한국가축위생학회지 제36권 제4호 (2013)
Korean J Vet Serv, 2013, 36(4), 263-272
ISSN 1225-6552, eISSN 2287-7630
http://dx.doi.org/10.7853/kjvs.2013.36.4.263

Korean Journal of
Veterinary Service
Available online at http://kjves.org

< Original Article >

전남지방 산양유의 성분 및 체세포수의 계절적 변화

김혜라[1] · 정지영[2] · 조인영[3] · 유도현[3] · 신성식[3] · 손창호[3]
오기석[3] · 허태영[4] · 정영훈[4] · 최창용[4] · 서국현[3]*

[1]서울시보건환경연구원, [2]전라남도축산위생사업소, [3]전남대학교 수의과대학, [4]농촌진흥청 축산과학원

Seasonal variation of goat milk composition and somatic cell count in Jeonnam province

Hye-Ra Kim[1], Ji-Young Jung[2], In-Young Cho[3], Do-hyeon Yu[3], Sung-Shik Shin[3], Chang-Ho Son[3], Ki-Seok Ok[3], Tai-Young Hur[4], Young-Hun Jung[4], Chang-Yong Choi[4], Guk-Hyun Suh[3]*

[1]Seoul Public Health and Environment Research Institute Livestock Product Department, Seoul 427-070, Korea
[2]Jeollanamdo Livestock Sanitation Office, Gangjin 522-822, Korea
[3]College of Veterinary Medicine, Chonnam National University, Gwangju 500-757, Korea
[4]National Institute of Animal Science, RDA, Cheonan 330-801, Korea

(Received 17 October 2013; revised 20 November 2013; accepted 27 November 2013)

Abstract

Consistent information on the chemical composition and its seasonal variation of goat udder half milk is limited in Korea. The objective of this study was to analyze the seasonal variation of the chemical composition of goat milk to take establish various parameters into consideration on the pricing of the goat milk. Variations in chemical composition, somatic cell count (SCC) and bacterial count of 1,038 udder half milk samples from 650 heads raised in 7 farms of Jeonnam province were determined by season. Fat, protein, lactose, non-fat solids, milk urea nitrogen (MUN), pH, SCC and bacterial counts were also analyzed. The average composition of the milk was: fat 3.80±1.36%, protein 3.23±0.80%, lactose 4.39±0.54%, total solids 12.18±1.80%, non-fat solids 8.38±0.80%, and milk urea nitrogen 28.44±5.00 mg/dL. The average pH was 6.81±0.24. The average of SCC and bacterial counts were $2.54\pm4.60\times10^6$ cells/mL and $1.25\pm3.76\times10^5$ CFU/mL, respectively. Chemical composition, pH, SCC and bacterial counts of dairy goat milk varied widely during the lactation period and by season. The fat concentration was the lowest in spring (3.39±1.53%) and the highest in autumn and winter (3.98±1.30% and 3.98±1.48%). Protein concentration was the lowest during summer (2.92±0.48%) and the highest in winter (3.81±0.95%). Lactose concentration was the lowest in autumn (4.24±0.41%) and the highest in spring (4.58±0.35%). The lowest total solid value was obtained in the spring season (11.75±1.80%) which was then increased in winter (12.85±1.96%). Non-fat solid concentration was the lowest in summer (8.07±0.64%) and the highest in autumn (8.94±0.82%). MUN concentration was the highest in summer (8.07±0.64%), and the pH concentration was the highest in spring at 6.93±0.27%. Seasonal variation of SCC and bacterial count were the lowest in spring ($0.94\pm1.54\times10^6$ cells/mL and $0.22\pm0.61\times10^5$ CFU/mL, respectively) and was the highest in winter ($3.95\pm7.14\times10^6$ cells/mL and $2.23\pm5.54\times10^4$ CFU/mL, respectively).

Key words : Dairy goat, Milk composition, SCC

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

Copyright © 2013, The Korean Society of Veterinary Service. All Rights Reserved.

서 론

산양유는 그 자체가 완전식품이라고 할 수 있을 정도로 많은 이점을 가지고 있다. 그 중 단백질은 모유의 단백질과 분자구조가 흡사하여 소화흡수가 좋을 뿐만 아니라 설사나 복통 등의 부작용을 야기하지 않으며(Urbiene과 Margelyte, 1997), 우유에 비해 유지방 함량이 높고 유지방구의 크기가 우유에 비해 작아서 lipase의 작용을 받을 수 있는 표면적이 넓어 소화 및 흡수가 우수하다(Parkash과 Jenness, 1980). 또한 우유에 포함되는 당성분인 lactose가 위에서 제대로 분해되지 않는 것이 원인이 되는 lactose intolerance도 일어나지 않으며, 주된 유단백 성분은 알레르기를 일으키는 αS1-카제인이 아닌 β-카제인으로 그 이점이 매우 크다(Jenness, 1979). 산양의 젖은 카제인 미셀(micelle)의 공간구조, 카제인 단백질의 아미노산 조성, 미셀의 크기, 미셀의 미네랄 함량 등에 있어서 젖소의 우유와 명백한 차이를 보여(Attaie와 Richter, 2000), 우유의 대용으로 치료식이나 건강식으로 이용이 증가되고 있는 실정이다(Jenness, 1979).

