

유지의 기능성과 신소재 개발

권석준 · 엄혜원 · 이준식
한국과학기술원 생물공학과

I. 서 론

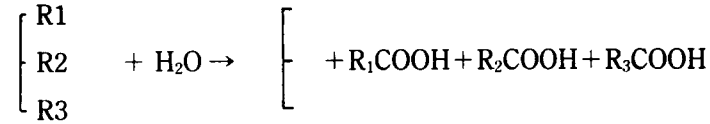
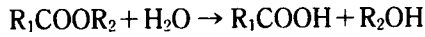
유지란 지방산과 글리세롤의 에스터들, 즉 트리글리세라이드의 혼합물로서 용점에 따라 지방(fats) 또는 기름(oils)으로 불리운다. 유지는 탄수화물, 단백질과 함께 3대 영양소의 하나로서 농축된 에너지원일 뿐만 아니라 세포막을 구성하고 피하조직, 장기의 보호작용 및 유수신경의 절연체역할을 하는 등, 생체에 매우 중요한 성분이다. 유지는 위와같이 영양과 직접 관련된 1차 기능외에도 조리 및 기호성과 밀접한 2차 기능이 있다. 즉, 식품에 풍미를 부여하고 향미성분의 전달자 역할을 할 뿐만 아니라 식품을 가열하거나 튀길 때 이용되고 유연성, 부드러움, 부스러지기 쉬운 성질, 효과적인 공기의 혼합 등에서 제빵제과에 필수적이다¹⁾. 최근들어 식품의 3차 기능인 체내의 생리활성과 관련된 생체조절기능을 주목적으로 하는 기능성식품이 대두되고 있는데 유지 중 지방산은 소화관내에서 더 이상 가수분해되지 않고 직접 흡수되어 그 자체가 생리활성을 갖는 경우가 많으므로 매우 효과적인 기능성 식품의 원료로서 주목받고 있다²⁾.

유지는 전통적으로 식물, 동물, 어류 등에서 얻어지며 유래한 재료에 따라 콩기름, 팜유, 올리브유, 면실유, 라드, 쇠기름, 정어리기름 등으로 불리우며 정제과정 이외에는 특별한 변형을 거치지 않고 이용되어 왔다. 그러나 유지가 성인병의 원인이 된다는 연구결과가 잇달아 발표됨에 따라 유지에 의한 칼로리함량을 낮추면서도 특유의 기능성을 살릴 필요성을 절감하게 되었다. 즉, 생산자의 입장에서는 산지 및 작황에 따르는 품질의 편차를 없애고 보다 경제적으로 고기능의 유지를 생산하고, 소비자는 건강상의 위험부담을 줄이는 한편, 인체에 꼭 필요한 바람직한 유지만을 섭취하는 방법으로서 복합적으로 구성된 재래의 유지보다 기능성을 지닌 필수성분만으로 이루어지는 새로운 개념의 유지가 등장하게 되었다³⁾. 또한 유지중 여러물질들이 생리활성에 중요한 역할을 하는 것이 밝혀짐에 따라 재래유지를 변형가공한 신소재유지의 개발이 활발히 이루어지고 있다.

신소재유지의 생산방법에는 재래유지를 단순히 분리하여 사용하는 것에서부터 화학적인 잔기를 불이거나 유전자조작을 거치는 방법까지 여러가지 다양한 방법이 있으나 특히 리파제(lipase) 라는 효소를 이용하는 생물공학적인 방법이 중요시되고 있다. 이는 고온, 고압이 필요한 화학적 방법에 비해 에너지를 절감할 수 있을 뿐만 아니라 생산공정의 안정성이 높고 효소의 특이성에 의해 불필요한 부산물을 줄이고 필요물질을 주로 얻을 수 있기 때문이다⁴⁾. 또한 인체내에도 존재하는 효소이므로 식품용 유지의 생산에 있어 인체에 대한 안전성이 보장된다는 잇점이 있다.

다음은 리파제에 의한 주요 작용기작을 나타낸 것이다⁵⁾.

