

옥수수기름과 극도경화대두 혼합유의 이화학적 성질에 대한 무작위 에스테르 교환의 영향

신효선 · 정광현 · 전제현*

동국대학교 식품공학과, *동방유량기술연구소

Effect of Random Interesterification on the Physicochemical Properties in Blends of Corn Germ Oil and Fully Hydrogenated Soybean Oil

Hyo-Sun Shin, Kwang-Hyun Chung and Je-Hyun Chun*

Department of Food Science and Technology, Dongguk University

*Dong Bang Technical Research Laboratory

Abstract

Effect of random interesterification on the physicochemical properties in blends of corn germ oil and fully hydrogenated soybean oil was studied. Interesterification by using 0.4% sodium methoxide at 80°C was completed in 35 minutes as determined by HPLC analysis for triglyceride composition. Changes of melting point, solid fat content, crystal form, fatty acid and triglyceride composition was investigated. After the interesterification, melting point and solid fat content were decreased, and coarse and large crystals were modified to fine and uniform. Fatty acid composition was not altered but triglyceride composition was largely altered. Interesterified blends of corn germ oil and fully hydrogenated soybean oil made with 80%, 20% and 75%, 25%, respectively, had desirable characteristics of the margarine for home use.

Key words: random interesterification, corn germ oil, hydrogenated soybean oil, margarine

서 론

유지와 유지간의 에스테르 교환은 유지의 주성분인 혼합 triglyceride 중의 acyl기의 배열을 변화시켜 새로운 triglyceride를 생성함으로써 유지의 이화학적 성질을 개선할 수 있다는 점에서 중요한 의의가 있다⁽¹⁾. 에스테르 교환은 1865년 Friedel 등⁽²⁾에 의해서 발견되었고, 식용유지 가공분야에서 그의 이용은 1945년경부터 본격화되었다⁽³⁾. 그 후 마아가린과 쇼트닝의 물성을 개선하기 위하여 에스테르 교환을 이용한 많은 연구⁽⁴⁻⁶⁾가 이루어져 왔으며, 특히 유럽에서는 부분경화의 대체기술로서 유지의 에스테르 교환에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 마아가린과 쇼트닝의 물성을 개선하기 위한 연구로는 Lutton 등⁽⁷⁾과 List 등⁽⁸⁾이 에스테르 교환에 의해 유지의 결정형태가 개선됨을 보고한 것과, Freemann⁽⁹⁾, Chobanov와 Chobanova⁽¹⁰⁾가 에스테르 교환에 의해 triglyceride 조성이 크게 변화됨을 보고한 것 등이 있다. 또한 필수지방산의 함량을 높이고 트랜스형 지방산이 거의 없는 마아가린을 제조하기 위하여 대두유와 우지의

혼합유를 에스테르 교환한 Lo와 Handel⁽¹¹⁾의 보고와 옥수수기름과 우지의 혼합유를 에스테르 교환한 Chacon과 Handel⁽¹²⁾의 보고가 있다. 한편 마아가린의 품질 특성은 원료유지의 종류 및 가공방법 등에 의해 결정되며, 그리고 이들은 특히 유지의 용점, 고체지 함량, 결정형태 및 triglyceride 조성 등에 영향을 미치기 때문에 마아가린의 최종품질을 결정하게 된다⁽¹³⁾.

따라서 본 연구에서는 마아가린의 제조에 알맞은 물성을 지닌 유지를 생산하기 위하여 옥수수기름과 극도경화대두 혼합유를 에스테르 교환하였을 때 유지의 이화학적 성질의 변화를 관찰하였고, 마아가린 제조에 알맞은 옥수수기름과 극도경화 대두유의 적정 혼합비율을 연구하여 몇 가지 결과를 얻었기에 이에 보고하고자 한다.

재료 및 방법

시료

본 실험에 사용한 옥수수기름(corn germ oil, CGO)과 극도경화 대두유(fully hydrogenated soybean oil, FHSO)는 동방유량에서 구입한 것이며, 이들의 요오드 값은 각각 129.3 및 1.0이었다. 원료유지인 CGO와 FHSO를 85 : 15, 80 : 20, 75 : 25, 70 : 30, 65 : 35 및

Corresponding author: Hyo-Sun Shin, Department of Food Science and Technology, Dongguk University, Pil-dong 3ga, Jung-gu, Seoul 100-715, Korea

60 : 40의 비율로 각각 혼합하여 에스테르 교환 반응의 시료로 하였다.

