



국내 유가공산업의 R&D 활성화를 위한 연구 동향과 방향

윤 성 식

연세대학교 생명과학기술학부

Research Trends and Future Directions for R&D Vitalization of Domestic Dairy Industry

Sung-Sik Yoon

Division of Biological Science and Technology, Yonsei University, Wonju 220-710, Korea

ABSTRACT

Domestic dairy industry is now standing at the crossroad for planning next fifty years, mainly because economic and environmental situations surrounding Korean peninsula are fast changing. For the aspects of dairy consumption, fresh milk consumed less, while consumption of the other milk and dairy products is slightly increasing every year. In 2010, it is approximately estimated that 1,939,000 tons of raw milk was used and the supply would be short by about 35,000 tons, based on the amounts in the previous year. Currently, multilateral negotiations against US and EU are underway. When it will be in effect in the future, significant damage would be expected in the dairy and livestock sectors, leading to cut domestic milk supply. Quality of farm-gate milk is graded as 1A on average 90% or more, loaded with very low in microbial and somatic cell counts. Therefore, policy implications have to be placed toward switch currently the UHT processing method to Pasteurization or the LTLT technology, by which natural flavors and nutrients in milk mostly remain after heat treatment. Domestic cheese products comprise only 10% and the rest is occupied by the various kinds of imported natural products. The market size keeps increasing up to 65,423,000 tons last year. When it comes to vitalization of our natural cheese industry, cheese whey, which is a main by-product in cheese manufacture, is a critical issue to be solved and also "On-Farm Processing" would be combined with a growth of big dairy companies when few immediate issues among the relevant regulations will be eased and alleviated in the near future. Fermented milk market is recorded as a single area of gradual increase in the past 10 years, Korea. Fermented yogurts with health claims targeted stomach, liver, and intestine are popular and has grown fast in sales amounts. In this context, researches on beneficial probiotic lactic acid bacteria are one of the important projects for domestic milk and dairy industries. Labelling regulations on efficacy or health-promoting effects of functional dairy products, which is the most important issue facing domestic dairy processors, should be urgently examined toward commercial expression of the functionality by lawful means. Colostrum, a nutrition-rich yellowish fluid, is roaded with immune, growth and tissue repair factors. Bovine colostrum, a raw material for immune milk preparations and infant formula, can be used to treat or prevent infections of the gastrointestinal tract. Nanotechnology can be applied to develop new milk and dairy products such as micro-encapsulated lactase milk for consumers suffering lactose intolerance.

Raw milk is suggested to be managed by its usage in the processing line because imbalance of supply and demand is structural problem in every country and thus the usage systems as in the advanced dairy countries is worth of bench-marking to stabilize milk supply and demand. Raw

* Corresponding author: Sung-Sik Yoon, Division of Biological Science and Technology, Yonsei University, Wonju 220-710, Korea. Tel: +82-33-760-2251, Fax: +82-33-760-5576, E-mail: sunsik@yonsei.ac.kr

milk produced is desirable to divide into the three parts; domestic, import, and buffering purposes. It is strongly recommended that a domestic dairy control center as an institutional framework should be urgently established as is Dairy Board in New Zealand and Australia. Lastly, government policy should be directed to foster the highly-educated people who are majoring in Dairy Sciences or working in the dairy industry by means of financial support in studying and training abroad as well.

Keywords : research and development(R&D), dairy processing, future directions, current trends, vitalization

서론

우유는 인간이 지구상에 출현한 선사시대부터 오늘날까지 이용되고 있는 천연 식품으로서, 특히 단백질, 칼슘, 비타민 D를 공급하는 완벽에 가까운 영양 식품이다(윤성식 등, 2010). 우리나라에 젖소가 도입된 후 유가공산업이 본격적으로 출발한 것은 50년의 역사에 불과하지만 그간 비약적 성장을 이룩하여 한국인의 식탁을 지키는 주요 식품이 되었다. 지금까지 음용 위주의 시유가공으로 발전해온 유가공산업은 향후 50년을 설계해야 하는 중요한 기로에 서 있다. 그 이유 중 하나가 최근 한반도를 둘러싼 주변 환경이 크게 변화하고 있기 때문이다. 인접 국가인 중국은 유제품 소비가 급증하면서 과거 우리처럼 백색시유 시장이 유가공품 소비 증가의 견인차 역할을 하고 있다. 일본의 경우에는 최근 강력한 지진과 해일로 말미암아 원전으로부터 방사능 물질이 누출되어 우유를 비롯한 축산물의 안전이 크게 위협을 받는 실정이다. 우리나라도 작년에 발생한 미증유의 구제역 파동으로 인하여 지난 수십 년간 어렵게 쌓아 온 축산 기반이 벼랑으로 몰리는 힘든 시간을 경험하기도 하였다.

돌이켜 보면, 국내의 낙농 및 유가공산업은 약 100여 년 전 젖소 수입과 더불어 여가의 노동력을 활용하는 부업형 축산의 형태로 시작되었다(서울우유, 1997). 그 후 경제개발계획 추진에 따른 산업화, 도시화, 국민소득의 증가 등으로 식생활 패턴이 크게 변화였고 특히 동물성 식품 중에서 우유 소비량의 지속적인 증가에 힘입어 국내 유가공산업은 식품 부문 주요 산업으로 빠르게 성장하였다. 그러나 아쉽게도 올림픽 이후 국내 낙농산업은 수입 사료비 폭등, 인건비 인상, 대규모화, 전문화 과정 등을 거치면서 사육두수 및 농가수가 매년 감소하고 있다. 작년도 우유생산액은 1조8천 억 원으로 총

농업생산액의 4.2%, 2011년 수요량은 전년 대비 0.5% 증가한 3,265천 톤으로 전망하고 있다. 국내 유제품의 총 소비량은 3,249천 톤으로 국내산은 63%에 해당하는 2,073천 톤, 수입산은 36.2%인 1,176천 톤 정도를 점유하고 있다(Table 1).

소비 측면에서 유제품의 시장 동향을 살펴보면 신선우유 소비는 감소하고, 발효유 등 유가공품 소비는 증가하고 있다. 원유사용량은 2010년 1,930천 톤보다 9천 톤(0.5%) 증가한 1,939천 톤을 예상되며, 반면 우유 공급량은 예년도 원유 수요량으로 판단할 때 3만 5천 톤 가량 공급 부족이 예상된다. 주로 여름철에 발생하는 계절적 잉여 우유량을 계산하더라도 적정 수요량 대비 약 23만 5천 톤이 부족한 셈이다(낙농진흥회, 2008).

