

## 볶음온도에 따른 참기름의 휘발성향기성분 변화

김현위 · 박기문\* · 최춘언

오뚜기 중앙연구소, \*성균관대학교 식품생명자원학과

### Studies on the Volatile Flavor Compounds of Sesame Oils with Roasting Temperature

Hyeon-Wee Kim, Ki-Moon Park\* and Chun-Un Choi

Ottogi Research Center, \*Department of Food and Life Science, Sungkyunkwan University

#### Abstract

This study was investigated to compare the changes of flavors in sesame oil with roasting temperature (110°C~230°C). In the results of analyzing the volatile flavor compounds of sesame oil with GC and GC/MS, 26 pyrazines, 11 pyridines, 9 thiazoles, 6 furans, 8 pyrroles, 5 phenols, 8 aldehydes, 8 hydrocarbons, 7 alcohols, 2 indoles, 3 ketones, 10 acids, 4 nitriles, 7 esters, and 5 others were isolated, identified, and quantified. The total amount of flavor compounds was increased with roasting temperature. Detected flavors could be divided into top(peak No. 1~91), middle(92~197) and last note(198~224) by retention time. The top notes(initial content 19.87 ppm) which contain pyrazines and provide representative roasted flavors were increased significantly with roasting temperature. Initial content of middle note(17.72 ppm) was increased to 36.71 ppm at 170°C, to 95.61 ppm at 220°C, and to 138.62 ppm at 230°C. Last note was almost unchanged up to 170°C and increased at 190°C, whereas it indicated a tendency to decrease at 230°C. Pyrazines such as methylpyrazine, 2,5-dimethylpyrazine, 2,6-dimethylpyrazine, trimethylpyrazine, 2-ethyl-3,5-dimethylpyrazine which indicate the major components among volatile flavors were increased slightly up to 150°C and revealed the higher increase than any other components above 170°C. This tendency was also similar to pyridines, thiazoles, and furans. Most of these compounds are assumed to be developed by thermochemical reactions of sesame components by roasting above 170°C. It seemed that a lot of increase in phenols above 210°C resulted from the production of guaiacol. Acids were almost unchanged up to 190°C, increased at 210°C, and then decreased above 220°C. It seemed to be resulted from pyrolysis of free fatty acids formed from thermal oxidation of oil.

Key words : roasting temperature, volatile flavor compounds, sesame oil

#### 서 론

조미료로서의 볶음참깨나 배전유의 배전효과에 있어서 특징적인 향의 생성은 가장 중요한 품질변화이다. 볶음참깨와 배전유에 있어서 약간 차이는 있지만 어느것에 있어서도 참깨다운 특유의 방향을 충분히 생기게 하는 것이 요구되며 이 때문에 참깨향의 정체가 무엇인지를 밝히는 향기성분의 분리동정연구<sup>(1, 2, 7, 8-14)</sup>로부터 재료, 온도, 시간 등의 배전조건의 영향, 향의

보존성 등 가공이용기술의 문제가 연구되어 왔다<sup>(15)</sup>. 특히 고소한 풍미가 특징인 참기름의 관능적인 측면에서 품질을 향상시키기 위하여 참깨를 배전, 압착할 때의 최적온도나 최적시간에 대한 연구가 주로 이루어져 왔으며, 볶음조건에 따른 여러 연구결과에서 서로 상이한 최적조건을 제시하였다. 즉, 이들은 대부분 오븐이나 팬후라이어 등 직화가열기구의 setting온도를 기준으로 일정시간 볶음처리를 함으로써 실온에서부터 특정 볶음온도에 도달하는 시간을 고려하지 않았고, 품온을 측정하지 않은 문제점이 있었기 때문에 참기름 제조의 최적조건을 제조방법이나 사용하는 설비에 따라 변화시켜야하고 상황에 맞도록 재설정하여야만 했다. 따라서, 참기름의 최적조건을 설정하기 위한 기초 연구로서 볶음온도(참깨볶음기준)를 변화시킴에 따른

Corresponding author : Hyeon-Wee Kim, Ottogi Research Center, 166-4 Pyeongchon-dong, Dongan-gu, Anyang, Kyeonggi-do 430-070, Korea  
Tel : 82-343-421-2139  
Fax : 82-343-421-2133  
E-mail : hwkim@ottogi.co.kr

**Table 1. Operating Condition for GC Analysis**

Instrument	: Hewlett Packard 6890 GC (USA)
Column	: CBP20(polyethylene glycol) 50m×0.2mm×0.2 μm
Carrier	: Helium, 0.7ml/min constant flow Makeup flow 19ml/min
Oven	: 50°C(4min)--2.5°C/min---210°C---5°C/min ---230°C(25min)
Injection	: Split mode(15:1), Split flow 13.1 ml/min Inlet 230°C
DET	: FID 230°C
Inj. vol.	: 0.2 μl

**Table 2. Operating Condition for GC/MS Analysis**

Instrument	: Hewlett Packard 6890 GC /5972 MSD (USA)
Column	: HP-INNOWax(crosslinked polyethylene glycol)60m×0.25mm×0.25μm
Carrier	: Helium, 1.2ml/min constant flow
Oven	: 50°C(4min)--2.5°C/min---210°C---5°C/min --- 230°C(40min)
Injection	: Split mode, Split flow 13ml/min Inlet 250°C
DET	: MSD 280°C
Ion Source	: EI(70eV)
Inj. vol.	: 0.2 μl

참기름의 향기성분 변화 및 동정을 시도하였다.

