

## 한국 연안산 권패류의 tetramine 함량

목종수\*·손광태·이태식·오은경·황혜진·김지희  
국립수산물과학원 식품안전연구팀

### Tetramine Contents of Sea Snails from the Korean Coast

Jong-Soo MOK\*, Kwang-Tae SON, Tae-Seek LEE, Eun-Gyoung OH,  
Hye-Jin HWANG and Ji-Hoe KIM  
Food Safety Research Team, National Fisheries Research &  
Development Institute, Busan 619-902, Korea

To prevent food poisoning after ingesting sea snails containing tetramine we measured the tetramine  $[(CH_3)_4N^+]$  contents of sea snails from the Korean coast using both ion chromatography (IC) and spectrometry. In total, 177 sea snails were collected from the east (Pohang, 19 species, 95 individuals), the west (Gunsan, 4 species, 46 individuals), and the south (Tongyeong, 8 species, 36 individuals) coasts. The working solution of tetramine standard for IC and the tetramine extract from the salivary gland of *Neptunea arthritica cumingii* were very stable for one month at 18°C, 4°C, and room temperature. The tetramine content was high in the salivary gland of *Neptunea* species such as *N. intersculpta* (9,813 µg/g), *N. arthritica* (8,240 µg/g), *N. arthritica cumingii* (6,967 µg/g), *N. eulimata* (6,946 µg/g), *N. constricta* (5,965 µg/g), and *N. amianta* (4,502 µg/g). The mid-gut gland and muscle contained small amounts of tetramine. The tetramine content was highest in the autumn, but no clear regional variations were observed.

Key words: Sea snail, Tetramine, Ion chromatography, Food poisoning

#### 서 론

육식성 권패류의 일부에는 타액선 (salivary gland)에 4급 아민의 일종인 tetramine  $[(CH_3)_4N^+]$  을 함유하고 있어 다량 섭취시에는 이에 의하여 식중독을 유발하게 된다. 우리나라에서도 연안에서 채취한 이들 권패류의 섭취로 인한 식중독이 간헐적으로 발생하고 있어 국민건강은 물론 수산물 소비에도 부정적인 영향을 미치고 있다.

주로 식중독의 원인이 되는 권패류로는 갈색띠매물고둥 (*Neptunea arthritica cumingii*), 조각매물고둥 (*Neptunea intersculpta*) 등이 있으며, 이를 섭취시 tetramine에 의하여 운동신경마비 및 부교감신경을 자극하여 두통, 멀미, 구토, 시각장애 등을 유발시킨다 (Kawashima et al., 2002; Tazawa et al., 2004). Tetramine은 사람에게 대한 중독량은 수십 mg으로 알려져 있으나, 중독 증상은 비교적 가볍고, 보통 수시간 이내에 회복하며 아직 사망 보고 예는 없다 (Kawashima et al., 2002; Noguchi, 2003).

일본이나 유럽 등에서는 tetramine에 의한 식중독의 발생에 따라 권패류 종류별 tetramine 함량을 조사하여 식중독 예방을 위한 자료로 활용하고 있다 (Kawashima et al., 2002; Tazawa et al., 2004). 그러나, 우리나라에서는 물레고둥과 권패류에 대한 tetramine 함량 조사 결과가 단편적으로 있을 뿐 (Jeon, 1990) 광범위한 조사는 이루어져 있지 않다. 또한, 이들에

대한 조사도 mouse bioassay에 의한 것으로 기기분석법에 의한 확인은 이루어지지 않고 있어 기기분석에 의한 권패류 중의 tetramine의 확인과 유독품종에 대한 관리가 요구된다.

지금까지 알려져 있는 권패류 중 tetramine의 정량방법으로는 마우스를 사용한 mouse bioassay (Kungswan et al., 1986; Jeon, 1990), spectrophotometer를 이용한 비색법 (Fujii et al., 1992; Kawashima et al., 2002), ion chromatography (Shindo et al., 2000a, 2000b; Power et al., 2002), mass spectrometry (Zhao et al., 1997; Kawashima et al., 2004) 법 등이 있다.

본 연구는 권패류 중의 tetramine을 보다 정확하고 신속하게 분석하기 위해서 ion chromatography에 의한 기기분석법을 비색법과 비교 검토하였으며, 또한 우리나라 연안에서 채취하여 유통되고 있는 권패류에 대하여 시기별, 지역별로 모니터링하였다.

