

젖소의 고능력우와 저능력우간의 우유 성분 및 혈중 대사물질 특성 비교

안병석 · 권응기 · 서국현 · 이현준 · 박병기
농촌진흥청 축산연구소

Comparison of Milk Composition and Blood Metabolites Between High and Low Milk Producing Cows

B. S. Ahn, E. G. Kwon, G. H. Suh, H. J. Lee and B. K. Park
National Livestock Research Institute, R.D.A.

ABSTRACT

The objective of this study was to estimate the effects of daily milk yield, somatic cell count(SCC), days in milk(DIM), and parity on the compositions of milk and blood in high or low producing dairy cows.

To divide the high or low producing group, there were some restrictions in this study. 235 Holstein dairy cows had a average daily milk yield of 23.2 ± 6.8 kg were grouped into two classes with low producing(average daily milk 17 kg) or high producing(average daily milk 29 kg). The other restrictions were two parities(first and second parity), two SCC groups(under 1×10^5 cells/ml, and 1×10^5 to 7×10^5 cells/ml), and three DIM groups(under 80, 81 to 180, and 181 to 305DIM).

The blood urea nitrogen(BUN), milk urea nitrogen(MUN) and glucose between two group with high and low somatic cell count were not affected by parity, DIM and SCC. But there were significantly different on BUN and glucose between high and low milk producing($p < 0.01$), also was different on glucose between parities($p < 0.05$). White blood cell(WBC) and lymphocyte were affected($p < 0.05$) by SCC level, protein percent was also affected by DIM($p < 0.01$).

The least square means of protein in second parity was a 1.3 times higher than that in first parity($p < 0.05$), and it showed a higher level in the low producing group than the high producing group($p < 0.01$). WBC and lymphocyte were lower in the $1 \sim 7 \times 10^5$ cells/ml than those under 1×10^5 cells/ml($p < 0.05$). Neutrophil was a higher level in first parity than that in second parity($p < 0.05$). Only protein and total solid were affected by parity, the other compositions were not affected by parity, DIM, SCC and milk yields.

The results suggested that significant differences were in the blood components such as glucose, WBC, lymphocyte and neutrophil between high and low producing cows. The results also show that more studies are required to clarify the factors and markers related to milk yield, quality and mastitis.

(Key words : High and low milk yield, SCC, BUN, MUN, Glucose, WBC, Lymphocyte, Neutrophil, IgG)

I. 서 론

젖소의 능력 개량을 위하여 주요 경제형질인 유량뿐만 아니라 유질, 번식, 질병 저항성 등 여러 형질에 대하여 다양한 방법으로 연구가

수행되고 있다(Hart 등 1975; Lukes 등, 1989; Kehrlí 등, 1991; Heringstad 등, 2003; Veerkamp 등, 2003; West, 2003; Wood 등, 2003; Bellmann 등, 2004). Hart 등(1975)은 육우와 젖소를 공시 한 연구에서 분만 후 15주간에 육우의 경우에

Corresponding author : B. S. Ahn, National Livestock Research Institute, R.D.A. Tel : (041) 580-3392, Fax : (041) 580-3419, E-mail : abs3382@rda.go.kr

는 체중 증가와 유량 감소가 일어나는 반면에 젖소는 체중 감소와 유량 증가가 일어난다고 하였다. Kehrli 등(1991)은 7세대 간에 걸쳐 산유량의 고저 집단을 조성하여 연구를 진행하였으며 Heringstad 등(2003)은 젖소 개량에 있어서 유량 위주의 선발은 유방염 발생 감소에 바람직하지 않다는 보고를 하였다. Veerkamp 등(2003)은 고능력 위주의 선발은 고능력 그 자체가 대사작용에 부하를 증가 시킬 수 있고 유전자의 다면작용이나 호르몬과 대사물질의 변화에 의해서도 나타날 수 있다고 하였다. 또한, Bellmann 등(2004)은 영양소의 축적과 분배에 관여하는 품종간 차이를 구명하기 위하여 젖소와 육우 수송아지를 공시하여 대사물질의 차이에 대한 연구를 수행하기도 하였다.

우리나라에서도 산유량 위주의 개량에서 장기적으로는 유질, 질병저항성 등과 관련된 다양한 형질에 대한 연구가 필요하다고 생각된다. 특히, 유전적으로 차별된 집단 보유와 이를 통한 집단간의 차이를 구명하는 것은 향후 개량 계획을 수립하고 이용하는 데 중요한 자료를 제공할 수 있을 것이다.