### 재료 및 방법

시료의 준비(볶음참깨로부터의 참기름의 제조)

전보<sup>(16)</sup>에 따라 볶은 참깨를 냉각 후, 착유기(깨돌이, HOE-200, 한일공업주식회사)를 사용하여 가열압출 방법으로 참기름을 얻어 시료로 사용하였다.

향기성분의 추출 및 분석

추출은 전보<sup>(17)</sup>와 동일하게 행하였으며, 분석조건은 Table 1 및 Table 2와 같다.

향기성분의 동정 및 정량

전보<sup>(17)</sup>와 같다.

### 결과 및 고찰

참기름의 향기성분변화

참기름(우리나라에서는 참깨를 볶아 압착법으로 짠 기름만이 참기름이다.)의 식품으로서 큰 특징의 하나인 고소한 향은 고온단시간의 가열에 의하여 생성되며 그 고소한 배소향(焙燒香)은 땅콩, 커피, 보리, 차 등의 배소향과 비슷하고 pyrazine계 화합물이 기여한다고 생각한다. 일반적으로 식품의 향은 그 속에 함유

되어있는 당, 아미노산, 유지 등 성분의 가열에 의한 화학변화로써 생기는 것으로 알려지고 있으며 식품마다 그 속에 함유되어있는 성분의 종류와 조성의 비율이 다르기 때문에 각각 고유의 특유한 향이 생기는 것이며 이때 반응조건인 가열온도와 시간의 변화는 향의 변화를 가져오는 것으로 알려지고 있다.

볶음온도가 다른 참깨에서 얻은 참기름의 향기성분을 GC 및 GC/MS로 분석한 결과는 Table 3과 같다. pyrazines 26종, pyridines 11종, thiazoles 9종, furans 6종, pyrroles 8종, phenols 5종, aldehydes 8종, hydrocarbons 8종, alcohols 7종, indoles 2종, ketones 3종, acids 10종, nitriles 4종, esters 7종, 기타 5종 등 총 119종의 향기성분을 분리, 동정 및 정량하였다. 향기성분총량은 볶음온도상승에 따라 증가하였는데 볶지 않은 참깨에서 추출한 향기성분총량은 불과 42.16 ppm이지만 150°C에서 79.29 ppm으로 약 2배, 210°C에서는 약 5배(209.35 ppm), 230°C에서는 314.60 ppm으로 약 8배나 생성되었다.

분리되어나온 향기성분을 머무름시간에 따라 3등분하여 top note(peak No. 1~91), middle note(peak No. 92~197), last note(peak No. 198~224)로 분류 비교한 결과는 Fig. 1과 같다. pyrazine화합물을 포함하고 있으며 관능적으로 중요한 top note함량은 볶지않았을때의 19.87 ppm으로부터 170°C로 볶으면 75.89 ppm으로 약 4배 증가하였고, 190°C에서는 103.21 ppm으로 5배 이상 증가하였다. 반면, middle note함량은 볶지않은 경우에 비하여 볶음온도 170°C에서 약 2배 증가한 후, 볶음온도 230°C에서는 약 8배로 증가하였다. last note는 볶음온도 170°C까지는 거의 변화하지 않다가 볶음온도 190°C에서 급격한 증가를 보인 후 볶음온도 230°C에서는 오히려 감소경향을 나타내었다. 이는 190°C 이상 온도에서 참기름의 가열산화로 생긴 acid화합물이 230°C 이상에서 열분해되었기 때문이라고 사료된다.

분리되어나온 향기성분을 화합물별로 분류 비교해 본 결과(Table 3)에서는 향기성분 중 주요구성화합물은 pyrazine화합물이었고 볶음온도상승에 따라 150°C까지는 미미한 증가현상을 나타내다가 170°C이상에서는 가장 급격한 증가현상을 나타내었다. pyrazine화합물 중에서 온도상승에 따라 가장 많은 변화를 보인 화합물은 methylpyrazine, 2,5-dimethylpyrazine, 2,6-dimethylpyrazine, trimethylpyrazine, 2-ethyl-3,5-dimethylpyrazine등이었다. pyridines, thiazoles, aldehydes, alcohols도 비슷한 증가현상을 나타내었다. acids는 190°C까지는 2.51~4.41 ppm으로 거의 변화를 보이지 않았으나 210°C에서는 18.92 ppm으로 급증하였다. 그

Table 3. Classification of volatile flavor compounds of sesame oils with roasting temperature (ppm)

