

## 가공공정에 따른 참기름 휘발성 향기성분의 변화

김현위 · 최춘언 · 우순자\*

오뚜기 중앙연구소, \*고려대학교 생명공학원

## Changes of Volatile Flavor Compounds in Sesame Oils during Industrial Process

Hyeon-Wee Kim, Chun-Un Choi and Sun-Ja Woo\*

Ottogi Research Center, \*Graduate School of Biotechnology, Korea University

### Abstract

Changes of volatile flavor compounds in sesame oil during industrial process (roasting temp.  $225\pm2^{\circ}\text{C}$ , roasting time 15 min) were investigated. Total volatile flavor compounds of 1st expressed oil from roasted sesame seeds were 536.3 ppm, and those of 2nd expressed oil from sesame seed cake, residue of 1st expression, were 266.8 ppm. Those of 1st filtered oil, fixed oil and 2nd filtered oil were 472.2 ppm, 472.4 ppm and 443.0 ppm, respectively. Volatile flavor compounds were gradually decreased during processing. Top notes (peak No.1~26) playing an important role in the aromatic character of sesame oil, of 2nd expressed oil were markedly reduced (70.67% of initial content). Especially pyrazine compounds showed the largest reduction in 2nd expressed oil. Total volatile flavor compounds of fixed oil, filtered oil were reduced slightly.

Key words: industrial process, volatile flavor compounds, sesame oil

### 서 론

우리나라를 포함해서 동아시아 각국에 공통되는 참깨의 조리법 중의 하나가 참깨를 볶는 것이다. [焙煎, [볶는다]라고 하는 것은 커피콩이나 참깨와 같은 乾燥粒의 식품을 절남비, 평평한 솥에서 그다지 타지않을 정도로 간접가열(140~200°C정도)하여 향기 등 독특하고 바람직한 품질변화를 부여하는 것으로서 옛부터 널리 이용되어온 식품가공공정이다. 참깨의 볶음을 이용한 예로서는 우선 볶은 참깨, 그것을 갈은 참깨, 으깬 참깨 및 종자를 200°C부근에서 가열하여 압착한 볶음참기름이 있다. 이처럼 볶음은 참기름 특유의 芳香과 色을 얻기 위한 중요한 처리공정이다. 참깨의 볶음은 전통적으로 평평한 솥에서부터 1960년대까지는 batch식의 대형철솥이나 흙솥을 사용한 鍋焙式 볶음이 행해졌다. 현재는 공장규모로 열풍식 로타리킬른(rotary kiln)이 채용되고 있다. 열풍식 로타리킬른장치는 킬른본체, 열풍발생로, 排煙가스처리시스템으로 되어있다. 원료투입구로부터 주입된 원료는 킬른내를

통과하면서 670~760°C의 열풍으로 가열되어, 볶아진다<sup>(1,3)</sup>. 이러한 볶음참깨유의 일반적인 제조공정은 종자선별→볶음(로타리킬른)→증자, 압착→여과→제품으로 이루어진다<sup>(4)</sup>. 그러나, 대량 생산시 수율을 올리기 위하여 1차착유하고 남은 참깨박으로부터 2차착유를 하기도 하고, 침전물을 제거하기 위하여 정처공정을 거치기도 하기 때문에 이러한 공정에 따라 참기름의 고유한 품질특성인 향의 변화를 알아보고자 하였다.

### 재료 및 방법

#### 재료

중국산(*Sesame indicum* L. 1997년산) 참깨를 농수산물유통공사를 통하여 구입하여 공시재료로 사용하였다.

#### 시료준비

볶음장치(로타리킬른)조건 즉, 참깨볶음온도  $225\pm2^{\circ}\text{C}$ , 볶음시간 15분으로 볶아서 나온 참깨를 연속식 expeller를 이용하여 400 kg/cm<sup>2</sup>로 착유하여 얻은 기름을 1차압착유, 1차착유하고 남은 참깨박을 3시간 후 재착유하여 얻은 기름을 2차압착유, 1차압착유와 2차압착유를 혼합한 다음 여과포를 사용하여 여과한 참

기름을 1차여과유, 1차여과유의 침전물을 제거하기 위해서 정치시켜서 얻은 참기름을 정치유, 정치유를 다시 여과해서 얻은 참기름을 2차여과유로 구분하여 이들의 공정에 따른 참기름 향의 변화를 실험하였다.

