

유지의 가열 및 저장에 따른 Trans 지방산 생성에 관한 연구  
— 제 2 보 ; Trans 지방산 함량 및 조성 변화를 중심으로 —

김 덕 숙 · 구 본 순 · 안 명 수\*

서일 전문대학 식품가공학과, 성신여자대학교 식품영양학과\*

The Formation of Trans Fatty Acids with Heat Treatment  
and Storage of Fats and Oils (II)

— The contents and the kinds of Trans fatty acids —

Duk Sook Kim, Bon Soon Koo and Myung Soo Ahn

*Dept. of Food Processing and Technology, Seoil Junior College*

*Dept. of Food and Nutrition, Sungshin Women's University\**

Abstract

In this study, the cis to trans isomerization of unsaturated fatty acids were investigated about Soybean oil (SBO), Corn germ oil (CGO), Cottonseed oil (CSO), Margarine (MG), Shortening (ST) incubated at  $40 \pm 2^\circ\text{C}$  for 35 days and heated at  $185 \pm 2^\circ\text{C}$  for 24 hours.

The contents and kinds of trans fatty acids in each sample were determined by GLC after separating by HPLC.

The results were obtained as follows;

1. When samples were incubated at  $40 \pm 2^\circ\text{C}$  for 35 days, the contents of total trans fatty acids were increased from 0.5~12.3% to 0.8~20.5%. The kinds of trans fatty acids found were t-C<sub>18:1</sub>, t,c-C<sub>18:2</sub>, t,t-C<sub>18:2</sub>, t,c,c-C<sub>18:3</sub> in SBO, t-C<sub>18:1</sub>, t,c-C<sub>18:2</sub> in CGO, t-C<sub>16:1</sub>, t-C<sub>18:1</sub>, t,c-C<sub>18:2</sub>, t,t-C<sub>18:2</sub> in CSO. Processed oil such as MG and ST showed more complicated composition of trans fatty acids than SBO, CGO and CSO. T-C<sub>18:1</sub>, t,c-C<sub>18:2</sub>, t,t-C<sub>18:2</sub>, t,c,t-C<sub>18:3</sub>, t-C<sub>20:1</sub> were detected in ST.

2. In the case of heating at  $185 \pm 2^\circ\text{C}$  for 24 hours, the contents of total trans fatty acid were 1.6~37.2% in all samples. Heating made more remarkable isomerization than incubation ( $40 \pm 2^\circ\text{C}$ ). Specially, c,c,t-C<sub>18:3</sub> in SBO, t,t,t-C<sub>18:3</sub> in MG, t,c,t-C<sub>18:3</sub>, t,t,t-C<sub>18:3</sub> in ST were detected.

3. The total contents of trans fatty acids of processed oil were higher than vegetable oils. During incubation, trans fatty acids increased in the order of MG>ST>CGO>SBO>CSO, and during heat treatment, MG>ST>SBO>CGO>CSO.

## I. 서 론

유지나 유지 식품중 trans 지방산의 함량은, Kochhar 들<sup>1)</sup>에 의하면 정제전의 식물성 유지에서, 면실유에 0.6~1.0%, 유채유에 0.2~0.4%, 잇꽃기름에 0.2%, 참기름에 0.2~0.6%, 대두유에 0.5~0.9% 함유 되었다고 하며, 완전 정제된 후에는 잇꽃기름에 0.2%, 옥수수유에 0.2%, 대두유에 0.3%가 존재 한다고 한다. 또한, 각종 경화 유지 중에 공정 정도와 형태에 따라 trans 지방산 함량은 다양하다. 즉, 마아가린에는 약 10~40%의 trans 지방산이 함유 되어 있으나<sup>2)</sup>, 65~70%의 높은 경우도 있으며<sup>3,4)</sup>, 쇼트닝에는 14~30%가 함유 된 것으로 보고 되었고<sup>4,5)</sup>, 기타 경화 식품들의 trans 지방산 함량은 총 지방산의 0.1~40% 범위 인 것으로 알려지고 있다<sup>6)</sup>.