Peak No.	RT(min)	Compound name	25	110	130	150	170	190	210	220	230
<b>PYRAZINES</b>											
21	16.84	pyrazine	0.27	0.17	0.45	0.35	0.81	0.47	0.66	0.98	1.02
29	19.43	methyl pyrazine	0.11	0.13	0.79	0.44	1.58	9.95	12.27	13.55	20.30
38	22.21	2,5-dimethyl pyrazine	3.40	4.71	5.69	8.31	13.46	15.23	18.99	17.40	16.54
39	22.57	2,6-dimethyl pyrazine	0.10	0.15	0.39	0.41	0.87	4.33	4.80	6.89	8.23
40	22.96	ethyl pyrazine	0.00	0.04	0.16	0.16	0.36	1.41	1.78	3.34	2.86
45	23.49	2,3-dimethyl pyrazine	0.30	0.58	1.16	1.40	1.24	1.68	1.60	3.02	3.58
46	23.92	2-isopropyl pyrazine	0.00	0.03	0.09	0.00	0.07	1.52	0.53	0.94	0.64
52	25.52	2-ethyl-6-methyl pyrazine	0.00	0.13	0.24	0.00	0.56	2.65	2.74	5.62	4.89
53	25.82	2-ethyl-5-methyl pyrazine	2.33	2.65	3.41	6.06	6.29	6.61	6.62	9.47	8.90
56	26.47	trimethyl pyrazine	1.38	1.10	2.25	2.57	4.70	5.44	6.22	9.83	10.24
57	26.79	2-methyl-5-(1-methylethyl)-pyrazine	0.43	0.48	0.54	1.04	0.67	0.59	0.11	0.74	0.82
59	27.18	propyl pyrazine	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.18	0.00	0.00
60	27.90	2,6-diethyl pyrazine	2.30	2.06	1.94	4.53	4.47	3.74	2.65	6.17	4.81
61	28.23	ethenyl pyrazine	0.08	0.06	0.09	0.11	0.06	0.28	0.32	0.72	0.25
64	28.54	2-ethyl-3,5-dimethyl pyrazine	0.05	0.32	1.10	0.29	2.77	2.10	4.63	7.15	6.04
67	29.26	3-ethyl-2,5-dimethyl pyrazine	0.38	0.40	0.72	0.76	0.44	1.38	1.52	1.68	1.91
68	29.47	2-methyl-5-propylpyrazine	0.18	0.27	0.20	0.52	0.00	0.00	0.00	0.67	1.81
70	30.61	2-(1-propenyl)-pyrazine	0.00	0.00	0.15	0.00	0.19	0.58	0.00	0.24	0.73
75	30.87	3,5-diethyl-2-methyl pyrazine	0.26	0.48	0.45	0.69	1.54	1.06	0.00	1.24	1.77
76	31.09	2-ethenyl-5-methyl pyrazine	0.15	0.14	0.08	0.44	0.17	0.20	0.83	1.40	1.43
82	33.13	2-methyl-6-(1-propenyl)-pyrazine	0.55	0.66	0.46	1.22	0.94	1.00	0.85	1.81	0.00
83	33.75	2-(1-propenyl)-pyrazine	0.00	0.00	0.14	0.14	0.41	0.93	0.42	0.63	1.91
95	37.04	2-methyl-3-cis-propenylpyrazine	0.23	0.36	0.05	0.34	0.73	1.22	0.56	2.03	1.21
112	39.83	2-methyl-3-(methylthio)-pyrazine	0.24	0.27	0.00	0.00	0.60	0.67	0.74	1.51	1.72
113	40.52	2-acetyl-3-methylpyrazine	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.18	0.96	0.00
164	53.21	4(1H)-quinazolinone	0.04	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.67	0.62	2.03
sub total			12.77	15.25	20.53	29.77	42.93	63.06	70.84	98.60	103.60
<b>PYRIDINES</b>											
13	16.70	pyridine	0.42	0.34	1.01	0.96	1.56	1.35	1.27	1.12	1.15
22	17.60	2-methyl pyridine	0.59	0.92	1.66	1.50	3.02	2.84	3.96	4.76	6.25
34	20.96	4-methyl pyridine	1.05	1.05	1.15	1.89	1.96	1.99	1.89	2.93	2.62
78	31.60	4-hydroxy pyridine	0.00	0.00	0.11	0.00	0.71	1.42	1.27	1.43	1.72
88	34.77	2-pentyl pyridine	0.00	0.48	0.30	0.35	2.12	3.16	2.02	2.64	2.65
93	36.39	1-(2-pyridinyl)-ethanone	0.00	0.03	0.00	0.03	0.00	0.33	0.76	1.14	1.19
100	37.53	4-acetylpyrimidine	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.45	0.26	0.00	0.94
111	39.64	5-methyl-2-pyridinamine	0.00	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	1.48	1.48	2.09
127	45.13	3-(methylthio)-pyridine	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.39	0.66	2.85
194	61.68	3-benzyl pyridine	0.06	0.03	0.00	0.03	0.00	0.08	0.16	0.08	0.23
198	62.48	4-phenyl pyridine	0.00	0.04	0.00	0.00	0.00	0.12	0.10	0.19	0.22
sub total			2.11	2.94	4.23	4.75	9.38	11.73	13.55	16.42	21.91
<b>THIAZOLES</b>											
25	17.95	2-methyl thiazole	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.42	0.56
26	18.63	thiazole	0.39	0.55	1.67	1.68	2.05	2.13	2.49	2.48	3.51
31	20.31	4-methyl thiazole	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.39	0.62	1.07	1.08
32	20.82	3-methyl thiazole	0.25	0.30	0.58	0.70	2.28	1.53	1.61	1.63	1.54
35	21.91	2,4-dimethyl thiazole	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.43	0.16	0.44	0.66
48	24.94	2,4,5-trimethyl thiazole	0.05	0.05	0.04	0.21	0.10	0.10	0.34	0.75	0.87
103	38.55	2-acetylthiazole	1.79	2.83	1.12	2.08	3.40	4.45	3.50	4.96	6.72
114	40.71	2,5-diethylthiazole	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.16	0.96	0.84	1.23
155	51.70	benzothiazole	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.16	0.17	0.30
sub total			2.47	3.73	3.40	4.67	7.84	10.19	9.83	12.76	16.46

