

# 착유우의 사료섭취량과 음수량이 산유량과 분뇨 배설량에 미치는 영향

최동윤 ·곽정훈 · 박치호 · 정광화 · 김재환 · 유용희 · 양창범 · 최홍림\* · 안희권\*\*

농촌진흥청 축산연구소

## Effect of Feed Intake and Water Consumption on Milk Yield and Manure Production in Milking Cows

Choi, D. Y., Kwag, J. H., Park, C. H., Jeong, K. H., Kim, J. H., Yoo, Y. H., Yang, C. B., Choi, H. L.\* and Ahn, H. K.\*\*

National Livestock Research Institute, R.D.A., Suwon, 441-350, Korea

### Summary

This experiment was conducted to determine the effect of feed intake and water consumption on milk yield and manure production in milking cows. The average feed intake(dry matter) of milking cows were 19.5kg/hd/d. Spring(23.9kg) and fall(22.1kg) feed intake rates when higher than in the summer(17.0kg) and winter(15.3kg/hd/d). The average water consumption of milking cows were 77.2 l /hd/d. Summer showed the highest value(85.5 l /hd/d) and winter showed the lowest value(62.2 l /hd/d). The average milk yield during spring, summer, fall, and winter was 30.8, 24.0, 25.4, and 23.7kg/hd/d, respectively. Milk yield during spring was found to be statistically greater than for the other seasons. Manure production of milking cows during spring, summer, fall, and winter was 64.4, 63.5, 60.4, and 51.0kg/hd/d, respectively. Consequently, a relatively high correlation between milk yield and water consumption( $R^2=0.7742$ ), milk yield and feed intake( $R^2=0.7459$ ), water consumption and urine production( $R^2=0.7422$ ), feed intake and feces production( $R^2=0.6044$ ), and milk yield and feces production( $R^2=0.6920$ ) were observed in milking cows. The other hand, correlation between water consumption and feces production( $R^2=0.2950$ ), feed intake and urine production ( $R^2=0.1985$ ), and milk yield and urine production( $R^2=0.2335$ ) were found to be relatively low. Therefore, correlation equation between milk yield and feed intake, milk yield and water consumption can be estimated from :  $Y=0.1919X_1+11.181$  ( $R^2=0.7742$ ),  $Y=0.8568X_2+ 9.3067$ ( $R^2=0.7459$ )( $Y$ =milk yield,  $X_1$ =water consumption,  $X_2$ =feed intake).

(Key words : Dairy cattle, Milking cow, Manure production, Milk yield, Feed intake, Water consumption)<sup>1)</sup>

\* School of Agricultural Biotechnology, Seoul National University

\*\* Department of Agricultural and Biosystems Engineering, Iowa State University

Corresponding author : Choi, D. Y. Livestock Environment Division, National Livestock Research Institute, R.D.A. 564 Omokchundong, Suwon, Gyeonggido, Korea. Tel : 031-290-1715, E-mail : cdy5760@rda.go.kr

## 서 론

낙농업에 있어서 우유생산은 목장자체의 경영과 수익을 좌우하는 가장 중요한 생산물일 것이다. 2005년 기준으로 우리나라의 젖소 사육두수는 479천두로 이중 50%가 우유를 생산할 수 있는 경산우로 추정된다. 일반적으로 우유를 많이 생산하는 고능력우일수록 사료섭취량이 많고 이에 따라 분뇨배설량도 많은 것으로 알려져 있다. 가축에 있어서 물의 섭취는 대단히 중요하며, 계절, 온도, 습도 변화에 의해 음수량의 차이가 난다고 볼 수 있다. 고온다습한 여름철에는 물의 섭취가 많아지는데 여름철에 음수량이 많은 원인이 외부온도와 밀접한 관련이 있는 것으로 보이며, 계절에 따라 음수량의 차이가 나타나는 것은 체온을 떨어뜨리거나 올리기 위한 생리적 작용에 의한 것으로 판단된다. Hart (1955)는 환경온도와 우유의 음수량과의 관계를 홀스타인 3두를 공시하여 조사한 결과, 환경온도 10℃일 때의 음수량은 67.4ℓ, 15℃일때 67.9ℓ, 25℃일때 72.9ℓ, 35℃일때 83.6ℓ의 물을 섭취하는 것으로 나타나, 환경온도가 올라갈수록 물의 섭취량은 증가하는 것으로 보고하였다. Adams 등(1995)은 젖소의 물 섭취량이 송아지, 육성우, 건유우, 착유우 등 성장단계에 따라 다르며, 임신 6~9개월의 건유우가 일일 섭취하는 음수량은 26.5~49.2ℓ라고 보고하였고, 육성우의 경우, 5개월령은 14.4~17.4ℓ의 물을 섭취하고, 15~18개월령은 22.3~26.9ℓ, 18~24개월령은 27.6~36.3ℓ의 물을 섭취하는 것으로 보고하였다. 물은 가축이 원하는 만큼 먹어야 하며, 채식량에 영향을 주고, 배분, 배뇨 및 성장에 영향을 미치고, 축사의 청소 작업에도 영향을 준다. 가축은 음수량이 많으면 건물섭취량이 증가하고 생산력도 증가한다. 어린 가축에 필요음수량을 급여치 않으면 식욕감퇴를 일으키고, 젖소에서는 산유량이 감소한다.