에스테르 교환 반응 및 평형도달시간 결정

에스테르 교환 반응은 List 등⁽⁸⁾과 山岐 등⁽¹⁴⁾의 방법에 따라 행하였다. 즉, 시료 100g을 반응용기에 정평하여 90°C, 진공하에서 탈수시킨 후 80°C로 냉각하고 촉매인 sodium methoxide(28% in MeOH, Junsei Chem. Co., Japan)를 0.4%(w/w) 첨가하여 질소기류하에서 반응시켰다. 에스테르 교환 반응의 평형도달시간을 결정하기 위하여 위의 반응조건에서 5, 10, 20, 30, 40, 45, 50 및 55분에 시료를 취하여 촉매를 불활성화시킨 후 preparative-TLC에 의하여 triglyceride를 분리하였다. 분리한 triglyceride는 HPLC에 의해 partition number(PN)별로 분획하여 각 PN별 triglyceride 함량의 변화가 1% 이하로 되는 시간을 반응의 평형도달시간으로 정하였다.

용점

A.O.C.S.법⁽¹⁵⁾으로 측정하였다.

고체지 함량

시료유지의 고체지 함량(solid fat content, SFC)은 河田 등⁽¹⁶⁾의 방법에 따라 pulsed NMR spectrometer (Model SFC-900, Solid Fat Analyzer, The Praxis Corp., USA)로 측정하였다.

결정형태

시료유지의 결정형태는 Wiedermann 등⁽¹⁷⁾의 방법에 따라 편광현미경으로 관찰하였다. 편광현미경은 Olympus polarizing microscope(Model BM-2, Japan)를, 카메라는 Olympus C-35AD-4를, 사진촬영은 Exposure control unit AD system을 사용하였고, 현미경의 관찰은 530 nm filter를 사용하여 400배의 배율로 하였다.

지방산 조성

시료유지의 지방산 조성은 GLC에 의하여 분리, 정량하였다. 사용한 기기는 Hewlett-Packard(5890A, USA)였고, 지방산의 메틸에스테르는 14% BF₃-MeOH를 사용하여 Morrison과 Smith⁽¹⁸⁾의 순서에 따라 만들었다. 분석조건은 10% DEGS Chromosorb W/HP를 충전한 glass column(6ft×1/8 in. I.D.)을 사용하여 컬럼온도 170°C, 주입구온도 240°C, 검출기온도 250°C, 운반가스는 질소(30 ml/min)을 사용하였다.

Triglyceride 조성

Preparative-TLC : 시료유지로부터 triglyceride의 분리는 preparative-TLC에 의하였다. 이 때 흡착제는 silica gel G를 사용하여 0.5 mm의 두께로 유리판에 도포한 후 110°C에서 1시간 활성화한 것에 클로로포름에 녹인 시

료용액을 spotting하였다. 전개용매는 chloroform-diethyl ether-acetic acid(80 : 20 : 1, v/v/v)를 사용하였고, 표준물질로서 triolein(Supelco Co., USA)을 사용하였다. 분리된 triglyceride의 반점을 모아 diethyl ether로 추출한 후 일정량의 클로로포름에 녹여 -20°C의 냉동고에 보관하면서 triglyceride 조성의 분석시료로 사용하였다.

HPLC : Triglyceride의 PN별 분획은 Wada 등⁽¹⁹⁾의 방법에 따라 HPLC로 행하였다. 사용한 기기는 Waters Associates였으며 분석조건은 μ -bondapak C₁₈(reverse phase) 컬럼을 사용하여 컬럼온도 30°C, 검출기온도 35°C, 검출기는 differential refractometer로 하였으며, 이동상은 methanol-chloroform(9 : 1, v/v)을, flow rate는 1.1 ml/min로 하였다. 표준물질로는 trimyristin(PN=42), tripalmitin(PN=48), 2-oleo-1,3-palmitostearin(PN=50)을 사용하였다.