따라서, 본 연구에서는 일일 유량의 고저 두 집단에 대한 유량, 체세포 수, 비유기, 산차 등에 따른 우유의 주요 성분과 혈중 성분간의 차

이를 분석함으로써 젖소 연구에 필요한 기초 자료를 얻고자 수행하였다.

II. 재료 및 방법

1. 공시동물

본 연구를 위하여 공시된 235 두의 홀스타인 젖소는 농촌진흥청 축산연구소에서 2000년부터 2001년까지 사육된 착유우로서 1일 2회 12시간의 착유간격과 NRC사양 표준(2002)에 따라 조사료와 농후사료의 비율이 6:4 정도의 TMR을 섭취하도록 하였으며 공시된 축군에 대한 각 변수의 평균과 표준편차는 Table 1에 제시하였다.

1. 조사 방법

(1) 혈중 대사물질

혈액 시료는 사료섭취 후 2시간 이상 경과된 젖소의 경정맥에서 주사기로 채취하였으며, 혈액상은 항응고제인 EDTA-2K가 들어 있는 멸균 진공관으로 채취한 신선한 전혈을 이용하여 Automatic Blood Cell Counter(System 9018, Serono, Switzerland)로 분석하였고, 혈청시료는 항응고제가 첨가되지 않은 멸균진공관을 이용

Table 1. Means and standard deviation(SD) on the variables and factors observed in this experiment

Variables	Observations	Mean±SD	Variables	Observations	Mean±SD
Parity	235	2.1 ± 1.2	BUN(mg/dl)	225	16.52 ± 7.09
Days in milk	235	194.7 ± 111.4	Glucose(mg/dl)	225	44.40 ± 13.85
Milk(kg/day)	223	23.2 ± 6.8	Prolactin(ng/ml)	177	0.08 ± 0.03
Fat(%)	220	3.54 ± 0.72	IgG(mg/ml)	181	30.23 ± 6.65
Protein(%)	223	3.17 ± 0.47	WBC($10^3/\mu\text{l}$)	228	10.04 ± 3.63
Lactose(%)	225	4.26 ± 0.27	Lymphocyte($10^3/\mu\text{l}$)	225	4.77 ± 2.49
SNF(%)	220	8.65 ± 0.46	Monocyte($10^3/\mu\text{l}$)	227	0.47 ± 0.23
TS(%)	224	12.18 ± 0.03	Neutrophil($10^3/\mu\text{l}$)	227	4.22 ± 1.51
SCC(10^3 cells/ml)	224	502 ± 113.4	Eosinophil($10^3/\mu\text{l}$)	228	0.44 ± 0.45
MUN(mg/dl)	214	14.18 ± 5.60	Basophil($10^3/\mu\text{l}$)	221	0.05 ± 0.06

SNF : solid non fat, TS : total solid, SCC : somatic cell count, MUN : milk urea nitrogen, BUN : blood urea nitrogen, IgG : Immunoglobulin G, WBC : white blood cell.

하여 채취한 혈액을 실온에서 원심분리(2000 × g, 15분)한 후 상층액인 혈청을 회수, 냉동보관 하였다가 Blood Chemistry Analyzer(Express-plus 550, Ciba coming, USA)를 이용하여 glucose와 혈중요소태질소(BUN)를 분석하였다. 또한 혈중 대사물질 중 prolactin은 Miles 등(1974)의 방법에 준하여 분석하였고, IgG는 VMRD kit (Pullman)을 이용하여 single radial immunodiffusion test로 측정하였다.

