

산·학·연 논문

새로운 지방 대체물질의 현황 The Situation of Novel Fat Substitutes

안 봉 전 (Bong-Jeun An)
경산대학교 생명자원공학부

서 론

최근 산업사회가 변화하면서 식생활 또한 급격히 변화되어 탄수화물의 섭취량은 감소하고 동물성 단백질과 지방질의 섭취가 증가하고 있는 실정이다.

특히 지방질의 과다섭취는 순환기계 질환, 뇌졸중, 동맥경화증, 당뇨병, 암, 비만 및 각종 성인병의 원인이 되는 것으로 우리의 건강을 위협하는 심각한 요인으로 알려져 있다. 이런 현황 때문에 각국에서는 지방질의 섭취를 줄이기 위한 권고치를 정해 이의 실천을 위한 연구가 진행되고 있다. 이처럼 지방질의 섭취를 줄이기 위해서는 지방질이 식품에 부여하는 각종 기능적 특성(성상, 향미, 조직, 촉감, 크림성 등)을 가지는 소재 즉, 칼로리가 없거나 또는 적은 지방대체물을 이용하는 것이 바람직하며, 요즘 각국의 식품회사들은 지방의 함량을 줄이거나 없는 제품을 개발하여 판매하고 있다. 그러나 현재까지 개발된 지방대체물은 일부 지방질을 대체할 수는 있으나 완벽하게 대체하여 모든 식품에 이용될 수 있는 것은 없으며 계속 연구되고 있다(1,2).

지방 대체물의 분류 및 종류

지방대체물이란 유지가 가지고 있는 고유한 특성을 부여할 뿐만 아니라 칼로리를 공급하지 않거나 적게 공급하는 물질을 말하며, 지방의 일부를 대체하는 것과 완전히 대체할 수 있는 것이 있다. 따라서 지방대체물은 성분조성에 따라 크게 탄수화물계 지방대체물(carbohydrate based fat substitutes), 단백질계 지방대체물(protein based fat substitutes), 지방계 지방대체물(fat based fat substitutes) 및 합성 지방대체물(synthetic fat substitutes)로 나눌 수 있으며, 주요 식품군 각각에 사용할 수 있는 지방대체물을 인용하였다(1-6).

탄수화물계 지방대체물

주로 전분계의 지방대체 소재로서 전분의 소재로는 corn, tapioca 등과 효소나 산으로 부분적으로 가수분해한 maltodextrin 및 dextrin, gum, cellulose, pectin, flour,

polydextrose 등이 사용되고 있다. 전분소재의 지방대체물의 사용방법은 25~30%의 수용액을 base로 유지와 1:1의 치환이 가능하며 소재 자체는 유지(9 kcal/g)의 절반인 4 kcal/g으로 소화성이 있고 저지방, 저칼로리의 마아가린, 드레싱, frozen dessert, sour cream 등에 응용된다. 이들 탄수화물계 소재들은 hydrocolloid성 물질로 수용액에서 점도를 증가시키거나 겔을 형성하는 긴 사슬의 고분자 물질로 점도 증가, 유화성, 안정성, 크림성 등의 기능을 가진다. 그러나 문제점으로는 전분계 특유의 점착성 조직감이 남는 것과 수용액을 바탕으로 했기 때문에 가열식품에의 응용에 한계가 있다.

1. Modified food starch

소재로는 potato, tapioca, waxy maize, corn 등이 사용되고 유지와 비슷한 texture와 mouthfeel을 가지고 있다. 여기에 속하는 제품으로는 다음과 같다.

① Sta-Slim : A. E. Staley, 소재에 따라 potato(142, 143), tapioca(150, 151), waxy maize(171)로 구분되며 salad dressings, cheese cakes 등에 사용된다.

② Stellar : A. E. Staley, Acid-modified corn starch

③ Amalean : American Maize-Products, corn(I , III instant)

이외에 National Starch & Chemical의 Lean Bind, N-Lite L(waxy maize) 및 Slenderlean(tapioca)이 있다.

