

# Holstein 젖소에 있어서 유량 및 유성분에 미치는 환경 및 생리적 요인

한광진\* · 안종호\*\* · 이득환\*\*

농협중앙회 젖소개량부\*, 한경대학교\*\*

## Environmental and Physiological Factors on Milk Yields and Compositions of Holstein Cows in Korea

K. J. Han\*, J. H. Ahn\*\* and D. H. Lee\*\*

Agricultural Co-operatives Federation\*, Hankyong National University\*\*

### ABSTRACT

Factors associated with milk urea nitrogen on milk yield and milk composition were investigated in this study regarding feeding management and physiological status of lactating cows. The data for 3 years between 1999 and 2002 for this study were collected from 129,645 cows by Korean Agricultural Cooperatives Federation. The objectives of this study were to describe the relationships between milk urea concentrations and seasonal factors, cow factors and production of milk, milk fat, protein and somatic cell score(SCS). Milk urea was highest in summer and it also showed a nonlinear association with milk yield. Milk yield was higher at milk urea concentrations of 21~ 4mg/dl, however it decreased at higher level of milk urea concentrations than 24mg/dl. Milk urea was higher with increased parities of cows and in particular, at 3 to 4 parities. There was a negative association between milk urea and SCS in milk. SCS in milk was lowest at milk urea concentrations of 21~ 4mg/dl. Milk fat and milk protein were greatly affected by days in milk(DIM), year of birth, season and milk urea concentrations, respectively. While milk urea increased in summer, milk fat and protein were decreased. Milk protein decreased according to longer days in milk. With regard to the influences of parity, milk protein in overall was negatively correlated to milk urea in all lactations, however the extent of decrease of milk protein at high concentrations of milk urea was bigger at third lactation. The balanced supply of energy and protein to the animals might have greatly affected the urea concentrations and protein content of milk.

(Key words : MUN, FCM, Lactation, Seasonal effects, SCS, Milk protein)

### I 서 론

최근 젖소에 있어서 질소의 이용효율성에 대한 지표로써 우유내 요질소 함량(MUN, Milk Urea Nitrogen)에 대한 관심이 크게 고조되고 있으며 우리나라의 경우에 MUN 분석 함량에 따른 번식형질과 사료이용성에 대한

평가를 산업현장에서 많이 실시하고 있다. 이에 대한 근거로서, 고단백 사료의 과다급여는 번식형질에 나쁜 영향을 줄 수 있으며, 역으로 저단백 사료 급여 또한 번식에 치명적인 영향을 초래할 수 있다(문진산 등, 2002). 이러한 일반적인 견해에 비추어 볼 때, 우유내 요질소 함량 또는 영양 조건이 일반 경제형질, 즉 유

Corresponding author : J. H. Ahn, Dept. of Dairy Sciences, Hankyong National University, Seokjong-dong 67, Ansung-si Kyonggi-do, 456-749, Korea. Tel : 031-670-5124, Fax : 676-5091, E-mail : jhahn@hnu.hankyong.ac.kr

량 및 유성분에 얼마만큼 영향하고 있는지 산업현장 자료를 통하여 살펴볼 필요가 있다고 하겠다. 영양적인 측면에서 한국의 낙농산업에 대한 특성을 고려해 볼 때, 고능력우의 관리를 위하여 TMR 급여 또는 배합사료에 크게 의존하고 있으며 따라서 과다한 단백질 또는 질소 섭취가 이루어지고 있는 실정이다. 사료급여 체계와 관련된 이러한 MUN 함량에 대한 효과를 연구하기 위한 일환으로서, MUN 함량에 영향을 주는 비영양적 요인에 대한 조사도 필요하다고 사료된다. 본 연구는 MUN 함량에 영향을 주는 사양 관리적 요인 및 착유우 자체의 생리적 요인을 알아보고 또한 이것이 유생산 능력과 어떠한 관계가 있는지 알아보기 위하여 수행하였다.

## II 재료 및 방법

### 1. 분석자료

본 연구에 이용된 자료는 농협중앙회 젖소 개량부에서 수행하고 있는 젖소 산유능력 검정사업의 일환으로 전국 검정농가를 대상으로 1999년부터 2002년까지 수집된 검정일 검정자료를 이용하였다. 본 분석에 이용된 형질은 산유형질로서 유량, 유지방율, 유단백율, 무지고형분율 및 체세포 수 등이었다. 유성분 분석은 각 검정소별 보유하고 있는 자동유성분 분석기 (automatic IR Fossmatic 4000/5000 Milk Analyzer, FOSS Electric)를 이용하여 유성분과 MUN 함량을 분석하였다.