(2) 우유성분

우유 성분은 오전과 오후 시료를 분리 채취한 후 혼합하였으며 유성분과 체세포수, MUN은 Somascope MK2/Lactoscope FTIR(Delta instruments, Netherland)을 이용하여 분석하였다

(3) 통계분석

산유능력의 고저에 따른 대사물질의 차이를 구명하기 위하여 다음과 같은 제한을 가하였다. 즉, 일일 평균 산유량(23.2 ± 6.8 kg)에서 1 표준편차를 뺀 유량의 고저 두 집단(일일 평균 유량이 17 kg과 29 kg)으로 구분하였고, 산차는 3산차 이상은 제외하였다. 체세포수는 1 × 10⁵ cells/ml 이하와 1 ~ 7 × 10⁵ cells/ml 으로 구분하였고 7 × 10⁵ cells/ml 이상은 제외하였다. 비유기는 분만 후 에너지 수급의 불균형이 크게 나타나는 비유 초기인 80일 이하, 비유 중기인 81 ~ 180일, 비유 말기 181 ~ 305일로 간주하였으며 306일 이상은 제외하였다. 제한조건에 따라 분석에 이용된 각 요인별 빈도는 Table 2와 같고, 분석된 자료는 비슷한 분포를 나타내어 지나친 자료의 풀림이 없었으며 비유기는 80일 이내의 자료가 비교적 적었다.

우유 성분과 대사물질에 대한 산차, 유기, 체세포 수 및 유량의 효과를 추정하기 위하여 SAS9.1을 이용하였고 분석 모형은 $y_{ijklm} = \mu + P_i + D_j + S_k + M_l + e_{ijklm}$ 로서 P는 산차(i = 1, 2), D는 비유기(j = 1, 2, 3), S는 체세포 수준(k = 1, 2), M은 유량(l = 1, 2) 그리고 e_{ijklm} 은 나머지 오차로 간주하였다.

Table 2. Observations by class of parity, milk yield, SCC and days in milk

Factors	Classes	Observations
Parity	1	26
	2	21
MY (Milk yield, daily)	MY ≤ 17 kg	28
	29 kg ≤ MY	19
SCC (10 ³ cells/ml)	SCC ≤ 1 × 10 ²	28
	1 × 10 ² < SCC ≤ 7 × 10 ²	19
DIM (days in milk)	DIM ≤ 80	8
	80 < DIM ≤ 180	17
	180 < DIM ≤ 305	22

III. 결과 및 고찰

우유 성분 및 대사물질에 대한 분석 모형에 포함된 산차, 비유기, 체세포수준, 일일유량 등이 종속변수인 분석치에 미치는 효과분석의 적합도 정도를 나타내는 R² 값은 Fat 0.27, SNF 0.35, Protein 0.42, Lactose 0.20, Total Solid 0.38 이었으며, BUN, Glucose, White Blood Cell(WBC)에서는 0.40, 0.26, 0.18 이었다. 또한 MUN 0.35, Prolactin 0.13, IgG 0.08, Neutrophil 0.14, Monocyte 0.15, Lymphocyte 0.14의 수준을 나타내었다. 이러한 결과는 우유 중 또는 혈중 대사물질 등에 대한 보다 정확한 분석을 위해서는 더 많은 요인들에 대한 연구가 필요하다고 생각된다.

한편, 우유 및 혈중 대사물질에 대한 산차, 유기, 체세포 수 및 유량의 영향을 알기 위하여 분석한 결과는 Table 3에 제시하였다. BUN, MUN 그리고 Glucose는 체세포 수의 고저 집단 간에 차이가 없었는데 Holtenius 등(2004)도 유방염 발생의 고저 집단에 대하여 비유기에 따라 다르나 비유 초기, 중기, 후기에 걸쳐 Glucose와 Urea에 대하여 차이가 없었다고 하였다. 그러나 유량은 BUN, glucose에 영향을 미쳤으며(p < 0.01) 산차도 glucose에 영향을 미쳤다(p < 0.05)고 하였다. 이는 Broderick과 Clayton

Table 3. Mean squares of blood and milk compositions by parity, DIM, SCC and milk yield

Items	Variables			
	Parity	DIM	SCC	Milk yield
BUN	20.32	84.22	3.91	288.68**
Glucose	686.10*	261.98	17.39	1,614.95**
Prolactin	0.0001	0.0001	0.0001	0.001
IgG	13.73	11.31	4.40	105.56
WBC	19.63	0.81	47.06*	0.15
Lymphocyte	0.36	0.37	20.84*	2.49
Monocyte	0.04	0.06	0.04	0.06
Neutrophil	11.18*	0.16	2.16	6.40 [†]
Eosinophil	0.01	0.32	0.01	0.01
Basophil	0.0002	0.003	0.0006	0.0004
MUN	21.30	51.80	1.49	92.51 [†]
Fat	0.17	0.82	0.58	1.06
Protein	0.01	0.36**	0.01	0.22 [†]
Lactose	0.01	0.02	0.002	0.07
SNF	0.001	0.44	0.03	0.056 [†]
TS	0.13	2.06	0.49	3.08 [†]

** : $P < 0.01$, * : $P < 0.05$, [†] : $p < 0.10$.

BUN : blood urea nitrogen, IgG : Immunoglobulin G, WBC : white blood cell, MUN : milk urea nitrogen, SNF : solid non fat, TS : total solid.

