

## Capric acid와 conjugated linoleic acid를 함유한 재구성 지질의 합성 및 특성연구

신정아 · 이기택\*  
 충남대학교 식품공학과

### Production of Structured Lipid Containing Capric and Conjugated Linoleic Acids and Studies of Physicochemical Characteristics

Jung-Ah Shin and Ki-Teak Lee\*

Department of Food Science and Technology, Chungnam National University

Based on reaction time and substrate molar ratio, structured lipid (SL-corn) was produced at 1 : 2 : 2 (corn oil/capric acid/CLA) and 4% immobilized lipase from *Rhizomucor miehei* (RM IM). Reaction was carried out for 24 hr at 55°C in 1-L stirred-batch reactor. After reaction, 13.3 mol% capric acid and 8.9% CLA were incorporated into corn oil. Iodine and saponification values of SL-corn were 68 and 202, respectively. Tocopherol content decreased after reaction (about 39%). SL-corn showed more yellowish color than corn oil ( $p < 0.05$ ). Reversed-phase HPLC indicated triacylglycerol species containing capric acid in SL-corn resulted in faster crystallization than that of corn oil.

**Key words:** structured lipid, capric acid, conjugated linoleic acid, corn oil, stirred-batch type reactor

## 서 론

중쇄 지방산(medium chain fatty acid, MCFA)은 장쇄 지방산(long chain fatty acid, LCFA)에 비해 체내에서 빠른 에너지원으로 이용이 가능하다고 알려져 있다(1,2). 이에 들깨 유와 땅콩 유 등의 식물유에 MCFA를 함유한 재구성 지질의 합성조건과 영양학적 연구가 이루어지고 있으며(3,4) 미국을 비롯한 유럽에서는 MCFA를 함유한 재구성 지질을 건강식품소재로서 식품에 이용하고 있다. 반면에 국내에서는 이와 관련한 연구의 부족으로 식품에 이용이 미흡한 실정이다. 한편 linoleic acid(C18:2)의 *cis*, *trans*에 의한 공역 이성체들로 이루어진 conjugated linoleic acid는 항 산화 작용(5), 암세포 증식 억제 효과(6), 체중감소(7) 등의 효능이 보고되면서 자유지방산의 형태로 의약품과 식품류로서의 이용이 시도되고 있다. 이에 본 연구에서는 식물유(triacylglycerol; TAG)에서 구성 성분인 지방산들을 중쇄 지방산과 CLA 이성체로 재 구성하여 자유지방산의 형태가 아닌 TAG 형태의 유지를 생산하여 식품으로 이용하고자 시도하였다. 따라서 건강식품소재로의 이용을 위하여 기능성 지방산인 capric acid와 CLA를 옥배유와 acidolysis반응하여 TAG형태의 재구성 지질

을 합성하였다. 이때 촉매로 사용된 lipase는 반응 중 충분한 양의 수분이 존재할 때에는 TAG를 가수 분해하는 반응이 일어나고, 반면 최소한의 수분이 존재할 때에는 역으로 esterification 반응을 일으키면서 반응위치 특이성(8)을 갖기 때문에, 기능성 지방산을 TAG의 특정위치에 결합(incorporation)함으로써 영양학적으로 부가가치가 높은 건강식품소재를 생산할 수 있다. 이에 본 연구에서는 고정화된 lipase를 사용하여 1L 용량의 stirred-batch type reactor에서 기능성 지방산을 함유한 재구성 지질을 합성한 후 이화학적 특성을 살펴보았다.

## 재료 및 방법

### 실험재료

본 실험에 사용된 옥배유는 대형 할인점(E사, 유성, 대전)에서 구입하였고 기능성 지방산으로는 (주)라이브 맥스로부터 제공받은 conjugated linoleic acid(70 CLA™, 성남, 경기도)와 Sigma Chemical Co.(St. Louis, MO)로부터 구입한 capric acid를 이용하였다. CLA 이성체는 홍화유로부터 알칼리 이성화에 의해 합성된 것으로, *cis*-9, *trans*-11 CLA(33.0%)와 *trans*-10, *cis*-12(32.5%), *c*-9, *c*-11; *t*-11, *t*-13 CLA(1.7%), *t*-8, *t*-10; *t*-9, *t*-11; *t*-10, *t*-12 CLA(1.7%)로 구성되었고, 이는 CLA 이성체 표준시료들을 Nu-Chek-Prep(Elysian, MN)로부터 구입하여 확인하였다. RM IM lipase(immobilized lipase, Franklinton, NC, USA)는 *Rhizomucor miehei*에서 유래된 것으로 Novo Nordisk Biochem North America로부터 구입하였고, 유지의 *sn*-2 position의 지방