한편, UR 협정 이후 현재 다자간 협상 중인 미국 및 EU와 FTA 협정이 발효될 경우, 낙농산업분야의 상당한 피해가 예상된다(임정빈, 2004; 한국축산경제연구원, 2009). FTA 등 수입 개방에 따라 치즈 등 유제품의 수입이 증가할 경우, 국산 원유의 생산 감축으로 이어질 것은 불 보듯 뻔하다. 유가공업계에 따르면 한·미 FTA 발효 시 낙농제품 생산 감소액(15년차)은 594억 원, 한-미 및 한-EU FTA시 낙농품 생산감소액(15년차) 1,188억 원 정도로 추산된다. 설상가상으로 중국산 우유의 멜라민 오염 파동에 이어 최근에는 국산 분유 중 이물질 문제, 포도상 구균 검출 소동, 포르말린 사료 우유 사건, 공정거래 위반에 따른 과징금 부과 등으로 국내·외에서 국산 유제품에 대한 신뢰가 추락하고 있고, 유제품 소비 감소로 경영이 크게 압박을 받는 지경에 이르렀다.

한편, 고무적인 현상으로 한류의 확산을 들 수 있다. 한국 대중문화의 열풍은 중국뿐 아니라 타이완, 베트남, 태국, 인도네시아, 필리핀 및 유럽 등으로 전파되고 있다. 2000년 이후부터 드라마, 가요, 영화 등 대중문화만이 아니라 김치,

Table 1. 국내 유제품 총 소비량 현황

국내산 유제품			수입산 유제품	
2,073천 톤(63.8%)			1,176천 톤(36.2%)	
시 유	발효유, 치즈 등	잉여(분유)	치즈류	분유, 유청, 버터 등
1,641(79.2%)	289(13.9%)	143(6.9%)	677(57.6%)	499(42.4%)

출처: 낙농미래연구회 보고서, 2009.

고추장, 라면, 가전제품 등 한국 관련 제품의 선호 현상이 생겨나고 있다. 이러한 한류 인기가 아시아를 넘어 전 세계적으로 파급되고 있는 시점에서 국산 유제품의 인지도를 향상시키고, 정체된 유가공산업을 활성화시켜 경제 효과를 얻을 수 있는 절호의 기회가 찾아오고 있다고 생각된다. 한식 세계화 노력도 국내 식품산업이 해외로 진출하는데 여러모로 도움이 될 것이다.

본고에서는 현재 위기 상황에 몰린 국내 유가공산업을 회생시키고, 정체 상태에 머물고 있는 국내 우유 소비를 늘리기 위한 연구 개발 활성화 방안과 우수한 품질의 국산 유가공품을 해외로 수출하기 위해서 검토해야 할 주요 현안과 국내 유제품의 연구 개발 주제 및 기능성 표시와 관련된 이슈들을 검토하고자 한다.

고급 우유를 향한 과제

현재 국내외에서 상업적으로 이용되고 있는 우유의 살균 방법에는 다음과 같이 세 가지 방법이 있다. 첫째, 저온살균법은 63~65℃에서 30분간 살균하는 방법이고, 둘째, 고온살균법은 72~75℃에서 15초간 살균하며, 마지막 초고온순간살균법(UHT)는 135℃에서 2~4초간 살균하는 방법이다. 3가지 방법 모두 장단점을 가지고 있으며, 통상적으로 원유 품질이 나쁠 경우에는 고온살균법을, 반대로 원유 품질이 양호할 경우에는 저온살균법을 사용하여 살균처리를 실시한다. 특히 저온살균법(LTLT)은 프랑스에서 포도주의 살균방법으로 발명된 이후 우유의 살균에 적용되어진 가장 오래된 살균방법으로 처리시간이 길다는 단점이 있으나 풍미 및 영양소 파괴가 적다는 장점이 있다. 초고온 살균(상업적 살균)은 우유 중에 함유된 영양소 파괴와 화학적 변화를 최소화시키면서 살균효과를 극대화한 방법으로 현재 국내의 시유 살균 처리에 가장 널리 이용하는 살균법이다. 우리나라는 1993년부터 유질등급제를 시행한 이후 우유의 위생적 품질이 놀라울 정도로 개선되었다. 원유의 95% 이상이 세균수 10만 mL 이하이고, 체세포수도 50만 미만이 전체 원유의 50%를 상회하고 있다(유가공협회). 최근 통계 자료에 따르면 현재 낙농업체가 농가에서 수취하는 원유는 80% 이상이 1A 등급

으로서 미생물 함량과 체세포수가 매우 낮은 양질의 원유이기 때문에 초고온살균법 대신 유럽처럼 우유 고유 풍미 및 영양성분을 유지한 저온살균우유 생산 및 공급을 유도하는 정책적 연구가 필요하다.

2001년 국내 시유 제품으로 출시된 탈산소 우유는 우유 중에 함유된 용존산소를 제거하여 가열 살균 시 변질될 수 있는 유지방, 유단백질의 산화를 방지함으로써 dimethyl sulfide 등에서 유래된 이취 발생을 억제하는 기술이다(양과 전, 2004). 그 외에도 원유 품질 향상 방안으로 위생등급에 호냉성(psychrotrophic) 세균과 호열성(thermophilic) 세균 항목의 추가도 검토할 필요가 있다. 현재 정부가 추진하고 있는 녹색 성장을 위해서는 일회용 유제품 용기의 사용대신 재사용이 가능한 친환경 용기로 대체하는 방안도 마련해야 한다. 실제로 시유생산 공정에서는 용기 재사용에 따른 문제점도 많이 있겠으나, 유가공업체의 친환경 이미지의 제고, 에너지 절감, 저탄소 녹색성장 등과 보조를 맞출 수 있는 장점이 더 크다고 판단된다.

국내 치즈산업의 현황과 문제점

국내 치즈 시장은 Table 2에 나타난 바와 같이 2010년 현재 65,423톤 규모로 그 규모는 점차 확대 추세에 있다. 약 4,000억 원의 시장 중에서 국내산 점유율은 10% 내외에 불과하며 대부분을 수입에 의존하고 있다.