(1997)의 BUN과 유량에 대한 정의 상관관계가 있었다는 보고와 일치한다. 한편 체세포 수에 대하여는 WBC와 lymphocyte 만이 영향을 미치는 결과를 보였고($p < 0.05$), 우유 성분에서 단백질에 대하여 비유기가 영향을 미치는 것으로 나타났다($p < 0.01$). 특히 prolactin, monocyte, basophil 및 lactose 등은 타 성분에 비하여 각 요인에 걸쳐서 분산이 적게 나타났다. 이와 같은 결과는 외부 요인에 의하여 혈액 성분이 쉽게 변화되거나(전, 2003) 다른 성분에 비하여 항상성이 더 큰 성분이라고 생각되며 추가적인 연구가 필요하다고 생각된다.

Kehrli 등(1991)은 산유량에서 차이가 나는 두 개의 유전적 집단을 조성하여 집단간 neutrophil과 lymphocyte의 작용에서 유의적인 차이가 없었다고 하였으나 집단 내 종모우의 자손간에서 림프구의 분열 증식에 유의적인 차이를 보였다($p < 0.001$).

일반적으로 비유 초기에는 에너지의 불균형에 따른 스트레스로 인하여 질병 저항성이 감소한다는 보고가 있으나(Meglia 등, 2004), 본 연구에서 분석된 혈중 성분에서는 비유기간에 차이가 없었다. 이와 같은 결과는 공시된 가축이 적절한 사양관리로 영양의 불균형이 적었던 것이라고 생각되나 더 많은 대사물질의 분석 등 관련 연구가 필요할 것으로 생각된다.

한편, 대사물질에 대한 각 요인의 최소자승 평균치에 대한 결과는 Table 4에 제시하였다. 혈중 glucose는 2산차가 1산차의 약 1.3배 정도로 높았고 비유 중기 이후에는 감소하는 경향을 나타내었으며 저유량 집단보다 고유량 집단에서 낮게 나타났다($p < 0.01$). 착유우의 체내에서 이용되는 총 glucose의 60~85% 정도가 유선조직에서 이용되는데(Knowlton 등, 1998), 고유량 집단의 개체가 저유량 집단의 개체들

Table 4. Least square means and standard errors of blood and milk compositions by parity, DIM, SCC and milk yield

