

## 기능성 지질의 산업적 개발과 응용

윤 석 후

이화학연구소

### 1. 서 론

식품의 기능성은 크게 3가지로 나눌 수 있는데 식품의 1차 기능은 체내에 영양을 공급하는 영양 기능이며, 2차 기능은 식품의 기호성을 향상시키는 것이며 질병에 대한 저항성의 향상이나 생리활성의 조절 기능과 같은 식품의 기능이 3차 기능에 해당된다. 유지는 지방산과 글리세롤의 에스터들, 즉 트리글리세라이드의 혼합물로서 용점에 따라 굳기름(fats) 또는 기름(oils)으로 불리운다. 유지는 탄수화물, 단백질과 함께 3대 영양소의 하나로서 능숙된 에너지원일 뿐만 아니라 세포막을 구성하고 피하조직, 장기의 보호작용 및 유수신경의 절연체 역할을 하는 등 생체에 매우 중요한 성분이다. 유지는 위와 같이 영양과 직접 관련된 1차 기능 외에도 식품에 풍미를 부여하고 향미 성분의 전달자 역할을 할 뿐만 아니라 식품을 가열하거나 튀길 때 이용되고 유연성, 부드러움, 부스러지기 쉬운 성질, 효과적인 공기의 혼합 등에서 제빵제과에 필수적인 2차 기능을 가지고 있다(1). 그러나 최근들어 식품의 3차 기능인 체내의 생리활성과 관련된 생체조절기능을 주목적으로 하는 기능성 식품, 특히 기능성 지질에 관심이 모아지고 있는데 기능성 식품이라 함은 대개가 이들 3차 기능을 함유한 식품을 가르킨다.

유지의 성분인 지방산은 소화관 내에서 더이상

가수분해되지 않고 직접 흡수되어 그 자체가 생리활성을 갖는 경우가 많으므로 매우 효과적인 기능성 식품의 원료로써 주목받고 있다(2).

유지는 전통적으로 식물, 동물, 어류 등에서 채취하였으며 식품중 쇼트닝, 마아가린, 샐러드유와 요리용 기름의 주성분이며 천연유지는 지방산의 탄소수, 지방산의 포화정도, 이성질체의 함량, 지방의 다형성(polymorphic state)에 따라 다양한 물리적, 화학적 성질을 가진다. 영양학적으로 유지는 g당 9kcal의 열량을 내는데 이 값은 단백질이나 탄수화물에 비하여 거의 두배에 가까운 수치이다. 서구의 경우는 섭취하는 에너지의 35~40% 정도를 유지를 통해서 얻고 있는데, 지방의 과다 섭취는 심장 질환, 비만과 암의 유발 등 건강상의 문제점을 일으키게 되었다. 따라서 유지에 의한 열량량을 낮추면서도 특유의 기능성을 살릴 필요성을 절감하게 되었다. 즉 유지 섭취로 인한 건강상의 문제점들을 줄이는 한편, 유지의 기호성, 즉 유지의 풍미성과 입에서 느끼는 감촉 등은 그대로 유지하며 인체에 꼭 필요한 필수 지방산의 섭취를 유지하는 방법을 모색하게 되었으며, 나아가 생리활성 물질의 섭취를 증진시키기 위하여 기능성을 지닌 필수성분만으로 이루어지는 새로운 개념의 유지의 생산과 이를 위한 연구가 필요하게 되었다(3). 또한 유지 중 여러 물질들이 생리활성에 중요한 역할을 하는 것이 밝혀짐에 따라 재래유지를 변형 가공

한 유지 신소제의 개발이 활발히 이루어지고 있다.

유지 신소제의 생산방법에는 유지의 생산과정에서 품종개량을 통한 중요성분의 함량을 증진시키는 방법이나 유전자조작을 이용하는 방법이 있으며 재래유지의 단순 분리를 통하거나 유지에 화학적인 잔기를 붙이기까지 여러가지 다양한 방법이 있다. 특히 근래에는 지방가수분해 효소인 리파제(lipase)를 이용하는 생물공학적인 방법이 중요시되고 있는데, 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 때문이다(4). 또한 인체 내에도 존재하는 효소이므로 식품용 유지의 생산에 있어 인체에 대한 안전성이 보장된다는 잇점이 있다.

