

말쥐치 가공중 향기성분에 관하여*

이종호 · 최병대* · 이강호** · 이근태** · 김태수***

경상대학교 식품영양학과

*통영수산전문대학 식품영양과

**부산수산대학 식품공학과

***동의공업전문대학 식품공업과

Flavor Components in the Filefish Processing

Jong-Ho LEE, Byeong-Dae CHOI*, Kang-Ho LEE**,
Kun-Tae LEE**, Tae-Soo KIM***

*Department of Food & Nutrition, National Kyeongsang University
Jinju 660-701, Korea*

**Department of Food & Nutrition, National Tong-Yeong Fisheries Technical College,
Chungmu 650-160, Korea*

***Department of Food Science & Technology, National Fisheries University of Pusan,
Pusan 608-703, Korea*

****Department of Food Technology, Dongewi Technical Junior College
Pusan 614-050, Korea*

Volatile compounds were collected by simultaneous distillation extraction and carbon dioxide method, and analyzed by GC and GC-MS. The neutral fraction obtained from the whole steam volatile concentrate 55 kinds of components, phenolic fraction had 4 kinds of components, basic fraction had 13 kinds of components and 10 kinds of components were in acidic fraction. Alcohols, propanols, butanols, octanols, dodecanols etc. and aldehydes, pentanals, hexanal, 2-methyl-1-propanal, heptenal etc. were highly increased after boiled and roasted. And these compounds were contributed to formation of filefish flavor. The molecular ion peak of phenolic fraction was generally appeared in the range 100 to about 160. From the basic fraction, 2-methylpyrazine, 2,5-dimethylpyrazine, 2-ethyl-3,5-dimethylpyrazine and 2-methylpyridine were identified. The contents of basic compounds and furans obtained from the neutral fraction were increased at the higher heating temperature. The flavor of acidic fraction was influenced by the low molecular as isovaleric and valeric acid.

*本 研究는 1988年度 文教部 學術研究費 支援에 의하여 수행된 研究이며 아울러 깊은 감사를 드립니다.

서 론

식품의 향기성분에 관한 연구는 오래전부터 학자들의 흥미의 대상이 되었지만 극히 미량성분이고 변화되기 쉬운 복잡한 혼합물이기 때문에 큰 진전이 없었다. 1960년대 후반에 이르러 GC를 비롯한 분석기기류가 급속히 발달되어 식품에 대한 flavor성분의 분리·동정이 행하여 졌고 식물성 식품의 경우 향기성분의 생성은 여러가지 유기화합물이 관여하지만 특징적인 것은 불포화지방산의 산화분해물인 alcohol 및 aldehyde가 주성분으로 밝혀져 있으며(Chung, 1979, 1983; Forry, 1974; Haymon, 1971; Moshonas, 1971; Wang, 1972) 동물성 식품에 대하여는 소, 돼지, 닭고기에 관한 연구가 대부분인데 Horstein(1967)은 flavor 형성의 전구체는 수용성 질소화합물과 단백질이라 하였고, Macleod(1981)는 이들 화합물은 반응조건이 달라짐에 따라 flavor 형성기구도 달라진다고 하였다. 특히 Min(1979)과 Shibamoto(1976) 등은 쇠고기육을 가열하면 헤테로 산소화합물인 furan 유도체 및 당-아미노 반응에 의하여 pyrazine류가 형성되어 쇠고기육의 flavor 형성에 크게 기여한다고 하였다.

어육은 다량의 질소화합물과 단백질을 함유하고 있으므로 가공중 이들 성분의 변화에 의하여 독특한 flavor의 생성에 기여한다. Kasahara 등(1981)은 headspace법에 의한 각종 어류의 가열향기를 포집하여 panel test 및 GC 분석한 결과 acetaldehyde isobutyraldehyde, isovaleraldehyde 성분을 동정하였는데 거의 모든 어종에서 isovaleraldehyde가 양적인 차이를 나타내어 어육 가열향기에 크게 관여하는 것으로 나타났다. 한편, Ronald 등(1964)은 패류인 굴의 가열향기 주성분은 dimethyl- β -propiothethine의 가열분해 생성물이라 하였으며, 대합조개에서는 dimethylsulfide의 함황화합물을 동정하였는데 함황아미노산이 그 전구물질이라 하였다. 본 연구는 연간 약 20만톤이 어획되는(한국수산회, 1988) 쥐치의 향기성분을 분리·동정하여 가공·이용에 있어 기초자료로 삼고자 하였다.

재료 및 방법

1. 재 료

쥐치, *Stephanolepis cirrhifer*는 삼천포 어시장에서 체장 $10 \pm 2g$ 의 선도가 좋은 것을 구입한 후 어육만을 취하여 일부는 천일건조 하였으며, 일부는 $-20^{\circ}C$ 냉동고에 저장하여 두고 실험에 사용하였다.