### 향기성분의 추출 및 분석

Likens & Nickerson 장치를 사용하여 simultaneous distillation extraction법<sup>(5)</sup>으로 실시하였다. 즉, 증류용 플라스크에 참기름 30 g과 증류수 100 mL를, 추출용 플라스크에 재증류한 dichloromethane 100 mL를 넣은 후, 각각 oil bath상에서 130°C, water bath상에서 50°C를 유지하면서 3시간동안 추출하였다. 추출액을 sodium sulfate, anhydrous로 탈수한 후 kuderna-danish 농축기를 이용하여 농축하였고, rotary evaporator로 50°C를 유지하면서 0.5 mL로 재농축하여 GC 및 GC/MS분석 시료로 사용하였다.

### GC 및 GC/MS분석

Table 1 및 Table 2와 같다.

### 향기성분의 동정 및 정량

GC/MS분석으로 얻은 mass spectrum을 GC/MS의 software로 내장된 wiley library와 비교하여 동정하였으며, 정량은 추출용매인 dichloromethane을 내부표준 물질로 사용하여 이의 피크면적과 각 성분의 피크면적과의 비로부터 얻어진 농도(ppm)로 산출하였다.

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

Instrument	Hewlett Packard 6890 GC (USA)
Column	CBP20 (polyethylene glycol) 30 m × 0.2 mm × 0.2 μm
Carrier	Helium, 0.7 mL/min constant flow Makeup flow 19 mL/min
Oven	50°C---4°C/min---230°C (30 min)
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) 30 m × 0.25 mm × 0.25 μm
Carrier	Helium, 1.0 mL/min constant flow
Oven	50°C (4 min)---4°C/min---230°C (30 min)
Injection	Split mode, Split flow 13 mL/min, Inlet 250°C
DET	MSD 280°C
Ion Source	EI (70 eV)
Inj. vol.	0.2 μl

### 결과 및 고찰

#### 휘발성성분의 동정

총 75개 성분을 분리하였으며, pyridine류 10종, pyrazine류 16종, phenol류 6종, furan류 7종, aldehyde류 3종, acid류 5종, thiazole류 4종, unknown 4종, others 19종 등을 확인하였다(Table 3). 구성비율은 1차 암착유의 경우 pyrazine류 56.29%, phenol류 15.01%, pyridine류 7.08%, furan류 8.78%, acid류 3.07%, thiazole류 1.75%, 기타 6.21%로서 대부분이 pyrazine화합물이었다. 볶음참깨의 현재까지 밝혀진 향기성분은 pyrazines 29종, 달콤한 향을 나타내는 furans 14종, 연기냄새를 나타내는 pyrroles 등의 합질소화합물 15종, 기름냄새를 나타내는 aldehydes, 달콤한 카라멜냄새를 나타내는 digulotone을 포함한 ketones를 합해서 32종, 방향의 alcohols 15종, 과일을 연상시키는 esters와 milk같은 단냄새를 가지는 lactones 각 5종, 산(acids) 5종, 약한 불쾌취를 나타내는 탄화수소 8종, 소독약냄새를 나타내는 phenols 5종, 농도가 진할 경우 부쾌취 등의 불쾌취를 나타내지만, 약한 경우에는 향에 진한 향기로 움을 부여하기도 하는 함황화합물 8종 등 총합계 141종의 성분이 동정되었다<sup>(4)</sup>. 그러나 단일성분으로 참깨특유향을 나타내는 물질은 보고되어있지않다. 竹井 등<sup>(6,7)</sup>에 의해 동정된 141개 향기성분에 있어서는 furan류, pyrazine류 등 각각 nut류의 달콤한 향, 참깨같은 향 이외에 훈연취, 탄냄새 등의 향의 특징이 확인되고 있다. 참깨의 향기성분에는 pyrazine화합물, 달콤한 향기인 furan화합물, 기름냄새를 나타내는 carbonyl화합물 외에 alcohol류, carbonic acid류, 황화수소등이 있다. 또한, 참깨를 볶아서 얻은 볶음참깨유에는 강한 특유의 향이 있지만 지금까지의 연구에서는 볶음참깨와 똑같은 성분이 발견되고 있는 외에 최근 oxizole, phenol화합물외에 thiazole 등 다양한 함황화합물의 존재도 보고되고 있다<sup>(4)</sup>.

