

## 등급제 실시 이후 제주산 원유의 품질 변화

이 현 종

제주대학교 생명자원과학대학 동물자원과학과

### Changes of the Chemical and Microbiological Quality in Milk from Jeju-Do after Raw Milk Grading System

Hyun-Jong Lee

Department of Animal Biotechnology, Cheju National University

#### ABSTRACT

This experiment was performed to identify the improvement of raw milk quality after introducing raw milk grading system(1993, June). The purpose of this experiment was to investigate chemical component and microbiological quality of raw milk in jeju. This experiment made it possible to spread high standard of quality of raw milk or milk product including yoghurt, ice cream etc., and to provide dairy industry information for the construction of Jeju international free city master plan. As a result, automatic milking system is improved a lot after introducing raw milk grading system and sustained good condition compared with other provinces. High ratio was shown dairy farm in jeju for pre-milking, pre-cooling system equipment and self laboring. Otherwise, the ratio of dairy farm doing test of mastitis is low. The ratio of first grade distribution in Jeju is 80.64%, which means that was improved before introducing raw milk grading system. The number of somatic cells found in summer more than that of other seasons in raw milk. However, these data is a little higher than the nation wide data medium. Also, general components, annual lipid ratio is 3.90 % that improved compared with before introducing raw milk grading system. These data showed low in summer and similar to nation wide.

(Key words: raw milk, Jeju, raw milk grading system, somatic cells)

#### I. 서론

제주도는 한라산을 중심으로 해발 200~600 m의 중산간 지대에 120 여 개소의 목장이 산재해 있으며 연중 목초 생육이 가능한 자연 초지와 온도 및 강수량 등의 기후 조건이 낙농업에 유리한 자연 조건을 구비

하고 있음에도 여러 요인에 의해 다른 축종과 비교하여 많은 발전을 이루지 못하고 있다. 제주도 젖소 사육의 효시는 1958년 육우목장인 “송당목장”에 미국에서 Holstein 젖소 3두가 도입된 것으로 1975년까지는 60여두가 제주대학교를 비롯한 농과계열 학교의 실험 실습용 및 난지농업연구소(전 제주농업시험장)에서 사육되었고, 1976년 제주도낙농진흥계획의 일환으로 호주에서 188두의 Holstein 젖소 育成 牝牛를 농특 사업(11호) 자금으로 도입하여 도내 11개 농가에 보급한 것이 본격적인 제주도 낙농 산업의 첫 출발점으로 보

\*이 연구는 2003년 아열대농업생명과학연구소 연구비에 의해 연구된 결과임.

Corresponding author : Hyun-Jong Lee, Department of Animal Biotechnology, Cheju National University, Korea.

고 있다.

그 후 1962년부터 전국적으로 추진하기 시작한 제 1차 낙농 진흥 5개년 계획에 제주도가 제외되었고, 90년대에 들어서야 뒤늦게 제주도 낙농 진흥 10개년 계획이 수립될 정도로 정책적으로 크게 소외된 점등이 유리한 입지 조건을 갖추고 있으면서도 낙농이 부진했던 원인 중의 하나로 생각되며, 2000년대에 들어 전국적인 낙농 산업의 침체에 따라 제주도도 동반 침체 현상을 보여 2004년 말 현재 73농가에서 5,600여두의 젖소를 사육하고 있다. 그러나 1999년부터 제주 지역의 청정 이미지가 확산되면서 타 지역으로 원유 및 유제품이 반출되고 있으며, 국제자유도시개발 계획에서도 낙농 산업 육성이 포함되어 있어 발전 가능성을 보여주고 있다. 낙농 농가의 소득과도 깊은 연관이 있는 고품질의 시유 및 유제품을 생산하기 위해서는 무엇보다 원료유의 품질이 가장 중요한데 낙농 선진국에서는 일찍부터 세균수, 체세포수로 표현되는 미생물 품질과 원유 성분 함량에 따른 화학적 품질에 따라 유대를 지불하여 왔으나 우리나라는 1993년 6월 1일부터 비로소 원유 위생 등급별 차등 가격제를 시행하기에 이르렀으며, 그 후 몇 차례의 수정 보완을 거친 내용을 강화, 현재에 이르고 있으며 유질 향상에 많은 기여를 하고 있다.

