

## $\beta$ -Carotene이 향미유의 풍미 및 산화 안정성에 미치는 영향

구본순<sup>1\*</sup> · 김종승<sup>2</sup>

<sup>1</sup>서일대학 식품가공과, <sup>2</sup>한국보건산업진흥원 품질평가센터

### Effect of $\beta$ -Carotene on Flavor and Oxidation Stability in Seasoning Oil

Bon-Soon Koo<sup>1\*</sup>, Jong-Seung Kim<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Dept. of Food Science and Technology, Seoil College

<sup>2</sup>Korea Health Industry Department Institute

#### Abstract

Seasoning oil(SO-1) was manufactured from soybean oil, with  $\beta$ -carotene, oleoresin paprika and 3 kinds of flavors. Color of it's SO-1 was red. Total content of *trans* fatty acid of SO-1 was low level 0.84%, compare to the butter's and margarine's 1.35%, 28.31%, respectively. Total volatile components of SO-1 was 201,313.11ppm, was higher than soybean oil's, butter's, margarine's and SO-2's(removed 3 kinds of flavors from SO-1), it's value of 63.54ppm, 481.24ppm, 168.95ppm and 205.73ppm, respectively. And smoke point(SP) of SO-1 was higher than others. SP of SO-1, after 6 months later at room temperature, was 240, in contrast with soybean oil's 228. This SO-1, added  $\beta$ -carotene and flavor components, had a masking effect of burnt flavor. From these results, SO-1 can be replaced of butter or margarine as a substituted oil.

Key Words : seasoning oil, *trans* fatty acid, volatile component, smoke point

#### 1. 서론

식생활의 서구화와 함께 패스트푸드(fast food)가 범람하면서 피자, 볶음밥 빵, 구이 등의 각종 음식물에서 간편하게 고유의 풍미를 증진시키기 위하여 버터, 마가린 등의 사용량이 지속적으로 증가해 왔다. 그러나 이들 가공유제품 및 가공유지 제품에 함유되어 있는 *trans* 지방산의 위해성이 널리 알려지면서 이의 대체품이 절실히 필요한 실정이다. *Trans* 지방산은 천연에는 거의 존재하지 않으며, 정상적인 *cis*형이 변환된 기하이성체로 *trans* 지방산을 “비생리적” 또는 “비정상적” 물질이라고 정의한 바 있다<sup>1)</sup>. 마가린 등의 제조과정 중 하나인 경화공정은 William Norman<sup>2)</sup>에 의하여 처음으로 시도된 이래 실용화 되어 왔으며 최근에는 식용 유지제품 즉, 샐러드용 및 조리용기름, 마가린, 쇼트닝 등과 그 외에 유지화학공업에서 절대적으로 필요한 공정이 되었다<sup>3)</sup>. 이 공정은 spreading consistency와 저장성을 개선시켜 줄 뿐만 아니라 식용유의 산패도를 감소시키는 등 많은 이점을 제공한다<sup>4)</sup>. 그러나 유지 중의 지방산이 *cis*형에서 *trans*형으로 전환됨에 따라 소화흡수율을 저하시킬 뿐만 아니라 *trans* 지방산이 필수지방산 대사를 제한<sup>5)</sup>하고 체내 호르몬의 전구체인 prostaglandin(PG) 생합성을 방해한다고 하였다<sup>6)</sup>. Moore 등<sup>7)</sup>은 *trans* 지방산이 혈청 콜레스테롤 양을 증가시켜 동맥경화증을 촉진시킬 가능성이 있다고 주장한 바 있으며, Moore 등<sup>8)</sup>은 미국인의 식이 중에 다량 함유된 *trans* 지방산은 혈청 콜레스테롤의

