

세계 산양유산업의 최근 진보 및 향후 전망

*정후길¹ · 김선진¹ · 석민정¹ · 강경진¹ · 유영현¹ · 윤슬기¹ · 김선영¹ ·
정유경¹ · 박종현²

¹아이베넷(주) 중앙연구소, ²가천대학교 식품생물공학과

Recently Ongoing Progresses and Future Prospects of Worldwide Dairy Goat Industry

*Hoo-Kil Jung¹, Sun-Jin Kim¹, Min-Jung Seok¹, Kyung-Jin Kang¹,
Young-Hyun You¹, Seul-Ki Yoon¹, Sun-Young Kim¹, You-Kyung Jung¹
and Jong-Hyun Park²

¹Central Research Institute, Ivenet Co., Ltd., Seoul, Korea

²Dept. of Food Science and Biotechnology, Gachon University, Seongnam, Korea

Abstract

Goat milk production and processing is a dynamic and growing industry that is fundamental to the health of hundreds of millions of people worldwide and is recognized as an important contributor to many national economies. Goat milk has contributed significantly to the economic and nutritional quality of life in developing countries, particularly in the Mediterranean, the Middle East, Eastern Europe, and Latin America. Goat milk has played an important role in the health and nutrition of infants and the elderly, and is also known to be beneficial and therapeutic for people with milk allergies. The potential and value of the nutritional, health, and therapeutic effects of goat milk and specialized goat milk products are now attracting attention. Various products can be made from goat milk based on its chemical properties. In addition, special products such as hair, skin care, products, and cosmetics produced using goat milk have garnered more attention in recent years. Nevertheless, high quality products can only be made from good quality goat milk. Advanced technical treatments are necessary to produce high quality goat milk that meets consumer expectation of nutritional, hygienic, and good sensory products. Good taste has been a critical criterion when deciding to buy and consume goat milk and associated products. However, it may be possible to produce more value-added products that cater to the new trends in consumer needs and thus maintain economic sustainability of goat milk industry.

Keywords

goat milk, health-promoting benefits, nutraceutical functionalities, value-added specialty, high quality

Received: December 12, 2016

Revised: December 17, 2016

Accepted: December 18, 2016

*Corresponding author :

Hoo-Kil Jung, Central Research
Institute, Ivenet Co., Ltd., Seoul,
Korea. Tel : +82-2-3431-4311,
Fax : +82-2-3431-4314,
E-mail : hkjung@ivenet.co.kr

서론

인류가 산양유를 음용한 역사는 길고, 영양학적 가치도 뛰어나다. 최근 자연식품을 선호하는 국가에서 산양유 소비량이 점차적으로 증가하는 추세에 있다. 산양유가 개발도상국, 특히 지중해, 중동, 동유럽 및 남미 지역 국가의 경제 및 영양학적 삶의 질에 미친 많은 기여는 결코 부인할 수 없다. 산양유는

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

단백질과 지방 구조가 모유와 유사하여 소화흡수가 잘 되고 알레르기 발생 염려가 적으며 뉴클레오타이드, 스피고마이엘린, IGF(성장인자) 등을 천연으로 함유하고 있기 때문에 유아 및 고령자, 위장이 약한 사람, 유당불내증 환자, 유단백 알레르거나 아토피 등을 가지고 있는 사람들에게 크게 환영을 받고 있다.

이러한 산양유 및 그 특수 제품의 영양, 건강 및 치료 효과에 대한 잠재력과 가치가 주목을 받고 있다. 그럼에도 불구하고 현재는 고부가가치 제품은 고품질의 산양유로만 생산이 이루어지고 있는 실정이다. 양질의 산양유는 영양, 위생 및 관능적인 측면에서 소비자의 기대를 만족시키는 제품으로 변모시키는 기술적 처리공정을 감내할 수 있어야 한다. 맞은 소비자가 산양유 및 관련 제품을 구매하여 소비하기로 결정할 때 사용하는 주요한 평가 기준이다. 산양유 산업의 경제적인 지속 가능성을 위해서는 더 많은 고부가가치 제품을 생산하여야 한다.

세계 산양유산업 현황

세계적으로 산양 사육두수는 2001년 대비 2014년에 25% 증가함으로써 지속적으로 증가하고 있는 추세인데, 이는 산양유의 제품 이용성이 다양하게 증가하고 있다는 증표이다. 산양 사육두수는 아시아(58.21%)와 아프리카(36.19%)가 전체의 94.4%를 차지하고 있으며, 유럽은 1.5%로서 오세아니아의 4배 수준이다(Chetroui *et al.*, 2014). 세계 국가별 산양유 생산 현황은 Fig. 1과 같다. 산양유의 선진국인 유럽에서는 산양유를 이용한 치즈와 요거트, 산양분유 제품들이 주를 이루며, 특히 프랑스, 그리스, 이태리, 스

페인, 네덜란드와 지중해 연안에서 산양 산업이 집약적으로 발달되어 있다. 산양유 소비에 있어서 가장 오랜 역사와 전통을 가진 나라는 프랑스이다. 프랑스 산양은 세계적으로 인정된 2가지 품종, 즉 주로 알파인(Alpine) 품종(55%)과 자넨(Saanen) 품종(42%)으로 구성되어 있다. 프랑스의 산양 사육두수를 뉴질랜드와 비교하면 약 13배가 많다(FAOSTAT, 2014). 뉴질랜드는 자넨 종이 88%를 차지하고 있는데, 산양 품종에 따른 산유량 및 유지방, 유단백질 함량의 차이에 있어서 알파인 품종이 자넨 종보다 단백질과 지방 함량이 우수한 것으로 알려져 있다(Table 1).

1. 산양유 생산을 위한 유전학적 개선

산양 사육 시스템은 유전 물질에 있어서의 다양성뿐만 아니라 광범위하고 집중적인 모든 관리 등을 포함하여 커다란 차이점을 나타낸다. 소형 반추동물의 사육은 일반적으로 생산 지역에 맞게 잘 적응된 지역 품종을 기반으로 한다. 대부분의 경우에 이러한 지역은 사육 환경이 열악하며, 낙농업이 중요한 경제활동 수단이 되고 있다. 현재 활성화되어 있는 육종 프로그램의 대부분은 순수 품종의 선택에 기초하는데, 그들은 주로 유럽 국가, 특히 지중해 지역에 위치하고 있다. 지역 품종의 순종 선택이 이들 집단의 유전적 개선을 위해 적용되는 일반적인 방법이지만, 개선된 외래 품종의 수입이나 교잡도 사용되고 있다. 이 경우에, 증축은 생산성이 향상된 인공수정용 정액의 수입으로 지역 집단을 업그레이드하는 데에 근거한 일반적으로 가장 간단한 교잡 방식에 의존한다.

지난 10년 동안, 주로 정량적인 유전학에 기초한 기능적 특성에 대해서만 관심이 증가하였지만, 최근에는 가축의 경제적으로 중요한

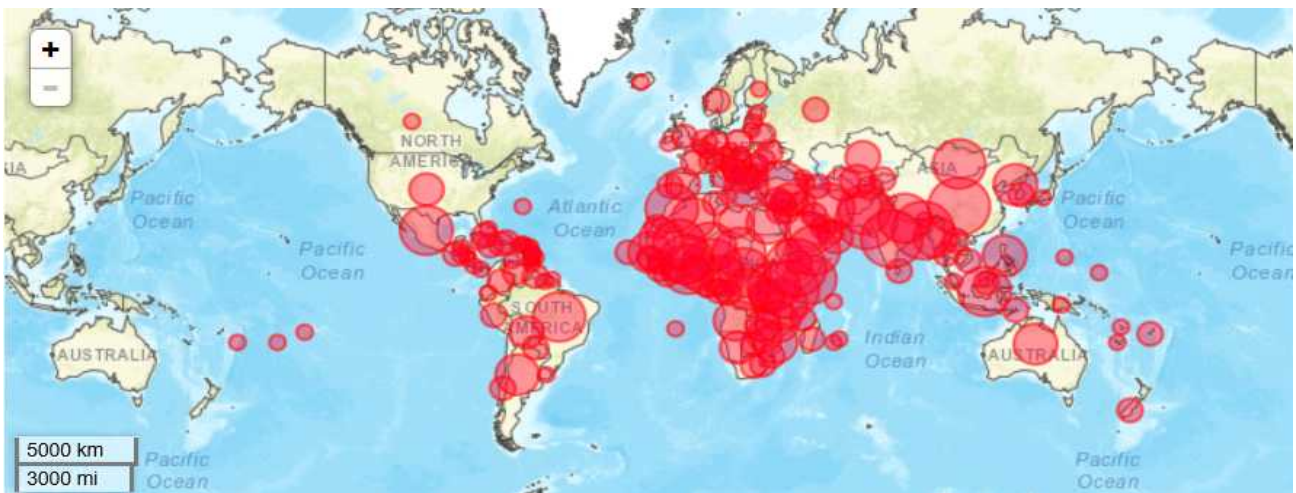


Fig. 1. Present situation of worldwide dairy goat production
Source: FAOSTAT, 2014