### 2. 통계분석

불완전한 비유기록을 갖는 개체는 분석에서 제외하였다. 즉 70일 이상 착유기록을 갖는 개체들에 대하여 305일까지의 착유기록을 분석대상에 포함하였다. 각 검정일 유량은 지방에 대한 보정을 실시하였는데, 지방보정유량 (FCM)은 다음과 같은 공식을 이용하여 변환

하였다.

$$\begin{aligned} \text{FCM(kg)(3.5\% fat)} \\ = [0.432 * \text{milk} + 16.23 * \text{fat}] \text{ (Nordlund, 1987)} \end{aligned}$$

분만계절, 산차 및 검정일 효과가 MUN에 얼마만큼 영향을 미치는 지를 알아보기 위하여 다변량 혼합선형회귀식을 설정하고 이를 SAS 프로그램(Proc mixed in SAS)을 이용하여 분석하였다. 이러한 회귀모형식으로부터 MUN과 FCM, 유지방율 및 유단백율과의 관계를 알아보았다. 자료의 정규성에 대한 사전 검정을 실시하였고 정규성에 크게 위배되는 체세포 수는 체세포 지수(somatic cell score)로 변환하여 분석을 실시하였다. 자료의 정규성 검정 후 다변량 모형을 통하여 각 요인들에 대한 효과를 일정 신뢰수준 이상에서 선정하였고( $P < 0.05$ ), 유의적으로 영향을 미치지 않는 요인들은 모형설정에서 배제하였다. 또한 잔차분석을 통하여 이상치의 제거 및 정규성을 확인하였으며 또한 이러한 방법으로 모형에 대한 타당성을 검정하는 방법으로 본 분석을 실시하였다.

## III 결과 및 고찰

자료의 정규성 검정을 통하여 이상치를 제외한 후, 본 분석에 이용된 총 자료 수는 129,645두로부터 조사된 890,434 기록이었다. 젖소 산유능력 검정으로부터 얻어진 검정일 비유자료들에 대한 일반능력의 평균을 Table 1에 제시하였다. Table 1에 제시된 바와 같이 평균 검정일은 187일로서 캐나다의 평균 검정일 165일 보다 다소 긴 것으로 분석되었으나 본 연구에 이용된 자료는 305일 검정자료를 활용하였기 때문에 낙농가 현실은 이보다는 더욱 길 것으로 사료되었으며 자료의 분포에 있어서도 오른 쪽으로 치우친 분포특성 (Right skewed)이 그것을 대변한다고 하겠다. 평균 검정일 유량은 27.38kg/d이었고 3.5% 지방보정유량은 약 29kg/d으로 일반적으로 지

Table 1. General performances for milking traits and reproductive traits of Holstein cows in Korea

	Obs.	Mean	SD	Min.	Max.	Skewness	Kurtosis
Days in Milk(days)	890,434	187.2	64.6	76	305	0.03	- 1.15
MUN(mg/dl)	872,578	16.85	4.94	5	34	0.39	0.40
FCM(kg/d) <sup>(1)</sup>	866,544	28.94	8.03	6.8	69.2	0.21	- 0.06
FATP(%) <sup>(2)</sup>	879,938	3.90	0.65	2.0	6.0	0.10	0.16
PROTP(%) <sup>(3)</sup>	882,273	3.25	0.32	2.5	4.5	0.43	0.21
SNFP(%) <sup>(4)</sup>	875,591	8.73	0.45	6.0	10.0	- 0.13	0.24
SCC(x 1000) <sup>(5)</sup>	866,063	362.61	665.86	12	9,184	5.05	35.47
SCS(Score)	866,063	3.71	1.73	- 0.06	9.52	0.41	- 0.16

<sup>(1)</sup> FCM = fat corrected milk; <sup>(2)</sup> FATP = Fat percentage; <sup>(3)</sup> PROTP = Protein percentage; SNFP = Solid not fat percentage; SCC = Somatic cell count.

Table 2. F-values on analysis of variances for milk yields and compositions by each effect and level of milk urea nitrogen in Holstein cows

Source	DF	MUN	FCM	FAT %	Protein %	SCS
Test station	32	507.53	423.94	144.82	231.05	169.35
Lactation	4	677.53	18.76	74.05	148.08	2,232.74
Year at birth	3	1,849.78	5,715.77	259.98	1,218.72	736.26
Season	3	228.16	181.4	7,731.57	20,191.1	86.25
DIM <sup>(1)</sup>	1	0.12 <sup>NS</sup>	4,229.27	1,491.96	5,500.08	677.63
DIM2 <sup>(2)</sup>	1	26.36	155.25	11.8	260.62	59.39
MUN*Lactation	5	N/A	485.53	37.27	1,324.32	1,597.07

All effects for every traits are significantly affected ( $P < 0.01$ ) except effect with superscript of NS, N/A: not applicable; DIM = Days in milk; DIM2 = Quadratic on Days in milk.

방울이 3.5%보다 높은 우유를 생산한다고 하였다. 평균 체세포 수는 약 36만개/ml이었으며 MUN 함량은 16.85mg/dl로 외국의 젖소의 경우와 비교할 때, 미국의 경우 13mg/dl 및 캐나다의 경우 약 14mg/dl 보다 다소 높은 결과로서 우리나라의 경우 고단백 사양에 의존한다고 추론할 수 있겠다. 비유형질(MUN, FCM, FAT%, Protein%) 및 체세포 지수에 영향을 미치는 요인들을 살펴보기 위하여 검정지역, 비유기, 분만년도, 계절 및 검정일 등을 고정효과로 하여 분산분석한 결과, 대부분의 형질에 이들 요인들이 유의적으로 영향을 미치고 있었다(Table 2).

