

V-SDE와 SPME법에 의한 꽃게 (*Portunus trituberculatus*)육의 휘발성 향기성분 비교

차용준* · 조우진 · 정은정
창원대학교 식품영양학과

Comparison of Volatile Flavor Compounds in Meat of the Blue Crab Using V-SDE and SPME Methods

Yong-Jun CHA*, Woo-Jin CHO and Eun-Jeong JEONG

Department of Food and Nutrition, Changwon National University, Changwon 641-773, Korea

Volatile flavor compounds in meat of the blue crab *Portunus trituberculatus* were compared using vacuum simultaneous steam distillation-solvent extraction (V-SDE) and solid phase microextraction (SPME)/ gas chromatography (GC)/ mass selective detection (MSD) methods. A total of 100 volatile flavor compounds were identified by both methods: 77 by V-SDE and 59 by SPME. These compounds were composed of 17 aldehydes, 12 ketones, 19 alcohols, 5 esters, 4 sulfur-containing compounds, 6 nitrogen-containing compounds, 23 aromatic compounds, 6 hydrocarbons, 2 terpenes, and 6 miscellaneous compounds. Although more compounds were detected using V-SDE than using SPME, the levels of all groups detected, except esters, were higher using SPME than using V-SDE. In addition to trimethylamine, aldehydes, and aromatic compounds, the S- and N-containing compounds with low thresholds are thought to have positive roles for flavors in the meat of the blue crab.

Key words: Blue crab meat, Flavor, Solid phase microextraction, Vacuum-SDE

서 론

꽃게 (*Portunus trituberculatus*)는 육질부위의 독특한 향미 때문에 우리나라 뿐만 아니라 전 세계적으로도 많은 사람들이 선호하는 갑각류의 하나인데, 우리나라에서는 동해에서부터 서해에 이르기까지 전 연안의 수심 10-50 m 깊이의 바다모래 바닥에서 서식하며, 산란기는 4월에서 6월경이며 9월에 살이 오르기 시작한다. 꽃게는 우리나라에서 가장 많이 식용되는 계층의 하나로서 육질부가 20-40%이고, 60-80%가 껍질로 구성되어 있다 (Lee et al., 2001).

이러한 꽃게에 대한 국내에서의 식품학적인 연구는 그 선호도에 비해 매우 적으며, 최근에 들어서 부산물인 껍질부로부터 키틴의 분리 및 키틴산의 제조 또는 생리활성 연구 등과 같은 기능성 식품소재의 개발을 위한 연구가 매우 활발히 진행되고 있다 (No and Lee, 1995; Chang et al., 1989; Lee et al., 2001).

꽃게에 대한 식품학적 연구로는 꽃게를 이용한 해물소스의 제조에 관한 연구 (Park, 2004), 꽃게장의 화학적 성분 분석 (Lee et al., 2001)이 유일하며, 꽃게와 유사한 민꽃게를 효소 분해하여 제조한 풍미계 가수분해물 (Oh et al., 2001) 등의 보고가 있다.

한편 수산 이용가공분야에서는 이러한 소비자의 기호도에 만족하게끔 인조 계향을 첨가한 게 맛살류가 기존의 연제품업

계의 판도를 변화하고 있고 그 매출의 신장세는 계속해서 증가하고 있는 실정이다. 그러나 꽃게육의 향기성분에 관해서는 Hsieh et al. (1989)과 Matiella and Hsieh (1990)에 의한 연구와 가공부산물의 휘발성 향기성분 (Chung and Cadwallader, 1993)이 보고되었을 뿐이다. 그리고 대게 (king crab)육의 가열에 의한 향미성분 분석 (Hayashi et al., 1990)과 홍게의 가공부산물의 휘발성성분 (Cha et al., 1993; Cha and Baek, 1995) 등도 연구되었는데, 주로 알데히드, 케톤, 방향족화합물, 알콜, 함황화합물 및 합질소화합물 등이 주체였으며, 휘발성성분의 분석방법에 따라 차이가 있음을 알 수 있었다.