국내산 원유의 화학적 조성에 대하여는 장 등(1983), 한국중축개량협회(1990) 및 강 등(1991)의 보고가 있고, 미생물학적 품질에 대하여는 이 등(1983)이 경기 지역을, 김 등(1980)의 청주 지역, 또한 김 등(1986)이 유업체에 납유된 원유의 미생물학적 품질을, 인 등(1995)은 등급제 실시 이후 경기 지역 48개 목장의 세균수 및 체세포수를 조사 보고한 바 있다. 제주산 원유에 대하여는 이 등(1988)이 원유의 성분과 미생물학적 품질을, 강 등(1991)은 화학적 조성을 발표하였고, 진 등(2002)은 원유 위생 등급별 차등 가격 제도 실시 이후 제주도내 총 90여 낙농가중 8개 목장 262두의 착유우에서 6개월간 생산된 원유의 성분, 세균수 및 체세포수를 보고한 바 있으나, 이는 조사 기간이 짧고, 제주도내 총 2,300여 착유우 가운데 262두(11.4 %)밖에 조사하지 못한 관계로 인하여 대표치로 보기에는 한계가 있다.

따라서 본 연구는 등급제 실시 이후 10년이 경과한 현실점에서 제주산 원유의 화학적 조성과 미생물학적 품질을 조사, 타 지방과 비교 분석함으로써 원유 차등

가격제 실시에 따른 유질 개선 실태를 정확히 파악하여 제주산 시유 및 유제품의 청정 고품질 이미지 확산과 국제자유도시 개발 계획을 수립하는 시점에서 낙농 산업 육성에 밑거름이 되고자 실시하였다.

## II. 재료 및 방법

본 시험은 2004년 1월부터 12월까지 1년간 매월 2회씩 1년간 도내 전체 낙농 목장(73 농가)의 착유 시설, 착유 두수 및 우사 형태 등 낙농가 실태를 설문 조사하였으며, 같은 기간 매월 2회씩 각 농가의 저유 탱크에서 시료를 무균적으로 채취하여 일반 성분, 세균수 및 체세포수를 측정하였고, 기타 자료는 제주도청의 내부 자료를 인용하였다. 유성분 측정은 IDF 법(1990)에 따라 Lactoscope FTIR(Delta Instrument, Netherland)에 의해, 세균수는 시료를 Standard Plate Count Agar에 접종, 37℃에서 48시간 배양하여 형성된 집락을 계수하였고, 체세포수는 Denmark의 Fossmatic(Foss Electronic Co.)를 이용하여 측정하였다.

## III. 결과 및 고찰

### 1. 낙농가 착유 실태 조사

1976년 제주도 낙농진흥계획에 따라 호주로부터 188두의 젖소가 도입되면서 본격적으로 시작된 낙농은 1985년까지 총 2,000여두가 농특자금 등으로 해외에서, 420여두가 국내 타 지방으로부터 농가에 입식되어 제주도 낙농의 기반을 조성하게 되었고, 그 후 꾸준히 사육 두수가 증가하였으나 2002년 5,837두를 정점으로 전반적인 국내 낙농 산업의 침체와 더불어 도내 사육 두수도 정체 내지 감소되고 있다(Table 1). 또한 호당 사육 두수는 꾸준히 증가하여 2004년 말 76.8두로 전국 평균 51.8두보다 높다. 설문 조사에 의해 실시한 낙농가 착유 관리 실태는 Table 2와 같다.

