

시중 유통 유지가공품 중의 trans형 지방산의 함량 및 화학적 특성 분석

유지화학팀

박경애 · 오영희 · 김애경 · 정보경 · 김정현 · 신재영

The analysis of trans fatty acid content in commerical margarine and shortening

Oil Chemistry Team

**Kyung-ai Park, Young-hee Oh, Ae-kyung Kim, Bo-kyung Jung , Jung-hun Kim,
and Jae-young Shin**

Abstract

During the partial hydrogenation of oils, the double bond may be either saturated or isomerized while it is being adsorbed on the catalyst surface. Some positional and many geometric isomers are formed, basically by way of the Horiute-Polanyi mechanism. Elaidic, the trans form of octadecanoic(oleic) acid, is the most common trans isomer. The chain length of a fatty acid as well as the number and type(ie, cis or trans)of double bonds in the molecule determine its physical, chemical, and biochemical properties.

For 20 samples of margarines, 15 household margarine(11 domestic product, 4 imported product) and 5 industrial processing purpose maragarine and 10 samples of shortenings, fatty acid composition including trans-isomers was analysed by capillary gas liquid chromatography with FID detector. In margarine and shortening the elaidic acid was detected 8.36% and 11.37% respectively but linolelidic acid was not detected. In according to the type of margarine, elaidic acid was detected 9.95% in soft type and 3.61% in hard type. In margarines and shortenings, the saturated fatty acid(SFA) content was 36.16% and 44.82%, the unsaturated fatty acid (UFA) content was 60.38% and 52.87%, the ratio of unsaturated fatty acid to saturated fatty acid (UFA/SFA) was 1.93 and 1.52, the ratio of elaidic acid to oleic acid (t/c C18:1) was 0.31 and 0.61, the mono unsaturated fatty acid (MUFA) was 38.56% and 42.99% and poly unsaturated fatty acid (PUFA) was 21.83% and 9.88%, respectively. Crude fat content, acid value and iodine value were 76.9%, 0.54, 59.0 and 99.7%, 0.29, 63.6 in maragarines and shortenings. After the weighting with the crude fat content, the double bonds of unsaturated fatty acid were correlated with the iodine value. Then, the correlation factor was 0.90.

Key words : trans fatty acid, margarine, shortening.

서 론

마아가린은 1869년 프랑스에서 군요원의 버터 대용품으로 사용하기 위해 Hippolyte Mege-Mouries에 의해 최초로 만들어진 이후 불포화 지방산을 다량 함유한 유지류의 산패나 저장성의 문제를 해결해 줄 수 있어 쇼트닝과 더불어 식품 산업 전반에 걸쳐 사용되고 있는 유지 가공품이다.

마아가린과 쇼트닝은 여러 종류의 유지를 혼합하여 공업적으로 경화라고 일컫는 수소첨가 반응에 의해 만들어지며 이때 금속 촉매로 니켈이 가장 널리 사용되고 있다. 수소는 모든 불포화 지방산에 동시에, 평균적으로 반응하지 않고 산화에 약한 리놀렌산에 먼저 작용하여 리놀산과 올레산으로 바꾸는 선택성을 가지고 있다. 이때 반응이 포화 지방산의 생성을 극히 억제하면서 선택적으로 일어나지만 반응 중에 이중 결합의 위치 이동이 일어나 다수의 위치이성체와 기하이성체가 만들어진다¹⁾. 다양한 종류의 올레산 이성체가 많이 생성되며 그 중에서도 트랜스 지방산 형성이 문제가 된다. 특히 초콜릿 원료 유지로 코코아 버터와 유사한 대용유지를 만드는 경우 니켈-황 촉매를 사용하며 이 때 정상적인 촉매 사용시 보다 훨씬 많은 양의 트랜스 지방산이 생성되고²⁾ 트랜스 지방산의 양이 증가할수록 녹는점이 높아져 물리적 식감을 나쁘게 할 뿐만 아니라 50℃ 이상이 되면 소화에도 영향을 주어 지방의 흡수를 저해한다.

경화유는 식물성 유지로 만들어졌기 때문에 동물성 지방인 포화지방산보다 인체에 유용하다고 생각되어 왔으나, 최근 몇 년간의 보고에 의하면 인체 대사에서 포화 지방산과 같이 거동하여 관상 동맥 등의 질환과 관계가^{3~5)} 있으며, 마아가린의 소비 수준과 관상 질병으로 인한 사망률은 정비례의 관계가 있으며 또한, 지단백과 LDL 콜레스테롤을 높이고 HDL 콜레스테롤을 낮춘다고 보고^{6,7)}되었다.

건강한 어린이들 및 임산부의 트랜스 지방산의 섭취 증가는 필수지방산의 하나인 아라키돈산의 생합성과 필수지방산 대사의 속도 조절효소인 $\Delta 6$ -desaturase의 활성을 저하시킴으로 정상적인 지질대사를 방해^{8,9)}하고 어린이와 태아의 성장을 저해할 수 있다고 보고^{10,11)}되었다. 그 밖에 트랜스산과 암의 관계 등에 대한 연구로 섭취량과 체내 축적량이 높으면 유방암, 대장암의 유발 가능성이 높다고 보고된 바 있으나 아직 확실한 결론을 내

리지 못하고 있는 실정이다¹²⁾. 이에 대한 중요성을 인식하여 1999년 11월 FDA는 식품의 트랜스 지방산 함량에 대해 Food Labeling을 공식화하였으며 2002년 1월부터 시행한다고 발표하였다¹³⁾.