2. Maltodextrin

① Maltrin : Grain processing에서 개발된 것으로 이것은 옥수수 전분의 부분 가수분해하여 생산하는 단맛이 없는 oligosaccharide로 주로 α-1,4-linked dextrose 단위로 된 것으로 maltose로 분해된다. 이 제품은 백색분말로 뜨거운 물에 녹으며 냉각하면 gel을 형성하고 담백한 풍미와 입속에서 매끄러움을 주며 경화유와 비슷한 조직감을 부여한다. 저지방 spread, 마아가린, salad dressing, frozen dessert, imitation sour cream 등에 지방의 일부 대체가 가능하다.

② Paselli SA 2 : Avebe회사에서 개발한 것으로 감자 전분을 부분 가수분해한 것으로 10~25% 용액을 냉각하

면 겔화되어 지방과 비슷한 촉감과 담백한 향을 나타낸다. 25%액의 칼로리는 유지의 11%정도를 가지며 bakery products, dips, salad dressings, frozen desserts, table spread, 마요네즈계 제품, 식육제품, 과자류 등에 지방의 일부를 대체하는데 사용된다. 이외에 LoDex(American Maize Products, corn), N-Lite B(waxy maize)와 Instant N-Oil II(Topioca National Starch & Chemical) 및 Lycadex 100(potato), 200(waxy corn : Roquette, 25% 용액은 1 kcal/g, 200용액은 점성의 페이트상, 100 용액은 보존중에 겔화 된다)이 있다.

3. Cellulose

Carboxymethyl cellulose, microcrystalline cellulose 및 hydroxy propylmethyl cellulose 등이 속하며, 제품으로는 Dow Chemical의 methylcellulose와 hydroxypropyl methyl-cellulose, FMC의 Avicell RC/CL(cellulose gel, microcrystalline cellulose, stabilization), Avicell RCN-30(microcrystalline cellulose, maltodextrin, xanthan), Novagel RCN 10, 15(cellulose gel, guar), Functional Foods의 Ex-Cel SD(cellulose gel)이 있으며, 최근('96년 8월) 미국 농무부에서 Z-trim이라는 무칼로리 지방대용품으로 불용성 천연 섬유질이 분해돼 있어 실제로 지방성 미분자 없이도 부드러운 지방의 느낌을 혼용하는 대용물을 만들어 낼 수 있도록 개발된 것으로서 다른 지방대용품과는 달리 요리에도 사용될 수 있다. 이것은 떡갈나무의 피질과 옥수수, 콩, 완두, 쌀 등으로 제조되었으며 치즈, 초코릿, 팬케이크, 햄버거등에 사용될 수 있다고 한다.

4. Gum

Gum류는 점성과 안정성을 부여하며 매끄러움, 크립과 같은 부드러운 윤희성의 지방과 같은 기능을 부여한다. Xanthan gum, guar gum, carragenan, LBG 등이 있으며 salad dressing, processed meats등에 hydrocolloid상태로 사용된다.

5. Polydextrose

Litesse는 미국 Pfizer Chemical이 생산하여 판매하고 있으며 이는 dextrose와 소량의 sorbitol 및 citric acid로 이루어진 polymer이며 수용성의 비결정성 고체로 1 kcal/g의 열량을 가지고 있다. Candy(coating), chewing gum, frozen dairy products, dry mixes, puddings, cookie mixes, icing 등에 이용된다. 그 외에 corn starch에서 만들어진 Opts Grade(Opta Food Ingredients), tapioco dextrin에서의 N-Oil(National Starch & Chemical), pectin에서의 Slendid(Hercules), flour에서의 Trim Choice(Oat, ConAgra Speciality Grain Products), Oattrim(Oat Rhone-Poulenc Food Ingredients) 및 Rice-gel L-100(rice, Rivland Part-

nership)이 있다.