조들<sup>7)</sup>은 국산 마아가린 제품 중에 trans-octadecenoic acid가 6.2~35.8%(평균 18%) 존재하며, t,t-octadecadienoic acid는 검출되지 않았고, trans 지방산은 linoleic acid 함량이 증가할수록 감소하였다고 보고하였다. 안들<sup>8)</sup>은 통조림에 주입된 유지의 trans 지방산 조성에 관하여 조사한 결과, 면실유에서는 t,c-C<sub>18:2</sub>, 대두유에서는 t,c-C<sub>18:2</sub> 및 c,c,t-C<sub>18:3</sub>, t,c,c-C<sub>18:3</sub>이 존재 하였다고 보고하였다.

제 1보<sup>9)</sup>에서는 시판 식용유인 대두유, 옥수수유, 면실유와 가공 유지인 마아가린, 쇼트닝에 대한 항온 저장(40±2°C) 및 가열(185±2°C) 하였을 때의 이화학적 특성, 지방산 조성 및 GLC, IR, HPLC에 의한 trans 지방산 함량을 측정하였다. 본 연구에서는 각각의 시료중에 함유된 trans 지방산을 HPLC로 분리한 다음 methyl화하여 GLC로 확인 정량하여 산화 과정 중 생성 되는

trans 지방산의 종류 및 생성량을 측정하였다.

## II. 실험 재료 및 방법

### 1. 실험 재료

본 실험에 사용한 유지는 시판 대두유(동방유량), 옥수수유(샘표식품), 면실유(동방유량), 마아가린(오뚜기식품), 및 쇼트닝(삼립유지)으로, 이들 시료의 일부 이 화학적 특성 및 지방산 조성은 Table 1, 2와 같다.

이들 시료의 항온 저장 및 가열 방법은 제 1보에서와 같이 40±2°C에서 35일간 항온 저장하면서 5일 간격으로, 또 185±2°C에서 24시간 가열하면서 2시간 간격으로 시료를 채취하였다.

### 2. 실험 방법

항온 저장 및 가열 처리한 각 시료로부터 David의 방법<sup>10)</sup>에 따라 HPLC에 의하여 trans 지방산 획분을 분리하였다. 분리된 trans 지방산은 다시 Morrison 등의 방법<sup>11)</sup>에 의해 methyl ester화 한 다음 Lawrence 등의 방법<sup>12)</sup>에 따라 GLC로 trans 지방산 조성 및 종류별 함량을 구하였다.

또 제 1보에서 밝혀진 GLC에 의하여 얻어진 지방산 조성중 HPLC-GLC에 의한 trans 지방산을 불포화 지방산 함량의 합에 대한 백분율로 계산하였다.

## III. 결과 및 고찰

시판 대두유, 옥수수유, 면실유, 마아가린, 쇼트닝을 40±2°C에서 35일간 항온 저장 및 185±2°C에서 24시간 가열 처리한 각각의 시료 중에 함유된 trans 지방산의 함량 및 조성을 GLC로 확인 정량한 결과는 Table 3~6에

Table 1. Physicochemical characteristics of the oils and processed fats used as raw samples

Physicochemical characteristics	SBO	CGO	CSO	MG	ST
Acid value	0.042 ± 0.01	0.072 ± 0.01	0.041 ± 0.01	0.473 ± 0.00	0.084 ± 0.02
Peroxide value (meq/Kg)	3.2 ± 0.1	2.6 ± 0.2	2.5 ± 0.0	5.4 ± 0.3	2.6 ± 0.6
Iodine value	133.6 ± 0.9	120.9 ± 0.4	91.1 ± 1.1	108.3 ± 0.7	36.5 ± 1.3
Refractive index (25°C, 40°C)	1.4722	1.4722	1.4722	1.4589	1.4599

\* Abbreviations : SBO ; Soybean oil, CGO ; Corn germ oil, CSO ; Cottonseed oil, MG ; Margarine and ST ; Shortening

나타난 바와 같았다.

