

한국인 상용 가공식품의 *trans* 지방산 이성체

노경희 · 원미숙* · 송영선[†]

인제대학교 의생명공학대학 식품생명과학부 및 바이오헬스소재센터
*한국기초과학연구소 부산분소

Trans Fatty Acid Isomers of Processed Foods Commonly Consumed in Korea

Kyung-Hee Noh, Mee-Sook Won* and Young-Sun Song[†]

School of Food and Life Sciences, Biohealth Products Research Center, Inje University, Gimhae 621-749, Korea

*Korea Basic Science Institute/Busan Branch, Busan 609-735, Korea

Abstract

This study was designed to determine the distribution of *trans* fatty acids (tFAs) isomers of processed foods commonly consumed in Korea. The tFAs positional isomers were analyzed using GC/MS spectrometer with HP-23 *cis/trans* FAME, capillary column (50 m×0.20 mm, id., 0.2 μm film thickness) for 41 food samples. TFAs isomers were identified by comparing retention time with standards and GC/MS spectrum. In margarines, the content of tFAs ranged from 4.0% to 25.16% and the most abundant positional isomer of tFAs was C18:1Δ9*t*. In oils and fats, lards contained higher levels of tFAs (5.70~16.54%) than shortenings (6.77~10.55%). Shortenings contained higher levels of C18:1Δ9*t* (3.1~5.1%) than lard (1.6~4.3%), but corn oils had no tFAs. In seasonings, mayonnaise had no C16:1Δ9*t*, whereas C18:3*t* was detected. The content of tFAs in confectioneries was wide (16.20~52.16%). Among them, instant popcorns contained the highest amount of tFAs. Milk and dairy products showed even distribution of tFAS such as C18:1*t*, C18:2*t*, and C18:3*t*. Predominant tFAS isomer of condensed milk and ice cream was C16:1Δ9*t*. Frozen french fries and fried chicken contained higher levels of C18:1Δ9*t* (9.4%), whereas grilled pork (jowl) had no C18:1Δ9*t*. The amount of tFAs per serving size was the highest in popcorn, followed by frozen pizza, frozen french fries, fried chicken, and bakeries.

Key words: GC/MS, *trans* fatty acid isomers, *trans* fatty acids content, Korean processed foods

서 론

*Trans*형의 지방산은 *cis*형의 불포화지방산을 가진 천연의 식물성 유지가 금속 촉매의 존재 하에서 수소가스에 노출되어 다가린이나 쇼트닝과 같은 고체 또는 반고체 상태로 경화될 때 생성되거나, 반추동물의 위 장관에서 생합성을 통해 합성되므로 우유 및 유제품과 육류 등의 가공 식품에 함유되어 있다(1,2). 경화된 식물성유지는 융점과 질감의 변화를 일으키고(3), 식품의 안정성과 유통기간을 연장시킬 수 있는 이유로 가공식품에 널리 이용되고 있다(1-3). 마가린, 쇼트닝과 같은 경화유는 식물성 유지로 만들어졌기 때문에 동물성 지방인 포화 지방산보다 인체에 유용하다고 생각되어 왔고, 따라서 관상동맥 질환이나 동맥경화를 예방하기 위해 버터 대신 많이 이용되고 있는 실정이다. 그러나 최근의 연구결과들은 *trans* 지방산의 섭취가 관상동맥 질환이나 동맥경화 등의 질환을 더욱 악화시키는 결과를 초래한다고 보고하고 있다(1-6). 역학조사 결과 또한 *trans* 지방산이 관상동맥질환과 밀접한 관계가 있음을 보여주고 있다(1,2,6). 더우기 임신부의 *trans* 지방산 섭취증가

는 태아의 필수지방산 대사에 영향을 미쳐 태아의 성장을 저해할 수 있으며(7-9), 모유에 존재하는 프로스타글란딘 함량을 감소시키고 뇌세포의 수초화를 감소시켜 유아에게도 좋지 못한 영향을 미칠 수 있다고 보고하였다(10). 식품 중의 *trans* 지방산 함량은 사용하는 원료와 제조방법에 따라 매우 다양하다(11-17). 이에 따라 미국에서는 *trans* 지방산의 건강위해 효과에 관한 연구와 가공식품의 *trans* 지방산 함량 및 섭취수준에 대한 조사가 활발하게 행해지고 있다(12,15). 많은 연구자들이 미국의 Food and Drug Administration(이하 FDA)에 *trans* 지방산 함량 표시를 의무화해야 한다고 요구해 왔고, FDA는 식품 속의 *trans* 지방산 함량을 식품에 표기하는 것을 의무화하기 위해 입법을 추진하여 2002년 1월부터 시행한다고 발표(18)하였다.

경화된 식물성지방에는 올레산(C18:1)과 리놀레산(C18:2)의 이성체들이 20여종 이상 존재한다고 알려져 있다(19,20). 마가린에 존재하는 *trans*-octadecenoic acid는 대부분의 *trans* 결합을 n-8, n-9, n-10에 가지고 있으며, n-4와 n-14의 *trans* 결합 또한 검출되었다(21). 가공식품은 제조 조건에 따라 *trans*

[†]Corresponding author. E-mail: fdsnsong@inje.ac.kr
Phone: 82-55-320-3235. Fax: 82-55-321-0691

이성체의 종류와 함량이 다르며(15-18), *trans* 지방산의 건강에 대한 유·무해 논란에도 불구하고, conjugated linoleic acid (이하 CLA)는 바람직한 생리 활성을 나타내는 것으로 알려져 있다(22).

Trans 지방산의 함량 및 이성체 확인 방법으로는 IR(23,24), HPLC(25), GC(23,24), NMR(25), GC/MS(26,27), TLC(28) 등의 여러 분석 방법이 알려져 있으나 분석법에 따라 편차가 심한 것으로 알려져 있다. 유지 중의 함량이 미량이고 추출 유지 중에 *trans* 지방산의 분리, 정량을 방해하는 물질들이 존재하는 경우에는 기술적인 어려움이 많으나 지방산 이성체에서 이중결합의 위치를 확인하는 방법으로는 GC/MS가 많이 사용되고 있다.

국내에서의 *trans* 지방산에 관한 연구에는 1980년대 중반 행해진 국산 마가린의 *trans* 지방산 함량 분석(29)과 기름 담금 통조림의 *trans* 지방산 함량 분석(30), 1990년대 행해진 유지의 가열 및 저장에 따른 *trans* 지방산 생성에 관한 연구(27, 31,32)가 있으나, 우리나라 식생활의 지표가 되는 식품성분표(33)와 한국인 상용 식품의 지방산 조성표(34)에는 한국인 상용 가공 식품의 *trans* 지방산 함량에 관한 자료가 없어 한국인이 어느 정도 *trans* 지방산을 섭취하고 있는지 분석할 수가 없다. 국의 상용 가공 식품의 *trans* 지방산 함량에 대한 기초 자료(17,35)를 이용하기에는 생산자에 따라 다양한 *trans* 지방산 분포를 보이는 가공식품의 특성상 한국인의 *trans* 지방산 섭취량에 이용하는 것은 적합하지 않다고 사료된다.

따라서 본 연구에서는 *trans* 지방산 함량과 섭취빈도가 높은 한국인 상용 가공식품 41종을 선정하고 GC/MS를 사용하여 *trans* 지방산의 함량과 *trans* 지방산의 이성체 분석 및 1회 분량 당 *trans* 지방산 함량을 결정하여 *trans* 지방산 섭취량 조사를 위한 기초 자료를 마련하고자 하였다.

재료 및 방법

시료선정

한국인의 상용 가공식품 중 전보(36)에서 수행한 연구 결과에 기초하여 *trans* 지방산 함량과 섭취빈도가 상대적으로 높은 식품 41종(마가린류 6종, 유지류 7종, 우유 및 유제품류 6종, 양념류와 크립스프 3종, 과자류 5종, 빵류 9종, 육 가공품 및 튀김류 5종 등)을 선정하여 실험에 사용하였다. 1998년 3월부터 1999년 1월 사이에 부산과 김해에서 구입하여 사용하였으며, 돼지고기의 목살부위는 구입하여 직접 구이를 한 후 실험에 사용하였다.

Trans 지방산 정량 및 *Trans* 지방산의 이성체 확인

Bligh and Dyer 방법(37)으로 추출한 지방 중에서 *trans* 지방산 함량이 높고 섭취빈도가 높은 식품 38종, Jo 등의 방법(38)으로 추출한 우유와 유제품 3종의 지방을 Chin 등(39)의 방법에 따라 분석하였다. 즉, 4% HCl-메탄올을 사용하여 60°C에서 20분간 메틸화하여 건조시킨 후 헥산 2 mL을 가하

여 용해하여 2 μ L 취하여 헬륨 가스를 사용하여 GC/MS로 분석하였다. *Trans* 지방산 이성체로는 식품 속에 많이 존재하는 16:1*trans*($\Delta 9t$), C18:1*trans*($\Delta 9t$), C18:2*trans*($\Delta 9t\Delta 12c$, $\Delta 9c\Delta 12t$, $\Delta 9t\Delta 12t$)와 CLA인 $\Delta 9t\Delta 11t$), C18:3*trans*($\Delta 9t\Delta 12t\Delta 15t$)를 확인하였으며, C18:2*trans*($\Delta 9t\Delta 11t$)의 함량은 CLA 함량으로 별도 표기하였다. 총 *trans* 지방산 함량과 다가 불포화지방산/단일불포화지방산/포화지방산(이하 P/M/S)의 비를 표시하였다. 그리고 serving size 당 *trans* 지방산 함량(g)을 표시하였으며, 1회 분량 당 *trans* 지방산 함량을 결정하기 위해 1회 분량은 직접 중량을 측정하거나 한국인 상용 식품의 음식 영양소 함량 자료집(40)을 참고로 하여 결정하였다.