## 2. 기능성 지방질의 예

### 2.1 중쇄 지방질(Medium Chain Triglycerides : MCT)

중쇄지방질이란 주로 탄소수 8~10개의 지방산으로 이루어진 중성지방질을 말한다. 자연계에 널리 분포되어 있는 장쇄지방질(Long Chain Triglycerides : LCT)에 비하여 중쇄 지방질은 여러 가지 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 튀김요리 제조 후에도 점도가 상승하지 않는 점, 0°C에서도 액상을 유지하는 점등이 특징이다. 성인이 하루 약 100g을 섭취해도 전혀 문제가 없는 것으로 보고 되고 있으며, 나아가 전체 영양 섭취량의 40% 정도까지 섭취하여도 별다른 이상이 없는 것으로 보고되고 있다(5, 6). 그러나 지나친 사용에 대해서는 주의할 요하는데 그 이유는 쉽게 흡수되고 빠르게 이용되는 과정에서 필수지방산의 결핍현상이나, hyperketosis 등의 우려가 있다. 이러한 문제를 해결하기 위해서 다음 단원에서 서술하겠지만 중쇄지방질의 구성 지방산에 리놀레산과 같은 필수지방산을 일부 대체

시킨 혼성지방질의 합성도 연구되고 있다(7).

중쇄지방질은 향기와 색이 없는 특징 때문에 향료나 색소의 운반체로 많이 사용되며 지용성 비타민, 의약품 등의 운반체로도 사용될 수 있기 때문에 기존의 식물성 기름이나 polyethylene glycol, triacetin, mineral oil, benzyl alcohol 등의 대체품으로 널리 쓰이고 있으며 캔디를 제조할 때 표면의 광택을 증가시키고 서로 붙는 것을 방지하기 위한 목적 등으로 식품산업에서 많이 사용된다. 또한 셀러드 드레싱이나 제빵 산업, 아이스크림 제조 등에 식물성 유지를 대신해서 사용되고 있다. 한편, 중쇄 지방질은 기존의 장쇄 지방질과는 달리 대사되는데 소장에서 일부 가수분해 되지않고도 그대로 흡수되기도 하며, 가수분해되어 흡수된 중쇄지방산은 장쇄 지방산과 다른 대사경로를 거치게 된다. 즉, 장쇄 지방산이 장쇄지방질로 합성되어 chylomicron을 형성, 림프계를 타고 간으로 이송되어 사용되며 사용되지 않은 지방은 지방세포로 저장되는 것과는 달리, 중쇄 지방질은 혈관을 타고 간으로 그대로 이송되어 ketone body로 산화되어 에너지원으로 빠르게 이용되는 특징이 있다(그림 1). 따라서 중쇄지방질은 지질의 소화 흡수능력이 저하되어 장쇄지방의 경우는 흡수하지 못하는 환자의 경우에 매우 우수한 영양원으로 이용되기도 하며, 유아식, 중환자나 외과 수술환자, 미숙아의 영양원으로도 이용되고 있다(8, 9). 다음은 중쇄 지방산이나 지방질을 이용한 제품의 예이다.

- 1) Medium Chain Monoglycerides (MCMs) : MCMs는 친수성 물질은 물론 소수성 물질도 동시에 녹이는 특성이 있어, 향료, 스테로이드, 염료 및 방향제의 base로 이용되어 화장품 산업, 제약산업 등에서 그 용도를 확대해 나가고 있다(10). 또한 체내의 콜레스테롤성 담석을 녹여내는 처방에도 이용되고 있다(11).
- 2) Medium Chain Triglyceride Cheese : MCT는 수년간 지방대사를 제대로 못하는 환자를 위한 영양원으로 유용하게 이용되어 왔다(12). 그러나 이런 환자의 경우 대개 하루에 50~150g의 MCT를 섭취할 때 과일 주스와 섞어서 섭취해 왔으나 버터, 치즈, 스프레드와 같은 유제품에