Table 2. Fatty acid composition of oils and processed fats used as raw samples (%)

Fatty acid	SBO	CGO	CSO	MG	ST
C <sub>8:0</sub>	—	—	—	—	2.9
C <sub>10:0</sub>	—	—	—	—	1.6
C <sub>12:0</sub>	—	—	—	—	11.8
C <sub>14:0</sub>	—	—	0.9	0.1	6.3
C <sub>16:0</sub>	10.7	12.6	28.3	11.9	21.7
C <sub>16:1</sub>	—	—	2.1	0.1	3.1
C <sub>18:0</sub>	3.8	3.2	3.9	6.4	17.2
C <sub>18:1</sub>	24.6	28.3	24.5	36.4	29.1
C <sub>18:2</sub>	52.8	55.9	40.3	44.0	5.7
C <sub>18:3</sub>	8.1	—	—	0.6	0.6
C <sub>20:0</sub>	—	—	—	0.3	—
C <sub>20:1</sub>	—	—	—	0.2	—

1. 항온 저장시 trans 지방산 함량 및 조성 변화

1) 대두유

대두유를 40±2°C에서의 항온 저장시 생성되는 총 trans 지방산의 함량 및 조성은 Table 3에서 보는 바와 같이, 저장전 총 trans 지방산 함량은 0.6%에서 35일 저장후 1.0%로 증가하여 t-ratio( $\frac{\text{trans}}{\text{cis+trans}} \times 100$ )는 4.1%였다. 대두유의 trans 지방산의 종류는 t-C<sub>18:1</sub>, t, c-C<sub>18:2</sub>, t,t-C<sub>18:2</sub>, t,c,c-C<sub>18:3</sub>, c,c,t-C<sub>18:3</sub>으로, t-C<sub>18:1</sub>은 저장전 0.3%에서 저장 35일후 0.5%로 크게 증가하였으며, t,t-C<sub>18:2</sub>는 25일 후부터 미량 검출되기 시작하여 35일후 0.1% 검출되었으며, t,c,c-C<sub>18:3</sub>은 0.1%로 저장전과 동일한 함량을 나타내었다. Kochhar 등<sup>1)</sup>에 의하면 시판 대두유중 총 trans 지방산 함량은 0.5~0.9%였다고 보고한 바 있어 본 실험과 좋은 일치를 보였다.

2) 옥수수유

옥수수유의 총 trans 지방산 함량은 Table 3에서 보

Table 3. Ratio of cis & trans fatty acids in vegetable oil incubated at 40 ± 2°C for 35 days

Fatty acid	Sam.	SBO					CGO					CSO				
		0	5	15	25	35	0	5	15	25	35	0	5	15	25	35
C <sub>16:1</sub>	c	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1.8	1.9	2.0	1.9	2.0
	t	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.3	0.3	0.2	0.3	0.2	
	t ratio(%)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	14.3	13.6	9.1	13.6	9.1
C <sub>18:1</sub>	c	24.3	24.5	24.5	24.6	24.4	28.0	28.3	28.3	28.4	28.5	24.1	24.2	24.2	24.6	24.8
	t	0.3	0.2	0.3	0.4	0.5	0.3	0.2	0.3	0.3	0.6	0.4	0.3	0.3	0.4	0.4
	t ratio(%)	1.2	0.8	1.2	1.6	2.0	1.1	0.7	1.0	1.0	2.0	1.6	1.2	1.2	1.6	1.6
C <sub>18:2</sub>	c, c	54.6	52.3	52.3	52.0	51.9	55.7	55.5	55.1	54.5	53.9	40.3	40.1	40.0	38.9	38.1
	t, c	0.2	0.2	0.1	0.3	0.3	0.2	0.2	0.1	0.2	0.3	—	Tr	Tr	0.1	0.2
	t, t	—	—	—	Tr	0.1	—	—	—	Tr	0.1	—	—	—	Tr	Tr
	t ratio(%)	0.4	0.4	0.2	0.6	0.8	0.4	0.4	0.2	0.4	0.7	—	—	—	0.3	0.5
C <sub>18:3</sub>	c, c, c	8.0	8.0	8.0	7.8	7.7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	t, c, c	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	t, c, t	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	t ratio(%)	1.2	1.2	1.2	1.3	1.3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
C <sub>20:1</sub>	c	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	t	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	t ratio(%)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

t ratio (trans fatty acid ratio) :  $\frac{\text{trans}}{\text{cis} + \text{trans}} \times 100 (\%)$

는 바와 같이 저장전 0.5%에서 35일 저장후 1.0%로 2배의 증가율을 보였는데, t-ratio로는 1.5%에서 2.7%로 증가하였다. 이를 각 trans 지방산 별로 보면 t-C<sub>18:1</sub>은 저장전 0.3%에서 저장 35일후 0.6%로 증가하였고, t,c-C<sub>18:2</sub>는 0.2%에서 0.3%, t,t-C<sub>18:2</sub>는 초기에 전혀 검출되지 않았으나 저장 25일 후부터 미량 검출되기 시작하여 35일 후에는 0.1%를 나타내었다.

