

## 유지 대체물질로서 Glucitol Fatty Acid Polyesters의 이화학적 특성

정하열 · 윤희남 · 공운영 · 김정환\*

제일제당(주) 건강식품연구소, \*연세대학교 식품공학과

### Physico-chemical Properties of Glucitol Fatty Acid Polyesters — Potential Fat Substitutes —

Ha-Yull Chung, Hee-Nam Yoon, Un-Young Kong and Jung-Han Kim\*

*Foods R&D Center, Cheil Foods & Chemicals Inc.*

*\*Department of Food Engineering, Yon Sei University*

#### Abstract

Physico-chemical properties of glucitol fatty acid polyesters (GPE)-one of the potential fat substitutes-were analyzed and compared with conventional edible oil. The refractive index, apparent viscosity and melting point of S-GPE (soybean oil GPE) were 1.472, 103 cps. at 37°C and -53°C, respectively. S-GPE were liquid at room temperature and the yellowness of S-GPE was slightly stronger than that of soybean oil. The acid value and smoke point of S-GPE were 0.06 and 200°C. To supplement the weak thermal stability of S-PEG, SP-GPE (soybean-palm blended oil GPE) was prepared with soybean-palm blended oil (70% of soybean oil and 30% of palm oil). The appearance and color of SP-GPE was not much different from S-GPE but the smoke point of that was increased to 210°C. It means that thermal stability of GPE can be enhanced by increasing saturation of the fatty acid composing GPE. Because most of physico-chemical properties of S-GPE or SP-GPE were similar to conventional edible oil, they are expected to be considered as a potential fat substitute with further study for confirming the safety.

Key word: physico-chemical properties, glucitol fatty acid polyesters, fat substitute

#### 서 론

Glucitol fatty acid polyesters(GPE)<sup>(1)</sup>는 최근 유지 대체물질로서 관심이 집중되고 있는 sucrose fatty acid polyesters(SPE)<sup>(2)</sup>와 같은 polyol fatty acid polyesters의 하나로서, Mattson 등<sup>(3)</sup>이 sucrose나 sorbitol(이하 glucitol)과 같이 6개 이상의 수산기를 지닌 polyol에 지방산이 모두 에스테르화 되어 있는 sucrose octaoleates나 glucitol hexaoleates는 rat의 pancreatic lipase에 의해 가수분해 되지 않음을 발표한 이래 SPE와 더불어 이들도 유지대체물질로서 사용될 수 있다는 가능성이 제시되고 있다.

이와 같이 유지대체물질이 여러가지 다른 합성 경로를 거쳐서 제조된다 하더라도 그것의 궁극적인 용도는 식용유지로서의 사용에 있으므로 자체의 기능성에 우선하여 식품 중에서는 조리과정에서 유지의 역할을 충실히

수행할 수 있기 위해서는 사용목적에 따라 적합한 이화학적 특성을 지녀야 함은 더할나위 없이 중요하다 할 수 있다.

따라서 본 연구에서는 glucitol과 대두유 및 팜유를 사용하여 GPE를 합성한 후 그것의 이화학적 특성을 분석하여 유지로서의 기본적인 성질을 파악하고자 하였다.

또한 GPE의 합성에 사용하는 대두유는 고도 불포화 지방산을 다량 함유하고 있기 때문에 가열에 의한 안정성을 증가시키기 위하여, 기존의 식용유 중에서 비교적 열 안정성이 좋은 것으로 알려진 팜유를 혼합하여 사용함에 의해 지방산 조성이 변화된 GPE를 합성한 후 이들의 각종 이화학 특성을 기존의 식용유지와 비교함을 통해 향후 유지 대체물질로서의 사용가능성을 조사하고자 하였다.