#### 재료 및 방법

##### 시료 및 시약

동해, 서해 및 남해 연안에서 채취되어 살아있는 상태에서 판매되고 있는 권패류를 2005년 2월부터 12월 사이에 포항, 군산 및 통영 시장에서 직접 구입하여 시료로 사용하였다. 즉, 동해 연안으로부터는 갈색띠매물고둥, 관절매물고둥 (*Neptunea arthritica*), 명주매물고둥 (*Neptunea constricta*), 북방명주매물고둥 (*Neptunea eulimata*), 조각매물고둥, 둥근명주매물고둥 (*Neptunea amianta*), 물레고둥 (*Buccinum striatissimum*),

\*Corresponding author: mjs0620@momaf.go.kr

큰물레고둥 (*Buccinum tenuissimum*), 세고리물레고둥 (*Buccinum opisoplectum*), 매끈이고둥 (*Kelletia lischkei*), 입삐뚤이주름고둥 (*Mohnia frielei*), 소라 (*Batillus cornutus*), 납작소라 (*Pomaulax japonicus*), 털골뱅이 (*Fusitriton oregonensis*), 호리호리털골뱅이 (*Fusitriton galea*), 매퓌이 (*Cerastostoma roriflum*), 구멍뱀고둥 (*Chlorostoma argyrostoma turbinatum*), 전복 (*Nordotis discus*), 위고둥 (*Tonna luteostoma*) 등을 구입하였으며, 서해 연안으로 부터는 갈색띠매물고둥, 매퓌이, 큰구슬우렁 (*Glossaulax didyma*), 피빨고둥 (*Rapana venosa*) 등을, 그리고 남해 연안으로부터는 갈색띠매물고둥, 세고리물레고둥, 매끈이고둥, 소라, 매퓌이, 피빨고둥, 구멍뱀고둥, 털땀고둥 (*Hemifusus ternatanus*) 등을 각각 분기별 1회씩 구입하였다.

그리고 구입한 시료는 폐각을 제거한 다음 시료의 내장부위를 제거하고, 타액선을 근육으로부터 분리하였으며, 이 때, 개체 시료의 크기 및 각 부위별 중량 등을 측정하였다.

Tetramine 표준물질은 tetramethylammonium chloride ( $\geq 98\%$ , Merck, Germany)를 사용하였다. 비색법에 사용한 발색용 시약은 특급 tetrabromophenolphthalein ethyl ester potassium salt (Aldrich, USA) 7 mg을 증류수에 녹여 200 mL로 정용한 용액 (초산으로 pH 3.0으로 조정)에 동량의 1, 2-dichloroethane (Merck, Germany)을 가하여 분배한 다음, dichloroethane층을 취하여 사용하였다.

#### 권패류로부터 tetramine 추출

각 부위별 시료에 함유된 tetramine은 Power et al. (2002), Shindo et al. (2000) 및 Fujii et al. (1992)의 방법을 개량하여 추출하였다. 즉, 타액선의 경우 전체 시료에 20배의 methanol (Merck, Germany)을, 근육과 내장의 경우 균질화하여 10 g을 취하여 5배의 methanol을 각각 가하여 5분간 homogenizing하여 추출한 다음, 6,000 rpm, 5분간 원심분리하여 상층액을 여과하였다. 잔사는 동량의 methanol을 가하여 반복 추출한 다음 여액을 합하여 evaporator (R-200, Buchi, Flawil, Switzerland)로 감압 농축하였다. 고형물은 20 mL의 탈이온수로 완전히 녹여 분획여두에 옮겨 동량의 n-hexane (Merck, Germany)을 가하여 지방을 제거한 다음, 수층은 evaporator로 농축한 후 타액선은 50 mL로, 근육과 내장은 10 mL로 각각 정용하여 비색법에 의한 정량시험용액으로 사용하고 일부는 0.2  $\mu\text{m}$  filter로 여과한 다음 ion chromatography 분석용 시료로 사용하였다.