착유 시설은 palor 52.6%, pipe line 47.4%로 bucket식은 없으며, 이는 양(2005)이 3년전 2001년에 조사한 각각 24.3%, 75.6%에 비해 파이프라인이 많이 없어지고 대신 팔라 시스템 그중에서도 탠덤 시스템이 많이 설치되는 등 착유 시설이 많이 개선되었음을 보여주고 있다. 이 결과는 제주도 이외의 정 등(1994)의 보고(0.8%, 33.3% 및 bucket의 65.9%)와 인 등(1995)의 경기 지역 조사 결과인 palor 20.8%, pipeline 41.7% 및 bucket

Table 1. Number of dairy cows by years in Jeju-Do(1975~2004)

Year	Nationwide			Jeju-Do		
	No. of farms	No. of dairy cattle	Ave. herd size	No. of farms	No. of dairy cattle	Ave. Herd size
1975	9,415	85,542	9.1	-	69(0.08)	-
1976	10,174	89,688	8.8	14(0.14)	252(0.28)	17.7(210)
1985	43,760	309,135	8.9	163(0.39)	1,605(0.41)	9.8(110)
1990	33,270	503,947	15.1	129(0.39)	3,288(0.65)	25.5(169)
1995	23,519	553,467	23.5	107(0.45)	4,273(0.77)	39.9(170)
2000	13,300	544,000	40.9	93(0.70)	5,557(1.01)	59.8(146)
2001	12,827	548,176	42.7	86(0.67)	5,677(1.03)	66.0(155)
2002	11,716	543,587	46.4	88(0.75)	5,837(1.07)	66.3(143)
2003	10,514	518,645	49.3	73(0.69)	5,808(1.12)	79.6(161)
2004	9,612	497,961	51.8	73(0.76)	5,603(1.13)	76.8(148)

( ) : Nationwide %.

Table 2. Milking condition in Jeju-Do

Milking facility	Bucket :	0( 0)*	Milking herds	Under 30 :	19(33.3)
	Pipe Line :	27(47.4)		30~50 :	33(57.9)
	Milking palor :	30(52.6)		Over 50 :	5( 8.8)
Cooling system	Close type :	33(57.9)	Pre-cooling system	Established :	38(66.7)
	Open type :	24(42.1)		Not established :	19(33.3)
Mastitis test	Periodically :	2( 3.5)	Washing towel	1 for all :	3( 5.3)
	Radomly :	43(75.4)		2~3 for all :	26(45.6)
	None :	12(21.1)		Each one :	28(49.1)
Nipple cleaning	Immersion :	57(100)	Labor	Self :	49(86.0)
	Atomization :	0( 0)		Self+hire :	7(12.3)
	None :	0( 0)		Hire :	1( 1.7)
Pre-milking	Doing :	38(66.7)	Barn	Mooring type :	0( 0)
	Not doing :	19(33.3)		Opening type :	57(100)

\* number (%).

37.5%에 비해서도 상당한 수준으로 개선이 이루어지고, 또한 최근 서울우유협동조합이 조합원 2,747 개 목장을 대상으로 실태 조사(2005)의 palor 29.0%, pipeline 63.5% 및 bucket 6.7% 보다 앞서 있음을 나타내고 있다. 전착유(pre-milking) 실시 및 예냉기 설치 농가가 각각 66.7%로 인 등(1995)의 8.3% 및 12.1%보다 훨씬 높고, 자가 노동력 비율도 86.0%로 52.1%에 비해 높

았으나, 개방식 냉각기 보유는 42.1%로 경기 지역 (1995)의 89.6%보다 낮았을 뿐더러 유방염을 정기적으로 검사하는 농가도 3.5%에 그치고 있어(경기 지역, 12.5%), 원유의 품질 향상을 위해 개선되어야할 문제점으로 생각된다.

## 2. 월별 세균수 등급 분포

2004년도 제주도내 전체 원유의 월별 세균수 등급 분포는 Table 3과 같다.

