

< Original Article >

## 우리나라 유산양 알코올 양성유의 특징에 관한 연구

김혜라<sup>1</sup> · 정지영<sup>2</sup> · 조인영<sup>3</sup> · 유도현<sup>3</sup> · 신성식<sup>3</sup> · 손창호<sup>3</sup>  
오기석<sup>3</sup> · 허태영<sup>4</sup> · 정영훈<sup>4</sup> · 최창용<sup>4</sup> · 서국현<sup>3\*</sup>

<sup>1</sup>서울시보건환경연구원, <sup>2</sup>전라남도축산위생사업소, <sup>3</sup>전남대학교 수의과대학, <sup>4</sup>농촌진흥청 축산과학원

### Characteristics of dairy goat milk positive reaction of the alcohol precipitation test in Korea

Hye-Ra Kim<sup>1</sup>, Ji-Young Jung<sup>2</sup>, In-Young Cho<sup>3</sup>, Do-Hyeon Yu<sup>3</sup>, Sung-Shik Shin<sup>3</sup>, Chang-Ho Son<sup>3</sup>,  
Ki-Seok Ok<sup>3</sup>, Tai-Young Hur<sup>4</sup>, Young-Hun Jung<sup>4</sup>, Chang-Yong Choi<sup>4</sup>, Guk-Hyun Suh<sup>3\*</sup>

<sup>1</sup>Seoul Public Health and Environment Research Institute Livestock Product Department, Seoul 427-070, Korea

<sup>2</sup>Jeollanamdo Livestock Sanitation Office, Gangjin 522-822, Korea

<sup>3</sup>College of Veterinary Medicine, Chonnam National University, Gwangju 500-757, Korea

<sup>4</sup>National Institute of Animal Science, RDA, Cheonan 330-801, Korea

(Received 9 October 2013; revised 18 November 2013; accepted 25 November 2013)

#### Abstract

The objective of the present study was to determine the minimum alcohol (ethanol) concentration that gives rise to the coagulation of goat milk for the alcohol precipitation test, and to evaluate the physical parameters of goat milk which include alcohol and heat stability. A total of 1,295 udder-half milk samples from 648 lactating dairy goats were collected from seven farms in Jeonnam province, Republic of Korea, to determine the alcohol and heat stability. The majority (99.6%) of the samples were coagulated when 70% ethanol was added to the milk, while only 11.0% of the samples were precipitated by the addition of an equal volume of 45% ethanol. With the concentration of 65%, 60%, 55% and 50% aqueous ethanol, 99.2%, 96.8%, 81.0% and 52.8% of the milk samples were coagulated, respectively. Of 1,295 dairy goat milk samples tested for heat stability, 127 (9.8%) were coagulated by boiling. Among the 143 alcohol test-positive udder-half milk samples, 52 (4.0%) were unstable by heat test, while 1,032 (79.7%) of the 1,152 alcohol test-negative milk samples were stable by heat test. According to the results of boiling test, sensitivity and specificity of 45% alcohol precipitation test were 0.3023 (95% CI: 0.2346~0.3772) and 0.9190 (95% CI: 0.9017~0.9344), respectively. The contents of protein and the specific gravity were higher in the milk samples of 45% alcohol test-positive than in those of 45% alcohol test-negative. However, lower levels of lactose and milk urea nitrogen were observed in the milk samples of 45% alcohol test-positive compared to the alcohol test-negative milk samples. The lowest pH values (6.73±0.20) were shown in the 45% alcohol test-negative and heat-unstable milk samples, while the lowest values of somatic cell counts and bacterial counts were shown in the 45% alcohol test-negative and heat-stable milk samples. Results of this study suggest that the alcohol precipitation for dairy goat milk may have to be tested with ethanol concentration less than 45% for the determination of freshness and heat-stability.

**Key words :** Ethanol stability, Heat stability, Dairy goat milk

\*Corresponding author: Guk-Hyun Suh, Tel. +82-62-530-2870,  
Fax. +82-41-530-2881, E-mail. ghsuh@jnu.ac.kr

## 서 론

모유에 가장 가까운 산양유의 특성에 따라 산양유로 제조한 분유시장 등이 급격히 증가되는 추세이지만, 국내 유산양 산업의 기반은 매우 열악한 상황으로, 전국 28개 유산양 목장에서 약 10,000여두를 사육하고 있으며, 연간 1,100톤 정도의 산양유를 생산하고 있다(MAFRA, 2012). 현재 유산양 사육 농가는 전국적으로 분포되어 있으며, 각 산양유 가공 공장은 집유해야 하는 목장과 거리 등을 고려하여 집유 비용을 절약하기 위하여 평균 3일에 1회 정도 집유를 하고 있는 실정이어서 산양유의 품질을 저해시키는 요인이 되고 있는데, 특히 장기간 보관에 따른 산패의 위험이 내재되어 있다.