국내산 산양유는 주로 백색시유 및 발효유 형태로 소비되고 있으며, 유산양 산업의 활성화와 산양유의 수급불균형 해소 및 소비자의 소비 형태를 충족하기 위해서 면역강화 발효유, 장기능개선 요구르트 및 산양유 치즈 등 다양한 형태의 산양유 가공품의 생산이 필요한 실정이다(Anh과 Park, 2008). 현재 우리나라의 유산양 사육 농가는 전국적으로 분포되어 있는 반면 각 산양유 가공장에서 집유해야 하는 목장과의 거리가 장거리 이므로 수송을 위한 집유 비용이 고가이고, 3일에 1회 정도 집유를 하고 있어 품질 저해 요인이 되고 있다. 또한 유산양은 계절 번식동물로 일조시간이 짧아지면서 발정이 유도되므로, 낮의 길이가 짧은 동절기에 수태하고 봄에 분만을 하기 때문에 비유량은 늦봄부터 증가하기 시작하여 하절기에 높아지며(Walkden-Brown 등, 1997; Goetsch 등, 2011), 동절기에는 대부분의 유산양들이 건유기에 들어 간다(Zeng과 Escobar, 1996). 그래서 산양유의 성분은 월별에 따른 유량의 변화와 시기에 따른 기후 차이 등의 계절적인 요인 그리고 유기 등에 의해 유성분 조성이 변화 한다(Guo 등, 2001; Borges 등, 2004; Goetsch 등, 2011). 따라서 산양유 가공시 균일한 품질의 유제품을 생산하기 위해서는 우리나라에서 사육되고 있는 산양유의 계절적인 성분 변화의 파악이 필요하다. 그러나 우리나라에서 사육중인 유산양 유즙 성분에 대한 조사는 Ahn과 Park (2008)이 충북영동지역에 사육중인 유산양 유즙의 일반성분을, Jeong (2008)은 산양유 가공업체에 납유하는 12개 농가를 대상으로 월별 유지방 성분변화에 대한 보고가 있을 뿐이다. 한편 국내에서는 아직까지 산양유 품질 기준인 세균수와 체세포수에 관한 등급 설정 규정 없이 각 산양유 집유장에서 정한 기준에 따라 농가에 일방적으로 통보하는 실정이다. 각 집유장에서는 산양유를 동절기와 하절기로 나누어 세균 수에 따라 5등급으로 분류하여 유대를 지급하고, 체세포수를 5×10^5 cells/mL와 1.2×10^6 cells/mL로 분류하여 지급하고 있다. 유지방 함량이 3.2% 미만일 때는 벌과금을 가하고 산도규격 기준이 0.2% 이상일 경우에는 지급하지 않고 있다. 축산물위생관리법(제11358호)의 규정에 의거 "원유(우유)의 위생등급기준"(농림수산검역검사본부고시 제2012-118호) 이 고시되어 있으나 산양유의 체세포수는 생리적으로 우유보다 높고, 계절 및 비유단계, 발정, 착유방법 및 산차 등의 비병원성 요인에 의한 변동이 크기 때문에 우유의 체세포수 기준을 준용하기 어려우므로 산양유의 체세포수 기준이 별도로 설정되어야 한다고 주장되어 왔다(Shin 등, 2008).

따라서 본 연구는 전남지방에 사육 중인 유산양에서 생산된 산양유의 계절별 성분과 체세포수 등의 변화 추이를 조사하여, 산양유 품질 기준을 보완하기 위한 자료로 마련하고자 실시하였다.

재료 및 방법

재료의 채취

유산양 유즙은 전남남부지역(영암, 해남)의 7개 유산양 농가의 유산양(Saanen 및 Toggenburg) 650마리(1,308분방)를 대상으로 계절별로 착유 시 유즙을 채취하였다. 유즙은 유두를 소독한 다음 처음 2～3줄기는 짜버린 후 멸균 시료채취 용기에 분방 당 30 mL씩 받아 아이스박스를 이용하여 냉장 상태로 실험실로 운반한 후 실험에 사용하였다.

유즙성분 검사

채취된 산양유는 일반성분(지방, 단백질, 유당, 무지고형분 등), 체세포수, 세균수 및 pH를 조사하였다. 지방, 단백질, 유당, 무지고형분 등의 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 측정하였다.

계절구분 및 통계처리

GraphPad InStat v. 3.0 (GraphPad Software, Inc., CA, USA)를 이용하여 계절 및 농가별 산양유 성분의 비교는 일원분산분석(ANOVA)을 실시하였으며, 사후검정으로 Tukey-Kramer 다중 검정을 실시하였다. 계절은 봄(3～5월), 여름(6～8월), 가을(9～11월), 겨울(12～2월)로 구분하였으며, 통계 값은 평균±표준편차로 표기하였고, *P*값이 0.05 이하일 때 유의차가 있는 것으로 판단하였다.

결 과

산양유의 유성분의 계절적 변화

전남 남부지역에서 생산되는 산양유의 평균 유성분 및 계절별 변화는 Table 1과 같다. 유성분은 착유 초기에 채취된 유즙으로 유지방은 평균 3.80±1.36%이었으며, 유단백 3.23±0.80%, 유당 4.39±0.54%, 총고형분 12.18±1.80%, 무지고형분은 8.38±0.80%을 나타내었고, 요소태질소 및 pH는 각각 28.44±5.0 mg/dL와 6.81±0.24였다.

유성분의 계절적인 변화는 유지방은 봄에 3.39±1.53%로 가장 낮았으며($P<0.05$), 유단백은 여름(2.92±0.48%)에 가장 낮았고, 겨울에 3.81±0.95%로 가장 높았다($P<0.05$). 유당은 봄(4.58±0.35%)에, 총고형분(12.85±1.96%)과 무지고형분(8.94±0.82%)은 겨울에 유의적으로 높았다($P<0.05$). 한편 우유요소태질소(MUM)는 여름(30.14±4.47%), pH는 봄(6.93±0.27)에 가장 높았다($P<0.05$).

유산양 유즙의 유지방, 유단백, 유당, 무지고형분, 총고형분, MUN 성분의 계절에 따른 함량별 분포비율과 pH 분포비율을 Fig. 1에 나타내었다. 전체 유즙의 37.1%가 유지방이 3.2% 미만이었으며, 특히 봄에 56.0%로 낮은 유지율을 갖은 유즙이 많았다. 유단백은 봄에서 가을까지 3.2% 미만의 낮은 함량을 나타낸 유즙이 64.0～74.5%이었으나, 겨울에 유단백 함량이 높아져 3.85% 이상이 54.5%의 분포비율을 나타내었다. 유당은 가을과 겨울에 4.0% 이상을 나타내는 유즙의 비율이 감소하였으며, 무지고형분은 성분규격의 기준인 7.5% 이상이 겨울(97.2%)과 봄(94.2%)에 높은 경향을 보였고 총고형분은 12.48% 이상을 나타낸 유즙의 비율은 여름(43.9%)과 겨울(48.9%)에 높은 경향을 보였다. 한편 유즙 중 MUN의 함량이 25 mg/dL 이상인 경우는 여름(90.6%)에 가장 많았으며, pH는 여름과 겨울에 대부분의 유즙이 6.5 이상을 나타내었다.

전남 남부지역의 공시대상 목장별 산양유의 평균 유성분의 비교는 Table 2와 같다. 목장별 유지방은 3.19%에서 4.29%, 유단백은 2.56%에서 3.44%의 분포를 보였으며, 유당은 4.05%에서 4.56% 이상을 보였다. 무지고형분과 총고형분은 각각 7.50～8.62%와 10.18～12.90%의 범위를 나타내었다. MUN은 21.89 mg/dL에서 30.84 mg/dL이었고, pH 값은 6.60에서 7.19

Table 1. Seasonal comparison of dairy goat's udder-half milk component in Jeonnam province