젖소의 채식량, 음수량 및 산유량은 외부환경 조건뿐만 아니라 서로 간에 밀접한 관계가 있다. 홀스타인 육성우는 건물 1kg 섭취당 3.2~4.9ℓ의 물을 소비한다고 하며, 홀스타인 송아지(80일령)는 사료 1kg 섭취당 평균 1.8ℓ의 물을 섭취한다. 또한 젖소는 1.8ℓ의 우유를 생산하기 위해서는 5.4ℓ의 물이 필요하다고 한다(한 등, 1978). 사료가 물 섭취에 영향을 미치는 요인을 보면 단백질 섭취가 높을 때, 저단백질 사료보다 물 소비량이 27% 증가한다고 하며 사일리지 섭취시에 물 섭취량이 높고, 배뇨량도 증가하며, 소금 섭취 시에는 물 섭취량이 22~100% 증가한다고 하였다(Crampton, 1969). 따라서 물은 채식량에 영향을 주고, 배분, 배뇨 및 성장에 영향을 미치고, 축사의 청소 작업에도 영향을 준다고 할 수 있다. 한과 하(1989)가 홀스타인 젖소 송아지 6~12주령, 16~26주령, 임신한 육성우, 착유우(유량 9~22.5kg), 착유우(유량 36kg) 및 건유우를 대상으로 일일 음수량을 조사한 결과, 각각 4~9ℓ, 11~22ℓ, 27~32ℓ, 29~82ℓ, 86ℓ, 41ℓ였다고 보고한 바 있다. 육(1993)은 외부기온이 10~15℃이고, 산유량이 36kg인 홀스타인 착유우의 일일 필요수분량은 86.2ℓ에 달하며, 같은 외부기온일 때 건유우와 육성우의 일일 필요 음수량은 건물기준으로 사료 1kg 섭취에 3.6ℓ의 물이 필요하다고 보고한 바 있어, 외부기온과 사료섭취량에 따라 음수량에 차이가 나타난다고 보았다. Grant(1994)는 음수 행동에 영향을 미치는 여러 가지 요인을 조사하였는데, 여기에는 사료섭취 패턴, 물의 온도, 급수장치 형태, 개체간의 우위, 송아지의 미네랄 요구량 등이 있다고 보고하였다. 또한 젖소에게 있어서 외부온도와 습도는 음수 섭취에 많은 영향을 주며(Linn, 1991), 뜨겁고 건조한 기상조건은 증발작용과 배뇨작용을 통하여 수분손실을 증가시키는 반면에 분을 통하여 수분손실을 감소시킨다고 보고

하였다(Beede, 1991). 따라서 본 연구는 홀스타인 젖소 착유우의 사료섭취량과 음수량이 산유량과 분뇨 배설량에 미치는 영향을 구명하기 위하여 수행하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 공시가축 및 시험장소

홀스타인 착유우를 계절별로 각각 6두씩 공시하여 축산연구소 유우사내 잠금장치(스탄첸)가 설치된 계류식 우사에서 개체별로 계류(규격 : 가로 123 × 세로 166cm) 하여 봄, 여름, 가을, 겨울에 걸쳐 각각 10일간 시험을 수행하였다.

