J. Fd Hyg. Safety 20(3), 185–190 (2005)

들기름의 품질변화에 대한 위생적 고찰

박건용 · 조성자 · 정보경 · 김태랑 · 이찬수 · 조남준
서울특별시 보건환경연구원

Hygienic Consideration on the Quality Change of Perilla Oil

Geon-yong Park, Sung-ja Cho, Bo-kyung Jung, Tae-rang Kim, Chan-soo Lee, and Nam-joon Chough
Seoul Metropolitan Government Research Institute of Public Health and Environment
(Received May 30, 2005; Accepted September 5, 2005)

ABSTRACT – Perilla oil was measured on hygiene state and quality change for oil press condition. All sample was commercially salted perilla oil, and was tested standard items. The result showed violative rate of 23.1%, and violative items were acid value and iodine value. Relationship between D.B.I. and iodine value was 0.78, so that unsuitability of iodine value should be caused of oxidation factor. But acid value was not relationship comparatively. The quality change appeared very small by roasting conditions, but quality of perilla seed gave many influence on quality of oil. Therefore use of fresh perilla seed is a matter of great importance to quality of perilla oil. Perilla oil was demanded many attention on quality management for stage and sold period because of high possibility of quality change.

Key words: perilla oil, iodine value, acid value, double bond index

대부분의 나라에서 식용으로 사용하지 않고 있는 들깨를 우리나라에서는 단순한 식용 뿐 아니라 건강식품, 고혈압 예방 등의 식품으로 이용하고 있다. 들깨에 대한 생리활성 효과의 연구가 대부분 a-linolenic acid와 관련된 지질을 대상으로 진행되어 왔는데, 지질 이외의 추출물에서도 많은 생리활성 효과가 있음이 알려지고[1] 들깨 내 암예방 지표효소의 존재들에 대한 발표[2,3]들이 이어지면서 들깨 전반에 관한 관심이 높아져 들깨의 생산량이 계속 증가하고 있다. 들기름은 다른 식용유에 비해 n-3계 불포화 지방산의 함량이 매우 높아 새로운 기능성 식품으로서 식품산업에 중요한 역할을 하고 있다[4]. 그러나 들기름을 유지류의 영양권장량 수준이상으로 장기간 또는 과량 복용함으로서 고열량 섭취나 고지혈증 등의 부작용이 우려되고[5] 불포화지방산의 결핍과 과잉섭취에 따른 인체조직 세포들의 지방산 조성의 변화 등 여러 부작용들도 다방면에서 논의되고 있어 적당한 섭취에 노력을 기울여야 할 것이다[6,7]. 그러나 들기름에 고도불포화지방산이 많은 우수성이 있음에도 불구하고 변질되기 쉽다는 문제점을 갖고 있어 그 이용량이 제한받고 있는 실정이다. 들기름은 착유의 효율화 및 맛, 향을 좋게 하기 위한 과정으로 들깨를 볶아 착유하는데, 이 볶는 과정에서 조단백질, 당질 및 중성지질 함량이 증가되고 아미노산 함량이 감소하는 등 들기름의 품질에 많은 영향을 주고 있다[2]. 이러한 문제들에 대하여 산화방지제의 첨가, 혼합채유 등 산화안정성을 높이기 위한 여러 방안들과 a-linolenic acid와 같은 특성성분 만을 분리하여 이용하는 방안들이 연구되고 있다[8~12]. 그러나 좀더 들기름을 효율적으로 이용하기 위해서는 무엇보다도 위생적인 측면에서의 접근이 필요하며 품질 안정성에 관한 기틀 마련이 구체적으로 이루어져야 할 것이다.

본 연구에서는 우리가 실제 이용하고 있는 시중에 유통되는 들기름을 중심으로 품질상태들을 측정하여 유해정도를 평가해 보고 이들 들기름의 안전성을 높이기 위한 품질관리 측면의 방안들을 다루어보고자 하였다.