Table 3. Continued

Peak No.	RT(min)	Compound name	25	110	130	150	170	190	210	220	230
<b>FURANS</b>											
24	17.86	2-pentyl furan	0.00	0.00	0.00	0.00	0.16	0.00	0.12	0.23	0.34
69	29.87	2-furan carboxaldehyde	0.11	0.14	0.29	0.48	1.19	1.25	1.67	2.15	2.46
79	31.82	1-(2-furanyl)-ethanone	0.20	0.35	0.00	0.62	0.12	1.32	1.34	1.59	2.76
84	33.34	2-furanmethanol acetate	0.21	0.25	0.34	0.48	0.75	0.81	0.91	1.83	2.05
90	35.18	5-methyl-2-furancarboxaldehyde	0.07	0.15	0.22	0.30	0.50	1.90	2.78	3.58	3.53
108	39.33	2-furanmethanol	0.03	0.05	0.00	0.00	0.11	1.33	2.52	2.31	4.70
sub total			0.61	0.96	0.85	1.87	2.82	6.61	9.34	11.70	15.84
<b>PYRROLES</b>											
8	15.32	1-ethyl-1H-pyrrole	0.04	0.07	0.14	0.12	0.16	0.16	0.00	0.09	0.11
80	32.50	1H-pyrrole	0.24	0.37	0.92	0.76	0.59	0.77	0.85	4.17	4.17
94	36.58	2,3-dimethyl-1H-pyrrole	0.00	0.17	0.17	0.13	0.41	0.55	1.30	1.32	0.31
99	37.35	1-methyl-1H-pyrrole-2-carboxaldehyde	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.60	1.68	0.86
121	44.15	3-acetyl-4-methyl-1-pyrrolin-2-one	0.00	0.00	0.23	0.00	0.29	0.57	0.25	0.67	0.58
129	46.62	1-(2-furanylmethyl)-1H-pyrrole	0.16	0.18	0.11	0.00	0.13	0.00	0.41	0.55	0.67
161	52.58	1-(1H-pyrrole-2-yl)-ethanone	0.00	0.04	0.00	0.03	0.00	0.06	0.10	0.14	0.29
175	55.71	1H-pyrrole-2-carboxaldehyde methyl ester	0.11	0.20	0.06	0.06	0.06	0.06	0.27	0.16	0.48
sub total			0.55	1.02	1.63	1.10	1.65	2.17	3.77	8.77	7.47
<b>PHENOLS</b>											
142	48.13	2-methoxy phenol(guaiacol)	0.04	0.70	0.11	0.08	0.20	1.45	8.63	16.87	31.23
143	48.56	3-methyl phenol	0.15	0.00	0.00	0.03	0.11	0.24	0.25	0.31	0.49
168	54.17	phenol	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75
171	54.80	4-ethyl-2-methoxy-phenol	0.00	0.00	0.10	0.00	0.12	0.30	0.57	0.61	1.38
187	59.95	2-methoxy-4-(2-propenyl)-phenol	0.00	0.03	0.00	0.00	0.05	0.00	0.11	0.00	0.12
sub total			0.19	0.73	0.21	0.11	0.47	1.99	9.56	17.79	33.98
<b>ALDEHYDES</b>											
5	10.79	hexanal	0.13	0.14	0.27	0.06	0.90	0.20	0.16	0.22	0.38
81	32.66	benzaldehyde	0.00	0.08	0.00	0.06	0.18	0.56	0.50	0.96	1.12
101	38.20	4-methylbenzaldehyde	0.08	0.15	1.15	0.14	1.64	0.97	0.69	0.90	1.23
102	38.41	benzeneacetaldehyde	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.23	0.70	1.82	0.00
119	43.76	(E,Z)-2,4-decadienal	0.06	0.10	0.00	0.03	0.08	0.18	0.70	1.29	1.95
128	45.80	(E,E)-2,4-decadienal	1.85	2.13	0.71	1.77	4.02	3.83	4.02	4.97	5.20
196	62.21	1,3-benzodioxole-5-carboxaldehyde	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.11	0.09	0.08
207	72.95	4-hydroxy-3-methoxy benzaldehyde(vanillin)	0.14	0.20	0.22	0.15	0.20	0.50	0.19	0.25	0.19
sub total			2.26	2.80	2.34	2.20	7.02	6.48	7.06	10.49	10.16
<b>HYDROCARBONS</b>											
58	27.03	pentyl benzene	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.35	0.30	0.73	0.70
91	35.34	a-begamotene	0.00	0.00	0.00	0.00	0.11	0.27	0.15	0.16	1.65
117	42.63	naphthalene	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.61	0.92	1.56
126	44.96	octadecane	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.39	0.40	0.49	0.66
130	47.13	1-methyl naphthalene	0.00	0.08	0.00	0.22	0.00	0.22	0.46	0.44	0.70
162	53.00	eicosane	0.00	0.02	0.00	0.04	0.00	0.10	0.18	0.20	0.56
167	53.99	1-ethoxy-3-methyl-benzene	0.03	0.06	0.00	0.04	0.00	0.00	0.23	0.27	0.40
223	102.90	1-hexadecene	0.00	0.15	0.07	0.00	0.07	0.00	0.45	0.70	0.36
sub total			0.09	0.31	0.07	0.29	0.18	1.33	2.77	3.90	6.58