#### 비색법에 의한 tetramine 정량

표준용액 및 추출 시료용액을 25 mL 정용플라스크에 각각 1 mL씩 분주하고, 1 N NaOH 1 mL와 혼합한 후 증류수로 25 mL 정용하여 정확히 5분간 방치한 후 분획여두에 옮겼다. 동 시료에 미리 조제된 발색시약을 동량 (25 mL) 가하여 5분 정도 잘 흔들고, 완전히 분획시킨 다음, 아래층을 삼각플라스크에 옮겼다. 이것을 30분 방치한 후 610 nm에서 흡광도를 측정하였다. 먼저, tetramine 표준물질로 12.5, 25, 50, 100  $\mu\text{g}/\text{mL}$ 의

표준용액을 제조하여 검량선을 작성하였으며, 이때, 검량선의 관계식은  $Y=0.0107X+0.0074$  ( $R^2=0.9991$ )이었다.

#### Ion chromatography에 의한 tetramine 정량

권패류 중의 tetramine 함량은 타액선, 근육 및 내장 부위로 분리하여 Power et al. (2002)의 방법에 준하여 ion chromatography로 측정하였다. 즉, IonPac CS12 (250 $\times$ 4 mm; Dionex, California, USA) 칼럼을 부착한 Dionex ICS-90 ion chromatography (Dionex, California, USA)를 사용하였으며, 용출 용액으로는 10% acetonitrile (Merck, Germany)을 첨가한 20 mM methane sulfonic acid (Aldrich, USA) 용액을 여과 (0.2  $\mu\text{m}$ , Nylon, Millipore, USA)하여 사용하였다. 그리고 분석시 유속은 1.0 mL/min, 시료주입량은 20  $\mu\text{L}$ 이었다.

### 결과 및 고찰

#### 표준용액 및 추출한 시료용액중의 tetramine 검출 및 안정성

Ion chromatography를 이용하여 분석하였을 때, tetramine 표준물질 및 갈색띠매물고둥 타액선 추출액의 크로마토그램은 Fig. 1에 나타내었다. 표준용액 및 시료중의 tetramine은 용이하게 검출할 수 있었고, 검량선은  $Y=0.0149X$  ( $R^2=0.9995$ )으로 매우 양호한 직선성을 나타내었다. 또한, IC에 의한 tetramine 분석시 검출한계는 5.0 ppm이었고, 8.2분에 용출되었다.

표준용액과 추출한 시료용액 중에서의 tetramine 안정성을 조사하기 위하여 상온, 냉장 (4 $^{\circ}\text{C}$ ) 및 냉동 (-18 $^{\circ}\text{C}$ ) 하에 시험액을 저장하면서 tetramine의 함량 변화를 측정된 잔존율을 Table 1와 2에 나타내었다. 즉, 표준물질을 각각 10~100  $\mu\text{g}/\text{mL}$ 까지 조제하여 각 온도대에서 저장하였을 때, 저장 1개월까지 96% 이상이 잔존하고 있어 표준용액은 1개월 보관하면서 사용하여도 무방할 것으로 판단되었다 (Table 1). 또한, 갈색띠매물고둥의 타액선으로부터 추출한 용액중의 tetramine도 저장 1개월까지 95% 이상 잔존하여 이 물질은 상온, 저온 및 냉동에서 매우 안정한 것으로 확인되었다 (Table 2).

#### 우리나라 연안산 권패류 중의 tetramine 함량

우리나라에서는 아직 공식적인 tetramine에 의한 식중독 사례는 없으나, 2002년 4월 2일에 강원도 춘천 가정집에서 소라, 굴 등을 먹고 소라독으로 추정되는 식중독에 의하여 19명의 환자가 발생한 예가 있다 (KFDA, 2003). 또한, 인터넷상에서는 다수의 중독사례를 검색할 수 있으며 대부분이 늦가을에서 초봄까지 빈번하게 발생하는 것으로 판단되며, 이것은 이 시기에 많이 생산되며 소비 또한 많기 때문인 것으로 사료된다. 우리나라와 가까운 일본은 1972년부터 1995년까지 조각매물고둥, 갈색띠매물고둥, 명주매물고둥 등의 권패류 섭취에 의한 tetramine 중독자 총 60명이 발생하였으나 사망자는 없었고 하였다 (Noguchi et al., 1997).