\*Corresponding author: Ki-Teak Lee, Dept. of Food Science and Technology, Chungnam National University, 220 Gung-dong, Yuseong-gu, Daejeon 305-764, Korea  
 Tel: 82-42-821-6729  
 Fax: 82-42-822-6729  
 E-mail: ktleee@cnu.ac.kr

산 조성을 분석하기 위한 pancreatic lipase(Type II, crude)는 Sigma Chemical Co.(St. Louis, MO)로부터 구입하였다.

### 기질들의 몰비율과 시간에 따른 반응

1-L 용량의 stirred-batch type reactor에서 재구성 지질을 합성하기 위해 앞서 반응 기질인 옥배유, capric acid와 CLA의 몰비율과 시간에 따른 결합율을 다음과 같이 살펴보았다. Screw-capped 시험관에 옥배유와 capric acid, CLA를 각각 1:1:3(0.2 g:0.0396 g:0.193 g), 1:1:6, 1:3:3, 1:3:6, 1:6:3, 1:6:6의 몰비율로 1mL의 *n*-hexane과 각 총 기질무게의 15%인 RM IM lipase를 취하여 vortex한 다음 1, 2, 3, 6, 24시간대 별로 반응하였다. 이때 반응은 55°C와 100 rpm으로 shaking water bath에서 이루어졌다. 각 시간별로 취한 반응물은 전개용매를 hexane:diethyl ether:acetic acid(50:50:1, v/v/v)로 한 thin layer chromatography(silica gel 60 F<sub>254</sub>, 20×20 cm, Merck KGaA, Germany)분석을 하여 TAG band만 취하였다. UV<sub>254</sub> lamp로 확인된 TAG band를 시험관에 취한 후 3 mL의 6% H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> MeOH과 heptadecanoic acid(1 mg/mL in hexane) 50 μL를 취한 후 70°C의 dry oven에서 1시간동안 methylation하여 얻은 fatty acid methyl ester(FAME)는 가스크로마토그래피(GC)로 분석하였다. 사용된 칼럼은 fused silica supelco wax<sup>TM</sup>-10 capillary column(60 m×0.25 mm i.d., 0.25 μm film thickness, Supelco, Bellefonte, PA, USA)이었고, 분석온도는 처음 100°C에서 5분간 유지한 후 220°C까지 4°C/min의 비율로 승온하여 220°C에서 20분간 유지하였다. 이송기체는 N<sub>2</sub>이었고 constant flow mode로 1 mL/min 유지하였으며 total gas flow rate는 32.1 mL/min이었다. Split ratio는 50:1로 설정하였으며 injector와 detector 온도는 각각 250°C와 260°C이었다. FAME는 internal standard를 이용하여 retention time을 비교함으로써 정량하여 capric acid와 CLA의 결합율(mol%)을 측정하였다.

### 재구성 지질의 합성 및 정제

1-L 용량의 stirred-batch type reactor에서 재구성 지질(SL-corn)을 합성하기 위하여 옥배유와 capric acid, CLA를 1:2:2 (300 g:119 g:193 g)의 몰비율로 유기용매를 사용하지 않은 상태에서 RM IM lipase(24.48 g, 4% by w/w of total substrates)로 합성하였다. 이때 반달모양이며 길이와 폭이 각각 9 cm와 3.3 cm인 임펠러를 사용하였고 stirrer motor(M Tops MS-3060D, Korea)로 230 rpm을 유지하며 회전하였다. Tank의 높이와 내경은 각각 11 cm와 15 cm이었고, 항온수조의 순환되는 물에 의하여 55°C로 유지하였다. 24시간반응 후 vacuum을 이용한 여과를 하여 lipase가 제거된 반응물들은 0.1 torr로 150°C에서 증류를 시작하여 210°C까지 승온하여 1시간동안 증류하였다. 이후 얻은 반응물은 0.5 N KOH solution(20% EtOH)으로 Cho(9)와 같은 탄산 공정을 거쳐 anhydrous sodium sulfate column과 vacuum rotary evaporator로 수분과 hexane을 제거하여 재구성 지질(TAG 형태)을 분리하였다. 분리된 재구성 지질은 N<sub>2</sub> gas로 충전 밀봉 후 다음 분석을 위해 냉동실에 보관하였다.