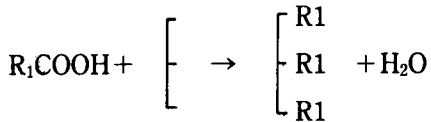
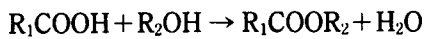
1) 가수분해 반응(Hydrolysis of Esters)



2) 에스테르 교환반응(Transesterification)



3) 에스테르화 반응(Esterification)



본란에서는 대표적인 신소재유지류 및 각각의 특성과 기능성을 논하고 생산방법에 대해서도 간단하게 언급하고자 한다.

II. 본 론

1. 중쇄 지방질(Medium Chain Triglycerides : MCT)

(1) 중쇄 지방질의 특성과 이용성

중쇄 지방질이란 구성지방산이 주로 탄소수 8개의 caprylic acid와 탄소수 10개의 capric acid로 이루어진 중성지방질을 말한다. 자연계에 널리 분포되어 있는 장쇄 지방질(Long Chain Triglycerides : LCT)에 비하여 중쇄 지방질은 여러가지 독특한 특징을 가지고 있다. 상온에서 무색 투명한 액상이며, 비교적 점도가 낮고(25~31 cp at 20°C), 향과 맛이 좋으며 산화에 대해서도 상대적으로 안정하다. 또한 여러시간 튀김요리 제조 후에도 점도가 상승하지 않는 점, 0°C 에서도 액상을 유지하는 점 등이 특징이다.

한편, 중쇄 지방질은 소장에서 일부 가수분해되지 않고도 그대로 흡수되기도 하며, 가수분해 되어 흡수된 중쇄지방산은, 장쇄지방산이 다시 장쇄지방질로 합성되어 chylomicron을 형성, 림프계를 타고 간으로 이송되는 것과는 달리, 혈관을 타고 그대로 이송되어 약 4배 정도로 빠른속도로 흡수, 이용(8.3 cal/g)되는 특징이 있다(그림 1). 따라서 중쇄지방질은 지질의 소화 흡수능력이 저하된 환자의 경우에 매우 우수한 영양원으로 이용되기도 하며⁶⁾, 유아식이나 미숙아의 영양원으로도 이용

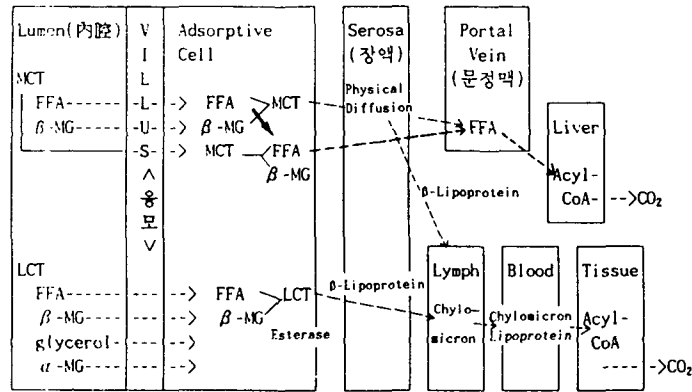


그림 1. 중쇄지방질(MCT)과 장쇄지방질(LCT)의 소장내에서의 흡수 및 전달경로.

되고 있다⁷⁾. 또한, 매일 약 100g의 섭취량도 전혀 문제가 없는 것으로 보고되고 있으며, 나아가 전체 영양 섭취량의 40% 정도까지 섭취하여도 별다른 이상이 없는 것으로 보고되고 있다^{8,9)}. 그러나, 지나친 사용에 대해서는 주의를 요하는데 그 이유는 쉽게 흡수되고 빠르게 이용되는 과정에서 필수지방산의 결핍현상이나, Hyperketosis 등의 우려가 있다고 한다. 이러한 문제를 해결하기 위해서 최근에는 중쇄지방질의 구성지방산에 linoleic acid 등과 같은 필수지방산을 일부 대체시킨 혼성 지방질의 합성도 연구되고 있다¹⁰⁾.