특히 자연치즈 시장은 2000년 이후 점진적인 증가 추세에 있다가 2010년의 경우에는 갑자기 발생한 구제역 파동, 기후변화(고온현상) 등으로 젖소 생산성 저하로 인하여 원유생산이 급감하면서 최근에는 국내산 치즈 생산도 크게 줄어들었다. 치즈는 다양한 유제품 중에서 “유가공의 꽃”이라 불릴 정도로 그 제조 및 가공에 과학적 지식과 전문성이 요구되는 제품이다. 우유처럼 변패가 빨라 저장이 어려운 식품을 장기간 저장하여 먹을 수 있는 기호와 영양이 우수한 발효식품이다. 일찍이 유가공이 발달한 서양에서는 전통적으로 자연치즈 위주로 유가공업이 성장한 반면, 우리나라는 시유 위주로 정착된 비정상적인 구조적 문제를 안고 있다. 액체 식품인 우유를 고체 식품인 치즈로 가공하는 과정은 우유

Table 2. 국내의 치즈 시장 현황

구분	2008년			2009년			2010년		
	국산 (A)	수입산 (B)	합계 (A+B)	국산 (A)	수입산 (B)	합계 (A+B)	국산 (A)	수입산 (B)	합계 (A+B)
치즈	6,093	47,255	53,348	4,763	49,025	53,788	4,453	60,970	65,423
점유율(%)	11.4	88.6	100.0	8.9	91.1	100.0	6.8	93.2	100.0

출처: 낙농진흥회 홈페이지, <http://www.dairy.or.kr>

효소(rennet), 유산균스타터, 가열 및 농축, 박테리오파지(bacteriophage), 발효 및 숙성 등 다양한 영향인자들이 관여하기 때문에 우유를 이용한 제품 중에서 가장 고도의 과학적 지식이 요구된다. 대부분 수입에 의존하는 자연치즈 산업을 한국형으로 바꾸기 위해서는 한국인의 전통식품과 기호에 맞는 새로운 풍미와 기능성을 가진 치즈개발이 바람직하다. 숙성기간이 오래 걸리는 치즈는 박테리오화지나 효소처리 치즈(Enzyme Modified Cheese: EMC) 기술을 이용하여 숙성기간을 단축하는 연구도 의미가 있다(Kilcawley *et al.*, 2001). 자연치즈 산업의 선결과제로 모조치즈의 문제를 분명하게 규정할 필요가 있다. 우선 모조치즈(imitation cheese)에 대한 표시기준을 법적으로 명확하게 규정해야 한다. 현 축산물가공처리법 제6조 규정과 국립수의과학검역원 고시에는 치즈는 자연치즈(natural cheese)와 가공치즈(processed cheese)로만 분류되어 있지 “모조치즈”라는 품목은 없다. 값싼 두유가 우유의 대체물처럼 소비자를 현혹하듯이 대두단백을 사용하여 만든 값싼 저질 모조치즈가 등장하여 자연치즈 대체물로 개발될 가능성이 높기 때문이다. 이는 향후 자연치즈 산업을 크게 위축시킬 수 있는 여지가 충분하므로 법적으로 모조치즈에 대해 “치즈” 명칭의 사용을 금지할 필요가 있다.

자연치즈 산업 활성화와 더불어 반드시 해결할 문제가 하나 더 있다. 그것은 다름 아닌 부산물(유청) 처리이다. 자연치즈와 유청처리 문제는 서로 떼어 놓을 수 없는 불가분의 관계가 있으므로 한 개의 패키지로 다루어야 한다. 치즈 부산물로 생산되는 유청에 대한 공동가공 설비는 조제분유제조용 첨가물의 수입 대체 효과를 기대할 수 있으므로 가능하다면 유가공 시설 자금으로 지원하는 방안이 바람직하다. 주지하다시피 치즈 유청으로부터 glycomacropeptide(GMP), 락토페린(lactoferrin), 유당(lactose), 탈염 유청 등의 고부가가치성 유가공품을 생산하거나 유청을 이용한 스포츠드링크 등 신제품의 연구 개발도 서둘러야 한다. 이미 낙농 선진국에서는 유청음료를 출시하였고, 국내에서도 유청음료 개발이 연구된 바 있다.

우리나라의 낙농 여건 상 자연치즈 산업의 활성화와 관계가 깊은 또 다른 분야가 “목장형유가공(On-Farm Processing)”이다. 현재는 이 산업은 이런저런 규제에 묶여 부진하지만 몇 가지 당면 문제를 해결한다면 기존 대형 유가공업체와 동반성장이 가능하다고 생각된다. 우선 목장형유가공장의 법적 시설기준을 개정하고, 체험목장의 경우에는 목장형유가공장을 병행하도록 권장해야 한다. 목장형유가공이 정착되지 못하는 가장 큰 이유의 하나는 생산된 제품을 판매하는 영업조직이 없고 소분 판매가 불가능하기 때문이다. 생산된 유가공품을 판매할 수 있도록 규제를 완화하되(배인

휴, 2007) 위생적 생산이 가능한 시설 기준을 정해야 한다. 설상가상으로 고가의 비용이 소요되는 폐수처리장을 갖추어야 하는 점도 영세한 목장형공장이 풀기 힘든 과제이다. 가능하다면 치즈생산 현장에서 유청을 농축할 수 있는 농축기 구입비용을 지원하고, 수거된 농축유청을 이용하여 유청분말, 유청단백질을 생산하는 공동가공 설비를 운영하여야 한다. 자연치즈 산업의 성패는 치즈 생산업체의 유대구입 가격을 경감시켜 주는 정책이 무엇보다도 중요하다. 우리도 네덜란드나 뉴질랜드처럼 폐기되는 유청을 이용하여 값싼 유가공품 생산을 할 수 있는 연구 환경을 서둘러 조성해야 할 것이다.

유가공 신제품을 위한 연구 개발 과제

식품의 기능성이라는 용어는 1980년대 중반 일본에서 처음 사용되기 시작하였다. 종래 식품의 1, 2차 특성이었던 영양성과 기호성 이외에 식품의 생체 조절 효능을 강조하면서 이러한 기능을 제3차 기능으로 구분하였으며, 연구자들은 이러한 3차기능, 즉 생체조절기능을 발휘하는 식품을 기능성식품(Physiologically Functional Food)이라고 정의하였다. 우리 사회도 점차적으로 건강에 대한 관심이 고조되면서 삶의 질을 높이기 위해서 육체적인 운동과 함께 다양한 영양소 섭취를 통한 효율적 건강관리에 대한 관심도 커지고 있다. 따라서 국내 유가공시장을 선도할 것으로 예상되는 유가공 제품은 기능성 유제품이 될 것이다. 여기서는 기능성을 강조하는 강화우유 및 발효유, 유기농 우유, 면역우유 등을 중심으로 유망한 제품들을 소개하고자 한다.

