

# 성인 건강과 기능성 유제품

곽 해 수

(세종대학교 교수  
(주) 애니젠)



# 성인 건강과 기능성 유제품

곽 해 수  
세종대학교. (주)에니젠

## I. 서 론

현재를 사는 우리는 삶의 질을 평가하는 척도로 건강을 말하게 되고, 양호한 건강을 유지하고자 하는 욕구는 인류역사와 함께 지속되어 왔다. 최근 우리 나라에서는 지속적인 경제 성장으로 국민의 생활 수준이 향상되고 식생활의 개선, 의료서비스의 향상 및 건강에 대한 관리 수준이 높아져서 평균수명이 1990년에 71.6세이던 것이 2000년에는 74.9세로 증가되었고, 이러한 증가추세는 앞으로도 지속될 전망이다. 노인인구는 점점 증가되어 2000년부터 본격적인 노령화 사회로 돌입하게 되었다. 또한 노인들의 사망원인은 뇌혈관 질환, 심장질환, 위암, 당뇨병의 순서이며, 노인인구의 증가로 암, 고혈압, 당뇨병 등 소위 성인병이 증가하고 있는 추세이다. 이와 같은 성인병의 발병원인은 운동부족, 스트레스, 식생활, 유전요인 등으로 나타나고 있으며, 이러한 요인 중에서 식생활을 개선함으로써 암 등의 성인병 발생은 최소화 할 수 있을 것으로 사료된다. 특히 기능성 식품은 생체리듬의 조절, 생체방어, 질병예방, 질병회복, 노화억제 등의 다양한 기능이 성인병 예방과 치료에 중요한 역할을 할 것이다.

풍부한 영양뿐만 아니라 다양한 기능성을 가지고 있는 식품 중의 하나가 우유이며, 우유의 일반적인 주요 성분으로는 수분, 단백질, 지방, 유당, 비타민, 무기질, 효소 등이 함유되어 있으며, 기능성 물질로는 면역글로블린, 락토페린, 유지방구막, opioid peptide(opp), 칼슘흡수 촉진 펩타이드, 비피더스균 증식 펩타이드, 사이알린산 그리고 생체방어와 면역 부활 펩타이드 등 다양한 성분이 포함되어 있기 때문에 건강을 유지하는데 중요한 식품이라고 사료된다.

그러나 우유를 마시고 원만하게 소화를 시키지 못하고 구토, 설사, 복부팽만과 같은 불쾌한 증상들이 가끔 발생하는데 이는 우유의 탄수화물인 유당을 가수분해하는 유당분해효소(lactase)가 소장내에 결핍되기 때문이며, 이것을 유당불내증 (lactose intolerance)이라 한다. 이러한 증세는 우리 나라 성인의 경우 약 84~86%에 이르르며, 전세계 인구의 약 2/3에서 발생하기 때문에 균형 있는 영양분을 충분히 함유한 우유를 원만히 섭취하게 하는 기술이 중요하다.

또한 우유에 내재하는 콜레스테롤의 함량은 소량(14mg/100g) 이어서 일반적으로 우리 인체에 필수적인 영양소로서 기능을 하지만, 여러 유제품에는 콜레스테롤이 다량 함유되어 성인병인 고혈압, 동맥경화, 관상동맥 경화증과 같은 심장 및 순환계 질환이 증가될 가능성이 높다. 이와 같은 성인병을 예방하고 치료하기 위하여 콜레스테롤 저하 또는 제거 우유 및 유제품의 산업화가 절실히 필요하다.