권패류 섭취에 의한 식중독 예방을 위한 자료로 활용하기

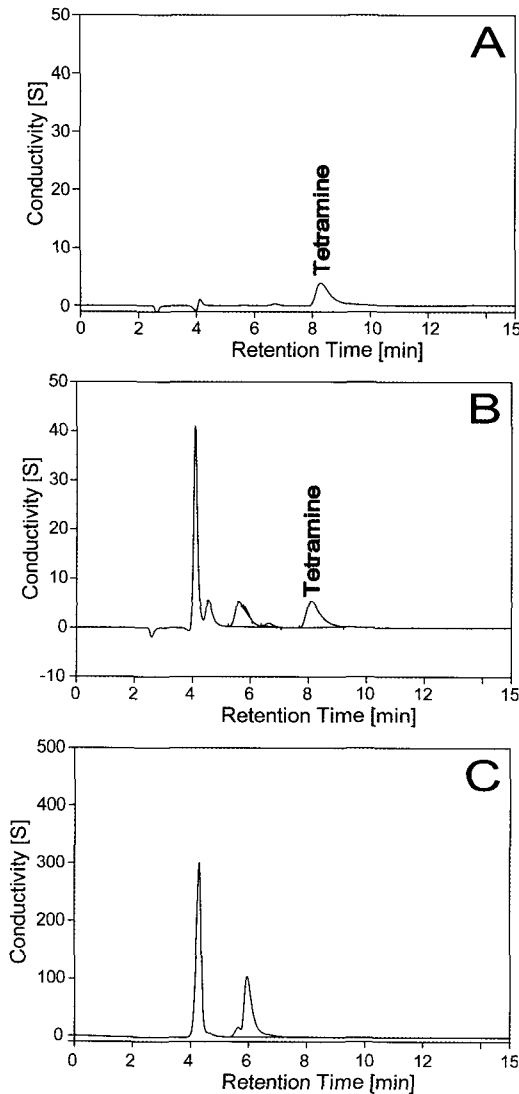


Fig. 1. IC chromatogram of tetramine in standard solution (A, 100 µg/mL), salivary gland (B) and muscle (C) of *Neptunea arthritica cumingi*.

위하여 우리나라 연근해에서 생산되는 권패류 총 22종 177개체를 구입하여 시료중의 tetramine 함량을 분기별로 모니터링 하였다.

동해안(포항)에서 구입한 총 19종 95개체의 권패류에 대한 tetramine 함량을 분석한 결과를 Table 3에 나타내었다. 패류 종류별 tetramine 평균 함량은 조각매물고등 (9,813 µg/g), 관절매물고등 (8,240 µg/g), 갈색띠매물고등 (6,967 µg/g), 북방명주매물고등 (6,946 µg/g), 명주매물고등 (5,965 µg/g), 등근명주매물고등 (4,502 µg/g) 등의 타액선에서 식중독을 유발할 수 있을 정도의 tetramine이 검출되었다. 또한, 이들 권패류의 근육과 내장에서 미량 검출되었다.

서해안(군산)에서 총 4종 46개체의 권패류를 구입하여 분석한 결과, 서해안산에서는 갈색띠매물고등의 타액선에서만 1,985~12,999 µg/g (평균 7,056 µg/g) 검출되었고, 꼬빨고등의

Table 1. Stability of tetramine standard solution during a month of storage by temperature regimes

Standard solution (µg/mL)	Residual rate (%)			Sample No
	Room temp.	Cooling (4°C)	Freezing (-18°C)	
10	96.2±1.0	96.5±1.2	98.2±0.8	3
20	96.8±0.6	101.2±0.8	101.2±0.8	3
30	105.0±0.5	103.1±0.9	99.7±0.9	3
50	101.3±0.6	102.5±0.6	102.1±0.6	3
100	101.8±0.4	101.2±0.5	99.8±0.4	3

Table 2. Stability of tetramine extract<sup>1)</sup> from salivary gland of *Neptunea arthritica cumingi* by temperature regimes

Storage period (day)	Residual rate (%)			Sample No
	Room temp.	Cooling (4°C)	Freezing (-18°C)	
0	100.0±0.5	100.0±0.5	100.0±0.5	3
7	101.3±0.7	100.8±0.8	102.3±0.4	3
14	102.1±0.6	104.3±0.4	99.8±0.3	3
21	99.5±0.8	99.6±0.6	101.5±0.5	3
28	95.5±0.4	101.2±0.4	99.7±0.5	3

<sup>1)</sup>166 µg/mL

내장에서도 미량 검출되었다(Table 3).