### 화학적 성질, tocopherol 및 색도 분석

유지의 화학적 성질을 나타내는 요오드가와 비누화가는 AOCS에서 제시된 방법(10)으로 측정하였으며, 옥배유와 재구성 지질의 각 α-와 γ-tocopherol 함량은 영린 SP930D dual 펌프(안양, 경기도)와 영린 UV730 검출기(안양, 경기도)가 장착되어있는 normal-phase high performance liquid chromatography(NP-

HPLC)로 분석하였다. 분석에 사용된 칼럼은 LiChrosorb Diol 5 μm(3×100 mm, Chrompack, Raritan, NJ, USA)이었고 이동상은 100:0.1(v/v)의 hexane:acetic acid를 등용리로 1 mL/min의 유속으로 흘려주었다. 60 mg의 시료를 10 mL hexane에 녹여 100 μL loop가 장착되어 있는 주입기에 10 μL 주입하였으며, 295 nm의 흡광도에서 분석이 이루어졌다. 이후 tocopherol의 정량은 α-와 γ-tocopherol 표준물질을 가지고 외부표준곡선을 작성하여 이루어졌다. 시료의 색도는 색차계(Color Techno System Corp, Tokyo, Japan)에 의해 Hunter 체계에 근거한 시료의 L\*(0/100, lightness/darkness), a\*(+/-, redness/greenness) 및 b\*(+/-, yellowness/blueness)을 3회 반복 측정하여 평균값을 구함으로써 측정하였다.

### 지방산의 위치별 조성분석

유지의 sn-2 position에서의 지방산 조성 분석은 다음과 같이 실행하였다. 시험관에 5 mg 시료, 5 mL 1 M Tris-HCl buffer(pH 7.6), 1.25 mL 0.05% bile salts, 0.5 mL 2.2% CaCl<sub>2</sub>와 5 mg pancreatic lipase를 넣어 35±2°C water bath에서 10분 동안 vortex하면서 반응한 후 3 mL의 diethyl ether을 넣어 vortex 후 방치하여 층 분리하였다. 층 분리 후 상층(diethyl ether층)만 취해서 hexane/diethyl ether/acetic acid(50:50:1, v/v/v)로 전개하는 TLC plate(silica gel 60 F<sub>254</sub>, 20×20 cm, Merck KGaA, Germany)에서 2-monoacylglycerol(MAG) band만 시험관에 취하였다. 그 후 3 mL의 6% H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> MeOH과 heptadecanoic acid(1 mg/mL in hexane, internal standard) 50 μL를 취한 후 70°C dry oven에서 1시간동안 methylation 하였다. 이후 냉각한 다음 2 mL의 *n*-hexane을 첨가하여 층 분리 후 상층(hexane층)만 취해서 anhydrous sodium sulfate column을 통과하여 수분을 제거하고 얻은 FAME을 1 mL GC vial에 옮겨 GC 분석하였다. GC 분석은 flame ionization detector(FID)가 장착된 Hewlett-Packard 6890 series gas chromatography(Hewlett-Packard, Anondale, PA, USA)로 자동 주입기를 사용하였다. GC분석은 전술한 바와 같은 조건에서 이루어졌다. 분석된 sn-2 position의 mol%를 활용하여 Xu등(11)이 제시한 계산식을 활용하여 sn-1,3 position의 지방산 조성을 구하였다.

### RP-HPLC 분석

Reversed-phase HPLC(RP-HPLC)분석은 영린 SP930D dual 펌프(안양, 경기도)와 온도와 압력이 각각 40°C와 2.2 bar로 설정되어 N<sub>2</sub> gas로 분무가 이루어지는 Sedex 75 evaporative light scattering 검출기(ELSD, Sedex, Alfortvill, France)로 하였다. 칼럼은 ODS 4 μm(Nova-Pak C<sub>18</sub>, 150×3.9 mm i.d., Waters, Milford, MA)이었다. 이동상은 기울기 용리로 acetone/acetonitrile (60:40, v/v)을 10분 동안 흘려주고 다음 20분까지 100:0의 비율이 되도록 linear하게 흘려주었으며 25분까지는 100:0이 유지되다가 30분까지 60:40의 비율이 되도록 linear하게 흘려준 후 다음 40분까지 60:40을 유지하도록 0.5 mL/min의 유속으로 흘려주었다. 50 μL의 시료와 tributyrin 30 μL(internal standard)를 10 mL acetone에 녹여 100 μL loop가 장착되어 있는 주입기에 10 μL주입하였다. Partition number(PN)의 측정은 tributyrin, tri-caprylin, trilaurin, trimyristin, tripalmitin, triolein, trilinolein을 사용하여 TAG peak의 RT와 PN간의 계산식을 얻었다(12).