앞으로 계향을 이용한 향미제나 첨가물소재를 개발하기 위해서는 휘발성 향기성분의 자료가 많이 확보되어야 할 것으로 사료되며, 이에 본 연구에서는 우리나라 연안에서 어획되는 꽃게를 이용하여 vacuum simultaneous steam distillation-solvent extraction (V-SDE)법과 solid phase microextraction (SPME) 법으로 향기성분을 비교 분석하였다.

재료 및 방법

재 료

꽃게 (*Portunus trituberculatus*; 무게, 500±20 g; 갑장, 18±2 cm; 다리길이, 10±2 cm)는 마산시 어시장에서 살아있는 것을 그대로 비닐봉지에 담아 빠른 시간내에 실험실로 운반하여 분석방법에 따라 시료를 전 처리한 다음 휘발성 화합물 분석용 시료로 하였다.

*Corresponding author: yjcha@changwon.ac.kr

Vacuum simultaneous steam distillation-solvent extraction (V-SDE)에 의한 분석

V-SDE법은 Chung and Cadwallader (1994)의 방법에 따라 SDE추출법에서 생성되는 artifact formation을 최대한 줄이기 위해 Lickens-Nickerson SDE장치 (Cat. No. K-523010-0000, Konte, Vineland, NJ, USA)에 진공라인을 설치하여, SDE장치의 U-joint부분과 맨 상단에 두개의 진공밸브를 부착시켰고, 액화질소용 cold trap을 진공펌프와 SDE 장치간에 설치하여 용제의 펌프로의 유입을 차단하였다. 시료 전처리로는 꽃게를 후드믹서기 (한일(주), 한국)에서 균질화하여 게껍질 부분은 체로 걸러서 제거하고 육질부분을 취하였다. 시료 (450 g)와 내부표준물질 (cyclohexanone 141.08 μg)을 V-SDE (Vacuum-SDE) 장치에 넣고, 추출용매로는 100 mL의 재증류한 diethyl ether를 사용하여 감압하 (540-580 torr)에서 2.5시간동안 추출하였다. 자세한 사항은 Cha (1995)의 방법에 따랐으며, 시료 당 3번씩 추출실험을 수행하였다.

Solid phase microextraction (SPME) 법에 의한 분석

SPME장치 (manual type, Supelco Inc., Bellefonte, PA, USA)를 사용하였으며, 흡착용 fiber는 polydimethylsiloxane/divinylbenzene (PDMS/DVB) fiber (65 μm coating thickness)를 사용하였다. 꽃게는 찜통에 넣어 1시간 정도 쪄 다음 껍질을 발라내고 게육만을 취하여 분석용 시료로 하였다. 시료 30 g과 내부표준물질 cyclohexanone 47.03 μg 을 100 mL용 headspace glass vial (Supelco Inc., USA)에 넣고 aluminum crimp seal (20 mm, open center)과 polytetrafluoroethylene (PTFE)/silicone septum (60 mils)으로 밀봉한 후 40°C에서 30분간 fiber를 vial내에서 노출시켜 휘발성 화합물을 흡착시켰다. 자세한 조작성은 Kim et al. (2005)에 따랐고, 휘발성 성분의 추출은 시료 당 3회씩 수행하였다.

GC/MSD 분석, 동정 및 co-eluting 화합물의 면적계산

휘발성 성분은 HP 6890 GC/5973 mass selective detector (MSD, Hewlett-packard Co., Palo Alto, CA, USA)로 분석하였다. 분석용 column은 Supelcowax 10 capillary column (60 m \times 0.25 mm i.d. \times 0.25 μm film thickness, Supelco Inc., USA)를 사용하였으며, 운반기체인 He의 선속도는 1.0 cm/sec, Electron multiplier voltage는 1500 V였으며, 기타 자세한 GC/MSD분석 조건은 Cha et al. (2000) 등의 방법에 따랐다. 각 휘발성 화합물의 잠정적인 동정은 retention index (RI) 및 standard MS library data (Wiley 275K, Hewlett-Packard Co., USA)에 의하였으며, 휘발성 화합물의 함량은 내부표준물질을 이용하여 상대적 함량으로 환산하였고 (factor=1, ng/g), co-eluting 화합물의 피크는 Hites and Biemann (1970)의 방법에 따라 오차를 최대한 줄였다.