우유의 알코올검사(Alcohol precipitation test)는 집합유 집유 시 우유의 신선도와 가열 처리에 적합한 것인지를 판단하는데 매우 유익한 방법으로 오래 전부터 이용되어 왔으며(Mitamura, 1937; Raynal-Ljutovac 등, 2007), 간편하고 경제적이며 빠르게 결과를 알 수 있다. 즉, 원유와 동량의 알코올(ethanol)을 혼합한 후 응집이 생기면 원유 전체를 폐기하게 되는데, 원유 가공 시 가해지는 열에 의해 응고되는 우유를 판단하는 실용적인 방법인 것이다(Chavez 등, 2004). 알코올검사는 산양유에서도 산패 등의 유질을 검사하기 위한 유용한 검사방법으로 여러 국가에서 사용하고 있으나, 우유의 표준 검사법인 68~70% 농도의 에틸알코올을 사용하여 검사하였을 경우, 신선한 산양유의 80% 이상에서 잘못된 검사 결과가 초래된다고 보고되고 있다(Gao, 1992; Guo 등, 1998). 한편 우유와 산양유의 성분은 상당히 차이가 있으며(Jandal, 1996), 이러한 차이에 의하여 알코올에 대한 안정성 역시 차이가 나타나는데, 산양유는 우유보다 가열과 알코올에 대하여 낮은 안정성을 보이며, 특히, 신선도나 미생물 오염과는 관계없이 알코올에 대한 낮은 안정성을 갖는다(Guo 등, 1998). 산양유와 우유 성분과의 미셀(micelle)구조 차이(Raynal-Ljutovac 등, 2007) 특히,  $\alpha$ s1-casein 동종체의 결여와 높은 칼슘이온 농도(Clark와 Sherbon, 2000; Horne와 Parker, 1982)가 산양유의 낮은 알코올 안정성과 초고온(ultra high temperature, UHT) 처리 과정에서 발생하는 불안정유의 원인이 되고 있으며(Raynal-Ljutovac 등, 2007), 또한 나트륨과 칼륨 비의 차이와 관련이 있는 것으로 알려져 있다(Guo 등, 1998).

그 동안 우리나라에서 산양유의 유질검사기준을

확립하기 위한 연구는 다양하게 수행되었지만(Lee 등, 2010; Kim 등, 2010; Jeong 등, 2008; Kim 등, 2008; Shin 등, 2008; Kim 등, 2007; Kim 등, 1970) 알코올 안정성에 대한 연구는 드문 실정이다(Chung, 1964). 따라서 이 연구에서는 건강한 유산양의 분방에서 채취한 산양유를 대상으로 알코올 농도에 따른 안정성과 가열 안정성을 비교함으로써 유질검사기준을 확립하기 위한 자료로 마련하고자 실시하였다.

## 재료 및 방법

### 재료의 채취

유산양 유즙은 전남남부지역(영암, 해남)의 7개 농가의 유산양(Saanen 및 Toggenburg) 648마리(1,296분방)를 대상으로 착유시 유즙을 채취하였다. 유즙은 유두를 소독한 다음 처음 2~3줄기는 짜버린 후 멸균 시료채취 용기에 분방 당 30 mL씩 받아 아이스박스를 이용하여 냉장 상태로 실험실로 운반하여 실험에 사용하였다.

알코올 검사결과 양성 및 음성을 나타낸 유산양의 혈청성분을 비교하기 위하여 대상 농가에서 무작위로 167마리의 혈액시료를 채취하였다. 혈액은 경정맥으로부터 전혈을 약 10 mL 채취하여 혈청용 진공채혈병에 분주한 다음 실온에 응고시켜 실험실로 운반한 후, 1,500 rpm에서 15분간 원심분리 하였으며, 혈청은 분석시까지  $-70^{\circ}\text{C}$ 에 동결보존 하였다. 혈청 성분은 Multiparametric Clinical Chemistry Analyzer (Metrolab 2300 plus, UV-VIS Metrolab S. A, Argentina)를 사용하여 albumin (ALB) 외 15종 성분을 측정하였다.