결과 및 고찰

에스테르 교환 반응

옥수수기름(CGO)과 극도경화 대두유(FHSO)를 75 : 25의 비율로 혼합한 것을 에스테르 교환시켰을 때 반응시간별 triglyceride 조성의 변화를 PN별로 분석한 결과는 Fig. 1과 같다. 즉, 에스테르 교환은 반응개시 후 10분 동안에 가장 많이 일어났고, 반응의 평형은 30~35분에 완전히 도달하였다. 이와 같은 본 실험의 결과는 유지의 에스테르 교환이 반응시간 30~60분 사이에 평형에 도달한다는 일반적인 사실⁽⁶⁾과 대체로 일치하는 것이었다. Lo와 Handel⁽¹¹⁾은 대두유와 우지를 에스테르 교환하였을 때 30분만에 각각 반응이 종결되었다고 보고한 바 있다.

용점의 변화

CGO와 FHSO를 여러 가지 비율로 혼합한 것과 이들을 에스테르 교환한 후의 용점의 변화를 측정된 결과는 Table 1과 같다. 즉, 용점은 에스테르 교환 후 현저하게 감소하였고, CGO의 혼합비율이 증가함에 따라 감소의 정도는 더 컸다. 이와 같이 용점이 감소하는 현상은 FHSO 중의 고용점의 triglyceride가 CGO의 triglyceride 중에 무작위하게 채분되어 저용점의 triglyceride를 형성하기 때문^(10,12)이라고 생각된다. 한편 가정용 마아가린의 용점은 포장형태, 계절 그리고 유통구조에 따라 다르다. 최와 김⁽²⁰⁾은 국내산 마아가린의 경우 여름제품이 35~40°C, 겨울제품이 32.1~38.0°C 범위이고, 외국산 soft 마아가린은 27.3~34.4°C였다고 보고하였다. 또 송취 등⁽²⁷⁾은 soft 마아가린의 경우 일본제품이 28.2~32.1°C, 미국제품이 29.1~32.1°C였다고 보고한 바 있다.

본 연구에서 시판 가정용 마아가린의 용점을 측정된 결과 여름제품은 37.4°C, 외국산 soft 마아가린은 28.8°C로서 이상의 보고들과 차이가 없었고, CGO와 FHSO를

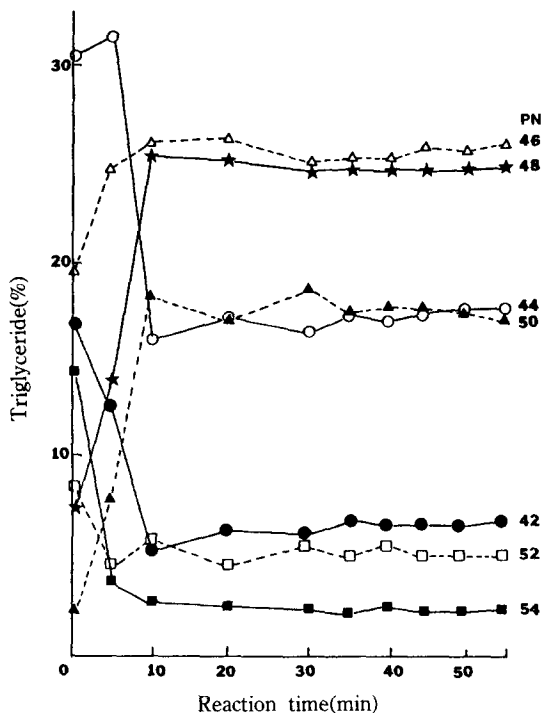


Fig. 1. Changes of triglyceride composition during interesterification of 75 : 25 corn germ oil and fully hydrogenated soybean oil

85 : 15와 80 : 20으로 혼합하여 에스테르 교환한 시료의 융점은 각각 26.5°C와 29.7°C로서 냉장용 soft 마아가린에 알맞은 융점을 가졌으며, CGO와 FHSO를 75 : 25와 70 : 30으로 혼합하여 에스테르 교환한 시료의 융점은 각각 34.6°C와 37.8°C로서 상온용 마아가린에 알맞은 융점을 가지고 있는 것으로 판단되었다.