양을 증가시키지는 않지만 심장 콜레스테롤 축적과 심근경색증의 유발을 크게 촉진시키는 원인이 될 수 있다고 경고하였다. 뿐만 아니라 *trans* 지방산은 모유에 존재하는 PG의 생합성을 감소시키고 뇌세포의 myelination을 감소시켜 유아에게도 좋지 못한 영향을 미친다는 연구도 있었다<sup>9)</sup>. 각종 식품과 식물성기름, 마가린 중의 *trans* 지방산의 농도는 공정정도와 형태에 따라 다양하며 마가린에는 약 10~40%의 *trans* 지방산이 함유되어 있으나<sup>10)</sup> 65%의 높은 경우도 보고된 바 있다<sup>11)</sup>. 기타 경화식품들의 *trans* 지방산 함량은 총 지방산의 0.1~40% 범위인 것으로 알려지고 있다<sup>12)</sup>. Kim<sup>13)</sup>은 식용유지 제품에서 *trans* 지방산의 위해성 및 최소화 방안을 제시하면서, 질병의 원인물질로 지목되고 있는 *trans* 지방산 함량을 최대한 억제할 의무가 있으나 구체적인 대안을 제시하기는 쉽지 않은 문제라고 지적한 바 있다.

이상에서 살펴본 바와 같이 버터, 마가린 등의 지나친 사용은 이들 식품에 함유되어 있는 과도한 *trans* 지방산으로 인하여 점진적으로 이 함량이 낮은 대체품의 개발이 절실히 요구되는 시점이다. 이에 본 연구에서는 대두유에  $\beta$ -carotene을 첨가한 향미유를 제조하여 고유의 붉은 색상과 함께 가열처리를 하는 동안 구수한 고유의 향기를 발생시켜 단순한 masking효과 뿐만 아니라 향미특성에 바람직하게 작용하도록 시도하였다. 일반적으로  $\beta$ -carotene을 식품에 인위적으로 첨가하는 것은 식품에 고유의 색상을 부여하기 위한 목적과 이 물질이 비타민 A의 전구체로 작용하기 때문에 식품에 영양학적 가치를 부여하기 위한 목적이

\* Corresponding author : Bon-Soon, Koo, Department of Food Science and Technology, Seoil College, 49-3, Myunmok 8-Dong, Jungrang-Gu, Seoul, Korea  
Tel : 82-2-490-7456 Fax : 82-2-490-7456 E-mail : bskoo@seoil.ac.kr

다<sup>14)</sup>. 더욱이  $\beta$ -carotene이 각종 암을 예방하는 효과와 포유동물의 수명을 연장시킨다는 보고가 있다<sup>15-16)</sup>. 그러나 천연물로부터  $\beta$ -carotene을 추출하는 과정에서 가장 필수적으로 요구되는 사항은 이의 변성을 최소화 할 수 있는 추출기술의 개발인 것으로 알려지고 있다<sup>17)</sup>. 이러한 점들을 고려하여 대두유에 고유의 색상과 풍미를 부여하기 위하여  $\beta$ -carotene, 버터향, 크림향, 천연추출물 등을 접합하여 새로운 형태의 향미유를 제조하고자 한다. 여기서 carotene계 색소는 산화에 매우 약하지만 산소가 없는 조건하에서는 가열을 하여도 뛰어난 안정성을 보이고 산소가 존재하면 쉽게 분해되는<sup>18)</sup> 특성을 고려하여 여러 가지 다양한 제조조건을 확립 및 이들 원료간의 상호관계를 고찰해 보았다.

## II. 재료 및 방법

### 1. 재료

본 연구에서 사용한 대두유는 산학협력업체인 영미산업(주)에서 일체의 항산화제를 처리하지 않고 정제한 것을 사용하였으며,  $\beta$ -carotene (natural carotene OS20A, Ballygavan, Ireland), 색상 조절용으로 사용한 oleoleosin paprika (100,000CU, Evesa, Spain) 및 버터향, 땅콩향, 크림향 ((주)세계물산) 등은 전량 식품첨가물용을 사용하였다. 한편, 비교군으로 사용한 버터(서울우유)와 마가린(롯데삼강)은 시중품을 구입하여 사용하였다.

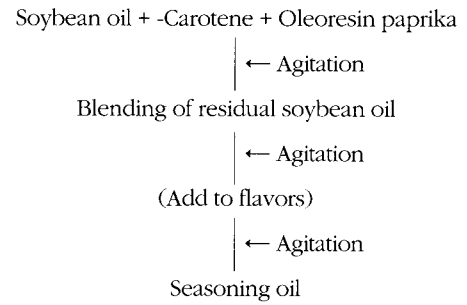
### 2. 방법

#### 1) 향미유의 제조

향미유의 제조는 <Table 1>에서 나타낸 바와 같이 대두유를 비롯하여  $\beta$ -carotene, oleolesin paprika, 버터향, 땅콩향, 크림향을 배합비율에 따라 계량하여 <Fig. 1>에 나타낸 바와 같이 30rpm의 속도로 교반하여 제조하였다(SO-1). 이 때, 3종의 향료를 제외한 별도의 향미유(SO-2)를 제조하여 비교군으로 활용하였다.