### 유즙의 알코올 응집시험(alcohol precipitation test) 및 자비시험(clot-on-Boiling test)

산양유의 알코올 농도에 따른 응집 특성을 파악하기 위하여 알코올(에탄올) 농도를 70%, 65%, 60%, 55%, 50%, 45%로 조정하였으며, 채취된 산양유의 모든 시료는 각각의 농도에서 알코올 응집시험을 실시하였다. 알코올 응집검사는 실험실내 상온( $15\sim 25^{\circ}\text{C}$ )에서 각 농도별 알코올과 신선한 산양 유즙을 동량 혼합하여 5초간 교반한 후 응고물의 유무를 확인하였다. 알코올 검사에 따른 유산양 유즙의 가열 저항성(가열적부)을 알아보기 위한 자비 시험은 생유즙 2

**Table 1.** Proportion of alcohol precipitation-positive samples by ethanol concentration in 1,295 udder half milk samples collected from dairy goats reared in Jeonnam Province

Ethanol concentration (%)	No. of alcohol precipitation positive samples (%)				
	Total (n=1,295)	Spring (n=295)	Summer (n=463)	Fall (n=203)	Winter (n=334)
70	1,290 (99.6)	295 (100)	463 (100)	202 (99.5)	330 (98.8)
65	1,285 (99.2)	295 (100)	463 (100)	202 (99.5)	325 (97.3)
60	1,254 (96.8)	295 (100)	460 (99.4)	198 (97.5)	301 (90.1)
55	1,049 (81.0)	278 (94.2)	404 (87.3)	166 (81.8)	201 (60.2)
50	684 (52.8)	218 (73.9)	303 (65.4)	115 (56.7)	48 (14.4)
45	143 (11.0)	40 (13.6)	38 (8.2)	31 (15.3)	34 (10.2)

**Table 2.** The boiling test results of dairy goat udder half milk samples according to the results of 45% alcohol precipitation test

Classification		Boiling test			Sensitivity (95% CI)	Specificity (95% CI)	Positive predictive value (95% CI)	Negative predictive value (95% CI)	P-value
		Unstable	Stable	Total					
45% alcohol precipitation test	Positive	52 (4.0)*	91 (7.0)	143 (11.0)	0.3023 (0.2346~0.3772)	0.9190 (0.9017~0.9344)	0.3636 (0.2850~0.4482)	0.8958 (0.8767~0.9127)	0.0001
	Negative	120 (9.3)	1,032 (79.7)	1,152 (89.0)					
	Total	172 (13.3)	1,123 (86.7)	1,295 (100)					

\*Proportion (%) of cases show in parentheses.

Likelihood Ratio=3.731.

mL를 시험관에 넣은 뒤 알코올램프 위에서 가열하여 자비할 때 응고유무를 확인하였다.

### 유즙성분 검사

채취된 산양유는 일반성분(지방, 단백질, 유당, 무지고형분, 총고형분 등)과 체세포 및 세균수 그리고 pH와 비중을 조사하였다. 일반성분은 Milkoscan 6000 (Foss Electric, Denmark)으로 분석하였고, 체세포수는 Fossomatic FT5300 (Foss Electric, Denmark), 세균수는 Bactoscan FC100H (Foss Electric, Denmark)로 측정하였다. 공시된 기기의 보정은 제조사 및 농림축산검역본부에서 제공하는 젖소 원유 검사용 표준용액을 이용하여 매 측정시 보정하였다. pH 측정은 pH meter기 (HORIBA-B-24E, 제조사 및 국명)로 측정하였으며, 비중은 우유검사용 비중계를 이용하였다.

### 통계처리

GraphPad InStat v. 3.0 (GraphPad Software, Inc., CA, USA)를 이용하여 알코올시험 결과 및 자비시험 결과에 따른 산양유 성분 등에 대한 비교는 일원분산분석

(ANOVA)을 실시하였으며, 사후검정으로 Tukey-Kramer 다중 검정을 실시하였다. 자비시험을 기준으로 한 알코올 검사의 특이도 및 민감도에 대하여는 Fisher's exact test를 실시하였다. 통계 값은 평균±표준편차로 표기하였고, P값이 0.05 이하일 때 유의차가 있는 것으로 판단하였다.

## 결 과

유산양 648 마리의 분방 1,295개에서 채취한 신선한 유즙을 대상으로 실시한 알코올 농도별 검사 결과는 Table 1과 같다. 알코올과 혼합시 산양유에서의 응집반응은 알코올 농도 70%에서 99.6%, 60%에서 96.8%, 50%에서는 52.8%를 각각 나타내었으며, 45%에서는 11.0%의 응집률을 보였다. 계절에 따라 농도별 응집율은 차이를 보이지 않았으나 45% 농도에서의 응집율은 여름에 8.2%로 가장 낮았으며, 겨울(10.2%), 봄(13.6%), 가을(15.3%) 순으로 낮았다.