2. 향기농축물의 조제 및 분석·동정

생시료 250g을 해동하여 재증류수 2l와 함께 Niherson형 연속증류 추출장치로 $60^{\circ}C$ 감압상태(20 mmHg)에서 재증류한 hexane으로 2시간 연속추출하였다. 총 15kg의 시료를 증류추출한 후 Kuderna-Danish 농축기를 사용하여 농축하였다. $100^{\circ}C$ 가열 시료는 추출용매로써는 재증류한 diethylether를 사용하여 총 15kg의 시료를 증류추출하고 $38 \sim 40^{\circ}C$ 에서 회전농축기로 농축하였다. 건조시료는 일건시료를 40mesh로 분쇄하여 $60^{\circ}C$ 감압상태에서 추출하였고 배소시료는 분쇄한 일건시료를 30분간 배소($140 \sim 160^{\circ}C$)한 후 재증류한 methylene choride로서 24시간 3회 탈지하여 적갈색 oil을 얻었고, 이 oil 50g을 탄산가스증류법에 의하여 증류하고 향기농축물을 얻었다. 추출물은 무수황산나트륨으로 탈수하고 Chung 등(1987)의 방법에 따라 중성, phenal성, 염기성 및 산성획분으로 분획하고 중성, phenol성, 염기성획분은 그대로, 산성획분은 diazomethane ether 용액으로 메칠에스테르화하여 분석용 시료로 하였다. PEG 20M을 도포한 석영 capillary column($25m \times 0.32mm$ I.D.)을 이용한 GC 및 GC-MS에 의해서 얻어진 data를 표준물질의 머무름시간 및 mass spectrum을 비교하여 동정하였다. 분석 조건은 $40^{\circ}C$ 에서 $200^{\circ}C$ 까지 매분 $4^{\circ}C$ 의 속도로 승온하였으며, EI-MS의 이온화전압은 70eV로 설정하였다.

결과 및 고찰

1. 증성획분의 향기성분

Fig. 1은 증성획분의 GC Chromatogram이며 분석·동정된 각 peak 55성분을 Table 1에 나타내었다. Hydrocarbons 17종, alcohols 12종, aldehydes 8종, ketones 8종, esters 2종, furans 4종, thiols 2종, pyrrole 1종 및 indole 1종으로 동정되었다. 가열은도가 증가함에 따라 분자량이 큰 탄화수소 계열인 1-epoxy-2-phenoxyethane, 2-heptylheptadecane 등을 비롯한 탄화수소 계열은 증가하였으나 역치(閾值)가 높기 때문에 flavor 형성에는 크게 관여하지 않을 것으로 생각된다. 일건시료에서는 6-methyl-5-hepten-2-one 및 1-ethoxy-2-phenoxyethene 등의 함량이 많았으나 가열 및 배소시료에서는 propanal, butanol, octanol, dodecanol 등의 alcohol류 그리고 pentanal, hexanal, 2-methyl-1-propanal, heptenal 등의 aldehyde 함량이 크게 증가하여 이들 성분이 flavor 형성에 크게 기여할 것으로 생각된다. 특히 hexanal의 형성은 고도불포화산인 linoleic acid, li-

nolenic acid 등이 가수분해되거나, 효소적 혹은 비효소적 반응에 의하여 분해되어 형성되는 것으로 알려져 있고(Kazeniak, 1970; Jadhev, 1972) 그 외 다른 카르보닐 화합물의 생성도 지질이나 아미노산의 분해산물에서 유래되는 것으로 보고되어 있다(Kubota, 1982). 그리고 2-methylfuran, 2-ethylfuran, 5-methyl-2-acetylfuran, dibenzofuran 등의 휘발성화합물은 탄화수소가 가열분해될 때 형성되며(Fargerson, 1969), 특히 indole은 tryptophan과 protein을 함께 가열할 때 형성되는 것으로 알려져 있다(Kato, 1971; Higman, 1970). 휘발성 함황화합

물은 methionine, cysteine, cystine 및 cysteic acid 등과 황화수소를 함께 가열할 때나(Hirai, 1973), 미생물의 작용(Miller, 1973)에 의하여 냉동중에도 형성되어 이취를 나타낸다고 하였으나, 쥐치의 경우 3-methyl-1-butanethiol과 octanethiol만이 동정되었다. Octanethiol은 최고기육의 가열향기이고(Garbusov, 1976), 3-methyl-1-butanethiol은 생 및 가열굴의 독특한 냄새의 주성분이며(Ronald, 1964), 그 외 cyclopentane류는 역치는 낮지만 caramel 냄새와 비슷한 감미로운 향기형성에 관여한다.