남해안(통영)산은 총 8종 36개체의 권패류를 분석하였으며, 갈색띠매물고등에서는 부위별로 tetramine 평균함량이 타액선 8,059 µg/g, 근육 24.4 µg/g 및 내장 37.2 µg/g로 전 부위에서 검출되었다. 이 외 매끈이고등의 내장 및 털꼬리고등의 근육과 내장에서 미량 검출되었다(Table 3).

Kawashima et al. (2004)은 권패류 중 타액선 함량이 갈색띠매물고등의 타액선 중에는 850-4,900 µg/g, 북방매물고등 (*Neptunea polycostata*)의 타액선 중에는 8,400-12,000 µg/g이 함유되어 있으며, 육과 내장에는 낮은 농도가 존재하고 있다고 하였고, *Buccinum schantaricum*에는 10 µg/g 이하의 적은 양이 존재한다고 보고하였다.

IC법으로 분석한 결과와 비색법 결과를 비교하였을 때, 타액선을 시료로 IC법으로 분석하였을 경우에는 비색법과 비슷하거나 약간 높은 농도로 검출되었다. 그러나 근육과 내장을 시료로 하였을 경우에는 IC법으로는 tetramine이 검출되지 않은 시료에서도 비색법에서는 검출되는 경우가 있어 IC법이 특이성이 높았으며, 근육과 내장 중에는 발색시약과 반응할 수 있는 물질이 존재하는 것으로 추정되었다(결과 미제시).

이상의 결과, 우리나라 연안산 권패류 중 식중독을 유발할 수 있을 정도의 tetramine을 보유하고 있는 유독종으로는 갈색띠매물고등, 관절매물고등, 명주매물고등, 북방명주매물고등, 조각매물고등, 등근명주매물고등 등으로 확인되었다. 이들 유독 권패류 중 갈색띠매물고등은 전국 연안에 분포하고 있으며, 그 외 품종은 대부분 동해안에서 서식하는 것이었다. Tetramine의 중독량은 10-50 mg 으로 알려져 있으며

Table 3. Tetramine contents of sea snails from the Korean coast

Sampling area	Sea snails	Tetramine ( $\mu\text{g/g}$ )			No of Individuals	
		Salivary gland	Muscle	Mid-gut gland		Whole body
East coast (Pohang)	<i>Neptunea arthritica cumingi</i>	3,053~20,135 (8,246 $\pm$ 4,352)	ND <sup>1)</sup> ~55.2 (15.0 $\pm$ 17.7)	ND~116 (18.2 $\pm$ 32.0)	<sup>2)</sup>	17
	<i>Neptunea arthritica</i>	2,998~15,304 (8,240 $\pm$ 4,646)	ND~22.4 (6.6 $\pm$ 9.0)	ND~66.3 (20.1 $\pm$ 28.7)	-	6
	<i>Neptunea constricta</i>	3,051~8,880 (5,965 $\pm$ 4,121)	16.8~28.8 (21.7 $\pm$ 6.3)	ND~78.8 (36.2 $\pm$ 39.8)	-	3
	<i>Neptunea eulimata</i>	4,495~12,137 (6,946 $\pm$ 3,505)	7.3~322 (97.3 $\pm$ 150)	ND~14.4 (7.0 $\pm$ 6.4)	-	4
	<i>Neptunea intersculpta</i>	3,603~15,761 (9,813 $\pm$ 4,607)	ND~109 (55.0 $\pm$ 44.1)	ND~19.7 (5.4 $\pm$ 8.7)	-	6
	<i>Neptunea amianta</i>	4,502	8.4	33.2	-	1
	<i>Buccinum striatissimum</i>	ND~474 (67.6 $\pm$ 179)	ND	ND	-	9
	<i>Buccinum tenuissimum</i>	ND	ND	ND	-	2
	<i>Buccinum opisoplectum</i>	ND	ND	ND~8.9 (3.0 $\pm$ 5.1)	-	3
	<i>Kelletia lischkei</i>	-	ND~10.6 (1.9 $\pm$ 3.9)	ND~77.9 (32.2 $\pm$ 29.7)	-	9
	<i>Mohnia frielei</i>	-	-	-	ND	3
	<i>Batillus cornutus</i>	-	ND	ND	-	9
	<i>Pomaulax japonicus</i>	-	ND	ND	-	3
	<i>Fusitriton oregonensis</i>	ND~85.1 (28.4 $\pm$ 49.1)	ND	ND	-	3
	<i>Fusitriton galea</i>	ND~6.0 (1.6 $\pm$ 2.6)	ND~9.3 (1.5 $\pm$ 3.8)	ND	-	6
	<i>Ceratostoma roriflum</i>	-	-	-	ND	6
	<i>Chlorostoma argyrostoma turbinatum</i>	-	-	-	ND	3
	<i>Nordotis discus</i>	-	ND	ND	-	2
	<i>Tonna luteostoma</i>	ND	ND	ND	-	3
West coast (Gunsan)	<i>Neptunea arthritica cumingi</i>	1,985~12,999 (7,056 $\pm$ 3,394)	ND <sup>1)</sup> ~97.3 (17.1 $\pm$ 22.6)	ND~82.0 (17.8 $\pm$ 23.4)	<sup>2)</sup>	19
	<i>Ceratostoma roriflum</i>	-	-	-	ND	3
	<i>Glossaulax didyma</i>	-	ND	ND	-	12
	<i>Rapana venosa</i>	ND	ND	ND~155 (14.1 $\pm$ 44.5)	-	12
South coast (Tongyeong)	<i>Neptunea arthritica cumingi</i>	3,865~15,368 (8,059 $\pm$ 3,604)	ND~71.6 (24.4 $\pm$ 28.2)	ND~176 (37.2 $\pm$ 55.6)	-	9
	<i>Buccinum opisoplectum</i>	ND	ND	ND	-	3
	<i>Kelletia lischkei</i>	-	ND	5.5~36.5 (18.3 $\pm$ 15.9)	-	3
	<i>Batillus cornutus</i>	-	ND	ND	-	6
	<i>Ceratostoma roriflum</i>	-	-	-	ND	3
	<i>Rapana venosa</i>	ND	ND	ND	-	6
	<i>Chlorostoma argyrostoma turbinatum</i>	-	-	-	ND	3
<i>Hemifusus ternatanus</i>	-	ND~18.9 (6.3 $\pm$ 10.9)	12.3~39.6 (24.1 $\pm$ 14.0)	-	3	