#### 재료 및 방법

##### 재료

본 연구에서는 glucitol fatty acid polyesters(GPE)를

Corresponding author: Ha-Yull Chung, Foods R&D Center, Cheil Foods & Chemicals Inc., 636 Guro-Dong, Guro-Ku, Seoul 152-050, Korea

합성하기 위한 지방산 메틸에스테르(fatty acids methyl esters, FAME)로서 제일제당(주)의 정제 대두유 및 삼립유지(주)의 정제 팜유를 정 등<sup>(4)</sup>의 방법에 따라 base-catalyzed transesterification 시켜서 사용하였으며, 지방산 소듐염(fatty acids sodium salts, FASS)은 대두유 FAME 및 팜유 FAME을 정 등<sup>(5)</sup>의 방법에 따라 잔류 유리알카리가 없도록 비누화반응시켜 제조 후 사용하였다. 그 외에 glucitol 및 potassium carbonate 등은 모두 시약급(Sigma Chemical Co.)을 사용하였다.

#### 지방산조성 분석

GPE의 합성에 사용하는 대두유 FAME 및 팜유 FAME 그리고 이들을 혼합한 blended FAME의 지방산 조성을 알기 위하여 Hewlett Packard 5890A gas-liquid chromatography(Hewlett Packard Inc. USA)를 사용해 분리 및 정량하였다. 이때 컬럼은 10% DEGS Chromosorb W/HP로 충전된 stainless steel 컬럼(6 ft×1/8 in. I.D.)을 사용하였고, oven, injector 및 detector의 온도는 각각 180°C, 240°C 및 250°C로 설정한 후 질소가스(30 ml/min)를 운반기체로 사용하였다.

#### 대두유-팜유 혼합 FAME의 준비

GPE의 합성에 사용할 FAME의 조성은 GPE의 이화학적 특성에 미치는 영향이 크기 때문에, 우선 이를 사용하여 합성한 GPE의 성상이 상온에서 액상이 되도록 하고, 구성 지방산의 불포화도를 낮추어 고온에서의 열안정성이 증대되도록 하기 위하여, 포화지방산의 함량이 높으면서도 상온에서 액상을 형성하여 사용하기에 편리한 면실유의 포화지방산 대 불포화지방산의 비율을 참고로 대두유 FAME과 팜유 FAME의 혼합비율을 설정하였다.

#### GPE의 합성

정 등<sup>(1)</sup>의 방법에 따라 항온 유조에 장치된 4구 플라스크에 glucitol(2.73g, 0.015 mole), 지방산 소듐염(0.0113 mole)과 potassium carbonate(0.1g)을 20 ml의 methanol과 함께 혼합 후 교반하여 반응물들이 잘 섞이도록 하였다. 진공 펌프로 반응기내의 진공도를 10~50 mmHg로 조절하면서 반응기의 온도를 70°C 까지 올려서 methanol을 제거시키고 바로 FAME(0.15 mole)을 반응기에 넣어준 후 0~5 mmHg의 진공조건 및 155°C에서 약 6시간 반응시켜 GPE를 합성하였다. 이때 S-GPE(soybean oil GPE)를 합성하기 위해서 대두유 FAME과 대두유 FASS를 사용하였으며 P-GPE(palm oil GPE)는 팜유 FAME과 팜유 FASS를 사용하였다. 또한 SP-GPE(soybean-palm blended oil GPE)는 대두유 FAME과 대두유 FASS 및 팜유 FAME과 팜유 FASS를 혼합하여 사용하였다. 촉매는 반응중 2시간 간격으로 0.1g의 potassium carbonate를 2회 첨가하였으며 합성된 GPE를 분리하기 위하여 1회 세척시 반응생성물 량의 5배(w/w)

의 95% methanol을 사용하여 22°C에서 10분간, 7회 세척(GPE중 잔류하는 총 지방산의 함량이 0.1% 이하가 되도록 함)하였다. 분리된 GPE는 활성탄으로 탈색한 후 건조한 질소가스를 불어주면서 95°C 진공 조건하에서 탈취하였다.