Variables	Parity		DIM(days)			SCC(10^3 cells/ml)		Milk yield(kg)	
	1	2	≤ 80	81 ~ 180	181 ~ 305	$\leq 1 \times 10^2$	$1 \sim 7 \times 10^2$	≤ 17	$29 \leq$
BUN(mg/dl)	16.93 ± 1.83	19.14 ± 1.99	15.77 ± 2.48	17.53 ± 1.63	20.81 ± 1.44	18.34 ± 1.32	17.73 ± 1.60	13.90 ^a ± 1.90	22.18 ^b ± 1.91
MUN(mg/dl)	14.50 ± 2.30	17.36 ± 2.02	16.27 ± 2.55	13.74 ± 1.78	17.79 ± 1.44	16.14 ± 1.52	15.73 ± 1.46	12.76 ± 2.12	19.10 ± 2.41
Glucose(mg/dl)	39.17 ^a ± 3.34	52.00 ^b ± 3.65	45.58 ± 4.53	49.51 ± 2.98	41.66 ± 2.63	44.95 ± 2.41	46.22 ± 2.93	55.37 ^a ± 3.46	35.80 ^b ± 3.50
Prolactin(ng/ml)	0.07 ± 0.00	0.08 ± 0.00	0.08 ± 0.01	0.07 ± 0.00	0.08 ± 0.00	0.07 ± 0.00	0.08 ± 0.00	0.09 ± 0.00	0.07 ± 0.00
IgG(mg/ml)	29.27 ± 2.18	31.13 ± 2.23	31.03 ± 2.77	30.49 ± 1.89	29.07 ± 1.93	29.84 ± 1.57	30.56 ± 1.94	32.71 ± 2.17	27.69 ± 2.15
WBC($10^3/\mu$ l)	10.45 ± 0.88	8.27 ± 0.96	9.02 ± 1.19	9.62 ± 0.78	9.44 ± 0.69	10.41 ^a ± 0.63	8.31 ^b ± 0.77	9.27 ± 0.91	9.46 ± 0.92
Lymphocyte ($10^3/\mu$ l)	4.48 ± 0.61	4.19 ± 0.66	4.43 ± 0.83	4.42 ± 0.56	4.15 ± 0.48	5.04 ^a ± 0.44	3.63 ^b ± 0.53	4.72 ± 0.63	3.95 ± 0.64
Monocyte ($10^3/\mu$ l)	0.38 ± 0.05	0.48 ± 0.06	0.34 ± 0.07	0.45 ± 0.04	0.50 ± 0.04	0.46 ± 0.04	0.40 ± 0.04	0.49 ± 0.05	0.37 ± 0.05
Neutrophil ($10^3/\mu$ l)	4.90 ^a ± 0.41	3.26 ^b ± 0.45	4.11 ± 0.56	3.97 ± 0.36	4.17 ± 0.33	4.31 ± 0.30	3.85 ± 0.36	3.46 ± 0.42	4.70 ± 0.43
Eosinophil ($10^3/\mu$ l)	0.42 ± 0.12	0.37 ± 0.13	0.20 ± 0.16	0.45 ± 0.10	0.55 ± 0.09	0.38 ± 0.08	0.42 ± 0.10	0.42 ± 0.12	0.37 ± 0.12
Basophil ($10^3/\mu$ l)	0.04 ± 0.01	0.03 ± 0.01	0.01 ± 0.02	0.05 ± 0.01	0.04 ± 0.01	0.04 ± 0.01	0.03 ± 0.01	0.04 ± 0.01	0.03 ± 0.01
Fat(%)	3.34 ± 0.22	3.56 ± 0.23	3.68 ± 0.27	3.12 ± 0.21	3.55 ± 0.17	3.32 ± 0.17	3.58 ± 0.17	3.74 ± 0.24	3.16 ± 0.23
Protein(%)	3.08 ± 0.07	3.15 ± 0.07	2.95 ^a ± 0.09	3.09 ^a ± 0.07	3.31 ^b ± 0.05	3.14 ± 0.05	3.10 ± 0.05	3.25 ± 0.08	2.98 ± 0.08
Lactose(%)	4.38 ± 0.08	4.31 ± 0.08	4.38 ± 0.10	4.29 ± 0.07	4.38 ± 0.06	4.36 ± 0.06	4.34 ± 0.06	4.42 ± 0.08	4.27 ± 0.08
SNF(%)	8.69 ± 0.13	8.70 ± 0.13	8.56 ± 0.16	8.62 ± 0.12	8.91 ± 0.10	8.73 ± 0.10	8.66 ± 0.10	8.91 ± 0.14	8.48 ± 0.13
TS(%)	12.02 ± 0.29	12.22 ± 0.30	12.24 ^a ± 0.35	11.66 ^b ± 0.27	12.46 ^a ± 0.22	12.00 ± 0.22	12.24 ± 0.22	12.62 ± 0.31	11.62 ± 0.31

Means with different superscript in the row of same variable differ.

BUN : blood urea nitrogen, MUN : milk urea nitrogen, IgG : Immunoglobulin G, WBC : white blood cell, SNF : solid non fat, TS : total solid.

보다 더 많은 유량 생산을 위하여 체내에 축적되는 양보다 에너지원으로 혈중 glucose를 더 많이 이용하였다(Brockman과 Bergman, 1975). Snijders 등(2001)은 유전적으로 고능력우의 혈

중 glucose와 IGF-1이 저능력우의 혈중 glucose와 IGF-1에 비하여 더 낮은 수준을 나타내었다($p < 0.05$). Knowlton 등(1998)에 의하면 4위나 반추위 위 가수분해 전분을 주사하였을 경우가 주사

하지 않은 경우에 비하여 유량이 증가하였다($p < 0.07$). 한편, Bellmann 등(2004)에 의하면 9개월령의 사료레 육우와 홀스타인 젖소 수송아지를 공시한 시험에서 품종간 혈중 콜레스테롤 농도는 차이가 있었으나 glucose 함량에 대하여는 차이가 없었다고 하였다. Veerkamp 등(2003)은 많은 연구결과를 인용하여 유량 기준으로 선발된 착유우에서는 상대적으로 glucose의 수준이 낮는데 그 최저 수준은 비교적 비유 후기에 나타나며 더 오래 지속된다고 하였으나 그렇지 않다는 연구 결과도 있다고 하였다.