#### 2) 이화학적 특성 분석

시료유의 산가, Lovibond color, 발연점 등의 이화학적 특성은 AOCS법<sup>19)</sup>에 의하여 측정하였다. 이 때, 대두유와 향미유는 그대로 산가 및 Lovibond color를 측정하였으나 상온에서 고체



<Fig. 1> Manufacturing process of seasoning oil samples

상태인 버터와 마가린은 40℃로 가온하여 액체 상태로 전환한 후 측정하였다.

#### 3) Trans 지방산 함량 분석

시료유지의 지방산 조성 및 *trans* 지방산의 함량은 FID detector가 부착된 gas chromatograph (GC, model 5890, Hewlett-Packard, USA)로 분리 정량하였다. 지방산 methyl ester는 AOCS Ce 2-66법<sup>19)</sup>에 따라 12.5% BF<sub>3</sub>-MeOH을 사용하여 만들었다. 칼럼은 SP-2340 capillary column(60m length 0.25mm I.D. 0.2 $\mu$ m film thickness, Supelco, USA)을 사용하였고, 분석조건으로는 오븐온도 19.2℃, injection 온도 225℃, detector 온도 240℃로 하였다. 이때 운반기체는 질소를 사용하였고, 유속은 0.8ml/min, split ratio는 80:1로 하였다. 각 지방산의 동정은 표준 지방산 methyl ester의 머무름 시간과 비교하여 확인하였고, 각 피크의 면적은 기기에 연결된 적분계(3390A, Hewlett-Packard, USA)에 의하여 구한 총 지방산에 대한 상대적인 백분율로 나타내었다. 총 *trans* 지방산의 함량은 분리된 *trans* 지방산의 이성질체를 모두 합쳐서 내부표준물질로 사용된 cis-10-heptadecenoic acid methyl ester 피크와의 면적비에 의하여 나타내었다.

#### 4) 총 휘발성물질 함량 분석

시료유로부터 정유성분의 추출과정에서 시료의 전처리에는 Schiltz 등<sup>20)</sup>과 Koo<sup>21)</sup>의 방법에 따라 시료유 각 500g에 증류수 3L를 가하여 waring blender (Sunmi Technol. Co., 300rpm)로 2분간 3회에 걸쳐 마쇄한 다음 5L의 플라스크에 넣고 개량된 SDE (Linkens-Nikens type simultaneous steam distillation and extraction apparatus)를 사용하여 2시간 동안 휘발성성분을 추출하였다. 추출용매로는 n-pentane (glass-distilled n-pentene) : diethyl ether(1:1, v/v) 100mL을 사용하였으며, 냉각수의 온도는 0℃를 계속 유지하였다. 이 때, 냉각수의 온도 조절은 water bath 내에 laboratory cooler (Adventec, LC-250H, Japan)를 장치하여 0℃를 유지하였으며, 전기모터를 이용한 순환식으로 냉각수를 연속적으로 사용하였다. 추출 완료 후 Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>로 탈수시키고 spinning band distillation apparatus Kontes Co., Vineland, USA)를 이용하여 농축시킨 다음 vigreux column (300mm)으로 질소기류 하에서 잔여용매를 제거하고

<Table1> Blending ratio of raw-materials in seasoning oil samples

Raw-material	Blending ratio(w/w, %)	
	SO <sup>1)</sup> -1	SO-2
Soybean oil	99.490	99.992
$\beta$ -Carotene(Natural type)	0.005	0.005
Oleoresin Paprika(100,000CU)	0.003	0.003
Butter favor	0.300	
Peanut flavor	0.002	
Cream flavor	0.200	

<sup>1)</sup> SO : seasoning oil

정유를 얻어 정량하였다.

5) 저장실험

각 시료를 0.9L PET병에 4개씩 정량 포장하여 실내 상온에서 6개월간 저장하며 2개월 단위로 1개씩의 시료를 개봉하여 측정시료로 사용하였다.