Table 3. Continued

Peak No.	RT(min)	Compound name	25	110	130	150	170	190	210	220	230
<b>ALCOHOLS</b>											
27	18.86	1-pentanol	0.00	0.00	0.12	0.17	0.17	0.00	0.00	0.32	0.00
65	28.70	1-octen-3-ol	0.77	0.91	1.37	3.33	2.47	2.50	1.97	3.90	3.43
87	34.17	1-octanol	0.17	0.47	0.55	0.97	0.90	1.49	1.82	2.24	3.04
98	37.25	2-(2-ethoxyethoxy)-ethanol	0.00	0.06	0.00	0.00	0.00	0.41	1.18	1.64	4.08
144	48.72	benzenemethanol	0.00	0.10	0.00	0.08	0.00	0.08	0.20	0.18	0.36
152	50.05	benzeneethanol	0.02	0.10	0.23	0.10	0.18	0.26	0.17	0.18	0.34
199	62.70	1,3-benzodioxol-5-ol	0.25	0.28	0.39	0.20	0.42	1.50	0.43	0.35	0.25
		sub total	1.20	1.92	2.66	4.85	4.14	6.24	5.77	8.80	11.50
<b>INDOLES</b>											
203	69.64	1H-indole	0.09	0.11	0.09	0.09	0.07	0.34	0.33	0.31	0.52
206	70.95	3-methyl-1H-indole	0.00	0.19	0.00	0.14	0.00	0.00	0.16	0.27	0.20
		sub total	0.09	0.30	0.09	0.22	0.07	0.34	0.48	0.58	0.72
<b>KETONES</b>											
1	9.52	pentane-2,3-dione	0.12	0.00	0.14	0.00	0.24	0.41	0.17	0.11	0.14
104	38.68	1-phenyl-ethanone	0.59	1.39	2.90	1.21	1.56	1.83	2.51	2.96	2.33
109	39.51	1-(3,4-dimethylphenyl)-ethanone	0.02	0.08	0.00	0.05	0.07	0.00	0.00	0.65	0.64
		sub total	0.74	1.47	3.04	1.25	1.87	2.24	2.68	3.72	3.11
<b>ACIDS</b>											
160	52.24	heptanoic acid	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	0.24	0.34	0.48
179	56.38	octanoic acid	0.11	0.22	0.10	0.23	0.00	0.14	0.42	0.13	0.45
189	60.33	nonanoic acid	0.00	0.06	0.00	0.00	0.11	0.08	10.99	0.45	0.99
210	80.51	pentadecanoic acid	0.05	0.07	0.08	0.06	0.05	0.15	0.09	0.12	0.00
215	85.51	tetradecanoic acid	0.02	0.03	0.00	0.04	0.06	0.09	0.00	0.07	0.08
216	86.21	hexadecanoic acid	1.68	1.69	1.99	2.39	1.88	1.58	4.78	3.76	2.36
217	87.22	9-hexadecenoic acid	0.04	0.06	0.05	0.06	0.05	0.21	0.13	0.09	0.19
218	91.23	heptadecanoic acid	0.09	0.12	0.12	0.12	0.13	0.00	0.21	0.27	0.15
220	99.20	octadecanoic acid	0.72	0.78	1.15	1.23	1.16	0.20	2.06	1.98	0.87
224	106.88	(Z,Z)-9,12-octadecadienoic acid	0.12	0.23	0.00	0.27	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		sub total	2.83	3.25	3.49	4.41	3.43	2.51	18.92	7.20	5.56
<b>NITRILES</b>											
92	35.79	3-fluoro-benzeneacetonitrile	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.39	0.59	0.63	1.56
153	50.76	benzeneacetonitrile	0.05	0.04	0.00	0.15	0.09	0.13	0.13	0.33	0.45
172	55.12	benzenepropanenitrile	0.09	0.13	0.05	0.12	0.10	0.16	0.26	0.37	1.02
180	56.63	4,6-dimethoxyisophthalonitrile	0.00	0.05	0.00	0.06	0.00	0.00	0.22	0.16	0.58
		sub total	0.14	0.22	0.05	0.32	0.28	0.68	1.20	1.48	3.61
<b>ESTERS</b>											
182	58.02	phosphoric acid tributyl ester	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.12	0.00	0.08	0.11
190	61.30	hexadecanoic acid methyl ester	0.03	0.12	0.16	0.07	0.41	2.25	2.78	1.25	1.76
201	68.41	octadecanoic acid methyl ester	0.09	0.10	0.12	0.09	0.09	0.33	0.24	0.23	0.30
202	69.11	7-octadecenoic acid methyl ester	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.11	0.95
204	70.55	(Z,Z)-9,12-octadecadienoic acid methyl ester	0.00	0.03	0.00	0.02	0.00	0.24	0.00	0.08	0.06
209	76.43	1,2-benzenedicarboxylic acid dibutyl ester	0.00	0.00	0.16	0.00	0.00	0.00	0.31	0.70	0.29
221	101.63	1,2-benzenedicarboxylic acid, bis(	0.63	0.51	0.32	0.64	0.66	0.00	1.71	0.98	0.59
		sub total	0.75	0.75	0.75	0.81	1.16	2.94	5.04	3.42	4.05