결과 및 고찰

꽃게육의 휘발성 향기성분 비교분석

꽃게육을 시료로 하여 V-SDE법과 SPME법에 의해 휘발성 향기성분을 GC/MSD로 동정한 결과는 Table 1과 같다. 총 101종의 휘발성 화합물이 검출되었는데, 이 중에서 94개의 화합물이 표준품과의 RI에서 positive하게 동정되었으며, 나머지는 MS library data (Wiley 275K, Hewlett-Packard Co., USA)에 의해 잠정적으로 동정되었다. 그리고 분석방법에 따라서 많은 차이를 보였는데, V-SDE와 SPME법에 의해 동정된 화합물을 그룹별로 분류하여 보면 알데히드류 (V-SDE, 17종; SPME, 3종), 케톤류 (10종, 6종), 알콜류 (17종, 10종), 에스테르류 (3종, 3종), 할랄화합물류 (4종, 1종), 할질소화합물류 (4종, 3종), 방향족화합물류 (13종, 22종), 탄화수소류 (3종, 5종), 테르펜류 (1종, 2종) 및 기타화합물류 (5종, 3종)으로 구성되었다. V-SDE법에서 총 77종의 화합물이 검출되었으며, SPME법에서는 58종이 검출되었다. V-SDE법에서는 카르보닐계열의 물질이 많이 검출된 반면에, SPME법에서는 방향족화합물이 매우 많이 검출되었다. 이는 휘발성물질을 Tenax TA™ (Chrompack, Raritan, NJ, USA)을 흡착시킨 Dynamic headspace sampling (DHS)법의 분석 결과 (Matiella and Hsieh, 1990; Hsieh et al., 1989)와 매우 비슷한 패턴을 보였다.

동정된 알데히드 화합물 (17종)은 V-SDE법에서 806.8 ng/g이 검출되었으며, 이중 3-methylbutanal, hexadecanal 및 octadecanal의 함량이 비교적 높았던 반면에, SPME법에서는 nonanal, benzaldehyde, decanal 등 3종의 화합물만이 검출되었고, 함량면에서도 3,488.4 ng/g으로 4.4배 정도 많았다. 3-Methylbutanal은 초코렛향을 가지는 물질로서 가열에 의한 아미노산의 Strecker degradation반응 또는 미생물학적인 분해에 의해 생성된다고 알려져 있다 (Cha et al., 1999a). SPME법에서 가장 많은 함량으로 검출된 nonanal은 꽃향 또는 산화취를 가지며 (Arctander, 1969), benzaldehyde는 알몬드향, 과일향 및 고소한 향을 가지고 있으며, 꽃게육의 중요한 향기성분으로 보고되고 있다 (Chung and Cadwallader, 1993). 이러한 straight chain의 alkanal이나 alkenal류는 고도 불포화지방산의 산화에 의한 것이라 추정된다 (Karahadian and Lindsay, 1989).

케톤류는 SPME법에서 동정된 6종의 화합물량이 11종이 검출된 V-SDE법에서보다 4배 정도 많았다. 이중에서 2-nonanone이 가장 많은 양 (631.3 ng/g)이 검출되었고, 그 외 2,3-butanedione, 2-octanone, 6-methyl-5-hepten-2-one, acetophenone 및 2-undecanone 등이 많았다. 특히 2,3-butanedione은 낮은 역치 (3 ng/g)와 강한 버터 향을 가지고 있어, 멸치젓과 새우젓의 aroma-active성분으로 보고되었으며 (Cha et al., 1999a; Cha et al., 1999b), acetophenone도 새우젓에서 꽃/달콤향을 가지는 물질로 알려져 있다 (Cha et al., 1999b). 케톤류도 알데히드와 마찬가지로 지방산화 분해물의 일종이며, 갑각류에서는 달콤한 꽃향이나 과일향에 기여한다고 보고되고 있다 (Cha et al., 1992).