다른 한편으로 중쇄지방질은 지방용해성 성분인 비타민K, 또는 인지질 등을 용해시키는 용매나 운반체로 이용되기도 하고, 식품이나 식품가공 시설에서의 식용 필름 또는 식용 윤활제로서도 그 활용 범위를 넓히고 있다. 그 밖에도 중쇄지방질 치즈, 과자 제조의 저점도유 및 flavor carrier(거친 맛이 강한 polyethylene glycol, triacetin, mineral oil, benzyl alcohol 등의 대체품)로도 이용된다⁸⁾. 중쇄지방질과 더불어 중쇄 모노글리세리드(Medium Chain Monoglycerides : MCMs)는 친수성 물질은 물론 소수성 물질도 동시에 녹이는 특성이 있어, 향료, 스테로이드, 염료 및 방향제의 base로 이용되어 화장품산업, 제약산업 등에서 그 용도를 확대해 나가고 있다¹¹⁾. 또한 체내의 콜레스테롤성 膽石을 녹여내는 처방에도 이용되고 있다¹²⁾.

(2) 중쇄지방질 합성에 관한 산업적 방법과 리파제의 도입

이러한 중쇄지방질의 상업적 합성방법은 촉매 없이 고온 고압에서 직접 에스테르화시켜 합성한 다음, 알칼리세정, steam refining, 분자증류, 합외여과 및 활성탄 흡착 등의 여러 단계의 분리정제 공정을 거쳐 생산 공급되고 있다. 한편 지방을 가수분해하는 효소로 알려진 리파제는 미수계(microaqueous system : 물이 효소활성을 나타내는 최저 수준으로 존재하고, 소수성의 기질이나 유기용매가 대부분을 차지하는 반응계)에서 에스테르화 반응을 수행할 수 있는 특성이 보고되어왔다¹³⁾. 따라서 이러한 반응계에서 리파제를 이용한 지방산과 글리세롤 합성에 관한 많은 연구가 수행되고 있으며, 효소반응에 따른 새로운 기능의 식품소재의 개발도 기대되고 있다¹⁴⁾.

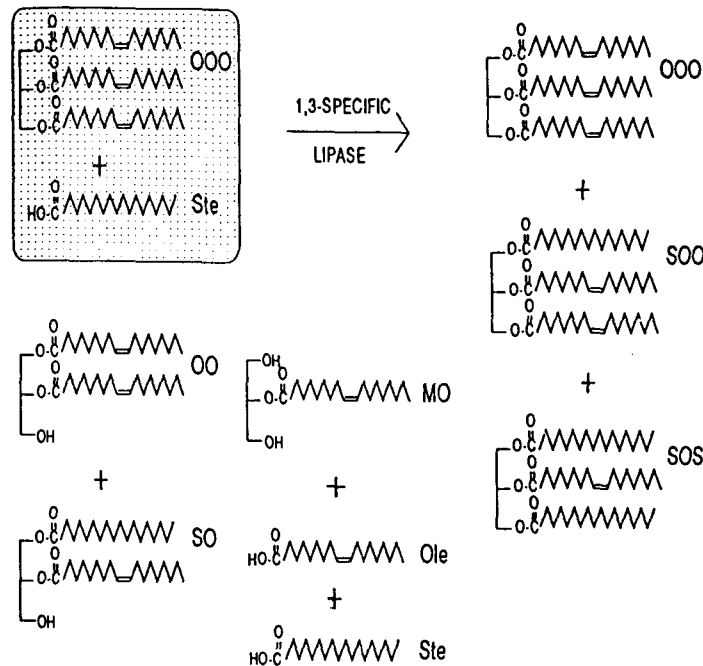


그림 2. 1,3-특이성 리파제를 이용한 트리올레인과 스테아린산 사이의 에스테르 교환반응 약자 : Ole - ; oleic acid, Ste : stearic acid, MO ; 2-monoolein, OO ; 1,2-diolein, SO ; 1-stearoyl-2-oleoyldiglyceride, OOO ; triolein, SOO ; 1-stearoyl-2,3-dioleoyl glycerol, SOS ; 1,3-distearoyl-2-oleoyl glycerol.