### DSC분석

유지의 결정화온도(crystallization point)는 differential scanning

calorimetry(TA Instruments, Model DSC 2010, New Castle, USA)로 측정하였다. 분석 시 calibration을 위한 baseline은 빈 cell상 태에서 얻어졌고, 각 분석시료의 양은  $5 \pm 0.1$  mg으로 하였다. Thermogram을 얻기 위한 분석온도 프로그램은 80°C에서 10분간 유지한 다음 10°C/min의 비율로 -65°C까지 냉각한 후, 그 온도에서 10분간 유지하여 다시 80°C까지 5°C/min의 비율로 승 온하였다.

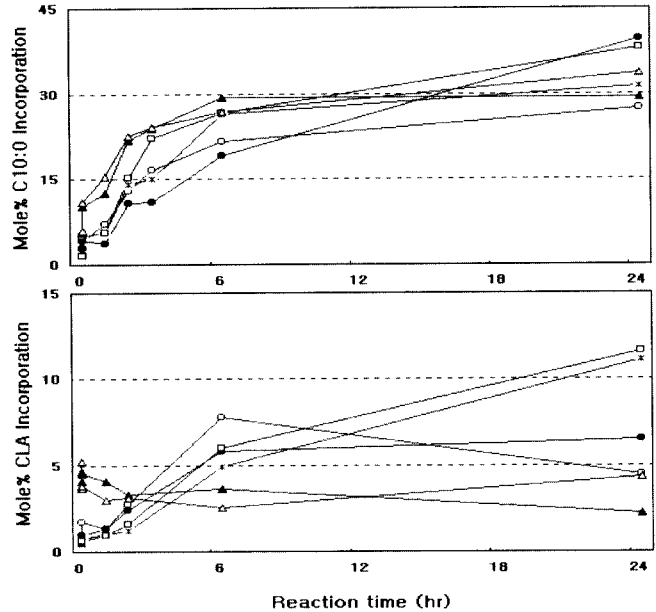
**통계분석**

실험 결과는 2000 Statistical Analysis System S/W Package (SAS Institute Inc., USA)(13)를 이용하여 95% 신뢰구간에서 Duncan's multiple range test(DMRT)로 각 유의성을 검증하였다.

**결과 및 고찰**

**반응시간과 기질들의 몰 비율 효과**

Fig. 1은 반응시간과 몰 비율에 따른 재구성 지질의 합성율을 보여준다. 먼저, capric acid의 결합(incorporation)율은 6시간 반응 할 때까지 급증하는 추세를 보이다가 이 후부터 24시간 반응 할 때까지는 서서히 증가하여 1:3:3, 1:6:6, 1:3:6, 1:6:3, 1:1:3, 1:1:6 몰일 때 각각 27.4 mol%, 31.3 mol%, 39.6 mol%, 38.1 mol%, 29.4 mol%, 33.6 mol%의 결합 율을 보였다. CLA의 경우에도 6시간 반응 할 때까지는 증가하는 추세를 보이다가 이 후부터는 큰 변화가 없는 경향을 보이면서 24 시간반응 후 1:3:3, 1:6:6, 1:3:6, 1:6:3, 1:1:3, 1:1:6 몰일 때 각각 4.4 mol%, 11.1 mol%, 6.5 mol%, 11.6 mol%, 2.2 mol%, 4.4 mol%의 결합 율을 보였다. 이는 CLA의 경우 capric acid보다 약 1/3~1/6배의 낮은 결합 율이었다. 이 같은 현상은 RM IM lipase가 장쇄 지방산인 CLA보다 단쇄 지방산인 capric acid에 대하여 더 선택적으로 반응 특이성을 가져, capric acid가 CLA보다 높은 비율로 옥배유 TAG에 결합된 것으로 사료된다(8). 이후 재구성 지질의 scale-up을 위한 반응 시간은 24시간으로 하였으며, Sellappan과 Akoh는 trilinolin에 caprylic acid와 stearic acid의 몰 비율(1:1:1-1:5:5)에 따른 결합 율 실험에서 1:2:2과 1:3:3몰은 서로간에 차이를 보이지 않으면서 비교적 높은 합성율을 나타내었고, 1:4:4에서 가장 높은 결합 율을 보인다고 제시하였다(14). 이에 예비실험결과와 Sellappan에서 보여준 결과에 준하고, 산업적 경제성을 감안하여 전체 지방산의 몰 비율이 적도록 몰 비율을 설정하였다. 즉, 기질들의 몰 비율은 capric acid와 CLA의 결합 율 차



**Fig. 1. Incorporation ratio of capric acid and CLA according to the time course and molar ratio in corn oil.**  
 -○- 1:3:3, -×- 1:6:6, -●- 1:3:6, -□- 1:6:3, -▲- 1:1:3, -△- 1:1:6.