GC/MS 분석 조건

GC/MS의 분석 조건은 Table 1과 같으며 검출된 peak의 동정은 GC/MS의 spectrum을 검색하여 동일 분자량 여부로 확인하였다. 이성체 확인시 C18:1($\Delta 9c$, $\Delta 9t$), C18:2($\Delta 9c\Delta 12c$, $\Delta 9t\Delta 12c$, $\Delta 9c\Delta 12t$, $\Delta 9t\Delta 12t$), reference oil No. 1 (Sigma Chemical Co.)을 표준물질로 사용하고, 각 peak는 표준물질의 머무름 시간과 비교, 확인하여 면적을 적분기에 의해 구하고, 총 지방산에 대한 백분율로 나타내었다(Fig. 1). 각 시료에 대한 지방산 분석은 3회 실시하였으며, 결과는 각각의 평균값으로 나타내었다.

결과 및 고찰

마가린류의 지방산 조성과 *trans* 지방산 이성체

마가린류의 지방산 조성과 이성체 함량은 Table 2와 같다. 마가린류(margarine)의 지방산 조성에서 포화지방산은 C12:0과 C14:0이 각각 0.30~3.93%와 0.90~3.32%의 범위였으며, C16:0이 10.61~25.64%로 평균 18.15%이었다. 특히 3종의 마가린 B, E와 F에서는 C16:0의 함량이 현저히 높은 수준으로 검출되었고(<21%), C18:0은 평균 8.51%이었다. 불포화지방산으로는 C16:1*cis*(이하 C16:1)가 평균 0.59%이었고 C18:1*cis*(이하 C18:1)는 21.48~34.86%의 범위로 평균 28.68%로 가장 높은 수준으로 확인되었으며, C18:2*cis*(이하 C18:2)는 평균 23.21%의 수준이었다. Cho와 Sugano(29)는 1983~1984년 우

Table 1. Conditions of GC/MS for *trans* fatty acid isomers analysis

Item	Condition
Instrument	High Resolution GC/MS Spectrometer Autospec, Ultima Micromass (UK)
Column	HP-23 (<i>cis/trans</i> FAME, Hewlett-Packard) 50 m, film thickness 0.2 μ m, ID 0.20 mm
Column temperature	135°C, 4 min \rightarrow 10°C/ 180°C, 8 min \rightarrow 4°C/ 220°C, 15 min
Carrier gas	Helium
Detector temperature	250°C
Injection volume	2 μ L

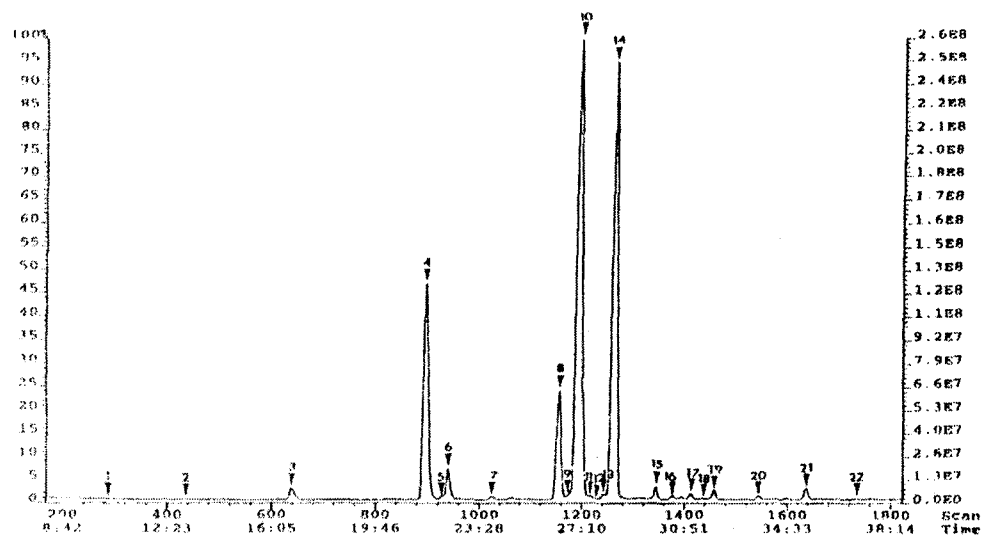


Fig. 1. Fatty acids chromatogram of a food sample.

Peaks were identified as: 1. C10:0, 2. C12:0, 3. C14:0, 4. C16:0, 5. C16:1 *9t*, 6. C16:1 *9c*, 7. C17:0, 8. C18:0, 9. C18:1 *9t*, 10. C18:1 *9c*, 11. C18:2 *9t12t*, 12. C18:2 *9t12c*, 13. C18:2 *9c12t*, 14. C18:2 *9c12c*, 15. C18:3 *9t12t15t*, 16. C19:1 *10c*, 17. C18:3 *9c12c15c*, 18. C18:2 *9t11t*, 19. C20:0, 20. C20:1 *11c*, 21. C20:2 *11c13c*, 22. C22:0.

Table 2. Fatty acid composition of margarines

(%)

Fatty acid	Margarine A	Margarine B	Margarine C	Margarine D	Margarine E	Margarine F
8:0	- ¹⁾	0.30	1.74	1.00	1.23	-
10:0	0.32	-	1.44	0.90	3.19	0.26
12:0	0.30	0.45	1.98	0.90	3.93	0.99
14:0	1.03	3.32	1.57	0.90	0.99	1.32
15:0	-	0.41	-	-	1.56	0.82
16:0	15.68	25.64	12.32	10.61	21.45	23.22
16:1 <i>9c</i>	2.46	3.53	1.39	-	2.43	0.40
16:1 <i>9t</i>	0.49	0.49	-	-	1.16	0.23
17:0	0.44	1.02	-	-	1.21	0.29
18:0	8.05	9.99	11.04	7.29	6.66	8.06
18:1 <i>9c</i>	32.18	34.86	21.48	26.31	28.66	28.57
18:1 <i>9t</i>	1.10	1.24	14.53	7.71	7.03	2.04
18:1 <i>t</i> isomer	0.51	-	-	-	-	-
18:2 <i>9c12c</i>	31.56	12.89	15.96	35.93	2.79	24.69
18:2 <i>c</i> isomer	0.44	0.26	1.38	0.91	-	0.60
18:2 <i>9t12c</i>	-	0.54	1.47	1.01	1.21	0.51
18:2 <i>9c12t</i>	0.64	0.49	2.08	1.30	0.49	0.45
18:2 <i>9t12t</i>	2.97	0.88	2.97	0.62	1.41	0.27
18:2 <i>9t11t</i> (CLA ²⁾)	0.63	0.45	1.39	0.91	2.10	0.52
18:2 <i>t</i> isomer	0.35	0.31	1.38	0.87	0.35	0.28
18:3 <i>9c12c15c</i>	1.18	0.51	1.68	1.89	1.50	3.63
18:3 <i>9t12t15t</i>	0.38	0.33	1.39	0.84	0.41	0.45
19:1 <i>10c</i>	0.33	0.26	-	-	-	0.29
20:0	0.63	0.72	1.51	1.10	0.49	0.81
20:1 <i>11c</i>	0.93	0.59	1.36	0.97	0.39	0.57
20:2 <i>11c13c</i>	0.52	0.29	-	-	0.29	0.21
22:0	0.33	0.25	-	-	0.31	0.40
Total tFAs³⁾%	7.07	4.75	25.21	13.26	14.16	4.75
P ⁴⁾ /M ⁵⁾ /S ⁶⁾	1.44/1.42/1	0.40/0.97/1	0.94/1.23/1	1.95/1.54/1	0.21/0.79/1	0.87/0.89/1
Total lipid (%)	83.94	88.04	83.83	81.84	85.77	83.49
TFAs (g)/ serving size	0.35	0.25	1.27	0.68	0.74	0.27

¹⁾Not detected. ²⁾Conjugated linoleic acid. ³⁾*trans* fatty acids.

⁴⁾Polyunsaturated fatty acid. ⁵⁾Monounsaturated fatty acid. ⁶⁾Saturated fatty acid.

리나라에서 생산된 마가린의 C18:2의 함량이 평균 7.3%로 낮았다고 하였으나 본 연구의 결과는 평균 24.82%로 이들의 연구와 비교했을 때 C18:2의 함량이 현저하게 높은 수준을 보였다. 마가린의 *trans* 지방산 이성체는 C16:1 9*trans*(이하 C16:1*t*)의 경우 4종의 마가린에서 0.23~1.16%의 범위로 검출된 반면, 마가린 C와 D 2종에서는 검출되지 않았다. C18:1*t*의 경우 $\Delta 9*trans*$ (이하 $\Delta 9*t*$)가 모든 마가린에서 검출되었으며, 1.10~14.53%의 범위로 확인되었다. C18:2*trans*(이하 C18:2*t*) 이성체로는 $\Delta 9*cis*$, $\Delta 12*trans*$ (이하 $\Delta 9*c*\Delta 12*t*$), $\Delta 9*trans*$, $\Delta 12*cis*$ (이하 $\Delta 9*t*\Delta 12*c*$), $\Delta 9*trans*$, $\Delta 12*trans*$ (이하 $\Delta 9*t*\Delta 12*t*$), CLA인 $\Delta 9*trans*$, $\Delta 11*trans*$ (이하 $\Delta 9*t*\Delta 11*t*$)가 모든 마가린에서 검출되었다. C18:2의 총 함량은 2.02~7.91%의 범위로 다양하였고, C18:3*t*는 0.33~1.39%의 수준을 보였다. 총 *trans* 지방산 함량이 높을수록 C18:1과 C18:2의 함량이 낮았으며, 마가린 E는 다른 마가린에 비해 C18:2의 함량이 낮은 반면 C16:1*t*의 함량은 현저하게 높은 수준이었다. 지방 100 g당 *trans* 지방산 함량은 4.75~25.21 g으로 범위가 다양하였으며, 평균 11.62 g이었다. 따라서 마가린류의 1회 분량 당 *trans* 지방산 함량 또한 0.25~1.27 g으로 다양한 범위를 보였다. C18:2 $\Delta 9*t*\Delta 11*t*$ 의 CLA의 함량은 0.45~2.10%의 범위로 불포화지방산의 비가 가장 낮은 마가린 E에서 가장 높은 수준으로 검출되었다. 마가린류의 P/M/S는 제품에 따라 다양한 분포를 보였다. 마가린 A와 D는 다가불포화지방산(이하 PUFA)의 비가 현저하게 높은 반면, 마가린 E는 불포화지방산의 함량이 현저하게 낮은 수준을 보였다.