Table 1. Volatile components identified from the neutral fraction of filefish

Peak No.	Compounds	Identification means	Peak No.	Compounds	Identification means
1	Ethylalcohol	GC, GC-MS	2	2-Methylfuran	GC, GC-MS
3	Butanal	GC, GC-MS	4	2-Ethylfuran	GC, GC-MS
5	2,3-Butanedione	GC, GC-MS	6	4-Pentene-2-one	GC, GC-MS
7	Pentanal	GC, GC-MS	8	Hexanal	GC, GC-MS
9	4-Methyl-1-pentene	GC, GC-MS	10	2-Methyl-2-butanal	GC, GC-MS
11	2,3-Dimethyl-2-butene	GC, GC-MS	12	3-Ethoxy-1-propanone	GC, GC-MS
13	1,2-Diethoxyethane	GC, GC-MS	14	2-Methyl-1-propanol	GC, GC-MS
15	1-Butanol	GC, GC-MS	16	3-Methyl-2-butanol	GC, GC-MS
17	2-Heptanone	GC, GC-MS	18	Heptanal	GC, GC-MS
19	Ethylacetate	GC, GC-MS	20	2,2-Dimethyloxirane	GC, GC-MS
21	Dichlorooctadiene	GC, GC-MS	22	1-(2-Butoxyethoxy)ethanol	GC, GC-MS
23	Isooctylalcohol	GC, GC-MS	24	Cyclohexanone	GC, GC-MS
25	(E)-2-Decanal	GC, GC-MS	26	Metylundecylbenzene	GC, GC-MS
27	5-Methyl-2-acetylfruan	GC, GC-MS	28	3-Methyl-1-butanethiol	GC, GC-MS
29	Hexadecene	GC, GC-MS	30	1,3-Dichloro-2-propanol	GC, GC-MS
31	1,3-Cyclooctadiene	GC, GC-MS	32	6-Methyl-5-hepten-2-one	GC, GC-MS
33	2-Methyl-3,5-cyclotetradecane	GC, GC-MS	34	4-Hydroxybenzaldehyde	GC, GC-MS
35	1-Octanethiol	GC, GC-MS	36	1-Methyl-cis-3-ethylcyclopentane	GC, GC-MS
37	Cyclodecanol	GC, GC-MS	39	2-Pentylethanol	GC, GC-MS
38	1,1,3-Trimethylcyclopentane	GC, GC-MS	41	Dodecanol	GC, GC-MS
40	6-Nitro-2-hexene	GC, GC-MS	43	1,1,2-Tridecadiene	GC, GC-MS
42	Naphtalene	GC, GC-MS	45	Dibenzofuran	GC, GC-MS
44	3-Methyl-3-decen-2-one	GC, GC-MS	47	1-Ethoxy-2-phenoxyethene	GC, GC-MS
46	1-Ethoxy-1-octoxyethane	GC, GC-MS	49	(E,E)-2,6-nonandienal	GC, GC-MS
48	3,6-Dimethyl-3-octanol	GC, GC-MS	51	2-Formyl-1-methylpyrrole	GC, GC-MS
50	1,2-Octadecandiol	GC, GC-MS	53	2-Ethylhexanoate	GC, GC-MS
52	1-Cyclohexyl-5-phenyl-3-pentanone	GC, GC-MS	54	2-Heptylheptadecane	GC, GC-MS
55	Indole	GC, GC-MS			