6) 통계처리

본 연구의 자료는 SPSS통계 프로그램(version 10.0)을 이용하여 분석하였으며, 처리결과는 평균 표준편차로써 나타내었다.

### III. 결과 및 고찰

#### 1. 이화학적 특성

원료유로 사용한 대두유와 이를 이용하여 제조한 2종의 향미유 및 비교군으로 활용한 버터, 마가린의 몇 가지 이화학적 특성은 <Table 2>에 나타낸 바와 같다. 즉, 대두유의 산가는 0.032로 낮았으나 첨가물들이 함유된 향미유는 이들 첨가물의 높은 산가로 인하여 각각 0.053, 0.045로 증가하였다. 비교군인 버터, 마가린의 산가는 각각 0.467, 0.237이었다. Lovibond color는 대두유의 9.8Yellow/0.8Red에 비하여 향미유의 경우 붉은 색소의 일종인 β-carotene을 첨가한 향미유는 각각 30.1Y/8.1R, 28.5Y/7.6R로 큰 차이를 보였다. 버터, 마가린은 각각 10.2Y/1.3R, 16.3Y/2.1R로 정상품질 수준을 나타내었다. 튀김식품 등에서 중요한 품질지표의 하나인 발연점은 대두유가 232℃인데 비하여 β-carotene과 향료를 첨가한 향미유의 발연점은 241℃로 크게 상승하였고, 향료를 제외한 SO-2 향미유는 그 상승폭이 상대적으로 둔화되어 235℃를 나타내었다. 버터와 마가린의 발연점은 각각 196℃, 245℃였다.

#### 2. 지방산 조성 및 trans 지방산 함량

지방산 조성 및 주요 품질지표의 하나인 trans 지방산 함량은 <Table 3>에 나타낸 바와 같다. 대두유 및 2종의 향미유는 불포화지방산인 올레산, 리놀레산 및 리놀렌산이 주요 지방산 이었으며, trans 지방산 함량은 각각 0.52%, 0.84%, 0.68%로 나타나 향미유의 원료성분인 β-carotene과 향료에도 다량의 trans 지방산이 함유되어 있음을 쉽게 알 수 있었다. 상대적으로 버터의 경우는 포화지방산인 미리스트산, 팔미트산, 스테아르산이 각각 15.89%, 32.67%, 9.30%였고, 불포화지방산은 총 22.45%로 이

<Table 3> Fatty acid composition and trans fatty acid contents in samples (weight percent of fatty acid methyl ester)<sup>1)</sup>

Fatty acid	Soybean oil	SO-1	SO-2	Butter	Margarine
14:00	0.12	0.09	0.07	15.89	0.34
16:00	10.68	10.57	10.55	32.67	12.89
18:00	3.82	3.75	3.82	9.30	11.15
18:1(t)	0.05	0.11	0.08	1.01	27.07
18:1(c)	24.63	24.86	24.83	18.56	23.34
18:2(t)	0.13	0.24	0.19	0.34	1.24
18:2(c)	54.08	53.91	53.88	2.54	22.13
18:3(t)	0.34	0.49	0.41	-	-
18:3(c)	6.07	5.98	6.06	-	0.38
20:00	-	-	-	-	0.42
Others <sup>2)</sup>	0.08	0.09	0.11	19.69	1.04
Total trans fatty acid	0.52	0.84	0.68	1.35	28.31

<sup>1)</sup> Number preceding colon is carbon chain length; number following colon is number of double bonds; t designates fatty acid containing a trans double bonds; c designates fatty acid containing only cis double bonds.

<sup>2)</sup> Includes oddcarbon, branch-chain, short-chain and long-chain fatty acids and unknown fatty acids.

중 올레산이 18.56%로 주요 불포화지방산 이었으며, trans 지방산 함량은 1.35%로 낮은 수준이었다. 상대적으로 마가린은 팔미트산, 스테아르산, 올레산, 리놀레산이 주요 지방산 이었고, 특히 올레산이 전체의 50.41%로 다른 시료들과 큰 차이를 나타내었다. 한편, 마가린에서의 총 trans 지방산 함량은 28.31%로 아주 높은 수준이었으며, 이 중 올레산이 27.07%로 전체의 95.62%를 점유하였다.