트랜스 지방산에 대한 연구는 각 국에서 국민 보건 상 필요한 데이터베이스를 구축하기 위한 단계 정도로 진행되고 있으며^{14~16)} 우리나라에서 1985년 국산 마아가린 중의 트랜스산 함량을 구한¹⁷⁾ 이후 최근에 상용하는 식품 중에 함유된 트랜스 지방산 함량 분석^{18~21)}이 이루어진 정도로 그다지 활발하게 연구되고 있지 않은 실정이다. 마아가린 및 쇼트닝은 가정에서 소비자에 의해 직접 소비되는 양에 비해 식품 제조 공정 중에 다량으로 사용될 뿐만 아니라 튀김식품이나 제과 제빵에 버터 대용으로 사용되기 때문에 소비자가 인식하지 못하는 사이에 다량 섭취되고 있는 실정이다. 따라서 본 실험에서는 유지가공품인 마아가린과 쇼트닝 중에 함유되어 있는 트랜스 지방산의 함량을 분석하여 식품영양학적 기초 자료를 제공하고자 한다.

재료 및 방법

1. 재료

2001년 5월부터 11월에 걸쳐 서울 시내 유통 중인 국내산 마아가린 11종(2개 회사)과 수입 마아가린 4종(3개국)을 구입하였으며, 제조업체로부터 유통업체용 마아가린 5종(1개 회사)과 쇼트닝 10종(3개 회사)을 제공받아 실험 재료로 사용하였다.

가정용 마아가린은 국내산과 수입산 모두 소프트형이었으며 업소용 마아가린은 하드형이었다. 이를 각각 그룹 I(11종), II(4종)와 그룹 III (5종)으로 분류하였으며, 쇼트닝은 그룹 IV(10종)로 분류하여 실험하였다.

2. 시약

시약은 14% BF₃-Methanol(Sigma사), 지방산 표준품으로 Supelco(미국)사의 t-Elaidic acid ME, FAME Mix NHI-C, FAME Mix C14~C22와, Sigma(미국)사의 Linoleic acid Methyl ester cis/trans-Isomers를 사용하였으며, 무수 Na₂SO₃, n-Heptane, NaCl, NaOH는 특급품을 사용하였다.

3. 실험방법

시료 약 250 mg 및 0.5 N 알코올성 NaOH 4ml 를 수기에 넣고 환류 냉각장치가 부착된 수욕조에 설치한 후 5분간 가열하였다. 환류 냉각기를 통해 14% BF₃-Methanol 5ml를 가하고 2분간 가열 한 다음 n-Heptane 5 ml를 넣고 1분간 더 가열한 후 수욕소에서 꺼내 냉각시킨다. 포화 식염수를 수기 목 부분까지 채워 n-Heptane 층이 떠오르게 한 다음 n-Heptane층에 녹아있는 지방산을 취해 무수 Na₂SO₃층을 통과시켜 수분을 제거 한 후 지방산 분석 시료로 이용하였다. 지방산 분석은 FID 검출기가 부착된 GC(HP 6890 plus, 미국)로 SPTM-2560 (Supelco, 100m x 0.25mm x 0.2 μm) 컬럼을 사용하여 Table 1의 조건으로 하였다. 분석한 시료의 지방산은 표준품의 크로마토그램에 나타나 있는 각 지방산 피크의 머무름 시간과 비교하여 성분을 확인하였으며 이를 Fig. 1에 나타내었다. 또한, 지방산 함량은 크로마토그램상에 나타난 전체 지방산 면적으로부터 각 지방산의 면적 비를 구해 이를 지방산 함량 %로

Table 1. GC operating conditions.

Flow rate	1.1ml/min.
Split ratio	100:1
Injection volume	1 μl
Carrier gas	N ₂
Injetor temperature	260℃
Detector temperature	260℃
Oven temperature	160℃ (5min.)/2℃ /min./ 240℃ (5min.)

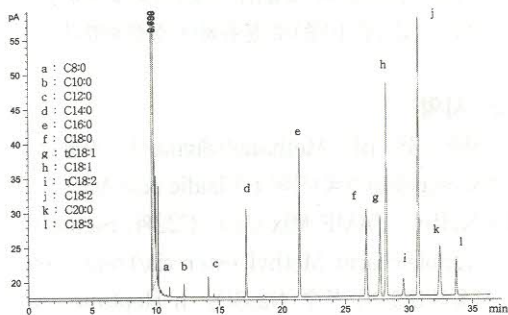


Fig 1. GC chromatogram of fatty acids.

나타내었다.

조지방 함량은 속시렛 장치를 이용하여 4시간 추출한 후 구하였으며 산가 및 요오드가는 식품공전(22)에 따라 실험하였다.