#### 가공공정이 참기름향에 미치는 영향

전체 향기성분량은 1차암착유 536.3 ppm, 2차암착유 266.8 ppm, 1차여과유 472.2 ppm, 정치유 472.4 ppm, 2차여과유 443.0 ppm으로 가공공정이 진행됨에 따라 점차 감소하였으며, 특히 1차암착하고 남은 참깨박을 재착유할 경우 2차암착유에는 약 50%의 향기성분만이 잔존되어 품질가치가 저하됨을 알수 있었다. 이는 볶은 참깨로부터 착유한 1차 암착유의 경우 향성분이 많이 생성되는반면 1차 착유하고 남은 부산물인 참깨박(약 10~12% 조지방 함유)내에서의 향성분 생성은

**Table 3. Changes of volatile flavor compounds in sesame seed oil during process** (unit: ppm)

RT (min)	Peak No.	Compound name	A	B	C	D	E
7.56	1	Pentan-2,3-dione	1.2	0.7	0.9	1.3	1.6
8.46	2	Dimethyl disulfide	2.5	0.3	1.3	0.9	1.0
8.74	3	Hexanal	1.5	2.6	3.6	3.1	2.9
12.20	4	Pyridine	4.3	0.8	2.7	2.5	2.2
13.32	5	Pyrazine	6.7	1.0	3.6	3.5	2.8
13.66	6	2-Methylpyridine	1.4	0.3	0.9	0.9	0.8
14.28	7	2-Pentylfuran	0.9	1.5	1.8	1.6	1.4
14.47	8	2-Methylthiazole	1.0	0.2	0.7	0.6	0.6
14.88	9	Thiazole	1.8	0.3	1.0	0.9	0.8
15.22	10	1-Pentanol	1.2	0.7	1.7	1.6	1.5
15.64	11	Methylpyrazine	106.3	20.9	71.1	68.5	59.8
16.28	12	4-Methylthiazole	4.6	1.0	3.3	3.2	2.8
16.51	13	2,4-Dimethylthiazole	2.0	0.5	1.7	1.7	1.5
17.13	14	4-Methylpyridine	0.9	0.4	0.89	0.8	0.7
18.12	15	2,5-Dimethylpyrazine	41.5	13.8	34.6	35.5	30.9
18.40	16	2,6-Dimethylpyrazine	25.9	7.2	19.8	20.0	17.6
18.63	17	Ethypyrazine	9.4	2.7	7.2	7.3	6.5
19.15	18	2,3-Dimethylpyrazine	7.8	2.7	6.1	6.3	5.4
20.68	19	Dimethyl trisulfide	0.8	0.4	0.8	0.8	0.7
20.95	20	2-Ethyl-6-methylpyrazine	11.3	4.0	9.3	9.7	8.5
21.22	21	2-Ethyl-5-methylpyrazine	7.2	2.6	5.9	6.2	5.4
21.79	22	Trimethylpyrazine	20.0	7.7	16.2	17.0	14.7
22.80	23	Furfuryl mercaptan	1.2	1.8	2.3	2.2	1.8
22.96	24	2,5-Dimethyl-3-ethylpyrazine	2.8	0.2	0.8	0.8	0.8
23.63	25	2,6-Dimethyl-3-ethylpyrazine	16.3	6.8	14.0	14.9	12.9
24.19	26	Furfural+?	3.1	2.0	2.8	2.8	2.5
25.26	27	Furfuryl methyl sulfide	0.9	0.4	0.9	0.9	0.7
25.79	28	2,3-Diethyl-5-methylpyrazine	2.3	1.3	2.2	2.4	1.9
25.99	29	2-Acetylfurane	4.4	1.7	3.0	3.0	2.6
26.55	30	Pyrrole	13.4	2.2	5.3	4.7	3.9
26.67	31	Pentadecane	3.8	4.3	4.2	4.4	3.9
28.35	32	T.H.-Thiophen-3-one	1.1	0.5	0.7	0.8	0.6
28.87	33	5-Methylfurfural	6.4	3.9	5.2	5.4	4.6
29.24	34	2-Pentylpyridine	1.7	1.2	1.7	1.5	1.4
29.73	35	$\alpha$ -Bergamotene	3.8	3.6	3.7	3.5	3.3
30.81	36	2-Formyl-1-methylpyrrole	3.0	2.0	2.0	2.3	2.6
31.09	37	Acetylpyrazine	13.4	6.8	8.8	13.2	8.3
31.93	38	Acetophenone	5.5	7.7	4.1	4.1	3.8
32.01	39	D.H.cyclopentapyrazine	3.6	0.0	0.0	0.0	0.0
32.70	40	Furfuryl alcohol	26.5	9.7	20.6	20.1	19.7
33.40	41	Acetyl-methylpyrazine (Unknown)	4.8	3.2	4.9	4.9	4.6
33.77	42	Acetyl-methylpyrazine (Unknown)	9.8	6.4	9.9	9.7	9.8
36.16	43	Acetyl-dimethylpyrazine (Unknown)	1.2	0.9	1.1	1.2	1.0
36.71	44	(E,Z)-2,4-Decadienal	1.5	3.2	3.3	2.4	2.1
36.94	45	2-Acetylthiophene	3.1	2.3	2.9	2.8	1.4
37.11	46	Methyl nicotinate	1.9	1.6	2.5	2.6	3.0
38.21	47	Furfuryl methyl disulfide	4.9	3.0	5.4	5.5	4.7
38.42	48	(E,E)-2,4-Decadienal	6.7	14.0	15.3	9.9	7.6
38.78	49	Octadecane	1.1	1.0	1.3	1.3	1.3
39.94	50	Hexanoic acid	2.9	2.5	3.1	3.6	2.9
40.24	51	Guaiacol	50.2	36.3	46.4	48.8	43.0
42.20	52	Phenethyl alcohol	0.7	0.5	0.6	0.6	0.6
43.81	53	Heptanoic acid	2.1	2.2	3.3	3.2	3.5
44.28	54	2-Acetylpyrrole	4.5	4.2	7.9	7.8	9.4
44.99	55	2-(2-Furyl)pyrazine	5.5	5.5	6.3	5.9	7.1
45.50	56	Phenol	2.7	1.9	2.3	3.1	3.2