Composition	Total average (n=1,308)	Season			
		Spring (n=305)	Summer (n=466)	Fall (n=203)	Winter (n=334)
Fat (%)	3.80±1.36	3.39±1.53[a]	3.87±1.14[b]	3.98±1.30[b]	3.98±1.48[b]
Protein (%)	3.23±0.80	3.09±0.59[a]	2.92±0.48[b]	3.15±0.79[a]	3.81±0.95[c]
Lactose (%)	4.39±0.54	4.58±0.35[a]	4.40±0.42[b]	4.24±0.41[c]	4.31±0.77[bc]
Total solid (%)	12.18±1.80	11.75±1.80[a]	11.94±1.53[a]	12.16±1.79[a]	12.85±1.96[b]
Not-fat solid (%)	8.38±0.80	8.36±0.63[a]	8.07±0.64[b]	8.18±0.78[b]	8.94±0.82[c]
Milk urea nitrogen (mg/dL)	28.44±5.00	26.30±4.26[a]	30.14±4.47[b]	27.36±5.80[ac]	28.50±6.20[c]
pH	6.81±0.24	6.93±0.27[a]	6.68±0.14[b]	6.74±0.16[c]	6.78±0.22[c]

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

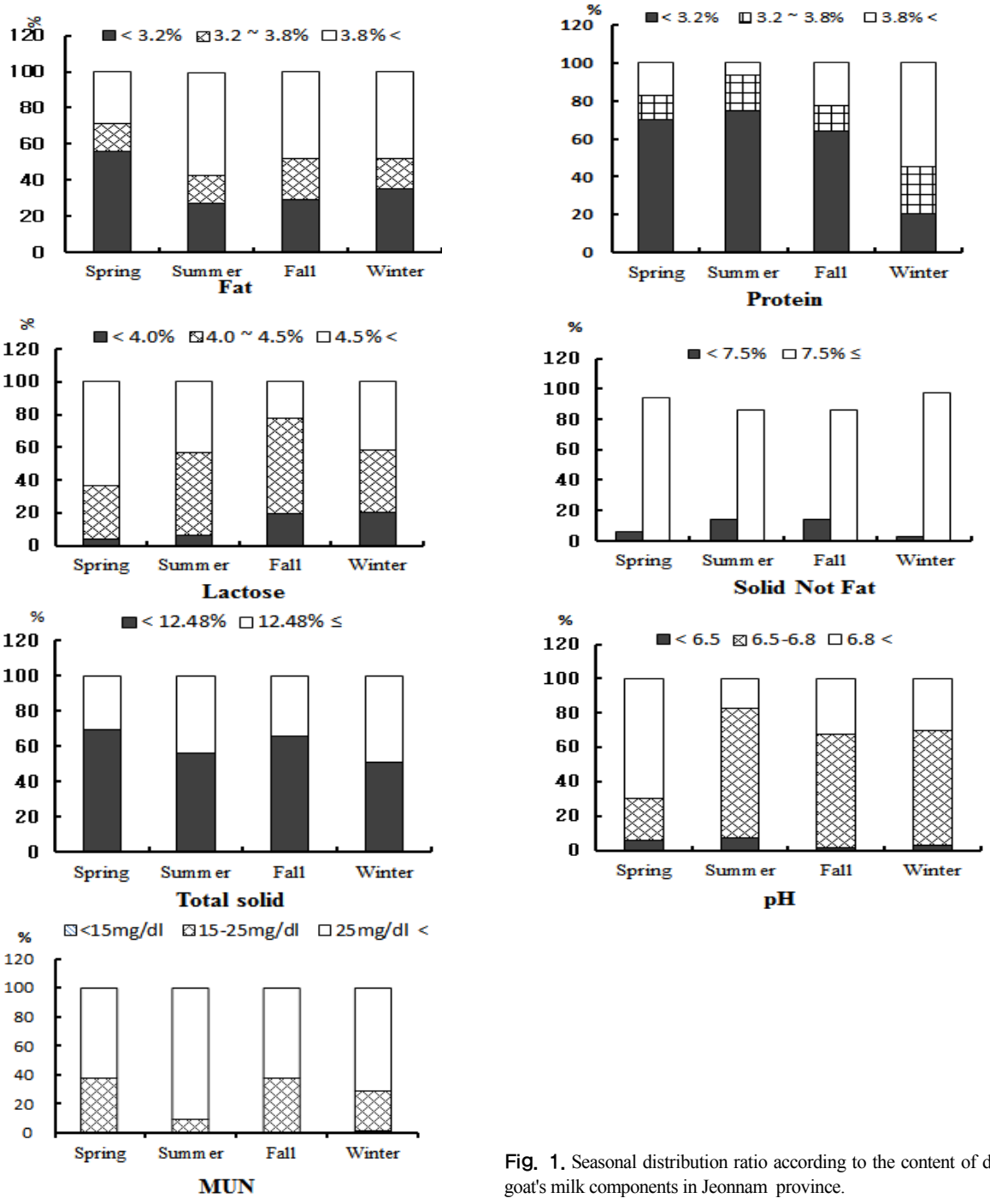

Fig. 1. Seasonal distribution ratio according to the content of dairy goat's milk components in Jeonnam province.

사이였다. 한편 각 목장별 평균 유성분은 목장에 따라 유의적인 차이를 나타내었는데, E목장과 G목장에서 전반적으로 낮은 경향을 나타내었다.

산양유의 계절별 체세포수

비유 계절에 따른 유산양 유즙의 세균수 및 체세포수의 변화를 Table 3에 나타내었다. 유산양 유즙의 평균 세균수와 체세포수는 각각 $1.25\pm3.76\times10^5$ CFU/mL와 $2.54\pm4.60\times10^6$ cells/mL을 나타내었다. 계절별 세균수는 봄에 $0.21\pm0.6\times10^5$ CFU/mL로 가장 낮았으며, 겨울에 $2.23\pm5.54\times10^5$ CFU/mL로 가장 높았다. 체세포수 역시 봄에 $0.94\pm1.54\times10^6$ cells/mL로 가장 낮았으며, 가을($4.03\pm5.12\times10^6$ cells/mL)과 겨울($3.95\pm7.14\times10^6$ cells/mL)

Table 2. Comparison of dairy goat's udder-half milk composition by individual farms in Jeonnam province

Composition	Farms						
	A (n=190)	B (n=204)	C (n=452)	D (n=156)	E (n=33)	F (n=180)	G (n=46)
Fat (%)	4.29±0.57^{a}	3.23±1.34^{b}	3.84±1.47^{c}	3.55±1.26^{bc}	3.98±2.14^{abc}	4.22±1.34^{a}	3.19±1.08^{b}
Protein (%)	3.32±0.42^{a}	3.29±0.69^{a}	3.17±0.68^{a}	3.44±1.00^{a}	2.73±0.33^{b}	3.27±1.22^{a}	2.56±0.70^{b}
Lactose (%)	4.54±0.21^{a}	4.43±0.35^{ab}	4.54±0.41^{a}	4.09±0.89^{c}	4.56±0.27^{a}	4.05±0.46^{c}	4.18±1.02^{bc}
Not-fat solid (%)	8.62±0.50^{a}	8.48±0.68^{ab}	8.44±0.76^{ac}	8.36±0.86^{bcd}	8.00±0.44^{de}	8.12±0.92^{d}	7.50±1.35^{e}
Total solid (%)	12.90±0.88^{a}	11.71±1.90^{b}	12.27±1.73^{c}	11.91±1.88^{bc}	11.98±1.95^{abc}	12.34±1.97^{c}	10.18±2.31^{d}
Milk urea nitrogen (mg/dL)	29.09±3.50^{a}	28.07±5.33^{ab}	30.84±5.07^{d}	24.63±4.95^{c}	21.89±3.69^{c}	27.23±5.21^{b}	26.34±4.09^{bc}
pH	6.76±0.17^{a}	6.85±0.18^{b}	6.73±0.19^{a}	6.89±0.30^{bc}	7.19±0.08^{d}	6.95±0.24^{c}	6.60±0.20^{e}

$^{a\text{-}e}$Means in the same row with different superscript differ significantly ($P<0.05$).