#### 3. 저장기간에 따른 휘발성성분 함량의 변화

본 연구에서 제조한 향미유는 버터, 마가린의 대용품으로 활용하고자 시도하였기 때문에 무엇보다 향미안정성 및 산화안정성이 요구된다. 이러한 관점에서 튀김 등의 극악한 조건 보다 상온하의 실내에서 6개월간 저장하며 2개월 단위로 총 휘발성성분 함량의 변화양상을 측정하였으며, 그 결과는 <Table 4>에 나타낸 바와 같다. 대두유의 총 휘발성성분 함량은 초기 63.54ppm에서 저장 2개월 후 62.98ppm으로 감소하였다가 4개월 후 64.50ppm, 6개월 후 66.73ppm으로 증가하는 경향을 보였다. 일반적으로 감소할 것으로 예상하였으나 반대로 증가하는 경향을 보였는데, 이는 정상적인 휘발성성분의 증가 보다는 대두 고유의 콩 비린내(bean flavor)의 증가에 따른 현상의 일환인 것으로 예상된다. 상대적으로 3종의 향료를 함유한 향미유(SO-1)

<Table 2> Physicochemical characteristics of samples

Characteristic	Soybean oil	SO-1	SO-2	Butter	Margarine
Acid value	0.032±0.001 <sup>1)</sup>	0.053±0.001	0.045±0.001	0.463±0.004	0.237±0.003
Lovibond color (Y/R)	9.8/0.8	30.1/8.1	28.5/7.6	10.2/1.3	16.3/2.1
Smoke point (°C)	232±1	241±1	235±1	196±2	245±2

<sup>1)</sup> Mean ± SD.

N(%)

<Table 4> Changes of total volatile component content in samples during storage period at room temperature (ppm)

Storage period (month)	Soybean oil	SO-1	SO-2	Butter	Margarine
0	63.54	201,313.11	205.73	481.24	168.95
2	62.98	195,276.31	211.67	453.98	171.30
4	64.50	175,638.54	201.65	460.03	175.84
6	66.73	149,052.10	189.73	447.56	170.69

의 경우는 초기 201,313ppm에서 저장기간의 경과에 따라 점진적인 감소를 보여 6개월 후에는 149,052ppm으로 약 26%가 감소하였다. 원재료 성분 중 향료를 제외한 향미유(SO-2)는 초기 205.73ppm으로 대두유의 약 3.24배에 이르렀는데, 이는  $\beta$ -carotene 및 oleoresin paprika에서 이행된 휘발성성분이 시동에 측정되었기 때문인 것으로 파악된다. 저장기간의 경과에 따라 증감을 반복하였으나 6개월 후에는 189.73ppm으로 초기의 약 92%가 잔류하였다. 상대적으로 고체지방 형태의 버터, 마가린은 증감을 반복하는 경향을 나타내어 버터는 초기 481.24ppm에서 6개월 후 447.56ppm으로 감소하였으며, 마가린은 초기 168.95ppm에서 지속적인 증가경향을 보여 6개월 후에는 170.69ppm으로 나타났다.

4. 저장기간에 따른 발연점의 변화

식용유지에서 발연점은 유지를 가열할 때 유지의 표면에서 얇은 푸른 연기(thin blue smoke)가 발생할 때의 온도로 이 때 발생하는 연기는 고온으로 유지를 가열할 때 유지가 분해되어 발생하는 것이므로 이 연기들이 튀김식품과 같은 유지를 사용해서 만든 식품들에 흡수되면 좋지 못한 맛이나 냄새를 주므로 가급적이면 발연점이 높은 유지를 사용하는 것이 바람직하다. 일반적으로 유지 중에 유리지방산이 많을수록, 노출된 유지의 표면적이 커질수록, 유지 중에 외부에서 들어간 미세한 입자모양의 물질들이 많이 존재할수록 유지의 발연점은 내려간다<sup>22)</sup>. 이러한 관점에서 볼 때, 본 향미유를 *trans* 지방산 함량이 상대적으로 높은 마가린, 버터의 대용품으로 사용하고자 할 경우 발연점은 상당히 중요한 품질요인이 된다. 저장기간에 따른 발연점의 변화는 <Table 5>에 나타낸 바와 같다. 즉, 대두유는 초기 232℃에서 6개월 후 228℃로 하락하였으며, 여기에  $\beta$ -carotene, oleoresin paprika 및 3종의 향료를 첨가한 SO-1의 발연점은 이 보다 훨씬 높은 240℃를 나타내었으며, 향료를 제외한 SO-2는 초기

