

유 성분 분석을 통한 젖소 영양상태 및 개체관리에 관한 연구

이성모 · 김동원* · 최병렬* · 서강문** · 홍종해**

인천광역시보건환경연구원

*제일제당사료기술연구소

**강원대학교수의학과

(2001년 4월 27일 게재승인)

Study of nutritional status and management of lactating dairy cows using analysed milk composition

Sung-mo Lee, Dong-won Kim*, Byung-ryul Choi*, Kang-moon Seo**, Chong-hae Hong**

Incheon Metropolitan City Institute of Health & Environment, Incheon 404-251, Korea

**CJ Feed Center*

***Dept. of Veterinary Medicine, Kangwon National University, Chuncheon 200-701, Korea*

(Accepted by April 27, 2001)

Abstract : Milk constituents and somatic cell count (SCC) were analysed for 4,059 milk samples from 178 dairy farms from April to December in 1999. Correlations among each milk constituents, milk urea (MU) concentration and SCC in association with lactation stage, milk yield and parity, and balancing status of nutrients' supplies were analysed, and the results are summarized as follows; Averages of milk fat percent, total solids percent and milk yield were $3.72 \pm 0.91\%$, $12.50 \pm 1.31\%$ and 23.80 ± 8.54 kg, respectively, whereas those were significantly lower during the summer season. In contrast, average of MU concentration was $0.0361 \pm 0.0006\%$ which was significantly higher during the summer season. With milk yield, concentrations of fat, protein and SCC in milk decreased but concentrations of lactose and urea in milk and body condition score (BCS) were not altered. Concentrations of fat, protein, lactose, total solids, SNF, and urea in milk were significantly affected by stage of lactation ($P \leq 0.0001$) but SCC was not changed. Parity of dairy cows had a significant effect on concentrations of fat ($P \leq 0.02$), lactose ($P \leq 0.0001$), total solids ($P \leq 0.002$), and SNF ($P \leq 0.0001$) in milk and milk yield ($P \leq 0.0005$) but did not change concentrations of urea and protein in milk. Somatic cell count had significant positive relationship with percentages of fat, protein and total solids ($P \leq 0.0001$), respectively, but had negative relationship with percentages of urea and lactose in milk and milk yield ($P \leq 0.0001$). Milk urea concentration was negatively correlated with concentrations of protein, fat, total solids, and SNF in milk and milk yield ($P \leq 0.0001$) and, according to regression analysis using milk urea concentration and SCC, following equation was obtained; $Y(MU) = 3.688 \times 10^{-2} - 4.04 \times 10^{-7} \times X(SCC \times 1,000)$ ($r^2 = 0.0038$, $P \leq 0.0001$). We studied balance between protein and energy supplies to dairy cows in each farm based upon milk urea and protein concentrations, and results showed that 137 of total 178 farms fed cows unbalanced amounts of dietary protein and energy.

Key words : milk urea, SCC, milk composition, reproduction, dairy cow

서 론

젖소에서 이미 20여 년 전부터 독일, 덴마크, 미국 등지에서 유요소태질소(MUN)가 젖소의 생산성, 번식효율

등에 미치는 효과에 대한 연구가 시행되어 오고 있었으나 분석의 어려움으로 실용화가 지연되었다. 그러나 1992년 독일, 1995년 일본, 미국, 1996년 스웨덴 등에서 우유 조성분 자동분석기기의 개발과 함께 MUN을 이용한

사양관리, 번식관리 및 영양소 이용 효율화 등에 활용이 증가되고 있다¹.

우유중 요소농도(MUN, Milk Urea Nitrogen)와 혈액 중 요소농도(BUN, Blood Urea Nitrogen)는 젖소의 단백질 이용효율을 평가하기 위해 이용되고 있다^{2,4}. MUN과 BUN은 사료중의 단백질 함량과 에너지 수준에 의해 영향을 받는다^{5,6}. BUN을 측정하기 위해서는 혈액을 채취하여 분석하여야 하므로 실제 농장의 급여 적정성 판단을 위해서는 많이 사용되지 않고 주로 연구 목적으로 사용되고 있다. 반면 MUN은 비교적 간편한 방법이므로 농장에서 젖소의 건강상태 및 영양소 급여 적정성을 판단하기 위하여 많이 사용되고 있다^{7,8}.

BUN 농도와 MUN 농도 간에는 높은 상관관계가 있는데 일반적으로 MUN 농도는 BUN 농도의 85% 수준인 것으로 보고되어 오고 있다^{9,10}. 하지만 이 관계는 급여시간 및 사료 섭취 후 혈액 채취시간에 따라 차이가 있는 것으로 나타나고 있다.

MUN과 BUN의 형성과정을 살펴보면 소가 섭취한 단백질은 제 1위에서 미생물들에 의하여 펩타이드와 아미노산으로 가수분해된다. 아미노산들은 미생물이 분비하는 효소에 의해 질소부분은 암모니아로 탄수화물 부분은 유기산으로 분해된다. 분해된 암모니아의 일부는 미생물 단백질의 합성에 사용되지만 과도한 단백질의 분해로 발생된 과도한 암모니아는 제 1위 내 미생물에 의해 이용되지 않고 제 1위벽을 통해 혈액으로 흡수된다. 혈액으로 흡수된 암모니아는 간으로 운반되어 간에서 요소로 전변된 후 우유, 오줌과 분변으로 최종 배설된다¹.

각 나라별 사양관리 실태에 따라 차이가 있으나 대부분의 연구에 의하면 정상적인 MUN 수준은 12~18 mg/dl로 보고되고 있다^{11,12}. MUN 농도가 18 mg/dl 보다 높다는 것은 단백질 급여량이 필요 이상으로 높아 젖소에서 단백질 이용효율이 낮음을 의미하며 번식과 관련하여 수정율이 크게 저하된다고 보고되어 오고 있다¹³⁻¹⁶. 높은 MUN 농도에 의한 문제점들을 살펴보면 1) 최고 비유기의 유량 저하, 2) 번식 장애 발생 증가, 3) 발굽질병 발생률 증가, 4) 사료효율 저하에 따른 생산비 증가 및 5) 분뇨를 통한 질소의 배출 증가에 따른 환경오염 유발 등을 들 수 있다.