성인뿐만 아니라 우리 모두에게 무기질은 중요한 영양소이다. 특히 칼슘이 부족하면 골다공증에 걸리게 되고, 철분이 모자라면 빈혈, 작업능력의 저하, 행동과 지적능력의 손상, 면역과 감염에 대한 저항력의 감소 등의 결과를 초래하게 된다. 우유의 칼슘은 질과 양이 모두 양호하지만 더 보강해야 할 경우도 있다. 그러나 철분은 우유에 매우 부족(0.53 mg/l)하기 때문에 꼭 강화해야 하지만 지금까지 원만한 강화방법이 없었다. 그리고 동물복제 기술을 이용하여 젖소를 형질 전환하여 그 우유로부터 고품질의 생의약품을 저렴하게 생산하므로써 우유의 부가가치를 향상시켜 벤처사업에 크게 이바지 할 수 있을 것이다. 이에 본고에서는 기능성 우유와 유제품이 성인의 건강에 관여하는 면을 알아보고, 유가공 산업 발전에 벤처기업이 어떻게 기여할 수 있는지에 관하여 살펴 보고자 한다.

## II. 유당불내증의 해결과 성인건강

주로 성인들이 우유를 원만하게 소화시키도록 하는 것은 우리 나라 뿐만 아니라 전세계적인 문제이고 이를 위한 연구 개발이 꾸준히 진척되어 왔다. 그러나 큰 효과를 나타내는 제품의 개발은 아직 미흡한 단계에 머무르고 있다. 유당불내증을 개선하기 위한 방법으로 우유 가공처리 중에 유당분해효소를 직접 첨가하거나 고정화(immobilization)된 유당분해효소를 첨가하여 이당류인 lactose가 glucose와 galactose로 분해되어 우유의 당도가 약 4배 정도 증가하여 소비자의 기호에 문제가 된다. 이 방법을 이용하여 1984년 서울우유에서 락토우유라는 제품을 생산하여 초기에는 하루에 7만개(200 ml)정도가 소비되었으나, 이의 소비가 계속적으로 감소되어 최근에는 3,000개 정도가 소비될 뿐이며, 다른 나라에서도 이 제품이 사양길에 놓여 있는 현실이다. 이러한 우유의 단맛 문제를 해결하기 위하여 1980년도에는 미국에서 유당분해효소를 분말화하여 봉지에 담아 우유팩에 부착시켜 필요에 따라 함께 먹을 수 있도록 한 제품이 개발되었다. 그러나 소비자들이 불편함을 느껴 크게 호응을 받지 못하였다.

그 후 1990년도에 미국에서 ultra filtration (UF)을 이용하여 우유에서 유당만을 선택적으로 제거하는 방법을 개발하였다. 그러나 이 방법은 우유의 고유한 단맛을 제거하면서 중요한 영양분인 유당을 제거함으로써 우유 본래의 맛과 영양을 손실하게 되며 수율도 5% 정도 감소하게 된다. 더욱 심각한 것은 유당이 제거된 우유를 섭취할 때 칼슘이 체내에 흡수되어 뼈로 이행되는 것이 거의 불가능하므로 노인층의 우유섭취의 주목적을 달성하기가 어렵다는 것이다. 또한 처리 공정에 필요한 UF장치가 매우 고가일 뿐만 아니라 여과부품, 세척제들의 사용으로 원가가 상승하는 결점이 있다.

따라서 이러한 문제를 해결하기 위한 기술개발로서 유당분해효소를 미세캡슐화 하여 우유에 첨가하는 연구를 다년간 수행하여 산업화 하기에 가능한 단계에 이르게 되었다. 본 연구는 우유에 첨가시 고온 분산 및 양호한 관능적 특성을 나타내는 coating material 과 그 최적조건을 선정하기 위하여 실행하였으며, 그 결과는 다음과 같다. 여러 coating material (fatty acid ester)로 유당분해효소를 미세캡슐화하여 우유에 첨가하고 관능적 특성을 측정 한 결과, MCT(medium chain triglyceride)와 PGMS (polyglycerin monostearate)가 가장 우수한 coating material로 선정되었으며, MCT로 유당분해효소를 미세캡슐화한 결과, coating material과 유당분해효소가 15 : 1일 때 그 수율이 94.9%로 나타났고, 유당분해효소의 온도와 시간에 대한 영향을 측정 한 결과, 55°C에서 2분일 때 79.3%의 활성을 나타냈다. PGMS로 유당분해효소를 coating 한 결과, PGMS와 증류수가 5 : 4일 때 coating material(PGMS와 증류수) 과 유당분해효소가 15 : 1일 때 72.8%의 수율을 보였다. MCT로 유당분해효소를 미세캡슐화한 후 우유에 첨가