Table 3. Continued

Peak No.	RT(min)	Compound name	25	110	130	150	170	190	210	220	230
<b>OTHERS</b>											
3	10.54	dimethyl disulfide	1.63	1.52	5.00	2.10	7.63	5.83	4.87	2.30	4.03
125	44.31	1-(3-thienyl)-ethanone	1.00	1.55	0.67	1.27	2.22	2.83	2.43	2.62	4.58
154	51.44	2-fluoro-4-methylanisole	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.29	0.36	0.55
184	58.58	3-phenyl thiophene	0.03	0.03	0.00	0.06	0.00	0.19	0.53	0.29	0.54
222	101.81	heptadecane-(8)-carboxic acid-(1)	0.37	0.39	0.57	0.42	0.50	1.07	0.84	1.02	0.47
sub total			3.04	3.49	6.24	3.85	10.35	9.91	8.95	6.59	10.17
Total sum			42.16	54.40	60.01	79.29	118.15	166.00	209.35	260.40	314.60
Top note (peak No.1~91)			19.87	24.66	40.75	50.91	75.89	103.21	110.80	152.75	166.93
Middle note (peak No. 92~197)			17.72	24.34	13.32	21.88	36.71	54.82	85.99	95.61	138.62
Last note (peak No. 198~224)			4.58	5.41	5.94	6.51	5.55	8.13	12.56	12.03	9.05

러나 볶음온도를 더 높은 220°C에서는 7.20 ppm, 230°C에서는 5.56 ppm으로 점진적으로 감소하였다. 이는 nonanoic acid, palmitic acid, stearic acid 등이 고온가열에 의해 생성되었다가 온도가 더욱 상승하면 열분해로 소실되기 때문으로 생각된다. 또한 190°C 이후 phenols의 증가가 뚜렷하였으며, 이는 대부분 혼연취(smoky), 나무향(woody)으로 표현되는 guaiacol의 현저한 증가때문임을 알 수 있었다.

Namiki<sup>(18)</sup>는 볶음향은 일반적으로 볶음온도와 볶음시간에 따라 크게 변화하여 다소 grassy, mildly sweet, desirable aroma에서 irritating, scorching smell까지로 변화되는데 이러한 변화는 140~230°C의 온도범위에서 잘 일어난다고 보고하였다. 볶음참깨의 주요한 향은 pyrazines(roasted flavors), furans(sweet and scorched flavors), carbonyl compounds(oily aldehyde), ketones(caramel-like aroma), alcohols(mild sweet odors), lactones, esters, organic acids, hydrocarbons, phenols, sulfur compounds 등에 기인하며 이들이 특징적인 향으로 나타난다고 하였다. 대부분 이들 화합물은 참깨를 180°C이상에서 볶을 경우 그 성분의 열화학적 반응에 의해서 생성되는데 pyrazines, thiazoles 같은 heterocyclic compounds들은 참깨 내에 함유되어 있는 당과 아미노화합물의 마이알반응에 의해서 생성된다고 하였다. 또 이러한 반응은 비교적 높은 온도에서 수분이 적고(water-deficient), 기름이 풍부한 계(oil-rich system)에서 일어나는 것으로 알려져 있다.

Soliman 등<sup>(7)</sup>은 볶음참깨를 sweeping method와 carbon dioxide distillation하여 향농축물을 분석한 결과, limonene, 2-phenyl furan, guaiacol, aldehydes 9종, ketones 2종, alcohol 5종, esters 2종 및 7종의 주요한

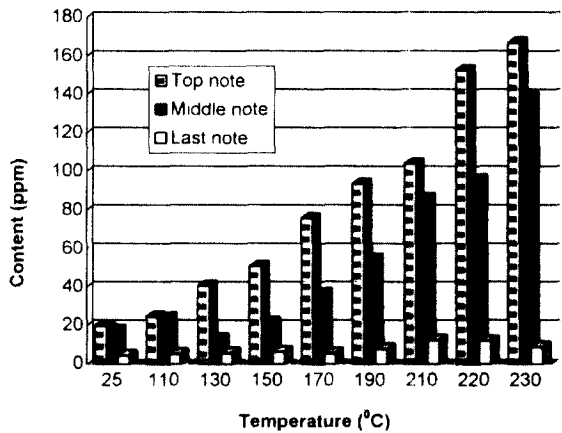


Fig. 1. Changes in volatile flavor compounds of oils with roasting temperature.

pyrazines을 확인하였으며 주요한 대부분의 성분은 pyrazines이었고 그 중에서 2,5-dimethylpyrazine이 가장 많았다고 보고하였다. 이러한 pyrazine화합물은 볶음참깨의 "roasted-nutty" character에 기여한다고 보고하였다.