이가 2배 이내가 나도록 하고, 반응하는 지방산들의 몰 비율이 적도록 1:2:2의 비율을 선정하여 재구성 지질을 scale-up하여 합성하는데 적용하였다.

**재구성지질의 위치별 지방산 조성분포**

본 실험에 사용된 RM IM lipase의 반응 특이성은 합성된 재구성 지질의 각 위치별(*sn*-1,3과 *sn*-2, TAG) 지방산 조성을 통하여 알아보았다. Table 1은 옥배유와 재구성 지질의 위치별 지방산 조성을 분석한 결과이다. Stirred-batch type reactor에서 합성된 재구성 지질의 TAG에서 총 capric acid는 13.3 mol%이었고, 총 CLA는 8.9 mol%이었다. 재구성 지질의 *sn*-1,3 position 지방산 조성은 capric acid가 19.3 mol%이었고, CLA의 함량은 16.9 mol%을 나타내었으며, *sn*-2 position에는 필수 지방산인 linoleic acid가 대부분을 차지하였다. 따라서 기능성 지방산인 capric acid와 CLA는 *sn*-1,3 position에 주로 분포하여 RM IM lipase가 *sn*-1,3 specific 반응특이성을 갖음을 확인하였다. 그러

**Table 1. The positional composition (mol%) of fatty acid in corn oil and SL-corn**

Fatty acid	TAG		<i>sn</i> -2 Position		<i>sn</i> -1,3 Position	
	CO <sup>1)</sup>	SLCO <sup>1)</sup>	CO	SLCO	CO	SLCO
C10:0	nd <sup>2)</sup>	13.3 ± 0.9	nd	1.2 ± 0.1	nd	19.3 ± 1.3
C16:0	11.4 ± 0.6	7.9 ± 0.2	1.0 ± 0.2	1.9 ± 0.2	16.6 ± 0.8	10.9 ± 0.4
C18:0	1.3 ± 0.3	1.7 ± 0.2	0.2 ± 0.1	0.4 ± 0.1	1.8 ± 0.4	2.4 ± 0.2
C18:1	32.6 ± 0.5	25.9 ± 1.3	32.6 ± 1.1	30.2 ± 0.1	32.5 ± 1.3	23.7 ± 2.0
C18:2	53.5 ± 1.3	38.8 ± 0.8	65.7 ± 0.9	63.5 ± 1.0	47.4 ± 2.4	26.4 ± 0.7
C18:3	1.2 ± 0.1	0.4 ± 0.0	0.4 ± 0.0	0.4 ± 0.1	1.6 ± 0.1	0.4 ± 0.0
CLA	nd	8.9 ± 2.2	nd	2.4 ± 0.6	nd	16.9 ± 4.2

<sup>1)</sup>CO: corn oil, SLCO: structured lipid obtained from corn oil with capric acid and CLA by RM IM lipase. Other reaction conditions are in material and methods.

<sup>2)</sup>Not detected.

Values are the means of two determinations with standard deviations.

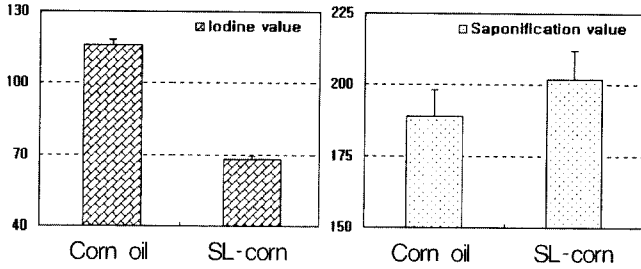


Fig. 2. Iodine and saponification values of corn oil and SL-corn.

나 1.2 mol% capric acid와 2.4 mol% CLA가 재구성 지질의 sn-2 position에서 나타났는데, 이러한 현상은 RM IM lipase(sn-1,3 specific)의 반응위치특이성을 고려해 볼 때, 특정 반응 조건에 일어날수 있는 acyl migration에 의한 것으로 사료된다(15).