각 형질별 이들 요인들에 대한 해를 통하여 MUN 함량, 유량, 유성분 및 체세포 지수에 영향을 미치는 환경요인들의 효과를 추정하였다.

#### 1. 분만계절, 검정일 및 산차가 MUN에 미치는 영향

우유내 요질소 함량(MUN)은 분만계절, 산차 및 검정일 등에 따라 차이가 있는 것으로 분석되었다( $P < 0.05$ ). Table 3에는 MUN에 영향을 미치는 요인들에 대한 효과를 알아보기 위하여 혼합모형 설정으로부터 얻은 해를 제시

Table 3. Solutions of mixed model describing the association of parity, parturition year, season, days in milk (DIM) for milk urea nitrogen in Korean Holstein cattle (N=872,578)

Effect	Level	Estimate	SE	P value
Intercept		16.731	0.092	0.0001
Parity				
	1	- 0.820	0.018	0.0001
	2	- 0.410	0.018	0.0001
	3	- 0.223	0.019	0.0001
	4	- 0.192	0.021	0.0001
	5	Referent		
Parturition year				
	1999	0.101	0.027	0.0002
	2000	0.730	0.016	0.0001
	2001	0.928	0.013	0.0001
	2002	Referent		
Season				
	Mar.- May	- 0.277	0.015	0.0001
	Jun.- Aug.	0.023	0.015	0.1351
	Sep.- Nov.	- 0.246	0.015	0.0001
	Dec.- Feb.	Referent		
DIM <sup>(1)</sup>				
	Linear	2.057E-05	5.186E-04	0.9684
	Quadratic	- 6.990E-06	1.360E-06	0.0001

<sup>(1)</sup> DIM = Days in milk

하였는데, 일반적으로 산차가 증가함에 따라 MUN 함량이 증가하는 것으로 분석되었다. 이러한 결과는 경산우의 MUN 함량이 초산우에서의 그것보다 높다고 보고한 Oltner 등(1985)의 결과와 일치하는 결과이다. 특히 이러한 분석결과는 검정일별 분할하여 살펴본 결과, 초산우 기록과 2산 이후의 기록간에는 모든 검정일 기록에 있어서 커다란 차이( $P < 0.01$ )가 있는 것으로 분석되어 검정일과 산차 간에는 고도의 상호작용 효과가 있는 것으로 분석되었다(Fig. 1). 검정일별 MUN 수치의 변화는 검정일 90~ 20일 사이에 가장 높은 것으로 분석되었으며 검정일별 MUN 함량에 대한 선형의 관계보다는 비선형의 관계가 있는 것으로

분석되었는데 이는 타 연구자의 연구결과와 일치하는 결과이었다(Carlsson 등, 1995; Godden 등, 2001). 특히 Carlsson 등(1995)의 보고에 의하면 MUN 함량은 분만 초기에 가장 낮고 비유 3~ 개월에서 최고 함량을 보이다가 이후 다시 점차 감소하는 경향을 보인다고 하였는데 이는 본 연구와 매우 유사한 결과라 할 수 있다. 상기에서 언급한 바와 같이 MUN 함량은 산차와 검정일간에 상호작용 효과가 있는 것으로 추정되었는데, 검정일별 MUN 함량의 변화폭이 초산우에서 보다 2산 이상의 경산우에서 더욱 큰 것으로 추정되었다(Fig. 1). 이러한 경향은 산차별 또는 검정일별 사료 급여 함량 또는 사료내 영양소 급여 함량의 차이에서 기

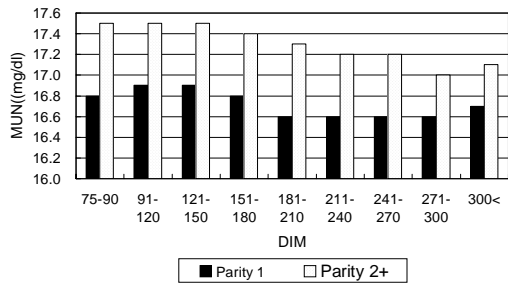


Fig. 1. Trends of milk urea nitrogen by parity group and stage of lactation.