3) 면실유

면실유의 함은 저장시 생성되는 총 trans 지방산 함량은 Table 3에서 보는 바와 같이 저장전 총 trans 지방산 함량은 0.7%로, Kochhar 들<sup>1)</sup>의 연구 결과에서 밝혀진 0.6~1.0% 범위와 유사한 결과를 보였다. 한편, 35일간 함은 저장 후의 총 trans 지방산 함량은 0.8%로 저장전과 거의 비슷한 경향이였으나, t-ratio로는 저장전 15.9%에서 저장후 11.2%로 오히려 감소하는 것으로 나타났다. 면실유의 총 trans 지방산 조성은 함은 저장전에 t-C<sub>16:1</sub>, t-C<sub>18:1</sub>이 검출 되었으며, C<sub>18:2</sub>에서는 저장

전에 trans 지방산이 전혀 검출 되지 않았으나 t,c-C<sub>18:2</sub>는 저장 5일 후부터, t,t-C<sub>18:2</sub>는 저장 25일 후부터 미량 검출되기 시작하였다.

4) 마아가린

마아가린의 함은 저장시 생성되는 총 trans 지방산의 함량 및 조성은 Table 4에서 보는 바와 같이, 저장전 총 trans 지방산 함량은 12.3%로 정량 되었는데, 이는 조들<sup>7)</sup>의 6.2~35.5%(평균 18%), Kochhar 들<sup>1)</sup>의 4.1~53.8%와 비교해 볼때 국내 마아가린 제품의 trans 지방산 함량이 상당히 높은 것을 알 수 있었다. 저장 기간이 경과함에 따라 마아가린의 총 trans 지방산 함량은 저장 10일까지는 9.5%로 오히려 감소 현상을 나타내었으나, 저장 15일 이후 부터 다시 증가하기 시작하여 35일 후에는 20.5%에 이르는 급격한 증가 현상을 나타내었다. 한편, 마아가린의 trans 지방산의 종류는 제 1보의 지방산 조성에서 나타난 바와 마찬가지로 t-C<sub>16:1</sub>, t-C<sub>18:1</sub>, t,c-C<sub>18:2</sub>, t,t-C<sub>18:2</sub>, t,c,t-C<sub>18:3</sub>, t-C<sub>20:1</sub> 등 매우 복

Table 4. Ratio of cis & trans fatty acids in processed fat incubated at 40 ± 2°C for 35 days

Sam. Storage time (day)		MG					ST				
		0	5	15	25	35	0	5	15	25	35
C <sub>16:1</sub>	c	0.1	0.1	0.1	-	-	2.7	2.8	2.7	2.8	2.8
	t	-	-	-	-	-	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
	t ratio (%)	-	-	-	-	-	12.9	12.5	12.9	12.5	12.5
C <sub>18:1</sub>	c	27.1	29.1	25.9	24.5	23.6	22.1	22.7	22.5	21.8	21.2
	t	8.7	7.6	10.6	12.9	14.5	7.0	6.3	6.6	7.5	27.4
	t ratio (%)	23.9	21.7	29.0	34.5	38.1	31.7	21.7	22.7	25.6	27.4
C <sub>18:2</sub>	c, c	40.4	40.4	39.3	37.1	35.7	3.6	2.9	3.2	2.9	2.1
	t, c	3.2	2.9	4.1	4.9	4.9	2.1	1.9	2.0	1.9	1.7
	t, t	0.4	0.2	0.5	0.6	0.9	Tr	0.1	0.1	0.2	0.2
	t ratio (%)	8.8	6.8	10.5	12.9	14.0	36.8	40.8	39.6	42.0	47.5
C <sub>18:3</sub>	c, c, c	0.6	0.5	0.5	0.5	0.6	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2
	t, c, c	-	-	-	-	-	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2
	t, c, t	Tr	0.1	0.1	0.1	0.1	-	-	-	-	-
	t ratio (%)	-	16.7	16.7	16.7	14.3	50	50	40	50	50
C <sub>20:1</sub>	c	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	-	-	-	-	-
	t	-	-	Tr	Tr	0.1	-	-	-	-	-
	t ratio (%)	-	-	-	-	50	-	-	-	-	-

$$t \text{ ratio (trans fatty acid ratio)} : \frac{\text{trans}}{\text{cis} + \text{trans}} \times 100 (\%)$$

잡한 양상을 보였다. t-C<sub>18:1</sub>은 총 trans 지방산 함량 변화와 같은 경향으로 저장전 8.7%에서 저장 10일 후에 6.4%로 일단 감소 현상을 보인 뒤 계속 증가하여 저장 35일 후에는 14.5%에 이르는 함량 변화를 나타내었다.