단백질계 지방대체물

유단백이나 난단백을 바탕으로 제조된 것이 대부분으로 가압하에서 가열하여 응집 겔을 특수한 기술에 의해 미립자화한 것으로 (1/3의 단백질을 함유한 emulsion) 매끄러운 감촉을 가진다. 문제점은 탄수화물(전분)계와 같이 사용량에 의존하기 때문에 단백질로서의 조직감이 남아 있기도 하고 또한 열에 불안정하여 고온의 조리유나 튀김유에서는 단백질이 변성 응고되어 사용하기 어렵고 보존성(2주간)도 좋지않다.

1. Whey protein

① Simplese

Newtra Sweet에서 개발한 것으로 난백과 유단백질(whey)을 단독 혹은 혼합하여 고온처리, 초미립자화하여 지방과 비슷한 제품으로 91년 2월 GRAS로 인가되었다. 이것은 단백질을 가열 응고시켜 겔화하면서 높은 전단력을 가하여 0.1~2.0 μ의 초미립자로 만들어 입속에서 유지와 같은 매끄러운 유체 특성을 가지게 한 것이다. 이 제품의 칼로리는 제품 1g당 1/3 kcal로서 frozen dessert, yoghurt, cheese spread, cream cheese, sour cream 등의 낙농제품에 사용할 수 있다. 그리고 Kraft General Foods사의 Trailblazer은 유단백 및 난알부민을 이용한 것으로 제조법은 다르지만 Simplese와 같은 형이다.

② Dairy-Lo

Pfizer와 Ault Foods 회사의 공동으로 만들었으며 유단백(whey)에서 만들어진 우유단백질로 지방이 낮은 식품에서 풍미를 좋게 해주며 조성은 단백질 34~37%, 지방 5%이상, pH는 6~6.6(10% 수용액)으로 열량은 4 kcal/g, 풍미가 좋으며 매끄러운 촉감, 물과의 결합능력이 강하며 안정한 유제품이다. 이는 frozen dessert, dairy products, sour cream, yoghurt 등에 사용할 수 있다. 그 외에 whey protein 소재이며 조직과 식감이 좋은 칼로리가 4 kcal/g인 AMPC사의 AMP 800과 Calpro Ingredients의 칼로리가 3.44 kcal/g이며 emulsion안정화 및 형체를 향상시켜 주는 Calpro 75가 있다.

2. Complete milk protein

American dairy specialties 회사의 CMP-1이 있으며 이는 유단백 소재로 만들어진 잔존 유지의 기능을 보조해주는 것으로 칼로리는 3.6 kcal/g이다.

지방계 지방대체물

탄수화물(전분)이나 단백질을 바탕으로 하는 지방대체

물의 결정적인 문제점은 유지의 조직이나 맛을 대체하는 것이 불가능하다는 것이다. 따라서 유지 본래의 조직이나 맛을 남아있게 하고 저지방, 저칼로리를 달성시키는 것으로 유지를 유지로 대체하는 것이다. 즉 1/3~1/4의 유지로 1의 유지를 대체하는 것이다. 문제점은 가열식품에의 응용에 있어서 다른 것과 같은 형태의 수상계의 emulsion으로 존재하기 위해서는 가열식품에는 응용 한계가 있다. 이런류에 속하는 것으로는 유화제와 지질로서 MCT (medium chain triglyceride) 등이 유지의 전부 혹은 일부를 대체할 수 있다.

1. Emulsifiers

유화제는 mono-diacylglycerol, sodium stearyl lactylates (SSL), diacetyltartaric esters of mono and diacylglycerol (DATEM) 및 lecithin 등이 있다. 이들 유화제는 유지와 같은 칼로리(9 kcal/g)를 나타내므로 지방대체물에서 장점은 없으나 다른 지방대체물과 같이 유화제를 0.5%이하 사용할 경우 다른 지방대체물의 기능 발현을 돕는 역할을 한다.