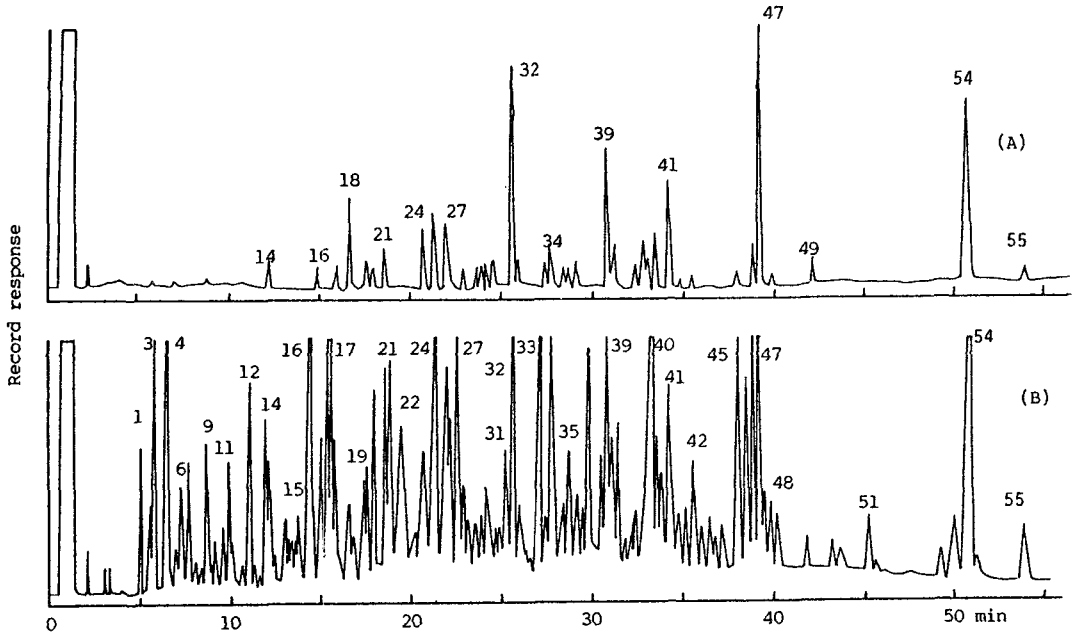


Fig. 1. Gas chromatogram of the neutral fraction obtained from the whole steam volatile concentrate of filefish. (A) Sundried and warmed at 60°C. (B) Boiled at 100°C.

2. Phenol성획분의 향기성분

Fig. 2는 전휘발성 성분으로부터 분획한 phenol 성획분의 GC Chromatogram이며 Table 2에 나타낸 바와 같은 phenol, 2,4-dimethylphenol, 2-ethyl-4,5-dimethylphenol 및 3,5-diethylphenol 등 4개의 성분이 동정되었으며 분자량(m/e) 100~160 정도의 비슷한 mass spectrum을 나타내었다. 특히 phenol 성분은 훈제어류에 향기를 부여, 함께 동시에 masking의 효과가 있기 때문에 훈제품 가공에 많이 이용되어지고 있으며(Kim, 1977), 그 외에 볶음땅콩(Walradt, 1971), 가열옥수수(Steinke, 1964) 및 담배연기(Sakuma, 1976) 중에서도 검출된 바 있다.

3. 염기성획분의 향기성분

염기성획분의 함량은 매우 적었으나 강한 쉰취 배소향을 나타내었으며 GC, GC-MS 분석결과 총 13성분이 동정되어 Fig. 3 및 Table 3에 각각 나타내었다. 아민류로써는 trimethylamine, isopropylamine, n-butylamine 등이 검출되었고 가열·배소후에는 trimethylamine 및 butylamine의 함량이 급격히 증가하였다. 가열·배소향의 대표적인 질소화합물인 pyrazine류는 2-methylpyrazine, 2,5-dimethylpyrazine, 2-ethyl-3,5-dimethylpyrazine 및 tetramethylpyrazine 등이었고 그 외 2-methylpyridine 등이

Table 2. Volatile components identified from the phenolic fraction of filefish

Peak No.	Compounds	Identification means
1	Phenol	GC, GC-MS
2	2,4-Dimethylphenol	GC, GC-MS
3	2-Ethyl-4,5-dimethylphenol	GC, GC-MS
4	3,5-Diethylphenol	GC, GC-MS

동정되었다. 이들 pyrazine류와 중성획분에서 동정된 furan류 등은 가열온도가 증가함에 따라 함량도 증가하는 것으로 나타났다. Pyrazine은 당과 아미노산과의 가열에 의한 상호작용(Higman, 1970)으로 형성되며 가열육류(Hirai, 1973), 참깨(Manley, 1974) 등과 같이 식품을 굽거나 볶았을 때 생성되는 구수한 냄새의 주성분으로 알려져 있다. 가열식품에서의 pyrazine 생성반응기구를 구명하기 위하여 Hodge 등(1972), Ferretti 등(1970), Davidek 등(1977)은 각종 아미노산과 탄수화물, lactose와 casein, amino-hydroxy 화합물 및 dehydro-L-ascorlic acid와 암모니아 등의 모델계를 조성하여 가열온도, 가열시간, pH 및 농도등을 달리하여 실험한 결과 α-amino carbonyl 중간체를 경유하는 pyrazine의 축합과정을 제시하여 결국은 아미노산과 당이 축합

되고 거기에 질소(N)가 결합하는 것으로 결론짓고 있다. 한편 Koehler와 Odell(1970), Rizzi(1972)등은 다른 기구인 지질의 자동산화 생성물과의 반응으로 pyrazine이 형성된다고 보고하고 있다.