5) 쇼트닝

쇼트닝의 총 trans 지방산 함량은 Table 4에서 보는 것과 같이 저장전에 t-C<sub>16:1</sub> 0.4%, t-C<sub>18:1</sub> 7.0%, t,c-C<sub>18:2</sub> 2.1%, t,t-C<sub>18:2</sub> 미량, t,c,c-C<sub>18:3</sub> 0.3%로 총 9.8%를 나타내었으며, 저장 기간중에 계속 증가하여 총 trans 지방산 함량은 저장 35일 후에 10.5%로 되었다. t-C<sub>16:1</sub>은 저장 전 0.4%에서 저장 35일 동안 전혀 변화를 보이지 않았으며, t,c,c-C<sub>18:3</sub>은 저장전 0.3%에서 저장 15일 후부터 0.2%로 감소하여 이것이 35일 후에도 그대로 유지되었는데, 제 1보의 지방산 조성에서 C<sub>18:3</sub>은 이와 동일한 감소 현상을 보인 바 있으며, C<sub>18:3</sub>은 저장 15~20일

의 경우 40%를 제외하고는 전 기간중 50%가 이성화 되어 전체 지방산 중 가장 불안정 함을 알 수 있었다.

이상과 같이 40±2°C의 항온 저장시 각 시료에서 생성되는 trans 지방산 함량은 마아가린<쇼트닝>옥수수유>대두유>면실유의 순으로 나타났으나 저장 기간중 총 trans 지방산 생성율은 마아가린, 옥수수유에서 높은 것으로 나타났다.

2. 가열 처리시 trans 지방산 함량 및 조성 변화

1) 대두유

대두유를 185±2°C에서 24시간 가열하는 경우 총 trans 지방산 함량 및 각 지방산별 조성량의 변화는 Table 5와 같았다. 즉, 가열된 대두유내 총 trans 지방산 함량은 0.6%였으나 이후 경시적으로 증가추세를 보

Table 5. Ratio of cis & trans fatty acids in vegetable oil heated at 185 ± 2°C for 24 hours

Sam.	SBO					CGO					CSO					
	Heating time(day)					Heating time(day)					Heating time(day)					
Fatty acid	0	6	12	18	24	0	6	12	18	24	0	6	12	18	24	
C <sub>16:1</sub>	c	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.8	2.1	2.4	2.7	2.5	
	t	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.3	0.3	0.3	0.3	0.6	
	t ratio(%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14.3	12.5	11.1	10.0	19.4	
C <sub>18:1</sub>	c	24.3	24.9	25.2	24.7	24.7	28.0	28.1	28.2	29.1	28.7	24.1	24.8	25.2	25.3	25.6
	t	0.3	0.2	0.5	1.3	1.7	0.3	0.4	0.6	0.9	1.3	0.4	0.4	0.4	0.5	0.5
	t ratio(%)	1.2	0.8	1.9	5.0	6.4	1.1	1.4	2.1	3.0	4.3	1.6	1.6	1.6	1.9	1.9
C <sub>18:2</sub>	c, c	52.6	52.0	50.7	49.1	47.8	55.7	55.1	54.2	52.5	52.9	40.3	38.8	37.8	36.7	35.5
	t, c	0.2	0.2	0.4	0.9	0.9	0.2	0.3	0.3	0.6	0.6	-	6.1	0.2	0.2	0.3
	t, t	-	0.1	0.1	0.1	0.4	-	Tr	0.2	0.3	0.4	-	-	-	-	0.2
	t ratio(%)	0.4	0.6	1.0	2.0	2.2	0.4	0.5	0.9	1.7	1.9	-	0.3	0.5	0.5	1.4
C <sub>18:3</sub>	c, c, c	8.0	7.5	7.2	6.8	6.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	t, c, c	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	c, c, t	-	-	Tr	0.1	0.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	t, c, t	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	t, t, t	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	t ratio(%)	1.2	1.3	1.4	2.9	2.9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C <sub>20:1</sub>	c	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	t	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	t ratio(%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

$$t \text{ ratio (trans fatty acid ratio)} : \frac{\text{trans}}{\text{cis} + \text{trans}} \times 100 (\%)$$