Table 3. Continued

RT (min)	Peak No.	Compound name	A	B	C	D	E
46.10	57	2-Formylpyrrole	3.0	2.8	6.0	5.0	8.3
46.32	58	4-Ethylguaiacol	1.4	2.0	1.9	1.6	1.9
47.03	59	2-(2-Furyl)-5/6-methylpyrazine	2.6	2.7	3.0	3.1	3.2
47.18	60	2-(2-Furyl)-5/6-methylpyrazine	2.0	1.9	2.0	2.0	2.2
47.55	61	Octanoic acid	2.5	2.8	2.7	2.9	2.8
47.88	62	2-Phenyl-2-butanal	1.1	1.3	1.4	1.5	1.7
48.12	63	4-Cresol	0.7	0.6	0.8	0.8	0.8
48.74	64	2-Formyl-4-methylpyrrole	1.2	1.3	2.8	2.8	4.6
51.78	65	4-Vinylguaiacol	24.8	14.7	25.0	26.2	26.9
52.79	66	Methyl palmitate	1.3	1.4	1.4	1.4	1.8
56.51	67	Unknown	1.4	1.4	1.6	1.7	1.8
59.36	68	Indole	4.7	4.7	5.5	5.5	6.2
59.71	69	Methyl oleate	0.7	0.8	0.8	0.8	0.8
61.08	70	Methyl linolate	0.9	1.1	1.0	1.0	1.0
62.78	71	Vanillin	0.6	0.1	0.3	0.4	0.6
65.88	72	3,4-Methylenedioxypheophenol	0.7	0.5	2.6	2.7	6.6
66.81	73	Dibutyl phthalate	0.5	0.3	0.3	0.4	0.5
66.96	74	Myristic acid	1.4	0.6	0.5	0.6	0.6
75.03	75	Palmitic acid	7.6	8.6	18.5	18.1	2.0
		Total	536.3	266.8	472.2	472.4	443.0
		Top note (Peak No. 1~26)	283.7	83.2	214.9	214.5	188.0
		Middle note (Peak No. 27~64)	207.8	149.4	199.7	199.2	188.0
		Last note (Peak No. 65~75)	44.8	34.2	57.6	58.6	67.0
		Pyridines	38.0	19.9	35.5	33.3	40.0
		Pyrazines	301.9	99.9	228.6	233.6	205.3
		Phenols	80.5	56.0	79.0	83.1	82.4
		Furans	47.1	22.2	39.8	39.3	36.2
		Aldehydes	9.7	19.8	22.1	15.3	12.6
		Acids	16.5	16.7	28.2	28.4	29.9
		Thiazoles	9.4	2.0	6.6	6.4	5.7
		Others	33.3	30.4	32.3	32.5	30.9

A: 1st expressed oil, B: 2nd expressed oil, C: 1st filtered oil, D: fixed oil, E: 2nd filtered oil.

Unit (ppm) is relative amount to ISTD (dichloromethane).