#### HPLC에 의한 GPE의 조성 확인

합성후 정제한 GPE의 조성은 정 등<sup>(1)</sup>이 정성적 분석에 의하여 조성을 확인한 순수한 GPE의 retention time을 비교하여 확인하였다. HPLC 시스템은 AOS 350/04 HPLC gradient system(Applied Chromatography System Ltd. U.K)에 검출기로서 evaporative light scattering detector(Applied Chromatography System Ltd. U.K)를 연결하여 사용하였으며 컬럼은 Zorbax Reliance 3 silica cartridge 컬럼(40 mm×6 mm i.d)을 2개 연결하고 이동상 용매의 gradient 조건과 Evaporative light scattering detector의 조건은 정 등<sup>(1)</sup>과 동일한 조건에서 사용하였다.

#### 색도검사

GPE 및 기존 식용유의 색도는 액상 시료용 cell에 희석된 시료(1g/10 ml hexane)를 주입한 후 색도색차계(Colorimetric Color Difference Meter TC-1500MC, Tokyo Denshoku Co., Japan)를 이용하여 L, a, b값을 측정하였으며 yellowness index(Y.I) 및 brightness index(B.I)는 다음의 식<sup>(6)</sup>에 의하여 구하였다.

$$Y.I = 100(1 - 0.847Z/Y) \quad B.I = 0.847Z$$

#### 융점 측정

열 분석에 의한 융점은 시차주사 열분석기(Differential Scanning Calorimeter Model PL-DSC, Polymer Lab. Inc., England)를 사용하여 American Oil Chemists Society(AOCS)의 물성분석 위원회에서 제안한 DSC에 의한 유지의 열분석 방법<sup>(7)</sup>을 일부 변경하여 측정하였으며 thermogram은 thermal analysis data station을 이용하여 얻었다. 시료의 융점 측정방법은 상온에서 20 mg의 시료를 샘플팬에 위치시킨 후 80°C까지 10°C/min으로 승온한 후 10분간 온도를 유지하여 시료가 본래 지니고 있는 결정을 제거한 다음 액체질소를 사용하여 -80°C까지 10°C/min을 온도를 낮추고 20분간 유지하여 결정을 형성시켰다. 형성된 결정을 5°C/min으로 80°C까지 승온시키며 융점을 측정하였다. 이때 시료 분석기 내부는 질소가스를 10 ml/min으로 흘려보내어 수분 등에 의한 영향이 배제되도록 하였다.

#### 굴절율

굴절율은 굴절계(Digital Refractometer RX-1000, Atago Co., Japan)로 40°C에서 측정하였다.

### 점도 측정

각 시료의 겔보기 점도는 점도계(Brookfield Viscometer Model DV-11, Brookfield Inc., USA)를 이용하여 37 °C, 10 sec<sup>-1</sup>에서 측정하였으며 이때 cone & plate type sensor 시스템의 41번 스펀들을 사용하였다.

### 산가 및 발연점

산가 및 발연점은 AOCS 방법의 각 항목(Cd 3a-63, Cc 9a-48)<sup>60)</sup>에 따라 측정하였다.

## 결과 및 고찰

### 혼합유 FAME의 제조

Glucitol fatty acid polyesters(GPE)의 합성에 사용하는 FAME을 제조하는데 있어서 우선적으로 고려하여야 하는 사항은 FAME의 지방산 조성인데 특히 포화지방산과 불포화지방산의 비율은 GPE의 성상에 미치는 영향이 크다. 본 연구에서 GPE의 합성에 사용한 대두유 FAME과 팜유 FAME의 지방산 조성을 gas-liquid chromatography로 분석한 지방산 조성 분석 결과는 Table 1과 같았다. FAME중 포화지방산의 함량이 높은 팜유 FAME(SFA/USFA=1.09)의 경우는 이를 사용하여 합성한 P-GPE(palm oil GPE)가 반 고형상을 나타내며, 반대로 불포화지방산의 함량이 높은 대두유 FAME(SFA/USFA=0.2)을 사용한 경우에는 액상을 나타내게 된다. 일반적인 사용자들은 액상의 식용유를 사용하는 것에 익숙해져 있으므로 본 연구에서 제조하는 GPE도 최종적으로 액상의 성상을 나타내도록 지방산 조성을 조절할 필요가 있었다. 이와 동시에 고려하여야 할 점은 GPE를 유지 대체물질로 사용시 고온에서의 열 안정성에 관한 문제인데 특히 조리용이나 튀김용으로 사용하기 위해서는 기존의 식용유지에 버금가는 열 안정성이 요구된다. 식용유는 일반적인 섀러드용과 조리용 그리고 튀김용