지방산의 2차적 분해산물로 알려진 알콜류는 V-SDE법에서 종류는 많았지만 함량은 적었고, SPME법에서는 2-ethyl-1-

Table 1. Volatile flavor compounds in blue crab meat by V-SDE and SPME method¹⁾

Compounds	RI ²⁾	V-SDE ³⁾		SPME ⁴⁾	
		Mean ⁵⁾	S.D. ⁶⁾	Mean ⁵⁾	S.D. ⁶⁾
Aldehydes (17)		806.8		3,488.4	
2-Methylbutanal	907	38.7	0.8	- ⁷⁾	-
3-Methylbutanal	912	253.0	2.4	-	-
Heptanal	1,191	31.8	1.8	-	-
(E)-2-hexenal	1,226	10.3	0.6	-	-
Octanal	1,300	26.7	3.6	-	-
Nonanal	1,404	10.6	0.2	1,998.7	66.2
(E,E)-2,4-Heptadineal	1,505	12.9	0.1	-	-
Decanal	1,507	8.9	0.4	466.8	25.4
Benzaldehyde	1,540	50.6	1.4	1,022.9	29.0
(E,E)-2,6-Nonadienal	1,598	7.6	1.1	-	-
Phenylacetaldehyde	1,651	34.5	1.4	-	-
(E)-Citral	1,744	4.2	0.1	-	-
(E,E)-2,4-Decadienal	1,825	12.2	0.3	-	-
Tetradecanal*	1,931	17.9	0.7	-	-
Hexadecanal*	2,144	141.6	2.3	-	-
Heptadecanal*	2,249	33.2	0.9	-	-
Octadecanal*	2,353	112.0	3.9	-	-
Ketones (12)		430.1		1,630.4	
2,3-Butanedione	977	79.2	2.1	-	-
3-Penten-2-one	1,131	23.1	1	-	-
2-Heptanone	1,187	14.1	0.4	-	-
2-Octanone	1,299	14.2	0.6	426.6	9.3
6-Methyl-5-hepten-2-one	1,345	12.8	1.4	172.7	9.1
2-Nonanone	1,402	228.1	8.2	631.3	14.2
Fenchone	1,405	-	-	164.1	9.6
2-Decanone	1,501	11.2	0.5	-	-
(E,E)-3,5-Octadien-2-one	1,582	8.4	0.3	-	-
2-Undecanone	1,607	20.7	0.6	111.2	2.6
Acetophenone	1,660	-	-	124.5	6.8
Geranylacetone	1,863	18.2	0.6	-	-
Alcohols (19)		301.0		2,525.4	
2-Methylpropanol	<900	5.6	0.5	-	-
Propanol	1,036	6.2	0.5	-	-
Butanol	1,144	14.8	0.7	-	-
1-Penten-3-ol	1,160	29.0	0.9	-	-
3-Methyl-1-butanol	1,206	39.5	2.1	-	-
Pentanol	1,251	55.1	2.6	-	-
(E)-2-Penten-1-ol	1,323	13.1	0.4	-	-
Hexanol	1,354	4.1	0.4	-	-
1-Octen-3-ol	1,452	28.4	1.0	461.5	25.1
Heptanol	1,457	3.8	0.5	237.3	12.9
6-Methyl-5-hepten-2-ol	1,465	3.5	0.1	47.1	1.1
(5Z)-1,5-Octadien-3-ol	1,489	17.2	0.9	98.7	3.0
2-Ethyl-1-hexanol	1,491	16.8	1.0	846.8	33.7
2-Nonanol	1,520	9.0	0.3	96.8	3.1
Linalool	1,549	-	-	225.5	5.6
Octanol	1,559	22.6	0.7	224.2	12.2
Nonanol	1,653	-	-	126.9	6.9
Benzylalcohol	1,888	17.4	0.6	160.6	8.3
Dodecanol	1,968	15.0	1.0	-	-
Esters (5)		1,656.4		431.7	
Ethyl formate	<900	218.1	3.4	-	-
Ethyl acetate	<900	1,402.9	28.4	-	-
(Z)-3-Hexenyl butanoate	1,439	35.4	3.8	218.8	13.9
Isobornyl acetate	1,596	-	-	154.0	7.2
Benzyl acetate	1,738	-	-	58.9	3.8
S-containing compounds (4)		139.6		157.2	
Dimethyl disulfide	1,076	40.9	3.6	-	-
Diethyl disulfide	1,222	32.3	0.8	-	-
2-Acetylthiazole	1,654	52.0	3.2	-	-
Benzothiazole	1,978	14.5	0.5	157.2	8.7