1. 새로운 시유 제품과 나노기술의 활용

서구 사회는 1960년대 이후 소득 수준 증가에 따른 소비자 욕구의 다양화로 우유 시장도 세분화가 가속돼, 현재 저지방 또는 고지방 우유, 무지방 우유, 비타민강화 우유, 미네랄강화 우유, 단백질강화 우유, 칼슘강화 우유, 철분강화 우유, 오메가(ω -3) 우유 등 각양각색의 우유가 시판되고 있다. 그만큼 유제품에 대한 소비자 계층의 요구가 다양화 되었다고 볼 수 있다. 불원간 우리나라도 낙농 선진국인 서구 사회를 따라갈 것으로 판단되므로 이에 대한 대비가 필요하다고 하겠다.

요즘 서양에서는 일반 우유 대신 저지방 우유가 주로 소비되고 있다. 저지방 우유는 지방 함량이 1~2% 들어 있고 열량은 200 mL 당 70 kcal 정도인 우유이다. 국내에서도 맛은 떨어져도 비만을 염려하는 소비자가 늘고 있다. 우유의 항비만과 관련하여 중 화두가 되고 있는 연구 결과는 우유의 섭취와 체중 조절 기능과의 관계이다. 우유의 음용은 특

히 허리둘레의 체지방 감소에 효과가 있다는 논문(Zemel, 2005; Shahar, 2010)들이 속속 발표되면서 학자들은 이 놀라운 다이어트 효과에 감춰진 메커니즘을 확인하기 위한 연구에 열을 올리고 있다. 지금까지는 우유 중 2개 성분 즉, 칼슘과 비타민 D가 체지방을 줄여주는 결정적인 역할을 한다는 의견을 지지하는 편이다. 간단히 항비만 효과를 기술하자면, 인체가 음식으로 칼슘을 적게 섭취하면 지방조직의 저장지방을 증가시키는 칼시트리올(calcitriol)이라는 호르몬의 분비를 유발하게 되고, 결과적으로 에너지 생산에 사용되는 지방의 연소를 감소시킴으로써 살이 찐다는 이론이다(Zemel, 2010).

지구력을 요하는 운동선수와 같은 사람들에게 우유의 섭취는 탄수화물(당)을 주 원료로 만든 스포츠 음료(sports drink)와 비슷한 신체적 반응을 일으키며, 저지방우유를 마신 운동선수들은 운동 후 신체의 단백질 분해가 적었을 뿐만 아니라 땀으로 잃은 체액의 보충이 용이하다고 한다. 영양적으로 양질의 단백질과 탄수화물이 조화를 이루고 있는 저지방 우유는 고된 장시간 운동과 혹독한 훈련으로부터 인체를 효과적으로 회복시킨다는 주장이다. 특히 저지방 초콜릿 우유는 설탕 함량이 높기 때문에 운동선수들에게 더 유리하다는 보고도 있다. 그러므로 기능성 성분이 추가된 저지방 우유는 시장 잠재성이 높다.

그 외에 웰빙 지향 추세를 반영한 제품이 2002년부터 등장하고 있다. 시유의 소비량이 지속적인 감소 추세를 보이자 2003년도부터 과즙 및 검은콩이 들어간 프리미엄급 가공유의 시장 진출이 부쩍 눈에 띄고 있다. 1등급 원유만을 사용하고 생과즙, 곡분, 견과류 등을 첨가하는 등 원료를 차별화시켜 품질을 올린 제품들이 가공유류 시장에서 새로운 강자로 등장하였다. 따라서 새로운 아이디어를 동원한 참신한 가공유 제품이 시유시장의 유망주가 될 수 있다고 판단된다.

표 3에 표시한 바와 같이 최근 유제품 개발에 나노식품(nano-food) 소재의 응용이 적극적으로 검토되고 있다. 나노식품 소재는 천연물 소재, 합성 소재, 방출 조절 나노입자, 천연물과 합성소재를 결합한 복합 소재로 구분한다. 우유를 나노분자 가공방법과 기능성 나노식품소재의 첨가로 제품의 영양과 기호성을 향상시킬 수 있다. 가령 유당분해효소를 나노캡슐화시킨 우유를 제조하면 유당불내증을 예방할 수 있다고 한다(김과 곽, 2004). 철분, 이소플라본, 키토올리고당 등을 나노캡슐화 하여 유제품에 적용시킬 수 있다고 한다(곽해수, 2004).

2. 기능성 발효유

한편 국내 발효유 시장은 지난 10년간 연평균 7% 내외의 성장을 기록한 유일한 효자 종목이다. 2000년부터 위, 장, 간 건강을 위한 기능성 발효유 제품의 매출이 크게 성장하였다(허철성, 2005). 그러므로 노령 인구의 증가, 성인병, 비만, 스트레스로 인한 면역력 약화 등을 예방하는 유용한 프로바이오틱(probiotic) 유산균을 이용한 발효유 제품의 연구 개발은 꾸준히 진행되어야 할 주제이다(김중수, 2006). 특정한 질병을 예방하거나 소화기관의 기능 유지에 도움이 되는 주로 물질과 유산균이 들어 있는 제품이다. 콜레스테롤 흡수 억제, 비만 및 당뇨 예방, 면역력 개선 등을 중심으로 활발한 연구와 신제품이 출시될 것이다. 뒤에 기술하겠지만 유산균 및 천연물의 기능성을 이용한 발효유 제품을 개발하였다고 해도 현재는 소비자들에게 홍보할 수 있는 방법이 없어 축산물의 유용성 표시제도를 도입하는 것이 업계를 구하는 지름길이다. 앞으로 다양한 기능성을 요구하는 대중의 소비패턴을 감안할 때 기존의 단순 강화 제품보다는 순수연구를 기초로 한 응용기술이 집목됨으로써 강한 경쟁력을 발휘할 것으로 생각된다.