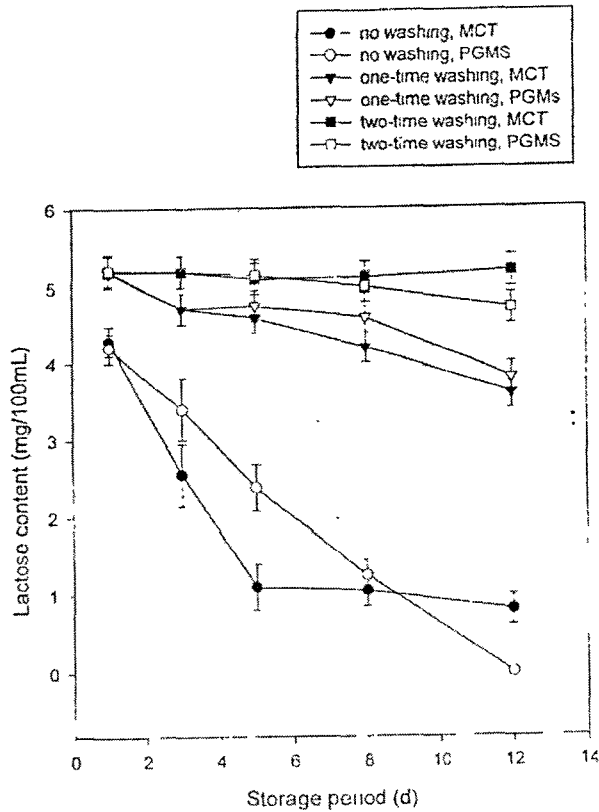


Fig. 1. During 12 d of storage, change in lactose content in milk added 2% microcapsules made by medium-chain triacylglycerol or polyglycerol monostearate.

Table 1. Sensory scores of milk containing 2% microencapsulated  $\beta$ -galactosidase for 12d storage at 5°C<sup>1</sup>

Sensory description	Coating material	Storage period (day)				
		1	3	5	8	12
Sweetness	Control	1.0 <sup>a</sup>	1.0 <sup>a</sup>	1.0 <sup>a</sup>	1.0 <sup>a</sup>	1.0 <sup>a</sup>
	MCT <sup>2</sup>	1.7 <sup>ab</sup>	1.7 <sup>ab</sup>	1.5 <sup>a</sup>	1.5 <sup>a</sup>	1.1 <sup>a</sup>
	PGMS <sup>3</sup>	2.2 <sup>ab</sup>	2.0 <sup>ab</sup>	2.2 <sup>ab</sup>	2.4 <sup>ab</sup>	1.1 <sup>a</sup>
Off-taste	Control	1.0 <sup>a</sup>	1.0 <sup>a</sup>	1.8 <sup>a</sup>	2.1 <sup>a</sup>	2.9 <sup>a</sup>
	MCT <sup>2</sup>	2.2 <sup>ab</sup>	1.8 <sup>ab</sup>	2.1 <sup>a</sup>	4.5 <sup>b</sup>	4.6 <sup>b</sup>
	PGMS <sup>3</sup>	1.3 <sup>a</sup>	2.7 <sup>b</sup>	3.8 <sup>b</sup>	4.1 <sup>b</sup>	4.6 <sup>b</sup>

<sup>1</sup> Sweetness and off-taste scoring : 1, none; 2, slight; 3, moderate; 4, slightly strong; 5, strong. Means of 8 replicates. Means in a column without the same letter are significantly different (P>0.05)