인될 수도 있겠으나, 이보다는 오히려 착유우의 고능력화에 따라 착유초기부터 고단백 사료의 급여로 인한 생리적 차이에 기인될 수 있을 것으로 사료된다. 예를 들면, 초산우에 있어서 낮은 MUN 함량은 근섬유조직의 발달에 따른 높은 아미노산의 이용 효율이 수반되어 아미노산의 분해가 촉진되고 결과적으로 간에서 요소 생성이 감소하기 때문으로 해석될 수 있겠다. 반면에 고단백 사료를 계속 급여함에 따라 아미노산의 분해능력이 한정적이어서 MUN 함량이 증가되는 것으로 해석될 수 있을 것으로 사료된다(Oltner 등, 1985). 계절별 MUN 함량은 여름철인 7~월에 높은 것으로 분석되었는데 이는 타 연구결과와 일치하는 결과로 해석된다(Carlsson 등, 1995; Ferguson 등, 1997). 이들의 보고에 따르면 여름철에 우유내 단백질 함량은 낮은 반면에 비단백태질소화합물(NPN)은 높다고 보고하였다. 하지만 MUN 함량과 검정일 또는 영양수준 효과는 상호 교락(confounding)되어 표현될 수 있으나 본 연구에서는 계절별 사료의 영양수준 급여에 대한 자료수집의 한계성 때문에 정확하게 분석하지 못한 아쉬움이 있다. 그러나 착유우의 일반적인 사양관리 형태로 볼 때 하절기에는 외기 온도의 상승에 따라 타계절에 비하여 상대적인 사료섭취량의 감소가 있어 반추위내 미생물단백질 합성이 저하되어 산유량 및 우유내 유단백질 함량이 감소하는 반면 우유내 요질소 함량이 증가하는 경향이 있다(Nishibu, 1998; Godden 등, 2001). 우리나라

라의 년도별 MUN 함량의 변화를 알아본 결과 3~년전의 MUN 함량보다 최근 우유내 MUN 함량이 증가하고 있는 경향이 있음을 알 수 있었다. 이는 사료급여 형태가 점차 TMR 급여형태로 전환되며 착유우의 고능력화가 증진됨에 따라 비단백태 질소화합물의 섭취가 증가되어 MUN 함량이 증가되는 것으로 사료되었다.

## 2. MUN과 유생산과의 관계

지방보정유량(FCM)과 MUN 함량과의 관계를 살펴보기 위하여 혼합모형식을 설정하고 SAS의 일반화선형모형함수를 수행하여 얻은 해를 Table 4에 제시하였다. 모형에 대한 적합도를 살펴본 결과 FCM에 대한 모형의 적합도( $R^2 = 0.182$ )가 사전연구를 수행하여 얻은 에너지보정유량(ECM)에 대한 모형의 적합도( $R^2 = 0.180$ )보다 다소 우수하였는데 이는 Godden 등(2001)의 연구에서 수행한 모형의 적합도의 경우와 일치하는 결과로 해석된다. FCM에 영향을 주는 요인들을 살펴볼 때, MUN과 산차간에서 유의적인 상호작용 효과가 있는 것으로 추정되었는데 특히 초산우에서보다 경산우에서 FCM이 많을수록 MUN 함량이 많은 것으로 추정되었다(Table 4). 계절별로는 봄(3~월)에 유량이 가장 많았으며 겨울(12~월)에 가장 적은 것으로 추정되었다. 유량은 비유시기에 따라 선형 또는 비선형으로 감소하고 있었으며 이는 분석에 이용된 자료가 비유 75일 이후 검정일 자료를 이용하였기 때문에 선형의 감소가 큰 것으로 분석되었다. 또한 이들간의 관계를 MUN 함량에 대한 구간을 설정한 후 MUN 함량 구간별 FCM를 살펴본 결과, 이들간에는 비선형관계가 있는 것을 알 수 있었으며(Fig. 2) MUN 21~4mg/dl에서 비유량이 가장 많은 것으로 추정되었다. 이러한 MUN과 유량과의 정의 상관 관계는 많은 타 연구결과와 일치하는 결과로 해석된다(Carlsson 등, 1995; Oltner 등, 1985). 반면에 Baker 등(1995)

Table 4. Solutions of mixed model describing the association of parity, parturition year, season, days in milk(DIM), and interaction between parity and MUN for fat corrected milk in Korean Holstein cattle(N=849,450)

Effect	Level	Estimate	SE	P value
Intercept		34.902	0.160	0.0001
Parity				
	1	- 0.197	0.098	0.0446
	2	0.110	0.097	0.2572
	3	0.404	0.103	0.0001
	4	0.465	0.114	0.0001
	5	Referent		
Parturition year				
	1999	- 3.275	0.041	0.0001
	2000	- 2.731	0.024	0.0001
	2001	- 0.671	0.020	0.0001
	2002	Referent		
Season				
	Mar.- May	0.521	0.022	0.0001
	Jun.- Aug.	0.280	0.023	0.0001
	Sep.- Nov.	0.212	0.023	0.0001
	Dec.- Feb.	Referent		
DIM				
	Linear	- 5.119E-02	7.871E-04	0.0001
	Quadratic	2.573E-05	2.070E-06	0.0001
MUN*Parity				
	1	0.011	0.003	0.0003
	2	0.087	0.003	0.0001
	3	0.103	0.004	0.0001
	4	0.095	0.005	0.0001
	5	0.084	0.005	0.0001