### 2. 사료급여 및 섭취량 조사

착유우의 사료급여는 NRC 사양표준을 기준으로 하여 배합사료를 산유량의 50%, 조사료는 옥수수사일리지 30 kg, 목건초(오차드 그라스 위주) 3.0 kg을 오전, 오후 2회로 나누어 급여하였다. 사료섭취량은 섭취하고 남은 사료를 수거한 후 계량하여 측정하였다. 시험기간중 급여한 조사료와 농후사료의 성분은 Table 1 및 Table 2와 같다.

### 3. 음수량 조사

물은 자유 음수토록 하였고 개체별로 설치한 워터컵 밑부분의 수도관에 음수량을 측정할 수 있도록 유량계를 설치하여 섭취한 음수량을 매일 오전 10시에 측정하여 일일 음수량으로 추정하였다.

### 4. 산유량 조사

실험에 공시된 착유우의 산유량은 개체별로 유량을 측정하기 위하여 별도로 마련된

착유공간에서 바켓식 착유기를 이용하여 1일 2회(오전 5시~6시, 오후 5~6시) 착유를 실시한 후 유량을 계량하여 조사하였다.

Table 1. The roughage composition of the experimental diets

Item	Corn silage	Hay
Moisture content(%)	76.88	16.75
Crude protein(%)	2.16	8.17
Crude fat(%)	1.67	1.79
Crude fiber(%)	7.04	28.64
Crude ash(%)	1.59	6.59

Table 2. Formula and nutrient composition of basal diet for milking cows

Ingredients	%
Corn	40.0
Wheat	-
Soy bean meal	11.0
Rapeseed meal	5.0
Corn germ meal	10.0
Corn gluten meal	7.0
Wheat bran	20.0
Alfalfa pellet	2.0
Defatted rice bran	-
Molasses	2.0
Fish meal	1.0
Calcium phosphate	0.4
Salt	0.2
Vitamin-Mineral Premix	1.0
Sodium bicarbonate	0.4
Total	100
Chemical composition <sup>1)</sup>	
Crude protein	18.0
TDN	72.0
Ca	0.4
P	0.4

<sup>1)</sup> Calculated value

5. 분뇨배설량 조사

분뇨배설량은 시험기간중 매일 오전 10시에 개체별로 조사를 하였으며 분은 젖소의 후구위치의 분뇨구 피트가 설치된 장소에 분수집통(규격 : 너비 75 × 길이 120 × 깊이 60cm)을 설치하여 분량을 계량하여 측정하였고, 뇨는 요도구에 카테타(Eschmannm Healthcare Hythe, Kent, England CT21 6JL)를 부착하여 배뇨량 전부를 뇨통에 수집한 후 뇨량을 계량하여 측정하였다.

6. 우사 내 환경(온도·습도) 조사

시험기간 중 온도와 습도는 시험우사 내에 온습도계(SATO Model)를 설치하여 조사하였으며, 시험기간 중 온도와 습도는 Table 3과 같다.

7. 통계처리

본 시험에서 얻어진 자료는 SAS package (1985)를 이용하여 통계분석 처리하였으며, 각 처리 평균 간의 유의성 검정은 General Linear Model을 이용하여 Duncan (1955)의 Multiple Range Test로 수행하였다.

결과 및 고찰

1. 사료섭취량, 음수량과 산유량과의 상관관계

시험기간 중 착유우의 음수량 및 산유량은 Table 4에서 보는 바와 같다. 두당 일일 음수량은 평균 77.2ℓ로 겨울이 62.2ℓ로 가장 낮은 음수량을 보인 반면, 여름에는 85.5ℓ의 음수량을 나타내 겨울보다 약 37%정도 증가하였으나 유의차는 보이지 않았다. 시험에 공시된 착유우의 평균 산유량은 26.0 kg으로 봄이 30.8 kg, 여름 24.0 kg, 가을 25.4 kg, 겨울 23.7 kg으로 나타나 대체적으로 여름, 가을, 겨울의 산유량이 봄에 비해 낮은 산유량

Table 3. Ambient temperature and relative humidity during the experimental period