Table 3. Seasonal comparison of dairy goat's udder-half milk bacteria and somatic cells count in Jeonnam province

Classification	Total average (n=1,269)	Season			
		Spring (n=287)	Summer (n=458)	Fall (n=203)	Winter (n=321)
Bacterial counts ($\times10^5$ CFU/mL)	1.25±3.76*	0.21±0.61^{a}	0.91±2.61^{ab}	1.72±4.27^{bc}	2.23±5.54^{c}
Somatic cell counts ($\times10^6$ cells/mL)	2.54±4.60	0.94±1.54^{a}	1.90±2.31^{b}	4.03±5.21^{c}	3.95±7.14^{c}

*Mean±SD

^{a,b,c}Means in the same row with different superscript differ significantly ($P<0.05$).

에 유의적으로 증가하였다. 계절에 따른 세균수 및 체세포수의 분포 비율 변화는 Fig. 2와 같다. 계절별로 0.3×10^5 CFU/mL의 세균수를 나타낸 비율은 봄 40.7%에서 겨울 68.8%로 점차 증가 하였으나, 세균수 5×10^5 CFU/mL를 초과하는 원유 비율 역시 분만 계절인 봄에 1.9%에서 겨울 11.8%로 계절이 지남에 따라 점차 높아졌다. 체세포수 역시 계절적인 영향을 나타냈다. 봄철에 70.3%의 산양유에서 1×10^6 cells/mL 이내였으나, 가을에는 산양유의 49.3%가 2×10^6 cells/mL 이상을 보였다. 전남 남부지역의 공시대상 목장별 산양유의 평균 세균수 및 체세포수 조사결과는 Table 4와 같다. 목장에 따라 세균수 및 체세포수가 차이를 나타내었는데 E농장이 세균수(0.09×10^5 CFU/mL)와 체세포수($0.58\pm0.94\times10^6$ cells/mL)가 가장 낮았다. 한편 목장별로 세균수가 가장 낮은 농장이 체세포수도 낮았으며, 세균수가 높은 농장이 체세포수도 높았다($P<0.05$).

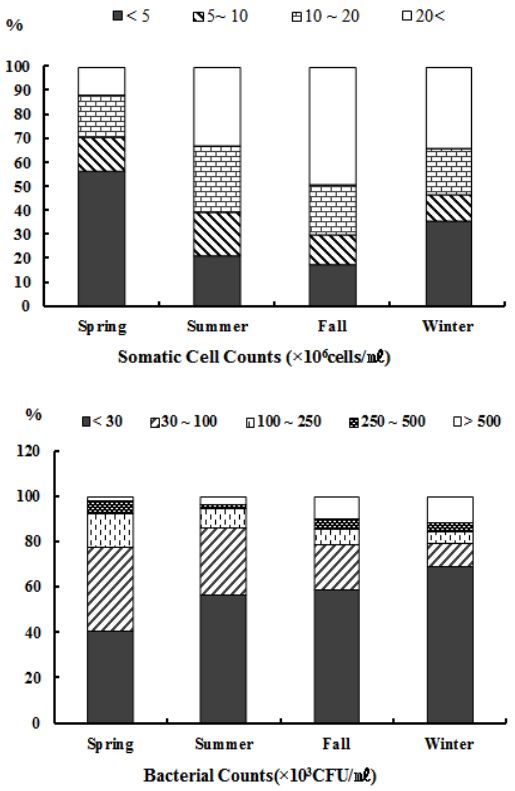

Fig. 2. Seasonal distribution ratio of dairy goat's milk bacterial counts and somatic cell counts in Jeonnam province.

고 찰

유산양유의 성분은 한 해 중에서도 계절에 따라 변화되며, 품종, 비유시기, 지역, 사료, 사양방법 및 기후 등의 요인에 의해 영향을 받는 것으로 알려져 있

Table 4. Comparison of dairy goat's udder-half milk bacterial counts and somatic cell counts according to the farms in Jeonnam province

Classification	Farms						
	A (n=190)	B (n=204)	C (n=452)	D (n=156)	E (n=33)	F (n=180)	G (n=46)
Bacterial counts ($\times 10^5$ CFU/mL)	1.92±3.87[a,*]	0.67±2.79[b]	0.46±1.67[b]	2.68±6.18[a]	0.09±0.19[c]	2.40±5.37[d]	0.72±2.95[e]
Somatic cell counts ($\times 10^6$ cells/mL)	2.33±3.22[a]	1.49±2.60[ab]	1.42±2.44[b]	4.60±7.34[c]	0.58±0.94[d]	5.13±6.79[e]	2.70±3.83[f]

*Mean±SD.
[a-f]Means in the same row with different superscript differ significantly ($P < 0.05$).

다(Guo 등, 2001; Park 등, 2007; Morgan 등, 2003; Jenness, 1980; Voutsinas 등, 1990; Mba 등, 1975; Raynal-Ljutovac 등, 2008; Sung 등, 1999). 전남지역 유산양 목장의 개체별 우유를 대상으로 조사한 본 결과에서는 산양유의 성분 즉, 지방, 단백질, 유당, 총고형분, 무지고형분 그리고 우유요소태질소 및 pH는 계절(비유시기)에 따라 차이를 나타내었다(Table 1). 본 연구에 공시된 유산양이 동일한 지역, 동일한 기후에서 사육되고 있고 대부분의 목장이 사사관리체계를 유지하고 있는 점을 고려할 때, 전남지역 사육 유산양의 유성분 변화는 주로 비유시기와 관련되어 계절적인 영향을 받고 있음을 알 수 있었다. 그러나 농가별 유성분을 비교시 전반적으로 유성분이 낮은 농가가 있음을(E 및 G 농가) 미루어(Table 2) 각 목장별 사양관리 역시 영향을 미칠 수 있을 것으로 생각된다.