<Table 5> Changes of smoke point in samples during storage period at room temperature (°C)

Storage period (month)	Soybean oil	SO-1	SO-2	Butter	Margarine
0	232 ± 1 <sup>1)</sup>	241 ± 1	235 ± 1	196 ± 2	245 ± 2
2	231 ± 1	240 ± 1	234 ± 1	194 ± 1	243 ± 1
4	230 ± 2	240 ± 2	232 ± 1	193 ± 2	241 ± 2
6	228 ± 1	240 ± 1	230 ± 1	191 ± 2	240 ± 3

<sup>1)</sup> Mean SD.

235℃에서 6개월 경과 후 230℃로 대두유와 큰 차이가 없었다. 이러한 결과로 미루어 볼 때, 소량 첨가된 향료성분이 향미유에서 발연점을 상승시키는데 일정한 역할을 하는 것으로 판정할 수 있다. 이는 향미유에서 향료의 처리가 산화안정성에 일부 기여한다는 Lee 등<sup>23)</sup>의 연구결과와도 일치하는 경향이였다. 한편, 버터, 마가린은 각각 초기 196℃, 245℃에서 6개월 후 191℃, 240℃를 나타내었는데, 마가린의 발연점이 특히 높게 측정된 것은 상대적으로 포화도가 높는데 기인하는 현상인 것으로 판단된다. 이러한 효과들과 함께 2종의 향미유는 발연점 측정과정에서 발생하는 냄새가 상대적으로 향료냄새 및 oleoresin paprika 고유의 약간 매운 향이 고유의 식용유 탄내(burnt flavor)를 막아주어 튀김식품 등에서 효과적일 것으로 기대된다.

IV. 결론 및 요약

대두유를 기본 원료로 설정하고 여기에  $\beta$ -carotene, oleoresin paprika 및 버터향, 땅콩향, 크립향 등 3종의 향료를 처리하여 향미유를 제조하였다. 이의 색상은 고유의 붉은 색상을 나타내었으며, 총 *trans* 지방산 함량은 버터, 마가린의 1.35%, 28.31%에 비하여 낮은 0.84%로 이들의 대용품으로 사용할 경우 충분한 효과가 있을 것으로 기대된다. 또한, 휘발성 향기성분 함량은 SO-1의 경우 201,313.11ppm으로 대두유, SO-2, 버터, 마가린의 각각 63.54ppm, 205.73ppm, 481.24ppm, 168.95ppm 보다 월등히 높았다. 이러한 현상은 발연점에도 영향을 미쳐 상온 하에서 6개월 저장 후 240℃로 대두유의 228℃에 비하여 월등히 개선된 것을 확인할 수 있었다. 발연점 측정과정에서 발생하는 유지성분의 탄내(burnt flavor)도 향료 등이 충분히 masking해 주는 효과가 있어 이는 버터, 마가린의 대용품으로 충분히 가능한 각종 기능성을 보유한 것으로 판단된다.

따라서 이와 같이 제조한 버터 향미유는 기존의 마가린, 버터 대용품의 일환으로 스파게티, 각종 튀김식품 등에서 고유의 버터 향을 부여하거나 바람직하지 못한 향을 막아주는 효과가 충분하므로 이를 각종 식품에 적용하기위한 구체적인 연구가 지속적으로 필요할 것으로 사료된다.

감사의 글

본 연구는 2005년도 서일대학 학술연구비 지원에 의해 수행된 결과로 이에 감사드립니다.