산양유에 대한 자비시험결과는 Table 2와 같다. 검사했던 1,295개 분방 유즙 중 13.3%인 172개가 양성반응을 나타냈으며, 45% 알코올검사에서 양성 반응을

**Table 3.** Gross composition, pH, specific gravity, somatic cell counts and bacteria counts of heat-stable and -unstable goat udder half milk based on the results of 45% ethanol precipitation test

	45% ethanol positive		45% ethanol negative	
	Heat unstable	Heat stable	Heat unstable	Heat stable
	n=38	n=76	n=105	n=954
Fat (%)	4.12 <sup>ab</sup> ±2.05	4.47 <sup>b</sup> ±1.67	3.94 <sup>ac</sup> ±1.32	3.68 <sup>ac</sup> ±1.26
Protein (%)	3.52 <sup>a</sup> ±1.48	3.43 <sup>a</sup> ±1.25	3.11 <sup>b</sup> ±0.87	3.17 <sup>b</sup> ±0.65
Lactose (%)	4.23 <sup>ab</sup> ±0.53	4.17 <sup>b</sup> ±0.59	4.38 <sup>a</sup> ±0.77	4.43 <sup>a</sup> ±0.48
Not-fat solid (%)	8.47±1.17	8.34±0.96	8.22±1.14	8.37±0.70
Total solid (%)	12.52 <sup>ab</sup> ±2.75	12.81 <sup>b</sup> ±2.24	12.13 <sup>a</sup> ±2.22	12.05 <sup>a</sup> ±1.59
Milk urea nitrogen (mg/dL)	26.46±4.44	28.19±5.47	29.00±5.69	28.50±5.34
	n=29	n=56	n=104	n=498
pH	6.88 <sup>a</sup> ±0.30	6.89 <sup>a</sup> ±0.29	6.73 <sup>b</sup> ±0.20	6.8 <sup>a1</sup> ±0.24
Special gravity	1.161 <sup>a</sup> ±0.326	1.084 <sup>b</sup> ±0.212	1.049 <sup>bc</sup> ±0.099	1.042 <sup>c</sup> ±0.047
	n=46	n=90	n=115	n=982
Somatic cells count (×10 <sup>6</sup> cells/mL)	3.694 <sup>a</sup> ±0.412	4.506 <sup>a</sup> ±0.650	3.252 <sup>a</sup> ±0.548	2.023 <sup>c</sup> ±0.379
Bacteria count (×10 <sup>3</sup> cells/mL)	295.78 <sup>a</sup> ±573.97	185.26 <sup>ab</sup> ±383.56	138.21 <sup>ab</sup> ±399.52	93.66 <sup>bc</sup> ±306.00

<sup>a,b</sup>Means in the same row with different superscript differ significantly ( $P < 0.05$ ).

**Table 4.** Comparison of serum components between heat-stable and -unstable udder half milk samples of dairy goats based on 45% ethanol precipitation test

Parameters	45% ethanol positive		45% ethanol negative	
	Heat unstable (n=39)	Heat stable (n=56)	Heat unstable (n=49)	Heat stable (n=23)
Sodium (mmol/L)	138.05±6.59	137.57±6.22	136.93±10.53	137.13±5.96
Potassium (mmol/L)	5.41±1.33	4.97±1.01	5.00±0.85	4.96±0.56
Chloride (mmol/L)	99.18±6.16	99.75±5.71	98.31±7.51	99.04±6.07
Calcium (mg/dL)	9.16±1.14	9.40 <sup>ab</sup> ±0.75	9.91 <sup>bc</sup> ±1.38	9.33 <sup>ab</sup> ±0.80
Magnesium (mg/dL)	2.75±0.22	2.71±0.40	2.87±0.59	2.80±0.36
Phosphorus (mg/dL)	7.30±2.01	6.94±1.75	8.27±1.68	7.41±2.20
Aspartate aminotransferase (AST) (U/L)	97.64±28.59	101.88±55.24	100.27±23.82	81.87±20.97
Alanine aminotransferase (ALT) (U/L)	16.18±5.17	17.75±5.90	17.16±5.98	18.09±4.32
Total bilirubin (mg/dL)	0.34 <sup>a</sup> ±0.17	0.35 <sup>a</sup> ±0.19	0.41 <sup>ab</sup> ±0.23	0.50 <sup>b</sup> ±0.11
Albumin (g/dL)	2.76 <sup>a</sup> ±0.48	2.82 <sup>a</sup> ±0.37	3.14 <sup>b</sup> ±0.94	3.02 <sup>ab</sup> ±0.31
Total protein (g/dL)	6.88±0.83	7.08±0.91	7.24±0.85	6.80±0.61
Triglyceride (mg/dL)	21.79±10.70	24.56±15.83	21.29±14.77	14.09±10.44
Blood urea nitrogen (mg/dL)	20.79 <sup>ab</sup> ±5.61	18.34 <sup>b</sup> ±5.20	22.02 <sup>ac</sup> ±5.20	22.82 <sup>ac</sup> ±4.39
Creatinine (mg/dL)	0.63 <sup>ab</sup> ±0.14	0.65 <sup>b</sup> ±0.21	0.58 <sup>ab</sup> ±0.15	0.53 <sup>ac</sup> ±0.09
Glucose (mg/dL)	55.46±23.80	53.23±12.41	55.00±10.97	45.91±9.12
Total cholesterol (mg/dL)	122.59±33.76	117.46±44.84	118.06±40.31	109.00±29.78
Amylase (mg/dL)	148.69 <sup>a</sup> ±27.676	140.14 <sup>ab</sup> ±33.78	129.81 <sup>b</sup> ±34.95	131.09 <sup>ab</sup> ±24.74