Table 1. Continued

Compounds	Rt ²⁾	V-SDE ³⁾		SPME ⁴⁾	
		Mean ⁵⁾	S.D. ⁶⁾	Mean ⁵⁾	S.D. ⁶⁾
N-containing compounds (6)		46.1		483.8	
Pyridine	1,184	17.5	0.7	-	-
Methylpyrazine	1,271	7.1	0.4	-	-
2,5-Dimethylpyrazine	1,333	5.2	0.4	238.7	5.6
2-Ethyl-3,5-dimethylpyrazine	1,468	-	-	75.1	3.6
1H-Pyrrole	1,527	16.3	0.9	-	-
2-Acetyl-3-methylpyrazine	1,632	-	-	170.1	3.5
Aromatic compounds (23)		268.1		10,743.0	
Toluene	1,041	31.9	1.2	165.0	3.8
Ethylbenzene	1,132	9.2	0.5	477.1	19.9
<i>p</i> -Xylene	1,139	4.1	0.1	609.3	27.0
<i>m</i> -Xylene	1,146	19.1	0.8	996.0	48.9
<i>o</i> -Xylene	1,179	-	-	391.3	18.2
Propylbenzene	1,217	13.0	0.7	198.7	1.6
C3-Alkylbenzene (isomer)*	1,233	5.3	0.9	1,715.1	80.8
C3-Alkylbenzene (isomer)*	1,240	-	-	299.4	16.2
Styrene	1,266	36.6	0.6	2,200.0	111.6
C4-Alkylbenzene (isomer)*	1,270	-	-	420.1	20.4
C3-Alkylbenzene (isomer)*	1,290	5.7	0.8	291.3	15.2
α -Methylstyrene*	1,340	20.7	0.6	196.9	10.7
C3-Alkylbenzene (isomer)*	1,348	7.5	0.3	247.6	7.7
C4-Alkylbenzene (isomer)*	1,355	-	-	288.6	14.6
C4-Alkylbenzene (isomer)*	1,362	-	-	68.6	2.5
C3-Alkylbenzene (isomer)*	1,407	-	-	311.7	8.6
C4-Alkylbenzene (isomer)*	1,432	-	-	255.3	2.3
C4-Alkylbenzene (isomer)*	1,498	-	-	109.3	5.9
Naphthalene	1,763	22.3	1.1	976.4	22.4
2-Methylnaphthalene	1,871	-	-	236.0	9.8
1-Methylnaphthalene	1,908	-	-	49.4	2.6
Phenol	2,019	86.8	10.2	57.0	1.1
4-Methylphenol	2,094	5.9	0.3	-	-
Hydrocarbons (6)		138.1		14,802.7	
Dodecane	1,199	-	-	945.4	45.2
Tridecane	1,298	-	-	2,705.7	90.1
Tetradecane	1,400	-	-	656.1	16.9
Pentadecane	1,500	4.9	0.2	-	-
2,6,10,14-Tetramethylpentane	1,668	89.1	2.0	185.9	11.3
1,3-Cyclooctadiene*	1,688	15.4	0.4	84.2	3.4
Terpenes (2)		14.3		5,112.7	
Limonene	1,203	14.3	1.0	4,766.2	160.0
γ -terpinene	1,235	-	-	346.6	18.9
Miscellaneous compounds (6)		258.0		8,726.6	
Trimethylamine	<900	-	-	8,464.4	183.1
2-Pentylfuran	1,238	7.5	0.4	-	-
1H-Indene*	1,497	29.9	1.6	72.8	4.0
N,N-Dimethyl-1-dodecanamine*	1,589	24.2	1.1	-	-
γ -Decalactone	2,154	27.1	2.0	189.4	5.0
1H-Indole	2,468	169.2	4.1	-	-

¹⁾Concentration (ng/g) of each compound was calculated as a relative content to cyclohexanone put in sample by extraction method (V-SDE: 141.08 μ g and SPME: 47.03 μ g)(factor=1).