산양유의 총고형분 함량은 비유시기와 높은 상관관계(r=0.88)가 있으며, 비유말기(특히, 건유 1개월전)에 가장 높게 나타내는데, 방목위주로 사육하는 Norwegian 유산양을 대상으로 조사한 결과에서 비유가 개시되는 시기부터 방목을 시작하는 시기까지 일정하게 감소하기 시작한 다음 방목이 종료되는 시기부터 증가하고 있다(Brendehaug와 Abrahamsen, 1986). 그러나 미국 북동부지역에서 사사위주의 사양관리상태에서 집합유의 유성분을 조사한 결과, 비유초기에 감소하여 방목개시 시기까지 감소되었으나, 방목 종료시점 까지는 감소되지 않고 있어 방목과 비교시 사료급여체계의 차이에 의한 영양수준의 차이가 비유시기별 및 계절별 총고형분 함량 변화에 영향을 미치고 있지만(Guo 등, 2001), Voutsinas 등(1990)은 그리스에서 전비유기 동안 일정한 배합비를 갖는 사료를 급여한 유산양(Alphine)의 모든 유성분의 변화는 비유시기에 유의적인 영향을 받고 있다고 하였다. 본 결과에서도 총고형분의 함량이 비유초기인 봄(11.75%)에 가장 낮은 경향을 나타내었으며 점차 증가하여 비유말기인 겨울(12.85%)에 가장 높게 나타내어 계절에 따라 차이를 보이고 있었다. 산양유의 총고형분은 품종 및 지역에 따라 차이를 나타낸다. Jenness (1980)는 조사자에 따라 11.5%에서 18.68%까지 다양하다고 하였고, Morgan 등(2003)은 프랑스 11.6～11.8%, 그리스 13.1～14.4%, 포르투칼 12.8%라고 하여 지역과 사육환경에 따라 차이를 보이고 있다. 전남지방 산양유의 평균 총고형분은 12.18±1.80%를 나타내었다. 이러한 결과는 우리나라에서 충북 영동지방의 8개 유산양 목장의 평균인 12.47% (Ahn과 Park, 2008)와 Northern Ireland의 12.27% (Espie와 Mullan, 1990), 미국 북동부 지역의 12.38±0.71% (Guo 등, 2001)과 비슷한 결과였으나, Greece의 alpine 종의 11.76% (Voutsinas 등, 1990), Thailand 남부 지역의 11.47±1.41% (Wasiksiri 등, 2010), Brazil 남동부지역의 집합유의 결과인 11.67±0.64 % (Borges 등, 2004)와 Taiwan (4 품종 조사)의 11.77±1.55% (Sung 등, 1999)보다 높게 나타내었다.

유산양의 평균 유지방은 품종, 지역 등에 따라 3.07～7.10%까지 다양하다(Jenness, 1980; Morgan 등, 2003). 본 결과에서는 평균 3.80±1.36%를 보여, 충북 영동지역 국내 유산양의 4.14% (Ahn과 Park, 2008)보다 낮았으나, Northern Ireland 3.63% (2.55～5.35%) (Espie와 Mullan, 1990), 미국 북동부지역의 여러 품종 유산양 혼합유의 3.61% (3.00～4.40%) (Guo 등, 2001), Greece의 alpine 종의 3.44% (Voutsinas 등, 1990), Thailand 남부 지역의 3.31±1.13% (Wasiksiri 등, 2010), Brazil 남동부지역의 집합유의 결과인 3.41±0.42% (Borges 등, 2004), Taiwan (4 품종 조사)의 3.45±1.50% (Sung 등, 1999) 보다 높았으며, Turkey에서 Saanen교잡종의 3.81±0.30% (Güzeler 등, 2010)과 비슷한 결과를 나타내었다.

산양유의 지방과 단백질은 동일한 비유시기의 산양일 경우 우유 생산량에 따라 큰 변화를 나타내고 있으며, 하절기와 일치되는 시기 즉, 비유중반에 지방과 단백질이 낮은 경향을 보여 지방과 단백질의 변동은 계절과 비유시기와 밀접하게 관련되어 있다

(Guo 등, 2001). Brendehaug와 Abrahamsen (1986)은 방목이 개시되는 시기에 유지방이 5.5%에서 3.0%로 현저하게 감소되며, 비유 말기에 4.2%로 다시 증가함을 보고하였으며, Voutsinas 등(1990) 역시 비슷한 경향을 나타낸다고 하였다. 특히 Guo 등(2001)은 유지방은 비유시기에 의존하여 유의적으로 변화된다고 하였다(r=0.85). Jeong 등(2008)은 우리나라 산양유 가공업체에 납유중인 12개 농가의 집합유에 대하여 1년간 유지방 함량을 조사한 결과 평균 유지방율은 3.6%였으며, 여름철(6～8월)에 3.1% 이하로 가장 낮았다고 하였다. 본 결과에서는 분만 직후인 봄(3～5월)에 가장 낮았으며(3.39±1.53%), 여름에 증가하여 비유말기인 겨울(3.98±1.48%)까지 비슷한 경향을 나타내고 있어 차이를 보이고 있다. 이러한 결과는 연중 적정한 수준의 영양관리를 수행하는 사사관리(Guo 등, 2001)와 사료내 지방의 추가(Raynal-Ljutovac 등, 2008) 및 하절기 농후사료의 급여(Jeong 등, 2008) 등이 비유시기 및 계절에 따른 유지방의 변화에 영향을 미치는 점을 고려할 때, 본 시험의 대상농가 사양관리 형태가 연중 사사관리 위주의 사양을 하는 것에 기인된 것으로 생각된다.

비유기간 동안 Norwegian 유산양의 조단백질의 변화를 보면 비유초기에 3.80%에서 하절기에 2.85%까지 감소한 다음 비유말기에 3.6%까지 증가하며(Brendehaug와 Abrahamsen, 1986), Guo 등(2001)과 Goetsch 등(2011)도 비슷한 경향을 나타낸다고 하였다. 본 결과에서도 비유초기인 봄에 3.09±0.59%에서 하절기에 가장 낮은 2.92±0.48%을 나타내었으며, 비유말기에 3.8±0.951%로 가장 높아 일치하는 경향을 나타내었다. 한편 Morgan 등(2003)은 유럽의 산양유의 유단백은 지역에 따라 3.23%에서 3.83%였다고 보고하였다. 본 결과에서 평균 유단백질 함량은 평균 3.23±0.80%로 Ahn과 Park (2008)의 결과인 3.06%와 Borges 등(2004)의 2.98±0.23%보다 높았으나, Guo 등(2001)의 3.47±0.21%, Güzeler 등(2010)의 3.81±0.30% 그리고 Taiwan의 3.34±0.76% (Sung 등, 1999)보다 낮았다.