고체지 함량의 변화

Table 2는 CGO와 FHSO를 여러 가지 비율로 혼합하여 에스테르 교환하였을 때 에스테르 교환 전후의 고체지 함량(SFC)의 변화를 분석한 결과이다. 에스테르 교환 후 혼합유는 측정온도에서 4.9~27.1%로 SFC가 감소하였다. 또 에스테르 교환 전의 SFC는 FHSO를 혼합한 양만큼의 수준이었고⁽¹⁶⁾, FHSO의 혼합비율이 증가함에 따라 각 온도에서의 SFC는 증가하였다. 에스테르 교환에 의해 각 온도에서 SFC가 전반적으로 감소한 것은 FHSO의 GS₃(trisaturated glyceride)와 CGO의 GU₃(triunsaturated glyceride)가 에스테르 교환에 의해 재분포되어 저융점의 triglyceride(GS₂U 또는 GSU₂)를 새로이 형성하기 때문^(6,8)이라고 생각된다. 마아가린의 물리적 성질은 일반적으로 SFC와 좋은 상관성을 갖는다. 즉, 냉장온도에서의 바름성(spreadability)은 2~10°C에서의 SFC와 관련있고, 실온에서의 보형성(body stabi-

Table 1. Changes of melting point in corn germ oil (CGO) and fully hydrogenated soybean oil(FHSO) blends before and after interesterication

Blends		Melting point(°C)	
CGO : FHSO		Before	After
85	15	57.1	26.5
80	20	59.6	29.7
75	25	61.2	34.6
70	30	62.8	37.8
65	35	64.9	41.9
60	40	66.7	45.3

lity)은 33.3°C와 37.8°C에서의 SFC와 깊은 관련이 있는 것으로 알려져 있다⁽²¹⁾. 10°C에서 SFC가 30% 이상이면 바름성이 좋지 않고, 28% 이하이면 바름성이 좋다고 하며, 10°C에서의 바람직한 SFC는 15~28%인 것으로 보고^(20,22) 되고 있다. 또한 구용성이 좋기 위해선 33.3°C에서 2.5~4.0%이어야 하고, 22.1°C에서 SFC가 15% 이하이면 냉장이 필요하며, 33.3°C에서 3.5~5.5%이면 냉장할 필요가 없는 것으로 보고^(21,22) 되어 있다. 본 실험 결과에 의하면 CGO와 FHSO를 65 : 40으로 혼합하여 에스테르교환한 것을 제외하고 10°C에서 바름성은 모두 좋을 것으로 생각된다. 또 85 : 15, 80 : 20 및 75 : 25의 비율로 혼합하여 각각 에스테르 교환한 것들은 냉장이 필요하지만 구용성은 좋을 것으로 판단되었다.

결정형태의 변화

Fig. 2는 CGO와 FHSO를 75 : 25의 비율로 혼합한 것과 이를 에스테르 교환한 것의 결정형태를 관찰한 결과이다. 즉, 에스테르 교환 전의 유지의 결정형태는 거칠고 결정의 크기가 컸으나 에스테르 교환 후 유지의 결정형태는 미세하고 균일한 크기로 변화였다. 이와 같은 미세한 결정의 형성은 마아가린의 가스성 범위를 넓혀 주고 부드러운 조직감을 제공하여 준다⁽²³⁾. Wiedermann 등⁽¹⁷⁾은 돈지를 에스테르 교환하였을 때 거칠고 큰 결정형태가 미세하고 균일한 크기로 변화되었음을 보고하였다. 유지는 결정습성(crystal habit)에 따라 일반적으로 α, β 그리고 β'형으로 분류⁽¹³⁾되는데, 단순글리세리드로 구성된 유지는 β형의 결정을 이루는 습성이 있고, 이와 같은 결정은 결정화 과정에서 거칠고 큰 결정을 형성하는 경향이 있다. 그러나 β'형의 유지는 결정이 커지는 것을 막는 혼합글리세리드를 함유하기 때문에 단일분자처럼 결정이 축적되어 커지지 않는다고 한다. 따라서 β형은 waxy 또는 grainy한 요인이 되는 반면, β'형은 부드러운 조직감을 제공하게 된다^(22,23). 한편, List 등⁽⁸⁾은 β형의 대두유와 극도경화 대두유를 혼합하여 에스테르 교환하였을 때 β'형으로 결정이 전환되었다고 한 보고는 본 연구의 결과와 대체로 일치되는 것으로 생각되었다.