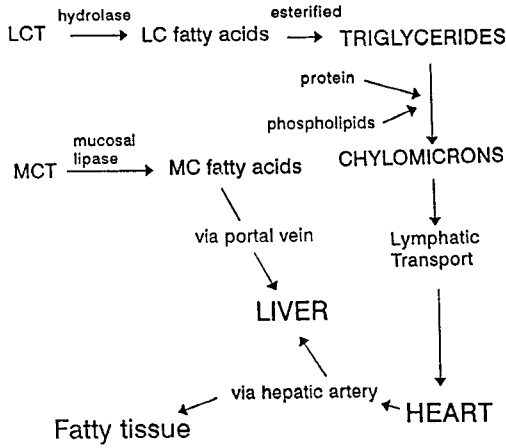


그림 1. MCT와 LCT의 대사경로

는 이들이 소화할 수 없는 장내 지방질이 함유되어 있어 소화해 내지 못하는 문제점 때문에 MCT 마아가린, 치즈, 스프레드 등이 환자식의 일종으로 생산되고 있다. MCT가 다른 지방에 비해 점도는 떨어지나 일반 치즈의 발효공정과는 다른 약산을 이용한 산화 공정으로 치즈를 제조할 수 있으며 이때 가장 중요한 단계는 탈지유를 약산을 이용해 산화하는 단계이고 탈지유를 산화 후 가열함으로써 커드를 형성하고 커드를 MCT를 포함한 첨가물을 가한 후 치즈로 가공한다. 보통 MCT 치즈는 23%의 단백질과 30%의 MCT로 이루어져 있다. 이러한 MCT 치즈는 지방을 제대로 소화하지 못하는 환자들에게는 매우 유용한 식품으로 이용될 수 있다.

## 2.2 고도불포화지방산(Poly-Unsaturated Fatty acid : PUFA)과 필수지방산

인체에 있는 트리글리세리드의 50% 이상은 불포화 지방산으로 이루어져 있으며 간에 있는 불포화화 효소(desaturase)에 의해 포화지방산의 불포화화가 이루어진다. 그러나 포유동물에게는 지방산의 9번 탄소와  $\omega$ -탄소 사이에 이중결합을 도입하는 불포화화

효소가 없으므로  $\omega$ -6인 리놀레산(linoleic acid),  $\omega$ -3인 리놀렌산(linolenic acid), 아라키돈산(arachidonic acid)과 같이 식이로부터 반드시 섭취해야 하는 필수지방산이 존재한다(그림 2). 리놀레산과 리놀렌산은 해바라기, 달맞이꽃의 종자에 많으며 아라키돈산은 동물에만 있는 것으로 알려져 있다. 한편, 리

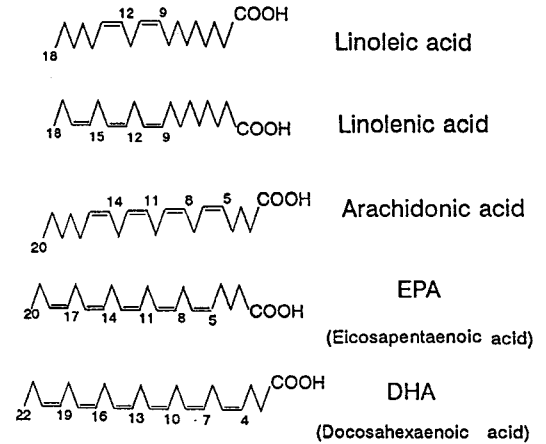


그림 2. 여러가지 불포화 지방산의 구조

놀레산만 충분히 공급되면 리놀렌산과 아라키돈산은 체내에서 합성이 가능하므로 엄격히 말해 리놀레산만이 필수지방산이라고 할 수 있다. 이와같이 필수지방산과 효소에 의해 체내에서 만들어지는 고도불포화지방산의 주요기능은 다음과 같다. 먼저 세포막의 손상을 막기 위해서는 세포내 저장 트리글리세리드가 액체상태로 존재해야 하는데 체온에 따른 불포화지방산의 차지하는 비율조절로 액체상태가 유지된다. 또한 인지질분자의 불포화지방산의 차지하는 비율조절로 액체상태가 유지된다. 또한 인지질분자의 불포화지방산은 콜레스테롤과 함께 막의 유동성을 조절한다. 그리고 필수지방산으로부터 합성되는 프로스타글란딘(prostaglandin, PG)과 관련화합물인 에이코사노이드(eicosanoid)는 합성된 세포 내에서만 생리활성작용을 나타내는 국소호르몬 역할을 한다(13). 이러한 불포화지방산의 기능성 때문에 eicosapentaenoic acid(EPA)와 docosahexaenoic acid(DHA) 등

과량의 불포화 지방산을 함유한 물고기 기름의 섭취가 영양학적으로 중요하게 되었으며, 이를 함유한 다양한 기능성 식품들이 생산되고 있다.