Table 1. Production quantity and composition of goat milk depending upon various dairy goat breeds

Dairy goat breeds	Average lactation quantity(kg)	Range of lactation quantity(kg)	Fat content (%)	Protein content (%)	Appearance and properties of dairy goats
Alpine	1,020	356~2,462	3.4	2.9	
La Mancha	945	333~1,944	4.0	3.2	
Nubian	819	252~1,922	4.9	3.7	
Oberhasli	966	419~2,003	3.9	2.9	
Saanen	1,160	275~2,471	3.3	2.9	
Toggenburg	952	423~1,971	3.2	2.7	

*Milk production by dairy goat breeds(DHIR data, 2003). Note: Individual doe data not adjusted for age(275- to 305-day records).

유전자의 검출 및 맵핑(mapping)을 허용하는 새로운 분자생물학적 도구에 근거한 다른 창구가 개방되었다. 이러한 발전은 마커(marker)를 이용한 선택(MAS) 또는 유전자를 이용한 선택(GAS) 등이 종종 측정하기 어려운 제품의 품질 및 안전 특성에 대한 선택에 사용되는 새로운 기회를 제공할 것이다. 생산 및 기능적 특성 사이에서 선택되는 기능적 특성과 균형에 대해 증가하는 관심을 감안할 때, 경제적 가치의 추정 및 특정 관리 시스템에 대한 견고성의 평가는 이들 품종의 육종 목표를 구현하기 위해서 촉진되어야 한다.

2. 프랑스 고품질 산양의 육종 프로그램

프랑스는 세계적으로 산양유산업을 선도하는 그룹의 대표로서

600,000톤 이상의 연간 생산량으로 세계에서 다섯 번째에 위치하고 있으며, 총 산양 사육두수의 10%로 유럽연합(EU) 전체 산양유 생산량의 30%를 차지하고 있다. 프랑스에서 사육되는 산양은 최첨단 신기술의 육종 프로그램에 근거하여 중요한 유전적 특성을 발휘한다. 이 육종 프로그램은 인공수정용 정액을 제공하여 뛰어난 유전적 자질을 발현하는 최우량 종축을 육종할 뿐만 아니라, 다양한 상황 적응성 및 생산 목표를 달성할 수 있다. 이들 품종의 유전적 개선을 위한 국가 차원의 조직 체계는 프랑스 육종 프로그램에 관련된 모든 연구에 참여하는 기관을 총괄하는 France Génétique Elevage에 의해서 추진된다(Danchin-Burge *et al.*, 2012).

한편, Capgenes에 의해서 운영되고 있는 산양에 대한 프랑스의 육종 프로그램은 가계 혈통, 선택적 교배, 산유량 기록, 수의학적



기록, 우량 종축을 위한 시험사업소 기록뿐만 아니라, 자손 테스트 등의 선택 결과를 종합한다. 이들은 특히 건강 측면에서 최근의 신 기술 및 과학 발전을 통합한다. 고능력 알파인과 자넨 품종의 인공 수정용으로의 사용, 계획 교배, 유전자형의 사용 등으로 특화되며, 향후 가축 육종의 선택에 있어서 유전학적 계승 정보의 통합을 준비하고 있다. 그 결과, 최우량 암컷으로부터 연간 1,200 kg을 초과하는 평균 착유량의 뛰어난 성과를 얻을 수 있다(Table 2).

알파인과 자넨 품종의 산유량의 지속적인 증가는 지금까지도 중요

Table 2. Average lactation quantity and protein/fat contents of goat milk depending upon various dairy goat breeds

Dairy goat breeds	Average lactation quantity (kg)	Fat content (g/kg)	Protein content (g/kg)
Alpine	1,265	39.3	36.9
Saanen	1,288	36.7	35.5

Source: CAPGENES - France Controle Elevage (2013)

한 목표로 남아 있다. 그러나, 특히 유질 및 동물의 기능적 형태를 개선하는 목표가 수 년 동안 주목을 받아 왔다. 주요한 선택 기준은 단백질/질소 및 지방 함량의 개선이 가능한 계량화와 함께, 산유량 수준에 관한 것이다. 유방의 형태(측면 모습, 유방의 길이, 후면 부착 특성 등)가 전체적인 선택 목표에 포함되어 있는데, 이러한 목표는 방목에 대한 동물의 적응력을 보존하고, 수명을 개선하며, 착유 시간을 최적화할 수 있다. 한편, 가축의 번식력, 조숙성 등의 육종 능력은 지속적으로 유지된다.

일관성과 완전성의 관점에서 볼 때, 각각의 단계에 대한 기술적인 프로토콜이 육종 프로그램에 대한 감독 및 기술 지원을 담당하는 프랑스 가축육종연구소(Institut de l'Elevage)에 의해서 국가 차원에서 수립되었다. 국제 수준에서 정의된 프로토콜 및 방법에 따라서 기록된 모든 자료는 France Génétique Elevage의 후원 하에 외부적인 품질관리를 실시하고 있다(Carillier *et al.*, 2014). 가능한 모든 기록된 자료는 공식적인 유전학적 평가를 위해서 INRA (Institut National de la Recherche Agronomique, 프랑스 국립농경연구소)로 전송된다. 지표는 BLUP 다특성(multitraits) 동물 모델을 이용하여 계산되는데, 이 방법은 각 동물의 개별적인 성과뿐만 아니라, 동물 사이의 친족 관계 등을 고려하는 가장 진보된 통계 방법을 사용한다.

매년, 알파인과 자넨 종의 선택 기준 중에서 200마리의 최상의 수컷이 국제적인 위생 기준을 준수하는 개별적인 성과 시험사업소에 들어가게 된다. 위생, 성장 및 형태 제어가 수행되는 30일간의 검역 기간이 종료된 후, 단지 120마리의 수컷이 유지된다. 이 수컷은 성적 행동양식, 정자 생산능(품질 및 수량)뿐만 아니라 동결을 견딜 수 있는 정자의 적성 등을 시험한다. 개별적인 성과 사업소의 80마리의 최고의 수컷은 자신의 유전적 잠재력을 정확하게 평가하기 위해서 농장에서의 자손을 사용하여 최종적으로 평가된다. 각 수컷의 경우, 유전적인 평가는 약 200회의 인공수정 및 평균 80 자손의 성과 기록(산유량과 유방 형태)에 기초한다. 자손의 성과 기록은 프랑스 전 지역에서 다중적인 농업 상황에서 수행되기 때문에 매우 신뢰할 수 있는 유전적인 평가 결과와 연계된다.

Capgenes에 의해서 통제되는 이러한 자손 테스트 방식은 자손의 수 때문에 전 세계적으로 유일한 것이다. 결과를 분석한 후, 단지 30~40마리의 최고의 수컷이 매년 우수 종축으로 유지되며 냉동 정액 상태로 인공수정용의 사용이 허가된다. 한편 Capgenes는 유럽 의회의 재정적인 지원을 바탕으로 유럽 7개국의 15개 연구기관이 참여하여 지속가능한 산양유 시장을 위한 산양의 자연적인 번식 연구사업(FLOCK-REPROD European Research Project)을 총괄 주관하고 있다.