결과 및 고찰

유지가공품인 마아가린과 쇼트닝의 지방산 조성 및 그 이성체 함량과 이화학적 특성에 대하여 분석한 결과는 다음과 같았다.

1. 지방산 조성 및 이성체 함량

마아가린과 쇼트닝의 지방산 분석결과는 Table 2 및 3과 같이 카프릴리산(C8:0)부터 아라키돈산(C20:0)까지 다양한 지방산이 검출되었으며 마아가린과 쇼트닝의 전 제품에 대한 평균 지방산 함량은 0.06%~30.19% 과 0.01%~31.70%, 표준편차는 0.13%~10.87%과 0.03%~14.43%로 개체별 변화 폭이 대단히 컸다.

Table 2에 나타난 바와 같이 마아가린 20개 제품의 평균 지방산 함량 분포는 올레산(C18:1)이 30.19%로 가장 많이 차지하고 있었으며 그 다음 팔미트산(C16:0) 24.05%, 리놀산(C18:2) 20.19%, 스테아르산(C18:0) 8.95%, 엘라이드산(tC18:1) 8.36%의 순으로 나타났으며 이들은 전체 지방산 함량 중 91.74%를 차지하고 있었다. 그러나 마아가린의 그룹별 함량은 약간씩 다르게 나타나 그룹 I인 국내산 가정용 마아가린(11종)에서는 엘라이드산이 스테아르산 보다 많았으며, 그룹 II인 수입산 마아가린에서는 리놀산이 팔미트산 보다 많고 그룹 III인 영업용 마아가린의 경우 팔미트산의 함량이 제일 많았다. 그러나 이들 각 그룹별 평균값들은 그 그룹의 대표값들로 볼 수 없으며 각 그룹 내에서도 시료별 함량분포의 편차는 대단히 심했다. 이는 각 제조 회사마다 마아가린의 제조 공정이 서로 다를 뿐만 아니라 원료로 사용한 유지의 종류가 다르기 때문에 다양한 지방산 함량을 가지는 마아가린이 생산되는 것으로 볼 수 있다.

본 실험을 통해 분석하고자 했던 트랜스 지방산중 엘라이드산은 마아가린 20개 제품 중 4개 제품(그룹II 2개 제품, 그룹III 2개 제품)을 제외한 16개의 제품에서 검출되었으나, 전 제품에서 리놀엘라이드산(tC18:2)은

Table 2. Fatty acid composition of margarines.

Type	Group	Sample no.	C8:0	C10:0	C12:0	C14:0	C16:0	C18:0	tC18:1	C18:1	C18:2	C18:3	C20:0	Others
Soft	I	M-1	0.00	0.00	0.64	0.88	32.79	7.09	5.18	29.04	20.58	2.05	0.00	1.75
		M-2	0.00	0.00	0.00	0.00	13.30	11.45	18.06	28.31	15.07	0.43	0.00	13.38
		M-3	0.00	0.00	0.93	1.06	33.71	6.56	3.99	30.63	19.69	1.80	0.00	1.63
		M-4	0.00	0.00	0.64	0.90	33.18	6.96	4.72	28.47	21.15	2.14	0.15	1.69
		M-5	0.00	0.00	0.55	0.92	27.36	6.23	8.61	29.98	22.67	2.05	0.00	1.63
		M-6	0.00	0.00	0.00	0.00	13.56	10.83	18.58	29.72	23.40	0.42	0.00	3.49
		M-7	0.00	0.00	0.00	0.63	26.75	6.14	3.54	28.06	30.21	3.06	0.00	1.61
		M-8	0.00	0.00	0.67	0.00	15.58	11.27	23.45	20.57	16.96	0.00	0.00	11.50
		M-9	0.00	0.00	0.83	0.84	25.63	10.07	13.25	27.99	17.73	1.44	0.00	2.22
		M-10	0.00	0.00	0.00	0.54	24.93	8.97	11.98	31.38	18.06	1.63	0.00	2.51
		M-11	0.00	0.00	0.26	0.25	15.11	10.79	14.49	30.23	22.74	0.34	0.44	5.35
	Average	0.00	0.00	0.41	0.55	23.81	8.76	11.44	28.58	20.75	1.40	0.05	4.25	
	STD	0.00	0.00	0.37	0.41	8.07	2.19	6.80	2.88	4.10	0.97	0.14	4.22	
	II	M-12	0.00	0.00	0.00	0.00	11.55	7.40	7.47	24.17	41.89	4.79	0.24	2.49
		M-13	1.20	1.16	9.62	4.39	21.53	3.15	0.00	39.78	12.10	4.41	0.38	2.28
		M-14	0.34	0.86	1.13	4.33	20.40	12.56	15.87	25.39	12.45	0.38	0.00	6.29
		M-15	0.00	0.00	2.55	1.25	7.44	8.77	0.00	67.05	12.06	0.00	0.00	0.88
		Average	0.39	0.51	3.33	2.49	15.23	7.97	5.84	39.10	19.63	2.40	0.16	2.99
		STD	0.57	0.60	4.32	2.22	6.85	3.88	7.56	19.94	14.84	2.56	0.19	2.32
	Sub-total	Average	0.10	0.13	1.19	1.07	21.52	8.55	9.95	31.38	20.45	1.66	0.08	3.91
		STD	0.31	0.35	2.36	1.38	9.80	3.30	7.39	12.97	9.04	1.52	0.15	3.77
Hard	III	M-16	0.41	0.00	1.88	1.75	40.04	9.24	8.72	30.22	6.60	0.00	0.00	1.14
		M-17	0.00	0.00	1.06	0.65	14.70	9.87	0.00	24.08	43.66	4.09	0.00	1.89
		M-18	0.38	0.37	0.87	3.08	24.92	16.84	1.45	21.94	24.39	2.46	0.00	3.30
		M-19	0.92	0.80	6.29	5.21	26.21	9.74	7.90	24.47	13.90	1.26	0.00	3.30
		M-20	0.00	0.00	0.00	1.12	52.23	5.07	0.00	32.36	8.45	0.08	0.00	0.69
	Average	0.34	0.23	2.02	2.36	31.62	10.15	3.61	26.61	19.40	1.58	0.00	2.06	
	STD	0.38	0.35	2.48	1.84	14.63	4.23	4.34	4.44	15.23	1.73	0.00	1.21	
Total	Average	0.16	0.16	1.40	1.39	24.05	8.95	8.36	30.19	20.19	1.64	0.06	3.45	
	STD	0.34	0.35	2.40	1.58	10.87	3.05	7.08	9.64	9.64	1.52	0.13	3.39	