Season	Ambient temperature(°C)			Relativehumidity (%)
	Min.	Max.	Average	
Spring	10.4	23.5	16.3	67
Summer	16.3	29.8	25.4	81
Fall	4.8	15.5	9.7	76
Winter	-5.6	4.6	-0.8	66

Table 4. The feed intake, water consumption and milk yields of milking cows during experimental period<sup>1)</sup>  
(Unit : kg·ℓ/head/day)

Item	Spring	Summer	Fall	Winter	Mean
Feed intake (DM basis)	23.9± 3.0	17.0± 2.3	22.1± 3.7	15.3± 1.9	19.5± 4.5
Water consumption	84.8±24.9	85.5±16.5	76.1±10.0	62.2±20.4	77.2±20.3
Milk yield	30.8± 3.4	24.0± 1.9	25.4± 4.8	23.7± 3.6	26.0± 4.4

<sup>1)</sup> mean ± S.D.

을 나타내었다. 한과 하(1989)는 물섭취에 영향을 미치는 요인은 상대습도가 75%이고 기온이 24℃ 이하에서는 물섭취에 영향을 미치지 않았다고 하였으나, 본 시험기간중 여름은 평균온도 25.4℃, 상대습도 81%를 나타내어, 여름철에 음수량이 많은 원인이 외부온도와 밀접한 관련이 있는 것으로 보이며, 계절별 음수량의 차이는 체온을 떨어뜨리거나 올리기 위한 생리적 작용에 의한 것으로 판단된다.

물은 동물체 조성의 2/3를 차지하고 있으며, 체내에서 다양한 기능을 가지고 있다. 동물체를 구성하는 성분중에 물이 차지하는 비율은 품종, 나이, 급여사료 등에 따라 차이가 있으나, 일반적으로 체수분은 70%를 보유하고 있으며 어린가축은 35~90%까지 물로 되어 있다. 본시험에서의 착유우 음수량과 산유량간의 상관관계를 보면  $R^2=0.7742$ 로서 음수량이 산유량에 영향을 미치는 것으로 판단된다(Fig. 1). 육(1993)은 산유량이 36kg인 홀스타인 착유우의 일일 필요 수분량은 86.2ℓ라고 보고하여 본 연구결과와 비슷한 경향을 나타내고 있었으며, Hart(1955)는 환경온도가 올라갈수록 물의 섭취량은 증가하는 것으로 보고하였다.

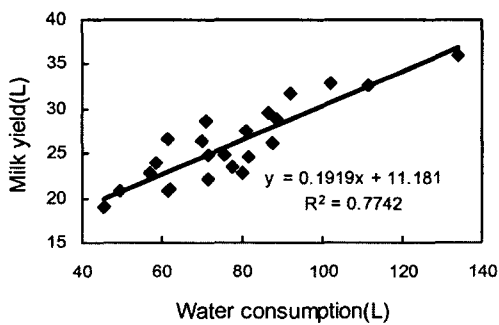


Fig. 1. Correlation between water consumption and milk yield in milking cows.

사료섭취량과 산유량은 Table 4에서 보는 바와 같이, 사료섭취량은 건물기준으로 일일

평균 19.5 kg을 섭취하는 것으로 조사되었으며, 계절별로는 여름과 겨울의 섭취량이 각각 17.0, 15.3 kg으로 낮았으며, 봄과 가을의 섭취량이 각각 23.9, 22.1 kg으로 높은 섭취량을 보였다. 시험기간 중 사료섭취량과 산유량을 비교해 본 결과, 서로 밀접한 관계를 나타내고 있었다. 즉, 사료섭취량이 15.3 kg으로 가장 낮은 겨울의 산유량이 23.7 kg인 반면, 사료섭취량이 23.9 kg으로 가장 높았던 봄의 산유량은 30.8 kg으로 가장 높은 경향을 나타내고 있었다. 사료섭취량과 산유량과의 상관관계를 살펴보면  $R^2=0.7459$ 로 사료섭취량이 산유량에 영향을 미치는 것으로 나타났다(Fig. 2). 이와 같은 결과는 한과 하(1989)의 젖소가 고온 환경에서는 체식량의 감퇴가 나타나고, 그 결과 산유량이 저하한다는 보고와 비슷한 경향이였다.