전남지방 유산양유의 유당 및 무지고형분 역시 계절적인 변화를 나타내었다. 유당은 봄(4.58±0.35%)에 가장 높았으며, 가을까지 감소하다 겨울에 약간 상승하였다. Güzeler 등(2010)은 유당이 비유개시 9주째까지 지속적으로 감소하며, 10주에서 13주 사이 높은 값을 유지하지만 그 후 계속해서 감소된다고 하였으며, Mba 등(1975)은 비유시기에 따라 차이를 나타낸다고 하였다. 지금까지 여러 연구자에 의하여 산양유의 평균 유당은 지역 및 품종은 차이가 있지만 평균 4.01～6.30%로 보고하고 있다(Guo 등, 1998; Guo 등, 2001; Sung 등, 1999; Jenness, 1980; Raynal-Ljutovac 등, 2008; Güzeler 등, 2010; Borges 등, 2004: Morgan 등, 2003). 본 결과에서 나타난 4.39±0.54%는 이들 범위에 속하였지만 약간 낮은 경향을 보이고 있다. 무지고형분 평균 8.38±0.80%은 Thailand 남부 지역의 8.16% (Wasiksiri 등, 2010) 보다 높았으며, Park 등(2007) 및 Güzeler 등(2010)의 결과인 8.9%와 8.69±0.37%보다 낮았다. 계절적으로는 봄과 겨울에 높았는데(Table 1), Güzeler 등(2010)은 비유개시 19주째에 가장 높았으며, 역시 비유시기에 영향을 받는다고 하였다. 한편 본 결과에서 제시된 산양유의 일반성분 함량은 착유초기에 채취된 유즙으로 착유 전 과정에서 채취된 유즙의 성분 함량과는 차이가 있을 것으로 생각되며, 보다 정밀한 성분함량을 파악하기 위해서 지속적인 조사가 이루어져야 할 것으로 생각된다.

젖소 우유의 pH는 약산성을 띈다. 이와는 달리 산양유는 함유하고 있는 단백질의 특성 때문에 약알카리성을 나타낸다(Saini와 Gill, 1991). Güzeler 등(2010)은 산양유의 평균 pH는 6.86±0.09 (6.70～6.96)였으며, 비유기간이 지남에 따라 지속적으로 높아진다고 하였다. 본 결과에서는 평균 6.81±0.2로 비슷한 결과를 나타내었으며, 비유초기인 봄에 6.93±0.27로 가장 높았고 산유량이 많은 여름에 6.68±0.14로 가장 낮아진 다음 비유말기인 겨울까지 미약하게 증가하였다. 하절기 pH의 감소는 본 결과에서 하절기 우유요소태질소 (Milk Urea Nitrogen: MUN)의 수준이 높은 점을 고려할 때 농후사료 다급에 기인된 것으로 볼 수 있으나 추가적인 조사가 필요할 것으로 생각된다.

MUN은 목장에서 급여하는 사료 중 단백질과 체내 조직이 분해되어 분비되는 것으로 사료 중 단백질과 당, 전분 등 비구조성 탄수화물과의 균형 상태를 반영 하며, 평균 8～25 mg/dL 정도이다(Mucha와 Strandberg, 2011; Hof 등, 1997). Moon 등(2000)은 젖소에서 월별 MUN농도는 외기 온도가 높아지는 봄철부터 증가하기 시작하여 온도가 낮아지는 10월부터는 전반적으로 뚜렷한 감소를 나타내었다고 보고하였는데, 이번 전남지역의 산양유의 MUN농도 역시 여름(30.14±4.47%)에 가장 높았으며, 가을(27.36±5.80%)과 겨울(28.50±6.20%)에 낮아지는 경향을 보였다. MUN이 여름철에 높아지는 것은 젖소의 경우 풀사료 급여량에 비해 상대적으로 높은 농후사료 급여 상황과 고온 스트레스로 인한 사료 섭취량의 감소에 따른 에너

지 공급 부족을 초래하여 반추위 내 미생물 단백질의 합성효율이 저하되고 암모니아를 비롯한 가용성 단백질의 소비 감소가 원인이라고 보고하였는데(Wittwer 등, 1999), 산양유 역시 같은 이유로 계절적 성분 변화를 보였다고 생각된다. 젖소에서는 개체유 유단백과 MUN을 측정함으로써 영양상태 평가 및 대사 장애 가능성을 조기 경고하고, 번식기에 있는 착유우들의 영양 관리를 실시하여 수태율을 향상시키는 등 목장의 생산성 향상에 기여를 하고 있다(Moon 등, 2000; Mucha 등, 2011). 따라서 유산양에서도 주기적으로 MUN을 측정함으로써 적절한 영양수준임을 판단하는데 활용할 수 있을 것으로 생각되며, 더불어 산양유에서 MUN의 수준과 유 생산성 및 계절번식동물임을 감안한 차기 번식과의 상관관계 규명이 필요할 것으로 생각된다. 한편 본 결과에서 나타난 평균 산양유의 평균 MUN은 28.44±5.00 mg/dL로 젖소보다 높게 나타나고 있어 사양관리에 따른 변화수준의 조사가 필요할 것이다.