지방산 조성의 변화

Table 2. Changes of solid fat content in corn germ oil(CGO) and fully hydrogenated soybean oil(FHSO) blends before and after interesterification

Blends		Solid fat content(%)									
		10℃		21.1℃		26.7℃		33.3℃		37.8℃	
CGO : FHSO		Before	After	Before	After	Before	After	Before	After	Before	After
85	15	14.9	7.9	15.2	6.1	15.2	4.3	14.8	1.8	14.9	-
80	20	21.4	11.6	20.8	8.3	20.4	6.9	20.3	2.9	19.8	0.8
75	25	25.3	16.9	25.1	14.5	25.0	9.9	24.6	4.1	24.3	1.9
70	30	30.7	23.8	30.3	18.8	30.6	14.1	29.9	7.1	29.6	4.6
65	35	34.8	29.5	34.8	20.4	34.3	17.7	34.0	12.5	33.7	9.2
60	40	40.6	35.7	40.4	25.1	40.5	20.6	39.6	17.2	39.4	12.3

Table 3. Changes of fatty acid composition in corn germ oil(CGO) and fully hydrogenated soybean oil(FHSO) blends before and after interesterification

Blends		Fatty acid composition(%)									
		16 : 0		18 : 0		18 : 1		18 : 2		18 : 3	
CGO : FHSO		Before	After	Before	After	Before	After	Before	After	Before	After
85	15	11.1	11.2	13.8	13.9	23.4	22.5	49.7	49.6	2.0	2.1
80	20	11.0	11.1	19.2	19.4	21.7	21.9	46.3	46.2	1.8	1.4
75	25	11.0	11.0	23.9	23.6	20.4	20.5	42.9	43.1	1.8	1.8
70	30	10.9	11.0	29.3	28.6	18.7	19.8	39.2	38.9	1.9	1.7
65	35	10.9	10.9	32.4	32.6	17.3	18.2	37.8	37.6	1.6	1.7
60	40	10.8	11.0	33.5	33.3	16.5	16.7	37.9	37.6	1.3	1.4



Fig. 2. Photomicrographics in 75 : 25 blend of corn germ oil and fully hydrogenated soybean oil before(up-per) and after(below) interesterification

CGO와 FHSO를 혼합한 것과 이들을 에스테르 교환한 것의 지방산 조성의 변화를 분석한 결과는 Table 3과 같다. 즉, CGO와 FHSO 혼합유의 지방산 조성은 에스테르 교환에 의해 변화되지 않았다. 이와 같은 결과는 에스테르 교환에 의해 triglyceride 중의 지방산들이 화학적 수식을 받지 않고 결합위치만 바뀌어 재배열된다는 사실⁽⁹⁾을 입증하는 것이며, 和田과 小泉⁽²⁴⁾ 그리고 Chacon과 Handel⁽¹²⁾도 동일한 결과를 보고하였다.

Triglyceride 조성의 변화

Table 4는 CGO와 FHSO 혼합유의 에스테르 교환 전후의 PN별 triglyceride 조성변화를 분석한 결과이다. 표에서 보는 바와 같이 에스테르 교환 후 PN 42, 44, 52, 54는 감소하였고, PN 46, 48, 50은 증가하였다. 또 FHSO의 혼합비가 증가함에 따라 PN 42, 44, 46은 감소한 반면 PN 50, 52, 54는 증가하였다. 그러나 PN 48은 큰 변화가 없었다. 한편 옥수수기름을 구성하는 triglyceride 분자종은 GU₂가 55.9%이고, 이것은 주로 PN 42, 44, 46 및 48로 구성되며, 이들의 함량은 각각 8.0, 21.5, 17.4, 9.0%로 보고되었다⁽²⁵⁾. 즉, 에스테르 교환 후 CGO와 FHSO 중에 존재하는 PN 42, 44, 52 및 54의 감소는 GU₂ 또는 GUS₂의 증가를 의미하는 것이다.