Lake 등(41)은 호추산 마가린의 *trans* 지방산 이성체 함량을 C18:1*t*가 10.9~17.2%, C18:2 *trans-trans*, *trans-cis*, *cis-trans*(이하 C18:2*t*)가 0.2~2.4%, C18:3*t*가 0~0.8% 범위로 보고하였으며, 평균값으로 보면 C18:1*t*가 14.6%, C18:2가 1.4%, C18:3*t*가 0.5%이었으며, C16:1*t*는 검출되지 않았다고 하였다. 본 연구에서는 C16:1*t*가 4종의 마가린에서 0.23~1.16% 범위로 다양하게 검출되었으나, 마가린 C와 D의 2종에서는 확인되지 않았다. C18:2의 함량은 Lake 등(41)의 결과보다 조금 높은 수준으로 확인되었다. 이러한 결과는 마가린의 제조 시 사용하는 원료유지, 제조회사와 공정기술 등의 차이로 인해 기인되는 것이라 사료된다. *Trans* 지방산 함량이 낮은 마가린 A, B, F와 *trans* 지방산 함량이 높은 마가린 C, D, E의 *trans* 지방산 이성체를 비교하면, *trans* 지방산 함량이 낮은 마가린에서 C18:1*t*의 함량이 현저히 낮은 수준으로 검출되었으며, C18:3*t* 함량은 높은 수준으로 검출되었다. 본 연구에서는 C18:1의 함량이 높을수록 *trans* 지방산 함량이 낮게 나타났는데 이러한 경향은 Lake 등(41)의 결과에서도 확인되었다. C18:2의 함량이 높을수록 *trans* 지방산 함량이 감소한다는 Cho와 Sugano(29)의 보고가 있으나, Ovesen 등(13)과 Lake 등(41) 및 본 연구에서는 이러한 사실을 확인하지 못하였다. 본 연구에서 조사된 마가린의 *trans* 지방산 함량은 4.75~25.21%로 평균 11.62%이었다. 오스트리아에서 생산되는 마가린의 *trans* 지방산 함량은 0.6%

에서 23.4%로 본 연구의 결과보다는 낮은 수준이었다(42). 1985년 Cho와 Sugano(29)가 보고한 국산 마가린 중의 *trans* 지방산 함량은 6.2~35.5%였으며, 평균 *trans* 지방산 함량은 18%정도로 본 연구의 결과보다 높은 수준으로 확인되었다. 또한 Cho와 Sugano(29)는 1983년에 구입한 국내산 마가린보다 1984년에 구입한 마가린의 *trans* 지방산 함량이 낮았다고 보고했으며, Ovesen 등(14)은 1995년에 구입한 마가린이 1992년에 구입한 마가린보다 *trans* 지방산 함량이 평균 13%에서 3.8%로 낮았다고 보고하였다. 이러한 연구 보고로 미루어 볼 때, Cho와 Sugano(29)의 연구 결과에 비해 본 연구에서 국내산 마가린의 *trans* 지방산 함량이 적은 것은 제조 공정의 변화 등(31)에 기인한 것이라 사료된다. 국외에서는 상업적으로 식물성유를 경화시킬 때 *trans* 지방산의 생성을 감소시키거나 생성되지 않는 기술이 다방면으로 연구가 진행되어 왔다. 상업적으로 경화시킨 생산품에서 *trans* 지방산 함량을 감소시키는 하나의 방법은 경화되지 않은 유지와 경화유의 혼합물을 완전하게 에스테르화 하는 것이며 Hecker 등(43)과 List 등(44)은 이 방법을 이용하여 마가린 등의 경화유를 생산했을 때 생산품에는 *trans* 지방산이 함유되지 않았다고 하였다.

유지류의 지방산 조성과 *trans* 지방산 이성체

유지류의 지방산 조성과 *trans* 지방산 이성체 함량은 Table 3에서 보는 바와 같다. 대두유(soybean oil)와 옥수수유(corn oil)의 지방산 조성 중 C18:1의 함량은 각각 24.28%와 32.30%로 확인되었으며, C18:2는 42.43%와 44.35%로 현저하게 높은 수준을 보여 2종의 불포화지방산 함량이 총 지방산의 각각 66.71%와 76.65%를 차지하였다. 대두유는 옥수수유에 비해 C18:1이 낮은 반면 C18:3은 7.89%로 옥수수유의 2.15%보다 현저히 높았으며, C20:2의 함량은 0.72%로 옥수수유의 0.24%보다 높은 수준이었다. 쇼트닝(shortening)의 지방산 조성은 포화지방산인 C8:0~C14:0의 함량이 8.59~9.15%의 범위였으며, C16:0은 22.68~23.22%의 범위로 검출되었다. C18:1의 함량은 32.2~33.67%의 수준이었으나, C18:2는 10%수준이었고 C18:3의 함량은 0.6%로 낮았다. 라드(lard)의 지방산 조성과 이성체 함량은 라드 제품 간에 차이를 보여 라드 B는 C18:1과 C18:2의 함량이 높았으며, 라드 A는 C18:3의 함량이 높았다. 우지(tallow)의 지방산 조성은 C16:1과 C18:1의 함량이 각각 22%와 11.47%이었으며, C18:2와 C18:3의 함량은 각각 3.48%와 0.34%로 우지에서 가장 높은 함량을 보인 지방산은 C18:1로 41%를 차지하였다.

Trans 지방산 이성체로는 대두유에서는 C18:1*t*가 0.95%로 나타났으나, 옥수수유에서는 확인되지 않았다. 대두유에서의 C18:2*t*의 함량은 3.32%이었으며, 그 중 $\Delta 9*c*\Delta 12*t*$ 가 0.94%로 가장 높은 수준으로 검출되었으나, $\Delta 9*t*\Delta 12*c*$ 의 이성체는 확인되지 않았다. 옥수수유의 C18:2*t* 함량은 0.85%이었으며 $\Delta 9*t*\Delta 12*c*$, $\Delta 9*c*\Delta 12*t*$ 와 CLA인 $\Delta 9*t*\Delta 11*t*$ 는 확인되지 않았다. 대두유의 C18:3*t*는 1.17%로 옥수수유의 0.49%보다 현저하게 높은 수준이었다. 쇼트닝의 *trans* 지방산 이성체는 C16:1*t*와

Table 3. Fatty acid composition of oils and fats

(%)

Fatty acid	Soybean oil	Corn oil	Shortening A	Shortening B	Lard A	Lard B	Tallow
8:0	0.81	0.31	0.73	0.68	2.59	0.73	0.46
10:0	0.73	0.23	0.73	0.66	2.45	0.75	0.30
12:0	0.86	- ¹⁾	3.40	3.72	2.40	1.56	0.28
14:0	0.85	0.23	3.73	4.05	3.53	2.86	3.64
15:0	-	-	0.65	0.51	2.40	0.59	1.11
16:0	11.98	13.87	22.68	23.22	18.86	24.59	22.00
16:1 9c	0.77	0.32	2.37	3.02	3.74	3.57	8.09
16:1 9t	-	0.23	0.58	0.43	2.48	0.91	-
17:0	0.78	0.28	1.35	1.36	2.62	0.62	1.25
18:0	4.91	3.27	11.36	11.31	10.39	14.20	11.47
18:1 9c	24.28	32.30	33.67	32.20	25.27	34.95	40.98
18:1 9t	0.95	-	5.06	3.08	4.30	1.61	0.93
18:2 9c12c	41.66	43.68	9.42	10.31	6.74	9.83	3.18
18:2c isomer	0.77	0.67	0.46	0.24	-	0.94	0.30
18:2 9t12c	-	-	0.73	0.59	2.40	0.70	0.58
18:2 9c12t	0.94	-	0.78	0.63	-	0.74	0.84
18:2 9t12t	0.81	0.28	0.98	0.95	2.52	0.93	2.73
18:2 9t11t (CLA ²⁾)	0.79	-	0.57	0.40	2.43	0.67	0.83
18:2t isomer	0.78	0.57	-	-	-	-	-
18:3 9c12c15c	7.89	2.15	0.63	0.61	2.52	0.74	0.34
18:3 9t12t15t	1.17	0.49	0.51	0.32	2.42	0.59	0.58
19:1 10c	-	-	0.46	0.25	-	-	0.50
20:0	0.87	1.07	0.72	0.59	-	0.90	0.41
20:1 11c	0.80	-	0.60	0.46	2.53	1.37	1.12
20:2 11c13c	0.72	0.24	-	0.22	2.40	0.68	-
22:0	0.76	0.37	0.43	0.22	-	-	-
Total tFAs³⁾%	5.44	1.62	9.21	6.40	16.55	6.15	6.49
P ⁴⁾ /M ⁵⁾ /S ⁶⁾	2.25/1.19/1	2.42/1.67/1	0.32/0.89/1	0.31/0.88/1	0.47/0.85/1	0.34/0.90/1	0.23/1.28/1
Total lipid (%)	99.05	99.05	99.45	98.67	98.39	99.40	62.63
TFAs (g)/serving size	0.27	0.08	0.46	0.32	0.81	0.31	0.20

¹⁾Not detected. ²⁾Conjugated linoleic acid. ³⁾*trans* fatty acids.⁴⁾Polyunsaturated fatty acid. ⁵⁾Monounsaturated fatty acid. ⁶⁾Saturated fatty acid.

C18:1t의 함량은 다른 유지류에 비해 높은 수준으로 확인되었다. 총 *trans* 지방산 함량이 높은 라드 A에서는 C16:1t과 C18:3t, 그리고 C18:3의 함량이 현저하게 높았다. 라드 A의 *trans* 지방산 함량이 유지류 중에서 가장 높은 수준인 16.54%이었으나 라드 B는 6.15%로 현저한 차이가 있었다. 라드에서는 C16:1t가 검출된 반면, 우지에서는 확인되지 않았고, 우지의 C18:2t 및 C18:3t 함량은 라드와 유사한 수준이었다.