여 가열 14시간 후 급격한 증가를 보였다. 이러한 변화를 각 지방산별로 보면 가열 24시간후 t-C<sub>18:1</sub>이 1.7%로 전체 C<sub>18:1</sub>의 6.88%에 달하였으며, t,c-C<sub>18:2</sub>는 0.9%, t-C<sub>18:2</sub>는 0.1%, t,c,c-C<sub>18:3</sub>은 0.1%로 전체 C<sub>18:3</sub>의 3.03%가 이성화 되었음을 보여 주었다. 즉, 대두유의 가열에 따라 C<sub>18:1</sub>은 C<sub>18:2</sub> 및 C<sub>18:3</sub>에 비하여 그 이성화 정도가 심하였는데 이러한 차이는 각 지방산의 입체구조, 사슬길이, 이중결합의 수 등에 의한 영향으로 사료된다.

## 2) 옥수수유

옥수수유의 가열에 따른 trans 지방산 함량은 Table 5와 같이 다소 급격한 변화폭을 보여 가열 24시간 후 총 trans 지방산 함량은 2.3%를 나타내었다. 이를 각 지방산별로 보면 C<sub>18:1</sub>의 경우 이성화 현상이 두드러져 저장 전 0.3%에서 가열 24시간 후 1.3%에 이르렀다. C<sub>18:2</sub>는 가열전 0.2%에서 점진적인 증가 추세를 보였으며 특

히 16시간 후에는 1.1%로 최고치를 나타내었으나 이후 다시 감소하여 24시간후 1.0% 검출되었다.

## 3) 면실유

면실유의 가열에 따른 총 trans 지방산 함량 변화는 Table 5에서 보듯이 가열전 0.7%에서 가열 24시간 후 1.6%로 2.28배의 증가율을 나타내었다. 특히 t-C<sub>16:1</sub>의 경우는 초기 0.3%에서 가열 22시간 까지는 거의 변화가 초래되지 않았으나 24시간후 0.6%로 급격한 증가 추세를 나타내었다. 한편, C<sub>18:2</sub>에서는 가열전 trans 지방산이 전혀 존재하지 않았으나 t,c-C<sub>18:2</sub>는 가열 4시간후 t, t-C<sub>18:2</sub>는 가열 20시간후 0.1%가 검출되기 시작하였으며 24시간후 각각 0.3%, 0.2%를 나타내었을 뿐만 아니라, C<sub>18:2</sub> 총 trans 지방산 함량도 가열전 0%에서 24시간후 0.5%로 증가폭을 보였다.

## 4) 마아가린

마아가린의 가열에 따른 trans 지방산 함량은 Table

Table 6. Ratio of cis & trans fatty acids in processed fat heated at 185 ± 2°C for 24 hours

Sam.		MG					ST				
Heating time (hr)		0	6	12	18	24	0	6	12	18	24
Fatty acid											
C <sub>16:1</sub>	c	0.1	0.1	0.1	0.1	Tr	2.7	2.7	2.5	2.4	2.2
	t	—	Tr	0.1	0.1	0.1	0.4	0.5	0.7	0.8	0.9
	t ratio (%)	—	—	50	50	100	12.9	15.6	21.9	25.0	29.0
C <sub>18:1</sub>	c	27.7	27.9	26.7	22.0	14.6	22.1	22.9	21.3	19.6	18.8
	t	8.7	8.9	10.1	15.5	22.7	7.0	6.6	8.2	10.1	9.9
	t ratio (%)	23.9	24.2	27.4	41.3	60.9	24.1	22.4	27.8	34.7	34.5
C <sub>18:2</sub>	c, c	40.4	38.9	36.6	31.9	27.1	3.6	2.7	1.8	1.9	1.5
	t, c	3.2	3.8	5.3	7.8	10.8	2.1	2.1	1.7	1.6	1.6
	t, t	0.4	0.6	1.0	1.8	3.0	Tr	0.2	0.3	0.4	0.5
	t ratio (%)	8.2	10.2	14.7	23.1	33.7	36.8	46.0	52.6	51.3	58.3
C <sub>18:3</sub>	c, c, c	0.6	0.6	0.5	0.4	0.1	0.3	0.4	0.3	0.3	—
	t, c, c	Tr	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.4	0.3	0.2	0.2
	c, c, t	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	t, c, t	—	Tr	0.1	0.1	0.1	—	Tr	0.1	0.1	0.2
	t, t, t	—	—	—	Tr	0.1	—	—	—	Tr	0.1
	t ratio (%)	—	25.0	37.5	50.0	83.3	50.0	50.0	57.1	50.0	100
C <sub>20:1</sub>	c	0.2	0.2	0.1	0.1	Tr	—	—	—	—	—
	t	—	Tr	0.1	0.1	0.1	—	—	—	—	—
	t ratio (%)	—	—	50	50	50	—	—	—	—	—