MUN 농도가 높은 경우 가장 큰 문제점은 번식장애이다. MUN 농도가 증가되어 번식장애를 일으키는 원인을 여러 가지로 설명할 수 있다. 첫째, 과도한 조단백 급여에 의한 제 1위 내에서의 과도한 암모니아 생성은 간에서 암모니아의 요소로의 전환대사 과정과 배출과정에서 에너지를 소비한다⁹. 그러므로 산유량이 많은 산유초기의 젖소는 에너지가 부족한 상태인데 이때 혈중이나 우유 중 요소 농도가 높으면 에너지 부족을 더욱 심화

시켜 에너지 부족에 의한 번식문제를 야기시킬 수 있다.

둘째, MUN 값이 높은 소 자궁 내 pH는 정상적인 소보다 낮다. 자궁 내 상태가 산성이면 배아의 정착이나 발달에 나쁜 영향을 미쳐 번식 성적을 저하시킨다¹⁷.

셋째, 과도한 조단백의 급여로 인하여 혈중 요소 농도가 증가되면서 황체 기능을 정상적으로 유지시켜 주는 프로그스테론의 분비를 줄임으로써 수태율을 낮출 수 있다는 보고도 되었다^{16,18}. 이 외에도 혈중 과도한 요소 농도로 인한 난소와 자궁 환경에 부정적인 영향을 미치게 되어 번식장애를 유발시키는 것으로 보고되어 오고 있다¹⁸.

젖소에서 체세포수는 유즙을 합성하는 유선조직의 건강상태를 나타내는 지표로 이용되고 있다¹⁹. 체세포란 우유로 분비되는 백혈구와 유선상피세포를 말하는 것으로²⁰⁻²⁴ 비유일수, 연령, 계절, 유방염 유무, 착유기 작동 방식, 착유시간, 젖소의 유전성, 사양관리, 영양상태와 밀접한 관계를 지니고 있다²⁵⁻⁴³.

따라서 본 연구에서는 요소를 포함한 유조성분과 체세포수를 검사하여, 비유기, 유량 및 산차에 따른 유조성분과 체세포수의 변화와 MU와 유단백질, 유지율, SNF 등과의 상관관계 조사 및 단백질과 에너지 급여량의 균형을 규명하여 착유우 영양상태 및 개체관리에 이용하고자 본 실험을 실시하였다.

재료 및 방법

시료채취

1999년 4월부터 12월까지 전국 178농가에서 4,059건의 젖소 개체유를 채취한 후 냉장상태에서 즉시 실험실로 운반하였다.

사양관리 실태조사

시료채취 농가에 대하여 젖소 개체별 산차, 유량, 비유일령, 수정일, 분만일, 비유일수, 공태일수, 체중실도(BCS), 사료급여량 등과 목장의 착유방식, 우사형태, 질병발생 여부, 조사료 및 농후사료 급여내역 등 사양관리 내역을 조사하여 통계 처리하였다.

유성분 검사

분석기기는 덴마크 Foss Electric 사의 MilkoScan FT120을 이용하였으며, 유지방은 Gerber 법⁴⁴, 유단백은 Kjeldahl 법⁴⁵, 요소소는 CL-10 분석법으로 기기를 보정하였다.

체세포수 검사

기기는 덴마크 Foss Electric 사의 Fossomatic⁹⁰을 이

용했으며 검사방법은 제조회사가 추천하는 방법⁴⁶에 따랐다. 또한 체세포수에 대한 원유등급은 축산물 가공처리법에 따랐다⁴⁷.

통계분석

SAS(Statistical Analysis System)의 GLM 모델을 이용하여 통계 분석하였으며 요인별 유의차가 있을 경우 동일 요인 내 처리효과의 차이는 Duncan multiple comparison에 의한 유의성 검정을 실시하였다.

결 과

유조성분, 유량, 체세포수의 월별 변화

유지방, 무지고형분, 총고형분, 유량은 조사기간 중 평균이 3.72±0.91%, 8.78±0.50, 12.50±1.31%, 23.80±8.54 kg 이었으며, 하절기에는 모두 조사기간 중 평균에 비해 낮았다. 반면 MU는 조사기간 중 평균이 0.0361±0.0006% 이었으나, 하절기에 MU는 조사기간 중 평균에

비하여 증가되었다(Table 1).

유단백은 조사기간 중 평균이 3.23±0.30% 이었는데 10월부터 12월까지의 유단백률은 조사기간 중 평균에 비해 높았으며 유당은 조사기간 중 평균이 4.42±0.28% 이었으나 월별 변화가 관찰되지 않았다.

유량에 따른 변화

1일 산유량을 기준하여 20 kg에서 40 kg을 5 kg 간격으로 구분하여 유조성분, 체세포수, BCS, 공태일수 등의 변화를 비교 분석하였다(Table 2).

유량이 많은 개체일수록 유지방, 유단백, 총고형분, 무지고형분, 체세포수, 공태일수가 낮았으며, 유당, MU, BCS(체중실도)는 큰 차이가 없었다.

비유기에 따른 변화

비유 초기를 분만 후 40일 이내, 비유 최성기를 분만 후 40일에서 100일, 비유 중기를 101일에서 200일, 비유 말기를 200일 초과로 구분하여 유조성분과 유량, 체

Table 1. Monthly changes in milk composition (%), milk yield and somatic cell count

Items	Mean ± S.E.	Month										P≤
		4	5	6	7	8	9	10	11	12		
Milk fat	3.72±0.91	3.89	3.63	3.48	3.46	3.12	3.46	3.98	3.95	4.00	0.0001	
Milk protein	3.23±0.39	3.05	3.25	3.24	3.17	3.15	3.20	3.31	3.26	3.31	0.0001	
Milk lactose	4.42±0.28	4.48	4.44	4.41	4.30	4.46	4.40	4.33	4.45	4.42	0.0001	
Solid non fat	8.78±0.50	8.99	8.81	8.76	8.53	8.76	8.76	8.82	8.90	8.91	0.0001	
Total solid	12.50±1.31	12.93	12.50	12.31	12.13	11.94	12.29	12.87	12.91	12.97	0.0001	
Milk urea	0.0361±0.0006	0.0326	0.0362	0.0369	0.0401	0.0372	0.0375	0.0336	0.0327	0.0350	0.0001	
Somatic cell count (×1,000)	484.0±98.4	488.9	414.7	509.8	650.4	463.3	554.0	598.5	321.5	447.9	0.0006	
Milk yield (kg)	23.8±8.5	25.7	24.9	24.4	20.0	21.9	21.5	22.1	26.2	24.8	0.0001	