은 이들간에는 서로 관련성이 없는 것으로 보고하였다. 유량이 MUN과의 정의 관계를 갖는다는 것은 단백질 사료의 섭취가 증가함에 따라 기인된 것으로 해석되어진다(Oldham, 1984). Macleod 등(1984)은 단백질 급여수준의 증가는 건물섭취량을 증가시키고 결과적으로 에너지 섭취량을 증가시키는 효과가 있다고 보고하였다. 그러나 간에서 암모니아로부터 요소로 전이되는데 약 12Kcal/g의 에너지가 필요한데(Van Soest, 1999) 이는 결과적으로 유생산

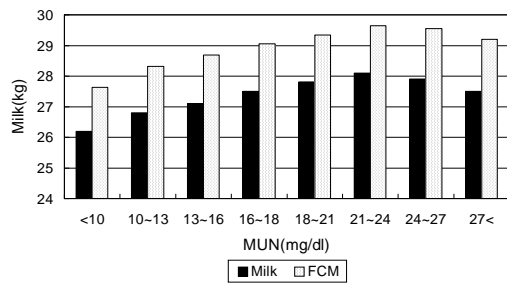


Fig. 2. Trends of whole milk and fat corrected milk yields(FCM) by classes of milk urea nitrogen.

량을 감소시키는 결과를 초래한다. Vandehaar (1998)의 연구결과에 의하면 단백질의 2% 과다 급여시 0.36Mcal/d의 에너지 손실이 발생한다고 보고하였으며 또한 기타 많은 연구 결과에서도 단백질 섭취량과 MUN 및 에너지 불균형 문제를 지적하였다(Broderick and Clayton, 1997; Ismail 등, 1996). 그는 또한 단백질 급여수준 증가에 따른 에너지 균형을 위한 요소 생합성 증가 및 사료이용효율 감소는 건물섭취량 증가 및 에너지 효율 증가 효과보다 더욱 크기 때문에 전체적으로는 유생산 효율이 감소한다고 보고하였다. 본 연구의 결과로 볼 때 우리나라 대부분의 농장에서는 단백질을 과다 급여하고 또 급여 단백질의 형태도 반추위내 분해 가능 단백질인 RDP (Rumen Degradable Protein)와 비단백태 질소화합물(Non-Protein Nitrogen)의 급여가 많을 수 있기 때문에 우유내 요질소 함량을 높이는 원인이라고 추론된다. 그러나 이와 같은 단백질의 충분 급여는 젖소의 건물섭취량을 증진시키어 체내 에너지 공급량이 증가하고 따라서 우유내 요질소 함량이 증가하기도 하였지만, 전반적으로 산유량도 증가하는 요인이 되었다고 판단된다. 일본 북해도 지방을 연구한 Nishibu(1998)는 일일 산유량 30Kg까지는 MUN이 감소하다가 그 이후로 일정하게 유지되는 경향을 보였다고 하였다. 이는 꾸준한 유전적 개량을 통한 산유량 증진 효과라고 볼 수 있는 반면에 우리나라의 경우 일일 생산량이 30Kg 이하에서도 MUN이 산유량 증가와 함께 동시에 증가한 것은 과도한 농후사료 급여에 의한 무리한 산유량 증진 시도라고 볼 수 있으며 개체간 사료 이용 효율도 낮을 것으로 추론된다. 본 연구는 사료성분별 사료섭취량과 유생산 및 MUN 함량과의 관계보다는 비영양적 사양환경요인 및 착유우의 개체별 요인에 중점을 두고 연구하였기 때문에 구체적으로 분명하게 고찰하기가 어려운 점이 있다. 그러나 개체별 요인, 계절 및 검정일 등이 개체의 사료섭취량과 관련이 있다면

이는 간접적으로 추론할 수 있는 내용이라 생각된다.

### 3. MUN과 체세포지수와의 관계

체세포 지수(SCS)와 MUN 함량과의 관계를 기타의 환경요인들을 포함하는 혼합모형을 설정하고 SAS 통계분석을 통하여 알아보았다. 모형설정에서 체세포 수의 자료분포가 정규성에 크게 위배되기 때문에 체세포 지수로 변환 ( $SCS = \ln \left( \frac{SCC}{100,000} \right) + 3$ )하여 분석모형을 설정, 분석을 실시하였다. 분석결과, 산차가 증가할수록 SCS의 측정치는 증가하는 경향을 보였으며 분만 년도별 SCS는 별 차이가 없는 것으로 추정되었다(Table 5). 계절별로는 타 계절보다는 가을철에 SCS가 낮은 것으로 추정되었다. 산차별 MUN 측정치가 SCS에 영향을 주는 정도를 살펴보면 모든 산차에서 MUN 측정치가 높을수록 SCS는 낮게 추정되었다( $P < 0.01$ ). 이를 살펴보기 위하여 MUN 측정치와 SCS의 관계를 도표로 살펴본 결과(Fig. 3) 이들 간에는 비선형 관계가 존재하여 MUN 측정치 21~24mg/dl에서 SCS가 가장 적은 것으로 추정되었다. Johnson과 Young(2003) 및 Godden(2001)도 본 연구와 비슷한 결과를 보고하였으나 Eicher 등(1999)은 체세포 수와 MUN간 상관관계가 없다고 보고하여 앞으로 이 점에서 더 많은 연구가 필요하다고 사료된다.