2. 코코아 버터(Cocoabutter)

(1) 코코아 버터의 특성

코코아 버터는 연노랑색의 지질로 26°C 이하에서는 딱딱한 물성을 보이고 30°C 근처에서 녹기 시작하여 35°C 이상에서는 급격히 용해되는 특성을 보여 입속에서 코코아 버터가 녹을때 부드럽고 시원한 감을 느끼게한다¹⁵⁾. 이러한 특이한 성질은 글리세리드의 조성에 의해 나타나는 데 코코아 버터는 다른 대부분의 지방질과는 달리 단지 몇 개의 트리글리세리드만을 함유하며, 그 중 특히 세 종류가 전체 무게의 약 80%를 차지하고 있다. 특히 1(3)-팔미토일-3(1)-스테아로일-2-모노올레인 (POS), 1,3-디스테아로일-2-모노올레인(SOS)이 전체 트리글리세리드중 각각 52%와 18.4%를 차지하며, 대부분의 올레인산은 트리글리세리드의 2번 위치에 포함되어 있다.

(2) 코코아 버터 대용지를 제조하는 산업적 방법

먼저 화학적 방법으로 고압하에서 소듐알콕사이드와 같은 화학촉매를 이용하여 에스테르 교환 반응을 하는 것이나, 이 경우 글리세리드내의 지방산 분포가 무작위적이 됨에 따라 온도에 따른 원하는 물성이 나타나지 않는다. 그러나 1,3-특이성 리파제를 이용하는 경우 그림 2와 같이 2번 위치의 올레인산은 유지시키면서 1, 3번 위치의 지방산을 바꿀 수 있으므로 화학공정에 비해 매우 유리한 장점이 있으며, 실제로 효소반응을 통해 코코아 버터 대용유의 생산에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다¹⁶⁾.

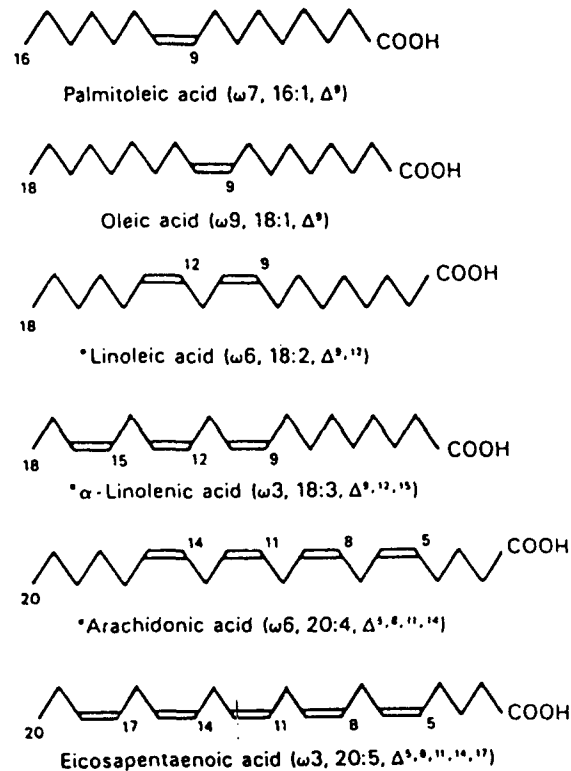


그림 3. 여러가지 불포화 지방산의 구조.

3. 고도불포화지방산(polyunsaturated fatty acid : PUFA)과 필수지방산

(1) 불포화 지방산의 특성 및 기능

인체에 있는 트리글리세리드의 50% 이상은 불포화지방산으로 이루어져 있으며 간에 있는 불포화화효소(desaturase)에 의해 포화지방산의 불포화화가 이루어진다. 그러나 포유동물에게는 지방산의 9번 탄소와 E-탄소사이에 이중결합을 도입하는 불포화화 효소가 없으므로 ϵ -6인 리놀레산(linoleic acid), ϵ -3인 리놀렌산(linolenic acid), 아라키돈산(arachidonic acid)과 같이 식이로부터 반드시 섭취해야 하는 필수지방산이 존재한다(그림 3). 리놀레산과 리놀렌산은 해바라기, 달맞이꽃의 종자에 많으며 아라키돈산은 동물에만 있는 것으로 알려져 있다. 한편, 리놀레산만 충분히 공급되면 리놀렌산과 아라키돈산은 체내에서 합성이 가능하므로 엄격히 말해 리놀레산만이 필수지방산이라고 할 수 있다.