대두유와 옥수수유의 지방 100 g당 *trans* 지방산 함량은 각각 5.44%와 1.36%이었다. 대두유와 옥수수유의 P/M/S는 각각 2.25/1.19/1과 2.42/1.67/1로 PUFA의 함량이 현저하게 높은 수준이었다. Kim 등(45)은 식용유지19종의 지방산 분석에서 PUFA의 함량이 3.1~72.44%까지 다양한 범위였으며, 평균 P/M/S가 2.43/2.07/1이라고 보고하였다. 그러나, 식품성분표(33)에 의하면 대두유와 옥수수유의 P/M/S는 각각 3.90/2.60/1과 4.10/1.66/1으로 PUFA의 함량이 현저하게 높으며, 본 실험의 결과와 비교시 대두유는 PUFA와 MUFA의 함량이 높았으며, 옥수수유는 PUFA의 수준이 현저하게 높았다. 쇼트닝, 라드, 우지는 식물성유에 비해 PUFA의 비가 현저히 낮았으며, 우지의 MUFA의 비는 1.28로 라드에 비해 높은 수준을 보였다. 유지류의 1회 분량 당 *trans* 지방산 함량은 0.08~0.81g이

었으며, 옥수수유가 가장 낮은 수준을 보였고 라드 A가 가장 높은 수준을 보였다.

우유와 유제품의 지방산 조성 and *trans* 지방산 이성체

우유와 유제품의 지방산 조성 and *trans* 지방산 이성체 함량은 Table 4와 같다. 체다 치즈(cheddar cheese)와 모짜렐라 치즈(mozarella cheese)의 포화지방산은 C16:0가 각각 16.77%와 22.67%로 가장 높았으며 다음으로 C18:0가 각각 9.75%와 10.21%를 차지하였다. MUFA중에는 C18:1의 함량이 가장 많았으며 각각 14.32%와 25.09%를 나타내었다. 모짜렐라 치즈는 체다 치즈에 비해 C18:2의 함량이 4배나 높게 나타났으며, C18:3의 함량은 4%의 수준으로 비슷하였다. 버터(butter)의 지방산 조성을 보면 포화지방산인 C16:0과 C18:0이 23%와 14%이었으며, C18:1과 C18:2는 각각 25%와 4.74%, C18:3은 0.61%로 유제품 중 필수지방산의 함량은 낮았다. 우유(milk)와 연유(condensed milk)는 C16:0의 함량은 각각 14.5%와 23.07%이었으며 C18:0의 함량은 각각 8.23%와 27.29%로 큰 차이를 보였다. 우유와 연유의 C18:1 함량은 각각 7.73%와 27.9%이었으며, C18:2 함량은 7.45%와 4.51%를 나타내었다. C18:3의 함량은 우유와 연유 각각 6.55%와 0.78%를 보였는데 필수지방산

Table 4. Fatty acid composition milk and milk products

(%)

Fatty acid	Cheddar cheese	Mozarella cheese	Butter	Milk	Condensed milk	Ice cream
8:0	4.87	0.53	1.56	7.92	1.11	1.30
10:0	4.72	2.06	3.11	7.10	2.15	2.74
12:0	5.00	2.70	4.16	7.02	4.07	12.59
14:0	7.49	6.83	9.16	8.46	8.84	9.55
15:0	4.21	1.13	1.35	- ¹⁾	1.38	1.24
16:0	16.77	22.67	23.06	14.50	23.07	17.49
16:1 9c	4.43	1.69	2.11	6.55	2.30	1.56
16:1 9t	-	0.34	0.69	-	0.86	1.11
17:0	2.13	0.79	0.99	-	1.10	1.26
18:0	9.75	10.21	13.97	9.95	13.80	12.91
18:1 9c	14.32	25.09	25.25	7.73	27.90	16.61
18:1 9t	2.49	1.38	3.94	2.33	2.42	2.37
18:2 9c12c	5.28	21.10	4.27	7.45	4.51	6.68
18:2c isomer	-	0.30	0.47	-	-	-
18:2 9t12c	2.16	-	-	2.83	0.78	1.22
18:2 9c12t	2.17	0.41	0.59	2.85	1.03	1.27
18:2 9t12t	2.20	0.80	0.91	2.85	1.25	1.18
18:2 9t11t (CLA ²⁾)	2.18	1.28	0.92	2.82	1.01	1.11
18:2t isomer	2.14	0.29	-	-	-	-
18:3 9c12c15c	4.46	4.17	0.61	6.55	0.78	1.53
18:3 9t12t15t	2.15	0.41	0.54	2.84	0.73	1.11
19:1 10c	-	-	0.45	-	-	-
20:0	0.53	0.51	0.60	0.31	0.79	1.14
20:1 11c	0.57	0.43	0.55	0.30	0.74	1.13
22:0	-	0.37	-	-	-	2.14
Total tFAs³⁾%	14.26	4.79	7.59	13.67	8.08	9.37
P ⁴⁾ /M ⁵⁾ /S ⁶⁾	0.48/0.50/1	0.65/0.65/1	0.13/0.59/1	0.51/0.31/1	0.18/0.60/1	0.23/0.40/1
Total lipid (%)	8.58	15.87	83.33	3.90	11.54	11.85
TFAs (g)/serving size	0.25	0.14	0.43	0.88	0.19	1.19

¹⁾Not detected. ²⁾Conjugated linoleic acid. ³⁾trans fatty acids.⁴⁾Polyunsaturated fatty acid. ⁵⁾Monounsaturated fatty acid. ⁶⁾Saturated fatty acid.

의 함량은 우유가 연유보다 높은 비율을 보였다. 아이스크림의 지방산 조성은 C12:0의 함량이 12.59%로 확인되었으며, C18:0, C20:0과 C22:0의 함량의 함량은 다른 유제품에 비해 높은 수준으로 확인되었다.

Trans 지방산 이성체 확인에서 C16:1t는 모짜렐라 치즈에서는 검출된 반면(0.34%) 체다 치즈에서는 검출되지 않았으며, C18:1 Δ 9t는 체다 치즈에서 2.49%, 모짜렐라 치즈에서 1.38%의 함량을 보였다. C18:2t는 체다 치즈와 모짜렐라 치즈가 각각 10.85%와 2.78%이었으며, C18:3t는 각각 2.15%와 0.41%이었다. 버터의 trans 지방산 이성체로는 C16:1t가 0.69%, C18:1t는 3.94%, C18:2t는 2.42%, C18:3t는 0.54%로 검출되었다. Lake 등(41)은 버터의 지방산 중 C16:0이 평균 31.5%, C18:0이 13.5%, C18:1t의 함량이 평균 4.5%라고 보고하였는데 이는 본 연구의 결과와 유사하였다. 우유의 trans 지방산 이성체에서는 C16:1t가 검출되지 않았으나, 연유에서는 C16:1t가 0.86%의 수준으로 검출되었다. 우유와 연유의 C18:1t는 각각 2.33%와 2.42%이었으며, C18:2t는 각각 11.37%와 4.07%, C18:3t는 각각 2.84%와 0.73%를 나타내었다. 우유의 C18:2t 함량은 조사한 유제품 중 가장 높았다. 유럽 14개국 식품을 대상으로 지방산 조성과 trans 지방산 이성체를 조사한 결과(46) 치즈의 경우 C18:0이 8.44~12.89% 함유되어 있었

으며, 포화지방산의 함량은 62.51~68.99%로 보고되었다. 또한 유럽에서 판매되고 있는 버터는 C18:0이 9.79~12.04%, C18:1t의 함량이 2.16~3.64%의 범위로 아주 다양하였으며, 포화지방산의 총 함량은 59.84~66.02%로 높은 수준으로 확인되었다. 유럽에서 판매되고 있는 우유의 경우 포화지방산의 함량이 57.60~67.74%로 현저히 높았으며, C18:0이 9.23~1.94%를 함유하고 있었고 C18:1t는 1.77~3.96%의 범위를 보였다는 보고는 본 연구와 유사한 결과를 보였다. 아이스크림(ice cream)의 trans 지방산 이성체로는 C16:1t이 1.14%, C18:2t가 4.78% 수준으로 검출되었다. 유제품의 C18:2t Δ 9t Δ 11t 함량은 0.92~2.33%로 다른 식품류에 비해 높은 수준이었으며, 특히 우유와 체다 치즈에서 높았다. 이것은 Chin 등(39)과 Stanton 등(47)의 보고와 일치하는 결과이며, 우유보다는 우유를 가공하여 만든 식품에서 CLA 함량이 대체로 낮았다고 보고되고 있다.

지방 100 g당 trans 지방산 함량은 체다 치즈가 14.26 g으로 높았으며, 모짜렐라 치즈가 4.86 g으로 낮은 수준이었다. 우유와 유제품의 P/M/S는 모짜렐라 치즈가 0.65/0.65/1이었고 버터, 연유와 아이스크림은 PUFA의 비가 현저하게 낮았다. 1회 분량 당 trans 지방산 함량은 아이스크림이 1.19 g으로 가장 높은 수준이었으며, 모짜렐라 치즈가 0.14 g으로 낮은 수준이었다.

마요네즈, 스파게티소스와 크림스프의 지방산 조성과 trans 지방산 이성체

양념류와 크림스프의 지방산 조성과 trans 지방산 이성체 함량은 Table 5에서 보는 바와 같다. 마요네즈(mayonnaise)의 지방산 조성은 C18:1과 C18:2 및 C18:3의 함량이 높았으며, 특히 C18:2와 C18:3이 각각 40.51%와 8.59%로 다른 식품류에 비해 현저하게 높았는데, 이것은 마요네즈 제조에 사용되는 식물성유지의 조성 때문으로 생각된다. 스파게티 소스(spaghetti sauce)는 포화지방산인 C16:0이 20.75%로 높은 수준을 보였으며, 크림스프(cream soup)는 C16:0이 22.72%와 C18:0이 9.95%이었다.

양념류의 trans 지방산 이성체 확인에서 마요네즈는 C16:1t와 C18:2t Δ 9t Δ 12c는 확인되지 않은 반면, C18:2 Δ 9c Δ 12t, Δ 9t Δ 12t와 CLA인 Δ 9t Δ 11t는 각각 0.93%, 0.68%와 0.77%로 확인되었으며, C18:3t는 1.39%로 확인되었다.