원유 등급별 차등 가격제 실시 이전인 1986년 1년간 이 등(1987)이 제주도내 100여 농가에서 생산된 원유를 매월 2회씩 정기적으로 세균수를 측정, 계절별로 분석한 결과, 전시료 평균치는  $5.48 \times 10^6$  개/ml 이고, 계절별로 별 차이가 없다고 보고한데 이어, 그 후 2년간 계속된 조사(이 등, 1988)에서도 년평균 세균수에 있어  $1 \times 10^6$  cfu/ml가 20.1%,  $1.1 \sim 2.0 \times 10^6$  cfu/ml이 8.3%,  $2.0 \sim 4.0 \times 10^6$  cfu/ml는 19.1%로  $4.0 \times 10^6$  cfu/ml 이하가 전체의 46.5%로 지나지 않았다. 반면 등급제 실시 이후인 등(2002)이 1999년도에 6개월간 제주도 내 8개 농가 착유우 262두를 대상으로 매월 1회 정기적으로 측정한 결과 평균 15,900 cfu/ml로 1개 농가를 제외하고 1등급 A로 보고한 바 있다. 본 실험 결과 년평균 1등

급 A가 80.6%, 1등급 B는 14.0%로 1등급이 94.6%로 원유 차등 가격제 실시 이전에 비해 현저히 개선되었음을 알 수 있다. 월별로는 김 등(1988)이 세균수가 6월에 가장 높고 전반적으로 여름철에 높았다고 보고한 반면 인 등(1995)은 계절의 영향이 없는 것으로 발표하며 그 원인으로 차등 가격제 시행에 따라 착유 관리에 상당한 개선이 이루어진 것을 원인으로 들고 있으며, 본 결과에서는 7, 8, 9월 여름철에 높은 결과를 보여주고 있다. 또한 1999년부터 2004년까지의 5년간 세균수 등급 분포(제주도청 내부 자료)를 전국 평균 자료(낙농진흥회:낙농편람2004)와 비교한 것은 Table 4와 같다.

1등급 A 출현율은 1999년의 63.2%에서 2004년 80.6%로 현저히 증가하였으며, 차등 가격제 시행 이후 1등급 B 및 2등급 원유의 개선이 많이 이루어졌음을 알

Table 3. Monthly variation of bacterial grade distribution(%) in Jeju-Do (2004)

Grade*	Month												Ave.
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1A	76.6	83.1	89.3	85.0	80.2	82.6	77.5	65.3	56.4	89.4	93.3	85.4	80.6
1B	17.0	13.5	8.0	7.6	12.4	14.4	15.6	30.6	27.4	6.9	5.8	11.9	14.0
2	4.8	2.4	1.9	6.5	2.2	2.3	5.5	2.8	13.4	2.4	0.8	1.8	3.8
3	1.2	0.2	0.3	0.0	4.2	0.2	0.9	0.5	1.8	0.6	0.1	0.8	0.9
4	0.5	0.8	0.4	0.9	1.0	0.5	0.6	0.9	1.0	0.7	0.1	0.1	0.6

\* 1A : Below 30,000, 1B : 300,000~100,000, 2 : 100,000~250,000, 3 : 250,000~500,000, 4 : 500,000 over.

Table 4. Yearly variation of bacterial grade distribution(%) in Jeju-Do and Nationwide

Year	Grade 1A		Grade 1B		Grade 2		Grade 3		Grade 4	
	Nation-wide	Jeju	Nation-wide	Jeju	Nation-wide	Jeju	Nation-wide	Jeju	Nation-wide	Jeju
1999	68.2	63.2	20.0	25.1	6.9	6.6	2.6	2.6	2.3	2.5
2000	71.2	73.9	20.4	19.1	5.3	5.1	1.8	1.1	1.3	0.8
2001	75.1	75.8	17.5	17.1	4.7	4.9	1.5	1.0	1.2	1.2
2002	78.0	78.5	16.0	14.6	4.0	4.6	1.2	1.2	0.8	1.1
2003	79.4	71.6	14.9	20.9	3.8	5.1	1.1	1.0	0.8	1.4
2004	83.1	80.6	12.8	14.0	2.9	3.8	0.8	0.9	0.4	0.7
2005	-	79.6	-	16.4	-	3.5	-	0.5	-	0.1

\* 1A : Below 30,000, 1B : 30,000~100,000, 2 : 100,000~250,000, 3 : 250,000~500,000, 4 : 500,000 over.