<sup>a,b,c</sup>Means in the same row with different superscript differ significantly ( $P < 0.05$ ).

보인 유증의 4.0% (52개), 음성반응을 보인 유증의 9.3% (120개)에서 자비시험 양성을 보였다. 한편, 45% 알코올 검사 양성반응을 보인 유증의 7.0%가 가열 시 응고되지 않았다. 자비검사를 기준으로 한 45% 알코올 검사의 민감도는 0.3023 (95% CI: 0.2346~0.3772)였고, 특이도는 0.9190 (95% CI: 0.9017~0.9344)이었으며, 음성예측도는 0.8958 (95% CI: 0.8767~0.9127),

양성예측도는 0.3023 (95% CI: 0.2346~0.3772)으로 나타났다.

산양유에서 45% 알코올 검사와 자비시험 결과에 따른 산양유의 일반성분, 물리적 성분 및 체세포 수와 세균 수는 Table 3과 같다. 본 결과의 산양유 일반 성분은 착유 초기에 채취된 유증으로 착유 전과정에서 채취된 성분과는 차이가 있겠지만 45% 알코올 검

사-양성균에서 유지방과 유단백이 높게 나타났으며, 45% 알코올 검사-양성, 가열성 안정유에서 유당은 낮게 나타났으나, 총고형분은 높은 경향을 나타내었다. 산양유의 물리적 성분인 pH의 경우 45% 알코올검사 음성균의 가열불안정유에서 가장 낮은  $6.73 \pm 0.2$ 이었으며( $P < 0.05$ ), 비중 역시 45% 알코올검사 음성균에서 낮은 경향을 나타내었다. 체세포 수 및 세균 수는 45% 알코올음성균에서 낮은 경향을 나타냈는데, 가열안정유에서 공히 낮은 경향을 나타내었다.

산양유에서 45% 알코올 검사와 자비시험 결과에 따라 유산양 혈청성분을 비교하여 Table 4에 제시하였다. 측정된 혈청성분 중 calcium, total bilirubin (mg/dL), albumin (g/dL), blood urea nitrogen은 45% 알코올검사 음성균에서, creatinine과 amylase는 45% 알코올검사 양성균에서 유의적으로 높은 경향을 보였지만, Sodium 등의 전해질 및 기타 혈청성분은 차이를 나타내지 않았다.

## 고 찰

알코올검사는 우유의 신선도를 빠르게 검사할 수 있는 방법으로 오래전부터 이용되어 왔으며, 더불어 우유 가공시 가열에 대한 안정성, 즉 가열시 응고되는 것을 판단하기 위한 방법으로 활용되어 왔다 (Raynal-Ljutovac 등, 2007). 산양유는 자주 우유의 알코올검사 기준인 68~70%의 알코올(에탄올)로 검사된다. 그런 경우 신선한 산양유의 80% 이상이 응고되었다는 보고가 있으며(Gao, 1992), 우유보다 산양유가 알코올에 대한 안정성이 매우 낮은 것으로 알려져 있다(Guo 등, 1998). 즉 개체별 알코올 검사에서 우유의 경우 72%에서 응고가 일어나지만 산양유는 평균 44~45%의 에탄올 농도에서 응고가 일어나며(Guo 등, 1998; Raynal-Ljutovac 등, 2007), 집합유의 경우 45~50% 알코올 농도에서 안정성을 보인다고 하였다(Guo, 1985). 또한 Gao (1992)는 대부분의 젖소 우유가 72% 에탄올 농도에서도 음성을 보이지만 산양유에서는 50% 에탄올 농도에서 30%가 응고되고 있음을 보고하고 있으며, 국내 유산양을 대상으로 조사한 Chung (1964)은 에탄올 농도가 70%에서는 100% 응집을 나타내었으며, 45%에서 3.7%, 40%에서 1.1%의 응집을 나타냈다고 보고하였다. 본 연구 결과에서도 산양유의 알코올 안정성은 매우 낮은 것으로 나타났다. 70% 에탄올 농도에서 공시 산양유의 99.6%가 응

집을 나타냈으며, 60%에서도 96.8%로 높은 응집률을 보였고, 50%에서는 52.8%의 응집률을 나타내고 있으며, 45% 에탄올 농도에서도 11.0%의 응집률을 보이고 있어 이들의 결과와 일치하는 경향을 나타내었다. 한편 본 결과에서는 계절별 알코올 안정성의 차이는 없었다(Table 1).