스파게티 소스의 trans 지방산 이성체로는 C16:1t가 2.22% 함량은 0.77%~2.5%의 범위를 보였으며, C18:3t는 마요네즈에서는 1.39%로 확인되었으나, 스파게티 소스와 크림스프 둘다에서 확인되지 않았다. 지방 100 g당 trans 지방산 함량은 4.93%~1.05%의 분포를 보였으며, 스파게티 소스가 11.05%

Table 5. Fatty acid composition of mayonnaise, spaghetti sauce and cream soup (%)

Fatty acid	Mayonnaise	Spaghetti sauce	Cream soup
8:0	0.80	2.78	1.50
10:0	0.66	2.58	2.44
12:0	0.67	4.22	2.79
14:0	0.66	8.13	5.95
15:0	- ¹⁾	2.50	1.14
16:0	10.30	20.74	22.72
16:1 9c	0.75	2.77	1.67
16:1 9t	-	2.22	0.75
17:0	1.30	2.32	0.93
18:0	5.32	13.45	9.95
18:1 9c	25.61	18.59	28.27
18:1 9t	1.16	3.94	2.77
18:2 9c12c	39.76	3.67	13.47
18:2c isomer	0.76	2.16	-
18:2 9t12c	-	-	0.87
18:2 9c12t	0.93	-	1.28
18:2 9t12t	0.68	2.40	1.31
18:2 9t11t (CLA ²⁾)	0.77	2.50	1.08
18:3 9c12c15c	8.59	2.58	1.11
18:3 9t12t15t	1.39	-	-
20:0	0.95	2.17	0.79
20:1 11c	0.82	2.16	-
22:0	0.78	2.14	-
Total tFAs³⁾%	4.93	11.06	8.06
P ⁴⁾ /M ⁵⁾ /S ⁶⁾	2.34/1.32/1	0.15/0.49/1	0.38/0.69/1
Total lipid (%)	71.83	1.95	7.79
TFAs (g)/ serving size	0.23	0.54	0.13

¹⁾Not detected. ²⁾Conjugated linoleic acid.
³⁾trans fatty acids. ⁴⁾Polyunsaturated fatty acid.
⁵⁾Monounsaturated fatty acid. ⁶⁾Saturated fatty acid.

로 가장 높았다.

크림스프의 trans 지방산 이성체로는 C16:1t가 0.75%, C18:1t가 2.77%로 확인되었으며, C18:2t는 Δ 9c Δ 12t, Δ 9t Δ 12c, Δ 9t Δ 12t와 CLA인 Δ 9t Δ 11t가 각각 0.87%, 1.28%, 1.31%와 1.08% 검출되었다. 이러한 결과는 유럽 14개국의 식품을 대상으로 실시한 trans 지방산 함량에 대한 연구에서 크림스프의 C18:0 함량은 12.96%, C18:1t는 28.56%로 보고된 결과가 상당한 차이를 나타내었다(46).

양념류와 크림스프의 P/M/S는 마요네즈가 2.34/1.32/1로 PUFA의 비가 현저히 높았으나, 스파게티 소스는 0.15/0.49/1로 불포화지방산의 비가 현저하게 낮았다. 1회 분량 당 trans 지방산 함량은 스파게티 소스가 0.54 g으로 양념류 중 가장 높은 수준으로 확인되었으며, 마요네즈가 0.23 g, 크림스프가 0.13 g의 순이었다.

과자류의 지방산 조성 and trans 지방산 이성체

과자류의 지방산 조성 and trans 지방산 이성체 함량은 Table 6에서 보는 바와 같으며, 인스턴트 팝콘(instant popcorn)의 경우, 포화지방산 중에서 C16:0의 함량이 평균 10.13%로 가장 높았고 C18:0은 2.04~9.73%로 제품에 따라 큰 차이를 보였다. C18:1은 평균 25.46%, C18:2는 평균 6.83%, C18:3은 평균 0.39%로 검출되었다. 콘칩(corn chip)의 지방산 조성은 C18:1이 35.35%, C18:2가 18.31%로 현저히 높은 수준을 보였으나 C18:3는 검출되지 않았다. 식물성팜유로 유통처리하여 제조한 바삭한 과자(fried snack)의 지방산 조성은 C12:0이 16.72%, C16:0이 17.33%, C18:0이 10.27%, C18:1이 16.87%, C18:2가 14.38%, C18:3은 0.28%로 나타났다. 그리고 과자류 제조업체가 생산·판매하는 파이는 C16:0와 C18:0가 각각 17.58%와 8.88%를 함유하였으며 C18:1은 33.12%로 가장 높은 함량을 보였다. C18:2와 C18:3은 각각 15.08%와 1.48%로 나타났다.

Trans 지방산 이성체로는 C16:1t는 팝콘제품에서 확인되지 않았으나, C18:1t는 평균 36.36%로 매우 높았다. Aro 등(46)도 팝콘의 경우 C18:0이 2.62~9.46% 범위로 다양했으며, C18:1t는 0.02~32.80%이었다고 보고하였다.

콘칩의 trans 지방산 이성체로는 C16:1t가 0.64%, C18:2t가 9.7%를 차지하였으며, C18:2t 이성체로는 Δ 9t Δ 12c, Δ 9c Δ 12t, Δ 9t Δ 12t와 CLA인 Δ 9t Δ 11t가 모두 확인되었고 Δ 9t Δ 12c가 가장 높은 수준(3.32%)을 보였다. C18:3t는 0.90%로 확인되었다. 유통처리한 바삭한 과자의 trans 지방산 이성체로는 C18:1t가 14.17%로 높았으며, C18:2t가 1.77%, C18:3t는 0.25% 수준이었다. 그리고 파이(pie)의 trans 지방산 이성체로는 C18:1t가 12.04%, C18:2t가 6.42%, C18:3t는 0.66%였다.

이상의 결과로 미루어 볼 때 과자류의 trans 지방산 이성체로는 C18:1t가 가장 많았으며, C18:2t Δ 9t Δ 12t와 C18:2 Δ 9c Δ 12t가 다음으로 많았다. 팝콘의 지방 100 g당 trans 지방산 함량은 45.19~52.16 g로 본 실험에 사용한 식품 중 가장 높은 수준으로 검출되었다. 콘칩의 trans 지방산 함량은 지방 100 g당 22.44 g이었으며 유통처리한 과자와 파이의 지방 100 g당 trans

Table 6. Fatty acid composition of confectioneries

(%)

Fatty acid	Instant popcorn A	Instant popcorn B	Corn chip (tortilla)	Fried snack (crispy)	Pie
8:0	0.36	0.32	0.73	3.57	0.82
10:0	- ¹⁾	-	0.65	3.58	0.80
12:0	-	0.28	0.62	16.72	1.23
14:0	-	0.35	0.74	9.42	1.98
15:0	-	-	-	-	0.66
16:0	10.52	9.74	6.78	17.33	17.58
16:1 9c	-	0.30	0.82	0.36	0.82
16:1 9t	-	-	0.64	-	0.63
17:0	-	0.34	0.63	-	0.68
18:0	9.73	2.04	0.70	10.27	8.88
18:1 9c	28.25	24.66	35.35	8.85	33.12
18:1c isomer	-	-	-	8.02	-
18:1 9t	25.91	10.63	5.01	5.83	12.04
18:1t isomer	11.05	25.12	6.19	8.34	-
18:2 9c12c	4.17	9.20	17.62	4.38	15.08
18:2c isomer	-	0.30	0.69	-	-
18:2 9t12c	0.69	1.03	3.32	0.34	0.77
18:2 9c12t	3.01	6.54	3.06	0.43	1.25
18:2 9t12t	3.93	7.80	2.59	0.60	3.13
18:2 9t11t (CLA ²⁾)	-	0.31	0.73	0.21	0.64
18:2t isomer	0.31	0.37	-	0.19	0.62
18:3 9c12c15c	0.35	0.42	-	0.28	1.48
18:3 9t12t15t	0.29	0.36	0.90	0.25	0.66
19:1 10c	-	0.30	0.73	-	-
20:0	0.66	0.85	1.42	0.61	0.83
20:1 11c	0.32	4.24	1.78	0.20	0.68
20:2 11c13c	-	0.29	0.62	0.17	-
22:0	0.50	0.58	0.78	0.29	0.64
Total tFAs³⁾%	45.19	52.16	22.44	16.19	19.74
P ⁴⁾ /M ⁵⁾ /S ⁶⁾	0.56/3.01/1	1.66/4.31/1	1.56/2.65/1	0.10/0.51/1	0.55/1.44/1
Total lipid (%)	51.46	39.52	16.58	28.00	27.43
TFAs (g)/serving size	23.02	20.61	1.07	2.72	1.62

¹⁾Not detected. ²⁾Conjugated linoleic acid. ³⁾trans fatty acids.⁴⁾Polyunsaturated fatty acid. ⁵⁾Monounsaturated fatty acid. ⁶⁾Saturated fatty acid.

지방산 함량은 각각 16.19 g과 19.74 g이었다. 1회 분량 당 *trans* 지방산 함량은 인스턴트 팝콘은 20.61~23.02 g로 가장 높았으며, 유당처리한 바삭한 과자는 2.72 g, 파이는 1.62 g, 콘칩은 1.07 g의 순이었다.

P/M/S는 인스턴트 팝콘의 경우 MUFA의 비가 현저하게 높게 나타났으나, PUFA의 비는 팝콘의 종류에 따라 차이가 현저했으며, 이러한 결과는 Aro 등(46)의 보고와 유사하였다. 콘칩의 경우 PUFA보다는 MUFA의 비가 현저하게 높았다. 유당처리한 과자는 0.10/0.51/1로 포화지방산의 비가 가장 높았으며, 파이는 MUFA의 비가 높은 것으로 확인되었다. Erp-Baart 등(48)은 파이의 경우 C16:1t가 0.06~3.28%, C18:1t가 6.79~13.35%, C18:2t가 0.60~0.68%이며, 불포화지방산/포화지방산의 비는 0.74~1.17의 수준이었다고 보고하였으나 국내 제품의 파이에서는 불포화지방산의 비가 더 높게 검출되었다.

빵류의 지방산 조성 및 *trans* 지방산 이성체

Table 7에는 빵류의 지방산 조성 및 *trans* 지방산 이성체가 제시되어 있다. 케이크류의 지방산 조성은 포화지방산과 불포화지방산의 비율이 비슷한 수준으로 나타났으며, 모카 케이크(moca cake)에서는 포화지방산 중 C16:0이 15.9%, 생크림 케

이크(whipping cream cake)는 C12:0이 15.32%로 가장 많았다. 모카 케이크가 생크림 케이크에 비해 C16:1, C18:1, C18:2, C18:3의 함량이 다소 높은 수준이었으나 큰 차이를 보이지 않았다.