<sup>1)</sup>ND: Not detected (<5 ppm). <sup>2)</sup>-: Not tested.

(Kawashima et al., 2002), 대부분 타액선에 함유되어 있으나 일부는 내장 및 근육 중에서도 검출되었다. 본 연구결과와 중독량을 비교해 볼 때, 권패류의 개체에 따라 타액선 중의 tetramine 함량의 차이가 많으나 대체로 이들 유독 권패류는 1~3개 이상 섭취하였을 때는 중독현상을 일으킬 수 있을 것

로 추정된다.

또한, IC법으로는 검출되지 않은 시료에서도 비색법으로 분석하였을 경우 검출되는 시료가 많았는데 이러한 것은 이들 시료에 함유되어 있는 tetramine과 유사한 물질에 의한 것으로 추정된다. 따라서 비색법은 실제 tetramine 함량보다 높은 분석

값을 나타낼 수 있으므로 IC에 의한 분석법이 보다 정확할 것으로 판단된다.

채취지역 및 계절에 따른 갈색띠매물고등 타액선 중 tetramine 함량 변화

채취지역에 따른 갈색띠매물고등 타액선중의 tetramine 함량 변화를 검토한 결과, 동해(포항), 서해(군산) 및 남해(통영)에서 채취한 시료중의 tetramine 함량은 7,056~8,246 µg/g으로 지역에 따라 뚜렷한 차이를 나타내지 않았다 (Table 3). 반면, 계절에 따라서는 갈색띠매물고등 타액선중의 tetramine 함량은 가을철에 가장 높게 나타났으며, 겨울에서 봄에 걸쳐는 비슷한 경향으로 검출되어 여름철에 가장 낮은 것으로 나타났다 (Fig. 2). Power et al. (2002)은 아일랜드 (Irish Sea)에서 채취한 *Neptunea antiqua* (red whelk)의 타액선중의 tetramine 함량을 검토한 결과, tetramine은 2~6월 사이에는 1,000 µg/g이하였던 것이 7월 (>2,000 µg/g)부터 서서히 증가하여 10월에 최고값 (5,500 µg/g)에 달한 후 서서히 감소하여 2월에 최저값을 나타내었다고 보고하였다. 즉, 대체로 가을에서 겨울철에 높았으며, 봄과 여름철에 감소하는 경향은 나타내었다고 하였다. 우리의 결과에서도 가을에 가장 높게 검출되어 Power et al. (2002)의 결과와 비슷하였으나, 여름철이 봄이나 가을보다 높게 나타난 것은 다소 상이한 결과였다. 그러나 아일랜드의 평균기온은 겨울철인 1~2월에는 4~7°C이며 여름철인 7~8월에는 14~16°C로 우리나라와 기후조건 등 서식환경은 물론