산양유에서 알코올 안정성이 낮은 이유는 우유와 비교시 미셀구조와 구성성분의 차이에 기인되며(Fox와 Hoynes, 1976), 우유에 비해 산양유에서는 단백질 중 카제인 비율의 차이, 특히  $\alpha 1$ -casein 종류가 결여되어 있어 에탄올 안정성이 낮은 것으로 알려져 있다(Clark와 Sherbon 2000; Horne과 Parker, 1982). 이 연구에서는 비록 단백질을 구분하지 않았지만 유단백질의 함량은 45% 알코올 검사 음성 산양유에서 유의적으로 낮게 나타나, 단백질 함량 역시 에탄올 안정성에 영향을 미치는 것으로 생각할 수 있다. 최근 Guo 등(1998)은 알코올에 대한 산양유의 낮은 안정성 역시 젖소의 우유와 같이 우유중 sodium함량이 낮고 potassium 함량이 높을 때 낮은 에탄올 농도에서 응고가 일어나고 있음을 제시하였다. 한편 본 연구에서 산양유의 가열에 대한 안정성을 기준으로 하여 45% 알코올농도에서 검사한 결과 민감도가 0.3023 (95% 신뢰구간 0.2346~0.3772)로 낮은 반면 특이도가 0.9190 (95% 신뢰구간 0.9017~0.9344)로 높게 나타나고 있으며, 음성예측도 역시 비교적 높게 나타내고 있다. 또한 본 결과에서 세균수 및 체세포수가 알코올 안정성에 영향을 미치고 있는 점(Table 2)과 국내 산양유에서 자연산도의 고저는 알코올검사 농도에 영향을 미치지 않는다고 한 Chung (1964)의 보고를 고려할 때, 산양 집합유의 신선도와 가열안정성을 확보하기 위한 알코올검사용 에탄올의 농도는 45% 이하로 하는 것이 적절할 것으로 생각된다.

우유에서 에탄올 안정성은 알코올 농도와 pH와는 S곡선을 그리는 비례관계로 pH가 증가하면 알코올 안정성도 높아지고, pH가 낮아지면 알코올 안정성도 감소한 것으로 보고되어 있으며(Horne과 Muir, 1992) 산양유에서도 비슷한 경향을 나타내고 있다(Guo 등, 1998). 이는 가열 안정성과 밀접한 관련이 있다. 가열에 안정한 산양유는 정상 pH (pH 6.8)에서 가열에 대하여 최대 안정성을 갖지만 가열에 불안정한 산양유는 pH가 높았을 때(pH 7-7.1) 최대 안정성을 나타내는 것으로 보고되었다(Fox와 Hoynes, 1976; Morgan 등, 2000; Raynal-Ljutovac 등, 2007). 본 결과에서도 45% 알코올검사에서 음성을 보인 산양유에서 가열

안정성을 보인 산양유의 평균 pH가  $6.81 \pm 0.24$ 로 가열 시 응고된 산양유의 평균 pH  $6.73 \pm 0.20$ 보다 유의적으로 높았으나 ( $P < 0.05$ ), 45% 알코올검사에서 양성을 보인 산양유에서는 공히 pH 6.8정도의 정상 pH를 나타내었다. 산양유의 가열 안정성은 매우 다양한 요인에 의하여 영향을 받는 것으로 알려져 있다(Fox와 Hoynes, 1976). 즉, 낮은 pH (6.51~6.61)와 물리화학적 구성(높은 단백질 농도, 낮은 용해성 칼슘농도 증가, 높은 인 함량) 그리고 미생물학적 상태, 즉 비위생적인 착유로 인한 산양유의 유질저하(Morgan 등, 2003)시 가열에 대하여 불안정 하다. 본 결과에서도 45% 알코올검사 음성군에서 가열 불안정한 산양유의 pH가 낮았으며 세균 수는 높게 나타내는 경향을 보이고 있어 일치하고 있으나 단백질 함량은 차이가 없었다(Table 4). 가열 안정성은 카제인의 함량, 우유중 요소 및 비단백태질소와 양의 상관관계가 있으나 젖소와 마찬가지로 체세포수와는 음의 상관관계가 있는 것으로 보고되었다(Raynal-Ljutovac 등, 2007). 본 결과에서도 45% 알코올검사 음성군의 체세포수가 가열불안정유에서 높게 나타내고 있다. 한편 요소태질소 함량은 모든 군에서 유의성 있는 차이가 없었으나 45% 알코올 양성 가열불안정유에서 가장 낮음( $26.44 \pm 4.44$  mg/dL) 경향을 보여, 요소태질소 함량이 알코올 안정성과 더불어 가열 안정성과 관련이 있음을 보여 주고 있다.