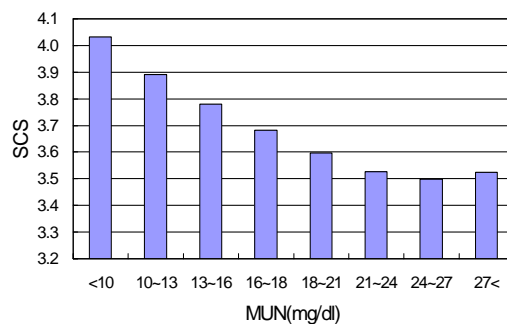


Fig. 3. Trends of somatic cell scores by classes of milk urea nitrogen.

Table 5. Solutions of mixed model describing the association of parity, parturition year, season, days in milk(DIM), and interaction between parity and MUN for somatic cell scores of milk in Korean Holstein cattle(N=848,801)

Effect	Level	Estimate	SE	P value
Intercept		3.829	0.036	0.0001
Parity				
	1	- 1.710	0.022	0.0001
	2	- 0.921	0.022	0.0001
	3	- 0.499	0.023	0.0001
	4	- 0.179	0.026	0.0001
	5	Referent		
Parturition year				
	1999	0.275	0.009	0.0001
	2000	0.241	0.005	0.0001
	2001	0.125	0.005	0.0001
	2002	Referent		
Season				
	Mar.- May	- 0.011	0.005	0.0377
	Jun.- Aug.	- 0.020	0.005	0.0002
	Sep.- Nov.	- 0.077	0.005	0.0001
	Dec.- Feb.	Referent		
DIM				
	Linear	4.634E-03	1.780E-04	0.0001
	Quadratic	- 3.601E-06	4.700E-07	0.0001
MUN*Parity				
	1	- 1.465 <sup>(1)</sup>	0.072 <sup>(1)</sup>	0.0001
	2	- 3.085	0.068	0.0001
	3	- 3.673	0.080	0.0001
	4	- 4.364	0.102	0.0001
	5	- 4.323	0.103	0.0001

<sup>(1)</sup> estimates X 10<sup>-2</sup>

#### 4. MUN과 유지방울 및 유단백울과의 관계

유지방울 및 유단백울은 각 유기별, 분만년도별, 계절별 및 착유일에 따라 크게 영향받고 있는 것으로 조사되었다(Table 6 및 Table 7). 특히 계절별로는 여름철에 유지방울 및 유단백울이 가장 낮은 것으로 조사되었는데 여름철에 MUN이 증가하는 반면 유단백울 및 유지방울이 감소한다고 한 Carlsson 등

(1995) 및 Ferguson 등(1997)의 보고와 일치하는 결과를 나타내었다. 검정일별 유단백울의 변화를 살펴보면 유단백울에 대한 비유일의 이차항 추정치가 부의 관계가 있는 것으로 추정되어 비유일이 경과됨에 따라 유단백울이 점차 감소하고 있는 것으로 사료된다. 각 산차별 MUN과 유단백울과의 관계를 살펴보면 모든 산차에서 MUN이 증가함에 따라 유단백울은 감소하고 있는 것으로 추정되었으



Table 6. Solutions of mixed model describing the association of parity, parturition year, season, days in milk(DIM), and interaction between parity and MUN for milk fat percentage in Korean Holstein cattle(N= 879,938)

Effect	Level	Estimate	SE	P value
Intercept		3.517	0.014	0.0001
Parity				
	1	0.120	0.008	0.0001
	2	0.117	0.008	0.0001
	3	0.086	0.009	0.0001
	4	0.043	0.010	0.0001
	5	Referent		
Parturition year				
	1999	- 0.091	0.003	0.0001
	2000	- 0.026	0.002	0.0001
	2001	- 0.008	0.002	0.0001
	2002	Referent		
Season				
	Mar.- May	- 0.134	0.002	0.0001
	Jun.- Aug.	- 0.293	0.002	0.0001
	Sep.- Nov.	- 0.107	0.002	0.0001
	Dec.- Feb.	Referent		
DIM				
	Linear	2.568E-03	6.649E-05	0.0001
	Quadratic	- 5.990E-07	1.700E-07	0.0006
MUN*Parity				
	1	2.171 <sup>(1)</sup>	0.268 <sup>(1)</sup>	0.0001
	2	1.924	0.255	0.0001
	3	1.145	0.300	0.0001
	4	1.712	0.382	0.0001
	5	2.178	0.384	0.0001