이와 같이 필수지방산과 효소에 의해 체내에서 만들어지는 고도불포화 지방산의 주요기능은 다음과 같다. 먼저 세포막의 손상을 막기 위해서는 세포내 저장 트리글리세리드가 액체상태로 존재해야 하는데 체온에 따른 불포화지방산이 차지하는 비율조절로 액체상태가 유지된다. 또한 인산지방질분자의 불포화지방산은 콜레스테롤과 함께 막의 유동성을 조절한다. 그리고 필수지방산으로부터 합성되는 프로스타글란딘(prostaglandin, PG)과 관련화합물인 에이코사노이드(eicosa-

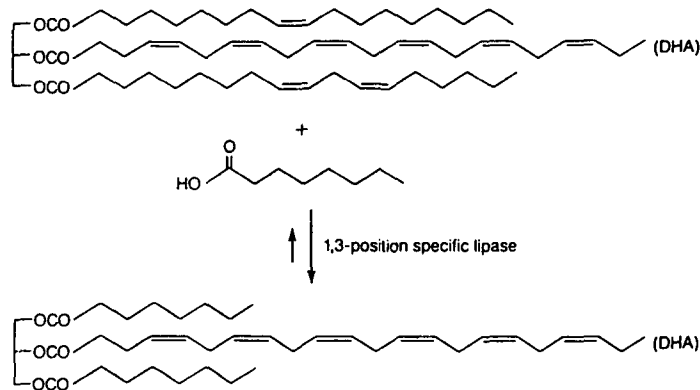


그림 4. DHA를 함유한 긴 사슬의 트리글리세리드와 중쇄 지방질과의 에스테르 교환반응.

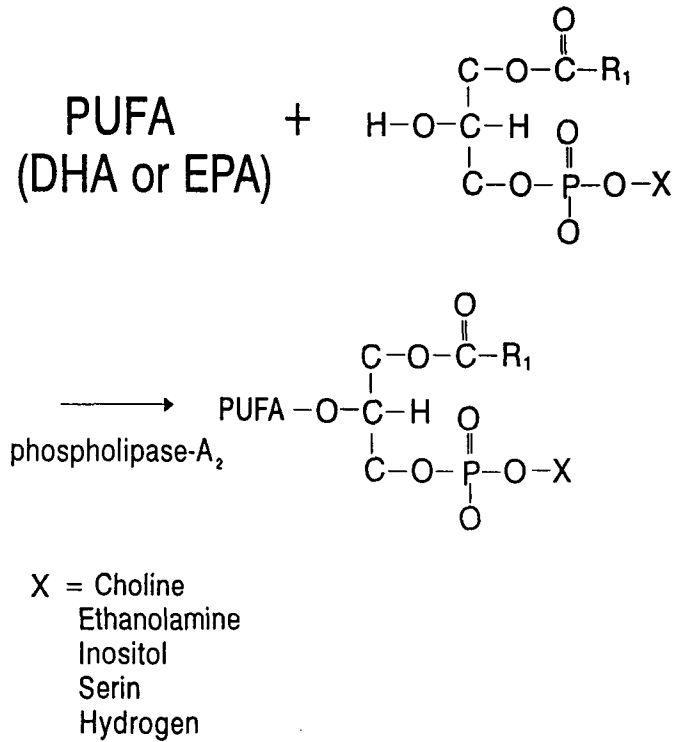


그림 5. 포스포리파제 A₂를 이용한 불포화 지방산과 포스포리피드와의 에스테르화 반응.

noid)는 합성된 세포내에서만 생리활성작용을 나타내는 국소호르몬 역할을 한다¹⁷⁾. 이러한 불포화 지방산의 기능성 때문에 eicosapentaenoic acid(EPA)와 docosahexaenoic acid(DHA) 등 과량의 불포화 지방산을 함유한 물고기 기름(Fish oil)의 섭취가 영양학적으로 중요하게 되었으며, 이를 함유한 다양한 기능성 식품들이 생산되고 있다.