<sup>2</sup> Medium chain triacylglycerol

<sup>3</sup> Polyglycerol monostearate

하여 12일 동안 저장한 결과 미세캡슐을 2회 씻은 경우 저장기간 동안 유당의 함량이 미세캡슐 2% 첨가시 평균 5.06, 4% 첨가시 4.97, 6% 첨가시 4.76g/100 ml of milk 의 함량을 나타내었으며, Fig. 1에서는 미세캡슐 2% 첨가시의 결과를 나타내었다. MCT와 PGMS를 각각 사용하여 제조한 미세캡슐을 우유에 2, 4% 첨가한 후 1, 3, 5, 8, 12 일 동안 저장하면서 관능검사를 실시한 결과 (Table.1), 기호도에서 우유의 유통기간 중에는 PGMS가 양호하게 평가되었으며, 4% 보다는 2% 첨가한 처리구가 더 양호하게 평가되었다.

이 실험의 결과, PGMS로 유당분해효소를 미세캡슐화하여 두 번 씻은 후 2~4%를 우유에 첨가하면, 우유에 고르게 분산되어 일반우유와 매우 유사하여 식별이 거의 불가능하고, 우유의 유통기간 중에 관능적으로 양호하므로 유당불내증의 해결을 위한 미세캡슐화의 coating material로서 최적이라 사료된다. 또한 이 실험의 결과를 산업화하기 위한 단계로써 비열처리를 오존으로 실시하여 위생적인 면을 해결할 수 있으며 우유가공의 원가상승 측면에서도 경쟁력이 있는 것으로 사료된다.

### Ⅲ. 우유 및 유제품의 콜레스테롤 제거와 성인건강

성인으로부터 주로 발생하는 고혈압, 동맥경화, 관상동맥 경화증과 같은 성인병이 문제시되면서 동물성 식품에 함유되어 있는 콜레스테롤을 제거하는 연구가 과거 10여 년 동안에 활발하게 진행되어 왔다. 그 중에서 우유 및 유제품에 내재하는 콜레스테롤을 저하시키는 방법으로 우유의 유지방 일부 또는 전체를 감소시키는 방법과 유지방 내의 콜레스테롤만을 선택적으로 감소시키는 방법으로 분류할 수 있다. 그런데 우유의 유지방 함량을 감소시키는 방법은 유제품의 향미와 조적감이 매우 떨어짐에 따라 제품의 기호성이 저하되는 결함이 있다. 그래서 소비자의 선호도를 높이기 위하여 콜레스테롤만을 선택적으로 감소시킬 수 있는 물리적, 화학적, 생물학적 방법들이 개발되고 있다.

이를 위한 방법으로는, 미생물과 효소에 의한 콜레스테롤 분해방법, 유기용매를 이용한 추출방법, 용융결정방법, 흡착제를 이용한 제거방법, 초음계 이산화탄소를 이용한 방법 등이 있다. 이들 방법 중에서  $\beta$ -cyclodextrin( $\beta$ -CD)을 이용하여 콜레스테롤만을 선택적으로 흡착 또는 결합시켜 복합체를 만들어 제거하는 방법이 가장 효과적인 것으로 알려져 있다.  $\beta$ -CD는 glucose 7개가  $\alpha$ -1,4결합을 하고 있는 cyclic oligosaccharide로써 도우넛과 같은 형태를 하고 있다.  $\beta$ -CD의 중앙은 직경이 콜레스테롤의 크기와 거의 비슷한 수소성의 원형공간이므로 비극성 분자인 콜레스테롤과 결합하여 복합체가 형성되면 매우 안정하며 200°C까지 가열하여도 분리되지 않는다. 또한 안정성이 높아 식품첨가물로 사용되고 있다.