원료유지로 사용한 FHSO의 triglyceride는 올레산, 리놀레산, 리놀렌산이 모두 수소첨가에 의하여 스테아르산으로 전화되었기 때문에 trisaturated glyceride(GS₂)

Table 4. Changes of triglyceride composition in corn germ oil(CGO) and fully hydrogenated soybean oil(FHSO) blends before and after interesterification

Blends		Triglyceride composition(%)													
		PN ^{a)} 42		PN 44		PN 46		PN 48		PN 50		PN 52		PN 54	
CGO	FHSO	Before	After	Before	After	Before	After	Before	After	Before	After	Before	After	Before	After
85	15	19.6	9.3	34.4	20.9	22.2	29.9	9.0	24.3	2.3	13.1	4.5	1.9	8.0	0.6
80	20	10.4	7.1	32.2	19.4	21.2	27.9	8.2	24.3	2.1	16.1	6.9	3.5	10.9	1.7
75	25	17.2	4.3	30.2	17.7	19.7	26.6	7.5	25.3	2.3	18.1	8.5	5.1	14.6	2.9
70	30	15.5	2.7	27.3	13.1	18.0	24.9	7.6	25.7	2.2	22.9	9.2	6.9	20.2	3.8
65	35	14.1	2.3	24.2	12.0	16.9	23.2	6.8	25.7	2.3	24.3	12.1	7.9	23.4	4.4
60	40	13.6	1.6	22.7	9.9	14.8	20.9	6.5	26.5	2.4	26.4	13.0	8.5	27.0	6.2

^{a)}PN=Partition Number

일 것이다. 따라서 CGO와 FHSO의 혼합유는 에스테르 교환에 의해 포화지방산이 넓게 분포되어 FHSO의 GS₃와 CGO의 GU₂는 감소하게 될 것이다. 그 결과 에스테르 교환유는 전수첨형(全水添型)으로 되어 융점이 낮아지고, 구용성이 좋게되며, 결정형태도 개선⁽²⁾된 것으로 판단되었다. Chobanov와 Chobanova⁽¹⁰⁾는 해바라기유와 극도경화 된지를 혼합하여 에스테르 교환하였을 때 GU₂와 GS₃는 감소한 반면, GU₂S와 GUS₂는 증가하였다고 보고하였다. 또 無類와 渡邊⁽²⁶⁾도 팜유와 대두유의 혼합유를 에스테르 교환하였을 때 Chobanov와 Chobanova의 결과와 동일함을 보고하였고, 이러한 연구결과들은 본 연구의 결과와 일치되는 것으로 판단되었다.

요 약

가정용 마아가린의 물성에 적합한 원료유지를 제조하기 위하여 옥수수기름(corn germ oil, CGO)과 극도경화 대두유(fully hydrogenated soybean oil, FHSO)의 혼합유를 무작위 에스테르 교환하였을 때 이들 혼합유의 이화학적 성질의 변화를 연구하였다. 에스테르 교환은 triglyceride 조성을 분석한 결과 80°C에서 sodium methoxide를 0.4% 사용하였을 때 35분만에 반응이 완결되었다. 융점과 고체지 함량은 에스테르 교환에 의해 현저하게 감소하였고, 거칠고 큰 결정형태는 미세하고 균일한 크기로 변화하였다. 에스테르 교환 전후의 지방산 조성은 변화가 없었으나, triglyceride 조성은 상당한 변화를 나타내었다. PN별로 triglyceride 조성을 분석한 결과 PN 42, 44, 52 및 54는 감소하였는데 이는 GU₂와 GS₃의 감소와 관련이 있으며, PN 46, 48 및 50은 증가하였는데 이는 GU₂S와 GUS₂의 증가와 관련있는 것으로 판단되었다. 본 연구에서 융점, 고체지 함량, 결정형태 등의 변화와 지방산 조성으로 볼 때 CGO와 FHSO를 80 : 20과 75 : 25로 혼합하여 에스테르 교환한 것이 가장 바람직한 물성과 영양성을 갖는 가정용 마아가린의 원료유지임을 알 수 있었다.

감사의 말

이 논문은 1990년도 문교부 지원 한국학술진흥재단의 자유공모과제 학술연구 조성비에 의하여 이루어진 것이며, 이에 감사를 드립니다.