S.E. : standard error

Table 2. Changes in milk composition (%), somatic cell count, body condition score and days open according to milk yield performance

Item	Milk yield (kg/day)						P≤
	≥ 40	35~39	30~34	25~29	20~24	< 20	
Milk fat	3.45a*	3.51ab	3.61b	3.60b	3.78c	3.91d	0.0001
Milk protein	2.94a	2.99b	3.08c	3.15d	3.27e	3.41f	0.0001
Milk lactose	4.48a	4.47ab	4.46ab	4.46ab	4.44b	4.34c	0.0001
Total solid	11.93a	11.89a	12.22b	12.29b	12.62c	12.84d	0.0001
Solid non fat	8.55a	8.59a	8.67b	8.74b	8.85c	8.89d	0.0001
Milk urea	0.0356a	0.0357a	0.0358a	0.0359a	0.0356a	0.0367a	0.002
Somatic cell count (×1,000)	397.5a	363.2a	403.9a	407.7a	423.3a	648.3b	0.0001
Body condition score	3.0ab	2.97ab	2.97ab	2.95a	3.03bc	3.08c	0.0001
Days open	71.8a	85.1ab	87.3b	115.5c	138.3d	157.2e	0.0001

*Different superscripts stand for significant differences in means among treatments(P≤ 0.05)

세포 수, BCS 등의 변화를 비교 분석한 결과는 Table 3과 같다.

유기에 따른 유성분 변화는 유지방, 유단백, 유당, 총고형분, SNF, MU, BCS, 유량 등에서 유의한 변화 ($P \leq 0.0001$)가 관찰되었으나 체세포 수는 유의성이 없었다.

유량은 비유 최성기인 분만 후 40일에서 100일 사이에 가장 높았으나 유지방, 유단백, 총고형분, 무지고형분, BCS(체중실도)는 최저 수준을 보였으며 비유 중기와 말기에는 점차 증가하는 경향을 보였다. 그러나 유당은 전 비유기간 동안 큰 변동을 보이지 않았다.

산차에 따른 변화

산차는 분만횟수를 초산에서 10산까지 구분하여 유조 성분, 유량, 공태일수 등을 비교 분석하였다(Table 4).

산차에 따라 유지방($P \leq 0.02$), 유당($P \leq 0.0001$), 총고형분($P \leq 0.002$), SNF($P \leq 0.0001$), 유량($P \leq 0.0005$)에는

유의적인 차이가 있었으나 MU와 유단백, 공태일수는 유의한 변화가 없었다. 유량은 2산에서 7산까지의 경산우에서 평균 산유량보다 많았으며 유당은 초산우에게서 높게 측정되었다. 무지고형분은 3산에서 9산까지 유지방은 4산과 6산에서 9산까지 주로 다산우에게서 낮게 측정되었다.

체세포수에 따른 변화

체세포수를 축산물가공처리법에 따라 등급을 200,000미만(1급), 200,000~500,000(2급), 500,000 초과(3급)로 구분하여 유조성분, 유량, 공태일수 등을 비교 분석하였다(Table 5).

체세포수에 따른 변화는 체세포수가 증가할수록 유지방, 유단백, 총고형분이 높고 공태일수가 긴, 양의 상관관계($P \leq 0.0001$)를 보였으며, MU, 유량, 유당, 무지고형분은 체세포수가 증가할수록 감소하는 음의 상관관계($P \leq 0.0001$)를 보였다.

Table 3. Changes in milk composition (%), milk yield, somatic cell count and body condition score in response to days in milk (DIM)

Item	DIM				P≤
	< 40	40~100	101~200	> 200	
Milk fat	3.99a*	3.46b	3.58c	3.84d	0.0001
Milk protein	3.15a	2.99b	3.14a	3.39c	0.0001
Milk lactose	4.44a	4.50b	4.44a	4.37c	0.0001
Milk urea	0.0322a	0.0359b	0.0374c	0.0360d	0.0001
Total solid	12.7a	12.0b	12.2c	12.8a	0.0001
Solid non fat	8.76a	8.63b	8.70c	8.90d	0.0001
Somaic cell count (× 1,000)	526a	397b	489ab	508ab	0.09
Body condion score	2.95a	2.89b	2.94a	3.12c	0.0001
Milk yeild (kg)	28.4a	28.9a	25.6b	19.6c	0.0001

*Different superscripts stand for significant differences in means among treatments($P \leq 0.05$)

Table 4. Effect of parity on milk composition (%), milk yield and days open

Items	Parity										P≤
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Milk fat	3.71ab*	3.78ab	3.72ab	3.57ab	3.73ab	3.58ab	3.53b	3.43b	3.70ab	4.26a	0.02
Milk protein	3.23a	3.25b	3.25b	3.25b	3.21b	3.14b	3.20b	3.21b	3.21b	3.64b	0.40
Milk lactose	4.51a	4.42ab	4.37ab	4.35ab	4.32ab	4.29b	4.32ab	4.30ab	4.31ab	4.28b	0.0001
Total solid	12.35ab	12.54ab	12.42ab	12.28b	12.32b	12.08b	12.20b	11.97a	12.59ab	13.41a	0.002
Solid non fat	8.89ab	8.81ab	8.73ab	8.72ab	8.67b	8.57b	8.65b	8.62b	8.56b	9.08a	0.0001
Milk urea	0.0361a	0.0358a	0.0360a	0.0362a	0.0359a	0.0352a	0.0352a	0.0376a	0.0378a	0.0372a	0.90
Milk yield (kg)	22.6a	24.1a	24.2a	23.8a	24.8a	26.5a	25.2a	22.8a	21.8a	22.0a	0.0005
Days open	133.3a	126.4a	120.9a	131.0a	119.3a	112.8a	126.3a	114.1a	139.0a	142.0a	0.40

*Different superscripts stand for significant differences in means among treatments($P \leq 0.05$)