우유의 콜레스테롤을 제거하기 위하여 최적조건을 실험한 결과 (Fig. 2),  $\beta$ -CD량은 1%, 교반온도 10°C, 교반시간 10분, 교반속도 800rpm, 원심분리속도 111xg, 원심분리시간 10분으로 결정되었으며 이들 조건으로 우유의 콜레스테롤 제거율은 94%이었다. 또한 Mozzarella 치즈에서 콜레스테롤을 제거하기 위한 실험을 수행한 결과, 최적조건으로 치즈우유의 균질시 균질압력은 70.0kg/cm<sup>2</sup>, 균질온도 70°C,  $\beta$ -CD량 1.0%로 나타났으며, 이러한 조건으로 제조한 치즈의 oilling-off, 외관, 향미는 향상되었지만 전체적인 조직은 나빠졌으며, 치즈의 콜레스테롤 제거율은 78%이었다.

이 실험의 결과, 콜레스테롤 제거우유의 산업화는 가능할 것으로 예상되며, 치즈는 콜레스테롤 제거율을 90% 이상으로 높이는 연구가 필요하다고 생각된다. 또한 산업적인  $\beta$ -CD의 가격이 저렴하지

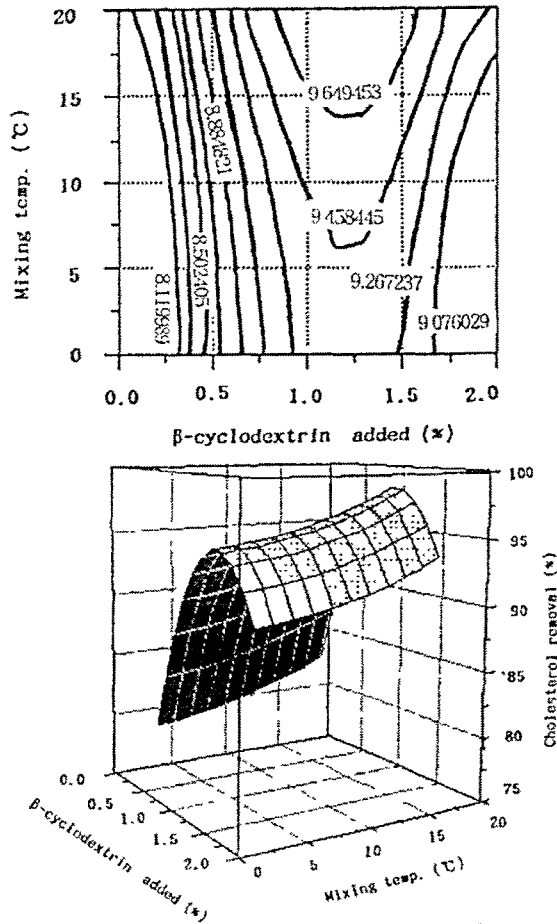


Fig. 2 Contour plot and response surface of removal percentage of cholesterol from milk treated with  $\beta$ -cyclodextrin.

않기 때문에  $\beta$ -CD의 사용을 효율적으로 하기 위한 연구가 필요하다고 사료된다.

#### IV. 우유에 무기질 강화와 성인건강

우유는 균형 있는 영양분이 충분하여 우수한 자연식품이지만, 철분함량은 매우 적어 0.53 mg/l 에 지나지 않아 철분 결핍으로 빈혈이 발생할 소지가 크다. 철분결핍의 위험이 높은 시기는 급격한 신체성장이 이루어지는 월경 혈의 손실이 있는 가임기 여성, 철분의 요구가 증가되는 임신이며, 영유아와 임신부는 특히 철분결핍이 되기 쉽다. 여자의 경우 19살 이후에도 31%가 철분결핍상태로 보고되고 있으며, 이는 심각한 문제라 할 수 있다. 그래서 철분의 함량이 낮은 우유에 철분을 강화할 필요가 있다. 그러나 철분을 직접 우유에 첨가하면 지방산화가 발생하여 우유의 품질을 저하시키고, 이취, 침전

이 일어나고 색깔이 변하여 우유에 철분 강화가 아직까지 이루어지지 못하였다. 이와 같은 결점을 보완하기 위하여 철분을 미세캡슐화 하여 우유에 철분강화가 산업적으로 가능하도록 연구가 수행되고 있으며 그 연구결과는 Fig. 2와 같다.