2. Lipid(Fat & Oil)

야자유나 팜핵유에서 만들어지는 중쇄지방산(주로 C₈, C₁₀)으로 구성된 유지인 MCT(medium chain triglyceride)가 있다. Caprenin은 Procter & Gamble 회사에서 개발 시판하고 있으며 cocoa butter와 유사한 기능을 가지고 있다. 이것은 C₈(caprylic), C₁₀(capric), C₂₂(behenic)의 3가지 지방산과 glycerol를 에스테르화하여 제조한 것이다. 이 제품은 유지와 같은 경로로 흡수되고 대사된다. 그러나 behenic acid는 부분적으로 흡수되고 칼로리를 공급하지 않고 장관을 통과하며 caprylic과 capric은 불충분하게 대사되며 칼로리는 5 kcal/g이다. Candy bar와 같은 soft candy, 건과류와 과일류의 coating, 쿠키에 사용된다. Veri-Lo는 Pfizer사 제품으로 식물유지 또는 유지방을 바탕으로 한 것으로 mayonnaise, dressings, 아이스크림 및 일부 케익류에도 응용이 가능하고 칼로리는 3 kcal/g(제품 base)이며 1:1로 대체시 지방칼로리를 약 1/3로 감소시키는 것이 가능하다. 그리고 이 회사의 또 다른 제품인 short & long acyl triglyceride molecules를 가지는 Salatrim이 판매되고 있으며 칼로리는 5 kcal/g이고 제과, dairy products, table spread에 사용된다.

합성 지방대체물

탄수화물계와 단백질계 지방대체물은 고온에서의 사용(예를 들면 프라이 등)에는 한계가 있어서 이 문제를 해결하기 위하여 새로운 소재의 연구개발이 진행되고 있다. 이 합성 대체물의 기능은 유지와 같으면서 생체에 이용되

지 않는(칼로리가 없는)물질로서 이 경우 최고의 문제점은 안전성의 확인과 식품첨가물로서의 허가에 있다. 이것들은 주로 소화효소에 의해 가수분해되지 않아 칼로리가 없으며 유지와 비슷한 기능과 관능 특성을 부여하는 것으로 아직까지는 미국에서 사용이 허가된 것은 없다.

1. Olestra

상품명인 Olean인 sucrose polyester(SPE) 즉, sucrose fatty acid의 polyester(hexa, hepta, octa)인 합성지방대체물이다. 이 olestra는 외관, 풍미, 열 안정성 등이 보통의 지방과 매우 유사하며 다른 지방대체물과는 달리 고온 안정성이 강하여 튀김이나 기타 제빵, 제과류에도 사용할 수 있다. 그리고 P&G사에 의하면 이 제품은 소화효소에 의해 가수분해되지 않아 칼로리를 공급하지 않으며 콜레스테롤이 없어 지방의 일부 혹은 전부를 대체할 수 있는 장점이 있다고 한다. 즉 조리유에 35%이상과 potato chip과 같은 fried snack food에는 75%이상 대체 가능하다고 한다.

그러나 이 제품을 대량 섭취시 일부 사람에게 설사 및 복통(장경련)을 일으키고 지용성 비타민 A, D, E, K의 흡수를 저해하며 적황색 색소인 카로티노이드를 흡수하여 그대로 배설시키고 미미하지만 뒷맛이 남으며 극소량만 사용되는 다른 식품첨가물과는 달리 다량으로 사용한다는 문제점도 있다. 이러한 이유로 인하여 CSPI 등 소비자 및 시민단체에서는 이의 안전성(설사 등)이 완전히 해결되지 않을 경우 사용을 반대하고 있으며 FDA에서는 1차로 제품자체가 인체에는 무해하다는 결론은 내렸으나 제품판매로서는 아직 결정을 내리지 못하고 있으며, 현재(96년 7월)이 olestra를 사용한 Pepsi 회사의 Frito-Lay의 potato chip제품인 Lay's Max로서 미국의 일부 지역에서 test marketing을 실시 중에 있으며 FDA에서도 이 결과를 조사하여 문제가 있을 경우, 이의허가를 고려하고 있다.