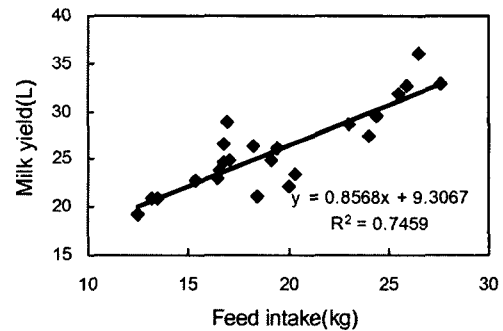


Fig. 2. Correlation between feed intake and milk yield in milking cows.

따라서 산유량과 음수량, 산유량과 사료섭취량의 상관관계식을 다음과 같이 추정할 수 있다.

$$Y = 0.1919X_1 + 11.181(R^2=0.7742)$$

$$Y = 0.8568X_2 + 9.3067(R^2=0.7459)$$

여기에서

Y : milk yield

$X_1$  : water consumption

$X_2$  : feed intake

Table 5. The fresh manure production of milking cows at different seasons<sup>1,2)</sup>

Item		Spring	Summer	Fall	Winter	Mean
Manure production (kg/head/day)	Feces	46.9±7.3 <sup>a</sup>	42.3± 8.5 <sup>ab</sup>	40.7±6.0 <sup>ab</sup>	35.7±5.4 <sup>b</sup>	41.4± 7.7
	Urine	17.5±4.9 <sup>a</sup>	21.2± 6.3 <sup>a</sup>	19.7±3.8 <sup>a</sup>	15.3±4.4 <sup>a</sup>	18.4± 5.2
	Total	64.4±8.5 <sup>a</sup>	63.5±12.3 <sup>a</sup>	60.4±4.3 <sup>ab</sup>	51.0±8.9 <sup>b</sup>	59.8±10.2

<sup>1)</sup> mean±S.D.

<sup>2)</sup> means with the same superscript letter within a row are not significantly different(p<0.05).

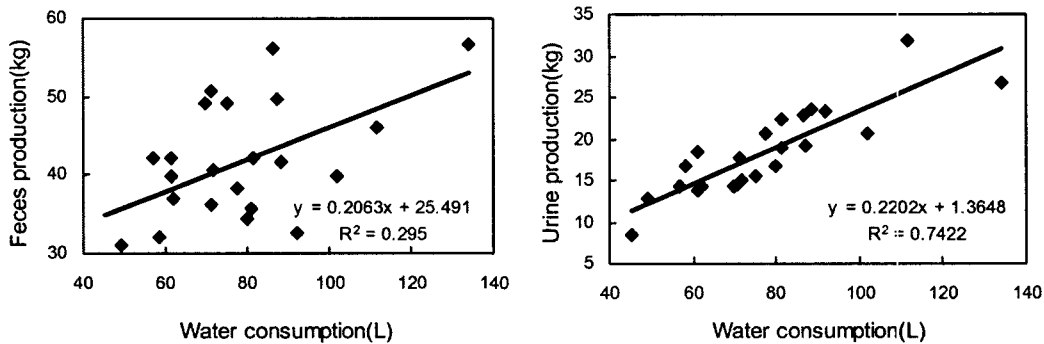


Fig. 3. Correlation between water consumption and feces and urine production in milking cows.

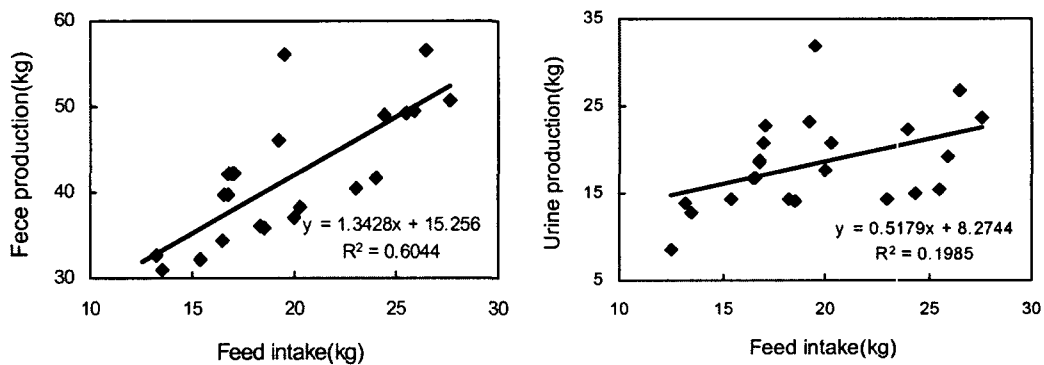


Fig. 4. Correlation between feed intake and feces and urine production in milking cows.