Table 3. 상업적으로 이용되는 몇가지 나노푸드와 나노푸드 소재들

다이어트 식품	녹차잎, 실크웹타이드, 유산균 등	항균냉장고	은 나노입자
인삼가공 식품	인삼추출액, 진산, Polysaccharides	PET 병	나노촉매용 투명 디라미네션 PET
조제분유/유제품	Ferric, Vitamins	단백질(가공) 식품	단백질, 펩티드 나노캡슐
기능성 음료/식품	Vitamin C, Herbal extracts	pH 감응 포장지	pH별 변색나노입자, pH 지시체
식품첨가물	Silk protein, Retinol, 등	감온 포장재	온도별 변색 나노입자
투명화제/UV차단제	Zinc oxide, SiO ₂	감광 포장재	광과장별 변색 나노입자
면역증강제/조절제	게르마늄, 미네랄 나노분체	천연색소	코치닐색소 등
천연향료	각종 천연식향	기능성 용기/포장재	식품 포장용 나노 복합체
임상용 바이오칩	임상용 나노입자 마이크로어레이	바이오 현미/쌀	바이오 은이온수 코팅
선도유지제	황토, 게르마늄, 숯, 은 나노입자	탈모방지/탈모촉진	천연 나노추출물
금/은 나노콜로이드	금/은 나노입자 함유 콜로이드용액	장용기재	장용 아크릴 나노입자 공중합체
미네랄 제제	미네랄 나노입자, 저분자 키토산	비타민제/항균제	비타민 함유 무기하이브리드체

출처: 김과 곽, 2004.

3. 유기농 우유(Organic Milk)

향후 국내 시유 시장은 소비자 대중의 건강에 대한 관심이 고조되고 생활 수준이 향상되면서 기존 사양 체계와는 차별된 청정 유기농 우유의 수요가 증가할 것으로 예상된다. 유기농 우유는 일정 면적의 초지에 젖소의 재조합 산유축진제(rBST: recombinant bovine somatotropin)를 사용하지 않고, 유방염 치료용 항생물질을 사용하지 않으며, 초지에도 화학비료나 살충제 등을 1년 이상 사용하지 않고, 젖소를 1에이커당 1~2두를 방목하여 생산되는 고도의 환경친화적 우유로 알려져 있다. 젖소들은 자유롭게 방목하고 여러 목초 중에서 먹고 싶은 것을 찾아먹도록 유도한다(김중수, 2006). 단백질과 전분 등 농후화 사료보다는 반추가축의 소화기관에 적합한 자연 사료를 공급함으로써 젖소의 건강 유지와 신선한 우유 생산을 목표로 하고 있다. 유기농 우유의 가공 처리는 기존의 유가공 설비시스템을 그대로 사용할 수 있으며, 일반 우유보다 먼저 가공 처리하는 것이 중요하다(김필주, 2005). 미국의 경우 1997년도에 판매된 유기농 유제품의 매출액은 총 유제품 매출액의 0.5%에 불과하였으나, 2003년에는 약 6%를 점유할 정도로 성장하였다. 이는 유기농 곡물의 수요 증가와 동일한 현상으로 판단된다. 즉, 주 소비층이 소득 수준이 단순히 높은 층보다는 건강, 영양 및 식품안전성과 관련한 교육을 받은 사람들 중에서 안정적 소득을 가진 사람들을 중심으로 소비가 이루어지고 있다는 해석이 가능하다. 국내에서도 주부들의 교육 수준 향상과 제품에 대한 관심도 및 건강에 대한 관심이 높아지고 있음을 고려할 때 충분한 소비시장 형성이 가능하고, 따라서 기능성 유기농 제품의 시장 규모가 확대될 것으로 예상된다.

4. 면역우유(Immunity Milk) 및 초유(Colostrum) 제품

1892년 독일의 에를리히는 항체 형성을 유발시킨 동물의 젖에 대하여 면역이라는 용어를 사용하였다. 세균과 바이러스는 면역체계로부터 이물질로 인식되며, 인체는 이러한 이항원에 대하여 항체(antibody)라는 단백질을 만들어 자신을 방어한다. 어미의 젖에는 새끼를 감염으로부터 보호해 주는 다양한 면역성분이 들어있다. 면역우유는 질병에 대한 저항 성분뿐만 아니라 영양성분을 전달하는 모자면역의 원리를 응용하여 개발, 상업화된 우유이다(김필주, 2005). 인체에 질병을 유발할 수 있는 병원성 미생물로부터 항원을 만들어 젖소에게 접종하면 젖소는 특정 미생물에 대한 항체를 형성하게 된다. 이 젖소가 생산하는 우유에는 항체가 함유되며, 이 우유를 소비하는 사람에게도 면역능력을 항진시키게 된다. 면역우유에 존재하는 항체는 소화효소들에 의한 영향을 받지 않고 대장에 도달하여 유해미생물의 증식을 억제할 수 있다. 물론 젖소에 일정 수준의 면역능력을 유지시키려면 주기적인 백신주사가 필요하다. 미국의 한 회사는 25종의 병원성 미생물을 이용하여 뉴질랜드에서 면역우유를 생산하여 분유로 제조한 후 대만과 일본 등에서 판매하고 있으며, 국내에서도 “Strolle Milk Powder”가 수입되어 건강보조용 식품으로 판매되고 있다. 면역우유는 기능성 우유에서 맞춤형 우유로 가는 과정에서 신규 수요가 있을 것으로 생각된다.

한편, 초유 성분은 면역기능이 있어 후속 연구가 필요한 분야이다. 표 4는 초유에 함유된 성분과 생체 내 효과를 요약한 것이다. 면역글로불린이나 사이토카인 등이 들어 있는 유용물질이다. 동물의 초유(colostrum)는 출산 후 72시간부터 길게는 일주일 정도 분비되는 노란색 유즙이다. 이것에는 세균, 바이러스, 독소 등을 막아주는 면역 성분뿐만 아니라 뼈, 근육, 신경 등의 성장 및 조직 회복에 기여하는 인자들이 많이 함유되어 있다. 초유는 상유와는 달리 고단백, 저

Table 4. 초유에 함유된 면역인자의 종류와 생체 작용 효과

종류	인체 작용 및 효과
면역글로불린(immunoglobulin)	침입한 균을 제거, 혈관과 임파계의 독소·바이러스, 세균 등 중화작용
락토페린(lactoferrin)	항균효과, 철분흡수 증가, 식균 및 면역 반응, 대장균·살모넬라·슈렐라·리스테리아·기타 바실러스균 등의 성장 억제
PRP(proline-rich polypeptide)	T-세포와 임파구의 과잉생산 억제, 통증 및 부종 감소 효과
리소자임(lysozyme)	항균 및 용균작용, 면역체계 증강작용으로 세균과 접촉하여 세포벽 파괴
사이토카인(cytokines)	세포간의 정보교환 역할, 항바이러스 및 항암작용, 면역반응의 강도와 기간 조정, T-세포의 면역글로불린 생성 촉진 등
당단백질/트립신억제제(glycoproteins/trypsin inhibitors)	면역·성장인자가 위 장관에서 파괴되지 않도록 보호, 헬리코박터균의 위벽 부착을 차단
림포카인(lymphokines)	면역반응 조절
올리고폴리사카라이드/당포합체(oligopolysaccharide/glycoconjugates)	병원균을 유인·결합시켜 장 점막 부착을 차단함

출처: Uruakpa, et al., 2002.