재료와 방법

재료와 기기

서울시내에 유통되는 들기름을 대상으로 산가 및 요오드가 등 규격검사를 식품공전상의 실험방법으로 시행하였으며, 별도로 경북 경산산의 들깨를 구입하여 볶음정도의 차이를 주어 착유한 후 품질의 변화상태를 측정하였다. 지방산 표준품은 $C_{14:0}$, $C_{16:0}$, $C_{18:0}$, $C_{18:1}$, $C_{18:2}$, $C_{18:3}$, $C_{20:0}$, $C_{22:0}$, $C_{22:1}$ 및 $C_{24:0}$이 혼합된 Supelco(mix RM-3, USA)제품을 사용하였다. 실험에 이용한 기기는 gas chromatograph (HP6890, Hewlett Packard, USA), rotary evaporator(R-

†Author to whom correspondence should be addressed.

144, Buchi, Switzerland) 및 oilpress(NEH404K, National Engineer, Korea) 등이었다.

실험방법

지난 3년 동안 서울시내에서 수집한 들기름을 식품공전상의 방법을 이용하여 산가, 요오드가 등의 규격검사를 실시하여 들기름의 품질를 측정 후 그 결과를 정리하였으며, 그 중 50종을 선정하여 지방산 조성을 측정하여 들기름에 대한 불포화도를 알아보기 위해 Double bond index(D.B.I.)를 (Σ(Cj/FWj)×Ki/Σ(Ci/FWi)×2 식에 의해 계산[13]하였으며, 그 결과가 산가와 요오드가에 미치는 상관성을 조사하였다. 또한 들깨의 볶음조건에 따라 착유되는 들기름의 변화를 조사하기 위해 들깨 한 되씩을 가스랜지의 중간온도로 3분에서 24분까지 단계적인 시간으로 볶아 착유기로 착유하였으며, 산가 및 요오드가를 측정하여 가열시간이 품질관리에 어느 정도의 영향을 끼치는지를 예측하였다. 또한 가열세기에 따라 4단계로 나누어 20분씩을 볶아 착유하고 그 변화를 측정하였다. 생산지가 다른 들깨 5종을 구입해 볶지 않은 상태로 착유하여 품질상태를 측정하여 원료에 따른 차이를 알아보았다. 지방산 조성은 각 peak의 면적을 계산하여 상대적인 백분율로 나타냈으며 분석방법은 14% BF3-methanol을 이용하여 methyl ester화한 후 Gas chromatograph로 측정하였으며 그 조건은 표 1에 나타내었다.

Table 1. The analytical conditions of gas chromatograph

Operating column	HP-FFAP(30m×0.25mm; id 0.25μm)
Detector	Flame ionization detector
Injector temperature	220°C
Oven temperature	70°C;1min → +5°C/min → 220°C;12min
Detector temperature	250°C

Table 2. The result of measurement for the perilla oil by year

Year	Total samples	Exceeding tolerance	Violative item
2002	61	22(36.1%)	Acid value(9) Iodine value(13)
2003	108	29(26.9%)	Acid value(13) Iodine value(13) Acid & Iodine value(3)
2004	151	23(15.2%)	Acid value(15) Iodine value(8)

결과 및 고찰

서울시내에 유통되는 들기름을 대상으로 한 규격검사와 들기름의 착유조건과 품질과의 상호관련성에 대한 연구결과는 다음과 같다.