또한 glucose는 유선조직에서 lactose 합성을 위해 필요할 뿐만 아니라 실제로 유선조직에서 이용되는 glucose의 50~85% 정도가 lactose 합성을 위해 쓰이게 되지만(Annison 등, 1974), 유선조직으로의 glucose 공급증가가 유선조직에서 lactose 합성량 증가와 일치하지는 않는 것으로 보고된 바도 있다(Amaral 등, 1990; Clack 등, 1977; Dhiman 등, 1993). 본 실험의 고유량 집단이 저유량 집단에 비해 유선조직으로 혈중 glucose의 공급 증가에도 불구하고 고저 능력 그룹간에 lactose 함량의 차이가 없었던 결과는 이를 뒷받침해주고 있는 것으로 판단된다. 또한 MUN에 있어서는 Wood 등(2003)의 분만 직후 높은 수치를 나타내다가 감소하여 비유 최고기에서 가장 낮은 수치를 보이며 이후 비유 말기로 갈수록 증가하는 경향을 나타낸다는 보고와 일치하는 결과를 얻었다.

한편, prolactin, IgG, monocyte는 각 요인에서 차이를 나타내지 않았다. 특히 IgG는 유방염균 뿐만 아니라 다른 세균에 의한 영향을 받을 수 있으므로 본 연구에서의 결과 추론에는 큰 의미가 없다고 생각된다. 그러나 총백혈구와 림프구는 우유내 체세포 수가 낮은 집단의 개체들의 혈중에서 보다 우유내 체세포 수가 높은 집단의 개체들의 혈중에서 낮게 나타났고 호중성 백혈구는 1산차와 2산차 간에 차이가 있었으나($p < 0.05$) 호산성 및 호염기성 백혈구에 대하여는 차이가 없었는데 이는 유방내 세균에 대한 호중구의 식균작용으로 혈액으로부터 이들이 이주하였기 때문에 혈중 수준이 낮아진 것으로 생각된다. Veerkamp 등(2003)은 prolactin

의 수준에 대하여 비유 45일에서 90일 사이에서는 저능력 우가 고능력 우에 비하여 높게 나타났으나 비유 180일 이상의 경우에 있어서는 고·저 능력우간에 Prolactin의 차이는 없다고 하였다. Lukes 등(1989)은 Glucose와 Prolactin을 이용한 고유량 개체 선발 연구에서 유량의 고저에 따른 두 집단의 성장호르몬은 증가하였으나 Prolactin과 Glucose는 변화가 없었는데 이는 유량 위주의 선발이 영양소 대사에 작용하는 호르몬의 항상성을 변화 시킬 수 있다고 하였다.

Meglia 등(2004)의 사료 급여 효과 시험에 의하면 분만 후 3~8주간의 백혈구, 호중성 백혈구, 림프구 및 단핵구의 최소자승평균치는 $6.68 \sim 7.78(10^3/\mu\text{l})$, $2.83 \sim 3.23(10^3/\mu\text{l})$, $3.00 \sim 3.37(10^3/\mu\text{l})$, $0.66 \sim 0.73(10^3/\mu\text{l})$ 의 범위를 나타내었다고 하여 단핵구를 제외하고는 본 연구의 결과 보다는 낮은 수준이었다. 우유 성분 중에서 단백질과 총고형분만 비유기간에 따른 차이가 있었을 뿐 기타 요인에 대하여는 차이가 없었다.