수 있고, 전국 평균과 비교하여 차이점을 발견할 수 없지만 이는 제주도가 청정 지역임을 국내외에 널리 알리면서 국제 자유 도시로서 국제화를 표방하는 시점에서 낙농가들이 더욱 위생 관리에 심혈을 기울여 고품질 원유 생산에 매진해야 될 것으로 생각된다.

### 3. 원유 중 체세포 등급 분포 변화

Table 5에는 2004년도 제주도내 원유의 월별 체세포 등급 분포를, Table 6에는 과거 5년간의 자료를 전국 평균과 비교한 결과를 표시하였다.

원유 중의 체세포는 유선 상피 세포, 호중구, 대식

구 및 임파구로 구성되어 있으며, 경제적인 면에서 뿐만 아니라 공중 위생 면에서도 중요시 되어 왔다. 정상적인 원유에서는 ml당 20만개 미만이나 유방염, 스트레스 및 기타 몇 가지 요인에 의해 증가하며 그중에서도 유방염이 가장 큰 증가 요인이다. 따라서 체세포수를 줄이기 위해 유방염 치료에 많은 노력을 기울여 왔으나, 세균수와 같이 개선되지 못하고 있는 것은 유방염, 스트레스 등의 착유 관리 이외에 산차의 경과 및 비유말기에 이를수록 체세포 증가하는 등의 착유우의 생리적 상태에도 많은 영향을 받기 때문으로 풀이된다. (Heeschen, 1993; Schilling, 1993). Table 5에서 1등급이 38.4%, 2등급이 32.9%로 나타났고, 여름철에 체

Table 5. Monthly variation of somatic cell grade distribution(%) in Jeju-Do

Grade	Month												Ave.
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1	48.8	47.3	42.9	46.1	43.6	36.7	26.6	15.1	26.6	32.6	47.2	43.1	38.4
2	24.1	23.3	33.9	30.9	29.0	35.2	31.8	41.1	35.4	41.7	33.3	36.5	32.9
3	10.2	9.7	6.7	7.4	13.0	12.8	19.6	23.1	20.7	10.2	10.8	10.7	12.7
4	9.2	9.9	11.8	11.8	10.3	9.4	14.3	8.1	8.5	8.6	4.2	4.9	9.3
5	7.7	9.9	4.9	3.7	4.2	5.9	7.6	12.5	8.9	6.9	4.5	4.8	6.7

\* Grade 1 : Below 200,000, 2 : 200,000~350,000, 3 : 350,000~500,000, 4 : 500,000~750,000, 5 : 750,000 over.

Table 6. Yearly variation of somatic cell grade distribution in Jeju-Do and Nationwide

Grade	1(< 200,000)		2(≤ 500,000)		3(≥ 500,000)					
	Nation-wide	Jeju	Nation-wide	Jeju	Nation-wide	Jeju				
1999	17.8*	23.4	53.7	50.4	28.5	26.2				
2000	22.1	25.4	50.2	44.9	27.7	30.3				
2001	21.7	19.5	48.7	44.7	29.6	35.8				

  

Grade	1(< 200,000)		2(< 350,000)		3(< 500,000)		4(≤ 750,000)		5(> 750,000)	
	Nation-wide	Jeju	Nation-wide	Jeju	Nation-wide	Jeju	Nation-wide	Jeju	Nation-wide	Jeju
2002	25.6	30.5	41.9	30.8	21.8	25.9	6.5	6.3	4.2	6.6
2003	31.7	41.0	32.2	26.0	17.4	12.2	11.5	10.7	7.2	10.1
2004	37.2	38.4	34.5	32.9	15.6	12.7	8.5	9.3	4.2	6.7
2005	-	43.0	-	39.0	-	10.5	-	6.0	-	1.5

\* Number(%).