등으로 구분할 수 있으며 용도에 따라 적합한 식용유를 선택하여 사용하는 것이 바람직하다. GPE도 용도에 적합하도록 제조하기 위해서는 GPE의 구성지방산의 조성을 적절히 조절하여야 하는데 대두유 FAME을 사용하게 되면 불포화지방산이 상당량 존재하여 고온에서의 열 안정성이 저하되어 조리용이나 튀김용으로 사용하기 위해서는 SFA/USFA 비율을 조절할 필요성이 제기된다.

기존의 식용유 중에서 면실유는 포화지방산의 함량이 높으면서도 상온에서 액상을 형성하여 사용하기에 편리할 뿐 아니라 산화안정성이 높아 고급 튀김용유지로서 이용되고 있다. 이에 본 연구에서는 면실유의 SFA/USFA 비율(0.36)과 유사한 값을 갖도록 대두유 FAME과 팜유 FAME을 혼합하여 본 결과 70:30의 비율(w/w)로 혼합하는 경우 Table 1과 같은 지방산 조성을 갖게됨을 알 수 있었다. 이때 SFA/USFA 비율은 0.37를 나타냈으며 지방산 조성은 이론적 혼합비에 따른 계산 결과와 실제로 분석한 결과와 거의 일치하였다.

Glueck 등<sup>61)</sup>의 보고에 따르면 사람이 하루 25g 이상의 액상 SPE를 섭취하는 경우 때때로 실사 증상을 보이기도 하나 SPE의 구성 지방산에 palmitic acid와 같은 장쇄 포화지방산이 상당량 함유되어 있으면 예방이 가능하다고 하였다. 이들은 safflower oil FAME을 사용하여 제조한 SPE에 수소 첨가된 팜유를 80:20의 비율로 첨가하여 anal leakage 현상을 배제할 수 있었다고 하였는데 이들이 제시한 비율에 따라 지방산 조성을 계산해 본 결과 Table 1과 같았으며 SFA/USFA 비율은 0.38로서 본 연구에서 사용하고자 한 혼합유 FAME의 SFA/USFA 비율(0.37)과 유사하였다.

### 성상 및 색도

GPE와 같은 polyol fatty acid polyesters의 성상은 기존의 식용유지가 triacylglycerol에 결합한 지방산의 불포화도에 따라 성상이 변하는 것처럼 GPE의 경우에도

Table 1. Fatty acid compositions (%) of vegetable oil FAME<sup>1)</sup>

	soybean oil FAME	palm oil FAME	blended <sup>2)</sup> oil FAME	cotton seed oil <sup>3)</sup> FAME	(saf. + h.p) <sup>4)</sup> oil FAME
C 12:0	0	1.53	0.43	0	0.31
C 14:0	0	1.65	0.56	0.8	0.41
C 16:0	12.45	45.30	22.09	24.2	14.41
C 18:0	4.39	4.36	4.42	0.6	0
C 18:1	25.24	38.33	29.35	1.6	12.46
C 18:2	54.04	8.83	40.62	21.0	10.32
C 18:3	3.88	0	2.53	51.8	62.09
total(%)	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
SFA/USFA <sup>5)</sup>	0.20	1.09	0.37	0.36	0.38

<sup>1)</sup>FAME; fatty acid methyl esters

<sup>2)</sup>soybean oil FAME: palm oil FAME=70:30(w/w)