Manley 등<sup>(19)</sup>은 alkylpyrazines형성의 과정은 주로 아미노산과 당사이의 축합반응에 기인한다고 하며, 참깨에서 발견되는 주요 pyrazines인 2,5-dimethylpyrazine, 2,6-dimethylpyrazine은 아마도 아미노산과 pyruvaldehyde가 축합 후, Strecker degradation으로 amino-reductone을 형성하고 산화되어 2,5-dimethylpyrazine과 2,6-dimethylpyrazine을 생성하는데 2,5-dimethylpyrazine은 질소원으로서 아미노산의 종류에 관계없이 생성되고, 그 외 다른 alkylpyrazine도 비슷한 메카니즘으로 형성된다고 하였다.

Kinoshita 등<sup>(14)</sup>은 볶음참깨의 염기성 향기성분을 동정

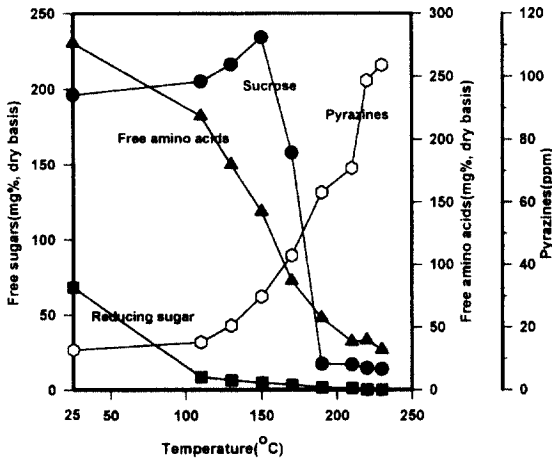


Fig. 2. Relationship between the formation of pyrazines and the destruction of free amino acids and sugars with roasting temperature.

분석한 결과, 2,5-dimethylpyrazine, 2,3,5-trimethylpyrazine, 2,5-dimethyl-3-ethylpyrazine 등이 pyrazine계 화합물이 주요구성 성분이고 역치(threshold)를 고려하더라도 이들 3성분이 볶음참깨의 고소한 향에 중요한 역할을 한다고 보고하였다.

본 실험의 결과에서도 참기름의 고소한 향은 볶음온도의 상승에 따라 가장 많은 생성량을 보인 pyrazine 화합물 때문임으로 추정할 수 있었다. 그 중에서도 methylpyrazine, 2,5-dimethylpyrazine, 2,6-dimethylpyrazine, trimethylpyrazine, 2-ethyl-3,5-dimethylpyrazine에 의한 것임을 확인할 수 있었다. 이러한 pyrazine화합물은 참기름 내에 있는 다른 향기성분들보다 상대적으로 구성함량비가 높고, 비점이 대체로 낮아서 관능적으로 우선 느끼게 되는 top note에 속하므로 odor impact가 강하고 이에따라 고소한 향에 기여도도 클 것으로 생각한다.

한편 190°C 이상에서 pyrazine화합물의 높은 증가현상을 전보<sup>(16)</sup>에서 보고한 유리아미노산(arginine, serine, threonine, cystine, lysine 등)과 유리당(sucrose, glucose, fructose)의 현저한 감소경향과 관련지어보면 pyrazine 화합물은 Maillard반응의 주요반응물질이라고 추정할 수 있다(Fig. 2).

## 요 약

참기름의 향기성분을 GC 및 GC/MS로 분석한 결과, pyrazines 26종, pyridines 11종, thiazoles 9종, furans 6종, pyrroles 8종, phenols 5종, aldehydes 8종,

hydrocarbons 8종, alcohols 7종, indoles 2종, ketones 3종, acids 10종, nitriles 4종, esters 7종, 기타 5종 등 119종의 향기성분을 분리, 동정 및 정량하였다. 향기 성분총량은 볶음온도상승에 따라 증가하여 초기함량 42.16 ppm로부터 150°C 볶음온도에서 79.29 ppm으로 약 2배, 210°C 볶음온도에서 약 5배(209.35 ppm), 230°C 볶음온도에서 314.60 ppm으로 약 8배 생성된 것으로 나타났다.