지난 30년 동안 프랑스의 육종 프로그램은 생산의 질과 양에서 뛰

REGULAR AND SUBSTANTIAL GENETIC PROGRESS

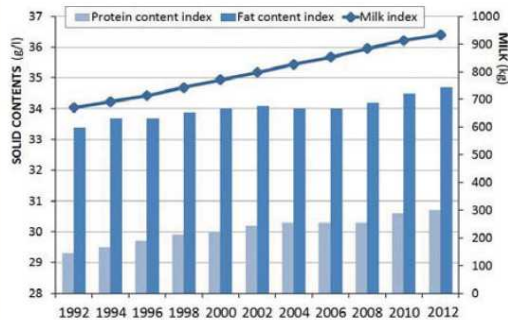


Fig. 2. Average lactation quantity and protein/fat contents of goat milk depending upon regular and substantial genetic progress in France.

Source: CAPGENES-France Conseil Elevage 2013

어란 유전적 이득을 나타냈다. 이러한 유전적 이득은 우유 중의 질소와 지방 함량의 0.1 g/kg 연간 증가와 함께, 착유 개체당 12 kg의 산유량 증가를 주도했다. 10년 이내에 알파인과 자넨 종의 평균 착유량은 완전한 유전적 개량의 결과로 125 kg 증가했다(Fig. 2). 프랑스의 선택 프로그램과 자손 테스트에서 선별된 종축으로부터의 인공수정용 정액의 사용은 산양의 성과를 크게 증가시켰다(Jousseins *et al.*, 2015). 실제로, 프랑스에서는 인공수정을 통해서 육종된 산양의 50% 이상이 이러한 육종 가축을 적게 사용하거나, 아예 사용하지 않은 산양과 비교했을 때 평균적으로 기록된 착유량보다 25% 이상(190 kg) 높게 나타났다(Fig. 3).

프랑스 알파인과 자넨 종축의 품질은 세계적으로 인정을 받고 있

HERDS PERFORMANCE BY PERCENTAGE OF GOATS FROM ARTIFICIAL INSEMINATION

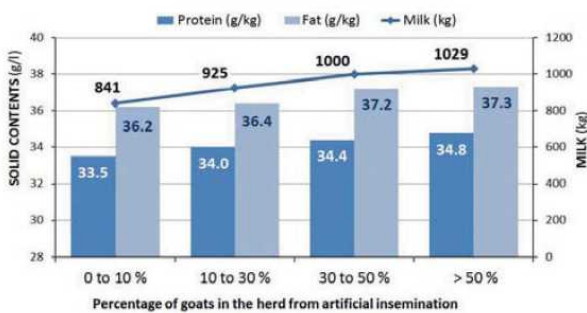


Fig. 3. Herds performance by percentage of dairy goats from artificial insemination in France.

Source: Genetic inventory CAPGENES 2013

다. 매년 인공수정용 정액은 생산성 및 위생 보장이 검증되어 25개 이상의 국가에서 상용화된다. 이 인공수정용 정액은 품종 내에서 뿐만 아니라 품종 이외에 걸쳐서도 놀라운 결과를 나타낼 수 있다. 조악한 농업 환경에서 사육되고 있는 지역적인 품종은 주어진 환경 조건에도 잘 적응하지만, 산유량 수준은 상대적으로 낮게 남아 있다. 따라서 이들 동물을 프랑스에서 선별한 알파인이나 자넨의 품종과 교배하는 것은 보다 나은 발전을 위한 기회이다. 알파인과 자넨의 품종은 산유량에 대한 잠재력을 가지고 있으며, 지역적인 품종의 유전자는 환경에 대한 강인함과 적응을 위한 필수 적성을 유지하고 있기 때문에, 다른 품종과의 교배에 의해서 유도되는 현상인 잡종강세는 F₁ 세대의 성과를 더욱 증가시킨다(Kume *et al.*, 2012).

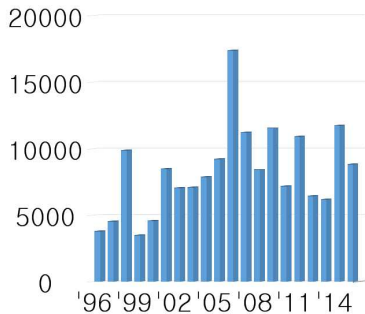
국내 산양유산업 현황

1970년대 초 농가당 10두 이하의 소규모로 시작한 산양유가공 사업은 장기간의 침체기를 지나 1999년부터 산양 사육이 재개되어 산양분유 시장의 형성과 더불어 현재 약 8,000여 두가 전남(22.66%), 충북(16.43%), 경북(14.56%), 충남(12.86%) 지역에서 집중적으로 사육되고 있다(Fig. 4).

산지를 최대로 활용하여 고부가가치를 창출하는 산지생태 축산은 친환경 및 동물복지를 토대로 하여 관광과 체험 등을 접목하는 6차 산업이다. 이 사업은 국내 축산업이 규모화 및 전업화되는 등 생산성 위주의 양적 성장이 필요하다는 배경을 가지고 출발하였다. 국내 축산업의 위기 극복과 지속가능한 친환경 축산업의 구현을 위한 질적 성장체제로의 패러다임 전환이 필요한 상황에서, 산지를 활용하여 자급을 제고와 친환경, 동물복지, 관광, 힐링, 수입증대 등을 도모하는 산지생태 축산이야말로 친환경 축산업이라고 할 수 있다. 우리나라는 국토의 70% 이상이 산악지대로서 지형적인 여건은 넓은 초지가 필요한 젖소보다는 산양 사육이 더욱 적합하다. 산악지대가 많은 우리나라의 지리적 조건과 웰빙 식품에 대한 국민적 요구를 적극 활용한다면 산양유 제품은 중요한 농가소득원으로 정착이 가능할 것으로 보인다. 또한 이를 통해 보다 양질의 건강식품으로 자리매김할 수 있을 것이다. 산양은 우리가 요구하는 측면에서 가장 잘 적합하고 비용은 적게 들면서 생산물인 고기와 젖 모두를 다 취득할 수 있는 동물이다. 유산양은 품종의 특성상 산지에서 방목하는데, 험한 산악지대에서 자생하던 종이고, 충분한 조사료를 공급할 수 있기 때문에 가장 양질의 산양유를 얻을 수 있는 사육방법이다.

국내 산양 목장에서는 일반적으로 4월부터 11월 중순까지는 방목을 하며, 동절기 4개월 동안은 방목을 하지 않기 때문에 계절별로

국내 산양의 연도별 사육 현황(두수)



국내 산양의 지역별 분포 현황(%)

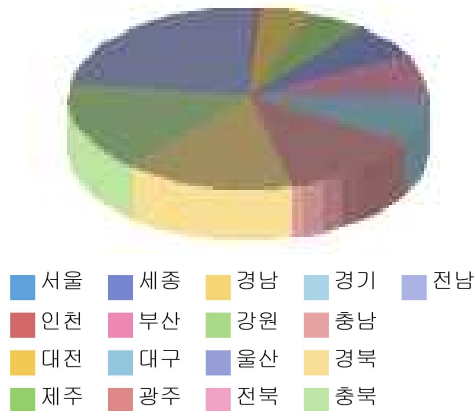


Fig. 4. Yearly and regional dairy goat herds in Korea. Source: 농림축산식품부 기타 가축 통계, 2015

먹이와 활동량이 달라져서 수분 및 각종 성분의 함량에 변화를 보이게 된다. 이 때문에 산양유의 맛도 계절별로 차이가 난다. 일반적으로 봄철부터 여름철까지는 지방과 고형분 함량이 낮기 때문에 묽고 가벼운 맛이 나며, 산야초의 섭취량이 많아 미네랄 함량이 상대적으로 높아지기 때문에 짠맛이 느껴진다. 반면 겨울철의 경우에는 운동량이 적고 수분이 적은 건초를 많이 먹기 때문에 상대적으로 지방과 고형분 함량이 높아져서 여름철에 비해 진하고 고소한 맛이 강하게 느껴진다.