문 헌

- Swern, D.: *Bailey's Industrial Oil and Fat Products*. 4th ed., Interscience, New York, NY, p.147(1982)
- 中澤君敏: マガリン, ショートニング, ラド. 光琳社, p. 150, 175(1979)
- 阿部島 紀干: 食用加工油脂における エステル交換の現状. 油脂(日本), 32, 48(1982)
- Weiss, H.J., Jacobson, G.A. and Wiedermann, L.H.: Reaction mechanics of sodium methoxide treatment of lard. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 38, 396(1961)
- Goig, L.H.: Interesterification products and process. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 44, 415A(1967)
- Sreenivasan, B.: Interesterification of fat. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 55, 796(1978)
- Lutton, E.S., Mallery, M.F. and Burgers, J.: Interesterification of lard. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 39, 233(1962)
- List, G.R., Emken, E.A., Kwolek, W.F., Simpson, T.D. and Dutton, H.J.: "Zero trans" margarines: Preparation, structure and properties of interesterified soybean oil-soy trisaturate blend. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 54, 408(1977)
- Freeman, I.P.: Interesterification I. Change of glyceride composition during the course of interesterification. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 45, 456(1968)
- Chobanov, D.G. and Chobanova, R.: Alterations in glyceride composition during interesterification of mixture of sunflower oil with lard and tallow. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 54, 47(1977)
- Lo, Y.C. and Handel, A.P.: Physical and chemical properties of randomly interesterification blends of soybean oil and tallow for use as margarine oils. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 60, 815(1983)
- Chacon, O.O. and Handel, A.P.: Physical and chemical properties of randomly interesterified blends of corn

- germ oil and tallow. *J. Food Sci.*, **50**, 1770(1985)
13. Wiedermann, L.H.: Margarine oil formulation and control. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, **45**, 515A(1968)
 14. 山崎恵, 佐野春樹, 提忠一, 高木徹: エステル交換 精製 라드中の ナトリウムストッド 觸媒關聯化合物の 分析. 油化學(日本), **26**, 705(1977)
 15. A.O.C.S.: *Official and Tentative Methods of American Oil Chemists Society*, 3rd ed., Method Nos. Cc 3-25, Champaign, II (1973)
 16. 河田司, 加藤干尋, 鈴木一昭, 兼松弘, 阿部島紀干, 鹿間捷雄, 加苦正敏, 平田芳明, 森弘之, 坂田正史: NMRによる 固體脂含量의 測定法. 油化學(日本) **33**, 162(1984)
 17. Wiedermann, L.H., Weiss, T.J., Jacobson, J.A. and Mattil, K.F.: A comparison of sodium methoxide-treated lards. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, **38**, 389(1961)
 18. Morrison, W.R. and Smith, S.M.: Preparation of fatty acid methyl-esters and dimethylacetals from lipids with boron fluoride-methanol. *J. Lipid Res.*, **5**, 600 (1964)
 19. Wada, S., Koizumi, C. and Nowwaka, J.: Analysis of triglyceride of soybean oil by HPLC in combination with GLC. *Yukagaku*, **26**, 95(1977)
 20. 최춘연, 김현한: 국내 및 국외 가정용 마아가린의 脂 肪酸 組成에 대한 研究. 한국식품과학회지, **18**, 301 (1986)
 21. Erickson, D.R.: *Handbook of Soy Oil Processing and Utilization*. American Soybean Association, St. Louis, Missouri, p.152, 394(1986)
 22. Weiss, T.J.: *Food Oils and Their Uses*. AVI. Pub. Co., Westport Inc., Con., p.195(1983)
 23. Swern, D.: *Bailey's Industrial Oil and Fat Products*. 3rd ed., Inter-Sci. Publishers Inc., Division of John Wiley & Sons Inc., New York, NY, p.958(1964)
 24. 和田俊, 小泉千秋: 大豆油 トリグリセリ드의酸化速度に ぼす 랜덤エステル 交換의 影響. 油化學, **35**, 549 (1986)
 25. 최수안, 박영호: 植物油의 triglyceride 組成에 관한 研究. 第2報: 옥수수油의 triglyceride 組成. 한국식품과학회지, **14**, 226(1982)
 26. 無類井建夫, 渡邊壽: 高速液體 タロマトグラフィー의 油脂分析への應用. 油化學, **28**, 461(1979)
 27. 今村正男, 新俗勳, 丸山武紀, 松本太郎: 마가린, 쇼트코킹의 物性について (第2報) 家庭用 마가린 溫度依存性. 油化學(日本), **18**, 16(1969)

(1991년 4월 14일 접수)