유통 들기름의 안전성 검사

서울시내에 유통되는 들기름에 대해 지난 3년 동안 검사한 결과를 정리하여 표 2에 나타내었다. 이 표에서 보면 들기름의 검사건수는 늘어난 반면 부적률은 점점 줄어들고 있는 것을 알 수 있었는데, 이는 유통되는 들기름의 품질관리가 개선되고 있음을 말해주고 있었다. 그러나 2004년도의 부적률 자체가 15.2%로 상당히 높은 수준이어서 여전히 위생상의 심각성을 보여주고 있었다. 3년동안 검사내용을 보면 총 320건을 검사한 결과 74건에서 산가와 요오드가가 기준을 초과하거나 미달되었으며, 이는 23.1%에 달하는 부적률이었다. 이러한 들기름의 품질관리에 좀더 중점을 두어 매년 들기름의 검사건수를 년간 61건, 108건, 151건으로 늘려 검사한 영향 때문인지 매년 부적률이 36.1%, 26.9%, 15.2%로 줄어들고 있는 것으로 나타났다. 그러나 한 품목에서 15.2%의 부적률은 상당히 높은 것이며, 이는 들기름에 불포화지방산이 많아 가열 착유과정과 유통과정에서의 품질변화가 쉽게 일어나 매년 많은 부적합 제품들이 발생하고 있는 것으로 예측되며, 들기름에 관리상의 어려움이 있음을 짐작케 하고 있다. 들기름 50건을 대상으로 함유하고 있는 지방산의 조성과 품질상태와의 관계를 예측해 보고자 지방산 측정을 하였다. 그 결과를 표 3에 나타내었으며 식용유로 많이 사용하는 참기름 및 콩기름, 올리브유의 지방산 조성을 같이 측정하여 표 4에 나타내어 상호 비교를 해 보았다. 들기름은 사용한 표준물질 중 $C_{14:0}$, $C_{20:0}$, $C_{22:0}$, $C_{22:1}$, $C_{24:0}$이 검출이 되지 않았으며, 측정된 지방산 조성의 평균값은 표 3에서와 같이 $C_{16:0}$ 4.8%, $C_{18:0}$ 1.3%, $C_{18:1}$ 19.0%, $C_{18:2}$ 15.7%, $C_{18:3}$ 59.2%이었다. 들기름은 다른 식용유에 비해 n-3계 불포화 지방산 조성이 높게 나왔으며 불포화도 역시 4.55로 참기름 2.62, 콩기름 3.00, 올리브유 1.90에 비해 상당히 높게 측정되었다. 이러한 들기름은 불포화 지방산이 많아 인체에는 좋은 영향을 줄 것으로 생각되나 불포화도가 높은 만큼 산화에 불안정함으로 다른 식용유에 비해 변질의 우려 또한 높은 것으로 알려졌다[8,14]. 따라서 들기름의 생산과 유통과정에 있어서 각별한 주의가 요구되며 섭취시 위생상태에 대한 소비자의 관심도 중요한 것으로 생각된다. 들기름에서 부적률이 높은 산가와 요오드가의 원인이 산화에 기인하는 품질변화인지를 알아보기 위해 불포화도와 측정된 산가 및 요오드가와의 상관도를 작성하여 그림 1과 2에 나타내었다. 먼저 요오드가와 불포화도와의 관계를 보면 회귀방정식은 Y = 0.013X + 1.98, 상관계수는 0.63이었고 산가와 불포화도와의 관계는 회귀방정식이 Y = 0.016X + 4.49, 상관계수는 0.24이었다. 불포화도와 요오드가와의 상관성은

Table 3. The result values of acid & iodine values, fatty acid compositiosn and D.B.I.