지방의 특징적인 성분 조성을 가진다. 특히 어린 동물에게 필요한 2대 자연 성장인자, 즉 transforming growth factor(TGF)와 insulin-like growth factor(IGF) 그리고 천연 항미생물 작용을 나타내는 여러 가지 유용한 성분이 들어 있는 소중한 소재이다(Uruakpa *et al.*, 2002). 젖소의 초유에는 사람보다 면역글로블린 G(Ig G)가 100배 이상, 성장인자도 10~20배 들어 있다는 사실에 착안하여 응용 연구가 필요하다. 초유는 위장관 감염증의 치료나 예방에 사용될 수 있는 면역유 유 제조에 사용될 수 있으며, 포유동물의 초유를 이용한 다양한 우유 및 분유 제품의 개발도 가능하다고 생각된다.

5. 기능성 강화 유제품

최근의 사회적 트렌드인 친환경, 웰빙, 기능성 유제품 수요가 증가하고 있기 때문에 우유를 이용한 신제품 개발의 주제는 당연히 저유당, 저콜레스테롤, 항비만, 항당뇨를 겨냥한 기능성 유제품으로 그 목표가 설정되어야 한다. 기능성 우유는 크게 성분강화 우유, 저지방 우유, 유당분해 우유 등으로 분류할 수 있으며, 이 가운데 성분강화 우유가 90% 이상을 차지한다. 칼슘, EPA 및 DHA(ω -3 지방산), 비타민 및 항산화, 성장, 면역기능을 가진 각종 기능성분이 강화된 우유 제품으로, 연령별, 성별 소비계층을 중심으로 세분화되거나 첨가영양소의 다양한 조합이 이루어지고 있다. 국내 건강기능성식품법은 2002년 8월 공포된 반면 기능성 우유 시장은 그보다 이른 1998년을 기점으로 최근 3년간 연평균 20% 늘어나는 고속성장을 거듭하고 있다(조와 장, 2004). 이들 제품은 일반 우유에 비해 10~30% 정도 비싸지만 건강에 대한 관심이 높아지면서 시장에서 큰 인기를 얻고 있다. 완전식품인 우유의 영양적 특성과 주요 구성분의 역할 및 기능성에 대해서는 주로 유단백질과 유단백질분해물에 의한 연구를 중심으로 이루어지고 있다. 특히 유청 단백질은 근육 회복에 중요한 역할을 하는 분지아미노산(branched amino acid)과 양질의 단백질 공급원으로 오랫동안 운동선수들의 체력 증진용으로 섭취되고 있는 물질이다. 또한 우유 중에는 감정, 기억력 증강, 스트레스 감소 등 정신적인 측면에도 효능이 있는 성분이 학계에 보고되고 있고, 관련 생리적 기능성과 이것을 응용한 제품들이 출시되고 있다.

최근 ω -3 지방산(EPA, DHA 등)이 함유된 유제품이나 빵이 인기를 끌고 있다. 몇 해 전 유럽에서 초차 국내 DHA 첨가우유의 출시에 큰 관심을 보인 바 있다. ω -3 지방산은 불포화 장쇄지방산으로 뇌, 신경이 성분이기 때문에 성장이 빠른 어린이에게 중요한 영양소이다. 어릴 때 생선간유(cod liver oil)를 억지로 먹은 적이 있을 것이다. 성인에게는 심혈관 질환(cardiovascular disease)의 감소, 인식능력(cognitive development) 향상, 면역기능 유지와 같은 효능이 보고되고 있다.

유럽식품안전국(EFSA: European Food Safety Authority)도 EPA, DHA 섭취는 혈압저하, 혈중 중성지방 농도를 낮춘다는 효과를 인정하였고 이것이 보강된 식품의 “영양강조표시(health claim)”를 허용하였다. 즉 식품 100 g당 적어도 40 mg이 함유되면 ω -3 지방산 “급원식품(source)”, 80 mg 이상 함유되면 “높은 급원식품(high source)”으로 표시하도록 허용한 것이다. 문제는 이 지방산이 다불포화지방산(PUFA: polyunsaturated fatty acid)이기 때문에 공기, 열, 빛에 민감하고, 산패되면 생선 비린내와 같은 산패취가 발생한다. 따라서 이것을 다양한 식품에 보강할 경우 최종 제품의 특징적인 맛에 영향을 미치지 않도록 첨가해야 한다. 기존에는 캡슐이나 에멀전의 형태로도 판매되고 있으나, 최근 노르웨이 티나(Tine) 사가 개발한 microencapsulation(미세캡슐) 제품이 널리 보급되고 있다. 미세캡슐화는 통상적으로 하이드로콜로이드(hydrocolloid)로 불리는 교질 용액을 코팅제로 이용하여 내용물을 감싸는 기술로서 식품에 적용하였을 때 내용물이 밖으로 새나오지 않는 완전한 코팅기술이 관건이다(Thomassen, 2010). 국내에서는 코팅한 제품으로 보강한 시유 제품 대신 젖소가 어유를 먹고 이를 자연스럽게 젖으로 생산해내는 방식을 이용하여 상품화하였다. 중요한 점은 젖소의 소화 과정에서 불포화 지방산이 환원되지 않도록 해야 한다. 어유와 대두를 혼합하면 어유를 대두가 둘러싸게 되는데, 이 대두와 어유는 젖소의 4개 위를 통과하는 동안 미생물에 의해서 거의 사라지고 만다. 그래서 이를 방지하기 위한 방법으로 미량의 포름알데히드를 분사하게 되면 이 포름알데히드가 코팅제 역할을 하게 되면서 어유를 둘러싼 대두를 고형화 시킴으로써 DHA와 같은 불포화지방산이 많이 들어 있는 어유를 그대로 유지할 수 있게 한다. ω -3 지방산이 충분히 함유된 시유, 요구르트와 같은 유제품을 연구 개발하는 것도 기능성 유제품 시장을 확대하는데 도움이 될 것이다.