<sup>3)</sup>source; Weiss<sup>12)</sup> (1967)

<sup>4)</sup>safflower oil SPE: hydrogenated palm oil=80:20(w/w), source; Glueck *et al.*<sup>61)</sup> (1979)

<sup>5)</sup>SFA; sum(%) of saturated fatty acids, USFA; sum(%) of unsaturated fatty acids

**Table 2. Hunter color value and color difference of soybean oil and GPE**

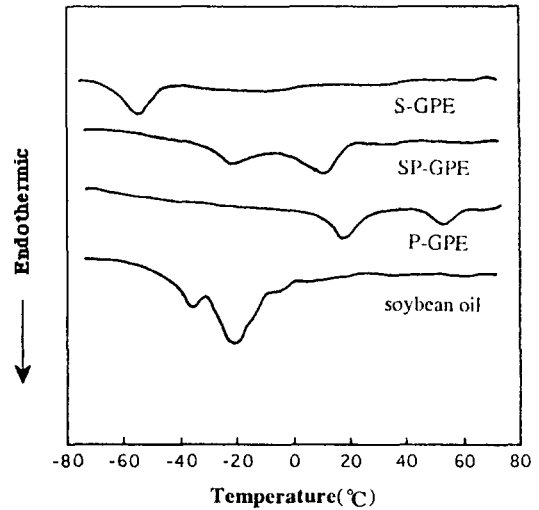
	L	a	b	Y.I <sup>1)</sup>	B.I <sup>2)</sup>
color standard	88.6	0.0	53.3	26.96	74.3
soybean oil	91.75	-0.04	3.56	7.13	79.5
S-GPE <sup>3)</sup>	99.49	-0.3	4.6	9.28	72.49
SP-GPE <sup>4)</sup>	88.37	-0.59	5.6	11.08	71.02
P-GPE <sup>5)</sup>	87.26	-0.5	7.02	14.21	67.4

<sup>1)</sup>Y.I; Yellow Index<sup>2)</sup>B.I; Bright Index<sup>3)</sup>S-GPE; soybean oil glucitol fatty acid poly-esters<sup>4)</sup>SP-GPE; soybean-palm blended oil glucitol fatty acid poly-esters<sup>5)</sup>P-GPE; palm oil glucitol fatty acid polyesters

합성에 사용한 FAME의 불포화도에 따라 성상이 결정되어짐을 알 수 있었다. 즉 불포화지방산의 함량이 전체 지방산의 80% 이상을 차지하는 대두유 FAME의 경우에는 이를 사용하여 합성한 S-GPE(soybean oil GPE)가 상온(20~22℃)에서 액상으로 존재하는 반면 포화지방산의 함량이 전체 지방산 함량의 50% 이상인 팜유 FAME의 경우에는 이를 사용하여 합성한 P-GPE는 팜유와 같이 상온에서 반고형상으로 존재하였다. 따라서 polyol fatty acid polyesters의 성상은 사용하는 지방산의 조성에 따라 변화가 가능하므로 용도에 따라 적절하게 지방산 조성이 다른 FAME를 혼합한 후 합성에 사용하여 polyol fatty acid polyesters의 성상 및 이화학 특성을 변화시킬 수 있다는 사실을 알 수 있었다. 또한 본 연구에서 설정한 혼합비에 따라 제조한 혼합유 FAME를 사용하여 합성한 SP-GPE(soybean-palm blended oil GPE)는 예상했던 것과 같이 대두유 FAME만을 사용하여 합성한 S-GPE와 동일하게 상온에서 액상으로 존재하였다.

또한 GPE의 색도를 색도색차계를 이용하여 측정하였을 때 그 결과는 Table 2와 같았다. S-GPE의 Yellowness Index(Y.I)는 대두유보다 커서 노란 정도가 대두유보다 강했다. SP-GPE나 P-GPE와 같이 팜유를 사용한 경우는 비례적으로 Y.I 측정치가 증가하였다. Bright Index(B.I) 측정치는 Y.I 측정치 경우와는 반대로 GPE가 대두유보다 낮아 투명도가 낮았다. 또한 SP-GPE나 P-GPE와 같이 팜유를 사용한 경우는 대두유만을 사용한 S-GPE보다 B.I 측정치가 낮았다.