Table 5. Changes in milk composition (%), milk yield and days open in response to somatic cell count (SCC)

Items	SCC(grade)			P≤
	< 200,000 (1)	200,000~500,000 (2)	> 500,000 (3)	
Milk fat	3.64a*	3.75b	3.81b	0.0001
Milk protein	3.15a	3.29b	3.36c	0.0001
Milk lactose	4.52a	4.40b	4.24c	0.0001
Total solid	12.32a	12.51b	12.59b	0.0001
Solid non fat	8.81a	8.83a	8.73b	0.0001
Milk urea	0.0365a	0.0362a	0.0355	0.0001
Milk yield (kg)	25.34a	22.00b	21.28b	0.0001
Days open	116.6a	135.7b	133.5b	0.0001

*Different superscripts stand for significant differences in means among treatments(P≤ 0.05)

Table 6. Pearson's correlation coefficients among measured parameters

Items	Parity	Stage of lactation	Milk fat	Milk protein	Milk lactose	Milk urea	Total solid	SNF	SCC	BCS	Milk yield	Days open
Parity	-	0.019 ¹	-0.039	-0.01	-0.22	0	-0.071	-0.15	0.08	0.028	0.066	-0.033
		ns ²	0.05	ns	0.0001	ns	0.0001	0.0001	0.0001	0.15	0.0001	0.05
		3416 ³	3459	3667	3644	3668	3654	3667	3390	2883	3556	3402
Stage of lactation	-		0.053	0.305	-0.14	0.091	0.127	0.166	0.019	0.167	-0.394	0.581
			0.002	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	ns	0.0001	0.0001	0.0001
Milk fat	-			0.356	-0.1	-0.31	0.871	0.291	0.124	0.0502	-0.172	0.04
				0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.007	0.0001	0.02
Milk protein	-				3785	3762	3785	3770	3783	3487	2935	3551
						4037	4059	4045	4058	3740	3077	3731
Milk lactose	-					-0.1	-0.1	0.575	0.78	0.192	0.149	-0.4
						0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
Milk urea	-					0.038	0.038	0.498	-0.366	-0.052	0.199	-0.114
						0.02	0.02	0.0001	0.0001	0.005	0.0001	0.0001
Total solid	-					4036	4038	4036	3717	3054	3708	3527
Solid non fat (SNF)	-											
Somatic cell count (SCC)	-											
Body condition score (BCS)	-											
Milk yield	-											
Days open	-											

¹pearson correlation coefficient, ²significancy(P≤) ns: non significant, ³number of observation

각 분석인자들 간의 상관관계

Table 6은 유조성분과 체세포수, 산차, BCS, 유량, 공태일수, 비유기간 등의 각 분석인자들 간의 상관관계를 조사한 표이다.

유조성분 중 MU와 유단백, 유지방, 총고형분, SNF, 유량은 유의한 음(-)의 상관 관계($P \leq 0.0001$)를 보였으며, 유지방과 유단백, 총고형분, 무지고형분은 양의 상관 관계($P \leq 0.0001$)를, 유단백과 총고형분, 무지고형분도 유의한 양의 상관관계($P \leq 0.0001$)를 보였다.

소 개체 특성 중 BCS(체중실도)와 유조성분간의 상관관계에서 유지방($P \leq 0.007$), 유단백($P \leq 0.0001$), 총고형분($P \leq 0.05$), 무지고형분($P \leq 0.0001$)은 양의 상관관계를 유당($P \leq 0.005$)은 음의 상관관계를 보였다.

또한 공태일수의 관계에서 유지방($P \leq 0.02$), 유단백, 총고형분, 무지고형분, BCS는 양의 상관관계($P \leq 0.0001$)를 보였으나 유당($P \leq 0.0001$)과는 음의 상관관계를 보였다.

MU와 체세포수의 관계(Fig 1)

MU와 체세포수의 관계에서 $Y(MU) = 3.688 \times 10^{-2} - 4.04 \times 10^{-7} \times X(\text{체세포수} \times 1,000)$ 의 회귀 방정식을 얻을 수 있었다($r^2 = 0.0038, P \leq 0.0001$).

유단백과 유요소(MU)의 수준을 근거한 사양관리 실태 조사 및 지도

Table 7은 유요소와 유단백 검사로 젖소의 영양상태를 평가한 표로서 Nagel¹²과 국내성적을 감안하여 유단백이 3.1% 미만이면 에너지 부족, 3.5% 초과일 경우 에너지 과잉을 표시하며 유요소가 0.015% 미만은 단백질 부족, 0.035% 초과일 경우 단백질 과잉을 나타내었다.

유단백 3.1~3.5%, 유요소(MU) 0.015~0.035%를 적정 수준으로 기준하여 농가별 단백질과 에너지 공급의 균형상태를 조사한 바, 검사한 178농가 중 젖소의 영양상태가 균형을 이루는 경우는 단지 41농가 23.0% 이었으며, 137농가(77.0%)가 불균형한 조단백-에너지 공급이 되고 있는 것으로 판정되었다.

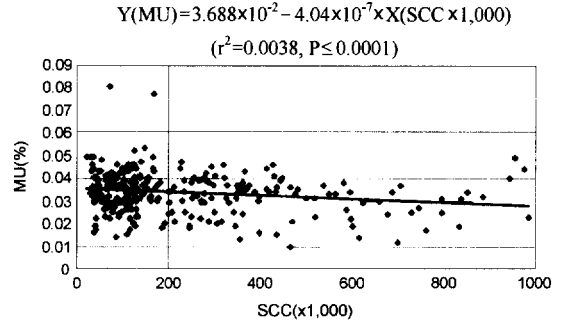


Fig 1. Regression Analysis between Milk Urea(MU) and Somatic Cell Count(SCC).

부적합 137농가 중 54농가는 단백질 과잉, 에너지 부족, 83농가는 단백질 과잉, 에너지 다소 부족 72농가, 에너지 부족 6농가, 단백질 및 에너지 과잉 3농가, 에너지 과잉 2농가로 파악이 되었다.