<sup>(1)</sup> estimates X 10<sup>-3</sup>

며 특히 이러한 감소의 크기는 3산차에서 가장 큰 것으로 추정되었다. 그러나 Broderic과 Clayton(1997)은 우유내 MUN 함량과 유단백질간에는 상관성이 존재하지 않는다고 보고하기도 하였다. MUN 함량과 유단백질과의 관계를 좀더 구체적으로 살펴보기 위하여 MUN을 8구간으로 분류한 후 각 구간별 유단백질을 살펴본 결과(Fig. 4) MUN의 증가에 따라 유단백질의 감소가 비선형적으로 감소하고

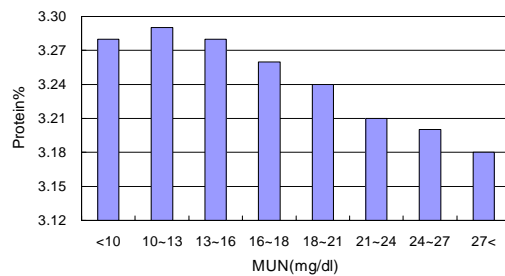


Fig. 4. Trends of milk protein percentage by classes of milk urea nitrogen(MUN).

Table 7. Solutions of mixed model describing the association of parity, parturition year, season, days in milk(DIM), and interaction between parity and MUN for milk protein percentage in Korean Holstein cattle(N= 882,273)

Effect	Level	Estimate	SE	P value
Intercept		2.953	0.006	0.0001
Parity				
	1	0.058	0.004	0.0001
	2	0.082	0.004	0.0001
	3	0.051	0.004	0.0001
	4	0.022	0.004	0.0001
	5	Referent		
Parturition year				
	1999	- 0.060	0.002	0.0001
	2000	0.000	0.001	0.8131
	2001	0.024	0.001	0.0001
	2002	Referent		
Season				
	Mar.- May	- 0.084	0.001	0.0001
	Jun.- Aug.	- 0.215	0.001	0.0001
	Sep.- Nov.	- 0.063	0.001	0.0001
	Dec.- Feb.	Referent		
DIM				
	Linear	2.271E-03	3.062E-05	0.0001
	Quadratic	- 1.297E-06	8.000E-08	0.0001
MUN*Parity				
	1	- 4.674 <sup>(1)</sup>	0.123 <sup>(1)</sup>	0.0001
	2	- 5.310	0.117	0.0001
	3	- 5.472	0.138	0.0001
	4	- 5.092	0.176	0.0001
	5	- 5.164	0.177	0.0001

<sup>(1)</sup> estimates X 10<sup>-3</sup>

있음을 알 수 있었다. 이는 사료내 에너지와 단백질의 균형적인 공급이 우유내 MUN과 유단백질의 비율에 지대한 영향을 미치며(문진산 등, 2002) 우유내 MUN 함량이 낮을수록 체내 질소 이용효율이 향상된다는 것을 의미하기도 한다(Johnson과 Young, 2003).

MUN 함량과 유지방율과의 관계는 Fig. 5에 제시된 바와 같이 MUN 수준이 13~ 5mg/dl에서 유지방율이 높았으며 이후 MUN 수준의 증가

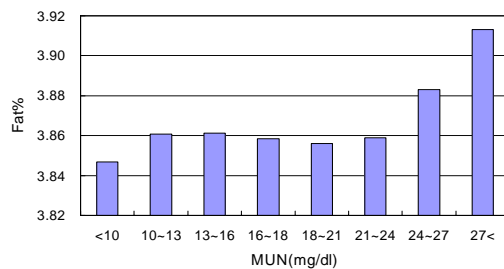


Fig. 5. Trends of milk fat percentage by classes of milk urea nitrogen(MUN).

에 따라 다시 감소하는 경향을 보여 Johnson과 Young(2003)의 결과와 같은 경향을 보였다. 그러나 본 연구에서는 MUN 함량이 24mg/dl 이상일 때 유지방율이 증가하는 경향을 보였으나 이 경우는 자료의 수가 상대적으로 적어 신뢰도가 미약하였다. Broderick과 Clayton(1997) 또한 유지방율과 MUN간에는 부의 상관관계가 있다고 보고하였으며 Jonker 등(1998)은 유지방율이 0.5% 내외로 변할 때 MUN이 약 1.70mg/dl 변할 수 있다고 하였다. 이에 Carlsson과 Bergstrom(1994)는 유지방율이 직접적으로 MUN 함량에 영향을 주기 때문일 수도 있으며 또는 영양소 간의 이용상 서로 간접적으로 영향을 미칠 수 있다고 추정하였다.