4. 산성획분의 향기성분

Fig. 4는 쥐치 산성획분의 GC-MS Chromatogram 인데 동정된 성분으로는 Table 4에 나타난 바와

Table 3. Volatile components identified from the basic fraction of filefish

Peak No.	Compounds	Identification means
1	Trimethylamine	GC, GC-MS
3	Isopropylamine	GC, GC-MS
4	Butylamine	GC, GC-MS
5	Pyrazine	GC, GC-MS
6	2-Methylpyridine	GC, GC-MS
7	2-Methylpyrazine	GC, GC-MS
8	2,5-Dimethylpyrazine	GC, GC-MS
9	2,6-Dimethylpyrazine	GC, GC-MS
10	2,3-Dimethylpyrazine	GC, GC-MS
11	2-Ethylpyrazine	GC, GC-MS
12	2,3,5-Trimethylpyrazine	GC, GC-MS
13	2-Ethyl-3,5-dimethylpyrazine	GC, GC-MS
14	Tetramethylpyrazine	GC, GC-MS

같이 acetic acid, propionic acid, isobutyric acid, isocaproic acid, caproic acid, lauric acid 및 myristic acid등 10성분 이었다. 산성획분은 전취발성 성분으로부터 분획하여 diazomethane으로 methylester화 시켜 GC-MS분석한 것으로 어육증의 지질 및 지질산화 생성물이 가열분해에 의하여 생성된 저급의 휘발성 산들이 주된 성분인데, 특히 acetic acid, propionic acid 및 isobutyric acid는 배소시료 구분에서만 검출되었고, isocaproic acid 및 caproic acid가 가장 많이 생성되었으며 가열시료에서는 myristic acid의 함량이 가장 많았다.

Table 4. Volatile components identified from the acidic fraction of filefish

Peak No.	Compounds	Identification means
1	Acetic acid	GC, GC-MS
2	Propionic acid	GC, GC-MS
3	Isobutyric acid	GC, GC-MS
4	Butyric acid	GC, GC-MS
5	Isovaleric acid	GC, GC-MS
6	Valeric acid	GC, GC-MS
7	Isocaproic acid	GC, GC-MS
8	Caproic acid	GC, GC-MS
10	Lauric acid	GC, GC-MS
11	Myristic acid	GC, GC-MS

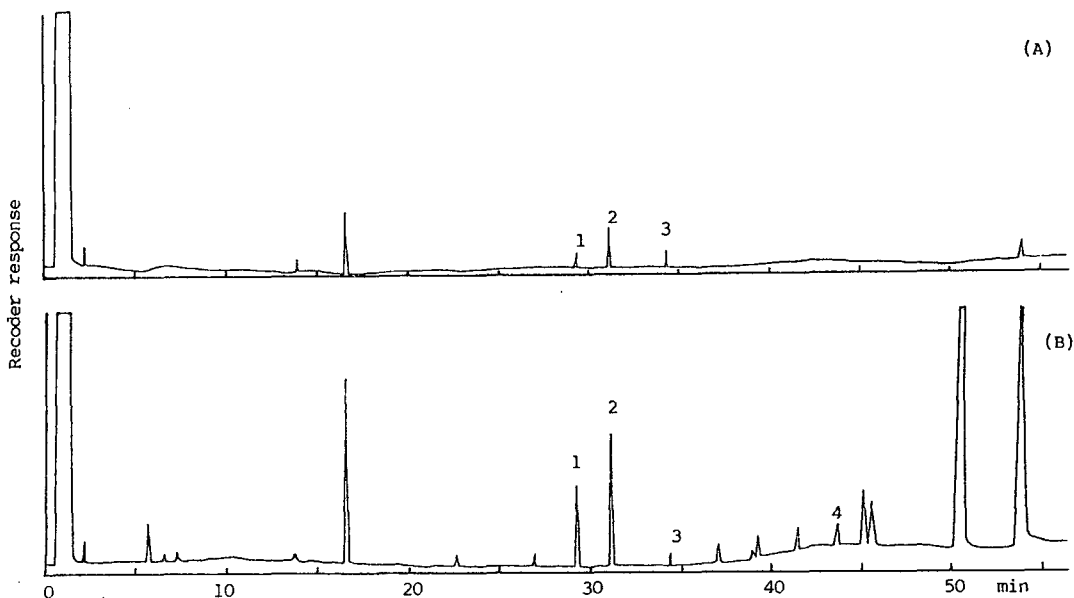


Fig. 2. Gas chromatogram of the phenolic fraction obtained from the whole steam volatile concentrate of filefish. (A) Sundried and warmed at 60°C. (B) Boiled at 100°C.