Number	Acid value	Iodine value	Fatty acid composition(%)					D.B.I.
			$C_{16:0}$	$C_{18:0}$	$C_{18:1}$	$C_{18:2}$	$C_{18:3}$	
Average	3.8	194.4	4.8	1.3	19.0	15.7	59.2	4.55
1	1.7	195.3	5.4	2.2	17.1	12.4	62.9	4.60
2	2.2	193.6	4.6	1.6	16.8	13.0	64.0	4.69
3	3.1	202.3	5.7	1.7	15.1	12.4	65.1	4.69
4	1.7	193.2	4.0	2.0	20.8	13.8	59.3	4.52
5	3.6	195.8	4.9	1.3	14.0	13.3	66.6	4.79
6	1.9	194.0	4.4	1.5	20.1	12.3	61.6	4.59
7	3.7	192.3	4.2	1.8	18.1	13.3	62.6	4.64
8	4.3	199.1	4.2	1.5	22.9	11.0	60.4	4.52
9	3.1	199.1	4.2	1.4	16.9	13.4	64.1	4.71
10	2.2	203.0	4.5	1.3	16.1	14.3	63.7	4.71
11	2.1	195.1	4.3	1.9	20.9	13.7	59.1	4.51
12	3.9	200.5	4.3	1.5	17.4	13.8	63.1	4.67
13	1.6	200.7	4.7	0.9	20.6	15.2	58.6	4.53
14	2.8	192.4	5.6	1.5	23.0	18.0	51.8	4.28
15	1.6	196.0	4.9	1.4	20.3	13.8	59.6	4.52
16	1.8	198.9	4.8	1.7	21.7	17.9	53.9	4.38
17	1.9	203.1	4.5	1.9	20.9	13.2	59.6	4.51
18	2.7	203.6	5.6	1.3	20.1	13.5	59.5	4.50
19	4.6	203.1	5.3	1.4	18.0	17.1	58.3	4.53
20	2.7	193.2	4.5	1.8	20.0	15.5	58.2	4.50
21	2.7	192.9	4.2	1.6	18.3	12.8	63.0	4.66
22	3.5	192.6	4.5	1.3	17.8	14.6	61.8	4.64
23	3.0	195.2	4.3	1.6	20.1	13.5	60.6	4.57
24	4.6	195.5	4.2	1.5	18.1	13.2	63.0	4.66
25	2.8	192.2	4.6	1.3	17.5	13.4	63.2	4.67
26	3.9	196.4	4.6	1.1	17.3	14.2	62.8	4.67
27	2.0	193.2	4.5	1.4	21.1	15.1	58.0	4.49
28	1.6	203.3	4.7	1.6	21.5	14.3	57.9	4.47
29	1.8	192.1	4.5	1.3	21.9	14.8	57.5	4.47
30	5.8	193.4	4.3	1.4	20.8	14.7	58.9	4.53
31	6.8	195.5	4.4	1.1	17.1	15.3	62.2	4.67
32	7.2	196.3	5.3	0.8	16.7	14.0	63.2	4.67
33	7.2	195.4	5.0	0.8	17.2	15.0	62.0	4.65
34	7.0	208.3	5.0	0.6	16.9	14.5	63.0	4.69
35	5.9	194.3	4.2	1.1	19.0	14.9	60.8	4.62
36	11.0	195.5	4.5	0.7	18.1	15.6	61.1	4.64
37	6.7	196.5	5.1	1.3	17.4	14.7	61.5	4.61
38	6.1	200.6	4.8	1.2	16.1	14.2	63.8	4.70
39	9.1	197.7	4.3	1.1	16.7	13.6	64.3	4.73
40	7.7	202.0	5.4	1.1	17.1	15.4	61.1	4.61
41	2.7	185.1	4.7	1.2	22.0	16.4	55.7	4.43
42	0.9	182.0	5.1	1.0	17.1	28.0	48.8	4.38
43	4.8	185.8	5.0	1.1	18.2	14.9	60.8	4.60
44	2.0	188.0	4.9	1.3	21.2	16.5	56.0	4.44
45	2.3	188.6	4.2	1.4	20.9	12.5	61.0	4.57
46	3.7	184.1	5.8	1.1	19.6	19.8	53.8	4.39
47	3.3	188.1	5.5	1.1	22.8	25.4	45.1	4.17
48	2.0	183.5	6.3	1.0	17.0	29.6	46.0	4.27
49	2.0	185.5	5.7	1.3	20.4	20.3	52.3	4.35
50	8.2	165.5	6.4	1.3	21.4	31.0	39.9	4.05