²⁾Retention index on Supelcowax 10TM (60 m length \times 0.25 mm i.d \times 0.25 m film thickness, Supelco Inc., USA) column.

³⁾Vacuum simultaneous steam distillation-solvent extraction.

⁴⁾Solid phase microextraction

⁵⁾Mean concentration (ng/g) of 2 V-SDE extraction, and 2 injections of each extract.

Mean concentration (ng/g) of 3 SPME extraction, and 1 injections of each extract.

⁶⁾Standard deviation (V-SDE: n=4 and SPME: n=3).

⁷⁾Not detected.

*These compounds were tentatively identified by MS Library data (Wiley 275.K, Hewlett-Packard Co., USA).

hexanol, 1-octen-3-ol, linalool, octanol 및 benzylalcohol 등의 순으로 많았다. 하지만 알콜류는 높은 역치를 가지므로 많은 함량이 존재하지 않는 한 식품의 향기에는 크게 영향을 미치지 않는다고 하였다 (Heath and Reineccius, 1986).

에스테르류는 RI 1400 이전에서 3종이 V-SDE법에서 검출된 반면에 이후에서는 SPME법에서 3종이 검출되었다. 과일향 또는 브랜드향을 가지는 ethyl acetate가 가장 많은 함량 (1,402.9 ng/g)이 검출되었다 (Arctander, 1969). Cha et al. (1997)은 멸치젓에서 저분자량의 에스테르류가 달콤한 향, 과일향 및 캔디향에 크게 영향을 미친다고 하였는데, 본 실험에서 ester의 냄새 기여도에 대한 역할은 그다지 크지 않을 것으로 생각되었다.

함황화합물류는 직쇄상의 함황화합물 2종과 방향족 함황화합물 2종이 검출되었으며, 함량은 다른 화합물류에 비하여 매우 낮았다. 그러나 dimethyl disulfide (황/상한 양파향)과 2-acetylthiazole (고소한 향)은 역치가 각각 12, 10 ng/g으로 낮아 꽃게의 향기성분에 크게 기여할 것으로 생각되었다 (Cha et al. 1999b). 한편 SPME법에서는 benzothiazole만이 검출되었는데, 이는 멸치젓에서 해조류향을 가지는 물질로 밝혀졌다 (Cha et al., 1999a). 특히 직쇄상의 함황화합물은 불포화지방산과 함황아미노산의 가열반응 중에 생성된다고 알려져 있다 (Verellotti et al., 1989).

동정된 함질소화합물류 (6종)에서 4종의 pyrazine류가 동정되었다. 이 중에서 2-ethyl-3,5-dimethylpyrazine (구운 감자/고소한향)은 역치가 0.04 ng/g으로 매우 낮아 꽃게의 좋은 향에 크게 기여할 것으로 생각되었으며, Cha et al. (1999a, 1999b)도 멸치젓과 새우젓에서 매우 지배적인 향기성분으로 보고하였다. 그리고 acetyl기가 붙은 pyrazine류는 대체로 팝콘과 같은 고소한 향을 가지고 있어 이들 pyrazine류가 꽃게 향에 좋은 역할을 할 것으로 생각된다. Cha et al. (1992, 1993)은 홍게 및 가재와 같은 갑각류의 부산물에서 황 및 질소를 함유하는 heterocyclic화합물이 좋은 향을 가진다고 하였는데, 본 실험에서도 역치가 낮은 함황 또는 함질소화합물이 꽃게육의 향기성분에 positive하게 기여할 것으로 생각된다. 가장 많은 방향족 화합물 (23종)이 꽃게육의 향기성분으로 동정되었는데, V-SDE법에서는 함량이 적은 반면에, SPME법에서는 탄화수소류 다음으로 함량이 많았다. Toluene, m-xylene, styrene, naphthalene, phenol 등의 화합물류가 V-SDE법에서 높은 함량이었고, SPME법에서는 styrene, naphthalene, C₃, C₄-alkylbenzene류가 대부분을 차지하였다. 일반적으로 phenol을 포함한 방향족화합물은 일반 식품의 냄새에서는 바람직하지 못한 물질로 간주되고 있으나, 자숙한 갑각류 등의 수산식품에서는 없어서는 안 될 특징적인 물질로 보고되고 있다 (Cha et al., 1993; Matiella and Hsieh, 1990).