하지만 이러한 수치적 차이는 P-GPE와 같이 성상이 다른 경우는 제외하고 육안에 의하여 쉽게 구별될 정도로 확인한 것이 아니어서 유지 대체물질로서 외관으로부터의 차이에 의한 거부감은 없을 것으로 생각되었다. Akoh 등<sup>10)</sup>은 glucitol hexaacetates를 사용하여 합성한 glucitol polyoleates의 색상을 pale yellow라고만 언급하였을 뿐 객관적 측정치로 표현하지 않아 기존의 대두유나 팜유 및 본 연구에서 합성한 GPE 등과의 비교는 어려웠다.

**Fig. 1. DSC thermogram of S-GPE<sup>1)</sup>, SP-GPE<sup>2)</sup> and P-GPE<sup>3)</sup> compared to soybean oil**<sup>1)</sup>S-GPE; soybean oil glucitol fatty acid polyesters<sup>2)</sup>SP-GPE; soybean-palm blended oil glucitol fatty acid polyesters<sup>3)</sup>P-GPE; palm oil glucitol fatty acid polyesters

#### 용점

GPE의 용점을 알기 위하여 각각의 GPE와 대두유를 -80℃까지 냉각시킨 후 5℃/min.으로 온도를 상승시키면서 80℃까지 승온하여 Fig. 2와 같은 결과를 얻었다.

일반적으로 대두유를 구성하고 있는 트리글리세라이드의 용점은 -40℃부터 -20℃의 범위에서 결정형태에 따라 용점이 다르게 나타나는 것으로 보고되어<sup>10)</sup> 있는데 GPE의 경우에는 대두유와 동일한 지방산 조성을 갖고 있는 S-GPE의 용점이 -53℃에서 나타나서 상대적으로 용점이 낮아짐을 알 수 있었다. 또한 Fig. 1에서 보면 SP-GPE의 용점은 S-GPE의 용점보다 높게 나타났는데 이는 SP-GPE의 구성지방산 중에서 포화지방산 함량이 S-GPE의 경우보다 많기 때문인 것으로 예측되었다. 상온에서 반고형상을 나타내는 P-GPE는 S-GPE나 SP-GPE의 용점보다 높은 온도 구간에서 용점이 나타났는데 GPE의 구성지방산의 조성에서 보면 지방산의 불포화도가 증가함에 따라 용점이 낮아지는 현상도 확인할 수 있었다. 이는 Akoh 등<sup>11)</sup>이 sucrose polyesters 및 raffinose polyesters의 용점을 측정된 결과와 비교하여 불배 일반적인 유지에서와 마찬가지로 polyol fatty acid polyesters에서도 구성지방산의 불포화도가 GPE의 용점에 직접 관련이 있음을 알 수 있었다. Jandacek 등<sup>12)</sup>도 지방산조성이 다른 sucrose octapalmitate와 sucrose octastearate의 용점을 각각 50.5℃ 및 61℃로 보고하였는데 이는 polyol fatty acid polyesters의 구성지방산의 불포화도가 변함에 따라 용점이 변화하는 것을 의미하며 그 결과 상온에서의 성상에도 영향을 미침을 알 수 있었다.