냉동피자(frozen pizza)의 주요 포화지방산은 C16:0과 C18:0으로 나타났으며, MUFA인 C18:1의 함량이 22.6%로 가장 높았다. 그리고 PUFA C18:2와 C18:3은 11.1%와 1.1%로 나타났으며 20:0의 함량도 1.24% 수준으로 검출되었다. 식빵(loaf bread)의 지방산 조성은 C16:0과 C18:0의 함량이 각각 19.9%와 11.6%를 나타냈으며, C16:1은 3.24%, C18:1은 28.09%, C18:2는 11.5%를 나타내었다. 패스트리(pastry)는 빵류 중에서 C18:2 (25.81%)와 C18:3(5.40%)의 함량이 높았다. 불고기버거(bul-gogi burger)와 피쉬버거(fish burger)의 지방산 조성은 C16:0이 각각 15.21%와 17.20%로 포화지방산 중에서 가장 높은 수준을 보였으며, C18:0은 피쉬버거가 불고기버거보다 높은 수준으로 확인되었다.

Trans 지방산 이성체 함량은 모카 케이크와 생크림 케이크이 각각 10.6%와 11.6%로 비슷한 수준을 보였다. 모카 케이크에서는 C16:1t이 0.79%, C18:1t과 C18:2t가 각각 3.95%와

Table 7. Fatty acid composition of bakeries

(%)

Fatty acid	Moca cake	Whipping cream cake	Frozen pizza	Loaf bread	Pastry
8:0	1.61	1.24	0.66	0.45	0.56
10:0	2.42	2.29	0.88	0.80	0.57
12:0	8.51	15.32	1.21	1.80	1.04
14:0	6.04	7.55	2.52	4.14	1.57
15:0	0.84	0.42	0.59	0.54	0.45
16:0	15.90	13.42	13.44	19.88	18.92
16:1 9c	1.23	0.95	1.19	3.24	0.78
16:1 9t	0.79	0.51	0.63	0.39	0.49
17:0	0.82	0.48	0.58	0.81	0.53
18:0	8.68	11.16	2.95	11.64	8.06
18:1 9c	25.62	21.77	22.57	28.09	20.64
18:1 9t	3.95	6.28	6.32	2.42	7.67
18:1t isomer	- ¹⁾	-	24.04	-	-
18:2 9c12c	13.18	9.91	11.07	18.94	25.34
18:2c isomer	-	0.41	0.46	-	0.47
18:2 9t12c	0.83	0.49	-	0.59	0.81
18:2 9c12t	1.03	0.81	1.14	0.75	1.58
18:2 9t12t	1.68	2.61	3.40	0.95	0.69
18:2 9t11t (CLA ²⁾)	0.79	0.44	0.58	0.55	0.55
18:2t isomer	0.72	-	0.99	0.32	0.51
18:3 9c12c15c	1.48	1.17	1.07	1.73	5.40
18:3 9t12t15t	0.79	0.42	0.53	0.33	0.95
19:1 10c	0.73	0.41	-	-	-
20:0	0.83	0.60	1.24	0.48	1.08
20:1 11c	0.75	0.46	0.89	0.87	0.70
20:2 11c13c	-	0.41	0.47	0.31	-
22:0	0.72	0.46	0.60	-	0.66
Total tFAs³⁾%	10.58	11.56	37.63	6.30	13.25
P ⁴⁾ /M ⁵⁾ /S ⁶⁾	0.46/0.71/1	0.32/0.57/1	0.80/2.26/1	0.62/0.88/1	1.19/0.95/1
Total lipid (%)	20.87	10.35	8.75	6.91	22.47
TFAs (g)/serving size	1.90	2.39	6.58	0.41	2.38

¹⁾Not detected. ²⁾Conjugated linoleic acid. ³⁾*trans* fatty acids.⁴⁾Polyunsaturated fatty acid. ⁵⁾Monounsaturated fatty acid. ⁶⁾Saturated fatty acid.

Table 7. Continued

Fatty acid	Toast	Cream puff	Bulgogi burger	Fish burger
8:0	1.86	3.60	0.52	0.40
10:0	1.97	3.27	0.73	0.37
12:0	6.11	6.63	0.88	0.43
14:0	4.29	7.40	3.12	2.92
15:0	0.72	3.08	0.69	0.77
16:0	16.79	19.33	15.21	17.20
16:1c	1.08	3.26	1.93	3.89
16:1t	- ¹⁾	-	0.52	0.62
17:0	0.76	3.04	1.09	1.38
18:0	8.08	10.46	9.92	11.16
18:1 9c	29.24	15.82	26.16	28.23
18:1 9t	6.28	3.69	1.11	1.42
18:2 9c12c	15.10	-	25.95	23.58
18:2c isomer	-	-	0.47	0.45
18:2 9t12c	1.03	5.20	0.59	0.61
18:2 9c12t	2.17	-	0.70	-
18:2 9t12t	2.25	-	0.72	1.10
18:2 9t11t (CLA ²⁾)	0.73	3.06	0.78	1.21
18:2t isomer	-	-	0.47	0.42
18:3 9c12c15c	1.62	3.09	5.47	6.26
18:3 9t12t15t	0.72	-	0.71	0.92
20:0	0.93	3.31	0.65	0.80
20:1 11c	0.74	0.03	0.72	0.74
20:2	-	3.03	0.41	-
22:0	-	-	0.50	0.48
Total tFAs³⁾%	13.18	11.95	5.60	6.30
P ⁴⁾ /M ⁵⁾ /S ⁶⁾	0.51/0.90/1	0.24/0.43/1	1.05/0.95/1	0.52/0.69/1
Total lipid (%)	27.12	6.72	13.81	7.91
TFAs (g)/serving size	3.22	0.14	1.16	1.01

¹⁾Not detected. ²⁾Conjugated linoleic acid. ³⁾*trans* fatty acids.⁴⁾Polyunsaturated fatty acid. ⁵⁾Monounsaturated fatty acid. ⁶⁾Saturated fatty acid.

5.05% 수준이었고 18:3t가 0.79%이었다. 생크림 케이크의 *trans* 지방산 이성체로는 C16:1t가 0.51%, C18:1t가 6.28%로 확인되었다. Lake 등(41)은 케이크의 C16:0이 평균 23.1%로 11.7~27.4%의 범위를 보였고 C18:0이 12.9%, C18:1은 26.2%이었으며, C18:1t는 평균 3.7%이었고 C18:2t는 0.5% 수준으로 확인되었다고 보고하였다.

냉동피자의 *trans* 지방산 이성체로는 C16:1t와 C18:1t가 각각 0.63%와 30.36%로 다른 빵류에 비해 C18:1t의 함량이 상대적으로 높았다. 그리고 C18:2t 또한 6.11%로 비교적 높은 수준을 보였으며, C18:2t 이성체 중 $\Delta 9t\Delta 12c$ 는 확인되지 않았다. 이것은 냉동피자에 포함되는 재료의 종류에 의한 것으로 C18:2t의 함량이 높은 모짜렐라 치즈 때문인 것으로 사료된다. 식빵의 *trans* 지방산 이성체로는 C18:1t(2.42%)보다 C18:2t(3.16%)의 함량이 높은 것으로 확인되었다. 패스트리의 *trans* 지방산 이성체는 C18:1t가 7.67%로 빵류에서 가장 높은 수준을 보였다.

Lake 등(41)은 패스트리의 C16:0이 31.6%, C18:1이 30.4%, C18:2가 5.5%라고 보고하였으며, Erp-Baart 등(48)은 *trans* 지방산 이성체 중 C16:1t가 4.91%, C18:1t는 7.00%, C18:2t가 0.44%, C18:3t가 0.90%라고 보고하였고 포화지방산이 불포화지방산에 비해 높은 수준이었다고 보고하였다.

토스트(toast)는 *trans* 지방산 중 C18:1t와 C18:2t의 함량이 높은 수준으로 검출되었으며, 슈크림빵(cream puff)에서는 C18:1t의 함량이 높았다. *Trans* 지방산 이성체 함량은 불고기버거와 피쉬버거의 경우 각각 C16:1t는 0.52%와 0.62%, C18:1t가 1.11%와 1.42%의 수준이었으며, C18:2t 이성체 중 C18:2 $\Delta 9c\Delta 12t$ 가 불고기버거에서는 검출되 반면 피쉬버거에서는 확인되지 않았다. C18:2t의 총 *trans* 지방산 함량은 불고기버거와 피쉬버거에서 각각 3.26%와 3.34%로 비슷한 수준을 보였으며, C18:3t는 각각 0.71%, 0.92%로 검출되었다. C18:2의 $\Delta 9t\Delta 11t$ 의 CLA의 함량은 슈크림빵이 3.06%로 분석한 식품 중에서 가장 높은 수준으로 확인되었는데, 이것은 크림의 원료 성분인 인산에 의한 것으로 사료된다. 피쉬버거와 불고기버거의 CLA 함량은 각각 1.21%와 0.78%였고, 생크림 케이크는 0.44%로 가장 낮은 수준을 보였다.

빵류의 지방 100 g당 *trans* 지방산 함량은 5.60~37.63 g으로 다양하였다. P/M/S의 비는 패스트리가 1.19/0.95/1로 PUFA 함량이 높았고, 냉동 피자는 0.80/2.26/1의 비로 MUFA의 비율이 높았다. 불고기버거는 PUFA의 비가 높은 반면 피쉬버거는 PUFA의 비가 낮은 것으로 나타났다. 1회 분량 당 *trans* 지방산 함량은 냉동피자가 6.58 g으로 현저하게 높은 수준이었고, 그 다음이 토스트 3.22 g, 생크림 케이크 2.39 g, 패스트리 2.58 g의 순이었다.