결론 및 제언

이상에서 국내 유가공산업의 활로를 모색하기 위한 R&D 동향과 주제를 검토하였다. 무엇보다도 우유를 이용한 연구 개발에서 반드시 고려해야 할 몇 가지 제약 조건이 있다. 우유는 저장성이 극히 낮고 공급과 수요를 정확하게 조절하는 것이 불가능하다는 특징이다. 일단 농가에서 착유한 원유를 가공업체에서 수취하지 않으면 안 되는 신선식품이다. 따라서 필연적으로 발생하는 원유 수급 불균형은 어느 국가에서나 경험하는 구조적인 문제로서 우유의 적극적인 용도 관리가 필요하다. 여름철에는 원유가 남고 겨울철에는 부족한 상태가 매년 되풀이 된다. 따라서 우리도 중장기적으로 선진국형 원유의 용도 관리체계를 구축하여야 한다. 본고에서는 자

세하게 다룰 수 없지만, 간단히 말하자면 국내에서 생산되는 원유를 내수용(domestic), 수출용(export), 수급 조절용(buffer)으로 세분하는 것이다. 내수용은 음용유 및 가공용으로 공급하고, 수출용은 새로운 지원 체계 구축 필요(원료 및 물류비 지원), 수급 조절용은 향후 비정기적으로 발생하는 소량으로 집유 주체 자체 처리하는 방식을 의미한다(낙농진흥회, 2008).

국산 우유에 대한 식품화학적, 영양학적 기초연구가 필요하다. 국내에서 생산되는 우유의 다량성분(탄수화물, 지질, 단백질) 및 미량성분(무기질, 비타민 등)에 대한 기초연구가 선행되어야 응용연구가 가능하기 때문이다. 앞서서도 기술한 바와 같이 우유를 이용한 다양한 유제품 중에서 가장 유망한 품목은 기능성 유제품이다. 이 가운데 성분 강화 우유가 90% 이상을 차지한다. 칼슘, DHA, 비타민 및 항산화제, 성장, 면역기능을 가진 각종 기능성분이 강화된 우유 등이 성분 강화 우유 제품에 속하며, 이들은 인간의 생애주기별로 구분하여 영양소를 조합한 제품을 개발해야 한다.

국내 기능성 유제품의 효능 및 효과에 대한 표시기준 개정(기능성 표시 제한 완화)이 시급하다. 많은 비용과 노력을 기울여 신제품을 연구·개발해도 현행 표시기준으로는 효능 및 효과 표시가 허용되지 않는다는 점이 유가공업계가 안고 있는 최대의 당면 문제이다(윤과 김, 2008). 이는 기업의 신제품 개발 의욕을 저하시키고 소비 확대의 장애 요인으로 작용하고 있기 때문에 소수의 유업체들은 축산물이 아니라 “기능성식품”으로 인가를 받아 시장에 내놓고 있는 실정이다. 이에 대한 해결방안으로 축산물가공 처리법에서 유용성을 확대하거나 별도의 예외 규정으로 관리할 필요가 있다. 값싼 유제품을 수입하여 부가가치가 높은 수출용 제품을 생산하기 위해서는 국산 유제품의 품질관리 인증제(G마크 등)를 도입하는 문제도 적극적으로 고려해야 한다.

유가공 산업의 활성화와 관련하여 제도적 문제로서 낙농 연구·개발 지휘본부(control tower)의 설립을 건의하고자 한다. 호주나 뉴질랜드의 낙농위원회(Dairy Board)처럼 수출용 유가공제품의 연구 개발을 전체적으로 총괄, 지휘할 수 있는 기관이 없다면 앞으로 유제품의 수출입에 많은 애로사항이 생길 것이다. 이와 병행하여 유가공 연구를 민간 기업이 아니라 국가차원에서 진흥시키기 위해서는 가정 “유가공연구 개발센터(안)”를 설립하여 장기적으로 관련 연구를 지원하는 방안을 검토해야 한다. 대학과 연구기관이 1차 컨소시엄을 만들고 유가공 관련 단체들이 참여하는 방식으로 설립 운영하는 방안이다. 또한 세계적으로 파급되고 있는 한류 열풍을 유제품 수출과 연계시키는 사업이 바람직하다. 국제역이 종식된 시점에서 유제품 수출경쟁력 제고를 위한 사업으로 “유제품수출사업단”의 형태로 시작되는 방안을 적극 검토하여야 한다. UR 협정 이후 농림수산물식품부 산하에

있는 농림수산물기술기획평가원(IPET)이 있어 농업분야 연구 개발에 소요되는 연구자금을 지원하는 “농림수산물식품연구 개발사업”이 있으나, 지난 1990년대 이후에는 유가공품에 대한 연구과제는 거의 지원하고 있지 않은 상태이다. 이제라도 정부는 유가공산업 활성화를 위한 연구개발 과제를 정책과제로 지정하여 지원해야 할 것이다.

마지막으로 우유 낙농산업의 경쟁력 강화와 기술인재 육성 인력 양성 시급하다. 오늘날 세계 각국의 미래 비전과 계획에서 공통적으로 인재 육성의 중요성을 강조하고 있으며, 우리나라의 경제도 기술·지식 등 무형자산이 기업 및 국가의 경쟁력을 좌우하는 지식기반경제(knowledge-based economy)로 진입하면서 과학기술을 이끌어 나갈 핵심 인재를 양성하는데 국가적 역량을 기울이고 있다. 이러한 국가적 차원의 정책은 우수한 이공계 인력의 부족이 국가 전체의 경제성장 위기로 이어질 수 있다 점에 인식을 같이하는 중요한 사업이다. 20여 년 전까지만 해도 전국에 30~40여 개에 이르던 축산계열학과들이 빠르게 사라지고 있다. 심지어 정규 대학 졸업자들이 응시하는 산업인력공단의 “축산기사” 자격 시험에도 “축산가공학” 과목이 빠져 있어 대학에서조차 “유가공학” 과목이 학생들로부터 외면당하는 안타까운 처지에 놓여 있다. 장래 우리나라의 낙농 유가공산업을 짊어질 고급두뇌를 대학에서 양성하지 못하는 것은 참으로 불행한 현실이 아닐 수 없다. 늦은 감이 있지만 지금이라도 정부는 유가공 분야 인재육성 정책을 적극 검토해야 한다. 유가공 전공자 및 기술자에 대한 유학 경비를 지원하거나 해외 연수 기회를 확대함으로써 학생들의 의욕과 사기를 진작시키고 관련 학문을 전공하는 인재를 끌어 모으는 정책이 하루 빨리 시행되어 쇠락해가는 국내 유가공학계가 회생의 길을 찾기를 기대해 본다.