**Table 3. Some physico-chemical properties of soybean oil and GPE**

	soybean oil	S-GPE <sup>1)</sup>	SP-GPE <sup>2)</sup>	P-GPE <sup>3)</sup>
appearance <sup>4)</sup>	liquid	liquid	liquid	semi-solid
refractive index <sup>5)</sup>	1.467	1.472	1.469	1.461
moisture contents(%)	less than 0.01	less than 0.01	less than 0.01	less than 0.01
viscosity <sup>6)</sup> (cps)	37	103	123	—
acid value	0.02	0.04	0.06	0.07
smoke point(°C)	225	200	210	220

<sup>1)</sup>S-GPE; soybean oil glucitol fatty acid polyesters

<sup>2)</sup>SP-GPE; soybean-palm blended oil glucitol fatty acid polyesters

<sup>3)</sup>P-GPE; palm oil glucitol fatty acid polyesters

<sup>4)</sup>observed at room temperature (20~22°C)

<sup>5)</sup>at 40°C

<sup>6)</sup>apparent viscosity at 37°C

### 굴절율 및 겔보기 점도

GPE의 굴절율과 점도를 측정된 결과는 Table 3과 같았다. Polyol fatty acid polyesters의 이화학적 성질은 polyol에 결합된 지방산의 조성에 따라 달라지게 되는데 대두유만을 사용하여 제조한 S-GPE의 굴절율은 대두유와 비교하여 볼때 약간 큰 값을 나타내어서 지방산 조성이 동일한 경우 GPE의 굴절율이 트리글리세라이드의 굴절율보다 큰 값을 나타냄을 알 수 있었다. 또한 GPE 중에서는 S-GPE, SP-GPE, P-GPE의 순서로 굴절율이 감소하는 경향을 나타내었는데 이는 트리글리세라이드의 경우와 마찬가지로 구성지방산의 불포화도가 클수록 굴절율이 증가하는 경향<sup>(13)</sup>과 일치하였다.

GPE의 물리적 성질 중에서 대두유와 같은 기존의 식용유지와 현저한 차이를 보이는 항목은 겔보기 점도인데 glucitol에 결합되어 있는 지방산의 조성에 따라 차이는 있지만 37°C에서 대두유에 비해 약 3배 정도 점도가 높은 것으로 측정되었다. Akoh 등<sup>(11)</sup>은 대두유를 사용하여 합성한 sucrose polyesters의 겔보기 점도가 20°C에서 기존 설탕유리의 2배 정도 되며 raffinose polyesters의 경우는 약 3배 정도가 된다고 하였다. 또한 S-GPE의 겔보기 점도가 SP-GPE의 겔보기 점도보다 낮게 나타난 것은 일반적인 유지에서와 마찬가지로 구성지방산의 탄소 사슬의 길이가 유사할 경우에는 불포화도가 증가함에 따라 겔보기 점도가 감소하는 경향에 따른 것이라 할 수 있겠다. 유지 대체물질로서 GPE를 사용할 경우에는 기존의 식용유에 적정 비율로 혼합(최고 30%)하여 사용하게 되므로 혼합 비율에 따라 유지 대체물질의 점도는 GPE의 점도에 비하여 상당히 낮아질 것으로 예측된다.

### 산가 및 발연점

합성된 GPE의 산가는 Table 3에서와 같이 0.04~0.07

을 나타냈으며 이 값은 기존 대두유의 국내 식품공전상 규격인 0.2 이하이나, 대두유의 일반적인 산가 수준인 0.02~0.05 보다는 높게 나타났다.

정제된 GPE를 기존의 식용유지와 혼합하여 사용할 때 고온으로의 가열이 필요한 경우에는 기존의 튀김용 유지에 버금가는 열안정성을 필요로 하게 된다. 따라서 GPE의 열안정성을 측정할 수 있는 하나의 항목으로서 발연점을 선택하여 측정된 결과는 Table 3과 같다.

S-GPE는 대두유에 비하여 발연점이 낮아서 열안정성이 떨어지는 단점이 있으나 SP-GPE와 같이 구성지방산의 포화도를 증가시켜 본 결과 발연점이 대두유에 근접하여서 열안정성을 향상시킬 수 있었다.