육가공품의 지방산 조성과 *trans* 지방산 이성체

육가공품의 지방산 조성 및 *trans* 지방산 이성체는 Table 8과 같다. 돼지고기 목살구이(grilled pork, jowl)의 지방산 조성은 C8:0이 1.14%, C16:0이 16.56%, C18:0은 12.1%로 나타

났다. 불포화지방산인 C16:1은 2.05%, C18:2는 14.95%, C18:3은 1.19%를 나타내었다. 캔 장조림(canned jangjorim)의 경우 C8:0이 2.07%, C16:0은 11.94%, C17:0은 1.22%, C18:0은 6.22%로 조사되었다. MUFA인 C16:1이 1.78%, C18:1이 26.57% 검출되었으며, PUFA인 C18:2는 24.88%, C18:3은 1.48%를 나타내었다. 닭튀김 2종의 지방산 조성은 C16:0이 16.60~25.79%로 확인되었으며, C18:0은 3.47%~7.34%의 범위를 보였다. C16:1의 함량 또한 5.35~9.79% 범위로 C18:1의 경우 닭튀김 A(fried chicken)에서는 40.24%의 높은 수준을 보이는 반면, 냉동닭튀김 B(fried chicken, frozen)에서는 7.02%의 함량을 보였다. 냉동감자튀김(french fries, frozen)의 지방산 조성은 포화지방산의 함량이 낮은 수준으로(C16:0가 8.65%, C18:0가 9.11%) 확인되었으며 C16:1과 C17:0은 확인되지 않았다. C18:1은 32.65%, C18:2는 31.76%로 이들 지방산의 함유율이 전체 지방의 약 64%를 차지하였다.

Trans 지방산 이성체 확인에서 돼지고기 목살구이는 C16:1t가 0.99%, C18:1t가 4.74%, C18:2t가 2.75%, C18:3t는 0.82%의 수준이었다. Aro 등(46)은 유럽 14개국 돼지고기의 지방산 조성에서 C18:0이 10.61~14.53% 수준이었으며, C18:1t는 0.17~0.58% 수준을 보였다고 보고하였다. 오스트리아산 돼지고기의 경우, C16:1t는 검출되지 않았고 C18:1t가 0.2~0.4%이었으며, PUFA에 비해 MUFA의 함량이 현저하게 높았다고 보고하였다(42).

캔 장조림의 *trans* 지방산 이성체로는 C16:1t가 2.32%, C18:1t가 1.96%, C18:2t는 5.59%로 나타내었으며, C18:2t 이성체 중 $\Delta 9t\Delta 12c$, $\Delta 9c\Delta 12t$, $\Delta 9t\Delta 12t$ 와 CLA인 C18:2의 $\Delta 9t\Delta 11t$ 가 확인되었다. C18:3t는 1.27%의 함량을 보였다. Pfalzgraf 등(42)은 쇠고기의 지방산 조성 및 *trans* 지방산 이성체 확인 연구에서 C16:1t가 0.4~0.5%, C18:1t가 1.4~2.4% 수준이었다고 보고하였으며, Aro 등(46)은 C18:1t가 1.30~7.00% 수준이라 하였다. CLA인 C18:2의 $\Delta 9t\Delta 11t$ 함량은 반추동물인 쇠고기를 이용한 장조림에서 1.30%로 높게 나타났다.

닭튀김 A에서의 *trans* 지방산 이성체로는 C16:1t가 검출된 반면 냉동닭튀김 B에서는 확인되지 않았고, C18:1t는 1.26~5.80%의 범위를 보였다. 닭튀김 A에서는 C18:2t의 $\Delta 9t\Delta 12c$ 가 검출되지 않았다. Aro 등(46)은 닭튀김의 경우 C18:0이 5.46~7.81% 수준이라고 보고하였으며, 본 연구에서는 3.47~7.34%의 범위였다.

냉동감자튀김의 *trans* 지방산 이성체로는 C18:1t가 9.11%로 현저하게 높았고, C18:2t 이성체 중 $\Delta 9t\Delta 12c$, $\Delta 9c\Delta 12t$, $\Delta 9t\Delta 12t$ 와 CLA인 $\Delta 9t\Delta 11t$ 가 검출되었으며, 총 *trans* 지방산 함량은 19.36%이었다. 냉동닭튀김과 냉동감자튀김은 비슷한 *trans* 지방산 분포를 보였다. CLA의 함량은 닭튀김보다는 돼지고기 목살구이와 장조림 캔에서 더 높게 나타났으며, 이러한 결과는 Chin 등(39)과 Stanton 등(46)의 보고와 일치하였다.

육가공품 중 지방 100 g당 *trans* 지방산 함량은 캔 장조림이 11.14 g으로 가장 높았다. P/M/S의 비는 캔 장조림이 1.83/

Table 8. Fatty acid composition of meat, meat products and fried foods (%)

Fatty acid	Grilled pork, jowl	Canned <i>jangjorim</i>	Fried chicken A	Fried chicken B (frozen)	French fries (frozen)
8:0	1.14	2.07	0.58	0.88	2.31
10:0	0.81	1.41	0.51	0.69	1.89
12:0	- ¹⁾	1.17	0.70	0.71	-
14:0	0.27	1.38	1.52	1.51	1.84
15:0	-	1.10	0.54	-	-
16:0	16.56	11.84	25.79	16.57	8.65
16:1 9c	2.05	1.78	5.35	9.79	-
16:1 9t	0.99	2.32	1.12	-	-
17:0	0.92	1.22	0.65	0.63	-
18:0	12.13	6.22	7.34	3.47	9.40
18:1 9c	37.84	26.57	40.24	7.02	32.65
18:1 9t	-	1.96	1.26	5.80	9.11
18:1t isomer	4.74	-	-	-	-
18:2 9c12c	14.95	24.88	24.19	18.99	29.95
18:2c isomer	-	-	0.51	-	1.81
18:2 9t12c	0.84	1.39	-	1.08	1.93
18:2 9c12t	-	1.26	0.61	3.49	2.11
18:2 9t12t	1.04	1.31	0.68	2.64	3.53
18:2 9t11t (CLA ²⁾)	0.87	1.30	0.56	0.76	1.80
18:2t isomer	-	0.33	0.53	0.69	0.88
18:3 9c12c15c	1.19	1.48	1.30	2.09	3.85
18:3 9t12t15t	0.82	1.27	0.53	0.61	-
19:1 10c	0.85	1.30	0.50	-	-
20:0	0.87	1.37	0.70	0.86	2.06
20:1 11c	1.38	1.45	0.73	1.21	0.01
20:2 11c13c	1.07	1.32	0.52	-	-
22:0	-	1.27	-	-	1.86
Total tFAs³⁾	9.30	11.14	5.29	15.07	19.36
P ⁴⁾ /M ⁵⁾ /S ⁶⁾	0.52/0.69/1	1.83/1.66/1	0.33/1.28/1	1.70/1.25/1	1.01/1.56/1
Total lipid (%)	22.26	2.11	16.72	16.67	19.69
TFAs (g)/serving size	1.01	0.26	0.31	3.12	4.01

¹⁾Not detected. ²⁾Conjugated linoleic acid. ³⁾*trans* fatty acids.

⁴⁾Polyunsaturated fatty acid. ⁵⁾Monounsaturated fatty acid. ⁶⁾Saturated fatty acid.

1.66/1로 불포화지방산의 함량이 높은 것으로 나타났다. 냉동 닭튀김(B)과 냉동감자튀김은 각각 1.70/1.25/1과 1.01/1.56/1로 불포화지방산의 함량이 높은 반면, fast food점에서 판매하는 닭튀김 A는 PUFA의 함량은 낮은 반면 MUFA의 함량은 상대적으로 높은 수준으로 확인되었다. Aro 등(46)도 닭튀김에서 불포화지방산이 포화지방산보다 현저하게 높았다고 보고하였다.

1회 분량 당 *trans* 지방산 함량은 돼지고기구이는 1.01 g으로 육가공품 중 가장 높았으며, 캔 장조림은 0.26 g으로 가장 낮았다. 닭튀김의 경우 0.31~3.12 g으로 비교적 넓은 분포를 보였으며, 냉동품으로 판매되는 닭튀김과 감자튀김의 *trans* 지방산 함량이 현저하게 높은 수준이었다(각각 3.12 g과 4.01 g).

요 약

한국인의 상용 가공식품 중 *trans* 지방산 함량이 많고 섭취 빈도가 상대적으로 높은 41종을 선정하여, *trans* 지방산 이성체의 종류 및 함량을 GC/MS를 사용하여 분석하였다. HP-23 *cis/trans* FAME capillary column을 사용하였으며, 검출된 peak의 동정은 GC/MS spectrum을 검색하여 동일분자량 여

부로 확인하였다. 마가린류는 *trans* 지방산 함량이 지방 100 g당 4.75~25.21 g으로 다양한 수준을 보였다. 마가린의 주요 *trans* 지방산 이성체는 C18:1Δ9t로 모든 마가린에서 검출되었으며 1.10~14.53%의 범위였다. C18:2t의 총 함량은 2.02~7.91%의 범위로 다양하였으며, C18:3t는 0.33~1.39%의 수준이었다. 유지류의 *trans* 지방산 함량은 지방 100 g당 5.40~16.55 g의 범위였으며, 대두유에서는 C18:1Δ9t가 0.95%로 가장 높았으나, 옥수수유에서는 확인되지 않았으며, 쇼트닝은 3.1~5.1%로 1.6~4.3%인 라드보다 높은 수준이었다. 우유 및 유제품에서는 C16:1Δ9t, C18:1Δ9t, C18:2t 및 C18:3t가 골고루 분포되어 있었다. 양념류인 마요네즈에서는 C16:1Δ9t가 확인되지 않았으나 4.93%의 *trans* 지방산이 검출되었다. 과자류 중 *trans* 지방산 함량이 현저하게 높은 팝콘(48%)에서 C16:1Δ9t는 검출되지 않았으나 C18:1Δ9t는 36%의 함량을 나타내었다. 빵류에서는 C18:1Δ9t가 *trans* 지방산 이성체 중 가장 높은 함량을 보였으며, 냉동피자의 C18:1Δ9t 함량은 30%를 초과하는 높은 함량을 보였다. 슈크림빵은 높은 C18:2t 함량을 보였으며(8.26%), 불고기버거와 피쉬버거의 C18:2t *trans* 지방산 함량은 3.26%와 3.34%로 비슷한 수준이었다. 육가공품 및 튀김류 중 냉동 닭튀김과 냉동 감자튀김의 *trans*

지방산 함량이 15%~19%의 수준으로 높았으며, C18:1 Δ 9t과 C18:2t가 그 주된 성분이었다. 돼지고기구이(목살)에서는 C18:1 Δ 9t는 확인되지 않았으며, 냉동감자튀김에서는 C16:1 Δ 9t이 검출되지 않았다. 1회 분량 당 *trans* 지방산 함량이 높은 식품은 팝콘, 냉동피자, 감자튀김과 닭튀김, 빵류 등의 순으로 나타났다.