세포수가 높았으며, 제주도산 원유의 등급제 실시 이전 자료가 없어 차등 가격제 실시에 따른 효과를 파악할 수 없으나, 실시 이후인 진 등(1992)의 8개 농가 262두의 착유우 조사 결과 ml당 20만 이하(1등급): 68.8%, 20~50만:18.8%, 50만 이상:12.4% 보다 1등급이 낮게 출현되었다. Table 6에서 강(1994)은 등급제 실시 이후 체세포수는 개선 효과 없이 실시 전보다 오히려 증가하였다고 보고하였고, 인 등(1995)도 같은 결과를 발표한 바 있다. 그러나 Table 6에 나타난 결과를 살펴보면 제주산 원유의 1등급 출현율이 1999년의 23.4%에서 2004년에는 38.4%로 등급제 실시 이후 많이 개선되었음을 알 수 있고, 전국 평균 체세포수도 등급제 실시 초기(1994년: 26.7%, 1999년: 17.8%)에는 나뉘었으나 실시 7년째인 2000년에 22.1%에서 2004년에는 37.2%로 많이 개선되었음을 보여주고 있어, 등급제 실시 효과가 세균수와는 달리 체세포수에 관여하는 요인이 복잡하여 착유 관리 개선만으로 쉽게 개선시킬 수 없이 지속적인 노력의 결과가 서서히 나타난 것으로 분석된다. 또한 제주산 원유의 체세포수는 전국 평균치를 약간 상회하는 것으로 사료된다.

4. 일반 성분

제주산 원유의 일반 성분을 월별로 분석한 결과는 Table 7과 같다. 연평균 지방 함량이 3.90%로 등급제 실시 전 1986년부터 2년간 이 등(1987)이 제주도내 100여 농가를 대상으로 조사한 3.72% 보다 높았으며, 진 등(1992)이 등급제 실시 이후인 1999년 제주도내 8개 농가 262 착유우를 대상으로 6개월간 측정된 3.69% 보다도 향상된 수치를 보여주고 있으나, 전국 평균치인 3.98%와는 비슷하며, 양측 모두 여름철에 지방 함량이 낮았다.

IV. 요약

본 실험은 원유 등급제 실시 이후(1993년 6월), 원유의 유질 개선 실태를 파악하고자 실시하였다. 본 실험을 통하여 제주산 시유를 비롯한 유제품의 청정 고 품질 이미지 확산과 국제 자유 도시 계획 수립을 위한 낙농 산업 육성 자료로 활용코자 제주산 원유의 화학적 조성과 미생물학적 품질을 조사 분석하였다. 착유 시설은 등급제 실시 이후 많이 개선되었고 또한 타도와의 비교에서도 많이 개선되었다. 전착유 실시 및 예냉기 설치와 자가 노동력 비율은 높았으나, 체세포수와 관련이 깊은 유방염 정기 검사 실시 농가 비율은

Table 7. Monthly composition of raw milk collected in Jeju-Do

Month	Composition				
	Fat	Protein	Lactose	T.S	SNF
1	4.00±0.69	3.16±0.51	4.61±0.77	12.67±1.94	8.66±1.29
2	4.04±0.26	3.19±0.13	4.74±0.17	12.87±0.47	8.83±0.27
3	4.06±0.21	3.22±0.10	4.78±0.10	12.95±0.33	8.89±0.18
4	3.89±0.36	3.17±0.11	4.79±0.10	12.75±0.46	8.86±0.20
5	3.94±0.26	3.12±0.12	4.77±0.13	12.72±0.42	8.77±0.23
6	3.82±0.22	3.10±0.12	4.67±0.12	12.49±0.37	8.65±0.22
7	3.78±0.25	3.00±0.13	4.72±0.14	12.41±0.47	8.61±0.25
8	3.64±0.26	2.95±0.13	4.68±0.20	12.18±0.51	8.52±0.29
9	3.75±0.32	3.07±0.12	4.69±0.17	12.41±0.50	8.64±0.25
10	3.89±0.29	3.18±0.15	4.78±0.18	12.71±0.48	8.80±0.28
11	3.99±0.28	3.27±0.16	4.69±0.22	12.85±0.44	8.85±0.28
12	4.02±0.26	3.23±0.16	4.81±0.38	12.95±0.50	8.93±0.42
Average	3.90±0.35	3.14±0.21	4.72±0.29	12.66±0.75	8.75±0.47