요 약

최근 한반도를 둘러싼 주변 환경이 크게 변화하는 가운데 특히 중국의 유제품 소비가 급증하고 있기 때문에 국내 유가공산업은 향후 50년을 설계해야 하는 중요한 기로에 서 있다. 소비 측면에서 유제품의 시장 동향을 살펴보면 신선 우유 소비는 감소하고, 발효유 등 유가공품 소비는 증가하고 있다. 원유사용량은 2010년 1,939천 톤을 예상되며, 반면 우유 공급량은 예년도 원유수요량으로 판단할 때 35천 톤 가량 공급 부족이 예상된다. 현재 다자간 협상 중인 미국 및 EU와 FTA 협정이 발효될 경우, 낙농산업분야의 상당한 피해가 예상되고, 수입 개방에 따라 국산 원유의 생산 감축으로 이어질 것이다. 현재 유가공업체가 농가에서 수취하는 원유는 미생물 함량과 체세포수가 매우 낮은 양질의 우유이

기 때문에 초고온살균법 대신 유럽처럼 우유 고유 풍미 및 영양성분을 유지한 저온살균우유 생산을 유도하는 정책적 연구가 필요하다. 국내 치즈 시장은 65,423톤 규모로 시장 규모는 매년 확대되고 있으나 대부분을 수입에 의존하고 있는 실정이다. 자연치즈 산업 활성화와 더불어 반드시 해결할 문제로서 부산물(유청) 처리와 “목장형유가공(On-Farm Processing)”의 활성화이다. 이를 위해 규제를 완화하고 몇 가지 당면 문제를 해결한다면 대형 유가공업체와 동반성장이 가능하다고 생각된다. 국내 발효유 시장은 꾸준히 성장을 기록한 유일한 품목으로서 위, 간, 장 건강을 위한 기능성 발효유 제품의 매출이 크게 성장하였다. 인체에 유용한 프로바이오틱 유산균을 이용한 발효유 제품의 연구 개발은 중요한 연구 테마이다. 초유는 위장관 감염증의 치료나 예방에 사용될 수 있는 면역우유 제조에 사용될 수 있으며, 포유동물의 초유를 이용한 다양한 우유 제품의 연구 개발도 가능하다. 우유를 나노분자가공방법과 기능성나노식품소재의 첨가로 제품의 영양과 기호성을 향상시킬 수 있는 우유 제품을 개발할 수 있을 것이다. 국내 기능성 유제품의 효능 및 효과에 대한 표시기준 개정이 유가공업계가 안고 있는 최대의 당면 문제이다. 원유 수급 불균형은 구조적인 문제로서 우유의 적극적인 용도 관리가 선진국형 관리 체계로 바뀌어야 한다. 즉 내수용, 수출용, 수급 조절용으로 세분하는 것이다. 그리고 행정의 전문화를 위해 낙농연구 개발 지휘본부(control tower)의 설립을 건의하는 바이다. 외국의 “낙농위원회(Dairy Board)”처럼 수출용 유가공제품의 연구 개발을 전체적으로 총괄 지휘할 수 있는 기관이 필요하다. 마지막으로 유가공분야 인재육성 정책을 적극 검토해야 한다. 유가공 전공자 및 기술자에 대한 유학 또는 연수 기회를 확대함으로써 학생들의 의욕과 사기를 진작시켜야 한다.

참고문헌

1. Kilcawley, K. N., Wilkinson, M. G. and Fox, P. F. 2001. A survey of lipolytic and glycolytic end-products in commercial Cheddar enzyme-modified cheese. *J. Dairy Sci.* 84(1):66-73.
2. Shahar, D. R., Schwarzfuchs, D., Fraser, D., Vardi, H., Thiery, J., Fiedler, G. M., Blüher, M., Stumvoll, M., Stampfer, M. J. and Shai, I. 2010. Dairy calcium intake, serum vitamin D, and successful weight loss. *Am. J. Clin. Nutr.* 92:1017-1022.
3. Thomassen, E. 2010. Efficient product development and optimization of dairy products fortified with marine omega-3. *European Dairy Magazine*, February.
4. Uruakpa, F. O., Ismond, M. A. S. and Akobundu, E. N. T. 2002. A review: Colostrum and its benefits. *Nutrition Research*. 22:755-767.
5. Zemel, M. B. 2005. Review: The role of dairy foods in weight management, *J. Am. Coll. Nutr.* 20(6 Suppl):537S-546S.
6. Zemel, M. 2010. The role of milk products in metabolic health and weight management. 세계 우유의 날 기념 국제심포지엄 자료집, 5월, pp.15-32.
7. 광해수. 2004. 나노기술을 이용한 기능성 우유 및 유제품의 개발 연구. 한국유가공기술과학회 추계유가공심포지움 자료집. 11월. pp.33-47.
8. 금종수. 2006. 유기농 우유의 생산과 전망. 한국유가공기술과학회지 24(2), 47-54.
9. 김동명, 광해수. 2004. 나노식품소재와 나노기능성 유제품 개발의 가능성. 한국유가공기술과학회지 22(1), 1-12.
10. 김필주. 2005. 유가공산업의 발전과 전망: 시유. 한국유가공기술과학회지 23(2), 143-148.
11. 낙농진흥회. 2009. 낙농미래연구회 보고서, 서울.
12. 낙농진흥회 홈페이지 자료 <http://www.dairy.or.kr>
13. 배인휴. 2007. 국내치즈 시장 형성을 위한 방안. 한국낙농우유협회 연구보고서.
14. 서울우유. 1997. 서울우유 60년사. 서울우유협동조합. 서울.
15. 양진오, 전호남. 2004. 무역자유화 시대에 따른 유가공 제품의 다양화 방향. 한국유가공기술과학회지 22(1), 37-52.
16. 유가공협회 홈페이지 자료 <http://www.koreadia.or.kr>
17. 윤성식, 정충일, 오세중, 남명수, 김근배, 이선영, 엄애선 2010. 우유한잔의 과학. 드림디엔디, 서울.
18. 윤성식, 김진만. 2008. 기능성 유가공품의 규격기준 표준화 및 관리방안에 관한 연구.
19. 임정빈. 2004. WTO DDA 농업협상과 유가공산업의 대응 방향. 한국유가공기술과학회지 22(1), 61-74.
20. 조양희, 장경원. 2004. 건강기능식품과 유가공산업. 한국유가공기술과학회지 22(1), 53-60.
21. (사)한국축산경제연구원. 2009. 한국축산경제연구원연구보고서. 농업여건변화와 한국축산업 선진화 방안.
22. 허철성. 2005. 한국 유가공산업의 발전과 전망: 발효유. 한국유가공기술과학회지 23(2), 149-153.

(Received 2011.6.7/Revised 2011.6.20/Accepted 2011.6.21)