(2) 불포화 지방산을 함유한 기능성 식품의 개발에 있어서의 리파제의 적용

표 1. Emulsifiers used in fatty foods

Emulsifiers generally recognized as safe toxicologically
Lecithin
Mono-and diglycerides(monoglycerides)
Diacetyl tartaric esters of mono and diglycerides(TEMS)
Emulsifiers permitted as additives by petition to The FDA
Sorbitan polyoxyethylene fatty acid esters(polysorbates)
Lactic esters of mono- and diglycerides
Polyethylene glycol fatty acid esters
Sorbitan fatty acid esters
Lactylic esters of fatty acids and their salts(Na and Ca)
Ethoxylated monoglycerides
Hydroxylated lecithin
Succinilated monoglycerides
Acetylated monoglycerides
Succistearin
Citric acid of mono- and diglycerides

Ref.: Daniel Swern, ed., Baily's industrial oil and fat products, vol.1, p.255, John Wiley & Sons, NY, 1979.

위에서 언급한 바와 같이 인체의 리파제는 긴 사슬의 지방산 보다는 중쇄지방질을 포함하는 에스테르에 보다 효과적으로 작용되므로, 리파제의 에스테르 교환반응을 이용하여 천연의 DHA에 짧은 사슬을 도입시켜 소화력 향상 및 영양학적으로 기능성을 향상시킨 식품을 제조 할 수 있으며(그림 4), 포스포리파제 A₂를 이용하여 phosphatidylcholin 의 sn-2 위치에 EPA나 DHA를 에스테르화하여 영양학적으로나 의학적으로 가치있는 새로운 식품을 창출할 수 있다(그림 5). 따라서 이 분야의 계속된 연구가 활발이 진행되고 있다^{18,19)}.

4. 유화제(Emulsifier)

(1) 식품유화제와 고순도 유화제의 특성 및 이용성

식품 유화제는 유지를 포함하는 가공식품에 필수적인 성분으로, 기름과 물을 섞어주어 에멀전을 만드는 특성이 있다. 이러한 특성 때문에 유화제는 에멀전을 형성하는 식품인 우유, 버터, 마아가린, 마요네즈, 각종소스, 케익 반죽재료(Cake Batter), 첨가제로 널리 이용되고 있다. 현재 사용되고 있는 유화제들을 표 1에 정리하였다.

그 중 모노- 및 디-글리세리드(Mono-and di-glyceride ; MG and DG)의 혼합물은 여러 가공식품의 유화제로 이용되고 있으며, 화장품의 계면활성제로도 사용되는 등 여러가지 식품 및 약품가공에 널리 사용되고 있다²⁰⁾. 한편, 순수하고 위치 특이적인 1,3-sn-Diacylglycerols과 1(3)-rac-Monoacylglycerols은 포스포리피드(phospholipid)와 글라이코리피드(glycolipid), 리포프로테인(lipoprotein) 합성의 전구체로 이용되며^{21,22)}, 항 염증물질^{23,24)}과-아미노뷰티릭산(GABA)^{25,26)} 등과 같은 여러 약품의 약리

표 2. 리파제를 이용한 유화제 생산방법의 장점

-
- 1) 효소반응은 상온/상압에서 일어나므로 고온유지를 위해 필요한 에너지비용을 절감하여 유화제 생산 단가 저하에 기여할 수 있다.
 - 2) 위 사항과 관련하여, 효소반응에서는 기질의 변성 (포화/산화에 의한 변형)과 부산물 형성이 없으므로 고품질의 생합성 유화제를 얻음과 동시에 후속정제 과정을 대폭 간소화시킨다.
 - 3) 이 효소는 입체이성질체를 구분할 수 있으므로 광화학적 입체이성질체를 비롯한 특수산물을 합성할 수 있다.
 - 4) 효소반응에서는 산물의 조성 (모노-, 디-글리세리드의 비율)을 조절할 수 있다.
-

전달 물질로 이용되고 있다^{27, 28)}. 이들은 또한 여러 생물공정에 사용되는 효소의 중요한 활성촉진제로서도 이용되는 등 그 용도가 다양화되고 있다²⁹⁻³⁰⁾.