상대적으로 적다는 것을 나타내는 것으로서 이의 원인에 대해서는 더 연구되어야 할것으로 사료되며, 참기름의 수율을 높히는 측면에서의 이용은 불가능하다고 판단된다. 1차압착유와 2차압착유를 혼합해서 여과한 1차여과유는 1차압착유의 향기성분에 의해 2차압착유의 향의 약함이 보강되며, 그 다음 정치과정에 따른 향의 손실은 거의 일어나지 않았고, 2차여과유의 경우 약간의 손실만이 있었다. 여과과정에서의 손실은 여과포에 향이 흡착됨에 의한 손실과 공정별 시간 경과에 따른 자연 휘산때문인 것으로 보인다. 분리된 화합물을 머무름시간에 따라 3등분하여 top note (peak No. 1~26), middle note (peak No. 27~64), last note (peak No. 65~75)로 분류 비교한 결과(Fig. 1), 1차압착유는 top note, middle note 및 last note가 각각 283.7, 207.8, 44.8 ppm이었으나, 2차압착유는 83.2, 149.4, 34.2 ppm으로 1차착유하고 남은 참깨박을 재착유할

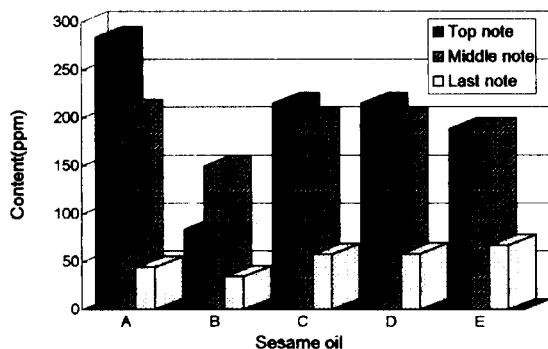


Fig. 1. Comparison of volatile flavor compounds (Top, Middle, Last note) in sesame oil during process. A: 1st expressed oil, B: 2nd expressed oil, C: 1st filtered oil, D: fixed oil, E: 2nd filtered oil

경우 향성분의 손실이 크게 증가하였다. 특히 분석초기에 용출되며 대체로 비점이 낮아서 음식을 섭취할

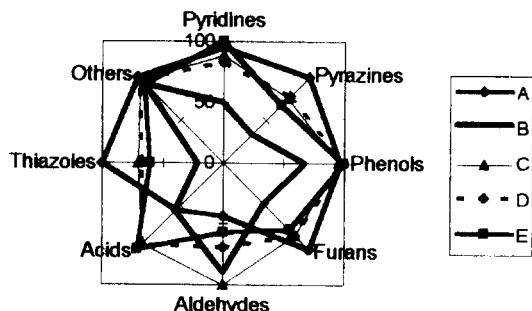


Fig. 2. Star plot of changes in composition rate of volatile flavor compounds during process. A: 1st expressed oil, B: 2nd expressed oil, C: 1st filtered oil, D: fixed oil, E: 2nd filtered oil

때 가장 먼저 느껴져서 관능적으로 중요한 top note의 감소(초기함량의 70.67% 감소)가 현저함을 알 수 있었다. 1차압착유와 2차압착유를 혼합해서 여과한 1차여과유의 top note, middle note 및 last note는 각각 214.9, 199.7, 57.6 ppm으로 다소 향성분의 증가효과를 나타냈으며, 침전물을 제거하기 위해 정치한 정치유는 214.5, 199.2, 58.6 ppm으로 1차여과유와 비슷하였다. 정치유를 재여과한 2차여과유의 경우 188.0, 188.0, 67.0 ppm으로 향의 손실이 다소 일어났다. 화합물별로 구분해본 결과(Fig. 2)는 1차착유하고 남은 참깨박을 재착유하여 얻은 2차압착유의 경우, 구성성분 중 가장 많은 비율(56.2%)을 차지하고 있는 pyrazines의 손실이 초기함량의 66.9%로 가장 현저하게 일어남을 알 수 있었다. pyrazine화합물 중에서도 가장 많이 함유되어 있는 methylpyrazine의 감소가 두드러졌고, 그 외에 2,5-dimethylpyrazine, 2,6-dimethylpyrazine, trimethylpyrazine, 2,6-dimethyl-3-ethylpyrazine, acetylpyrazine 등의 감소도 현저하게 일어났다. 또한 furfuryl alcohol, guaiacol, 4-vinylguaiacol의 감소도 현저하였다. 일반적으로 pyrazine화합물은 peanut-like, green, roasted note로서 볶음향에 기여하고, phenol화합물은 smoky 및 brown odor를 가져서 볶음참깨향의 body note로 중요하다고 한다<sup>(8,9)</sup>. 대체로 이러한 향기성분들이 참기름의 고소한 향의 주성분들로서 품질평가요인으로 작용하리라 생각한다. 윤<sup>(10)</sup>은 참깨의 볶음조건이 약할때는 2,5-dimethylpyrazine과 2-methylpyrazine의 함량이 비슷하게 증가하지만, 볶음을 강하게 하면 2,5-dimethylpyrazine이나 다른 형태로 전환되어 2,5-dimethylpyrazine함량이 정체되고 2-methylpyrazine함량이 계속 증가하여 참기름의 품질저하를 초래하기 때문에 2,5-dimethylpyrazine과 2-methylpyrazine을 참기름의 관능적 품질척도로 사용한다고 하였다. pyrazine