### 2.3 재구성 지방질 (Structured Lipids)

MCT가 많은 장점들을 가지고 있으나 리놀레산과 같은 체내에서 합성이 불가능한 필수지방산은 섭취해야하기 때문에 가장 쉬운 방법의 하나로 MCT와 LCT를 물리적으로 혼합한 것을 사용했다. 그러나 최근에는 위의 혼합물보다는 재구성 지방질을 선호하게 되었는데 재구성 지방질은 <그림 3>에서 보는 바와 같이 MCT와 LCT를 interesterification시킴으로써 얻을 수 있다(14). 이렇게 생산한 재구성 지방질은 물리적 혼합물의 경우 혼합물을 이루는 각각의 TG가 고유의 흡수 속도를 가지는 반면 대개 흡수가 빠른 MCT와 흡수가 느린 LCT의 중간 정도의 흡수속도

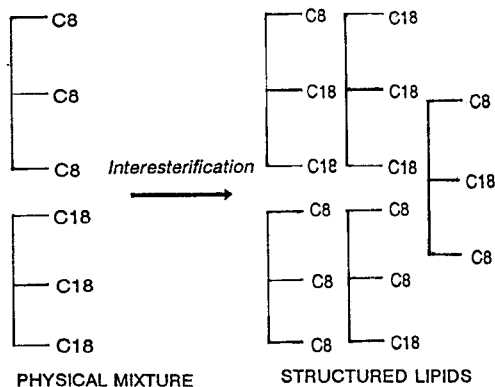


그림 3. 혼성지방질의 합성방법

를 가짐으로써 환자치 등 에 이용할 때 에너지 흡수속도를 조절할 수 있는 장점을 가지고 있다. 또한 재구성 지방질을 MCT와  $\omega$ -3지방산을 이용해 제조함으로써 고유의 대사경로를 가지는 유지를 만들 수 있다. 이런 재구성 지방질을 사용함으로써 많은 잇점을 얻을 수 있는데 그 중의 하나가 면역기능의 향상이다. 중쇄 지방산,  $\omega$ -6,  $\omega$ -3 지방산의 함량을 조절함으로써 최적의 면역 기능을 유지할 수 있다. 왜냐하면

체내의 아라키돈산의 과다는 항체나 림포카인 합성을 저해하는 반면 EPA나 리놀렌산은 이와는 반대의 작용을 함으로 각각의 지방산의 함량을 조절함으로써 면역작용의 균형을 유지할 수 있다. 또한 재구성 지방질은 암 발생 확률을 낮추고 혈전증을 예방하며 콜레스테롤의 함량을 낮추는 등의 역할을 한다고 알려져 있다(15).

### 2.4 코코아 버터 (Cocoa Butter)

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 녹을 때 부드럽고 시원한 감을 느끼게 한다. 이러한 특이한 성질은 글리세리드의 조성에 의해 나타나는데 코코아 버터는 다른 대부분의 지방질과는 달리 단지 몇 개의 트리글리세리드만을 함유하며, 그중 특히 세종류가 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 트리글리세리드 중 각각 52%와 18.4%를 차지하며, 대부분의 올레인산은 트리글리세리드의 2번 위치에 포함되어 있다(16).

### 2.5 유화제 (Emulsifier)

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, 각종 소스, 케이크 반죽 (Cake Batter), 첨가제로 널리 이용되고 있다. 현재 사용되고 있는 유지를 기초로하는 유화제들을 표1에 정리해 놓았다. 그중 모노 및 디-글리세리드 (Mono and di glyceride ; MG and DG)의 혼합물은 여러 가공식품의 유화제로 이용되고 있으며, 화장품의 계면 활성제로도 사용되는 등 여러가지 식품 및 약품가공에 널리 사용되고 있다(17). 한편 순수한 위치특이적 1, 3-sn-Diacylglycerols과 1(3)-rac-Mon-

oacylglycerols은 인산지방질(phospholipid)과 당지방질(glycolipid), 리포프로테인(lipoprotein) 합성의 전구체로 이용되며(18, 19), 항염증물질과(20, 21)  $\gamma$ -아미노뷰티릭산(GABA)(22, 23)

등과 같은 여러 약품의 약리 전달물질로 이용되고 있다(24, 25). 이들은 또한 여러 생물공정에 사용되는 효소의 중요한 활성촉진제제로서도 이용되는 등 그 용도가 다양화되고 있다(26-27).