2. Esterified Propoxylated Glycerols(EPG)

Arco Chemical에서 개발한 propylene oxide의 유도체로 구조적으로는 천연 지방과 유사하며 glycerol을 propylene oxide와 반응시켜 polyester polyol을 생성하고 이것을 지방산과 에스테르화하여 얻은 것이다. 이것은 인간의 소화효소로서 가수분해되지 않으며 열 안정성이 좋아서 '조리유, table spread, frozen dessert, salad dressing, bakery product'에 무칼로리 지방대체물로 사용할 수 있으며 개발진행중이다.

3. Dialkyl Dihexadecyl Malonate(DDM)

Frito-Lay가 개발한 것으로 malonic acid와 alkylmalonic acid의 fatty alcohol ester이다. 체내에서의 소화, 흡수가

극히 적으며 열 안정성 또한 뛰어나 potato chip 등의 제조에 이용할 수 있고 이 DDM과 콩기름과의 혼합 사용할 때에 칼로리의 33% 및 지방의 60%를 감소시킬 수 있다고 하며 현재 개발 중에 있다.

4. Trialkoxytricarballate(TATC)

CPC International에서 개발한 것으로 tricarballic acid와 고급 alcohol의 에스테로서 소화효소로 가수분해되지 않고 열 안정성이 우수하여 margarine과 mayonnaise 제품에 사용할 수 있으며 현재 개발 중에 있다.

혼합 지방대체물

이 혼합 지방대체물은 유지의 다양한 역할과 기능을 식품에서 모두 발휘할 수 없어서 두가지 혹은 그 이상의 지방대체물을 혼합하여 사용함으로써 보충효과를 기대할 수가 있다. Zumbro의 Rice Trin 3은 rice maltodextrin과 10% rice protein의 혼합물을 초미립자화한 단백질과 gelling carbohydrate의 장점을 혼합한 것이다. Excelon 회사의 Superbase는 hydrolysed rice, modified food starch, whey protein concentrate, xanthan gum을 혼합한 제품이며, National Starch and Chemical의 N-Flate는 무지우유고형분, 유화제, 변성전분, guar gum을 혼합한 것으로 케익믹스에 이용된다. 그리고 Staley의 Ultra-Freeze 400은 변성전분, 식품단백질 및 corn syrup solid의 혼합체이다.

미국에 있어서의 건강지향 식생활(라이트식품)의 경향

라이트 식품에 관한 최근의 많은 자료나 통계에 따르면 미국인들이 건강과 건강 지향성 식생활에 대한 관심이 점점 높아지고 있음을 알 수 있다. C.C.C(Calorie Control Council)의 1994년 조사에 따르면 미국 성인의 3/4을 넘는 77%가 3년 전에 비해 보다 건강을 고려한 식생활을 하고 있다고 한다. 지방이나 열량을 감소시킨 이른바 라이트 식품과 음료가 이들의 개선된 식생활에서 큰 역할을 차지하고 있다. 또한, 미국 성인의 90%에 해당하는 1억 7천 3백만 명이 라이트 식품을 구입하고 있어 1993년의 1억 5천 4백만 명과 비교하여 상당히 증가하였다. 이 중 78%가 라이트 식품을 선택하는 이유로 먹고 싶은 음식을 먹어서는 안 된다는 스트레스를 받지 않으면서 건강지향성 식생활을 할 수 있게 된 점을 지적하였다. 조사 결과 라이트 식품에 대한 수요는 증가하여 조사대상의 반수 이상인 58%가 적극적으로 라이트 식품을 구입하게 되었다고 답하였다. 한편 식품 소재에 대한 관심도 높아져 미국인의 2/3에 해당하는 1억 9천만 명이 식품 구입시 라벨을 읽어