재구성지질의 화학적 성질, tocopherol 및 색도

Stirred-batch type reactor에서 합성된 반응물을 증류 후 측정 한 산가(acid value)는 3.65이었으며, 알칼리 탈산하여 획득한 TAG형태의 재구성지질의 산가는 0.17이었다. 불포화 도를 나타내는 옥배유와 재구성 지질의 요오드가는 각각 116과 68이었고, 구성 지방산의 분자량을 설명하는 옥배유와 재구성 지질의 비누화가는 각각 189와 202이었다(Fig. 2). 이러한 결과는 재구성 지질이 분자량이 작으면서 포화지방산인 capric acid를 13.3 mol%함유하고 있기 때문이다. 옥배유의 α-와 γ-tocopherol 함량은 각각 16.7 mg/100 g과 26 mg/100 g였으며, 재구성 지질의 α-와 γ-tocopherol 함량은 13 mg/100 g과 13.1 mg/100 g이었다. 결과적으로 옥배유와 재구성 지질의 총 tocopherol은 각각 42.7 mg/100 g와 26.1 mg/100 g로, 재구성 지질에서의 총 tocopherol 함량은 옥배유보다 약 39% 줄어들었다. 옥배유와 재구성 지질의 Hunter 체계에 근거한 색도 분석은 Table 2에 나타내었다. 옥배유와 재구성 지질의 L\*(백색도, +/- lightness/darkness)값은

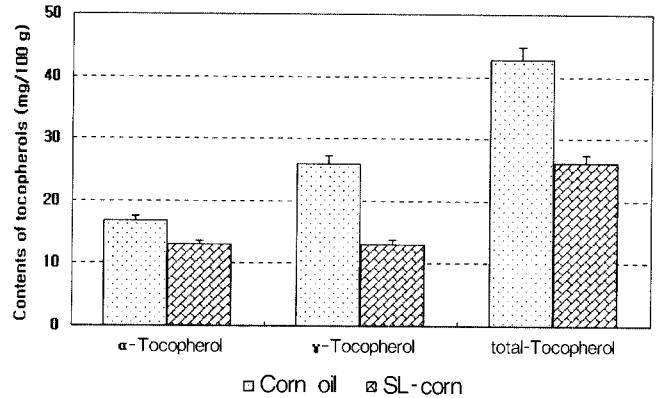


Fig. 3. The α- and γ-tocopherol contents of corn oil and SL-corn.

Table 2. The hunter color L\*, a\*, b\* values of corn oil and SL-corn

	Corn oil	SL-corn <sup>1)</sup>
L* value	93.86 ± 0.44 <sup>a,2)</sup>	93.07 ± 0.51 <sup>a</sup>
a* value	-3.99 ± 0.09 <sup>a</sup>	-3.86 ± 0.09 <sup>a</sup>
b* value	23.71 ± 0.40 <sup>b</sup>	26.19 ± 0.13 <sup>a</sup>

<sup>1)</sup>Structured lipid obtained from corn oil with capric acid and CLA by RM IM lipase. Other reaction conditions are in material and methods. <sup>2)a-b</sup>Means in raw with the same letter is not significantly different at 0.05 level.

각각 93.86과 93.07이었고 a\*(적색도, +/- redness/greenness)값은 각각 -3.99와 -3.86으로 서로간에 유의적 차이가 없었다(p < 0.05). 반면에 b\*(황색도, +/- yellowness/blueness)값은 옥배유와 재구성 지질이 각각 23.71과 26.19로 재구성 지질이 옥배유보다 더 yellowness을 나타내며 유의적 차이를 보였다(p < 0.05). 재구성 지질에서 yellowness을 보이는 이유는 합성 및 정제 과정 중 γ-tocopherol의 부분적 산화로 yellowness을 보이는 chro-