탄화수소류는 SPME법에서 매우 많은 함량이 검출되었다. 그러나 동정된 대부분의 alkane류는 높은 역치로 인하여 꽃게육의 향기성분에 그 기여도는 낮을 것으로 기대되었다 (Cha

and Cadwallader, 1998).

테르펜류에서는 limonene (감귤류향)이 SPME법에서 상당량 동정되었는데, 이는 일반적으로 식물의 essential oil로부터 유도되어지며, 먹이사슬에 의한 플랑크톤이나 조류로부터 기인된 것으로 추정되었다 (Cha and Cadwallader, 1995). 그리고 기타화합물류 중 trimethylamine (생선 냄새)이 SPME법에서 단일물질로는 가장 많은 함량 (8,464.4 ng/g)이 검출되었는데, 이는 생선 및 갑각류의 주요한 휘발성화합물로 알려져 있다 (Cha et al., 1993). 한편 Josephson and Lindsay (1986)는 trimethylamine의 역치가 매우 낮아 삶은 게 향에 중요한 화합물이라고 보고하였다.

꽃게육의 휘발성 성분을 V-SDE법과 SPME법으로 분석한 결과, 단독보다는 혼용하는 것이 향기성분의 정확한 분석에 바람직 할 것으로 생각되었으며, 특히 SPME법에서는 V-SDE법에서 검지하지 못한 trimethylamine이 많은 량 동정되었다. 그리고 꽃게육의 특징적인 성분은 역치가 낮은 함황, 함질소 화합물류가 매우 중요한 인자로 추정되었으며, 여기에 trimethylamine, 알데히드류, 케톤류 및 방향족화합물류가 관여할 것으로 기대되었다.

사 사

본 연구는 해양수산부 마린바이오21사업의 해양바이오프로세스연구단 연구비 지원 (과제관리번호 p-2004-05)에 의해 수행되었습니다.

참 고 문 헌

- Arctander, S. 1969. Perfume and Flavor Chemicals (aroma chemicals) I, II. Montclair, N.J. USA, 1137, 2343.
- Cha, Y.J. 1995. Volatile compounds in oyster hydrolysate produced by commercial protease. *J. Korean Soc. Food Nutr.*, 24, 420-426.
- Cha, Y.J. and H.H. Baek. 1995. Quantitative analysis of alkylpyrazines in snow crab cooker effluents. *J. Korean Soc. Food Nutr.*, 24, 454-458.
- Cha, Y.J., H.H. Baek and T.C.-Y. Hsieh. 1992. Volatile components in flavour concentrates from crayfish processing waste. *J. Sci. Food Agric.*, 58, 239-248.
- Cha, Y.J. and K.R. Cadwallader. 1995. Volatile components in salt-fermented fish and shrimp pastes. *J. Food Sci.*, 60, 19-24.
- Cha, Y.J. and K.R. Cadwallader. 1998. Aroma-active compounds in skipjack tuna sauce. *J. Agric. Food Chem.*, 46, 1123-1128.
- Cha, Y.J., K.R. Cadwallader and H.H. Baek. 1993. Volatile flavor components in snow crab cooker effluent and effluent concentrate. *J. Food Sci.*, 58, 525-530.
- Cha, Y.J., H. Kim, S.M. Jang and J.Y. Park. 1999a.