2. 음수량, 사료섭취량 및 산유량과 분뇨 배설량과의 상관관계

착유우의 계절별 분뇨배설량은 Table 5에서 보는 바와 같이 계절 간에 차이를 나타내었다. 착유우의 봄, 여름, 가을 및 겨울의 일일 분 배설량은 각각 46.9, 42.3, 40.7, 35.7 kg

으로 평균 분 배설량은 41.4 kg이었고 계절 간 차이를 나타내었다(p<0.05). 뇨의 일일 배설량은 각각 17.5, 21.2, 19.7, 15.3 kg으로 평균 뇨 배설량은 18.4 kg이었고 계절 간 차이를 나타내었으나 처리 간에 유의성은 인정되지 않았다. 따라서 착유우가 배설하는 일일 분뇨 배설량은 봄, 여름, 가을, 겨울 각각

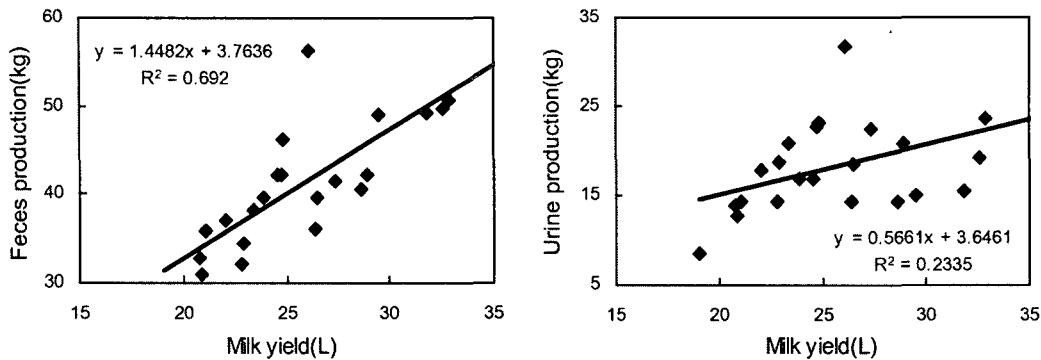


Fig. 5. Correlation between milk yield and feces and urine production in milking cows.

64.4, 63.5, 60.4, 51.0 kg으로 평균 59.8 kg이었고, 봄, 여름과 겨울 간에는 배설량에 차이가 나타났다( $p < 0.05$ ).

음수량과 분뇨 배설량, 사료 섭취량과 분뇨배설량, 산유량과 분뇨 배설량과의 상관관계를 분석해 본 결과, 음수량과 뇨 배설량( $R^2 = 0.7422$ ), 사료 섭취량과 분 배설량( $R^2 = 0.6044$ ), 산유량과 분 배설량( $R^2 = 0.6920$ )은 비교적 높았으나, 음수량과 분 배설량( $R^2 = 0.2950$ ), 사료섭취량과 뇨 배설량( $R^2 = 0.1985$ ), 산유량과 뇨 배설량( $R^2 = 0.2335$ )는 낮은 것으로 나타났다(Fig. 3, Fig. 4, Fig. 5). 따라서 산유량이 많은 개체와 사료섭취량이 많은 개체는 분 배설량이 많고, 음수량이 많은 개체는 뇨 배설량이 많은 것으로 나타났다.

### 적 요

본 실험은 우리나라에서 사육되고 있는 홀스타인 젖소 착유우의 사료 섭취량과 음수량이 산유량과 분뇨 배설량에 미치는 영향을 구명하기 위하여 수행하였다. 실험은 착유우 10두를 공시하여 수원축산연구소 낙농우사에서 봄, 여름, 가을, 겨울 등 4계절에 걸쳐 실시하였으며 그 결과는 다음과 같다.