이와 같이 GPE의 열안정성에는 기존의 식용유지에서와 같이 구성지방산의 불포화도가 상당히 관여하고 있음을 알 수 있으며 이는 본 연구에서와 같이 GPE의 불포화도를 사용 목적에 따라 적절하게 조절할 필요성을 제시하고 있다. 즉 설탕유리로 사용하기 위해서는 유지 내에 불포화지방산의 함량을 높이거나 winterization 공정에 의해 저온에서도 결정이 생성되지 않도록 할 필요가 있으며 GPE의 제조에도 대두유와 같이 불포화도가 높은 유지의 지방산을 사용하고, 튀김과 같이 185°C 이상의 가열이 필요한 경우에는 팜유나 혹은 부분경화된 대두유를 사용하여 GPE 구성지방산의 불포화도를 낮춤에 의해 열안정성을 증대시킬 필요가 있음을 알 수 있었다. 하지만 아직 국내 소비자의 식용유지 소비실태는 요리 목적에 따라 식용유를 구분하여 쓰기 보다는 범용적으로 쓸 수 있는 식용유를 원하기 때문에 본 연구에서 대두유와 팜유를 사용하여 합성한 SP-GPE와 같이 상온에서 액상이면서 열안정성이 기존의 식용유와 유사한 제품이 향후의 유지 대체물질로서 바람직하리라고 사료되었다.

## 문 헌

1. 정하열, 윤희남, 공운영, 김정환 : Glucitol fatty acid polyesters의 조성 및 구조확인. 한국식품과학회지, 25, 148 (1993)
2. Yoma, R.B., Curtis, D.J. and Sobotor, C.: Sucrose polyesters: Its metabolic role and possible future applications. *Food Tech.*, 42, 93(1988)
3. Mattson, F.H. and Volpenhein, R.A.: Hydrolysis of fully esterified alcohols containing from one to eight hydroxyl groups by the lipolytic enzymes of rat pancreatic juice. *J. Lipid Res.*, 13, 325(1972)
4. 정하열, 김석주, 윤성우, 윤희남, 공운영 : Sucrose polyesters 합성에 사용하는 대두유 지방산메틸에스테르 세소의 최적화. 한국식품과학회지, 24, 240(1992)
5. 정하열, 김석주, 윤성우, 윤희남, 공운영 : 유리아카리 및 수분인 sucrose polyesters 합성에 미치는 영향. 한국식품과학회지, 24, 247(1992)
6. Tokyo Denshoku Co., Ltd.: Color analysis system TC-1500 MC manual. Tokyo, Japan(1986)
7. Arthur E. Walkling: A proposed AOCS method for thermal analysis of fats and oils by differential scan-

- ning calorimetry. *The 84th AOCS meeting proceeding*, Anaheim, U.S.A(1993)
8. AOCS: *Official method*. Cd 3a-63 and Cc 9a-48, American Oil Chemists' Society, Champaign, IL(1987)
  9. Glueck, C.J., Mattson, F.H. and Jandacek, R.J.: The lowering of plasma cholesterol by sucrose polyester in subjects consuming diets with 800, 300 or less than 50 mg of cholesterol per day. *Am. J. Clin. Nutr.*, **32**, 1636(1979)
  10. Akoh, C.C. and Swanson, B.G.: Preparation of trehalose and sorbitol fatty acid polyesters by interesterification. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, **66**, 1581(1989)
  11. Akoh, C.C. and Swanson, B.G.: Optimized synthesis of sucrose polyesters: Comparison of physical properties of sucrose polyesters, raffinose polyesters and salad oils. *J. Food Sci.*, **55**, 236(1990)
  12. Jandacek, R.J. and Webb, M.R.: Physical properties of pure sucrose octaesters. *Chem. Phys. Lipids*, **22**, 163(1978)
  13. Formo, M.W.: Physical properties of fats and fatty acids. In *Bailey's industrial oil and fat products Vol. 1*. John Wiley & Sons, New York, p.217(1979)
  14. Weiss, T.J.: Salad oil manufacture and control. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, **44**, 146A, 148A, 186A, 197A(1967)
- 
- (1993년 6월 10일 접수)