고 찰

유조성분은 젖소의 품종, 산차, 젖소의 비유시기, 분만시기, 계절, 체중실도, 착유방법, 사료급여 등의 사양관리 실태에 따라 많은 변화가 있겠으나, 유지방은 초산일 때 가장 높고 산차가 많아질 수록 점차 감소하는 것이 일반적이다. 또한 5월에서 8월 사이에 분만한 젖소는 11월부터 2월 사이에 분만한 젖소보다 산유량과 유지율이 낮은 경향을 보인다. 이는 하절기의 고온 다습한 기후와 수분함량이 많은 조사료 섭취가 원인으로 가급적 하절기 분만을 억제하는 것이 바람직해 보인다.

분만 후 45일에서 60일 경에 산유량이 최대에 도달한 뒤 점차 낮아져 비유후기 즉 건유직전에 감소하는 반면 유지율은 분만 직후 높으나 산유량이 최고조에 도달했을 때는 저하되었다가 비유 후기에는 회복되는 과정을 거친다.

계절에 따른 유조성분의 변화는 유지율은 3~4월에 감

Table 7. Distribution of dairy farms according to concentrations of urea and protein in milk

Milk protein (%)	Milk urea (%)			Total (%)
	< 0.015	0.015~0.035	0.035 ≤	
3.5 ≤	-	2(1.1%)	3(1.7%)	5(2.8%)
3.1~3.5	-	41(23.0%)	72(40.4%)	113(63.5%)
< 3.1	-	6(3.4%)	54(30.3%)	60(33.7%)
Total (%)	-	49(27.5%)	129(72.5%)	178(100%)

*Number of dairy farms tested : 178

소하기 시작하여 7~8월에 최저 수준에 달하고 9월부터는 점차 증가한다. 또한 기온이 상승하면 산유량이 감소되며, 특히 유지율은 27°C 이상 상승하면 크게 감소된다.

젖소의 건강상태의 평가지표로 체중실도(BCS)는 건강, 생산성 및 번식능력에 매우 중요하다. 분만과 비유과정을 거칠 때마다 체중실도는 3.5에서 건유하며 3.5에서 분만하고 비유초기에 최대 2.5까지 떨어졌다가 비유후기에 다시 3.5로 회복된다. 그리고 축군 전체의 평균 체중실도의 감소는 비유초기에 0.5 또는 그 이상을 넘어서는 안된다. 이처럼 비유초기에 잃었던 축적에너지는 비유후기에 재충전시키는 것이 건유기에 재충전시키는 것 보다 훨씬 효율적이다. 체중실도가 3.0 이하 또는 4.0 이상은 좋지 않으며 건유기가 긴 경우도 과비될 가능성이 높다. 따라서 축군의 10% 미만만이 체중실도가 4.0 이상 또는 2.5 이하가 되도록 하여야 한다. 즉 적당히 살찐 경우 산유량과 유지율이 높으며 극단적으로 비만하거나 야윈 경우 대사 장애, 산유량 감소, 수태율 저하, 난산 등의 질병이 발생할 수 있다. 그러므로 비유단계별로 젖소의 적정 체중실도를 유지하는 것이 사양관리상 중요하다⁴⁸.

본 조사에서 전국 평균 MU는 $0.0361 \pm 0.0006\%$ 로 나타났다. 유지방, 유단백 함량은 각각 평균 $3.72 \pm 0.91\%$, $3.23 \pm 0.39\%$ 이었다. 이는 권장 수준인 MU 0.015~0.035% 보다 높았으며 유단백 함량을 동시에 고려해 보면 우리나라 젖소의 영양상태는 단백질 과잉과 에너지 부족 현상을 겪고 있는 것으로 나타났다. 본 연구 결과로는 고온 스트레스가 지속되는 하절기에 MU 농도가 조사기간 중 평균에 비하여 높게 나타났는데 이는 하절기 고온 스트레스 상황에 따른 농후사료 섭취량 대비 조사료 섭취량의 감소폭이 상대적으로 큰 것과 청에 조사료 급여량 증가 등 여러 요인에 의하여 발생된 것으로 사료된다.

이번 조사에서 단백질 과잉 농가가 178농가 중 129농가(72.5%)로 판정되었는데, 이는 채 등⁴⁹이 보고한 단백질 과잉급여 농가 79%의 보고와 비슷한 결과를 나타내었다. 따라서 그동안 목장에서 영양소 공급 균형에 대한 개선이 미미하게 진행되었음을 반증하는 사례이다. 그러나 손⁵⁰에 의하면 기초지방 목장을 대상으로 실시한 연구 결과에서는 44.9%의 검사우에서 조단백 과잉 공급으로 판정이 되었다. 지역별 사양형태의 차이, 급여하는 사료의 종류와 질의 차이 등에서 서로 다른 결과가 도출된 것으로 보인다.

또한, 1996년에서 1999년까지 국내 보고된 자료와 비교하면 안 등⁵¹과 문 등⁵²은 유 성분중 유지방이 각각 $3.7 \pm 0.9\%$, $3.65 \pm 0.97\%$ 이었으며 유단백은 각각 $3.2 \pm 0.2\%$, $3.27 \pm 0.39\%$ 로 본 조사와 비슷한 결과를 보였다.

젖소의 평균 산차는 약 2.46으로 국내에서 문 등⁵²이 조사 보고한 평균 산차 2.23산과는 유사한 결과를 보였다. 그러나 외국의 낙농 선진국과 비교하여 매우 낮은 실정이다. 이는 사양관리가 매우 비효율적으로 이루어지고 있어 경산우의 도태율이 높음을 의미하는데 정상적인 소들은 대체로 4산이나 5산에 가장 높은 생산성을 보인다는 점에서 산차 개선이 중요한 현안임을 보여주고 있다.

그리고 본 조사에서의 평균 착유일수 193일, 공태기간 126.5일로 많은 목장에서 번식장애가 문제가 되고 있음을 보여 주고 있다. 이는 Ferguson과 Chalupa¹⁸가 지적하였던 것처럼 조단백질 과잉 공급에 의한 번식장애 현상이 한 원인이 되고 있음을 암시하는 것이다. 조단백질 과잉 공급은 혈 중 요소농도를 증가시켜 수태율 감소 현상을 일으키는 것으로 사료된다^{5,11,53}.