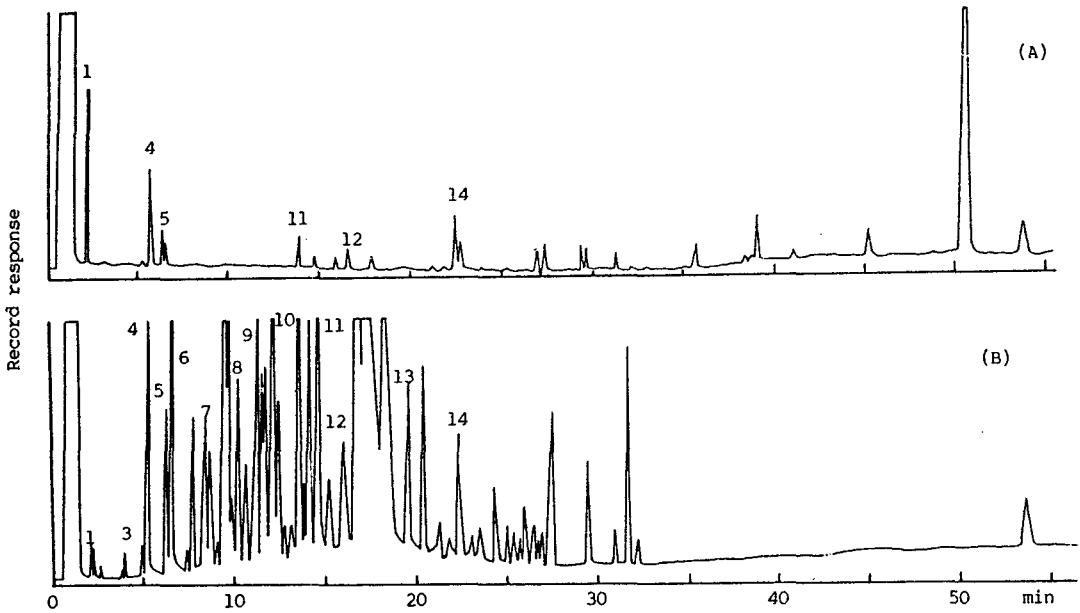


Fig. 3. Gas chromatogram of the basic fraction obtained from the whole steam volatile concentrate of filefish. (A) Boiled at 100°C. (B) Sundried and roasted at 140~160°C.

요 약

취치의 향기성분을 동정하기 위하여 Likerson형의 연속증류추출 및 탄산가스추출법을 이용하여 휘발성 성분을 동정하였다. 그 결과 증성획분에서 55 성분, pherol성획분에서 4 성분, 염기성획분에서 13 성분 및 산성획분에서 10 성분이 분리·동정되었고 증성획분에서는 가열·배소 후 propanol, butanol, octanol, dodecanol 등의 alcohol류 그리고 pentanal, hexanal, 2-methyl-1-propanal, heptenal 등의 aldehyde의 함량이 크게 증가하여 flavor 형성에 크게 기여할 것으로 생각되어 진다. 분리·동정된 phenol류는 분자량(m/e) 100~160 정도로 나타났으며, 염기성획분에서는 2-methylpyrazine, 2,5-dimethylpyrazine, 2-ethyl-3,5-dimethylpyrazine 등과 2-methylpyridine 등이 동정되었다. 이들과 함께 증성획분에서 동정된 furan류가 가열온도의 증가와 함께 그 함량이 증가하였다. 산성획분에서는 배소 시료 구분에서 isocaproic acid 및 caproic acid의 함량이 많았다.

문 헌

Chung, T. Y., T. Kurata, H. Kato and M. Fujimaki. 1979. Changes of flavor components of tomato

fruits during artificial ripening. *Nippon Nogei-kagaku Kaishi*, 53(12), 391~400.

Chung, T. Y., H. Fujitaka and K. Hiromichi. 1983. Volatile components of ripe tomatoes and their juices, purees and pastes. *Agric. Biol. Chem.*, 47(2), 343~351.

Davidek, J., J. Velisek, Z. Zelinkava and V. Kakelka. 1977. Pyrazines in the reaction of L-dehydroascorbic acid with ammonia and glycine. *J. Food Sci.*, 42, 277~278.

Fargerson, I. S. 1969. Thermal degradation of carbohydrates. A review. *J. Agric. Chem.*, 17, 747~750.

Ferretti, A., V. P. Flanagan and J. M. Ruth. 1970. Nonenzymatic browning in a lactose-casein model systems. *J. Agric. Food Chem.*, 18, 13~18.

Forry, R. R. and R. A. Flath. 1974. Volatile components of peanuts *salicina*, var. *santa*, Rosa. *J. Agric. Food Chem.*, 22(4), 496~498.

Garbusov, V., G. Rehfeld, G. Wolm, R. V. Golovnja and M. Rothe. 1976. Volatile sulfur compounds contributing to meat flavor. part I. Components identified in boiled meat. *Nahrung* 20, 235~241.