보고 영양 성분을 확인하며 특히 62%에 해당하는 응답자가 지방을, 57%가 열량을 본다고 답하였다. Thomas Food Industry Register와 FIND/SVP의 1994년 합동조사에 의하면 외식업계 간부들 중 3/4(73%)이 자신들의 고객이 1년 전과 비교했을 때 섭취하는 영양에 대한 관심이 매우 높아졌다고 답하였다. 그 결과 응답자의 과반수가 튀김조리보다 칼로리가 낮은 구이, 데친 야채, 저열량 우유나 유제품의 소비가 1년 전과 비교해 증가하였고 70%는 튀김음식의 소비가 감소하였다고 답하였다. 'Food Service Director'학회지의 1993년 독자조사에 따르면 외식업 경영자들의 3/4이 2~3년 전과 비교하여 보다 많은 소비자가 저열량, 저지방 식품을 요구하고 있다고 답하였다. 식품마케팅협회의 1993년 조사에 따르면 소비자의 3/4는 식품구입시 영양성분이 가장 중요하다고 생각하고 있으며 소비하는 지방의 양에 민감한 반응을 보이고 있어 59%의 소비자가 될 수 있는 한 지방을 섭취하지 않도록 주의하고 있다고 답하였다(전년대비 44%). 일간지 "USA Today"에 연재되었던 Nielsen Marketing Reserch의 조사에 따르면 '식품의 품질에서 무엇이 가장 중요한가'에 대한 질문에 60%에 해당하는 미국인이 저지방과 저콜레스테롤이라고 대답하였다. Connecticut주의 Norwalk에 위치한 Business Communications Company, Inc.에 따르면 "라이트...", "건강...", "...free", "저..."와 같은 선전문구가 있는 식품 또는 음료의 매출이 1993년에서 290억불에 달할 것이라고 예견하고 있다. 'Diet Business'연감에는 라이트 요구르트의 매출이 1993년 7월 현재 10%의 성장률을 보이고 있다고 보고되어 있다. 이러한 성장은 저지방, 저칼로리 브랜드의 인기를 대변하는 것이라고 평가하였다. 'Gourmet News'는 1993년의 샐러드 드레싱 매출액이 6% 성장하였는데 "저열량"타입의 성장이 이 중 89%를 점유하고 있다고 보고하였다. 1993년 'Prepared Foods'잡지의 325개 식품가공 회사를 대상으로 한 R&D에 관한 설문 조사를 보면 52%의 식품가공 회사의 저지방, 저열량 다이어트 식품 제조에 투자액을 20%이상 증가시킬 것이라고 보고하였다. 확실히 미국인들은 지방섭취 감소에 대한 관심이 지속적으로 높아지고 있으며 이를 반영한 식품을 선택하고 있다. 이러한 선택이 획기적인 결과를 초래하고 있다. 즉 미국인들의 상당수는 지속적인 체중 조절을 하고자 하며 국립보건센터의 통계에 따르면 지방 섭취량이 낮아져 지난 12년 전과 비교하여 전체 열량 중 지방이 차지하는 비율이 1978년의 44%에서 1990년에는 34%로 낮아졌다고 한다(7-10). 이와 같이 식생활이 건강에 미치는 영향에 대해서도 높은 관심을 갖고 있는 소비자들의 요구에 부응하기 위하여 식품업계에서는 보다 맛이 좋으면서 열량은 감소시킨 고품질의 라이트 식품 제조에 열을 올리고 있다. 미

국 정부나 의료업계에서 권장하는 바와 같이 전체열량에서 지방이 차지하는 열량이 30%이하로 떨어질 것이다(표 1,2).