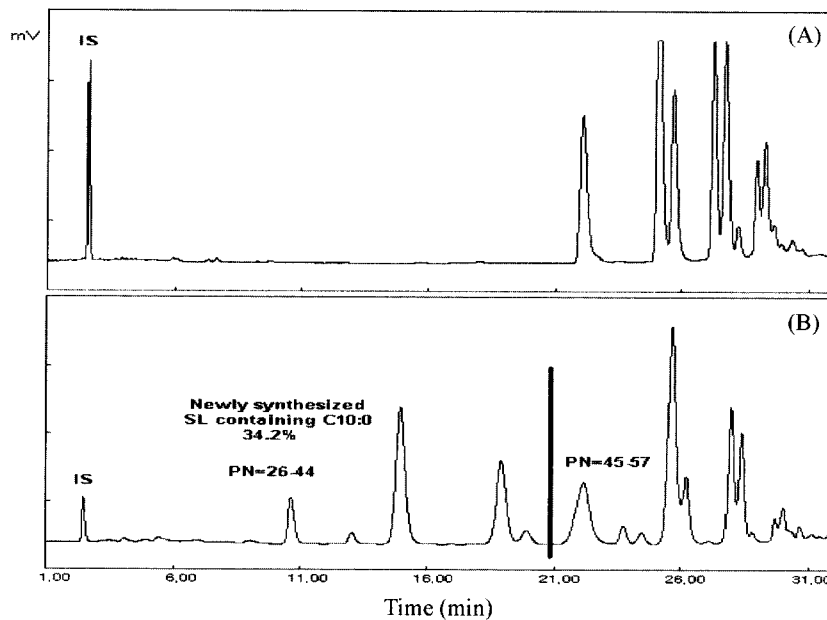


Fig. 4. Chromatograms from the reversed-phase high performance liquid chromatographic separation. A: Corn oil, B: SL-corn.

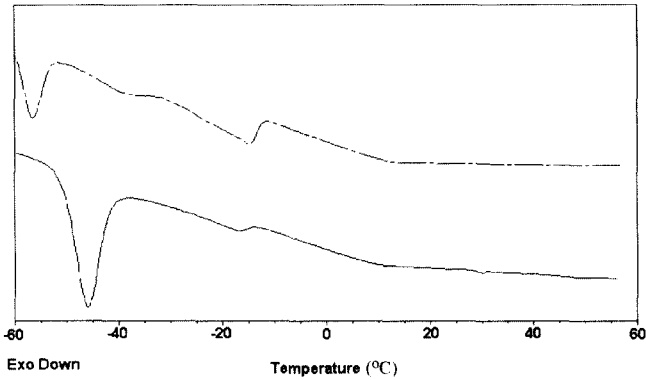


Fig. 5. Crystallization curve of corn oil (— · — · —) and SL-corn (—) by differential scanning calorimetry.

man-5,6-quinone로 변환되기 때문인 것으로 사료된다(16).  $\gamma$ -Tocopherol의 함량은 재구성지질이 옥수수유보다 대략 39% 감소하여 이러한 결과를 뒷받침해 준다.

#### RP-HPLC 분석

Fig. 4는 증류와 탈산공정을 통하여 분리된 TAG 형태의 재구성 지질을 reversed-phase(RP)-HPLC로 분석한 결과이다. 옥배유의 반응하지 않은 TAG의 PN값은 45-57의 사이에 존재하였으며, 반면에 capric acid를 13.3 mol% 함유하고 있는 재구성 지질(TAG 형태)은 PN 26-44 사이에 존재하며 전체의 약 34.2 area%을 차지하였다(Fig. 4, B).

#### Crystallization point 특성

재구성 지질의 crystallization point를 측정하였다. 옥배유의 crystallization은  $-56.77^{\circ}\text{C}$ 에서 주된 peak정점을 나타내었고, 비교적 넓은 온도 범위에서 일어나 옥배유가 여러 지방산으로 구성된 TAG로 이루어져 있음을 보여주었다(Fig. 5). 반면, 재구성 지질의 crystallization은 옥배유와 유사한 온도범위를 보였으나, 주된 peak가  $-46.2^{\circ}\text{C}$ 로 이동하였다. 이는 재구성 지질이 crystallization point가 높은 capric acid를 함유하고 있어 옥배유보다 결정화가 빨리 일어나 이러한 결과를 초래한 것으로 사료된다.

## 요 약

1-L stirred-batch type reactor에서 기질들의 몰 비율을 1:2:2 (corn oil: capric acid: CLA)하고 RM IM lipase을 사용하여 재구성 지질을 합성하였다. 합성된 재구성 지질은 총 capric acid와 CLA을 각각 13.3 mol%와 8.9 mol% 함유하였다. 기능성 지방산은 주로 *sn*-1,3 position에 분포하였고, *sn*-2 position에는 linoleic acid가 대부분이었다. 재구성 지질의 요오드가와 비누화가는 68과 202이었고, 이는 재구성 지질에 함유된 capric acid 때문이었다. 반응 후 재구성 지질의 총 tocopherol 함량은 약 39% 감소하였다. 색도분석결과, 재구성 지질과 옥배유 서로간에 백색도(L\*)와 적색도(a\*)에서는 유의적 차이가 없었으나, 황색도(b\*)에서는 재구성 지질이 옥배유보다 yellowness를 보이며 유의적 차이를 보였다( $p < 0.05$ ). RP-HPLC 분석결과 재구성 지질에서 capric acid를 함유하고 있는 TAG형태의 PN은 26-44로