1. 시험에 공시된 착유우의 건물섭취량은 평균 19.5 kg으로 봄과 가을이 각각 23.9, 22.1 kg으로 높았고, 여름과 겨울이 각각 17.0,

15.3 kg으로 낮은 섭취량을 보였다.

2. 착유우의 음수량은 평균 77.2 l로, 여름이 85.5 l로 가장 많았고 겨울이 62.2 l로 가장 낮았으나 계절별 유의차는 보이지 않았다.

3. 착유우의 산유량은 평균 26.0 kg으로 봄, 여름, 가을 및 겨울이 각각 30.8, 24.0, 25.4, 23.7 kg으로 봄의 산유량이 가장 높았다( $p < 0.05$ ).

4. 착유우의 분뇨 배설량을 계절별로 조사한 결과, 봄 64.4 kg, 여름 63.5 kg, 가을 60.4 kg, 겨울 51.0 kg으로 계절 간에 차이를 보였으며( $p < 0.05$ ), 전체 평균 분뇨 배설량은 59.8 kg이었다.

5. 착유우의 사료섭취량, 음수량, 산유량 및 분뇨 배설량과의 상관관계를 분석한 결과, 산유량과 음수량( $R^2 = 0.7742$ ), 산유량과 사료 섭취량( $R^2 = 0.7459$ ), 음수량과 뇨 배설량( $R^2 = 0.7422$ ), 사료 섭취량과 분 배설량( $R^2 = 0.6044$ ), 산유량과 분 배설량( $R^2 = 0.692$ )의 상관관계가 비교적 높았으나, 음수량과 분 배설량( $R^2 = 0.2950$ ), 사료 섭취량과 뇨 배설량( $R^2 = 0.1985$ ), 산유량과 뇨 배설량( $R^2 = 0.2335$ )의 상관관계는 낮게 나타났다.

6. 따라서 산유량과 음수량, 산유량과 사료 섭취량의 상관관계식은  $Y = 0.1919X_1 + 11.181$  ( $R^2 = 0.7742$ ),  $Y = 0.8568X_2 + 9.3067$  ( $R^2 = 0.7459$ ) ( $Y = \text{milk yield}$ ,  $X_1 = \text{water consumption}$ ,  $X_2 = \text{feed}$ )

intake)로 추정할 수 있다.

### 인 용 문 헌

1. Adams, R. S., et al. 1995. Calculating Drinking Water Intake for Lactating Cows. Dairy Reference Manual(NRAES-63). Ithaca, NY: Northeast Regional Agricultural Engineering Service.
2. Beede, D. K. 1991. Water for Dairy Cattle: Quality and Cooling Effects. Proceedings from the Southwest Nutrition and Management Conference. University of Arizona.
3. Crampton, E. W. 1969. Applied Animal Nutrition, W. H. Freeman Company. San Francisco.
4. Duncan, D. B. 1955. Multiple range and multiple F test. Biometeic. 11:1.
5. Grant, R. 1994. Water Quality and Requirements for Dairy Cattle. Greenlands Nutrition, Barton, Preston. UK.
6. Hart, G. H. 1955. Climate stress in animal health, Texas.
7. Linn, J. G. 1991. Water Quality for Dairy and Beef Cattle. Proceedings from the Four State Applied Nutrition Conference. Lacrosse, WI.
8. SAS. 1985. User's guide ; Statistics Analysis System. Inst. Cary. NC.
9. SAS. 1992. Manure Production and Characteristics. American Society of Agricultural Engineers, Data Adapted from A.S.A.E. Standards D348.1.
10. 농림부. 2000. 가축분뇨자원화 및 이용기술개발 최종연구보고서.
11. 육종룡. 1993. 가축관리학, 가축환경관리. pp. 73~74.
12. 축산연구소. 1996. 표준사료성분분석법.
13. 한인규, 하종규. 1989. 사양관리핸드북, 환경과 축사. pp. 173~176.
14. 한인규, 김정인, 김종곤, 김창원, 원용택, 윤재인, 조홍래, 최창해, 한희언. 1979. 사양관리핸드북, 환경과 축사. pp. 123~125.