Table 1. Fat-based emulsifiers

Name	Chemical classification	Function
M-and diacylglycerol	Glycerol esters	Retain water, aid aeration, provide crumb softness
SSL	Sodium stearyl lactylate	Starch and protein complexing agent, promote oil-in-water emulsion
DATEM	Diacetyl tartaric acid esters of mono- and diacylglycerol	Dough conditioner and volume enhancer
Span	Sorbitan fatty acids esters	Promote water-in-oil emulsion
Lecithin	Phospholipid	Modifies viscosity, wetting agent

Ref. Nawar, W.W. in Food Chemistry(Fennama, O.R., ed). pp.139 244, Marcel Dekker

## 2.6 합성 무칼로리 유지(Acaloric synthetic compounds, 대체유지)

합성 무칼로리 유지는 물성이나 작용은 일반 유지와 같으나 소화 효소에 의해 분해되지 않기 때문에 열량을 내지 않는 물질이다(28). 이러한 물질들은 아직 사용허가를 받지 못했지만 많은 특허가 출원되고 있는 실정이다. 이 중에는 alkylmalonic acid와 malonic acid와의 fatty alcohol ester(DDM ; Frito-Lay Corp., Plano, TX, U.S.A), esterified propoxylated glycerols(EPG ; ARCO Chemical Co., Newton Sq., PA. U.S.A), trialkoxy tricarb-allylate(TATC), sucrose polyester(SPE ; Procter & Gamble Co., Cincinnati, OH, U.S.A.) 등이 있으며 SPE의 경우는 sucrose의 6~8개의 -OH기와 지방산의 esterification을 통해 만들어지며 esterification된 지방산의 수나 지방산의 종류에 따라 SPE의 기능성이나 생리학적 특성이 결정된다.

## 2.7 생체계면활성제(Biosurfactants)

계면활성제란 친수성과 소수성을 동시에 가지고 유화액(emulsion) 내에서 계면의 불안정성을 줄이는 물질로서 특히 자연상태에 존재하는 것을 생체계면활성제라고 한다. 유지류에 있는 생체계면활성제에는 레시틴(lecithin), 모노아실 글리세롤(monoacylglycerol), 사포닌(saponin), 당지방질(glycolipid), 리포프로테인(lipoprotein)등이 있는데 새로운 생체계면활성제로서 글리세롤(glycerol)과 콩의 포스파티딜콜린(phosphatidylcholine)을 기질로 하여 포스리 파제(phospholipase D)를 이용, 포스파티딜 글리세롤(phosphatidylglycerol)을 다량생산하는 방법이 연구되었다(그림 4). 화학적으로 변성된 계면활성제를 식품에 첨가하는 것이 안전성에 있어 의문시되는 상황에서 자연상태에서는 소량만 존재하는 생체계면활성제를 효소적인 방법으로 다량생산할 수 있다는 점이 큰 장점이나 활성이 좋은 효소의 발견과 반응기의 개발 등 많은 연구와 투자가 요구된다.