전혀 검출되지 않았다. 가정용 국내산 마아가린(그룹 I)에서는 11.44%, 수입산 마아가린(그룹 II)에서는 5.84%, 영업용 마아가린(그룹 III)에서는 3.61%의 엘라이드산이 검출되었다. 그룹 I이 그룹 II에 비해 약 2배의 엘라이드산을 함유하고 있었으며 또한 그룹 III에 비해 3배 이상 큰 값을 나타내었다. 그룹 II와 그룹 III를 비교해 보면 그룹 III는 그룹 II의 약 60%정도의 함량을 가졌다. 그룹 II에서 4개 제품중 2개의 제품에서만 엘라

이드산이 검출된 것을 고려한다면 그룹 I와 거의 비슷한 11.67%의 함량을 나타냈다. 소프트형 마아가린인 그룹 I과 그룹 II에서는 평균 9.95% 하드형인 그룹 III에서는 평균 3.61%의 엘라이드산이 검출되어 1985년 보고된 결과¹⁷⁾ 19.9%와 12.8%와 비교하면 훨씬 작아 품질이 많이 개선되었음을 알 수 있었다. 이렇게 소프트형이 많은 양의 엘라이드산을 함유하는 것은 마아가린의 제조 공정에서 과도하게 불포화지방산이 포화지방산으로 변

화하면 마아가린의 식감이 나빠지기 때문에 이를 조절하기 위해 사용한 부축매 반응에서 다량의 엘라이드산이 생산되기 때문이라고²⁾ 볼 수 있다. 마아가린 전체에 대한 엘라이드산 평균함량은 김 등¹⁹⁾의 결과 값 13.85%에 비해 훨씬 낮은 8.36%였으며 이는 그룹 I의 결과값 11.44% 보다도 다소 높은 값이었다.

쇼트닝의 지방산 함량은 Table 3에 나타난 바와 같이 팔미트산(C16:0) 31.70%, 올레산(C18:1) 31.62%, 엘라이드산(tC18:1) 11.37%, 스테아르산(C18:0) 9.74%, 리놀산(C18:2) 8.84%로 이들은 전체 지방산 함량 중 93.27%를 차지하였다. 마아가린의 지방산 함량 분포와 비교해 볼 때 팔미트산 함량이 7% 이상 높았으며 리놀산의 함량은 12% 정도 낮았다.

쇼트닝에서는 10개 제품 중 9개의 제품에서 엘라이드산이 검출되었으며 평균 11.37%로 김 등¹⁹⁾의 결과 값 13.80% 보다 적은 값을 나타냈으며 마아가린에서와 같이 리놀엘라이드산은 검출되지 않았다. 마아가린의 엘라이드산 함량 8.36%과 비교해 보면 쇼트닝에 트랜스 지방산이 4%이상 더 많이 함유되어 있었으며, 30% 이상 함유하는 제품도 2개나 되었다. 쇼트닝도 지방산 분포가 다양해 특징적인 값으로 나타내기 어려우며, 마아가린에서와 같이 제품의 생산 시 사용되는 유지의 종류와 제조 공정에서 사용되는 반응조건이나 촉매 등에 의해 크게 차이가 나는 것으로 판단된다.

지방산 분석 결과 마아가린과 포화지방산(SFA)은 36.16%, 불포화지방산(UFA) 60.38%, 불포화지방산

과 포화지방산의 비(UFA/SFA) 1.93, 엘라이드산과 올레산의 비 (t/c C18:1) 0.31, 단일 이중결합 지방산(MUFA) 38.56%, 다중 이중결합 지방산(PUFA)의 함량 21.83%, 트랜스 지방산과 불포화지방산의 비(t/UFA) 0.14를 얻었으며 이를 Table 4에 나타내었다.