분리되어나온 향기성분을 머무름시간에 따라 3등분하여 top note(peak No. 1~91), middle note(peak No. 92~197), last note(peak No. 198~224)로 분류 비교한 결과, pyrazine화합물을 포함하고 있으며 관능적으로 중요한 top note함량이 초기함량 19.87 ppm으로부터 170°C에서 75.89 ppm으로 약 4배 증가한 후, 이후 온도상승에 따라 현저한 증가현상을 나타낸 반면, middle note함량은 초기함량 17.72 ppm으로부터 170°C에서 36.71 ppm으로 약 2배 증가한 후, 220°C인 경우 95.61 ppm에서 230°C인 경우 138.62 ppm으로 급격히 증가하였다. last note는 170°C까지 거의 변화하지 않다가 190°C에서 급격히 증가, 220°C 이후 감소하는 경향을 나타내었다.

향기성분 중 주요구성화합물은 pyrazine화합물이었다고 볶음온도상승에 따라 150°C까지는 미미한 증가현상을 나타내다가 170°C 이상에서 화합물 중 가장 급격한 증가현상을 나타내었다. pyrazine화합물 중에서 온도상승에 따라 가장 많은 변화를 보인 화합물은 methylpyrazine, 2,5-dimethyl pyrazine, 2,6-dimethylpyrazine, trimethylpyrazine, 2-ethyl-3,5-dimethylpyrazine 등이었다. pyridines, thiazoles, aldehydes, alcohols도 비슷한 증가현상을 나타내었고 acids는 190°C까지는 2.51~4.41 ppm으로 거의 변화를 보이지 않다가 210°C에서 18.92 ppm으로 급증하였고, 이후 220°C에서 7.20 ppm, 230°C에서 5.56 ppm으로 점진적으로 감소하였다. 이는 nonanoic acid, palmitic acid, stearic acid 등이 고온가열에 의해 생성되었다가 이들이 열분해로 소실되었기 때문으로 생각된다.

## 문 헌

- Schieberle, P. and Winterhalter, P. Studies on the flavor of roasted white sesame seeds, pp.343-360. In: Progress in flavour precursor studies. Schreier, P. and Winterhalter, P. (eds.). Allured Publishing Co. USA (1992)
- Takei, Y. Aroma components of roasted sesame seed and roasted huskless sesame seed. Nippon Kasei Gakkaishi 39: 803-815 (1988)

3. Yoon, H.N. Sensory characterization of roasted sesame seed oils using gas chromatographic data. *Korean J. Food Sci. Technol.* 28: 298-304 (1996)
4. Ha, J.H. Characteristics of the volatile flavor compounds in the oil from roasted sesame seed. *Korean J. Food Sci. Technol.* 29: 1101-1104 (1997)
5. Ha, J.H. Changes in the flavor compounds of the oil from sesame seeds with roasting conditions. Ph. D. Thesis, Korea Univ., Seoul, Korea (1991)
6. Lee, Y.G., Lim, S.U., and Kim, J.O. Influence of roasting conditions on the flavor quality of sesame seed oil. *J. Korean Agric. Chem. Soc.* 36: 407-415 (1993)
7. Soliman, M.M., El-Sawy, A.A., Fadel, H.M. and Osman, F. Identification of volatile flavor components of roasted white sesame seed. *Acta Alimentaria.* 15: 251-263 (1986)
8. Takei, Y. Volatile components formed by roasting of sesame seed fractions. *Nippon Kasei Gakkaishi* 40: 23-34 (1989)
9. Fukuda, Y. Food chemical studies on the antioxidants in sesame seed. *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi.* 37: 484-492 (1990)
10. Awasuhara, H. The stability of processed sesame seeds -The aroma of roasted sesame seeds, roasted and ground sesame seeds and the properties of the oil in them- *Jori Gagaku* 13: 75-80 (1980)
11. Nakamura, S., Nishimura, O., Masuda, H. and Mihara, S. Identification of volatile flavor components of the oil from roasted sesame seeds. *Agric. Biol. Chem.* 53: 1891-1899 (1989)
12. Manley, C.H., Vallon, P.P. and Erickson, R.E. Some aroma components of roasted sesame seed(*Sesame indicum* L.). *J. Food Sci.* 39: 73-76 (1974)
13. Soliman, M.M., Kinoshita, S. and Yamanishi, T. Aroma of roasted sesame seeds. *Agric. Biol. Chem.* 39: 973-977 (1975)
14. Kinoshita, S. and Yamanishi, T. Identification of basic components of roasted sesame seeds. *Noukei Gagaku Kaishi* 47:737-739 (1973)
15. Namiki, M. and Kobayashi, T. *Sesame Science.* Asakura Shoten, Tokyo, Japan (1989)
16. Kim, H.W., Jeong, S.Y. and Woo, S.J. Studies on the physicochemical characteristics of sesame with roasting temperature. *Korean J. Food Sci. Technol.* 31: 1137-1143(1999)
17. Kim, H.W., Choi, C.U. and Woo, S.J. Changes of volatile flavor compounds in sesame oils during industrial process. *Korean J. Food Sci. Technol.* 30: 739-744(1998)
18. Namiki, M. The chemistry and physiological functions of sesame. *Food Reviews International* 11: 281-329 (1995)
19. Manley, C.H., Vallon, P.P. and Erickson, R.E. Some aroma components of roasted sesame seed(*Sesame indicum* L.). *J. Food Sci.* 39: 73-76 (1974)

---

(1999년 6월 8일 접수)