- Identification of aroma-active compounds in Korean salt-fermented fishes by aroma extract dilution analysis. 2. Aroma-active components in salt-fermented shrimp on the market. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, 28, 319-325.
- Cha, Y.J., H. Kim, S.M. Jang and J.Y. Park. 1999b. Identification of aroma-active compounds in Korean salt-fermented fishes by aroma extract dilution analysis. 1. Aroma-active components in salt-fermented anchovy on the market. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, 28, 312-318.
- Cha, Y.J., G.H. Lee and K.R. Cadwallader. 1997. Aroma-active compounds in salt-fermented anchovy, In: *Flavor and Lipid Chemistry of Seafoods*. Shahidi, F. and K.R. Cadwallader, eds. ACS Symposium series No. 674, 131-147.
- Cha, Y.J., H. Kim, S.Y. Park, S.J. Kim and Y.J. Yoo. 2000. Identification of irradiation-induced volatile flavor compounds in beef. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, 29, 1050-1056.
- Chang, D.S., H.R. Cho, H.Y. Goo and W.K. Choe. 1989. A development of food preservative with the waste of crab processing. *Bull. Korean Fish. Soc.*, 22, 70-78.
- Chung, H.Y. and K.R. Cadwallader. 1993. Volatile components in blue crab (*Callinectes sapidus*) meat and processing by-product. *J. Food Sci.*, 58, 1203-1211.
- Chung, H.Y. and K.R. Cadwallader. 1994. Aroma extract dilution analysis of blue crab claw meat volatiles. *J. Agric. Food Chem.*, 42, 2867-2870.
- Hayashi, T., H. Ishii and A. Shinohara. 1990. Novel model experiment of cooking flavor research on crab leg meat. *Food Rev. Int.*, 6, 521-536.
- Heath, H.B. and G. Reineccius. 1986. Off-flavors in foods. In: *Flavor chemistry and Technology*. Heath, H.B. and G. Reineccius, eds. Macmillan Pub. England, 112-141.
- Hites, R.A. and K. Biemann. 1970. Computer evaluation of continuously scanned mass spectra of gas chromatographic effluents. *Anal. Chem.*, 42, 855-860.
- Hsieh, T.C.-Y., W. Vejaphan, S.S. Williams and J.E. Matiella. 1989. Volatile flavor components in thermally processed Louisiana red swamp crayfish and blue crab. In: *Thermal Generation of Aromas*. Parliment T.H., R.J. McGorin and C.T. Ho, eds. ACS Symposium series No. 409, 386-395.
- Josephson, D.B. and R.C. Lindsay. 1986. Enzymic generation of volatile aroma compounds from fresh fish. In: *Biogenesis of Aroma*, Parliment T.H. and R. Croteau, eds. ACS Symposium series, No. 317, 201-219.
- Karahadian, C. and R.C. Lindsay. 1989. Role of oxidation in the formation and stability of fish flavors. In: *Flavor Chemistry: Trends and Developments*. Teranishi, R., R.G., Buttery and F. Shahidi, eds. ACS Symposium series No. 388, 60-75.
- Kim, H., J.S. Ahn, Y.M. Sin, Y.J. Lee, K.H. Lee, M.W. Byun and Y.J. Cha. 2005. Identification of irradiation-induced volatile marker compounds in irradiated red pepper powder. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, 34, 236-242.
- Lee, F.Z., J.C. Lee, D.S. Jung, H.C. Yung and J.B. Eun. 2001. Chemical composition of blue crabs preserved in soy sauce. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 33, 714-719.
- Matiella, J.E. and T.C.-Y. Hsieh. 1990. Analysis of crab meat volatile compounds. *J. Food Sci.*, 55, 962-966.
- No, H.K. and M.Y. Lee. 1995. Isolation of chitin from crab shell waste. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, 24, 105-113.
- Oh, K.S., S.T. Kang and C.T. Ho. 2001. Flavor constituents in enzyme hydrolysates from shore swimming crab and spotted shrimp. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, 30, 787-795.
- Park, K.T. 2004. Development of seafood sauce using blue crab. M.S. Thesis, Pukyong National University, Busan, Korea, 1-5.
- Vercellotti, J.R., J.W. Kuan, A.M. Spanier and St. A.J. Angelo. 1989. Thermal generation of sulfur-containing flavor compounds in beef. In: *Thermal Generation of Aromas*, Parliment, T.H., R.J. McGorin and C.T. Ho, eds. ACS Symposium series, No. 409, 452-459.

2006년 10월 29일 접수
2006년 12월 16일 수리