Table 4. Fatty acid composition and D.B.I. by item

Item	Perilla oil	Sesame oil	Soybean oil	Olive oil
D.B.I.	4.53	2.62	3.00	1.90
Myristic acid ($C_{14:0}$)	0.00	0.00	0.00	0.00
Palmitic acid ($C_{16:0}$)	4.86	9.06	10.92	12.39
Stearic acid ($C_{18:0}$)	1.34	4.35	4.14	0.23
Oleic acid ($C_{18:1}$)	19.10	40.79	24.02	78.45
Linoleic acid ($C_{18:2}$)	16.27	45.03	55.31	7.63
Linolenic acid ($C_{18:3}$)	58.43	0.40	5.61	0.60
Arachidic acid ($C_{20:0}$)	0.00	0.37	0.00	0.05
Behenic acid ($C_{22:0}$)	0.00	0.00	0.00	0.00
Eruic acid ($C_{22:1}$)	0.00	0.00	0.00	0.00
Lignoceric acid ($C_{24:0}$)	0.00	0.00	0.00	0.00

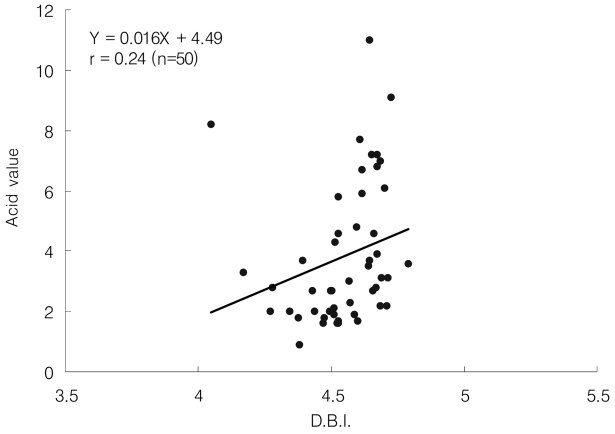

Fig. 2. Relationship between D.B.I. and Acid value.

상당히 높은 것으로 나타났는데 산가와는 요오드가에 비해 그 상관성이 떨어지는 것을 알 수 있었다. 이런 결과를 볼때 요오드가는 원료들깨의 보관상태와 생산과정의 열처리, 유통중에 부주의한 관리가 품질에 많은 영향을 주는 것으로 생각된다. 산가는 불포화도와의 상관성이 다소 떨어지는 것으로 봐서 산화보다는 원료들깨의 상태에 영향을 많이 받는 것으로 사료된다. 따라서 들기름은 원료상태와 생산, 유통과정이 모두 중요하며 들기름의 품질관리에 생산자와 판매자가 모두 철저히 주의를 기울여야 할 것이다. 또한 소비자들 역시 구매와 섭취 시 외관 상태나 냄새 등을 적절히 점검하여 들기름을 이용하는 관심을 가져야 할 것이다.

품질변화에 대한 원인 고찰

이상과 같이 품질의 안전성이 상당히 떨어지는 들기름의 결과치를 보면서, 그 변질의 요인으로 착유 시 가열과정에서의 가열온도와 가열시간을 지적하고 있는데, 과연 이런 예측들이 들기름의 변질과 어느정도의 관련성이 있는가와 그 대책을 살펴보기 위한 실험으로 들깨를 직접 볶아 착유하여 나온 들기름의 변질상태를 측정하여 그 결과를 표 5에 나타내었다. 표에서 보면 산가는 볶음시간이 늘어나면서 1.17에서 1.71로 완만하게 증가하는 경향을 보이고 있었으나, 요오드가는 207.7에서 206.5로 그 변화가 약간 흔들리는 정도로 볶음시간에 따라 변화되는 모습은 크게 느끼지 못하였다. 이번에는 가열하는 불의 세기에 따른 변화를 알아보고자 가열정도를 4단계로 나누어 각 세기별로 20분씩 볶은 후 착유하여 산가와 요오드가를 측정하였는데 그 결과를 표 6에 나타내었다. 여기에서도 비슷한 현상으로 산가는 1.65에서 1.91로 약간 증가하였으며 요오드가는 199.3에서 193.7로 다소 낮아지기는 했으나 들깨가 검게 탈 정도로 볶은 것에 비하면 대체로 변화가 미미한 것임을 알 수 있었다. 일반적으로 가열하는 시간과 온도에 따라 불포화지방산의 이중 결합들이 깨져서 요오드가가 낮아질 것으로 예상되었으나 이번 실험결과 큰 변화가 없는 것으로 나타났는데, 이는 볶음시간이 길어질수록 발생되는 갈색물질들도 많아져 이들에 의한 항산화 효과 또한 증가한다는 연구 결과[4,15,16]를 비추어 볼때 구조상 불안전한 들기름일지라도 단시간 내 가열 등의 조건변화로는 품질에 큰 영향을 주지 못하는 것으로 생각된다. 생산지가 다른 5종의 들깨를 구입하여 볶지 않고 착유하여 그 기름에 대해 산가와 요오드가를 측정하였다. 그 값은 A(4.69, 200.5), B(0.82, 198.1), C(1.30, 196.6), D(0.8, 197.5), E(2.42, 189.2)이었는데 생산지가 다름에 따라 그 결과치가 비교적 큰 차이를 나타냈었다. 따라서 들기름의 품질은 착유조건의 경시적인 변동보다는 원료들깨의 영향이 더 큰 것을 알 수 있었으며, 원료들깨의 생산과 저장관리의 중요성 인식 및 여기에서는 다루지 못했지만 들기름의 유통과정에서 발생될 수 있는 변질 또한 큰 것으로 알려져[9,17] 들깨관리와 들기름이 생산된 후의 관리를 보다 철저히 하는 것이 들기름의 품질관리에 중요한 부분임을 알수 있었다.

