0</sub> 10분, F<sub>0</sub> 15분 및 F<sub>0</sub> 20분)에 따른 바다방석고등의 성분변화에 대하여 살펴보았다. 바다방석고등 통조림은 살균을 F<sub>0</sub> 5분 이상 처리하는 경우 저장 중 팽창관이 발생하지 않았고, 또한 생균수가 검출되지 않아 저장성이 있었다. 고온가열처리 정도가 증가할수록 바다방석고등의 일반성분 중 수분함량은 감소하였고, 조단백질 함량은 증가하였으며, 조지방 및 조회분 함량은 거의 변화가 없었다. 또한 바다방석 통조림은 고온가열처리 정도가 증가할수록 이취에 관여하는 휘발성염기질소 함량, pH와 색조에 관여하는 갈변도는 증가하였고, 영양에 관여하는 구성아미노산, 무기질과 맛에 관여

하는 유리아미노산, TMAO, total creatinine 및 수율 등은 감소하였다. 이들을 색조, 조직감 및 맛에 대하여 관능검성한 결과 자숙 처리한 시료에 비하여 모든 항목에서 F<sub>0</sub> 10분까지는 차이가 없었으나, 그 이상 가열처리한 경우 품질이 저하하였다고 인지되었다. 이상의 결과로 미루어 보아 바다방석고등을 고온가열처리하여 신제품을 개발하고자 하는 경우 F<sub>0</sub> 값이 10분 이상이면 바람직하지 않은 것으로 판단되었다.

### 감사의 글

본 연구는 2000년도 제주대학교 발전기금 학술연구비 지원에 의해 수행된 결과의 일부이며, 연구비 지원에 감사드립니다.

### 참 고 문 헌

- AOAC. 1984. Official Methods of Analysis. 14th ed., Association of Official Analytical Chemists. Washington D.C. USA.
- APHA. 1970. Recommended Procedures for the Bacteriological Examination of Seawater and Shellfish. 3rd ed., APHA Inc., pp. 17~24.
- Cho, Y.B., S.H. Kim, J.Y. Lim and B.H. Han. 1996. Optimal sterilization condition for canned ham. J. Korean Soc. Food Nutr., 25, 301~309 (in Korean).
- Ha, J.H., H.S. Kim and D.J. Song. 2000. Characteristics of top shell as a food component. Cheju. Nat'l Univ. J. Res. Inst. Ind. Tech., 11, 150~156 (in Korean).
- Ha, J.H., P.H. Kim, M.S. Heu, M.L. Cho, H.D. Sim, J.S. Kim and I.S. Kim. 2001. Comparison of regional variation in food component of top shell, *Omphalius pfeifferi capenteri*. J. Korean Fish. Soc., 34, 384~388 (in Korean).
- Han, B.H., C.G. Lee, C.W. Lim and H.S. Yu. 1995. Establishment of F<sub>0</sub> value criterion for canned smoked-oyster in cottonseed oil. J. Korean Fish. Soc., 28, 347~353.
- Hashimoto, Y. and T. Okaichi. 1957. On the determination of trimethylamine and trimethylamine oxide. A modification of the Dyer method. Bull. Japan. Soc. Sci. Fish., 23, 269~272.
- Hebard, C.E., G.J. Flick and R.E. Martin. 1982. Chemistry and biochemistry of marine food products. AVI Pub. Co. Westport Connecticut, pp. 149~304.
- Heiss, R. and K. Eichner. 1984. Haltbarmachen von Lebensmitteln. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, Tokyo, pp. 190~199.
- Hirano, T., T. Suzuki and M. Suyama. 1987. Changes in extractive components of bigeye tuna and Pacific halibut meats by thermal processing at high temperature of F<sub>0</sub> values of 8 to 21. Nippon Suisan Gakkaishi, 53, 1457~1461 (in Japanese).
- Hughes, R.R. 1964. Chemical studies on the herring volatile amine in fresh, spoiling and cooked herring flesh. J. Sci. Food Agri., 15, 293~299.
- Kim, J.S., D.M. Yeum, H.G. Kang, I.S. Kim, C.S. Kong, T.G. Lee and M.S. Heu. 2001. Fundamentals and Application for Canned Foods. Hyoil Pub. Co., Korea, pp. 15~24 (in Korean).
- KOAC. 1997. Korea Official Method of Analysis. Ministry of Health

- and Welfare. Korea (in Korean).
- Koizumi, C., M. Takada, T. Ohshima and S. Wada. 1986. Changes in the composition of lipids in fish meats on thermal processing at high temperature. *Nippon Suisan Gakkaishi*, 52, 1095~1102 (in Japanese).
- Larmond, E. 1973. Methods for sensory evaluation foods. Canada Dept. of Agriculture., Canada, pp. 67~92.
- Ministry of Social Welfare of Japan. 1960. Guide to experiment of sanitary inspection. III. Volatile basic nitrogen. Kenpakusha, Tokyo, pp. 30~32 (in Japanese).
- Oh, K.S., D.W. Sung, J.D. Choi and E.H. Lee. 1991. Changes in food component of dark, white-fleshed fishes by retort sterilization processing. 1. Changes in nitrogenous extractives and texture. *Bull. Korean Fish. Soc.*, 24, 123~129 (in Korean).
- Park, Y.H. and Y.S. Park. 1983. Canned Food. Hyungseol Publishing Co., Seoul, pp. 291~293 (in Korean).
- Park, Y.H., D.S. Chang and S.B. Kim. 1995. Seafood Processing and Utilization. Hyungseol Publishing Co., Seoul, pp. 162~163 (in Korean).
- Sato, T. and F. Fukuyama. 1957. Electrophotometry. Kagakunoryoei jiokan, Tokyo, pp. 269~272.
- Shim, K.H., J.H. Lee, Y.L. Ha, K.I. Seo, J.S. Moon and O.S. Joo. 1994. Changes in amino acid composition of some fish meat by heating condition. *J. Korean Soc. Food Nutr.*, 23, 933~938 (in Korean).
- Song, D.J., C.Y. Kim and H.J. Park. 1993. Changes of protein composition and muscle tissues in top shell meat during frozen storage. *J. Korean Soc. Food Nutr.*, 22, 763~770 (in Korean).
- Suzuki, T., T. Hirano and M. Suyama. 1987. Changes in extractive components of white and dark meats of bigeye tuna by thermal processing at high temperature of  $F_0$  values of 4. *Nippon Suisan Gakkaishi*, 53, 1633~1636 (in Japanese).
- Tsutagawa, Y., Y. Hosogai and H. Kawai. 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.
- 부산광역시. 1999. 부산광역시립 세계해양생물전시관도록. 제2집. 패류. 유일문화사, 부산, 한국, pp. 36~37.

---

2002년 1월 5일 접수

2002년 3월 21일 수리