그룹 I, II, III에서 포화지방산 함량은 33.58%, 30.06%, 46.73%였으며, 불포화지방산 함량은 62.17%, 66.95%, 51.21%, UFA/SFA는 1.95, 2.69, 1.27로 그룹 II가 불포화지방산 함량이 가장 많았으며, 그룹 III이 가장 낮았다. 소프트형인 그룹 I과 II의 평균값 32.64%, 63.44%, 2.15를 하드형인 그룹 III의 결과 값 46.73%, 51.21%, 1.27과 비교해 보면 소프트형 마아가린이 불포화지방산을 훨씬 더 많이 함유하고 있음을 보여준다. 엘라이드산과 올레산의 비는 그룹 I에서는 0.42, 그룹 II에서는 0.23으로 소프트형 평균 0.37이었으나 하드형인 그룹 III에서는 0.14로 나타났다. 단일 불포화지방산(MUFA)과 다중 불포화지방산(PUFA)의 값도 그룹 I에서는 40.02%와 22.15% 그룹 II에서는 44.93%, 22.02% 로 소프트형 평균 41.33%와 22.11%였으며 하드형인 그룹 III에서는 30.23%와 20.98%를 차지하여 단일 불포화지방산 함량은 소프트형이 많았으나 다중 불포화지방산 함량은 거의 비슷한 수준으로 나타났다. 다중 불포화지방산 함량과 단일 이중 불포화지방산 함량은 그룹 II가 66.95%와 44.93%로 가장 높았으나 전체 불포화지방산 함량에 대

Table 3. Fatty acid composition of shortenings.

Group	Sample no.	C8:0	C10:0	C12:0	C14:0	C16:0	C18:0	tC18:1	C18:1	C18:2	C18:3	C20:0	Others
IV	S-1	0.00	0.00	0.50	1.20	45.47	4.91	37.87	9.31	0.00	0.00	0.00	0.74
	S-2	0.23	0.00	0.89	1.52	34.68	11.74	5.78	33.48	8.55	0.00	0.27	2.86
	S-3	0.00	0.00	0.74	2.11	34.62	12.51	8.36	31.91	8.76	0.00	0.00	0.99
	S-4	0.00	0.00	0.54	1.16	46.15	7.26	6.72	31.95	0.00	5.56	0.00	0.66
	S-5	0.00	0.00	0.00	11.39	4.32	0.00	33.91	46.69	2.56	0.00	0.00	1.13
	S-6	0.21	0.10	1.78	1.70	43.64	5.45	0.87	36.09	9.68	0.00	0.00	0.48
	S-7	0.00	0.00	0.00	0.00	11.58	16.66	0.00	22.02	42.92	4.87	0.00	1.95
	S-8	0.00	0.00	0.93	3.42	26.04	16.90	7.12	34.57	4.18	0.00	0.00	6.84
	S-9	0.00	0.00	0.35	1.02	42.48	5.91	1.85	37.96	9.09	0.00	0.00	1.34
	S-10	0.00	0.00	0.77	2.95	28.06	16.04	11.18	32.21	2.64	0.00	0.00	6.15
	Average	0.04	0.01	0.65	2.65	31.70	9.74	11.37	31.62	8.84	1.04	0.03	2.31
	STD	0.09	0.03	0.52	3.22	14.43	5.85	13.42	9.94	12.55	2.20	0.09	2.32

Table 4. Saturated, unsaturated and trans isomer relation of fatty acid compositions of margarines.

Type	Group	Sample no.	SFA	UFA	UFA/SFA	t/cC18:1	MUFA	PUFA	t/UFA	
Soft	I	M-1	41.40	56.85	1.37	0.18	34.22	22.63	0.09	
		M-2	24.75	61.87	2.50	0.64	46.37	15.50	0.29	
		M-3	42.26	56.11	1.33	0.13	34.62	21.49	0.07	
		M-4	41.83	56.48	1.35	0.17	33.19	23.29	0.08	
		M-5	35.06	63.31	1.81	0.29	38.59	24.72	0.14	
		M-6	24.39	72.12	2.96	0.63	48.30	23.82	0.26	
		M-7	33.52	64.87	1.94	0.13	31.60	33.27	0.05	
		M-8	27.52	60.98	2.22	1.14	44.02	16.96	0.38	
		M-9	37.37	60.41	1.62	0.47	41.24	19.17	0.22	
		M-10	34.44	63.05	1.83	0.38	43.36	19.69	0.19	
		M-11	26.85	67.80	2.53	0.48	44.72	23.08	0.21	
	Average		33.58	62.17	1.95	0.42	40.02	22.15	0.18	
	STD		6.83	4.92	0.54	0.30	5.85	4.71	0.10	
	II	M-12	19.19	78.32	4.08	0.31	31.64	46.68	0.10	
		M-13	41.43	56.29	1.36	0.00	39.78	16.51	0.00	
		M-14	39.62	54.09	1.37	0.63	41.26	12.83	0.29	
		M-15	20.01	79.11	3.95	0.00	67.05	12.06	0.00	
		Average		30.06	66.95	2.69	0.23	44.93	22.02	0.10
		STD		12.11	13.62	1.53	0.30	15.34	16.55	0.14
	Sub-total		Average	32.64	63.44	2.15	0.37	41.33	22.11	0.16
			STD	8.20	7.86	0.91	0.30	8.94	8.64	0.12
	Hard	III	M-16	53.32	45.54	0.85	0.29	38.94	6.60	0.19
M-17			26.28	71.83	2.73	0.00	24.08	47.75	0.00	
M-18			46.46	50.24	1.08	0.07	23.39	26.85	0.03	
M-19			49.17	47.53	0.97	0.32	32.37	15.16	0.17	
M-20			58.42	40.89	0.70	0.00	32.36	8.53	0.00	
Average			46.73	51.21	1.27	0.14	30.23	20.98	0.08	
STD		12.29	12.02	0.83	0.16	6.51	16.93	0.09		
Total		Average	36.16	60.38	1.93	0.31	38.56	21.83	0.14	
		STD	10.98	10.27	0.95	0.29	9.60	10.75	0.11	