(2) 유화제를 생산하는 산업적 방법과 리파제의 도입

현재 식품산업용 모노글리세리드는 고온(250°C 이상) 하에서 화학합성 반응을 통해 생산되며, 각각 약 45% 수율로 모노- 및 디-글리세리드가 얻어지며 고온으로 인한 수 종류의 부산물이 생성된다. 이들 부산물들과 미반응기질을 반복적인 후속 분자증류(molecular distillation ; 감압증류) 과정을 통해 제거시킴과 동시에 모노글리세리드의 함량이 90% 이상이 되게하는 것이 모노글리세리드의 일반적인 공업적 생산방법이다. 그런데, 이러한 현재의 공업적 MG 생산과정은 다음과 같은 사항들에서 개선의 여지가 있다. 즉, 고온조건으로 인해 산물인 MG의 지방산은 상당부분이 포화 또는 산화를 겪게되어 산물의 품질이 떨어지며 부산물이 생성되며, 위에서 언급한 순수한 위치특이성 모노- 및 디글리세리드의 생산은 불가능하다. 그러므로 효소반응을 통해 합성하려는 연구가 진행되고 있다.

여러가지 효소들 중에서도 특히 리파제(lipase)는 최근에 들어 주목받고 있는 효소이다. 리파제는 다양한 반응을 촉매할 수 있을 뿐 아니라 광범위한 반응조건에서도 효소로서의 특성을 잘 나타내기 때문에 고부가가치의 기능성 유화제 생산에 이용하기에 적합하다. 표 2는 리파제를 이용한 유화제 생산에 대한 장점을 요약한 것이다.

5. 항산화제(antioxidants)

항산화제란 식용유지나 식품 중의 지방질 성분의 산화를 억제하여 주는 물질로서 산화에 의한 향미성분의 감소 및 지용성비타민류의 파괴 등 영양성분의 피해를 일정기간 방지할 수 있다³¹⁾. 최근들어 천연식품첨가물에 대한 관심이 증가함에 따라 지금까지 널리 쓰여왔던 합성항산화제보다 천연항산화제를 선호하는 경향이 있는데, 유지에 존재하는 대표적인 천연항산화제로는 동식물체에 널리 존재하는 토코페롤류(tocopherols)와 인지방지질의 하나로서 대두유와 옥수수수에 있는 레시틴(lecithin), 참깨기름의 세사몰(sesamol), 면실유의 고시폴(gossypol), 그리고 강력한 항산화작용을 가진 것으로 알려진 향신료의 일종인 로오즈메리 추출물의 로오즈메놀(rosemenol) 등이 있다. 항산화제의 구체적인 작용기작을 밝히는 것은 반응의 복잡성과 다양성 때문에 많은 어려움이 있었으나

지류가 아닌 것이 특징이다. 제조방법에 따라 분류하면 먼저 난백 또는 우유 단백질에서 유래한 심플리스(simplesse)와 같은 제품이 있는데 미세분자로 만들어 아이스크림 등에 사용하나 열에 대한 불안정성 때문에 조리에는 이용되지 못하고 있다. 또한 가수분해한 옥수수 전분이나 폴리덱스트로즈(polydextrose)와 같이 탄수화물을 변형한 것들이 이미 제품화 되어 있고, 식물성 유지 중의 장쇄 지방산과 설탕의 에스테르 화합물로서 장에서 흡수되지 않으며 천연 유지와 비교하여 하등 손색이 없는 기능성을 가진 올레스트라(olestra) 등이 있다. 한편, 완전히 칼로리를 없애고 유지 기능만을 살린 합성 대체 유지가 개발 중이나 식품으로서 안전성을 인정받기 위해서는 좀 더 많은 연구가 필요한 실정이다.

III. 결 론

위에서 기술한 바와 같이 유지소재는 단순한 고칼로리 식품의 개념에서 벗어나 인체의 생리활성 조절에 필수불가결한 성분으로서 알려지고 있으며 식품업계에서 날로 변화하는 소비자들의 미각을 맞추는 데 중요한 역할을 담당하고 있다. 그러나, 재래유지가 가지고 있는 불필요한 지방성분이 일으키는 건강상의 문제가 심각하게 대두되어, 필수성분만을 가려내거나 리파제를 이용, 천연상태에서 소량 존재하는 중요물질을 대량생산하는 연구가 활발히 이루어지고 있다.