산양유의 체세포수는 유방 내 감염뿐만 아니라 다양한 비감염성 요인 즉, 분만횟수, 비유기, 비유기간의 단축, 계절, 연령 등에 의하여서도 증가하게 된다(Paape와 Contreras, 1997; Luengo 등, 2004; Jeong 등, 2008). 특히 산양유의 체세포수는 비유기간이 지나게 됨에 따라 증가한다(Goetsch 등, 2011; Kim 등, 2010). Paape 등(2007)은 착유 15일째보다 285일째의 평균 체세포수가 2.5～4배 높다고 하였다. Borges 등(2004)은 16개 목장 집합유을 대상으로 체세포수를 조사한 결과 체세포수는 계절과 비유시기에 영향을 받는데, 비유초기에 체세포수(7.5～8.6×10^5 cells/mL)가 낮지만 비유중기부터 점차 증가하기 시작하여 비유말기 및 번식기에도 높은 체세포수(1.06～1.24×10^6 cells/mL)를 나타낸다고 하였고, 또한 국내 충북영동지방 유산양의 체세포수가 봄에 가장 낮고 겨울에 가장 높게 나타내고 있으며(Ahn과 Park, 2008), 개체관리가 잘된 목장에서 분만 후 4개월부터 8개월까지 체세포수를 측정한 결과 지속적으로 증가한다고 하였다(Kim 등, 2010). 계절에 따른 체세포수의 변화를 조사한 이 연구에서 산양유의 체세포수는 이들의 결과보다 높았으나, 계절별 변화는 봄에 9.4×10^5 cells/mL로 가장 낮았으며 그 후 점차 증가하기 시작하여 가을(4.03×10^6 cells/mL)과 비유말기 및 발정기인 겨울(3.95×10^6 cells/mL)에 가장 높아 계절적인 변화를 보이고 있음을 확인하였다. 이러한 계절적 및 비유기간에 따른 변화는 희석 효과 즉, 비유기가 증가함에 따라 산양유생산이 감소함으로 체세포수가 증가하게 되는 결과를 초래하게 되며, 이와 관련하여 체세포수와 산양유생산량과는 부의 상관관계에 있다고 보고되고 있다(Pizzillo 등, 1996; Zeng과 Escobar, 1996). 또한 산양유의 유량 감소는 비유후기에 관찰되고 있다(Ying 등, 2002). 따라서 계절번식을 하는 유산양의 특성에 따라 산양유의 체세포수는 비유기의 증가 즉, 비유말기와 일치하는 계절에 증가하여 가장 높게 나타내고 있음을 알 수 있다. 한편 산양유의 체세포수는 젖소와 달리 높은 값을 내고 있다. 이러한 것은 산양의 유즙은 apocrine 선에서 분비됨에 따라(Wooding 등, 1970) 높은 체세포수 값을 보이는 유산양의 90% 이상이 유방내 감염과 관련이 없음이 보고되고 있다(Wilson 등, 1995). 또한 산양유의 체세포수를 기기를 이용하여 측정 할 경우 우유 보정 표준액으로 기기를 보정할 경우 약 24% 정도 높게 평가되며(Haenlein, 1996), Lee 등(2010)이 국내 9개 목장 48개 시료를 분석한 결과, 미국의 공식 염색법인 pyronin Y-methyl green stain으로 tksidddb의 체세포수를 측정한 결과와 비교시 사용되는 기기의 종류에 따라 과소(ADAM-SCC) 또는 과대(Somacount 500)평가됨을 보고하였으며, Kim 등(2010) 역시 유산양 표준시료로 보정한 기기(Combiscope FTIR, Delta Instrument)로 측정한 결과 평균 5.98×10^5 cells/mL로 본 결과보다는 낮은 결과를 나타내고 있다. 본 결과의 체세포수는 우유용 표준액으로 보정한 결과임을 고려해야 할 것이다.

착유위생과 밀접한 관계가 있는 세균수 역시 비유초기인 봄에 가장 낮았고 비유말기인 겨울에 가장 높아 세균수가 5×10^5 CFU/mL를 초과하는 원유가 여름에 4%, 가을에 10%, 겨울 12%로 점차 높아지고 있는 결과를 보여, 비유기 및 계절과 일치하여 증가하고 있다. 이러한 세균수의 증가는 체세포수 증가와 일치하여 증가하는 경향을 보이고 있는데, 본 결과에서 나타난 계절별 평균 체세포수가 이 전의 연구(Paape 등, 2007; Ahn과 Park, 2008; Kim 등, 2010; Borges 등, 2004; Haenlein, 1996; Sung 등, 1999)보다 높게 내고 있으며, 유산양에서도 유방내 감염 시 체세포수가 증가함으로(Leitner 등, 2004), 착유일수가 증가함에 따라 유방내 감염이 증가하고 있는 것으로 생각할 수 있다. 그러나 원유 중 세균수는 착유위생과 매우 밀접하게 관련되어 있고(Morgan 등, 2003), 체세포수에 따라 분리되는 세균이 다르게 나타내고 있다(Nam 등, 2011). 본 연구에서 비유시기 및 계절에 따라 높은 체세포수와 세균수를 나타내는 비율의 증가(Fig.

2)와 더불어 세균수가 높은 농가에서 체세포수 역시 높게 나타내고 있어(Table 2) 유방내 감염의 예방과 함께 유즙 중 세균수 감소를 통한 산양유의 유질을 개선하기 위해서는 유산양 목장에서 착유시설 개선과 함께 착유위생 개선 및 집합유에 대한 철저한 관리를 통한 유질의 향상 대책이 필요할 것으로 생각된다.

결 론

우리나라 산양유의 계절에 따른 성분에 대한 조사는 드문 실정이다. 이 연구에서는 전남 남부지방의 7개 목장 650여마리 유산양으로 부터 12개월 동안 개체별로 1,308 분방유즙을 채취하여 총고형분, 유지방, 유단백, 유당, 무지고형분과 요소태질소 및 pH를 측정하였으며, 위생적 유질의 지표가 되는 세균수, 체세포수를 조사하였다. 산양유의 일반성분의 평균은 지방 3.80±1.36%, 단백질 3.23±0.80%, 유당 4.39±0.54%, 총고형분 12.18±1.80%, 무지고형분 8.38±0.80% 그리고 요소태질소 28.44±5.00 mg/dL이었다. 산양유의 평균 pH는 6.81±0.24이었다. 평균 체세포수와 세균수는 각각 $2.54\pm4.60\times10^6$ cells/mL와 $1.25\pm3.76\times10^5$ CFU/mL을 나타내었다. 산양유의 일반성분 및 pH 그리고 체세포수와 세균수는 계절 및 비유시기에 따라 다양한 변화를 나타내었다. 유지방은 봄(3.39±1.53%)에 가장 낮았으며, 가을과 겨울(3.98±1.30%와 3.98±1.48%)에 높았다. 유단백은 여름(2.92±0.48%)에 낮았으며, 겨울(3.81±0.95%)에 가장 높았다. 유당은 가을 (4.24±0.41%)에 가장 낮았으며, 봄(4.58±0.35%)이 가장 높았다. 총고형분은 봄(11.75±1.80%)에 낮았으며, 계절이 지남에 따라 지속적으로 증가하여 겨울(12.85±1.96%)에 가장 높았다. 무지고형분은 여름(8.07±0.64%)이 가장 낮았고 겨울(8.94±0.82%)에 가장 높았다. 유즙중 MUN의 함량은 여름(30.14±4.47 mg/dL)에 가장 높았으며, pH는 봄에 6.93±0.27로 가장 높았다. 계절별 평균 세균수와 체세포수는 봄에 각각 $0.22\pm0.61\times10^5$ CFU/mL와 $0.94\pm1.54\times10^6$ cells/mL로 가장 낮았으며, 계절에 따라 점차 유의적으로 증가하여 겨울에 세균수는 $2.23\pm5.54\times10^4$ CFU/mL, 체세포수는 $3.95\pm7.14\times10^6$ cells/mL로 가장 높았다.

감사의 글

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

참 고 문 헌

Ahn JH, Park WY. 2008. Comparative momthly analysis of goat milk component by individual farms. Korean J Organic Agri 6: 321-330.

Attaie R, Richter RL. 2000. Size distribution of fat globules in goat milk. J Dairy Sci 83: 940-944.

Borges CHP, Cordeiro PRC, Bresslau S. 2004. Seasonal variation of goat milk composition and somatic cell count in southeastern Brazil. International symposium the future of the sheep and goat dairy sectors, Zaragoza, Spain, 28-30 October.