또한, Broderick과 Clayton(1997)은 BUN, 체중, 유지 보정유량, 사료의 조단백질 함량, 과도한 질소 섭취, 건물 섭취량 및 비유기간은 MUN, 산차, 유량, 유지방량과 정의 상관관계가 있는 것으로 보고한 바 있다. 본 실험의 결과에서는 산차에 따른 BUN 함량의 차이는 관찰되지 않았으며, 또한 비유기간에 따른 MUN 및 유지방량의 차이도 없는 것으로 나타나 이들 연구자들의 결과와 차이를 보였다. 이외에도 우유 성분 중에서 단백질과 총 고형분만 비유기간에 따른 차이가 있었을 뿐 기타 요인에 대하여는 차이가 없었다. 그러나 전(2003)에 의하면 혈액 성분은 외부 요인에 쉽게 변화되므로 혈청 호르몬이나 대사물질 등이 지표로 활용되기 위하여는 이들에 영향을 미치는 환경효과와 유전적 특성을 파악하는 것이 선행되어야 한다고 하였다.

이상의 연구 결과를 종합할 때 혈액성분, 특히 glucose는 유량과 밀접한 관계를 가지는 것으로 나타났으나 유량을 선발하기 위한 하나의 지표로 활용되기 위해서는 더 많은 연구가 필

요할 것으로 생각된다.

IV. 요약

본 연구에서는 일일 유량을 기준으로 구분된 고저 두 집단에 대하여 유량, 체세포 수, 비유기, 산차 등이 우유 및 혈중 대사물질에 미치는 영향을 조사하기 위하여 수행하였다.

유량에 따른 고저 두 집단으로 구분하기 위하여 일일 평균 산유량(23.2 ± 6.8 kg)에서 표준편차를 뺀 17 kg과 29 kg의 집단으로 구분하였고, 산차는 3산차 이상은 제외하였다. 체세포 수는 1×10^5 cells/ml 이하와 $1 \sim 7 \times 10^5$ cells/ml로 구분하였고 7×10^5 cells/ml 이상은 제외하였다. 비유기는 분만 후 에너지 수급의 불균형이 크게 나타나는 비유초기인 80일까지, 비유 중기인 81~180일, 비유 말기 181~305일로 간주하였으며 306일 이상은 제외하였다.

우유 및 혈중 대사물질에 대한 산차, 유기, 체세포 수 및 유량의 영향을 알기 위하여 분석한 결과, 체세포 수의 고저 집단에 대한 BUN, MUN, glucose에서는 차이가 없었다. 그러나 고저유량 집단에서는 BUN과 glucose이 영향을 받았으며($p < 0.01$), 산차에 대하여는 glucose가 영향을 받았다($p < 0.05$). 체세포 수에 대하여는 백혈구와 림프구가 영향을 받았으며($p < 0.05$), 단백질에 대하여 비유기가 영향을 미치는 것으로 나타났다($p < 0.01$).

최소자승 평균치에서 glucose는 2산차가 1산차에 비해 약 1.3배 정도로 높았고($p < 0.05$), 저유량 집단보다 고유량 집단에서 훨씬 낮게 나타났다($p < 0.01$). 백혈구와 림프구는 체세포 수가 낮은 집단보다 체세포 수가 높은 집단에서 낮게 나타났고($p < 0.05$) 호중성 백혈구는 1산차가 2산차 보다 높게 나타났고($p < 0.05$). 우유 성분 중에서는 단백질과 총 고형분만 비유기간에 따른 차이가 있었을 뿐 기타 요인에 대하여는 차이가 없었다.

본 연구 결과로 미루어 볼 때 혈중 glucose, 백혈구, 림프구 및 호중구는 유량의 고저 집단간 차이를 나타내었으나 지표로서의 활용 여부와 우유품질 및 유방염 등에 대한 효과

를 구명하기 위하여 추가적인 연구가 필요할 것이다.