젖소에서는 사료급여량 부족에 의한 가소화 총량의 부족과 농후 사료의 과잉 급여 특히 단백질 과다 급여시 간 손상의 원인이 되어 산패와 관련 없는 알코올검사 양성유(이등유)를 분비하게 된다(Moon 등, 2000). 본 시험에 공시된 젖산양의 혈청성분은 45% 에탄올검사 양성군에서 알부민, 혈중요소태질소 및 총빌리루빈이 낮았으며, amylase와 creatine은 높게 나타났고, 칼슘은 가열불안정군에서 낮았으며, 전해질을 비롯한 기타 성분은 차이를 나타내지 않았다. 이러한 결과는 총 빌리루빈(정상보다 높았음)을 제외한 다른 성분들은 정상범위(Kaneko 등, 1997)를 나타내고 있어 공시 유산양이 어떤 질병보다 단백질 급여 부족에 기인한 저영양상태 등 사양관리에 기인된 것으로 볼 수 있으나, 영양이 산양유에서 알코올 안정성에 영향을 미치는지에 대해서는 추가적인 연구가 필요할 것으로 생각되며, 유산양의 생리적 변화들을 고려하여 착유 시설 관리 및 사료급여 그리고 목장 주변 환경 개선 등을 재정비하고 간질환 등 질병 관리에 최선을 다해야 할 것으로 생각된다.

## 결 론

648마리 유산양의 분방에서 채취한 1,295개의 신선한 유즙을 대상으로 실시한 알코올 농도별 알코올 검사 결과, 알코올 농도 70%에서 99.6%의 응집율을 보였으며, 45% 농도에서는 11.0%의 응집율을 나타내어 낮은 알코올 안정성을 보였다. 알코올 농도 65%, 60%, 55% 및 50%에서의 응집율은 각각 99.2%, 96.8%, 81.0% 및 52.8%였으며, 계절에 따라 농도별 응집율은 차이를 보이지 않았다. 산양유에 대한 자비 시험결과 공시한 1,295분방 유즙 중 13.3%인 172분방 유즙에서 양성반응을 나타내었으며, 45% 알코올검사 양성 반응을 보인 143분방 유즙 중 52 (4.0%)분방 유즙이 가열에 불안정하였으며, 45% 알코올검사 음성을 보인 1,152분방 유즙 중 1,032분방 유즙(79.7%)이 가열에 안정성을 나타내었다. 자비검사를 기준으로 한 45% 알코올검사의 민감도와 특이도는 각각 0.3023 (95% CI: 0.2346~0.3772) 및 0.9190 (95% CI: 0.9017~0.9344)이었다. 45% 알코올검사 양성군에서 유단백이 높았고( $P < 0.05$ ) 비중 역시 높았으나 유당과 우유요소태질소는 45% 알코올검사 음성군에 비하여 낮았다. pH의 경우 45% 알코올검사 음성군의 가열불안정유에서 가장 낮았으며( $6.73 \pm 0.2$ ,  $P < 0.05$ ), 체세포 수 및 세균 수는 45% 알코올 음성군의 가열 안정유에서 낮았다. 이러한 본 연구의 결과는 유산양의 집합유의 신선도 및 가열에 대한 안정성을 확인하기 위한 알코올 침사검사는 45% 이하의 에탄올 농도에서 실시하여야 할 것을 제시코저 한다.

## 감사의 글

이 논문은 2011년도 농촌진흥청 학술연구비 지원(PJ 907096)에 의하여 연구되었으며, 본 연구의 동물 실험 및 분석업무의 일부는 전남대학교 동물의학연구소의 지원에 의해 수행되었다.

## 참 고 문 헌

- Chavez MS, Negri LM, Taverna MA, Cuatrin A. 2004. Bovine milk composition parameters affecting the ethanol stability. *J Dairy Res* 71: 201-206.
- Chung GT. 1964. Studies on alcohol precipitation test of goat milk. *Korean J Vet Res* 4: 19-22.