Brendehaug J, Abrahamsen RK. 1986. Chemical composition of milk from a herd of Norwegian goats. J Dairy Res 53: 211-221.

Espie WE, Mullan WMA. 1990. Compositional aspects of goat's milk in Northern Ireland. Milchwissenschaft 45: 361-362.

Goetsch AL, Zeng SS, Gipson TA. 2011. Factors affecting goat milk production and quality. Small Rumin Res 101: 55-63.

Guo MR, Dixon PH, Park YW, Gilmore JA, Kindstedt PS. 2001. Seasonal changes in the chemical composition of commingled goat milk. J Dairy Sci 84 (E. Suppl): 79-83.

Guo MR, Wanga S, Lia Z, Qua J, Jina L, Kindstedt PS. 1998. Ethanol stability of goat's milk. Int Dairy Journal 8: 57-60.

Güzeler N, Say D, Kaçar. 2010. Compositional changes of saanen×Kílís goat's milk during lactation. GIDA 35: 325-330.

Haenlein GF. 1996. Status and prospects of the dairy goat industry in the United States. J Anim Sci 74: 1173-1181.

Hof G, Vervoorn MD, Lenaers PJ, Tamminga S. 1997. Milk urea nitrogen as a tool to monitor the protein nutrition of dairy cows. J Dairy Sci 80: 3333-3337.

Jenness R. 1979. Comparative aspects of milk proteins. J Dairy Res 46: 197-210.

Jenness R. 1980. Composition and Characteristics of Goat Milk: Review 1968-1979. J Dairy Sci 63: 1605-1630.

Jeong SG, Lee SG, Kim DH, Ham JS. 2008. Characterristics of goat milk-milk fat, somatic cell conter, and goaty flavor. Korean J Dairy Sci Technol 26: 21-26.

Kim MK, Choi A, Han GS, Jeong SG, Oh MH, Jang A, Seol KH, Ham JS. 2010. Non-pathogenic factors somatic cell

counts of goat milk. Korean J Dairy Sci Technol 28: 1-5.

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.

Leitner G, Merin U, Silanikove N. 2004. Changes in milk composition as affected by subclinical mastitis in goats. J Dairy Sci 87: 1719-1726.

Luengo C, Sanchez A, Corrales JC, Fernandez C, Contreras A. 2004. Influence of intramammary infection and non-infection factors on somatic cell counts in dairy goats. J Dairy Res 71: 169-174.

Mba AU, Boyoa1 BS, Oyenugaa VA. 1975. Studies on the milk composition of West African dwarf, Red Sokoto and Saanen goats at different stages of lactation: I. Total solids, butterfat, solids-not-fat, protein, lactose and energy contents of milk. J Dairy Res 42: 217-226.

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 Anim Sci & Technol 42: 499-510.

Morgan F, Massouras T, Barbosa M, Roseiro L, Ravasco F, Kandarakis I, Bonnin V, Fistakoris 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.

Mucha S, Strandberg E. 2011. Genetic analysis of milk urea nitrogen and relationships with yield and fertility across lactation. J Dairy Sci 94: 5665-5672.

Nam HM. Lim SK, Kim JM, Jang GC, Jung SC, Wee SH, Han HR, Lee CS. 2011. Somatic cell counts and bacterial status in udder half milk samples of lactating goats in Korea during 2008. Kor J Vet Publ Hlth 35: 61-66.

Paape MJ, Contreras A. 1997. Historical perspective on the evolution of the milk somatic cell count. Flemish Vet J 66: 93-105.

Paape MJ, Wiggans GR, Bannerman DD, Thomas DL, Sanders AH, Contreras A, Moroni P, Miller RH. 2007. Monitoring goat and sheep milk somatic cell counts. Small Rumin Res 68: 114-125.

Park YW, Juarez M, Ramosc M, Haenlein GFW. 2007. Physico-chemical characteristics of goat and sheep milk. Small Rumin Res 68: 88-113.

Parkash S, Jenness R. 1980. The composition and characteristics of goat´s milk, a review. J Dairy Sci 63: 1605-1630.

Pizzillo M, Cogliandro E, Rubino R, Fedele V. 1996. Relationship between somatic cells and milk quality in different goat production systems, Proceedings of International Symposium on Somatic Cells and Milk of Small Ruminants. Small Ruminant Res 77: 269-273.

Raynal-Ljutovac K, Lagriffoulb G, Paccardb P, Guillet I, Chilliard Y. 2008. Composition of goat and sheep milk products: An update. Small Rumin Res 79: 57-72.

Saini AL, Gill RS. 1991. Goat milk: an attractive alternate. Indian Dairyman 42: 562-564.

Shin JH, Jeong SG, Han GS, Jang A, Chae HS, Yoo YM, Ahn CN, Woo KT, Choi AH, 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.

Sung YY, Wu TI, Wang PH. 1999. Evaluation of milk quality of Alpine, Nubian, Saanen and Toggenburg breeds in Taiwan. Small Ruminant Res 33: 17-23.

Urbiene SA, Margelyte J 1997. Physical and chemical properties and biological value of goat's, cow's and human milk. Milchwissenscharft 52: 427-430.

Voutsinas L, Pappasa1 C, Katsiaria1 M. 1990. The composition of Alpine goats' milk during lactation in Greece. J Dairy Res 57: 53-62.

Walkden-Brown SW, Restall BJ, Scaramuzzi RJ, Martin GB, Blackberry MA. 1997. Seasonality in male Australian cashmere goats:Long term effects of castration and testosterone or oestradiol treatment on changes in LH, FSH and prolactin concentrations and body growth. Small Rumin Res 26: 239-252.

Wasiksiri S, Chethanond U, Pongprayoon S, Srimai S, Nasae B. 2010. Quality aspects of raw goat milk in Lower Southern Thailand. Songklanakarin J Sci Technol 32: 109-113.

Wilson DJ, Stewart KN, Sears PM. 1995. Effects of stage of lactation, production, parity and season on somatic cell counts in infected and uninfected dairy goats. Small Rumin Res 16: 165-169.

Wittwer FG, Gallardo P, Reyes J, Opitz R. 1999. Bulk milk urea concentrations and their relationship with cow fertility in grazing dairy herds in Southern Chile. Preven Vet Med. 38: 159-165.

Wooding FBP, Peaker M, Linzell JL. 1970. Theories of milk secretion: Evidence from the electron microscopic examination of milk. Nature 226: 762-764.

Ying C, Wang HT, Hsu JT. 2002. Relationship of somatic cell count, physical, chemical and enzymatic properties to the bacterial standard plate count in dairy goat milk. Livest Prof Sci 74: 63-77.

Zeng SS, Escobar EN. 1996. Effect of breed and milking method on somatic cell count, standard plate count and composition of goat milk. Small Rumin Res 19: 169-175.