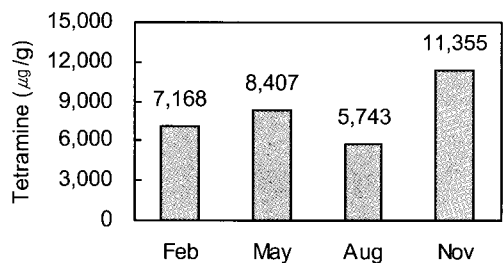


Fig 2. Seasonal variation of tetramine content in salivary gland of *Neptunea arthritica cumingi*.

조사된 권패류 종류 및 조사시기가 달라서 절대적인 비교는 하기 힘들다. 따라서 우리나라의 권패류중의 계절에 따른 변화에 대하여는 보다 정밀한 조사가 이루어져야 할 것으로 판단된다.

사 사

본 연구는 국립수산물학원 (독물학적 위생안전 위해관리 연구, RP-2007-FS-001)의 지원에 의해 수행되었습니다.

참 고 문 헌

Fujii, R., N. Moriwaki, K. Tanaka, T. Oguwa, E. Mori and M. Saitou. 1992. Spectrophotometric determin-

ation of tetramine in carnivorous gastropods with tetrabromophenolphthalein ethyl ester. J. Food Hyg. Soc. Japan, 33, 237-240.

Jeon, J.K. 1990. Tetramine contents of buccinidae in the Korean waters, Bull. Kor. Fish. Soc., 23, 61-62.

Kawashima, Y., Y. Nagashima and K. Shiomi. 2002. Toxicity and tetramine contents of salivary glands from carnivorous gastropods. J. Food Hyg. Soc. Jap., 43, 385-388.

Kawashima, Y., Y. Nagashima and K. Shiomi. 2004. Determination of tetramine in marine gastropods by liquid chromatography/electrospray ionization-mass spectrometry. Toxicon, 44, 185-191.

KFDA (Korea Food & Drug Administration). 2003. 2002 Year Food Poisoning Brokeout, 1-23.

Kungswan, A., T. Noguchi, S. Kanoh and K. Hashimoto. 1986. Assay method for tetramine in carnivorous gastropods. Jap. Soc. Sci. Fish., 52, 881-884.

Noguchi, T. 2003. Marine toxins, Nippon Suisan Gakkaishi, 69, 895-909.

Noguchi, T., T. Abe and K. Hashimoto. 1997. A Pictorial Handbook of the Toxic Fisher Related to Food Hygiene, Midorishobo, Tokyo, Japan, 1-191.

Power, A.J., B.F. Keegan and K. Nolan. 2002. The seasonality and role of the neurotoxin tetramine in the salivary glands of the red whelk *Neptunea antiqua* (L.). Toxicon, 40, 419-425.

Shindo, T., H. Ushiyama, K. Kan, H. Saito, Y. Kuwahara, S. Uehara and K. Yasuda. 2000a. Study on contents of tetramine in salivary gland, meat and internal organs of buccinid gastropods (Mollusca). J. Food Hyg. Soc. Jap., 41, 17-22.

Shindo, T., H. Ushiyama, K. Kan, H. Saito, Y. Kuwahara, S. Uehara and K. Yasuda. 2000b. Determination of tetramine in gastropods (Mollusca) by ion chromatography and the effect of cooking. J. Food Hyg. Soc. Jap., 41, 11-16.

Tazawa, T., M. Ishige, K. Ueno and Y. Kuwahara. 2004. Study on tetramine content in salivary gland of sea snails (Part II), Rep. Hokkaido Inst. Pub. Health, 54, 63-64.

Zhao J.Y., P. Thibault, T. Tazawa and M.A. Quilliam. 1997. Analysis of tetramine in sea snails by capillary electrophoresis-tandem mass spectrometry. J. Chromatogr., 781, 555-564.

2007년 2월 16일 접수  
2007년 4월 25일 수리