한 트랜스 지방산의 함량 비인 t/UFA 값은 하드형인 그룹 III이 0.08로 가장 낮았다. 유지의 안정적인 보관을 위해서는 포화 지방산의 함량이 커야하겠지만 영양학적인 측면에서 보면 불포화지방산의 함량이 높을수록 좋기 때문에 불포화도가 큰 하드형보다 소프트형이 바람직하며 앞으로 지속적인 기술 개선을 통해 트랜스 지방산의 함량을 낮추는 것이 바람직하다고 본다.

쇼트닝의 포화지방산(SFA)은 44.82%, 불포화지방

산(UFA) 52.87%, 불포화지방산과 포화지방산의 비율(UFA/SFA)은 1.52, 엘라이드산과 올레산의 비율(t/c C18:1)은 0.61, 단일 이중결합 지방산(MUFA) 42.99%, 다중 이중결합 지방산(PUFA)의 함량 9.88%, 트랜스 지방산과 불포화지방산의 비율(t/UFA)은 0.21 이었으며 이를 Table 5에 나타내었다.

쇼트닝은 마아가린에 비해 포화지방산 함량에 대한

엘라이드산과 올레산의 함량이 1.2배와 2배정도 높았으며, 단일 이중결합 지방산도 1.4배 높았다. 그러나, 다중 이중결합 지방산 함량은 마아가린의 47% 수준에 불과해 마아가린 보다 훨씬 더 경화가 이루어졌음을 알 수 있었다. 쇼트닝에서는 마아가린에 비해 불포화 지방산의 함량이 적을 뿐 만 아니라 트랜스 지방산의 함량 역시 많아 불포화지방산에 대한 트랜스 지방산의 함량 비율이 0.21로 마아가린의 0.14 보다 높았다.

2. 조지방함량, 산가 및 요오드가

마아가린과 쇼트닝의 조지방 함량, 산가 및 요오드가를 구해 Table 6에 그룹별로 나타내었다. 마아가린의 조지방 함량은 평균 76.9%를 얻었으며, 그룹 I은 73.1%, 그룹 II는 77.3%로 소프트형은 74.2%, 하드형인 그룹 III은 85.0%를 얻었다. 그룹 I과 II는 저지방 마아가린 제품으로 인해 조지방 함량이 80% 이하의 낮은 값을 가졌다. 그러나, 쇼트닝의 경우 99.7%로 조지방 함량이 대단히 높았다.

마아가린과 쇼트닝의 산가는 평균 0.54와 0.29로 마아가린의 산가가 쇼트닝보다 약 2배 높았으며, 마아가린에서 소프트형은 0.6으로 하드형인 그룹 III의 0.3보다 2배 높았다. 마아가린과 쇼트닝에서 높은 수치의 산가를 가지는 제품들은 유지방 또는 레시틴, 글리세린에스테르 등을 사용한 경우로 이들을 제외하고는 낮은 수치를 나타냈다.

불포화 지방산이 가지고 있는 이중결합의 총수에 비례하는 것으로 알려져 있는 요오드가는 마아가린이 59.0, 쇼트닝이 63.6으로 매우 낮았다. 이는 요오드가 44~60의 팜유 수준이며 자동산화에 대한 저항력이 팜유 수준으로 매우 크다고 볼 수 있다.

3. 요오드가와 불포화 지방산의 상관관계

요오드가와 지방산 조성 분석 결과들을 이용하여 Table 7과 같이 상관관계를 나타내었다. 요오드가는 불포화지방산이 가지고 있는 이중결합의 총수에 비례한다고 알려져 있지만, 실제로 불포화 지방산의 이중결합 총수를 정확히 알기가 어렵기 때문에 요오드가와 불포화 지방산과의 상관관계를 구해 보았다.