앞으로 신소재 유지류에 대한 영양학적, 산업적인 요구는 더욱 커질 것으로 전망되며 이에 부응하기 위해서는 영양학적, 의학계, 생물공학계 등 여러 학계 연구진들과 더불어 새로운 종자개발을 위한 농업분야와 실제 산업체에 종사하는 인력간에 유기적이고 상호 보완적인 협력이 반드시 필요하다고 생각된다. 더욱이 유지류의 대부분을 외국에서 수입하여 사용하는 입장에 있는 우리나라에서는 고도의 기술력을 이용한 고부가가치 신소재유지류의 생산에 주력해야 할 것이다.

참고문헌

1. 김동훈, 식품화학, 451 (1988).
2. 최춘연, 식품공업, No.112, 36 (1991).
3. Blenford, Don E., International Food Ingredients, NR. 3, 41 (1993).
4. 생명공학의 기술수요 및 시장조사연구 : 과학기술처 특정연구사업 연구 보고서, 273 (1986).
5. Sonntag, N.O.V., Bailey's Industrial oil and fat products, Vol.I, 99 (1979).
6. Voitk, A.J., The Britich J. of Clinical Practice, 29(3), 55 (1975).
7. National Technical Information Service, PB 87-178372, American Academy of Pediatrics, Springfield, VA, (1981).
8. Megremis, C.J., Food Technol., 108, (Feb. 1990).
9. Julius, U., and Leonhardt, W., J. Parenteral and Enteral Nutrition, 12(2), 116 (1988).
10. Japanese patent 63185922 (1988).
11. Babayan, V.K., JAOCS, 58, 49 (1981).
12. Thistle, J.I., Calson, G.L., Hoffman, A.F., and Babayan, V.K., Gastroenterology (May 1977).

13. Ergan, F., Trami, M., and Andre, G., *Biotechnol. Bioeng.*, **35**, 195 (1990).
14. S.M., Kim, and J.S., Rhee, *JAOCS*, **68**(7), 499 (1991).
15. Daniel, E., Bailey's industrial oil and fat products, 322 (1979).
16. S.W., Cho, and J.S., *Rhee, Biotechnol. Bioeng.*, **41**, 204 (1993).
17. 채범석, 지방질대사, 47 (1988).
18. Bjorkling, F., Godtfredsen, S.E., and Kirk, O., *TIBTECH.*, **9**, 360 (1991).
19. Mutua, L.N., and Akoh, C.C., *JAOCS*, **70**, 125 (1993).
20. Daniel, E., Bailey's Industrial oil and fat products, 255 (1979).
21. Wehrli, H.P. and Pomeranz, Y., *Chem. Phys. Lipids* **3**: 357 (1969).
22. Van Deenen, L.L.M. and De Haas, G. H., *Biochem. Biophys. Acta.*, **70**: 538 (1963).
23. Kumar, R. and Billimoria, J. D., *J. Pharm. Pharmacol.* **30**: 754, (1978).
24. Paris, G.Y., Cimon, D.G., Garmaise, D.L., Swetf, L., Carter, J.W. and Young, P.Y., *Eur. J. Med. Chem* **17**: 193 (1980).
25. Jacob, J.N., Hesse, G.W. and Shashoua, V.E., *J. Med. Chem.*, **30**: 1573 (1987).
26. Jacob, J.N., Hesse, G.W. and Shashoua, V.E., *Ibid.*, **33**: 733 (1990).
27. Garzon-Aburbeh, A., Poupaert, J.H., Claesen, M., Dumont, P. and Atassi, G., *Ibid.*, **26**: 1200 (1983)
28. Saravia G., Razzouk, J.C., Poupaert, J.H. and Dumont, P., *J. Chromatogr.*, **494**: 389 (1989).
29. Garzon-Aburbeh, A., Poupaert, J.H., Claesen, M., and Dumont, P., *J. Med. Chem.*, **29**: 687 (1986).
30. Mantelli, S., P. Speiser and H. Hauser, *Chem. Phys. Lipids*, **37**: 329 (1985).
31. Marion, E.D., *Industrial Food Ingredients*, NR.3, 27 (1993).
32. Satoshi, Kudo, *World Conference on Biotechnology for the Fats and Oils Industry*, 195 (1988).