#### IV 요약

본 연구는 MUN 함량과 관련하는 사양관리적 요인 및 착유우 자체의 생리적으로인을 알아보고 또한 이것이 유생산 능력과 어떠한 관계가 있는지 알아보기 위하여 수행하였다. 본 연구에 이용된 자료는 1999년부터 2002년까지 농협중앙회에서 수행한 129,645두로부터 조사된 890,434 기록의 산유능력검정 자료를 이용하였으며 매 검정일 유량, 3.5% 지방보정유량, MUN함량 및 검정일 체세포 지수에 대한 최적 통계모형을 적합하여 이들간의 관계를 규명하였다. 분석 결과 여름철에 MUN 함량이 가장 높았다. 이러한 MUN 함량은 유량과 고도의 비선형적인 정의 관계가 있는 것으로 추정되었다. MUN 함량 21~4mg/dl에서 산유량이 가장 많았고 MUN 함량이 24mg/dl 이상일 경우에는 유량이 감소하는 경향을 보였다. 또한 MUN 함량은 산차와 상호 관련성이 있는 것으로 조사되었는데, 산차가 증가할수록 MUN 함량은 증가하였으며 3~산에서 MUN 함량이 많은 것으로 추정되었다. 또한 MUN 함량은 체세포 수와도 밀접한 관계가 있는 것으로 분석되었는데 MUN 함량이 21~4mg/dl에서 체세포 지수가 가장 적은 것으로 추정되었으며 MUN 함량과

SCS간에는 부의 상관관계가 있는 것으로 분석되었다. 유지방율 및 유단백율은 각 유기별, 분만년도별, 계절별, 착유일 및 우유내 요질소 함량에 따라 크게 영향을 받는 것으로 조사되었다. 여름철에 MUN이 증가하는 반면 유지방율 및 유단백율이 가장 낮은 것으로 조사되었다. 특히 유단백율은 비유일이 경과됨에 따라 점차 감소하였는데 각 산차별 MUN과 유단백율과의 관계는 모든 산차에서 MUN이 증가함에 따라 유단백율이 감소하였다. 특히 이러한 감소의 크기는 3산차에서 가장 큰 것으로 나타났다. 이는 사료내 에너지와 단백질의 균형적인 공급이 우유내 MUN과 유단백율의 비율에 지대한 영향을 미쳤기 때문인 것으로 사료되었다.

#### V 사 사

본 연구에 필요한 자료를 제공한 농협중앙회 젖소개량부 관계자에게 감사드립니다. 또한 본 연구는 농림부에서 시행한 “2000년도 농림수산 기술개발사업”의 연구비로 수행되었음을 밝힙니다.

#### VI 인용 문헌

1. Baker, L. D., Ferguson, J. D. and Chalupa, W. 1995. Responses in urea and true protein of milk to different protein feeding schemes for dairy cows. *J. Dairy Sci.* 78:2424-2434.
2. 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.
3. Carlsson, B. J., Bergstrom, J. and Pehrson, B. 1995. Variations with breed, age, season, yield, stage of lactation, and breed in the concentration of urea in bulk milk and individual cow's milk. *Acta Vet. Scand.* 36:245-254.
4. Chalupa, W. 1984. Discussion of protein symposium. *J. Dairy Sci.* 67:1134-1146.
5. Ferguson, J. D., Thomsen, N., Slesser, D. and Burris, D. 1997. Pennsylvania DHIA milk urea testing. *J. Dairy Sci.* 80(Suppl. 1):161.
6. Godden, S. M., Lissemore, K. D., Kelton, D. F., Leslie, K. E., Walton, J. S. and Lumsden, J. H.

2001. Factors associated with milk urea concentrations in Ontario dairy cows. *J. Dairy Sci.* 84: 107-114.
7. Ismail, A., Diab, K. and Hillers, J. K. 1996. Effect of selection for milk yield and dietary energy on yield traits; bovine somatotropin, and plasma urea nitrogen in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 79:682-688.
8. Johnson, R. G. and Young, A. J. 2003. The association between milk urea nitrogen and DHI production variables in western commercial dairy herds. *J. Dairy Sci.* 86:3008-3015.
9. Macleod, G. K., Grieve, D. G., McMillan, I. and Smith, G. C. 1984. Effect of varying protein and energy densities in complete rations. *J. Dairy Sci.* 67:1421-1429.
10. Nishibu, J. 1998. Current status of MUN utilization in Japan. Tokachi Federation of Agricultural Cooperative. Japan.
11. Nordlund, K. 1987. Adjusted corrected milk. *Bovine Proc.* 19:87-89.
12. Oldham, J. D. 1984. Protein-energy interrelationships in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 67:1090-1114.
13. Oltner, R., Emanuelson, M. and Wiltorsson, H. 1985. Urea concentrations in cows milk in relation to milk yield, live weight, lactation number and composition of feed given. *Livest. Prod. Sci.* 12: 45-57.
14. Vandehaar, M. J. 1998. Efficiency of nutrient use and relationship to profitability on dairy farms. *J. Dairy Sci.* 81:272-282.
15. Van Soest, P. J. 1994. *Nutritional Ecology of the Ruminant.* Cornell University Press. Ithaca, New York.
16. 문진산, 주이석, 강현미, 장금찬, 김종만, 이보균, 박용호, 손창호. 2002. 젖소의 우유 중 단백질과 요소태질소 측정에 의한 사료의 에너지와 단백질 균형 상태 예측. *동물자원지* 44(5):573-584. (접수일자 : 2003. 12. 4. / 채택일자 : 2004. 5. 11.)