한편, 우리나라는 현재 외국으로부터의 산양 수입이 중단되어 있는 상태이기 때문에, 근친교배를 할 수밖에 없는 상황이 되었다. 이렇게 자체 내에서 번식을 하다 보면 열성 형질이 빈번하게 발현되어 문제점이 생기는 것이다. 외국에서는 계획 교배를 하기 때문에 산유량이 좋아지고 있지만 국내에서는 근친교배가 이뤄지기 때문에 점점 산유량이 줄어드는 것이다.

산양유의 특징점

1. 영양 및 건강 기능성

최근 몇년 동안에 건강과 관련된 필요한 특성을 가지는 새로운 산양유 제품이 생산 및 판매되면서 사회적, 경제적, 영양학적 가치와 같은 요인 등이 식품산업에 커다란 영향을 미치게 되었다(Anaeto *et al.*, 2010; Asresie and Adugna, 2014; Hassan *et al.*, 2014; Lai *et al.*, 2016; Ribeiro and Ribeiro, 2010). Yangilar(2013)는 산양유의 품질과 성분 조성에 초점을 맞춰, 전 세계적으로 산양유로 만든 특수 제품, 산양유의 중요성과 잠재적 기능성 식품으로서의 산양유 제품 및 식품산업에서의 산양유 이용성 등을 보고하였다. 산양유는 모유처럼 유즙과 생체 활성물질이 함께 분비되는 분리분비 방식으로 분비된다. 또한 알레르기 유발 가능성이 높은 단백질인 α_{s1} -카제인 등의 단백질 함량이 낮고 면역증강 효과가 있는 β -카제인이 높은 등 단백질 구성 비율이 모유와 유사하기 때문에 알레르기 발생이 우유에 비해 상대적으로 적고, 구성 지방산의 분자 크기가 작아서 소화가 잘 된다는 장점이 있다. 또한 우유와 비교하여 면역증진 효과가 있는 뉴클레오타이드와 장 세포 건강에 좋은 폴리امين, 그리고 항산화 작용이 있는 셀레늄 등 천연적으로 들어 있는 함량이 높아서 그 영양학적 가치를 인정받고 있다(Baranwal, 2013; Lopez-Aliaga *et al.*, 2010; Ulusoy, 2015; Zenebe, 2014).

산양유는 소화율, 고유 알칼리도, 더 높은 완충능 및 의약 및 인간 영양에서의 특정 치료적 가치에서 우유 또는 모유와 다르다. 산양유의 영양 및 건강상의 이점은 수많은 의학적 문제와 관련이 있으며 무엇보다도 식품 알레르기가 있으며 우유 알레르기로 고통받는 사람들을 대신할 수 있다(Getaneh *et al.*, 2016; Morgan *et al.*, 2012). 사실 인체는 20분 만에 산양유를 소화할 수 있지만 우유는 2~3시간이 걸린다. 산양유가 유아에게 공급될 때 위장 장애, 구토, 산통, 설사, 변비 및 호흡기 문제와 같은 증상을 제거할 수 있다. 산양유를 규칙적으로 섭취하면 체중 증가, 골격의 무기질 개선, 혈청 비타민, 미네랄 및 헤모글로빈 수치가 크게 향상된다(Morgan *et al.*, 2012). 산양유의 가장 큰 이점 중의 하나는 우유와 비교하여 저자극성이라는 점이다. 산양유의 다른 영양 및 치료 특징으로는 높은 완충능, 단쇄 지방산 함량, 우유보다 아연, 철, 마그네슘 함량이 높다는 것이며, 산양유는 또한 우유보다 강력한 면역 및 항균 효과를 가지고 있다(Slacanac *et al.*, 2010).

2. 탄수화물 - 올리고당

모유 및 동물의 우유는 기능성식품 산업에서 커다란 관심을 가지고

있는 생체활성 올리고당의 풍부한 공급원이다. 프리바이오틱 활성화, 병원성 세균에 대한 항-부착 효과, 항-염증 특성, glycome 변형 활성화, 장 발육 및 장 세포의 성장 관련 특징에 대한 역할을 포함하여 특정한 우유 올리고당에 대해서 많은 생물학적 활성이 보고되었다(Hickey, 2012). 모유 올리고당(HMO, Human milk oligosaccharides)은 인체내 효소에 의해서 소화되지 않는 단당 단위를 3~20개 갖는 복합 당이다. 이 화합물은 prebiotic probifidogenic 효과 및 병원성 세균에 대한 항균성, 두뇌 발달 및 면역조절 특성 등을 포함한 국소 및 전신 수준에서 신생아의 발육 및 건강과 관련된 중요한 생리활성 기능을 가지고 있다.

모유 올리고당은 위장관에서 일련의 보호 작용을 나타내며, 유아의 두뇌 성장을 촉진한다. 모유, 특히 푸코오스로부터의 푸코실화된 올리고당은 위장 장애를 일으키는 병원성 세균(예: *Campylobacter jejuni*, *Escherichia coli*)의 부착을 억제한다. 분리된 산성 올리고당은 소화성 궤양 및 기타 위 질환을 일으키는 *Helicobacter pylori*의 정착을 차단한다. 병원성 세균의 장 세포에 대한 부착이 침입 및 감염의 첫 번째 단계이기 때문에 fucosylated 및 acidic 올리고당은 영아 사망의 가장 흔한 원인 중의 하나인 설사를 비롯한 감염으로부터 유아를 보호한다. 우유 올리고당과는 달리, 약 70%의 모유 올리고당은 중성이며 대부분 푸코실화되어 있다. 모유에는 lacto-N-biose type I형 구조의 올리고당이 N-아세틸락토사민 II형 구조의 함량보다 우세하다. 동물의 우유에는 II형 올리고당이 독점적으로 포함되어 있다. I형 올리고당은 모유에 특이적이며 모유 수유 중인 영아에서 유익한 비피더스균의 생육 기질 역할을 한다(Urashima *et al.*, 2012).

모유와 초유는 각각 12~13 g/L와 22~24g/L의 올리고당을 함유하고 있다. 대부분의 모유 올리고당은 소장 내에서 소화 및 흡수에 저항성을 가지고 있다. 따라서 유아의 대장에 분해되지 않은 상태로 도달할 수 있으며, 유아 대장에서는 다양한 종류의 비피더스균과 같은 유익한 미생물의 성장을 촉진시키는 프리바이오틱으로 작용할 수 있다. 그들은 또한 유아의 결장 점막에 대한 병원성 미생물의 침투를 억제하는 수용체 유사체로서 작용할 수 있다. 소 및 다른 동물의 초유는 유리 올리고당의 잠재적인 원천이며, 이러한 자연적 근원으로부터 분리된 올리고당은 기능성식품 또는 동물 사료로서 산업적 규모로 활용될 수 있다(Urashima and Taufik, 2010). 최근의 연구에 따르면 모유 올리고당 생체 활성의 주요 구성 요소인 푸코오스와 N-아세틸뉴라민산을 가진 복합 올리고당이 산양유에도 존재하는 것으로 밝혀졌다. 푸코실화된 산양유 올리고당(GMO, Goat milk oligosaccharides)의 존재는 산양유가 기능성식품 성분으로서 적합한 생체 활성 올리고당의 잠재적인 공급원임을 나타낸다. Meyrand 등(2013)은 산양유가 식품 성분으로 사용될 수 있

는 복합 모유 올리고당과 유사한 올리고당의 원천임을 밝혀냈다. 여러 연구에서 산양 CSN1S1 유전자 다형성이 산양유 생산 및 성분 조성, 기술 특성 및 지방산 함량에 미치는 영향이 보고되었다(Silanikove *et al.*, 2010). 그러나 이러한 다형성이 올리고당에 미치는 영향에 대해서는 거의 알려지지 않았다. Meyrand 등(2013)은 CSN1S1 유전자 다형성이 산양유 올리고당 생산과 분비에도 영향을 미치는지를 규명하였다.