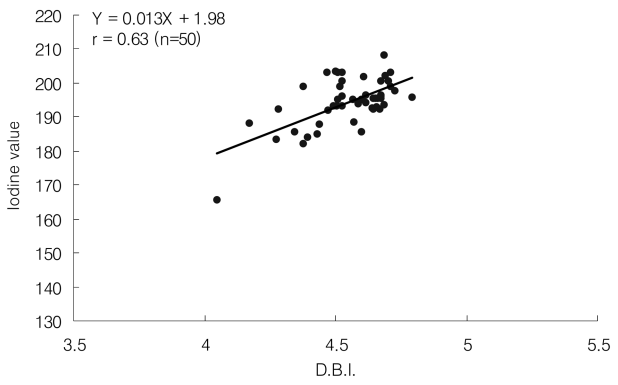

Fig. 1. Relationship between D.B.I. and Iodine value.

Table 5. Change of acid and iodine values by roasting time

Roasting Time(min)	Acid value	Iodine value
0	1.17	207.66
3	1.49	204.73
6	1.42	205.34
9	1.56	205.74
12	1.46	206.32
15	1.60	203.25
18	1.56	206.24
21	1.61	205.83
24	1.71	206.51

이상에서 보는 것과 같이 시중에 유통되는 들기름을 검사한 결과 23.1%의 부적률을 보였는데 이는 들기름의 위생관리가 특히 어렵다는 것을 알려 주는 것으로 생산에서 유통과정 및 소비자의 섭취까지 품질변화에 대한 주의가 크게 요구되고 있다. 또한 들깨의 볶는 조건에 따른 품질변화는 산가에서 약간의 증가가 있을 뿐 요오드가는 그 영향이 미미하였고 볶음시간이나 온도보다는 원료들깨의 품질이 더 크게 작용하고 있어 신선한 원료선택에 더 관심을 갖아야 할 것이다.

Table 6. Change of acid and iodine values by roasting temperature

Roasting Temperature	Acid value	Iodine value
Low	1.65	199.34
Low middle	1.73	196.45
High middle	1.90	192.42
High	1.91	193.66