낮았다. 세균수 등급은 1등급A 출현율이 80.64%로 실시 이전에 비해 많이 개선되었고, 여름철에는 세균이 많이 검출되었으나, 전국 평균치와 별 차이가 없었다. 체세포는 1등급이 38.5%, 2등급이 32.0%로 여름철에 체세포수가 많았으며, 전국 평균치를 약간 상회하는 수준이었다. 일반 성분에서 년평균 지방 함량이 3.90%로 실시 이전보다 향상되었으며, 여름철에 낮았고, 전국 수준과 비슷하였다.

## V. 참고문헌

1. Heeschen, W. H. 1993. Hygienic control of raw milk quality. Proceedings of the first international symposium for the improvement of raw milk quality.
2. International Dairy Federation. 1990. Methods for assessing the bacteriological quality of raw milk from the farm. Bulletin No. 256.
3. Schilling, T. 1993. Current status on mastitis control and improvement of raw milk quality. Proceedings of the first international symposium on improvement of milk quality and bovine mastitis control.
4. 姜國熙 外 11人. 1991. 韓國產原乳의 化學的 組成에 관한 研究. 韓國酪農學會誌. 13(1):1-13.
5. 姜國熙. 1994. 牛乳 等級制 實施 以後의 乳質에 대한 評價와 今後의 問題點. 乳房炎 防除를 통한 乳質向上 方案 學術 심포지움. pp. 73-116.
6. 金鍾旭, 金乃壽. 1980. 原乳의 乳質 改善에 관한 研究. -清州 近郊의 乳質을 中心으로-. 韓國畜產學會誌. 22(6):477-486.
7. 金永柱. 1986. 原乳와 乳製品의 品質 先進化. 韓國酪農學會誌. 8(2):122-132.
8. 酪農振興會. 2004. 酪農便覽.
9. 梁昇柱. 2005. 제주 낙농 경쟁력 강화 방안. 친환경 청정 낙농산업 발전전략 심포지움. pp. 117-143.
10. 李種澤, 朴勝容, 權一慶, 金顯旭. 1983. 韓國產 納乳 原乳의 品質에 관한 研究. 韓國酪農學會誌. 5(1):22-28.
11. 李賢鍾, 梁昇柱, 朴喜錫, 尹瑛斌. 1987. 濟州產 原乳의 乳質改善에 관한 研究(1). 1. 原乳의 化學的, 微生物學的 品質. 韓國酪農學會誌. 9(2):65-72.
12. 李賢鍾, 梁昇柱, 朴喜錫, 尹瑛斌. 1988. 濟州地域 Hols-tein 乳牛의 產乳能力과 原乳의 品質에 관한 研究. 1. 原乳의 季節的 成分 變化와 細菌學的 品質. 韓國畜產學會誌. 30(12):739-746.
13. 印英玫, 咸準相, 鄭碩根, 李鍾文, 尹祥基, 鄭然厚, 金龍坤, 李麟炯. 1995. 衛生等級制 實施以後 國內 原乳의 微生物的 品質 變化. 韓國酪農學會誌. 17(3): 224-229.
14. 임기준. 2005. 2004년말 목장 종합 실태 조사(1). 서울우유. 2005(6):36-46.
15. 장영호, 김정환, 권일경, 이돈성, 김형균, 김현욱. 1983. 한국산 생유의 성분에 관한 연구(경기도 평택지방을 중심으로). 한국축산학회지. 5:194-198.
16. 정상복. 1994. '93년도 牧場 綜合實態 調査 分析. 서울우유. 7:100-118.
17. 한국중축개량협회. 1990. 2. 산유능력검정보고서. pp. 20-24.
18. 진신흠, 고문석, 이종언, 이현중, 김은주. 2002. 농가생산 원유의 유질 및 위생진단에 관한 연구. 한국축산학회지. 44(1):69-74.