Coating material로는 PGMS가 가장 양호하였고, 철분제제는 ferrous ammonium sulfate, ferric ammonium citrate, ferric ammonium sulfate 등이 양호하였다. 코팅물질과 코어물질 및 증류수의 비율이 5 : 1 : 30 일 때 수율이 가장 높았으며(73%), 미세캡슐의 크기는 2~5  $\mu\text{m}$ 였다.(Fig. 3) 미세캡슐화한 철분을 우유에 적당량 첨가하여 산화도를 측정한 결과 대조군의 산화속도가 5일 저장 후에 2배 가량 증가하였다. 미세캡슐의 안정성을 조사하기 위하여 인공위액과 인공소장액을 제조하여 방출된 철분의 양을 측정한 결과 인공위액에서는 pH가 낮을수록 방출된 철분량이 증가하였고, 인공소장에서는 pH가 중성으로 가까워질수록 철분방출량이 증가하였다. 이 미세캡슐화한 철분을 일정량 우유에 첨가하여 저장동안에 관찰한 결과, 캡슐철분이 우유에 균일하게 분산되고 맛, 색깔 등이 대조군 우유와 거의 동일하여 구별할 수 없었다. 따라서 미세캡슐 철분을 우유에 첨가하면 균일하게 분산되며 우유의 물성과 맛에 변화가 없으므로 철분 강화의 산업화가 가능할 것으로 사료된다.

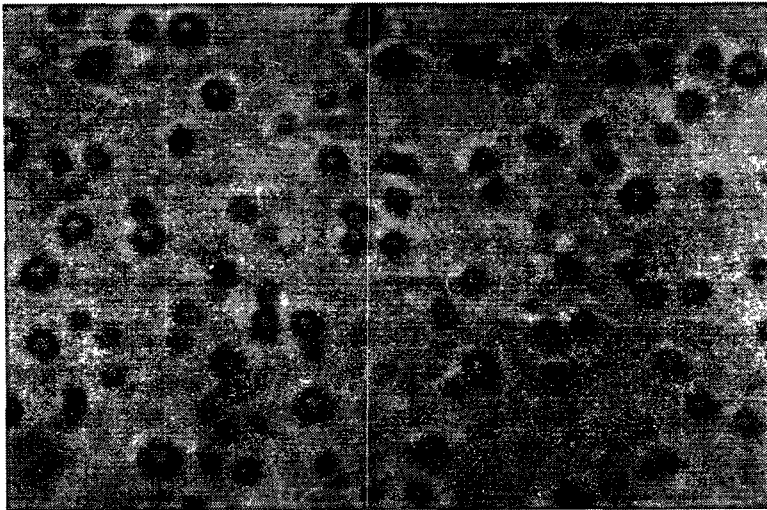


Fig 3. Photograph of microcapsulated iron with polydecaglycerine monostearate as a coating material and ferrous ammonium sulfate as a core material (300 $\times$ ).

## V. 형질전환 젖소의 우유에서 의약품 생산

최근 유전공학 및 세포공학 기술의 발달에 따라 종래 생체로부터 미량밖에 얻을 수 없었던 인체 생리활성물질을 미생물 또는 동물 세포를 숙주로 이용하여 생산 가능하게 되었다. 그러나 이 두 가지 생산방법은 아직도 극복해야 할 많은 문제점이 산재하여 있다. 즉, 미생물을 이용하여 인체활성물질을 대량 생산하는 방법은 숙주로 이용되는 미생물의 단백질 발현 및 합성기작이 고등동물과 달라, 천연적인 인체생리활성물질과 생물활성이 동일한 것을 생산할 수 없으며, 또한 순수 정제가 어려워 의약품으로