- Clark S, Sherbon JW. 2000. Alphas1-casein, milk composition and coagulation properties of goat milk. *Small Rumin Res* 38: 123-134.
- Fox PF, Hoynes, CT. 1976. Heat stability characteristics of ovine, caprine and equine milks. *J Dairy Res* 43: 433-442.
- Gao DX. 1992. Studies on the relationship between titratable acidity and alcohol stability of caprine milk. pp. 111-118. In: Proceedings of the 1st Congress on Animal Products Processing Between the Strains. Luo CX, Lin CW(ed.). Nanjing, P.R. China.
- Guo, MR. 1985. Studies on physico-chemical composition and characteristics of goats milk. M. Sc. thesis, Northeast Agriculture University, Harbin, P.R. China.
- Guo MR, Wang S, Li Z, Qu J, Jin L, Kindstedt PS. 1998. Ethanol stability of goat's milk. *Int Dairy Jour* 8: 59-60.
- Horne DS, Muir DD. 1992. Alcohol and heat stability of milk protein. *J Dairy Sci* 73: 3613-3626.
- Horne DS, Parker TG. 1982. Some aspects of the ethanol stability of caprine milk. *J Dairy Res* 49: 459-468.
- Jandal JM. 1996. Comparative aspects of goat and sheep milk. *Small Rumin Res* 22: 177-185.
- Jeong SG, Lee SG, Kim DH, Ham JS, 2008, Characteristics of goat milk-milk fat, somatic cell conter, and goaty flavor. *Korean J Dairy Sci Technol* 26: 21-26.
- Kaneko JJ, Harvey JW, Bruss ML. 1997. Blood analyte reference values in large animals. pp. 890-899. In: *Clinical biochemistry of domestic animals*. 5th ed. Academic Press, San Diego.
- Kim HR, Lee JC, Jeong JY, Lee YK, Shin SS, Lee CY. 2007. A study on the somatic cells in half milk samples of dairy coats. *J Vet Clin* 24: 177-181.
- Kim MK, Choi A, Han GS, Jeong SG, Oh MH, Jang A, Seol KH, Ham JS. 2010. Non -pathogenic factors affecting somatic cell counts of goat milk. *Korean J Dairy Sci Technol* 28: 1-5.
- Kim TJ, Ra KY, Kim JW. 1970. Studies on the quality preservation of goat milk. *Korean J Ani Sci* 12: 214-220.
- Kim YC, Park HY, Lee YK, Lee JC, Suh GH, Lee CY. 2008. Comparative of 5 staining methods for somatic cells in dairy goat milk samples. *J Vet Clin* 25: 274-279.
- Lee SG, Kim MK, Lee YJ, Jeong SG, Oh MH, Kim DH, Park KW, Lee WK, Ham JS. 2010. Comparison of measuring methods for somatic cell count in goat milk. *Korean J Food Sci Ani Resour* 30: 120-123.
- MAFRA (Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs). 2012. Other livestock statistics. 11-1543000-000111-10), [http://ebook.mifaff.go.kr/20130905\\_145940](http://ebook.mifaff.go.kr/20130905_145940).
- Mitamura K. 1937. Studies on the alcohol coagulation of fresh cow milk. *Jour Faculty Agr Hokkaido Impl Univ* 41: 97-362.
- Moon JS, Joo YS, Jang GC, Yoon YD, Lee BK, Park YH, Son CH. 2000. Interpretation of protein-energy Balance of feeding by milk urea nitrogen and milk protein contents in lactation holstein cow. *J Animal Sci & Technol* 42: 499-510.
- Morgan F, Jacquet F, Micault S, Bonnin V, Jaubert A. 2000. Study on the compositional factors involved in the variable sensitivity of caprine milk to high-temperature processing. *Int Dairy J* 10: 113-117.
- Morgan F, Massouras T, Barbosa M, Roseiro L, Ravasco F, Kandarakis I, Bonin V, Fistakorikis M, Anifantakis E, Jaubert G, Raynal-Ljutovac K. 2003. Characteristics of goat milk collected from small and medium enterprises in Greece, Portugal and France, *Small Rumin Res* 47: 39-49.
- Raynal-Ljutovac K, Park YW, Gaucheron F, Bouhallab S. 2007. Heat stability and enzymatic modifications of goat and sheep milk. *Small Rumin Res* 68: 207-220.
- Shin JH, Jeong SS, Han GS, Jang A, Chae HS, Yoo YM, Ahn CN, Woo KT, Choi SH, Lee WK, Ham JS. 2008. Study of the somatic cell count grade of goat milk in korea. *Korean J Food Sci Ani Resour* 28: 218-221.