그룹별 평균 값을 보면 그룹 III과 IV는 0.97과 0.94로 어떤 항과의 비교에서도 0.9이상의 상관성을 보였으나 그룹 I과 II는 0.47과 0.75의 평균 값을 가지고 있었으며, 특정 항과의 비교에서만 높은 상관성을 나타냈다. 먼저 요오드가와 불포화 지방산 함량을 직접 비교한 결과 0.69의 비교적 낮은 상관성을 얻었으나, 그룹 I의 -0.25를 제외한, 그룹 II, III, IV는 0.80, 0.96, 0.98로 대단히 좋은 결과 값을 보였다. 그룹 I과 II는 저지방 마아가린 제품들로 인해 지방함량 변화가 심했기 때문에, 이점을 보완해 주기 위해 조지방 함량을 고려한 불포화 지방산의 항과의 비교에서는 불포화 지방산 함량만을 적용하였을 때 보다 좋은 0.87의 상관성을 얻었으며 그룹

Table 5. Saturated, unsaturated and trans isomer correlation of fatty acid composition of shortenings.

Group	Sample no.	SFA	UFA	UFA/SFA	t/cC18:1	MUFA	PUFA	t/UFA
IV	S-1	52.08	47.18	0.91	4.07	47.18	0.00	0.80
	S-2	49.33	47.81	0.97	0.17	39.26	8.55	0.12
	S-3	49.98	49.03	0.98	0.26	40.27	8.76	0.17
	S-4	55.11	44.23	0.80	0.21	38.67	5.56	0.15
	S-5	15.71	83.16	5.29	0.73	80.60	2.56	0.41
	S-6	52.88	46.64	0.88	0.02	36.96	9.68	0.02
	S-7	28.24	69.81	2.47	0.00	22.02	47.79	0.00
	S-8	47.29	45.87	0.97	0.21	41.69	4.18	0.16
	S-9	49.76	48.90	0.98	0.05	39.81	9.09	0.04
	S-10	47.82	46.03	0.96	0.35	43.39	2.64	0.24
	Average	44.82	52.87	1.52	0.61	42.99	9.88	0.21
	STD	12.62	12.92	1.41	1.23	14.76	13.73	0.24

Table 6. Acid value, iodide value and crude lipid content in margarines and shortenings.

Type	Group	Sample no.	Fat(%)	Acid value	Iodide value	
Margarine	Soft	M-1	82.9	0.56	62.5	
		M-2	82.0	0.72	77.6	
		M-3	79.7	0.23	54.8	
		M-4	82.3	0.44	60.2	
		M-5	68.4	1.88	55.8	
		M-6	63.8	0.64	53.9	
		M-7	53.9	0.70	48.7	
		M-8	83.3	0.20	63.7	
		M-9	59.6	0.60	44.9	
		M-10	82.4	0.17	62.7	
		M-11	65.3	0.77	51.4	
		Average	73.1	0.6	57.8	
		STD	11.0	0.5	8.9	
		II	M-12	72.5	0.31	84.5
			M-13	79.3	0.37	49.9
	M-14		72.8	0.67	52.8	
	M-15		84.6	1.19	62.5	
	Average		77.3	0.6	62.4	
	STD		5.8	0.4	15.7	
	Average		74.2	0.6	59.1	
	STD		9.9	0.4	10.7	
	Hard	III	M-16	81.9	0.26	37.7
			M-17	87.9	0.39	98.6
			M-18	84.5	0.24	66.9
			M-19	83.7	0.29	51.9
			M-20	87.0	0.19	38.3
Average			85.0	0.3	58.7	
STD		2.4	0.1	25.3		
Total		Average	76.9	0.54	59.0	
STD	9.8	0.41	14.8			
Shortening	IV	S-1	99.9	0.06	49.6	
		S-2	99.9	0.06	53.7	
		S-3	99.8	0.15	55.0	
		S-4	99.6	0.06	49.2	
		S-5	99.0	1.97	115.3	
		S-6	99.7	0.09	49.0	
		S-7	99.5	0.22	111.1	
		S-8	99.9	0.06	50.6	
		S-9	99.9	0.07	51.3	
		S-10	99.8	0.15	50.7	
	Average	99.7	0.29	63.6		
STD	0.3	0.59	26.3			

Table 7. Iodine value correlated with unsaturated fatty acid.

Group	UFA	UFA*FAT (%)/100	UFA/SFA* FAT(%) /100	(MUFA+2*C 18:2+3*C18:3)* Average	
				FAT(%) /100	Average
I	-0.25	0.82	0.59	0.70	0.47
II	0.80	0.55	0.73	0.92	0.75
III	0.96	0.96	0.94	1.00	0.97
IV	0.98	0.98	0.90	0.90	0.94
Total	0.69	0.87	0.81	0.90	0.82

I의 결과도 0.82로 좋아졌으나 그룹 II가 0.55로 오히려 상관성이 감소하였다. 불포화 지방산과 포화 지방산의 비를 조지방 함량을 고려하여 상관관계를 구한 결과 0.81의 값을 얻었다. 지방산의 이중결합의 수를 지방산 함량에 곱하고 이를 조지방 함량을 고려한 다음 요오드 가와의 상관관계를 구한 결과 가장 좋은 상관성 0.90을 나타냈으며 그룹 I은 0.70, 그룹 II는 0.92, 그룹 III은 1.00, 그룹 IV는 0.90으로 그룹 I만 제외하고는 0.9 이상의 상관성을 나타냈다.