Albrecht 등(2014)은 다양한 동물의 우유에 존재하는 올리고당에 대한 포괄적인 개요를 얻기 위한 연구를 수행하였다. 동물의 우유는 이전에 추정된 것보다 훨씬 더 다양한 종류의 복합 올리고당을 함유하고 있으며, 이들 구조 중 13개는 이전에 모유에서 확인되었다. 올리고당 혼합물의 직접적인 비교는 위장관 시스템의 여러 유형의 출생 후의 성숙에 있어서 그들의 역할을 반영하며, 이러한 방식으로 특정 이유식을 위해 준비된다. 사람과 동물의 건강에 사용되는 올리고당의 상업적 추출을 위한 동물 우유의 잠재적 가치가 강조된다. 모유와 달리 fucosylated oligosaccharides의 함량은 동물 종의 우유에서 다소 낮다. 동물 우유 내 대부분의 올리고당은 시알릴화되어 N-아세틸뉴라민산(Neu5Ac) 및 N-글리코틸뉴라민산(Neu5Gc)을 함유하고 있다(Urashima *et al.*, 2013).

산양유의 올리고당 함량은 0.25~0.39 g/L로서, 우유(0.03~0.06 g/L) 또는 면양(0.02~0.04 g/L)보다 높으며(Silanikove *et al.*, 2010), 또한 산양유 올리고당의 다양성은 우유 또는 면양유보다 많다. 산양유 올리고당은 대장에서 항염 효과를 나타낸다. 실제로 올리고당을 투여하지 않은 대조군과 비교하였을 때, 올리고당 투여주는 식욕 부진, 체중 감소, 장벽 비후 감소 및 결장의 괴사 감소를 보였다.

3. 지방 - 중쇄 지방산(MCT)

지금까지 검증된 건강상의 측면에서 산양유의 가장 중요한 성분 중의 하나는 중쇄 지방산의 비율이다. 이러한 중쇄 트리글리세라이드(MCT)는 각각 caproic(6:0), caprylic(8:0) 및 capric acid(10:0)로 알려져 있다. 이 3가지 지방산은 산양유 지방 총량의 15%를 차지하는 반면에, 우유는 5%만을 차지한다. 또한 부적절하게 취급된 산양유에 특유의 맛과 냄새를 주는 화합물이기도 하다. 산양유에는 중쇄 지방산이 36% 함유되어 있어 우유의 21%에 비해서 더 높기 때문에 산양유를 음용하면 총 콜레스테롤 수치가 감소되는데, 이는 인체 내부에서의 콜레스테롤 합성을 감소시키기 때문이라는 것이 확인되었다. 또한 산양유는 주로 capric과 caprylic acids와 같은 중쇄 지방산으로 병원성 미생물과 길항적으로 경쟁한다.

중쇄 지방산의 건강상의 이점은 의학계에서 흡수 장애 증후군, 관상동맥 질환, 낭포성 섬유증, 장 질환, 미숙아 영양, 담석, 치근단

염, 지루성 궤양, 고지질단백혈증, 고지혈증, 유아 간질 등의 치료에 널리 알려져 있다. 또한 중쇄 지방산은 콜레스테롤 침착을 억제하거나 제한하며, 콜레스테롤 담석을 분해하고 유아의 정상적인 성장에 기여한다.

우유와의 유의적인 차이점 중의 하나는 산양유의 지방 구성과 구조에 있다. 산양유 지방구의 평균 크기는 우유 지방의 2.5~3.5 μm 와 비교하여 약 2 μm 이다. 이 작은 크기의 지방질은 분산성이 좋기 때문에 유지방이 보다 더 균일한 혼합물을 제공한다. 연구 결과에 따르면 지방 덩어리의 물리적 크기보다 우유의 거품 생성 능력에 더 많은 관련이 있는 것으로 나타났다. 이러한 클러스터링은 우유 중 agglutinin의 존재에 의해서 촉발되는 것으로 보이는데, 산양유에는 agglutinin의 결여되어 있기 때문에 특히 저온에서 creaming 현상이 거의 발생하지 않는다. 한편, 산양유의 자연적인 균질화 상태는 인간의 건강 관점에서 볼 때 물리적으로 균질화된 유제품보다 훨씬 유익하다고 할 수 있다.

4. 단백질 - 생리활성 펩타이드(BAP, Bioactive peptides)

Table 3에서 보는 바와 같이 생체활성 펩타이드는 단백질 자체 내에서는 불활성이지만 외부의 제조공정 조건 또는 생체 내 위장관의 소화작용에 의해서 일단 유리되면 신체 기능에 긍정적인 영향을 미치고 궁극적으로는 소비자에게 건강상의 이익을 증진시키는 조절 화합물로서 작용할 수 있다(Gabas *et al.*, 2012; Nagpal *et al.*, 2011). Hsieh 등(2015)은 21세기의 질병 예방을 위한 우유 펩타이드, 단백질 및 올리고당의 생물학적 활성을 보여주는 최근 연구 결과에 중점을 두면서, 이러한 생체활성 화합물의 대규모 생산 및 상업화를 방해하는 가공 문제도 함께 다루었다. 우유 단백질 및 펩타이드는 심혈관 질환, 대사 장애, 장 건강 및 화학 예방적 특성을 다루는 재래식 요법에 보조제(coadjuvants)로 사용할 잠재력을 가지고 있다.

Table 3. Physiological functionality of milk derived peptides

Cardiovascular system	<ul style="list-style-type: none"> · Antihypertensive · Antioxidative · Antithrombotic · Hypocholesterolemic
Nervous system	<ul style="list-style-type: none"> · Opioid agonist activity · Opioid antagonist activity
Gastrointestinal system	<ul style="list-style-type: none"> · Mineral-binding · Anti-appetizing · Antimicrobial
Immune system	<ul style="list-style-type: none"> · Antimicrobial

산양유의 제품 제조 특성

산양유는 여러 가지 이화학적 특성이 우유와 다르기 때문에 기술적 행동양식의 주요 차이점을 설명하는 것이 가능하다. 산양유, 면양유, 우유의 이화학적 특성에는 뚜렷한 차이가 있다. 산양유의 경우에는 상당히 다른데, 이는 주로 계절 번식에 의해서 생산되기 때문이다. 산양유 성분 조성의 변화는 계절적으로 착유 말기에 발생하기 때문에, 지방, 단백질, 고형분과 미네랄 함량은 증가하고 유당 함량은 감소하게 된다. 산양유는 많은 치료 특성과 영양가를 가지고 있기 때문에 여러 연구자들이 화학적 조성 및 물리적 특성을 연구하였는데, 이러한 성분 조성의 변화는 산양유의 제조 품질을 변경할 수 있다. 따라서, Abbas 등(2014)은 인체 건강을 위한 기능성 식이로서 산양유의 몇몇 이화학적 특성을 보고하였다.

1. 산양유의 유체역학적 특성

유체역학적 특성은 유가공 공장의 품질관리 방법으로서 뿐만 아니라, 식품의 구조/조직에 대한 연구를 수행하는 식품과학자 및 유체역학자를 위한 과학적 기술로서 널리 사용된다. 액상제품의 유체역학적 특성은 단위공정(가열, 냉각 및 동결, 저온살균, 건조 및 동결 건조)과 같은 공정 제어 시스템 설계 시 운송 현상을 이해하는 데 가장 중요하다. 이러한 작업의 수학적 모델링은 일반적으로 열 및 물질 전달을 위한 복합 미분방정식을 해결하는 시스템으로 구성되어 있으며, 유체역학적 특성이 입력 매개변수로 나타난다. 부정확하거나 부적절한 데이터의 사용은 불필요하게 생산비용을 증가시키고 식품 안전성을 손상시킬 수 있는 부적절한 설계를 초래할 수 있다.

유제품의 유체역학적 행동양식의 범위는 성분 조성, 미세 구조 및 가공 조건에 따라서 광범위할 수 있다. 우유는 종종 단순한 뉴턴 유체(Newtonian fluid)의 행동양식을 나타내지만 농축유는 의가소성(pseudoplastic) 행동양식을 보인다. 이렇듯 우유와 유제품의 유체역학적, 물리적 특성에 대한 연구는 많이 이루어졌지만 산양유의 유체역학적 특성에 대한 정보는 거의 없다(Gabas *et al.*, 2012). 최근 산양 유제품에 대한 유용한 데이터를 검토한 결과, 우유를 사용한 연구에서 생성된 기술적 지식은 산양유로 제조된 제품에는 완전히 적용할 수 없는 것으로 밝혀졌다.