국문요약

서울시내에 유통중인 들기름의 규격검사와 착유하는 조건에 따른 들기름의 품질변화에 대한 연구결과는 다음과 같다. 먼저 유통중인 들기름을 검사한 결과를 보면 지난 3년동안 320건을 검사하여 그 중 74건이 산가와 요오드가에서 부적합하였는데, 이는 전체의 23.1%에 해당하는 높은 부적률이었으며 매년 부적률이 현저히 줄어들고 있었다. 들기름의 불포화도와 요오드가는 0.63의 상관성을 보였으나 산가는 0.24 정도의 상관성이 측정되어 요오드가의 부적합은 산화의 요인에 의한 것으로 예측된다. 들기름의 변질의 원인을 알아보기 위한 실험에서는 착유과정의 볶음조건에 따른 들기름의 변질은 크지 않은 것으로 나타났다. 반면에 들깨원료가 들기름의 품질에 큰 영향을 주고 있었으며 신선한 들깨의 선택이 들기름 품질에 중요한 역할을 하고 있었다. 따라서 불포화지방산이 많은 들기름은 전반적으로 변질의 우려가 높아 원료선택 및 유통관리 등에 각별한 주의가 요구된다.

참고문헌

1. 홍은영, 강희정, 권정숙, 남영중, 서명자, 김정상: 들깨의 볶음처리와 산가수분해에 의한 세포모델계 Quinone reductase 활성유도능의 변화. 한국식품영양과학회지, **26**(2), 186~192 (1997).
2. 강희정, 김정상: 들깨의 생리활성. 식품산업과 영양, **3**(2), 65~72 (1998).
3. 박동숙, 이경임, 박건영 : 들깨의 식이 섬유소 함량분석과 들깨 추출물의 항돌연변이 효과. 한국식품영양과학회지, **30**(5), 900~905 (2001).
4. 여경목, 최홍식: 들깨유의 영양학적 특성과 산업적 이용. 식품산업과 영양, **3**(1), 30~36 (1998).
5. 서화중: 들깨기름을 투여한 흰쥐의 혈액 지질량과 그 외 혈액성분 변화 고찰. 한국식품영양과학회지, **30**(4), 703~709 (2001).
6. 최면 : 불포화 지방산의 영양학적 중요성과 대사. 식품산업과 영양, **1**(2), 5~9 (1996).
7. 박현서, 최주선: 대장암 암화과정에서 불포화지방산의 기능. 식품산업과 영양, **1**(2), 10~18 (1996).
8. 김영언, 김인환, 이영철: 볶음공정과 산화방지제가 들기름의 산화안정성에 미치는 영향. 한국식품과학회지, **29**(2), 379~382 (1997).
9. 김충기, 오현화, 권용주: 들깨와 땅콩의 혼합채유가 들기름의 이화학적 특성 및 산화안정성에 미치는 영향. 한국식품영양학회지, **28**(6), 1212~1219 (1999).
10. 정보영, 류수노, 허한순: 들깨유로부터 α-Linolenic acid의 순수분리. 한국식품영양과학회지, **26**(6), 1028~1032 (1997).
11. Akoh, C.C.: Oxidative stability of fat substitutes and vegetable oils by the oxidative stability index method. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, **71**(2), 211~216 (1994).
12. Mittelbach, M. and Schober, S.: The influence of antioxidant on the oxidation stability of biodiesel. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, **80**(8), 817~823 (2003).

13. 정보경, 박경애, 박건용, 김애경, 오영희, 김정헌, 배청호: 시중 유통 참기름의 지방산조성 및 천연항산화제 함량분석. 서울특별시보건환경연구원보, **38**, 134~144 (2002).
14. Suzuki, R., Abe, M. and Miyashita, K.: Comparative study of the autoxidation of TAG containing conjugated and nonconjugated C18 PUFA. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, **81**(6), 563~569 (2004).
15. 김인환, 김영언, 정숙영, 이영철, 조재선: 들깨의 볶음조건에 따른 들기름의 산화안정성 변화. 한국식품과학회 추계학술발표대회, **28**(4), 111 (1995).
16. 신경아, 고영수, 이영철: 볶음시간에 따른 들기름 메탄올 추출물의 항산화 효과와 특성. 한국식품과학회지, **30**(5), 1045~1050 (1998).
17. 이은정, 양재승: 감마선 조사된 참깨, 들깨의 조사선량과 저장기간에 따른 free radical 농도의 변화. 한국식품과학회지, **34**(3), 396~399 (2002).