계절에 따른 체세포 수 변동은 Kennedy *at al*⁵⁵은 겨울철에 높다고 보고하였으며, Bodoh *at al*²⁶, Carroll²⁷, Reneau³⁹, Dohoo와 Meek³¹은 여름철이 겨울철보다 높다고 보고하였으나 본 조사에서는 7월이 가장 높게 나타났다. 우리나라의 경우 여름철의 고온다습한 환경과 그로 인한 스트레스로 인하여 유방염 발생율이 증가하여 체세포 수가 증가한 것으로 사료된다.

체세포 수와 우유조성분과의 관계에 대하여 Schultz⁵⁴의 보고에 의하면 체세포수가 상승하면 총고형분, 유당, 유지방이 감소하고 문 등⁵²의 보고에 의하면 유단백은 체세포수가 증가할수록 증가하며, 유당은 유단백과 반대로 체세포수가 증가할수록 감소하며 유지방은 체세포수에 큰 영향을 받지 않는 것으로 조사되었다.

또한 Fetrow²²는 CMT 성적 +++, ++, +, ±인 경우 유지방 감소는 각각 13.7, 10.3, 6.9, 3.4%, 무지고형분 감소는 11.3, 6.4, 2.8, 0.7%라 하였다. 그러나 체세포 수 상승으로 인한 경제적 손실 중 유량감소가 가장 큰 문제점으로 제기되고 있는데^{22,31,38,39,55-60} Holmes *at al*⁶¹에 의하면 SCC < 250,000 0%, 250,000~500,000 3%, 500,000~750,000 5%, 750,000 초과 9%의 유량이 감소된다고 보고하였다. 본 조사에서는 총고형분과 유지방, 유단백은 체세포수가 증가할수록 증가하였으며, 유당, 유당, 무지고형분은 체세포수가 증가할수록 감소하였다.

정 등⁶², 윤 등⁶³은 국내 젖소목장에서 번식장애 발생률이 36~41.6%로 보고하였으며, 우리나라 목장에서의 질병 발생 현황은 유방염, 번식장애 등의 산과질환, 부제병 순으로 발생하고 있는 실정이다⁴⁸.

또한, 남 등⁶⁴의 조사에서는 젖소의 발굽질환에 따라 약 26%의 유량감소와 체세포수 증가, 번식능력의 감퇴 등 젖소의 생산성에 많은 연관이 있다고 보고하였다. 이와 같은 질병은 질병 발생 전에 MUN과 체세포 수 검

사 정보의 활용으로 단백질 및 에너지 사료의 급여조절 등의 사양관리로 질병을 예방하면 농가에서는 경제적인 이익을 얻을 수 있을 것이다. 본 연구에서는 발굽질병에 대한 목장에서 체계적인 정보 수집 및 분석에 어려움으로 인하여 발굽질병은 제외시켰다.

유단백과 유요소 정보를 이용한 젖소의 개체 영양관리 방법으로, 젖소의 영양상태에 따른 대책으로는 단백질 및 에너지 부족의 경우는 번식장애, 산유량감소, 체중감소, 케토시스 발생 등의 증상이 나타나며 처치 방법으로는 총 사료 섭취를 증가시키기 위해 사료 중 단백질과 에너지 함량이 풍부한 조사료 및 농후사료 증가 급여가 필요하다. 단백질 부족 및 약간의 에너지 과잉의 경우는 번식장애, 산유량 감소가 주 증상으로 나타날 것으로 예측되는 바 단백질이 풍부한 조사료의 증량 급여 및 에너지 함량이 높은 농후사료는 감량 급여하여야 한다. 또한 단백질 부족 및 에너지 과잉의 경우는 번식장애, 산유량 감소, 지방간, 난산, 간 기능 부전 가능성이 높아지므로 처치 방법으로는 단백질이 풍부한 조사료 증가급여 및 농후사료 적게 급여하여야 한다. 끝으로 단백질 과잉 및 에너지 부족인 경우는 번식장애, 산유량감소, 간장부하, 발굽질병 발생이 가능하여 소화율 높은 조사료 또는 고에너지 사료를 급여하는 것이 바람직하다^{1,50}.

이상으로 유조성분을 통한 젖소의 영양상태 및 개체 관리에는 검사결과에 영향을 줄 수 있는 시료채취 방법, 기기의 보정, 사양관리 실태조사 즉, 시료채취 농가에 대하여 젖소 개체별 산차, 유량, 비유일령, 수정일, 분만일, 착유기간, 공태일수, 체중실도(BCS), 사료급여량 등과 목장의 착유방식, 우사형태, 질병발생 여부, 조사료 및 농후사료 급여내역 등의 사양관리 내역을 정확히 조사하여 지속적인 검사와 검사 결과에 대한 적절한 사양관리를 실시하여야만 좋은 결과를 얻을 수 있을 것으로 사료된다.

결 론

1999년 4월부터 12월까지 전국 178농가에서 4,059건의 젖소 개체수를 수집하여 유조성분과 체세포 수를 검사한 후, 비유기, 유량, 산차 그리고 사양관리 실태에 따른 유조성분과 체세포수의 변화와 MU(Milk Urea)와 Milk protein, Milk fat, SNF 등과의 상관관계 조사 및 사료 급여 중 단백질과 에너지 함량의 적정성을 규명하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 유지방, 총고형분, 유량은 조사기간 중 평균이 3.72 ± 0.91%, 12.50 ± 1.31%, 23.80 ± 8.54 kg 이었으며, 하절기에는 모두 조사기간 중 평균에 비해

낮았다. 반면 MU는 조사기간 중 평균이 0.0361 ± 0.0006% 이었으나, 하절기 MU는 조사기간 중 평균에 비하여 높게 측정되었다.