표 1. 각국의 지질, 단백질, 열량 및 전분질 섭취량(1인/1일)

국가명	지질(g)	단백질(g)	열량(kcal)	전분질 비율(%)
미 국	176.1	107.7	3495	23.1
캐나다	152.7	100	3207	26.8
구서독	189.2	101.7	3537	25.2
프랑스	178.6	121.5	3491	28.3
영 국	154.6	94.7	3264	32.3
이탈리아	178.0	109.1	3602	33.8
덴마크	222.5	115.3	3817	21.5
오스트리아	143.9	97.2	3094	21.8
아르헨티나	108.5	105.7	3168	36.4
구소련	103.4	106.0	3382	42.7
폴란드	123.2	102.4	3434	39.5
루마니아	94.9	102.7	3327	46.1
일 본	83.0	88.0	2622	46.4
한 국	54.6	78.1	2867	60.4
중 국	44.0	63.6	2637	76.8
인 도	37.2	51.3	2104	64.1

표 2. 과거 지질 에너지 비의 현상과 현재의 권고치

국 가 명	지방에너지비 현상(%)		지방에너지비 권고치(%)
	1978년	1988년	
미 국	44.1	45.4	30
캐나다	43.2	42.9	30~35
네덜란드	48.4	49.3	30~35
스웨덴	41.6	47.4	-
이탈리아	36.7	44.5	25
프랑스	45.1	46.0	-
영 국	39.9	42.6	-
덴마크	47.8	52.5	-
구서독	47.2	40.4	-
구소련	남 -	-	29
	여 -	-	38
루마니아	남 -	-	28
	여 -	-	24
체 코	-	-	30
폴란드	-	-	20~30
구동독	-	-	30
일 본	28.4(1990년)	25.4(1991년)	20~25
한 국	12.7(1981년)	-	-

결 론

최근에는 저칼로리 식품이 미국인들의 일상 식품생활에서 제일 우선적으로 고려할 사항으로 대두되고 있다. 이러한 현상에 적응하기 위해 식품산업체는 저칼로리 탄수화물로부터 시작하여 열량을 감소시키는 연구가 진행되고 있는데 열량이 없거나 낮은 감미료 등이 개발되어 시판되고 있다. 이와 함께 저열량의 제과, 아이스크림, 냉동후식, 잼, 유제품 시장에서 지방의 함량을 낮추기 위해 여러 연구가 진행되고 있는데 이렇게 개발된 것이 바로 지방 대체물질로서 식품산업에서 중요한 한 분야를 차지할 것으로 확신한다. 지방 고유의 기호을 간직하면서도 칼로리가 없거나 적은 유지대체 물질이야말로 미래 식품산업에서 지속적으로 개발되어야 할 분야라고 생각된다.

문 헌

1. 안봉전 : 산업신생물소재론(I). 선명사(1999)
2. 안봉전, 이진태, 배만중 : 생물소재의 응용. 선명사(2000)
3. Anderson, H.G., Rolls, B.J. and Steffen, D.G. : *Nutritional Implications of MacRonutrient Substitutes*. Academy of Scinces, New York(1997)
4. Fernstrom, J.D. and Miller, G.D. : *Appetite and Body Weight Regulation: Sugar, Fat, and Macronutrient Substitutes*. CRC Press(1994)
5. Roller, S. and Sylvia, A. and Jones, P. : *Handbook of Fat Replacers*. CRC Press(1996)
6. Casimir, C. and Swanson, B.G. : *Carbohydrate Polyesters as Fat Substitutes*. Marcel Dekker(1999)
7. Cohen, J.C. and Berger G.M. : Effects of glucose ingestion on postprandial lipemia and triglyceride clearance in humans. *J. Lipid Res.*, **31**, 597-602(1990)
8. Baraona, E. and Lieber, C.S. : Effects of ethanol on lipid metabolism. *J. Lipid Res.*, **20**, 289-315(1979)
9. Asztalos, B. and Roheim, P.S. : Differential response to low-fat diet between low and normal HDL-cholesterol subjects. *J. Lipid Res.*, **41**, 321-328(2000)
10. Morimoto, C. and Okuda, H. : Mechansim of the stimulatory action of okadaic acid lipolysis in rat fat cell. *J. Lipid Res.*, **41**, 199-204(2000)