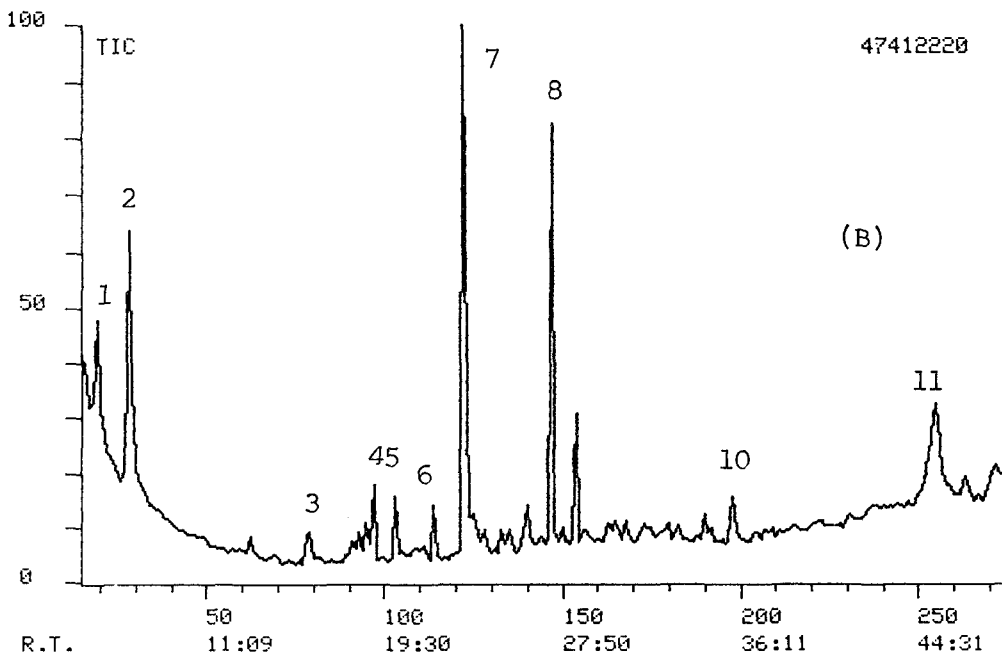
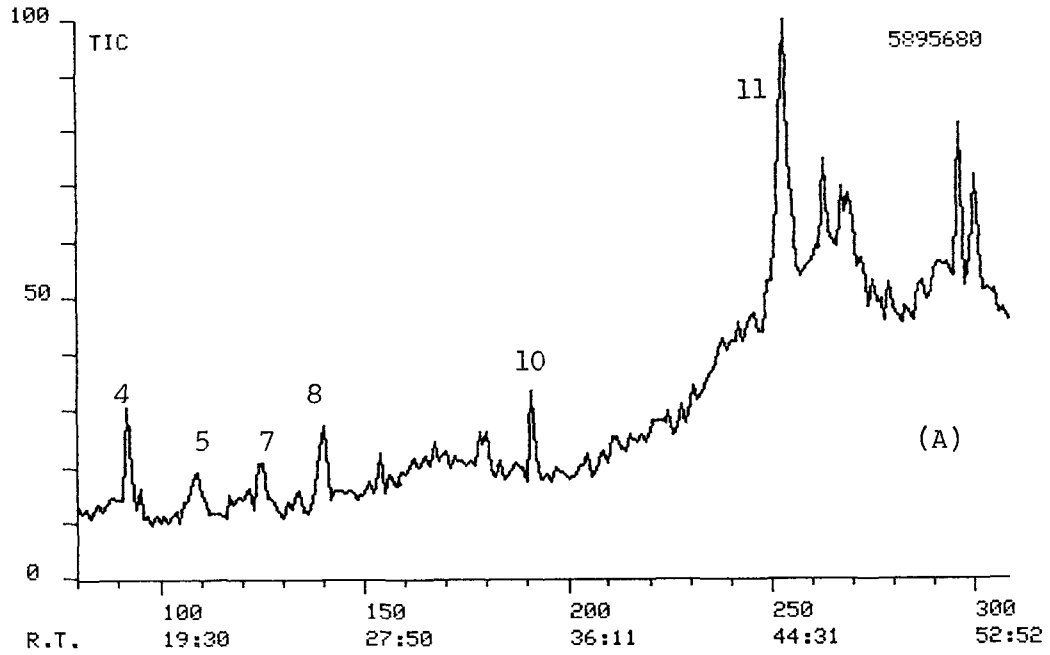


Fig. 4. GC-MS total ion intensity chromatogram of the acidic fraction obtained from the whole steam volatile concentrate of filefish. (A) Boiled at 100°C. (B) Sundried and roasted at 140~160°C.