2. 유량에 따른 변화는 유량이 많은 개체일수록 유지방, 유단백, 총고형분, 체세포수가 낮았으며, 유당, MU, BCS(체중실도)는 큰 차이가 없었다.
3. 유기에 따른 유성분 변화는 유지방, 유단백, 유당, 총고형분, SNF, MU 등에서 유의한 변화($P \leq 0.0001$)가 관찰되었으나 체세포 수는 유의성이 없었다.
4. 산차에 따라 유지방($P \leq 0.02$), 유당($P \leq 0.0001$), 총고형분($P \leq 0.002$), SNF($P \leq 0.0001$), 유량($P \leq 0.0005$)에는 유의적인 차이가 있었으나 MU와 유단백은 유의한 변화가 없었다.
5. 체세포 수에 따른 변화는 체세포수가 증가할수록 유지방, 유단백, 총고형분이 높은 양의 상관관계($P \leq 0.0001$)를 보였으며, MU, 유량, 유당은 음의 상관관계($P \leq 0.0001$)를 보였다.
6. 유조성분 중 MU와 유단백, 유지방, 총고형분, SNF, 유량은 유의한 음(-)의 상관관계($P \leq 0.0001$)를 보였으며, MU와 체세포 수와의 관계에서 $Y(MU) = 3.688 \times 10^{-2} - 4.04 \times 10^{-7} \times X$ (체세포 수 $\times 1,000$)의 회귀 방정식을 얻을 수 있었다($r^2 = 0.0038$, $P \leq 0.0001$).
7. 유단백과 유요소(MU)의 수준을 근거로 하여 농가별 단백질과 에너지 공급의 균형상태를 조사한 바, 총 178농가 중 137농가(77%)가 영양소 공급 균형이 부적합 농가로 판정되었다.

참고문헌

1. 정순옥, 윤종택, 윤순식 등. 젖소에서 유요소질소 및 유단백을 이용한 우균 및 개체 건강 관리. 대한수의사회지, 33(6):345-348, 1997.
2. Schepers AJ, Meijer RGM. Evaluation of the utilization of dietary nitrogen by dairy cows based on urea concentration in milk. *J Dairy Sci*, 81:579-584, 1998.
3. Jonker JS, Kohn RA, Erdman RA. Using milk urea nitrogen to predict nitrogen excretion and utilization efficiency in lactating dairy cows. *J Dairy Sci*, 81:2681-2692, 1998.
4. Hof G, Vervoorn MD, Lenaers PJ *et al.* Milk urea nitrogen as a tool to monitor the protein nutrition of dairy cows. *J Dairy Sci*, 80:3333-3340, 1997.
5. 김현섭, 박수봉, 김창근 등. 사료중 단백질 수준이 착유우의 혈중 요소태질소, 산유량 및 수태율에 미치는 영향. 한국낙농학회지, 20(3):163-168, 1998.
6. Baker LD, Ferguson JD, Chalupa W. Response in urea and true protein of milk to different protein feeding schemes for dairy cows. *J Dairy Sci*, 78:2424-2434,

- 1995.
7. Grant R, Drudik D, Keown J. NebGuide : Milk urea nitrogen testing. Institute of agriculture and natural resources. University of Nebraska. Lincoln, 1996.
 8. Faust MA, Kilmer LH. Determining variability of milk urea nitrogen reported by commercial testing laboratories. *Dairy Report*, Iowa State University, 1996.
 9. Harris BJr. Using milk urea nitrogen and blood urea values as management tools. In : Biotechnology in the feed industry. T.P. Lyons and K. A. Jacques. eds. Nottingham University Press, Nottingham, United Kingdom, 1996.
 10. Roseler DK, Ferguson JD, Sniffen CJ. Dietary protein degradability effects on plasma, milk urea nitrogen and milk nonprotein nitrogen in Holstein cows. *J Dairy Sci*, 76:525-534, 1993.
 11. Butler WR, Calaman JJ, Bearh SW. Plasma and milk urea nitrogen in relation to pregnancy rate in lactating dairy cattle. *J Anim Sci*, 74:858-865, 1996.
 12. Nagel S. Controlled feeding based on protein and urea contents in the milk. *Urea Seminar*, Seoul, Foss Electric. 1995.
 13. Ferguson JD, Blanchard T, Galligan DT, et al. Serum urea nitrogen and conception rate : The usefulness of test information. *J Dairy Sci*, 76:3742-3746, 1993.
 14. Moore DA, Varga G. BUN and MUN : Urea nitrogen testing in dairy cattle. *Comp Cont Edu Pract Vet*, 18 :712-720, 1996.
 15. 윤순식, 진영화, 정순옥 등. 국내 젖소 번식 장애우에서 우유 요소내 요소태질소 농도측 정 및 응용에 관한 연구. *한국우병학회지*, 4(1):1-4, 1999.
 16. Ferguson JD, Blanchard T, Galligan DT, et al. Infertility in dairy cattle fed a high percentage of protein degradable in the rumen. *JAVMA*, 192:659-665, 1988.
 17. Elrod CC, Butler WR. Reduction of fertility and alteration of uterine pH in heifers fed excess ruminally degradable protein. *J Animal Sci*, 71:694, 1993.
 18. Ferguson JD, Chalupa W. Impact of protein nutrition on reproduction in dairy cows. *J Dairy Sci*, 72:746-766, 1989.
 19. 정충일. 우리나라 원유의 위생적 품질개선 방향. *우 가공연구*, 10(2):87-91, 1993.
 20. Philpot WN, Pankey JRJW. Comparison of four methods for enumerating somatic cells in milk an electronic counter. *J Milk Food Technol*, 36(2):94-100, 1973.
 21. Brooker BE. Characteristic cell fragments in bovine milk. *J Dairy Res*, 45:21-24, 1978.
 22. Fetrow J. Subclinical Mastitis : Biology and Economics. Continuing Education Article #9, 2(11):223-234, 1980.
 23. Mille RH, Paape MJ, Fultou LA. Variation in milk somatic cells of heifers at first calving. *J Dairy Sci*, 74:3782-3790, 1991.
 24. Schalm OW, Lasmanis J. The leukocytes : Origin and Function in mastitis. *JAVMA*, 153(12):1688-1694, 1968.
 25. MMB. Cell counts and Mastitis. Genus Marketing for National Milk Records. 1992.
 26. Bodoh GW, Battista WJ, Schultz LH. Variation in somatic cell counts in dairy herd improvement milk samples. *J Dairy Sci*, 59: 1119-1123, 1976.
 27. Carroll EJ. Environmental factors in bovine mastitis. *JAVMA*, 170(10):1143-1148, 1977.
 28. Coffey EM, Vinson WE, Pearson RE. Somatic cell counts and infection rates for cows of varying somatic cell count in initial test of first lactation. *J Dairy Sci*, 69:552-555, 1986.
 29. Coleman DA, Moss BR. Effects of several factors on quantification of fat, protein, and somatic cells in milk. *J Dairy Sci*, 72:3295-3303, 1989.
 30. Cullen GA. Short term variations in the cell count of cows milk. *Vet Rec*, 80(22):649-654, 1967.
 31. Dohoo IR, Meek AH. Somatic cell counts in bovine milk. *Can Vet J*, 23:119-125, 1982.
 32. Emanuelson U, Danell B, Philipsson J. Genetic parameters for clinical mastitis, somatic cell counts, and milk production estimated by multiple trait restricted maximum likelihood. *J Dairy Sci*, 71:467-476, 1988.
 33. Gates J. Using individual cow SCC on the farm. *Dairy Farming Annual Report*, Massey Uni:67-71, 1981.
 34. Hutton Ct, Fox LK, Hancock DD. Mastitis control practices : Difference between herds with high and low milk somatic cell counts. *J Dairy Sci*, 73:1135-1143, 1990.
 35. Kennedy BW, Sethar MS, Tong AKW, et al. Environmental factors influencing test-day somatic cell counts in holsteins. *J Dairy Sci*, 654:275-280, 1982.
 36. Morse D, Delorenzo MA, Wilcox CJ, et al. Climate effect on occurrence of clinical mastitis. *J Dairy Sci*, 71: 848-853, 1988.
 37. Natzke RP, Everett RW, Postle Ds. Normal milk somatic cell counts. *J Milk Food Technol*, 35(5):261-263, 1972.
 38. Raubertas RF, Shook GE. Relationship between lactation measures of somatic cell concentration and milk yield. *J Dairy Sci*, 65:419-425, 1982.
 39. Reneau JK. Effective use of dairy herd improvement somatic cell counts in mastitis control. *J Dairy Sci*, 69: 1708-1720, 1986.
 40. Schukken YH, Van Geer D, Grommers Ft, et al. Intramammary infections and risk factors for clinical mastitis in herds with low somatic cell counts in bulk milk. *Vet Rec*, 125:393-395, 1989.
 41. Wegner TN, Schuh JD, Nelson FE, et al. Effect of stress on blood leucocyte and milk somatic cell counts in dairy cows. *J Dairy Sci*, 59(5):949-956, 1976.
 42. Weller JI, Saran A, Zeliger Y. Genetic and environmental relationships among somatic cell count, bacterial infection, and clinical mastitis. *J Dairy Sci*, 75:2532-2540, 1992.
 43. Wiggans GR, Shook GE. A lactation measure of somatic cell count. *J Dairy Sci*, 70:2666-2672, 1987.
 44. IDF. Milk : Determination of fat content. IDF 105.