결론

시내 유통 중 또는 업소용으로 사용되는 마아가린 20종(수입제품 4종 포함) 및 쇼트닝 10종 총 30종에 대한 트랜스 지방산 함량을 분석한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 마아가린과 쇼트닝에서 트랜스 지방산인 엘라이드산이 각각 8.36%와 11.37% 검출되었다. 마아가린 중 소프트형에서는 9.95%, 하드형에서는 3.61%의 엘라이드산이 검출되었다.
2. 리놀산의 트랜스형인 리놀엘라이드산은 마아가린과 쇼트닝에서 모두 검출되지 않았다.
3. 마아가린과 쇼트닝의 포화지방산 함량은 36.16%와 44.82%, 불포화지방산 함량은 60.38%와 52.87%, 불포화 지방산과 포화지방산의 비는 1.93과 1.52, 엘라이드산과 올레산의 비는 0.31과 0.61, 단일 불포화 지방산 함량은 38.56%와 42.99%, 다중 불포화 지방산 함량은 21.83%과 9.88%를 얻었다.

4. 마아가린과 쇼트닝의 조지방 함량, 산가 및 요오드가를 측정 한 결과 다음과 같은 평균값을 얻었다.
 마아가린 : 76.9%, 0.54, 59.0
 쇼트닝 : 99.7%, 0.29, 63.6
5. 지방산의 이중결합의 수를 지방산 함량에 곱하고 여기에 조지방 함량을 고려한 항으로 요오드가와 상관관계를 구한 결과 평균 값 0.90을 얻었으며 그룹 I, II, III, IV에 대해서는 각각 0.70, 0.92, 1.00, 0.90이었다.

References

1. 油脂化學의 知識, 原田一郎, 機電研究社, p 75 (1994)
2. 장진길 : 식용유지의 정제, 수소첨가, 에스테르화 반응 및 에멀전의 기초과학 및 응용. 한국식품과학회 식용유지공개강좌 (1998)
3. Asscherio, A. and Willet, C. : Health effects of trans fatty acids. Am. J. Clin. Nutr., 66(s) : 1006 (1997)
4. Shapiro, S. : Do trans fatty acids increase the risk of coronary artery disease. A critique of the epidemiologic evidence. Am. J. Clin. Nutr., 66(s) : 1011(1997).
5. Singha, R.B., Niaza, M.A., Ghosha, S. Beegoma, R., Rastogia, V., Sharma, J. P. and Dubeb, G. K. : 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. Inernational Journal of Cardiology, 56 : 289(1996)
6. Mensink, R.P., Zock, P. L., Katan, M. B. and Jirnjstra, G. : Effect of dietary cis and trans fatty acids on serum lipoproteins levels in humans. J. Lipid res., 33 : 1493 (1992)
7. Zock, P. L. and Katan, M. B. : Hydrogenation alternatives effects of trans fatty acids and stearic acid versus linoleic acid on serum lipids and lipoproteins in humans. J. Lipid Res., 33 : 399 (1992)
8. Anderson, R. L. : Oxidation of the geometric isomer of 9-octadecanoic and by rat-liver mitochondrial. Biochem. Biophys. Acta., 144 : 68 (1967)
9. Luther, S. J. : The effects of trans fatty acids on essential fatty acid metabolism. Food Sci. and Technol., 42 : 261 (1981)
10. Calson, S. E., Clandinin, M. T., Cook, J. W., Emken, E. A. and Filer, L. T. : Trans fatty acids infant and fetal development. Am. J. Clin. Nutr., 66 : 717 (1997)
11. 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)
12. Hopkins, G. J. and Weat, C. E. : Possible roles of dietary fats in carcinogenesis. Life Sciences, 19 : 1103 (1976)
13. FDA: Mandatory trans labeling may come in 2002. INFORM, 11 : 173 (2000)
14. R. Tsanev, A. Russeva, T. Rizov and Iv. Dontcheva : Content of trans fatty acids in edible margarines. JAOCS, 75 : 2 (1998)
15. Noakes, M. and Nestel, P. J. : Trans fatty acids in Australian diet. Food Aust., 46 : 124 (1994)
16. Hunter, J. E. and Applewhite, T. H. : Reassessment of trans fatty acid availability in the US diet. Am. J. Clin. Nutr., 54 : 363 (1991)
17. Young-Ja and Michihiro Sugano : Content of trans Fatty Acids in Korean Margarine. Korean J. Food Sci. Technol., 17 : 3 (1985)
18. 노경희, 이교연, 분정원, 이미옥, 소영선 : 한국인 상용 가공 식품의 trans 지방산 함량. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr., 28 : 6 (1999)
19. 김종희, 장경원, 신호선 : 한국인의 식품 중 트랜스 지방산의 함량과 섭취량 추정. Korean J. Food Sci. Technol., 32 : 5 (2000)