### 3. 기능성 지방질의 생산

#### 3.1. 리파제를 이용한 중쇄지방질의 합성

중쇄지방질의 상업적 합성방법은 촉매없이 고온 고압에서 직접 에스테르화시켜 합성한 다음, 알칼

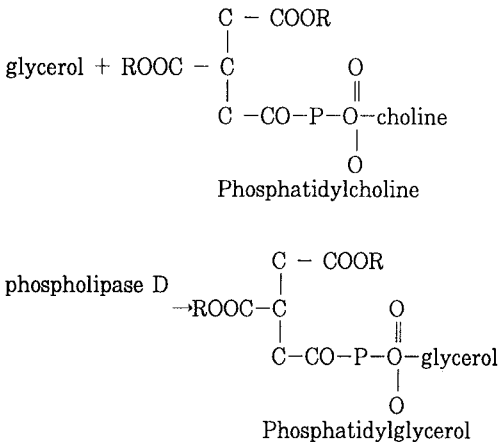


그림 4. 포스포리파제D와 포스파티딜콜린을 이용한 포스파티딜글리세롤의 합성

리세정, steam refining, 분자증류, 한의여과 및 활성탄 흡착 등의 여러 단계의 분리정제공정을 거쳐 생산, 공급되고 있다. 그러나 고온 고압 조건에서의 중쇄지방질의 합성은 반응이 진행되면서 여러가지 분산물들이 생성되는 단점이 있다. 이러한 단점을 극복하기 위해 지방을 가수분해하는 효소로 알려진 리파제를 이용해 중쇄지방질을 합성한다. 리파제는 <그림 5>에서 보는 바와 같이 가수분해, alcoholysis, glycerolysis 반응을 촉매하는 효소로써 미수계(microaqueous system : 물이 효소활성을 나타내는 최저 수준으로 존재하고, 소수성의 기질이나 유기용매가 대부분을 차지하는 반응계)에서 에스테르화 반응을 수행할 수 있는 특성이 보고되었고, 이를 이용해 많은 중쇄지방과 같은 지방합성에 대한 연구가 수행되어 왔다(30, 31).

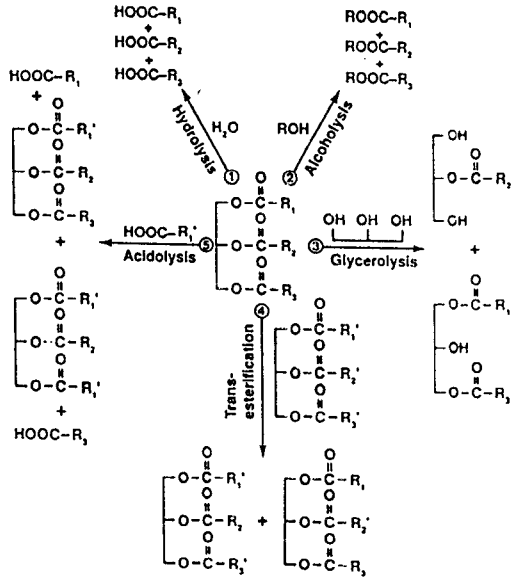


그림 5. 리파제에 의해 촉매되는 여러가지 반응

#### 3.2 코코아 버터 대용지를 제조하는 산업적 방법

먼저 화학적 방법으로 고압하에서 sodium alko-xide와 같은 화학촉매를 이용하여 에스테르 교환반응을 하는 것이나, 이 경우 글리세리드내의 지방산 분포가 무작위적이 됨에 따라 온도에 따른 원하는 물성이 나타나지 않는다. 그러나 1, 3 특이성 리파제를 이용하는 경우 2번 위치의 올레인산은 유지시키면서 1, 3번 위치의 지방산을 바꿀 수 있으므로 코코아버터 대용유지를 생산할 수 있다 (32).

#### 3.3 불포화지방산을 함유한 기능성 식품의 개발에 있어서의 리파제의 적용

리파제의 에스테르교환반응을 이용하여 천연의 DHA를 중쇄지방이나 인지질에 도입함으로써 소화력 향상 및 영양학적으로 기능성을 향상시킨 식품을 제조할 수 있다. 또한 포스포리파제 A2

를 이용하여, phosphatidylcholin의 sn-2 위치에 EPA나 DHA를 에스테르화하여 영양학적으로나 의학적으로 가치있는 새로운 식품을 창출할 수 있다. 따라서 이 분야의 계속된 연구가 활발히 진행되고 있다(33, 34).

### 3.4 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 수종류의 부산물이 생성되어 고온으로 인한 수종류의 부산물이 생성된다. 이들 부산물들과 미반응기질을 반복적인 후속 분자증류(molecular distillation; 감압증류) 과정을 통해 제거시킴과 동시에 모노글리세리드

의 함량이 90% 이상이 되게 하는 것이 모노글리세리드의 일반적인 공업적 생산방법이다. 그런데 이러한 현재의 공업적 MG 생산과정은 다음과 같은 사항들에서 개선의 여지가 있다. 즉, 고온 조건으로 인해 산물인 MG의 지방산은 상당부분이 포화 또는 산화를 겪게 되어 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. 표2는 리파제를 이용한 유화제 생산에 대한 장점을 요약해 놓았다.

표 2. 리파제를 이용한 유화제 생산방법의 장점

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

## 4. 결 론

위에서 기술한 바와 같이 다양한 유지소재는 종래의 단순한 고칼로리 식품의 개념에서 벗어나 인체의 생리활성조절에 필수불가결한 성분으로서 알려지고 있으며 건강에 대한 관심이 높아지면서 재래유지가 가지는 건강상에 대한 문제점을 극복한 새로운 유지 소재의 개발이 활발히 진행되고 있는 상태이다.