화합물, thiazole화합물 등의 heterocyclic compounds는 참깨내에 있는 당과 아미노화합물 등의 maillard reaction에 의해 생성되는 것으로 보여지며 이러한 반응은 비교적 높은 온도에서 수분이 적고 지방이 풍부한 계에서 일어난다<sup>(11)</sup>. 한편, aldehydes는 2차압착유의 경우 초기함량의 204.1% 증가하고, 2차여과유의 경우도 다소 증가한 반면, 정치유, 2차여과유로 공정이 진행됨에 따라 점차 감소하였다. 이는 2차압착유의 경우 압착공정에서 받은 가열산화반응에 의해서 증가했다가 이들이 분해되어 소실되거나 휘발성이 강해서 자연소실되었기 때문이라 짐작된다.

## 요 약

볶음장치(로타리킬른)를 사용하여 참깨볶음온도 225±2°C, 볶음시간 15분으로 볶아서 나온 참깨를 착유하여 얻은 기름을 1차압착유, 1차착유하고 남은 참깨박을 재착유하여 얻은 기름을 2차압착유, 1차압착유와 2차압착유를 혼합해서 여과한 참기름을 1차여과유, 1차여과유의 침전물을 제거하기 위해서 정치시켜서 얻은 정치유, 정치유를 여과해서 얻은 참기름을 2차여과유로 구분하여 이들의 공정에 따른 참기름 향의 변화를 실험하였다. 전체향기성분량은 1차압착유 536.3 ppm, 2차압착유 266.8 ppm, 1차여과유 472.2 ppm, 정치유 472.4 ppm, 2차여과유 443.0 ppm으로 가공공정이 진행됨에 따라 점차 감소하였으며, 특히 1차압착하고 남은 참깨박을 재착유할 경우 2차압착유에는 약 50%의 향기성분만이 잔존하여 향성분의 손실이 크게 증가하였다. 특히 관능적으로 중요한 top note감소(초기함량의 70.67% 감소)가 현저함을 알수 있었으며, 그 중에서도 pyrazines의 손실이 초기함량의 66.9%로 가장 현저하였다.

## 문 헌

- 福田晴子: ゴマの歴史と科學. 傳統食品の研究., p. 9-14, No. 17 (1996)
- 小泉幸道・竜木満夫: ゴマの焙煎效果. 食の科學., p.40-41, 11月 (1996)
- Fukuda Y. and Namiki M.: Recent studies on sesame seed and oil (in Japanese). *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi*, **35**(8), 552-562 (1988)
- 小泉幸道・小林貞作: ゴマの科學. 朝倉書店, 東京, p. 120-122 (1989)
- 岩淵久克: 香り成分の抽出と分析. 食品工業における科學と技術の進歩., 日本食品工業學會編, 光琳, p.1-20 (1990)
- 竹井よう子: 炒りごまと皮むごまの香氣. 日本家政學會誌, **39**(8), 803-815 (1988)

7. 竹井よう子:ごま抽出割分焙焼テストの香氣. 日本家政學會誌, **40**(1), 23-34 (1989)
8. Shibamoto, T.: Odor threshold of some pyrazines. *J. Food Sci.*, **51**, 1098-1010 (1986)
9. 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**(7), 1891-1899 (1989)
10. Yoon H. N.: Sensory characterization of roasted sesame seed oils using gas chromatographic data (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **28**(2), 298-304 (1996)
11. Namiki M.: The chemistry and physiological functions of sesame. *Food Reviews International*, **11**(2), 281-329 (1995)

---

(1998년 2월 7일 접수)