Gabas 등(2012)은 유제품 산업에서 일상적으로 볼 수 있는 여러 실험 조건에서 이러한 특성을 예측하기 위한 간단한 상관 관계를 개발하기 위하여 총고형분 함량(10.5~50.0%)과 온도(-0.15~57.85 $^{\circ}\text{C}$)의 함수로 산양유의 유체역학적 행동양식을 연구하였다. 결론적으로, 산양유의 유체역학적 행동양식은 온도와 총 고형물의 비율에 따라서 다른 모델을 따랐다. 뉴턴 유체의 행동양식(Newtonian

behavior)은 10.5~22.0%의 고형분 함량과 2.85~57.85℃의 온도에서 관찰되었다. 2.85~57.85℃ 및 29.85~57.85℃까지의 온도에서 고형분 함량이 25.0~39.4%와 44.3~50.0%인 경우 항복 응력(yield stress) 없이 의가소성 행동양식이 관찰되었다. 44.3~50.0% 사이의 고형분 함량과 -0.15~22.85℃의 온도에서 항복 응력을 갖는 의가소성 행동양식이 발견되었다. 점조도 지수(consistency index)뿐만 아니라 뉴턴 유체의 점도는 온도와 고형분 농도에 동시에 의존하는 함수와 유의적인 상관관계를 나타냈다. 항복 응력은 온도의 함수로만 나타낼 수 있다. 신양유의 밀도에 대해 얻어진 결과는 온도 및 고형분 함량의 함수로서 지수 방정식(exponential equation)을 사용했을 때 적합하였다.

2. 다단계 분무건조(MSD, Multi-stage spray drying)

수분의 제거에 의한 수분 활성의 저하로 이루어지는 분무건조는 극심한 열처리를 수반하지 않으며, 상온에서의 저장이 허용되기 때문에 생물학적 제제의 보존에 효율적인 방법이다. 분무건조는 특히 유가공 산업에서 식품 보존을 위한 가치 있는 기술이다. 현재 보다 엄격한 제품 품질과 기능적 요구사항에 대한 필요가 증가하기 때문에, 다양한 성분의 서로 다른 농축유 제품이 분무건조되고 있다. 예를 들어, 유아용 조제분유의 성분 배합은 농축 및 분무건조 공정 단계 이전에 40개 이상의 다른 구성 요소가 혼합된다. 제품 성분 조성의 차이는 서로 다른 건조 행동양식을 나타내며, 이러한 제품의 건조는 분무건조 매개변수의 조절을 필요로 하게 된다. 부적절한 건조 작업은 비가역적인 제품의 품질 문제(이화학적: 수분 활성, 영양: 갈색화 반응, 물리적: 뭉침성과 점착성) 및 상당한 경제적 손실로 이어질 수 있다.

일반적으로 고전적인 분무건조기는 습윤 구역에서 유동층 과립기(Fluidized bed agglomerator)으로 연결되는데, 여기에서는 통상적으로 건조실에서 나오는 미세분말을 과립화하여 건조 공정을 완료하고 분말을 냉각시킨다. 최근의 다단계 분무건조기(MSD, Multi-stage spray dryer) 설비에는 과립을 위한 다른 유동층 및 추가적인 건조 기능이 건조실 하부에 설치되어 있다(Fig. 5).

3. SD2P®(Spray drying parameter simulation and determination software)

농축물의 건조에는 다양성과 복잡성이 양립하기 때문에, 이제 이화학 및 열역학적 특성에 근거한 분무건조의 보다 엄격한 이해가 필요하게 되었다. 그러나, 현재의 기술 및 지식 상태로는 유제품 분무건조의 매개변수의 측정이 용이하지 않다. 제조공정의 매개변수, 농축유의 이화학적 또는 미생물학적 조성 및 연관된



Fig. 5. MSD(Multi-stage spray dryer).

분무건조로부터 수득된 분말 품질에 대한 과학적이고 기술적인 연구는 거의 없는 실정이다. 새로운 유제품 및 식품 분말의 품질 개선은 유리 전이 온도, 수분 활성도, 체류시간 분포, 표면 조성 및 표면 온도(건조시간 대비) 등의 새로운 매개변수를 통합해야만 얻을 수 있다. 후자는 열 및 물질 전달과 균형 방정식에 근거한 건조 모델링으로 구성되어 있다. 두 가지 방법을 고려할 수 있는데, 총괄적인 접근법은 전체 건조기를 통한 질량과 에너지 균형으로 귀결되며, 미시적 접근방법은 건조시 분무 입자의 온도와 수분 함량 조건에 대한 정보를 결정하기 위해서 분무 입자 수준에서의 건조 역학과 균형으로 구성되어 있다.

공기 중의 절대 및 상대습도, 총 고형물 함량 및 농축물의 온도, 풍량 등의 열역학적 및 이화학적 매개변수를 종합한 결과, 인입 공기 온도와 질량 유량 등과 같은 특정 분무건조 매개변수의 보다 정확한 결정이 가능하게 되었다. 이러한 시스템은 농축액의 수분 가용성과 특정 열역학적 매개변수를 통합하는 제어기를 사용하여 분무건조 매개변수를 예측하기가 쉽기 때문에 경제적 가치는 명백하다. 이러한 반응공학적 접근방법은 다양한 유제품 분무건조 입자의 모델링을 가능하게 할 수 있으며, 분무 입자, 실질적으로는 분말의 표면온도 제어를 개선할 수 있는 새롭고 흥미로운 접근 방법이다. 이 모델은 분말 품질/기능성의 특정 양상을 예측할 수 있다. 최근에 분무건조 이전에 중요한 공정 매개변수 값을 결정하기 위해

서 탈습(desorption)에 의한 건조를 기반으로 하는 예측 도구가 개발되었다(Zhu *et al.*, 2011, 2013). 프랑스 INRA(The Institut National de la Recherche Agronomique)에서 개발된 분무건조 매개변수 시뮬레이션 및 측정 소프트웨어인 SD²P[®](Spray drying parameter simulation and determination software)는 30가지 이상의 제품 유효성 검사 결과, 다양한 범위의 식품 및 분무건조기 형태에 적용할 수 있는 것으로 나타났다. 따라서 분무건조 소프트웨어 SD²P[®]는 유제품의 분무건조에 있어서 95~99%의 허용 정확성으로 최적의 인입 열풍의 온도를 예측하기 위하여 이 방법에 따라서 특히 설계되었다.

이 방법은 분무건조 시스템 전반에 걸친 질량 및 에너지 균형에 기초한다. 이 기술에서는 열역학적 센서를 사용하여 결합수와 비결합수의 비율을 평가한다. 건조기와 관련된 입력 매개변수를 고려하여, 건조 조건 및 최종 제품의 요구 사항(예를 들면, 증발 용량, 공기 유량 및 습도, 농축유의 총 고형분 함량과 온도, 수분 활성과 관련한 분말의 수분 함량, 에너지 비용 등), 인입 및 배풍 온도, 농축유와 분말의 유속, 특별한 에너지 소비, 건조기 수율 및 증발 수분 kg당 또는 제조 분말 kg당 비용 등과 같은 동작 매개변수 등을 질량과 에너지 균형으로부터 예측할 수 있다. 이 방법은 산업계에서 새로운 농축액에 적용하는 데 있어서 간단하고 신속하다는 특장점을 가지고 있다.

이러한 분무건조 기술은 실제로 프랑스의 산양분유 생산에 채택되어 산업적으로 실용화되고 있는데, 이 기술의 장점은 전통적인 건식 혼합기술을 확실하게 능가한다는 것이다. 모든 원료성분은 액상 상태로 용해되어 총체적으로 균일한 방식으로 혼합된다. 이렇게 제조된 분유 입자는 손상되지 않은 상태로 최적의 형태 및 크기, 무결성을 가지게 되기 때문에 쉽게 용해되고 흡수된다(Fig. 6).