- 1981.
45. IDF. Milk : Determination of nitrogen content. IDF 20B. 1993.
 46. Heald CW, Jones GM, Nickerson SC, *et al.* Preliminary evaluation of the fossomatic somatic cell counter for analysis of individual cow samples in a central testing laboratory. *J Food Prot*, 40(8):523-526, 1977.
 47. 농림부. 축산물가공처리법. 1998.
 48. 맹원재. 젖소돌보기. 도서출판 필방, 서울, 1998.
 49. 채현석, 한정대, 윤상기 등. 가족규모 낙농농가의 혼합사료 급여 유형에 관한 연구. 축산 기술연구소 축산시험연구보고서, 301-315, 1994.
 50. 손용석. MUN을 이용한 젖소 영양관리의 최적화에 관한 연구. 고려대학교 자연자원연구소. 고려대학교. 2000.
 51. 안병석, 최유림, 정하연 등. 홀스타인 젖소에 있어서 능력검정 기간의 유성분 변화. 한국축산학회지, 40: 589-592, 1998.
 52. 문진산, 주이석, 임숙경 등. 젖소에서 유성분 분석을 통한 영양상태 평가 및 건강관리에 관한 연구(II. 우유중 단백질과 요소태질소 농도에 영향을 주는 생리적 요인). 한국수의공중보건학회지, 24(2):113-122, 2000.
 53. Carroll DJ, Barton BA, Anderson GW, *et al.* Influence of protein intake and feeding strategy on reproductive performance of dairy cows. *J Dairy Sci*, 71:3470, 1988.
 54. Schultz LH. Somatic cells in milk-physiological aspects and relationship to amount and composition of milk. *J Food Prot*, 40(2):125-131, 1977.
 55. Gill R, Howard WH, Leslie KE, *et al.* Economics of mastitis control. *J Dairy Sci*, 73:3340-3348, 1990.
 56. Hook IS. The role of the livestock improvement association(L.I.A) in the measurement of bulk milk and individual cow somatic cell counts, *Dairy Farming Annual Report*, Massey Uni:56-60, 1981.
 57. Meijering A, Jaartsveld FHJ, Versteegen MWA, *et al.* The cell count of milk in relation to milk yield. *J Dairy Res*, 45:5-14, 1976.
 58. Moxly JE, Kennedy BW, Downey BR, *et al.* Survey of milking hygiene practices and their relationships to somatic cell counts and milk production. *J Dairy Sci*, 61:1627-1644, 1978.
 59. Ward GE, Schultz LH. Relationship of somatic cells in quarter milk to type of bacteria and production. *J Dairy Sci*, 55(10):1428-1431, 1972.
 60. 孫奉煥. 體細胞數를 主로 한 原乳質의 評價. 한국가축위생학회지, 14(2):87-103, 1991.
 61. Holmes CW, Hook LS, Amott J, *et al.* Mastitis, Its causes and control. *Dairy Farming Annual Report*, Massey Uni:42-55, 1981.
 62. 정순옥, 윤순식, 황우석 등. 국내 번식장애우의 발생 상황에 관한 연구. 농업논문집, 38(1):825-829, 1996.
 63. 윤순식, 진영화, 정순옥 등. 소 번식장애 원인조사 및 대책연구. 농촌진흥청 수의과학연구소 시험연구보고서, 45-51, 1997.
 64. 남치주, 이인세, 정순옥. 젖소의 생산성 향상을 위한 과행증의 관리 대책 : 젖소의 과행 증이 생산성에 미치는 영향. 농림부, 40-106, 1999.