전체의 약 34.2 area% 차지함을 알 수 있었다. 또한 옥배유가  $-56.77^{\circ}\text{C}$ 에서 주된 crystallization peak 정점을 보인 반면에, 재구성 지질은  $-46.2^{\circ}\text{C}$ 에서 주된 peak 정점을 나타내었다.

## 감사의 글

본 연구는 과학기술부의 국제공동연구지원(M60105010001-02A0101-00410)에 의하여 수행된 연구결과이며 이에 감사 드립니다.

## 문 헌

- Yeom KH, Schonewille JT, Everts H, Zoet JM, Beynen AC. Impact of dietary soybean oil versus medium-chain triacylglycerides on plasma fatty acids in goats. *Small Rum. Res.* 48: 201-208 (2003)
- Lee KT, Foglia TA, Oh MJ. Medium-long-medium and medium-long-long chain acyl glycerols from beef tallow and caprylic acid. *J. Food Sci.* 67: 1-5 (2002)
- Lee KT, Akoh CC. Solvent-free enzymatic synthesis of structured lipids from peanut oil and caprylic acid in a stirred tank batch reactor. *J. Am. Oil Chem. Soc.* 75: 1533-1537 (1998)
- Ko SN, Kim H, Lee KT, Ha TY, Chung SH, Lee SM, Kim IH. Optimization of enzymatic synthesis of structured lipid with perilla oil and medium chain fatty acid. *Food Sci. Biotechnol.* 12: 253-256 (2003)
- Ha YL, Pariza MW. Naturally-occurring novel anticarcinogens; conjugated dienoic derivatives of linoleic acid (CLA). *J. Korean Soc. Food Nutr.* 20: 401-407 (1991)
- Kim SH, Kim KH, Park KY, Pariza MW. Effect of conjugated linoleic acid (CLA) on the growth of tumor cells and the production of Interleukin-1 and Interleukin-2. *J. Korean Soc. Food Nutr.* 26: 972-977 (1997)
- Nagao K, Wang YM, Inoue N, Han SY, Buang Y, Noda T, Kouda N, Okamoto H, Yanagita T. The 10 trans, 12 cis isomer of conjugated linoleic acid promotes energy metabolism in OLETF rats. *Nutrition* 19: 652-656 (2003)
- Xu X. Production of specific-structured triacylglycerols by lipase-catalyzed reactions; a review. *Eur. J. Lipid Sci. Technol.* 287-303 (2000)
- Cho EJ, Lee KT. Synthesis of structured lipids from corn oil and conjugated linoleic acid with immobilized lipase-catalyzed reaction. *Korean J. Food Sci. Technol.* 35: 797-802 (2003)
- AOCS. Official Methods and Recommended Practices of the American Oil Chemists' Society, 4th. Ca 5s-40, Cd 1-25, Cd 3-25 American Oil Chemical Society, Champaign, IL, USA (1990)
- Xu X, Fomuso LB, Akoh CC. Synthesis of structured triacylglycerols by lipase-catalyzed acidolysis in a packed bed bioreactor. *J. Agric. Food Chem.* 48: 3-10 (2000)
- Lee KT, Foglia TA. Fractionation of menhaden oil and partially hydrogenated menhaden oil; characterization of triacylglycerol fractions. *J. Am. Oil Chem. Soc.* 78: 297-303 (2001)
- SAS Institute, Inc. SAS User's Guide. Statistical Analysis Systems Institute, Cary, NC, USA (2000)
- Sellappan S, Akoh CC. Synthesis of structured lipids by transesterification of trilinolein catalyzed by lipozyme IM60. *J. Agric. Food Chem.* 49: 2071-2076 (2001)
- Xu X. Enzymatic production of structured lipids; process reactions and acyl migration. *Inform* 11: 1121-1129 (2000)
- Lai MT, Lin WM, Chu YH, Chen SL, Kong KS, Chen CW. The mechanism of color reversion in soybean salad oil. *J. Am. Oil Chem. Soc.* 66: 565-571 (1989)