■ 참고문헌

- 1) Mattias Sommerfeld, Trans unsaturated fatty acids in natural products and processed foods. Prog. Lipid Res., 21: 221-233, 1983
- 2) Antonino Strocchi, Fatty acid composition and triglyceride structure of corn oil, hydrogenated corn oil and corn oil

- margarine. *J. Food Sci.*, 47: 36-41, 1981
- 3) Edward Hunter, J. and Applewhite, T.H.. Isomeric fatty acids in the US diet; Levels and health perspectives. *Am. J. Clin. Nutr.*, 45: 119-225, 1986
  - 4) Conacher, H.B.S.. Chromatographic determination of cis-trans monoethylenic, unsaturation in fats and oils. A review, *J. Chromato. Sci.*, 14: 405-409, 1976
  - 5) Kinsella, J.E., Bruckner, G., May, J., and Shimp, J.. Metabolism of trans-fatty acids with emphasis on the effects of trans, trans-octadecadienoate on lipid composition, essential fatty acids and prostaglandins; an overview. *Am. J. Clin. Nutr.*, 34: 119-122, 1975
  - 6) Vergrosem, A.T. and Gottenbos, J.J.. "Role of Fats in Human Nutrition", Edited by Vergrosem, A.T., Academic Press, New York, 1973
  - 7) Moore, C.E.. Roslyn B. Alfin-Slater and Lilla Aftergood, Effect of trans fatty acids on serum lecithin; Cholesterol acyltransferase in rats. *J. Nutr.*, 110: 2284-2289, 1980
  - 8) Moore, C.E.. Effects of trans-fatty acids on tissue lipids and lecithin; Cholesterol acyltransferase. *Health Sci. Nutr.*, Dissertation Abstracts International, 40: 215-220, 1979
  - 9) Emken, E.A.. Nutrition and biochemistry of trans and positional fatty acid isomers in hydrogenated oils. *Annu. Rev. Nutr.*, 4: 339-344, 1984
  - 10) Slover, H.T. and Carpenter, C.L.. Relative nutritional value of various dietary fats and oils. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 50: 372-378, 1973
  - 11) Nazir, J., Moorecroft, J., and Mishkel, M.A.. Fatty acid composition of margarines. *Am. J. Clin. Nutr.*, 29: 331-335, 1976
  - 12) Smith, L.M., Dunkley, W.E., Frank, A., and Dairiki, T.. Measurement of trans and other isomeric unsaturated fatty acids in butter and margarine. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 55: 257-262, 1978
  - 13) Kim, D.S.. Risk and minimization project of trans fatty acids in edible fats & oils and its products. *J. Food Industry*, 24-43, 2004
  - 14) Spanos, G.A., Chen, H., and Schwartz, S.J.. Supercritical carbon dioxide extraction of  $\beta$ -carotene from sweet potatoes. *J. Food Sci.*, 58: 817-821, 1993
  - 15) Menkes, M.S., Comstock, G.W., Vulleumier, J.P., Helsing, K.J., Rider, A.A, and Brookmeyer, R.. Serum  $\beta$ -carotene, vitamin A and E, selenium and risk of lung cancer. *N. Eng. J. Med.*, 315: 1250-1255, 1986
  - 16) Krinsky. N.I.. The evidence for the role of carotenes in preventative health. *Cli. Nutr.*, 7: 107-112, 1988
  - 17) Favati, F., King, J.W., Friedrich, J.P., and Eskins, K.. Supercritical carbon dioxide extraction of carotene and lutein from leaf protein concentrates. *J. Food Sci.*, 53: 1532-1536, 1988
  - 18) Park, Y.S., Kim, H.K., Lee, J.H., Ham, S.S., and Lee, H.Y.. Bioenergetic yields for the production of beta-carotene under light-limited cultivations. *Inst. of Agric. Sci. Kangwon Nat'l Univ.*, Korea, 5: 65-71, 1993
  - 19) American Oil Chemists' Society, Official Method and Recommended Practices of AOCS, 4th. ed., 1989
  - 20) Schultz, T.H., Flath, R.A., Mon, T.R., Enggling, S.B., and Teranishi, R.. Isolation of volatile components from a model system. *J. Agric. Food Chem.*, 25: 446-450, 1997
  - 21) Koo, B.S.. The development of seasoning oils preparation. Thesis of doctor degree in Sungshin Woman's Univ., Seoul, Korea, 1992
  - 22) Lee, S.R. and Shin, H.S.. Advanced Food Chemistry, Shinkwang Pub., Seoul, Korea, 236, 1981
  - 23) Lee, M.S. and Lee, K.B.. Effect of capsaicin and silicone resin treatment on inhibition of thermal oxidation in frying oil. *Korean J. Food Nutr.*, 13: 534-538, 2000

(2005년 11월 15일 접수, 2006년 2월 16일 채택)