V. 인용 문헌

1. Amaral, D. M., Veenhuizen, J. J., Drackley, J. K., Cooley, M. H., McGilliard, A. D. and Young, J. W. 1990. Metabolism of propionate, glucose, and carbon dioxide as affected by exogenous glucose in dairy cows at energy equilibrium. *J. Dairy Sci.* 73: 1244-1254.
2. Annison, E. F., Bickerstaffe, R. and Linzell, J. L. 1974. Glucose and fatty acid metabolism in cows producing milk of low fat content. *J. Agric. Sci.* 82:87-95.
3. Bellmann, O., Wegner, J., Rehfeldt, C., Teuscher, F., Schneider, F., Voigta, J., Demoa, M., Sauerwein, H., Weingartner, J. and Ender, K. 2004. Beef versus dairy cattle: a comparison of metabolically relevant hormones, enzymes, and metabolites. *Livest. Prod. Sci.* 89:41-54.
4. Brockman, R. and Bergman, E. M. 1975. Effect of glucagons on plasma alanine and glutamine metabolism and hepatic gluconeogenesis in sheep. *Am. J. Physiol.* 228:1628-1633.
5. Broderick, G. A. and Clayton, M. K. 1997. A statistical evaluation of animal and nutritional factors influencing concentrations of milk urea nitrogen. *J. Dairy Sci.* 80:2964-2971.
6. Clark, J. H., Spires, H. R., Derrig, R. G. and Bennink, M. R. 1977. Milk production, nitrogen utilization and glucose synthesis in lactating cows infused postparturientally with sodium caseinate and glucose. *J. Nutr.* 107:631-644.
7. Dhiman, T. R., Cadorniga, C. and Satter, L. D. 1993. Protein and energy supplementation of high alfalfa silage diets during early lactation. *J. Dairy Sci.* 76:1945-1959.
8. Hart, I. C., Bines, J. A., Balch, C. C. and Cowie, A. T. 1975. Hormone and metabolite differences between lactating beef and dairy cattle. *Life Sci.* 16(8):1285-1291.
9. Heringstad, B., Klemetsdal, G. and Steine, T. 2003. Selection responses for clinical mastitis and protein yield in two Norwegian dairy selection experiments. *J. Dairy Sci.* 86:2990-2999.
10. Holtenius K., Persson Waller, K., Essen-Gustavsson, B., Holtenius, P. and Hallen Sandgren, C. 2004. Metabolic parameters and blood leukocyte profiles in cows from herds with high or low mastitis incidence. *Vet. J.* 168:65-73.

11. Kehrl, M. E. Jr., Weigel, K. A., Freeman, A. E., Thurston, J. R. and Kelley, D. H. 1991. Bovine sire effects on daughters' *in vitro* blood neutrophil functions, lymphocyte blastogenesis, serum complement and conglutinin levels. *Vet. Immunol. Immunopathol.* 27(4):303-319.
12. Knowlton K. F., Dawson, T. E., Glenn, B. P., Huntington, G. B. and Erdman, A. 1998. Glucose metabolism and milk yield of cows infused abomasally or ruminally with starch. *J. Dairy Sci.* 81:3248-3258.
13. Lukes A. J., Barnes, M. A. and Pearson, R. E. 1989. Response to selection for milk yield and metabolic challenges in primiparous dairy cows. *Dom. Anim. Endocrinol.* 6(4):287-298.
14. Meglia, G. E., Johannisson, A., Agenas, S., Holtenius, K. and Waller, K. P. 2004. Effects of feeding intensity during the dry period on leukocyte and lymphocyte sub-populations, neutrophil function and health in periparturient dairy cows. *Vet. J.* xxx(2004) xxx-xxx.
15. Miles, L. E. M., Lipschitz, D. A., Bieber, C. P. and Cook, J. 1974. Measurement of serum ferritin by a 2-site immunoradiometric assay. *Analyt. Biochem.* 61:209-224.
16. Snijders S. E. M., Dillon, P. G., Farrell, K. J., Diskin, M., Wylie, A. R. G., O'Callaghan, D., Rath, M. and Boland, M. P. 2001. Genetic merit for milk production and reproductive success in dairy cows. *Anim. Rep. Sci.* 65:17-31.
17. Veerkamp R. F., Beerda, B. and van der Lende, T. 2003. Effects of genetic selection for milk yield on energy balance, levels of hormones, and metabolites in lactating cattle, and possible links to reduced fertility. *Lives. Prod. Sci.* 83:257-275.
18. West, J. W. 2003. Effects of heat-stress on production in dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 86:2131-2144.
19. Wood, G. M., Boetcher, P. J., Jamrozik, J., Jansen, G. B. and Kelton, D. F. 2003. Estimation of genetic parameters for concentrations of milk urea nitrogen. *J. Dairy Sci.* 86:2462-2469.
20. 전기준. 2003. 한우 혈액성분과 경제형질에 대한 표현형 상관과 유전모수 추정에 관한 연구. 강원대학교 대학원 박사학위논문.
(접수일자 : 2004. 11. 24. / 채택일자 : 2005. 2. 17.)