$$\text{t ratio (trans fatty acid ratio)} : \frac{\text{trans}}{\text{cis} + \text{trans}} \times 100 (\%)$$

6과 같이 항온 저장시와 달리 가열 시간의 경과에 비례하여 지속적인 증가 현상을 보여 가열전 12.3%에서 가열 24시간후 37.2%가 검출되었다. t-C<sub>18:1</sub>은 각 지방산 중 trans 지방산 함량이 가장 높아 가열전 8.7%에서 24시간 가열후 22.7%를 나타내었고, C<sub>18:3</sub>과 C<sub>20:1</sub>의 trans 지방산은 가열전에 거의 검출되지 않았으나 24시간후 각각 0.5%, 0.1%가 검출되어 그 함량은 미량이었으나 각 지방산 전체의 83.3% 및 50% 이상이 이성화된 결과를 나타내었다. 한편, 항온 저장시 검출되지 않았던 t,t,t-C<sub>18:3</sub>은 가열 14시간 이후 미량 검출되기 시작하여 가열 24시간후 0.1% 검출되었다.

##### 5) 쇼트닝

185±2°C에서의 가열에 따른 쇼트닝내의 trans 지방산 함량 변화는 Table 6과 같이 가열전 9.8%에서 가열 24시간후 13.4%로써 이를 각 지방산별로 살펴보면 t-C<sub>16:1</sub>은 가열전 0.4%에서 점진적인 증가 추세를 보여 가열 24시간후 0.9%에 이르렀으며 t-C<sub>18:1</sub>은 가열전 7.0%에서 가열 2시간후 5.2%로 크게 감소하였고, 이후 다시 증가하여 18시간후 최고치인 10.1%를 보인 다음 24시간후 9.9%를 나타내었다. 한편, C<sub>18:3</sub>에 있어서는 40±2°C의 항온 저장시의 변화 경향과 유사하게 각 지방산의 이성화 정도는 두드러지게 높은 것으로 밝혀졌으며, 항온 저장시 검출되지 않았던 t,c,t-C<sub>18:3</sub>, t,t,t-C<sub>18:3</sub>이 4시간, 14시간 이후에 미량 검출되기 시작하여 가열 24시간 후 각각 0.2%, 0.1%를 유지하였다.

이상과 같이 185±2°C에서 24시간 가열시 각 시료에서 생성되는 총 trans 지방산 함량은 마아가린<쇼트닝>대두유>옥수수유>면실유의 순이었으며 항온 저장시와는 달리 가열시 대두유 중에는 c,c,t-C<sub>18:3</sub>, 마아가린에 t,t,t-C<sub>18:3</sub>, 쇼트닝에서 t,c,t-C<sub>18:3</sub>, t,t,t-C<sub>18:3</sub>이 검출되는 것이 특징이었다.

#### IV. 결 론

다섯가지 유지중에 함유된 trans 지방산을 HPLC로 분리하고 GLC에 의하여 cis, trans 지방산 함량 및 조성을 분석한 결과는 다음과 같다.