앞으로 신유지소재류에 대한 영양학적, 산업적인 요구는 더욱 거세어 질 것으로 전망되며 이에 부응하기 위해서는 영양학계, 의학계, 생물공학계 등

여러 학계 연구진들과 더불어 새로운 종자개발과 아울러 농업분야와 실제 산업체에 종사하는 인력간에 유기적이고 상호보완적인 협력이 반드시 필요하다고 생각된다. 더욱이 유지류의 대부분을 외국에서 수입하여 사용하는 입장에 있는 우리나라에서는 고도의 기술력을 이용한 고부가가치 신유지소재류의 생산에 주력해야 할 것이다.

## 참 고 문 헌

1. 김동훈, 식품화학, 451(1988)
2. 최춘언, 식품공업, No.112, 36(1991)
3. Blenford, Don E., International Food Ingredi-

- ents, NR.3, 41(1993)
4. 생명공학의 기술수요 및 시장조사연구 : 과학기술처 특정연구사업 연구보고서, 273(1986)
  5. Megremis, C.J., Food Technol., 108(Feb. 1990)
  6. Julius, U., and Leonhardt, W., J.Parenteral and Enteral Nutrition, 12(2), 116(1988)
  7. Japanese patent 63185922(1988)
  8. Voitk, A.J., The British J. of Clinical Practice, 29(3), 55(1975)
  9. National Technical Information Service, PB 87-178372, American Academy of Pediatrics, Springfield, VA, 1981
  10. Babayan, V.K., JAOCS, 58, 49(1981)
  11. Thistle, J.I., Calson, G.L., Hoffman, A.F., and Babayan, V.K., Gastroenterology(May 1977)
  12. Back and Babayan, Am. J. Clin. Nutr. 36, 950(1982)
  13. 채범석, 지방질대사, 47(1988)
  14. Kennedy, J. P. Food Technol. 76,(Nov. 1991)
  15. Vitale, J. J. Dietary Fat Requirements in Health and Development ed. J. Beare Rogers, p.137. AOCS. Champaign. III)
  16. Daniel, E., Bailey's industrial oil and fat products, 322(1979)
  17. Daniel, E., Bailey's Industrial oil and fat products, 255(1979)
  18. Wehrli, H.P. and Pomeranz, Y., Chem. Phys. Lipids 3:357(1969).
  19. Van Deenen, L.L.M. and De Haas, G. H., Biochem. iophys. Acta., 70:538(1963).
  20. Kumar, R. and Billimoria, J. D., J. Pharm. Pharmacol. 30:754(1978).
  21. 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).
  22. Jacob, J.N., Hesse, G.W. and Shashoua, V. E., J. Med. Chem., 30:1573(1987).
  23. Jacob, J.N., Hesse, G.W. and Shashoua, V. E., Ibid., 33:733(1990).
  24. Garzon Aburbeh, A., Poupaert, J.H., Claesen, M., Dumont, P. and Atassi, G., Ibid., 26:1200(1983).
  25. Saravia G., Razzouk, J.C., Poupaert, J.H. and Dumont, P., J. Chromatogr., 494:389 (1989).
  26. Garzon Aburbeh, A., Poupaert, .J.H., Claesen, M., and Dumont, P., J. Med. Chem., 29:687(1986).
  27. Mantelli, S.,P.Speiser and H.Hauser, Chem. Phys. Lipids, 37:329(1985)
  28. Anon,J. Am. Diet. Assoc. 91, 1285(1991)
  30. Ergam, F., Trami, M., and Andre, G., Biotechnol. Bioeng., 35, 195(1990)
  29. Satoshi, Kudo, World Conference on Biotechnology for the Fats and Oils Industry, 195(1988)
  31. S.W., Cho, and J.S., Rhee, JAOCS, 68(7), 499(1991)
  31. S.W., Cho, and J.S., Rhee, Biotechnol. Bioeng., 41, 204(1993)
  32. Bjorkling, F., Godtfredsen, S.E., and Kirk, O., TIBTECH., 9, 360(1991)
  33. Mutua, L.N., and Akoh, C.C., JAOCS, 70, 125(1993)