서의 요건인 품질의 안전성, 동질성이 결여되는 경우가 많다. 한편 동물세포를 숙주로 이용하는 방법은 의약품의 생물활성 측면에서 미생물을 숙주로 이용할 때의 결점을 보강해줄 수 있어 바람직한 생산방법으로 기대하고 있으나, 생산규모를 늘리는 등의 기업화가 곤란하고 배지비용이 고가이어서 원가절감이 어려운 실정이므로, 새로운 방법인 포유동물 개체를 숙주로 이용하는 방법 즉, 형질전환 동물(transgenic animal)생산기법을 이용하여 인체생리활성물질을 생산하는 것이 가장 유력한 방법으로 각광을 받고 있다. 이러한 생산방법을 animal bioreactor라고 부르는데, 이 방법이 미국, 영국 및 네덜란드의 세계적 기업 연구소에서 이 시스템을 이용하여 산업화를 위한 연구를 하고 있다. 이 방법의 특징은, 대량생산이 가능한 잠재력을 갖추고 있고, 생산 원가가 낮으며, 단백질의 post-translational modification이 가능하고 영속적인 bioreactor라는 점이다.

동물 체세포 복제기술은 다양한 조직으로부터 세포주의 확립 및 분화세포의 이용이 가능하고 세포 배양을 통한 공여 세포핵(donor nuclei)의 무한정한 공급이 가능하기 때문에, 기존의 수정란 할구세포를 핵치환하는 복제 기술에 비하여 효율성이 매우 뛰어나다. 이러한 체세포 복제기술을 동물 생체 반응기 개발에 적용할 경우, 유용 유전자가 도입된 체세포들을 이용하게 되면, 곧바로 형질전환 동물을 개발할 수 있기 때문에 동물 생체 반응기의 개발기간을 3년 이상 단축할 수 있으며, 이에 따를 유용단백질의 대량생산 및 이들 물질의 산업화를 조기에 가시화 할 수 있다.

## VI. 제품화 기술 개발

성인들의 유당불내증을 해결하여 우유를 원만하게 마실 수 있는 기술이 산업화하려면 우선 개발우유가 저장시 관능검사에서 단맛, 이취, 색깔, 컵술의 분리 등의 결점이 없어야 하고, 미세캡슐화 유당분해효소가 무균처리 되어야 한다. 그리고 원가 상승이 최소화되어 소비자들이 용이하게 구매할 수 있어야 한다. 본 연구팀이 다년간 연구한 결과 이와 같은 모든 점들이 해결되어 산업화 할 수 있는 기술이 확립되었다. 이 연구에 관련된 국내 특허는 이미 획득하였으며, 미국 특허도 조만 간에 획득될 것이다.

우유 및 유제품의 콜레스테롤 제거에 관한 연구의 기술에서는 우선 콜레스테롤 제거율이 높아야 하고, 콜레스테롤을 포착한  $\beta$ -CD의 분리가 용이해야 하며, 기존 제조 공정과 유사해야 한다. 그리고  $\beta$ -CD의 재활용이 가능하여 원가 상승이 최소화되어야 한다. 다년간의 연구결과로 대부분의 문제를 해결하였으나  $\beta$ -CD의 재활용에 관한 기술은 계속 연구 중에 있다. 콜레스테롤 제거기술과  $\beta$ -CD의 재활용에 관한 국내특허는 출원했으며, 미국특허는 획득하였고 또 출원 중이다.

우유의 철분강화 기술 개발의 핵심은 미세캡슐화 철분이 우유에 균일하게 분산되고, 이취, 색깔의 문제가 없어야 하며 개발 우유가 기존우유와 맛과 조직이 거의 동일하게 되어야 한다. 최근 본 연구팀의 집중적인 연구결과로 위의 문제가 모두 해결되어 산업화 할 수 있는 기술이 확립되었으며, 이 기술은 우유에 뿐 아니라 생수, 육 가공, 꿀, 식품가공 등 다양한 분야에 응용이 가능하게 되었다. 이에 관련된 기술은 국내특허를 출원했으며 미국, 일본 등에도 출원 중이다.