1) 40±2°C 항온 저장시 생성되는 trans 지방산 함량은 전체적으로 저장전 0.5~12.3%에서 35일 저장후 0.8~20.5% 정도 였다. Trans 지방산의 종류는 식물성 유지인 대두유에서는 t-C<sub>18:1</sub>, t,c-C<sub>18:2</sub>, t,t-C<sub>18:2</sub>, t,c,c-

C<sub>18:3</sub>, 옥수수유에서는 t-C<sub>18:1</sub>, t,c-C<sub>18:2</sub>, 면실유에서는 t-C<sub>16:1</sub>, t-C<sub>18:1</sub>, t,c-C<sub>18:2</sub>, t,t-C<sub>18:2</sub>인데 반하여, 마아가린 쇼트닝과 같은 가공 유지, 즉, 마아가린에서는 t-C<sub>18:1</sub>, t,c-C<sub>18:2</sub>, t,t-C<sub>18:2</sub>, t,c,t-C<sub>18:3</sub>, t-C<sub>20:1</sub>, 쇼트닝에서는 t-C<sub>16:1</sub>, t-C<sub>18:1</sub>, t,c-C<sub>18:2</sub>, t,t-C<sub>18:2</sub>, t,c,c-C<sub>18:3</sub> 등으로 복잡한 양상을 보였다.

2) 185±2°C에서 24시간 가열한 경우 총 trans 지방산 생성량은 1.6%~37.2%로 항온 저장시 보다 다소 급격한 변화폭을 보여 trans form으로의 이성화 현상이 두드러졌다. 한편, 항온 저장시에 검출되지 않았던 trans 지방산의 종류로 대두유에서는 c,c,t-C<sub>18:3</sub>, 마아가린에서는 t,t,t-C<sub>18:3</sub>, 쇼트닝에서는 t,c,t-C<sub>18:3</sub>, t,t,t-C<sub>18:3</sub> 등이 검출되었다.

3) 각 시료에서 생성되는 trans 지방산 함량은 항온 저장시 마아가린<쇼트닝>옥수수유>대두유>면실유의 순이었고, 가열시에는 마아가린<쇼트닝>대두유>옥수수유>면실유의 순으로 나타나 가공 유지에서 trans 지방산의 함량이 높았다.

#### REFERENCES

- 1) Kochhar, S.P. and Matsui, T.: Essential fatty acids and trans contents of some oils, margarine and other food fats, *Food Chem*, **13**:85, 1984
- 2) Slover, H.T. and Carpenter, C.L.: Relative nutritional value of various dietary fats and oils, *J. Am. Oil Chem. Soc.*, **50**:372, 1973
- 3) Nazir, J., Moorecroft, J. and Mishkel, M.A.: Fatty acid composition of margarines, *Am. J. Clin. Nutr.*, **29**:331, 1976
- 4) Edward Hunter J. and Thomas H. applewhite: Isomeric fatty acids in the US diet; Levels and health perspectives, *Am. J. Clin. Nutr.*, **44**:707, 1986
- 5) Kummerow, F.A.: Current studies on relation of fat to health, *J. Am. Oil Chem. Soc.*, **51**:255, 1974
- 6) Smith, L.M., Dunkley, W.L., Frank, A. and Dairiki, T.: Measurement of trans and other isomeric unsaturated fatty acids in butter and margarine, *J. A. Oil Chem. Soc.*, **55**:257, 1978
- 7) 趙英子, 菅野道廣: 國産 마아가린중의 트랜스 酸 함량, 한국식품과학회지, **17**:219, 1985
- 8) 안미영, 안명수: 통조림에 주입된 유지중 trans 지방산 함량에 관한 연구, 한국조리과학회지, **5**(1):69, 1989

- 9) 김덕숙, 구본순, 안명수 : 유지의 가열 및 저장에 따른 Trans 지방산 생성에 관한 연구-제 1 보 : 일부 이화학적 특성 및 Trans 지방산 함량 변화를 중심으로, 한국조리학회지, 6(2):37, 1990
- 10) David Warthen, J. JR.: Separation of cis and trans isomers by reverse phase high pressure liquid chromatography, *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 52:151 1975
- 11) Morrison, W.R. and Smith L.M.: Preparation of fatty acid methyl esters and dimethylacetals from lipids with boron fluoride-methanol, *J. Lipid Res.*, 5: 600, 1964
- 12) Lawrence Gildenberg and David Firestone; Gas chromatographic determination of trans unsaturation in margarine; Collaborative study, *J. Assoc. Off. Anal. Chem.*, 68:46, 1985