궁극적으로 과립화에 따른 용적밀도(bulk density)의 저감으로 용해도 향상, 거품 형성의 방지, 분산성의 향상, 과열에 의한 탄화물 방지 및 갈색화 반응의 제어를 통한 영양소 파괴 방지와 위해물질 생성의 억제, 고유한 색상의 유지, 에너지 비용의 절감, 부유물 및 벽면 응집성 방지 등의 품질 개선 및 안전성을 보장할 수 있다.

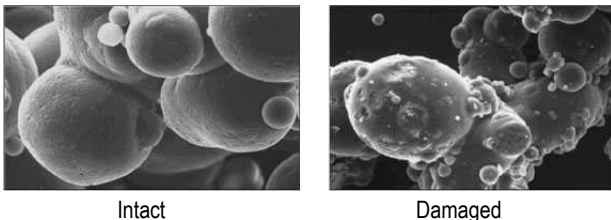


Fig. 6. Microscopic morphology characteristics of powder particles after MSD spray drying (Magnification, ×2,000).

4. 산양유의 위생안전 품질 기준

위생 품질 및 최종 제품에 대한 기술 및 관능적 영향에 관한 산양유 품질에 기초하여 유대 지불체계에 포함된 산양유 품질 평가기준의 제어를 가능하게 하는 주요 평가 기준이 제시되었다. 산양유 중의 체세포수에 대한 새로운 선택 기준이 2013년 이후부터 발표되었는데, 체세포는 종종 유방염 및 병원성 세균과 연계되어 체세포수가 높은 경우에는 산양유의 생화학적 조성의 변화를 유도한다. 세균수 측정은 산양유의 위생 품질의 좋은 평가기준을 제공하고, 병원성 세균도 유대 지불체계에 포함되어 있다. 이 때, 다양한 종류의 세균이 구별되어야 하는데, 이는 산양유의 특정 성질 또는 변화를 야기할 수 있기 때문이다.

유제품 제조업체와 소비자의 요구에 응답하기 위하여, 산양유 품질의 평가 기준은 많은 나라에서 위생, 기술 및 관능적 요구에 따라서 확립되었다. 이러한 산양유 품질의 평가 기준은 유대 지불 체계의 일부이며, 결과적으로 최종 제품의 더 나은 위생적 및 관능적 품질을 보장하게 된다. 이러한 평가 기준은 다량의 산양유가 점유되고 그에 따라서 산양유 품질이 끊임없이 증가하고 있는 서유럽의 많은 국가에서 개발되었다. 실제로 프랑스, 이탈리아, 미국, 스페인, 노르웨이, 네덜란드 등에서는 정기적으로 산양유의 품질을 관리한다. 일부 평가 기준은 산양유의 품질을 평가하고, 제품의 품질을 보장하는 우수한 도구가 된다. 그럼에도 불구하고, 이러한 도구는 산양유 품질의 향상을 가능하게 하는 경우, 이들은 임계값을 제공하고, 각 국가의 생산 시스템과 호환이 가능해야 한다. Silanikove 등(2010)은 현재 병원성 세균과 관련된 식중독을 방지하는 중요한 품질 척도로 사용되는 총 세균수가 충분히 효과적이지는 않다는 것을 시사하였다. 적절한 생리학 및 생화학의 관점에서 산양유의 위생 상태를 적합하게 하기 위하여 일상적인 평가 기준으로 체세포수를 포함하는 것이 제안되었다.

향후 전망

산양은 극단적이고 변덕스러운 환경에 대한 탄력성 및 다양한 기후 조건 하에서도 고품질의 우유를 제공할 수 있는 능력을 가지고 있다. 유럽, 오세아니아, 북미와 남미 지역에서 산양 유제품 생산이 보다 상용화되었다. 또한 의영양 및 유아식품의 기본으로 새로운 시장 및 산양유의 사용이 진행되고 있다. 전 세계적으로 기존 및 신규 산양 유제품에 대한 관심이 증가하고 있기 때문에 소비자의 신뢰를 보장하기 위해서는 산양유의 품질과 안전성을 최적화하는 것이 필수적이다(Albenzio and Santillo, 2011). Silanikove 등(2010)은 식품 산업에서 산양유의 사용에 대한 관점에서 산양유의 품질, 안전성 및 생산에 대한 최근의 발전

상황을 검토한 결과, 새로운 틈새 시장의 개발을 위한 산양유의 장점이 특별히 강조되었다.

우유와 비교했을 때 산양유의 영양학적 특성 및 낮은 알레르기성 (Albenzio and Santillo, 2011)은 기능성 식품으로서 산양유에 대한 관심을 증대시키게 되었으며, 현재 선진국에서는 건강 식이 추세에 일부 형성하고 있다. 이에 따라서, 특정한 영양 속성을 가진 우유의 사용은 단독으로, 또는 프로바이오틱 특성 및 생리활성 대사산물을 생성하는 생균제와 조합하여 새로운 유제품 기능성 음료를 제조하기 위한 기술 중의 하나를 나타낸다.

산양은 대다수의 국가에서 가장 가치를 인정받지 못한 가축이었지만, 세계적으로 산양은 인간의 영양, 웰빙 및 생존에 있어서 중요한 역할을 담당하였다. 산양유와 그 제품은 생산자에게 고부가가치 수익과 경제적 생존 능력을 제공할 수 있다. 산양유는 목장 및 상업적인 제조공장에서 차별화된 생산 설비와 지역적 마케팅 조직에 따라서 특수 제품으로 제조할 수 있다. 산양유와 그 가공식품은 특히 우유 알레르기가 있는 유아나 노인을 위한 영양 및 건강을 유지할 수 있는 기능성 식품으로 널리 사용되어 왔다. 가공된 산양유 특수 제품은 좋은 시장 전망을 가질 것으로 예상된다. 산양유 제품에 대한 전세계적인 수요는 증가하고 있으며, 산양유 산업의 성공 여부는 실질적으로 고생산능 산양 집단, 고품질 산양유 생산, 개선되고 신중하게 통제된 제품 제조, 포장, 보관 및 유통 기술 등의 확립에 의존할 것이다(Mwenz, 2015). 전문적인 육종 프로그램을 통한 고품질의 산양유 생산은 보장성이 있고, 수익성이 있으며, 최적화되고 성공적일 수 있다.

결론

산양유는 모유와 많은 유사성을 가지고 있으며, 또한 여러 가지 의학적 가치를 가지고 있다. 따라서, 산양유 소비의 장점에 대한 인식이 대중화되어 산양유의 생산과 활용이 증대되었다. 우유와 비교했을 때, 산양유의 영양적 우수성이 입증되었음에도 불구하고 아직 국내 산양유 시장은 매우 미미한 수준이다. 국내에서 생산되고 있는 산양유는 연간 1,500여 톤으로서, 산양유의 국내시장 규모는 전체 유제품 시장의 0.1%도 안 되는 수준으로 유럽 선진국의 7~10% 수준과 비교하면 매우 적다. 이는 가공산업체의 영세성, 계절 번식으로 인한 연중 연속 소비의 어려움, 산양유 품질기준의 보완, 산양유 유대 지급기준에 대한 농가 불만, 집유 시설의 개선 등이 필요하기 때문이다. 이를 해결하기 위해서는 기술개발의 필요, 종축 개량, 산양 전용 질병치료제 개발 및 판매, 생산비 절감을 위한 노력 필요, 이원화되어 있는 분유 제품의 규격 일원화, 소비자의 요구를 맞추

려는 개선의 노력이 필요한 시점이다.

지구 온난화 때문에 악화되는 지리적 조건에서 산양 산업은 미래의 중요성을 증가시킨다. 이는 전문적인 사육 프로그램을 통한 고품질 산양유의 생산이 가능할 것이다. 최근에는 기능성을 나타내는 식품에 대한 수요가 증가되고 있다. 산양유 제품은 특정한 맛, 조직감 및 천혜의 건강 이미지로 인해서 우유 제품의 유리한 대안으로 제공될 수 있다. 그럼에도 불구하고, 소비자는 이러한 제품의 위생 품질 및 영양 성분에 관한 더 많은 정보를 요구하고 있다. 그러한 모든 특성은 품종, 유전, 생리학, 사료, 환경 및 기술 등과 같은 여러 가지 요인에 의해서 영향을 받을 수 있다. 이를 위해 서유럽에서는 사료 공급 및 유전학적 선택을 함유한 육종 시스템의 강화로 인해서 산양량이 증가하고 성분 조성을 변화시키고 있다.