## VII. 애니젠의 사업성

위의 개발제품을 생산하기 위하여 공장설비 중이며 2001년 하반기 중에는 생산이 시작될 것으로 계

획하고 있다. 우선 미세캡슐화 철분과 미세캡슐화 유당분해효소를 생산하여 유가공회사와 기타 식품 회사에 판매하게 된다. 콜레스테롤 제거 우유 및 유제품에 관련된 기술은 유가공 기업체에 이전하여 기술이전료를 받는 형태가 될 것이다. 형질전환 젖소의 우유에서 의약품을 생산하는 연구는 지금 진행 중에 있으며 3~4년 후에는 개발우유가 생산될 수 있으며, 생산된 개발우유에서 생의약품인 OPO, KPO, UPO등을 분리하여 제약회사에 판매하게 될 것이다. 국내에서 생산과 판매가 안정되면 미국, 유럽, 일본 등 외국으로 진출하여 사업을 확장할 수 있을 것으로 예상된다.

## Ⅷ. 결 론

(주)에니젠은 인간생명의 존엄성을 우선하며, 고객에게 믿음을 주고 전문경영인이 운영하는 공정하고 투명한 기업이 되어 기업이념을 바탕으로 육성 발전하도록 할 것이다. 성인 특히 노인 건강을 위하여 성인병을 예방하고 치유하여 건강하게 장수할 수 있도록 식품, 약품을 적용하며 또한 다양한 해결책을 제시 할 것이다. 아직 우리 나라에서는 생명과학분야가 선진국에 비하여 열세한 면이 있지만, 우리의 기술을 계속 발전시켜 국내는 물론 국외로 진출하여 국익에 도움이 되도록 할 것이다.

## Ⅸ. 참고문헌

1. 보건연감, 1999.
2. 맹연선, 허태련, 1999. 식품과 건강, 유한문화사.
3. 한상용, 송인성, 김정용, 1983. 유당불내증을 위한 호기성 수소농도 측정의 의의 및 한국인에 있어서의 유당분내증율, 대한내과과학회지. 26 : 812-819.
4. 광해수, 임미리, 2000. 지방산 에스테르 미세캡슐화된 유당분해효소와 이를 함유한 우유. 특허 제 0260592호.
5. Kwak, H. S. and Lim, M. R, 1998.  $\beta$ - D galactosidase microencapsulated with fatty acid ester and milk containing the same. US patent Appl. No. 09/124,034.
6. 광해수, 이동국, 1998. 저 콜레스테롤 우유 및 그 제조방법. 특허출원번호 : 98-5801.
7. Kwak, H. S., Ahn, J. and Lee, D. K. 2000. Method for removing cholesterol from milk and cream. US patent No : 6,110,517.
8. 광해수, 권호정. 2000. 베타-시클로덱스트린 가수분해를 생산하는 신균주 및 이를 이용한 콜레스테롤의 생산방법. 특허출원번호 : 00-30483.
9. 광해수, 양경미. 2001. 지방산 에스테르를 미세캡슐화한 수용성 철분의 제조방법. 특허출원번호 : 01-1904.
10. Lee, D. K., Ahn, J. and Kwak, H. S. 1999. Cholesterol removal from homogenized milk with  $\beta$ -cyclodextrin. J. Dairy Sci. 82 : 2327-2330.
11. Ahn, J. and Kwak, H. S. 1999. Optimizing cholesterol removal in cream using  $\beta$ -cyclodextrin and response surface methodology. J. Food Sci. 64(4) 629-632.
12. Kwak, H. S., Suh, H. M., Ahn, J. and Kwon, H. J. 2001. Optimizing of  $\beta$ -cyclodextrin recycling

process for cholesterol removal in cream. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* 14(4) 548-552.

13. Kwak, H. S., Ihm, M. R. and Ahn, J. 2001. Microencapsulation of  $\beta$ -galactosidase with fatty acid ester. *J. Dairy sci* 84 : 2292-2298.

14. Jackson, L. S. and Lee, K. 1991. Microencapsulation iron for food fortification. *J. Food Sci.* 56 : 1047.