- Haymon, L. W. and L. W. Aurand. 1971. Volatile constituents of tabasco peppers. *J. Agric. Food Chem.*, 19(6), 1131~1134.
- Higma, E. B., I. Schmelz and W. S. Scholtzhaner. 1970. Products from the thermal degradation of some naturally occurring materials. *J. Agric. Food Chem.*, 18, 636~641.
- Hirai, C., K. O. Herz, J. Pokerry and S. S. Chary. 1973. Isolation and identification of volatile flavor compounds in boiled beef. *J. Food Sci.*, 38, 393~397.
- Hodge, J. E., F. O. Mills and B. E. Fisher. 1972. Compounds of browned flavor derived from sugar-amine reactions. *Cereal Sci. Today* 17, 34~40.
- Horstein, I. 1967. The chemistry and physiology of flavor. Schultz, H. W. ed. AVI Pub. Co. Westport. pp. 228~250.
- Jadhev, S., B. Singh and D. K. Salunkhe. 1972. Metabolism of unsaturated fatty acids in tomato fruit: linoleic and linolenic acid as precursors of hexanal. *Plant & Cell Physiol.* 13, 449~459.
- Kasahara, K. and K. Nishibori. 1981. Volatile components of smoked herring. *Bull. Japan. Soc. Sci. Fish.*, 48(5), 691~695.
- Kato, S., T. Kurata and M. Fujimaki. 1971. Pyrolysis of beta hydroxy amino acids, especially tryptophan. *Agric. Biol. Chem.*, 35, 2106~2109.
- Kazeniak, S. T. and R. M. Hall. 1970. Flavor chemistry of tomato volatiles. *J. Food Sci.*, 35, 519~530.
- Kim, K., T. Yamanishi, Y. Nakadani and T. Matsui. 1977. Studies on the aroma of dried bonito, katsubushi. 2. On basic, phenolic, neutral and noncarbonyl fractions. *Nippon Nogeikagaku Kaishi*, 45(7), 328~336.
- Koehler, D. E. and G. V. Odell. 1970. Factors affecting the formation of pyrazine compounds in sugar-amine reactions. *J. Agric. Food Chem.*, 18, 895~898.
- Kubota, K., A. Kobayashi and T. Yamanishi. 1982. Basic and neutral compounds in the cooked odor from antarctic krill. *Agric. Biol. Chem.*, 46(11), 2835~2839.
- Macleod, G. and M. Seyedain-Ardebili. 1981. Natural and simulated meat flavors. *CRC Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, 14, 309~313.
- Manley, C. H., P. P. Vallon and R. E. Erickerson. 1974. Some aroma components of roasted sesame seeds (*Sesamum indicum* L.). *J. Food Sci.*, 39, 73~76.
- Miller, A., R. A. Scanlan, J. S. Lee and L. M. Libby. 1973. Volatile compounds produced in sterile fish muscle (*Sebastes melanops*) by *Pseudomonas putrefaciens*, *Pseudomonas fluorescens*, and *Achromobacter* species. *Appl. Microbiol.*, 26, 18~21.
- Moshonas, M. G. and P. E. Show. 1971. Analysis of volatile flavor constituents from grapefruits essence. *J. Agric. Food Chem.*, 19(1), 119~120.
- Mon, D. B. S., K. Ina, R. J. Peterson and S. S. Chang. 1979. Preliminary identification of volatile flavor compounds in the neutral fraction of roasted beef. *J. Food Sci.*, 44, 639~642.
- Rizzi, G. P. 1972. A mechanistic study of alkylpyrazine formation in model systems. *J. Agric. Food Chem.*, 20, 1081~1085.
- Ronald, A. P. and W. A. B. Thomson. 1964. The volatile sulfur compounds of oysters. *J. Fish. Res. Bd. Canada*, 21(6), 1481~1487.
- Sakuma, S., M. Kusama, S. Sato and S. Sugawara. 1976. Fractionation and phenol composition of cellulose cigarette smoke condensate. *Agric. Biol. Chem.*, 40(10), 2013~2029.
- Shibamoto, T. and G. F. Russell. 1976. Study of meat volatiles associated with aroma generated in a D-glucose-hydrogen sulfide-ammonia model system. *J. Agric. Food Chem.*, 28, 843~849.
- Steinke, R. D. and M. C. Paulson. 1964. The production of steamvolatile phenols during cooking and alcoholic fermentation of grain. *J. Agric. Food Chem.*, 12, 381~385.
- Walradt, J. P., A. O. Pitlet, T. E. Kinlin, R. Maralidhara and A. Sanderson. 1971. Volatile components of roasted peanuts. *J. Agric. Food Chem.*, 19, 972~979.
- Wang, D. S. and G. V. Odell. 1972. Characterization of some volatile constituents of roasted pecans. *J. Agric. Food Chem.*, 20(2), 206~210.
- 한국수산회. 1988. 수산년감. p.392.

1989년 5월 28일 접수

1989년 6월 30일 수리