산양유 관련산업이 지속적으로 발전하기 위해서는 산양유제품 시장의 지역적 편중과 수입에 의존하고 있는 원료유 수급 문제가 우선적으로 개선되어야 한다. 따라서 국내에서 일정 규모 이상의 독자적인 생산을 할 수 있도록 사육기반이 마련되어야 한다. 또한 이후 원가 절감을 위한 산양 사육 환경 조성 및 제품의 다양화, 유통환경 개선, 관련 규정의 현실화 등 당면 과제에 대해 산업계와 학계, 그리고 정부가 서로 협력하여 현재의 부족한 점을 보완해 나가도록 노력해야 한다.

References

1. Abbas, H. M., Hassan, F. A. M., Abd El-Gawad, M. A. M. and Enab, A. K. 2014. Physicochemical characteristics of goat's milk. *Life Sci. J.* 11(1s):307-317.
2. Albenzio, M. and Santillo, A. 2011. Biochemical characteristics of ewe and goat milk: Effect on the quality of dairy products. *Small Rumin. Res.* 101:33-40.
3. Albrecht, S., Lane, J. A., Marino, K., Al Busadah, K. A., Carrington, S. D., Hickey, R. M. and Rudd, P. M. 2014. A comparative study of free oligosaccharides in the milk of domestic animals. *Br. J. Nutr.* 111:1313-1328.
4. Anaeto, M., Adeyeye, J. A., Chioma, G. O., Olarinmoye, A. O. and Tayo, G. O. 2010. Goat products: Meeting the challenges of human health and nutrition. *Agr. Biol. J. N. Am.* 1(6):1231-1236.
5. Asresie, A. and Adugna, M. 2014. Bioactive properties of goat milk: It's hypoallergenic, nutritional and therapeutic significance: A review. *Global J. Anim. Sci. Res.* 2(4):315-320.

6. Baranwal, D. 2013. The benefits of consuming goat's milk. *Trends Biosci.* 6(5):513-515.
7. Carillier, C., Larroque, H. and Robert-Granié, C. 2014. Comparison of joint versus purebred genomic evaluation in the French multi-breed dairy goat population. *Genet. Select. Evol.* 46:67-76.
8. Chetroiu, R., Calin, I. and Niculescu, G. C. 2014. Worldwide trends and orientations of raising goats. MPRA Paper No.53460.
9. Danchin-Burge, C., Allain, D., Clément, V., Piacère, A. Martin, P. and Palhière, I. 2012. Genetic variability and French breeding programs of three goat breeds under selection. *Small Rumin. Res.* 108(1-3):36-44.
10. Gabas, A. L., Cabral, R. A. F., de Oliveira, C. A. F. and Telis-Romero, J. 2012. Density and rheological parameters of goat milk. *Ciênc. Tecnol. Aliment. Campinas.* 32(2):381-385.
11. Getaneh, G., Mebrat, A., Wubie, A. and Kendie, H. 2016. Review on goat milk composition and its nutritive value. *J. Nutr. Health Sci.* 3(4):401-410.
12. Hassan, F. A. M., Abbas, H. M., Abd El-Gawad, M. A. M. and Enab, A. K. 2014. Goats dairy products as a potentially functional food. *Life Sci. J.* 11(9s):648-657.
13. Hickey, R. M. 2012. The role of oligosaccharides from human milk and other sources in prevention of pathogen adhesion. *Int. Dairy J.* 22:141-146.
14. Hsieh, C., Hernández-Ledesma, B., Fernández-Tomé, S., Weinborn, V., Barile, D. and de Moura Bell, J. M. L. N. 2015. Milk proteins, peptides, and oligosaccharides: Effects against the 21st century disorders. *BioMed Res. Int.* 2015. 146840.
15. Jousseins, C., Fagon, J., Belvèze, J. and Servièrre, G. 2015. Livestock farm networks, a system at the center of French farming development. *Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop.* 68(2-3):107-113.
16. Kumar, S., Kumar, B., Kumar, R., Kumar, S., Khatkar, S. and Kanawjia, S. K. 2012. Nutritional features of goat milk - A review. *Indian J. Dairy Sci.* 65(4):1
17. Kume, K., Papa, L. and Hajno, L. 2012. Effects on milk production in F₁ crossbred of Alpine goat breed (♂) and Albanian goat breed(♀). *Italian J. Anim. Sci.* 11(e47):258-261.
18. Lai, C. Y., Fatimah, A. B., Mahyudin, N. A., Saari, N. and Zaman, M. Z. 2016. Physico-chemical and microbiological qualities of locally produced raw goat milk. *Int. Food Res. J.* 23(2):739-750.
19. Lopez-Aliaga, I., Diaz-Castro, J., Alferez, M. J. M., Barrionuevp, M. and Campos, M. S. 2010. A review of the nutritional and health aspects of goat milk in cases of intestinal resection. *Dairy Sci. Technol.* 90: 611-622.
20. Meyrand, M., Dallas, D. C., Caillat, H., Bouvier, F., Martin, P. and Barile, D. 2013. Comparison of milk oligosaccharides between goats with and without the genetic ability to synthesize α_{s1} -casein. *Small Rumin. Res.* 113(2-3):411-420.
21. Morgan, D., Gunneberg, C., Gunnell, D., Healing, T. D. and Lamerton, S. 2012. Medicinal properties of goat milk. *J. Dairy Goat.* 90:1.
22. Mwenze, P. M. 2015. Functional properties of goats' milk: A review. *Res. J. Agr. Environ. Management.* 4(9): 343-349.
23. Nagpal, R., Behare, P., Rana, R., Kumar, A., Kumar, M., Arora, S., Morotta, F., Jaing, S. and Yadav, H. 2011. Bioactive peptides derived from milk proteins and their health beneficial potentials: An update. *Food Function* 2(1):18-27.
24. Ribeiro, A. C. and Ribeiro, S. D. A. 2010. Specialty products made from goat milk. *Small Rumin. Res.* 89:225-233.
25. Silanikove, N., Leitner, G., Merin, U. and Prosser, C. G. 2010. Recent advances in exploiting goat's milk: Quality, safety and production aspects. *Small Rumin. Res.* 89(2-3):110-124.
26. Slacanac, V., Bozanic, R., Hardi, J., Szabo, J. R., Lucan, M. and Krstanovic, V. 2010. Nutritional and therapeutic value of fermented caprine milk. *Int. J. Dairy Technol.* 63:171-189.
27. Ulusoy, B. H. 2015. Nutritional and health aspects of goat milk consumption. *Akademik Gida.* 13(1):56-60.
28. Urashima, T. and Taufik, E. 2010. Oligosaccharides in milk: Their benefits and future utilization. *Media*

- Peternakan. pp.189-197.
29. Urashima, T., Taufik, E., Fukuda, K. and Asakuma, S. 2013. Recent advances in studies on milk oligosaccharides of cows and other domestic farm animals. *Biosci. Biotechnol. Biochem.* 77:455-466.
 30. Urashima, T., Asakuma, S., Leo, F., Fukuda, K., Messer, M. and Oftedal, O. T. 2012. The predominance of type I oligosaccharides is a feature specific to human breast milk. *Adv. Nutr.* 3:473S-482S.
 31. Yangilar, F. 2013. As a potentially functional food: Goats' milk and products. *J. Food Nutr. Res.* 1(4):68-81.
 32. Zenebe, T. 2014. Review on medicinal and nutritional values of goat milk. *Acad. J. Nutr.* 3(3):30-39.
 33. Zhu, P., Méjean, S., Blanchard, E., Jeantet, R. and Schuck, P. 2011. Prediction of dry mass glass transition temperature and the spray drying behaviour of a concentrate using a desorption method. *J. Food Eng.* 105:460-467.
 34. Zhu, P., Méjean, S., Blanchard, E., Jeantet, R. and Schuck, P. 2013. Prediction of drying of dairy products using a modified balance-based desorption method. *Dairy Sci. Technol.* 93:347-355.