감사의 글

본 연구는 한국과학재단 지정 지역협력 연구센터인 인제대학교 바이오헬스소재센터의 연구비 지원과 기초과학 지원센터 부산분소의 GC/MS를 사용하여 실험을 수행하였으며, 이에 감사드립니다.

문 헌

- Ascherio A, Willet C. 1997. Health effects of *trans* fatty acids. *Am J Clin Nutr* 66(s): 1006s-1010s.
- Shapiro S. 1997. Do *trans* fatty acids increase the risk of coronary artery disease? A critique of the epidemiologic evidence. *Am J Clin Nutr* 66(s): 1011s-1017s.
- Bethesda MD. 1996. Position paper on *trans* fatty acids. *Am J Clin Nutr* 63: 663-670.
- Lichtenstein AH. 2000. *Trans* fatty acids and cardiovascular disease risk. *Curr Opin Lipidol* 11: 37-42.
- Vijver LP, Kardinaal AF, Couet C, Aro A, Kafatos A, Seingrimsdottir L, Amorim CJ, Moreiras O, Becker W, Amelsvoort JM, Vidal-Jessel S, Salminen I, Moschandreas J, Sigfusson N, Martins I, Carbajal A, Ytterfors A, Poppel G. 2000. Association between *trans* fatty acid intake and cardiovascular risk factors in Europe: the TRANIR study. *Eur J Clin Nutr* 54: 126-135.
- Singha RB, Niaza MA, Ghosha S, Beegoma R, Rastogia V, Sharma JP, Dubeb GK. 1996. Association of *trans* fatty acids (vegetable ghee) and clarified butter (Indian ghee) intake with higher risk of coronary artery disease in rural and urban populations with low fat consumption. *International Journal of Cardiology* 56: 289-298.
- Calson SE, Clandinin MT, Cook HW, Emken EA, Filer LT. 1997. *Trans* fatty acids infant and fetal development. *Am J Clin Nutr* 66: 717s-736s.
- Houwelingen ACV, Hornstra G. 1994. *Trans* fatty acids in early human development, in fatty acids and lipid: Biological aspects. In *World Review of Nutrition and Diet*. Simopoulos C, Karger TE, eds. Karger AG, Basel. p 175-178.
- Kolezko B. 1992. *Trans* fatty acids may impair biosynthesis of long-chain polyunsaturated and growth in man. *Acta Paediatr* 81: 302-306.
- Innis SM, King DJ. 1999. *Trans* fatty acids in human milk are inversely associated with concentrations of essential all-cis n-6 and n-3 fatty acids and determine *trans*, but not n-6 and n-3, fatty acids in plasma lipids of breast-fed infants. *Am J Clin Nutr* 70: 383-390.
- Slover HT, Thompson RH, David CS, Merola GV. 1985. Lipids in margarines and margarine-like foods. *J Am Oil Chem Soc* 62: 775-786.
- Greyt W, Radanyi O, Kellens M, Huyghebaert A. 1995. Contribution of *trans* fatty acids from vegetable oils and margarines to the Belgian diet. *Eur J Med Res* 17: 105-108.
- Ovesen S, Leth T, Hansen K. 1996. Fatty acid composition of Danish margarines and shortenings, with special emphasis on *trans* fatty acids. *Lipids* 31: 971-975.
- Henninger M, Ulberth F. 1996. *Trans* fatty acids in margarines and shortenings marketed in Austria. *Z. Lebensm Unters Forsch* 203: 210-215.
- Enig MG, Atal S, Keeney M, Sampugna J. 1990. Isomeric *trans* fatty acids in the US diet. *J Am Coll Nutr* 9: 471-486.
- Cuadrado C, Carbajal A, Nunez C, Ruiz-Roso B, Moreiras O. 1998. Spanish contribution to the creation of a European analytical database of *trans* fatty acids. *Nutr Hosp* 13: 21-27.
- Beare-Rogers JL, Gray LM, Hollywood R. 1979. The linoleic acid and *trans* fatty acids of margarines. *Am J Clin Nutr* 32: 1805-1809.
- FDA. 2002. Mandatory *trans* labeling may come in 2002. *INFORM* 11: 173.
- Senti FR. 1988. *Health aspects*. Bethesda, MD (Contract no. FDA (223-83-2020).
- Senti FR. 1985. Health aspects of dietary *trans* fatty acids. *Federation of American Societies for Experimental Biology*, Bethesda, MD (Contract no. FDA 223-83-2020).
- Marchand CM, Beare-Rogers JL. 1992. Complementary techniques for the identification of *trans trans*-18:2 isomers in margarines. *Can Inst Food Sci Technol J* 1124: 159-162.
- Ip C. 1997. Review of the effects of *trans* fatty acids, oleic acid, n-3 polyunsaturated fatty acids, and conjugated linoleic acid mammary carcinogenesis in animals. *Am J Clin Nutr* 66: 1523s-1529s.
- Adam M, Chew M, Wasserman S, McCollum A, McDonald RE, Mossoba MM. 1998. Determination of *trans* fatty acids in hydrogenated vegetable oils by attenuated total reflection infrared spectroscopy: two limited collaborative studies. *J Am Oil Chem Soc* 75: 353-358.
- Greyt WD, Kint A, Kellens M, Huyghebaert A. 1998. Determination of low *trans* levels in refined oils by fourier transform infrared spectroscopy. *J Am Oil Chem Soc* 75: 115-118.
- McDonald RE, Armstrong DJ, Kreishman GP. 1989. Identification of *trans* diene isomers in hydrogenated soybean oil by gas chromatography, silver nitrate-thin layer chromatography, and ¹³C-NMR spectroscopy. *J Agric Food Chem* 37: 637-642.
- Parceria J, Codont R, Boatella J, Rafecas M. 1999. Fatty acids including *trans* content of commercial bakery products manufactured in Spain. *J Agric Food Chem* 47: 2040-2043.
- Park CS, Yoon KR. 1998. Effect of deodorizing conditions on formation of *trans*-fatty acids of soybean oils. *Korean J Food Sci Technol* 30: 6-12.
- Kennerly DA. 1988. Two dimensional thin-layer chromatographic separation of phospholipid molecular species using plates with both reversed phase and argentation zones. *J Chromatography* 454: 425-431.
- Cho YJ, Sugano M. 1985. Content of *trans* fatty acids in Korean margarine. *Korean J Food Sci Technol* 17: 219-223.
- Ahn MY, Ahn MS. 1989. A study on *trans* fatty acids contents of vegetable oils added to can. *Korean J Soc Food Sci* 5: 69-74.
- Lee KB, Han MK, Lee MS. 1998. Effect of deodorizing temperature on physicochemical characteristics in corn oil. *Korean J Food & Nutr* 11: 26-30.
- Kim DS. 1991. A study on the formation of *trans* fatty acids with heating and storage of fats and oils. *Master's thesis*. Sungshin Women's University, Seoul.
- Rural Nutrition Living Science Institute, RDA. 1996. *Food Composition Table*.
- Yonsei University Food Science Institute. 1995. *Fatty Acid*

- Composition of Korean Foods*. Shinkwang Pub. Co., Seoul.
35. USDA. *Trans* fatty acids database. <http://www.nal.usda.gov>.
 36. Noh KH, Lee KY, Moon JW, Lee MO, Song YS. 1999. *Trans* fatty acids content of processed foods in Korean diet. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 28: 1191-1200.
 37. Bligh EG, Dyer WJ. 1959. A rapid method of total lipid extraction and purification. *Can J Biochem Physiol* 37: 911-917.
 38. Jo HG, Jo KY, Park CG, Cho GS, Chai SG, Ma SJ. 1994. *Food analysis*. Yurim Pub. Co., Seoul. p 225-227.
 39. Chin SF, Liu W, Storkson TM, Ha YL, Pariza HW. 1992. Dietary sources of conjugated dienoic isomers of linoleic acid, a newly recognized class of anticarcinogens. *J Food Composition and Analysis* 5: 185-197.
 40. The Korean nutrition information center the Korean nutrition society. 1998. *Food value of portion commonly used*. The Korean Nutrition Society, Seoul.
 41. Lake R, Thomson B, Devane G, Scholes P. 1996. *Trans* fatty acid content of selected New Zealand foods. *J Food Composition and Analysis* 9: 365-374.
 42. Pfalzgraf A, Timm M, Steinhart H. 1993. Amounts of *trans* fatty acids in foods. *Z. Ernährungswiss* 33: 24-43.
 43. Heckers H, Melcher FW. 1978. *Trans*-isomeric fatty acids present in West German margarines, shortenings, frying and cooking fats. *Am J Clin Nutr* 33: 1041-1049.
 44. List GR, Pelloso T, Orthoefeerr F, Chrysam M, Mounts TI. 1995. Preparation and properties of zero *trans* soybean oil margarines. *J Am Oil Chem Soc* 72: 383-384.
 45. Kim JH, Jang KW, Shin HS. 2000. Contents and estimated intakes of *trans* fatty acids in Korean diet. *Korean J Food Sci Technol* 32: 1002-1008.
 46. Aro A, Amelsvoort J, Becker E, Erp-Baart MA, Kafatos A, Leth T, Poppel G. 1998. *Trans* fatty acids in dietary fats and oils from 14 European countries: The TRANIR study. *J Food Composition and Analysis* 11: 137-149.
 47. Stanton C, Lawless F, Kjiellmen G, Harrington D, Devery R, Connolly F, Murphy J. 1997. Dietary influences on bovine milk *cis*-9, *trans*-11-conjugated linoleic acid content. *J Food Sci* 62: 1083-1086.
 48. Erp-Baart MA, Couet C, Cuadrado C, Kafatos A, Stanley J, Poppel G. 1998. *Trans* fatty acids in bakery products from 14 European countries: The TRANIR study. *J Food Composition and Analysis* 11: 161-169.

(2003년 1월 23일 접수; 2003년 4월 10일 채택)