

## 조사료 급여 수준이 Holstein 착유우의 산유 특성에 미치는 영향

이배훈<sup>1</sup> · Ghassemi Nejad Jalil<sup>1</sup> · 김현섭<sup>2</sup> · 성경일<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>강원대학교 동물생명과학대학, <sup>2</sup>농촌진흥청 국립축산과학원

## Effect of Forage Feeding Level on the Milk Production Characteristics of Holstein Lactating Cows

Bae Hoon Lee<sup>1</sup>, Jalil Ghassemi Nejad<sup>1</sup>, Hyeon Shup Kim<sup>2</sup> and Kyung Il Sung<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>College of Animal Life Science, Kangwon National University, Chuncheon, 200-701, Korea,

<sup>2</sup>National Institute of Animal Science, RDA

### ABSTRACT

This study was performed on two groups (10 cows) for primiparous Holstein lactating cows (av. 98 days in milk : DIM) which were divided into low forage diet (LF) and high forage diet (HF) groups based on forage : concentrate ratio (F : C ratio). The F : C ratios of LF and HF groups were 37:63 and 62:38, respectively. Concentrate intake was significantly higher in the LF group than the HF group whereas the HF group showed higher forage intake (12.9 kg) compared to the LF group (7.4 kg) ( $p < 0.05$ ). No significant difference was observed in total feed intake between the HF (20.9 kg) and LF (19.4 kg) group ( $p > 0.05$ ), but the HF group tended to be higher. CP, TDN and NE<sub>L</sub> intake showed no significant difference between the two groups ( $p > 0.05$ ). Though, there was no significant difference on actual milk between the two groups (26 vs. 23.9 kg/d,  $p > 0.05$ ), the LF group tended to be higher. 4% FCMs of LF and HF groups were 22.8 and 22.3 kg/d, respectively, and showed no significant difference ( $p > 0.05$ ). The HF group was higher in fat content and lower in MUN. C14:0, C16:0 and C16:1n7 of milk fatty acid were significantly higher in the HF group ( $p < 0.05$ ), but there were no differences in other milk fatty acids between the two groups. As a result, increasing high quality forage such as BIRG silage and hay in the diet will not only fulfill nutrient requirements but also reduce milk production.

(Key words : Forage concentration, Feed intake, Milk, Composition, Fatty acid)

### I. 서 론

우리나라 젖소는 평균 산차가 2.9산으로 (Baek et al., 2011) 우유생산 능력이 최대로 발휘되는 3~4산 이전에 도태되고 있다. 젖소의 산차가 낮은 주 원인은 발정지연, 무발정, 수태불량 등의 번식장애에 기인하고 있으며 (Baek et al., 2011), 이러한 번식장애는 양질의 조사료의 급여수준이 증가함에 따라 감소한다고 보고하고 있다. 또한 젖소에 양질의 조사료 급여는 소화기 장애 (식욕부진, 설사, 식체 등) 및 대사질병 (케토시스, 요석증 등)의 발생을 억제하여 (浜田, 1984) 젖소농가의 생산비 절감에 기여할 수 있다. 이를 위하여 현재 우리나라 젖소에서의 조사료 : 농후사료의 비율 (조 : 농비)을 45:55에서 양질의 조사료 급여를 통하여

60:40으로 증가시키는 것이 무엇보다도 중요하다 (Kim, 2011; Sung, 2011).

양질 조사료의 급여비율을 높이기 위한 방안으로 수입건초는 젖소 농가가 시중에서 쉽게 구입하여 급여할 수 있는 장점이 있어 조 : 농비 개선에 효과적이다. 반면 국내산 조사료 (사일리지)는 조사료 재배면적이 부족하고 생산부터 조제까지의 관리가 요구되는 단점이 있어 단시간 내에 조 : 농비 개선에는 어려움이 있다. 근래에 남부지방에서 총채보리 (whole crop barley, WCB), 이탈리아 라이그라스 (italian ryegrass, IRG) 및 WCB와 IRG 혼파 (WCB + IRG, BIRG)의 원형콘포 사일리지를 전국적으로 확대 공급하고 있다. WCB나 IRG의 영양소 및 TDN 함량은 수입조사료인 티모시 및 톨페스큐 건초와 비교했을 때 다소 낮거나 비슷

\* Corresponding author : Kyung Il Sung, Department of Animal Life System, College of Animal Life Sciences, Kangwon National University, Chuncheon, Kangwon, 200-701, Korea, Tel: +82-33-250-8635, Fax: +82-33-242-4540, E-mail: kisung@kangwon.ac.kr

한 수준이나(Noh et al., 2009), 가격은 저렴한 편이다(Kim, 2011). 또한 BIRG는 수량이나 영양소 면에서 WCB나 IRG 단과보다 유리하여(Seo et al., 2010) 재배면적이 증가하고 있으며 BIRG를 사일리지로 조제할 경우 수입건초의 대체효과 및 농후사료 절감에도 기여할 것으로 사료된다. 이상에서 젖소의 산차 개선 및 질병억제를 위해서는 수입건초는 물론 국내산 조사료의 급여비용을 높이는 일이 시급하다.

따라서 본 연구는 BIRG 사일리지와 수입건초를 이용하여 조:농비가 다른 TMR 급여가 Holstein 착유소의 사료섭취량, 산유량, 산유성분 및 유지방산에 미치는 영향에 대하여 검토하였다.

## II. 재료 및 방법

### 1. 공시우 및 사료급여

시험기간은 2011년 5월부터 11월까지 7개월 간이었으며, 공시우는 1산의 Holstein 착유소(평균 비유일수 98일±68; 평균 체중 439 kg±36) 10두였다. 조:농비에 따라 low forage (LF)구(비유일수 92일±85일)와 high forage (HF)구(비유일수 105일±56일)에 각각 5두씩 배치하였다. LF구는 조:농비가 37:63로 BIRG 사일리지와 혼합건초를 포함한 조사료의 급여량을 줄인 반면 농후사료를 다량 급여하였다. HF구는 조:농비가 62:38로 농후사료 급여량을 줄인 반면 BIRG 사일리지와 혼합건초를 포함한 조사료를 다량 급여하였다. 두 처리에서 TMR 배합비 중 조사료에 해당하는 혼합건초 및 BIRG 사일리지 혼합비율은 LF구가 각각 15.4 및 6.4%, HF구가 각각 30.1 및 15.8%로 HF구에서 높았다(Table 1). BIRG 사일리지는 실험기간 동안 수분함량에 변이가 있었으며, 평균 수분함량은 57%, pH는 5.2로 발효품질이 양호하였다. BIRG 사일리지는 조단백질(CP: Crude protein) 함량 9.5%, NDF 함량 74.7%로 Seo et al. (2010)의 CP함량 10%와는 비슷하였으나 NDF 함량 50% 보다 높은 것이었다. 혼합사일리지도 실험기간 동안 외관상 수분함량에 변이가 있었다. TMR의 사료성분은 LF와 HF간에 차이가 없었으나(Table 1), NDF 함량은 LF구 62.6%, HF구 60.8%로 국내에서 유통되거나 자가 섬유질가공사료로 급여되는 사료 중 NDF 함량 40%(RDA, 2007)와 NRC (2001)에서의 권장수준인 25~33% 그리고 실제 연구결과(Whitlock et al., 2003; West et al., 1998; Khorasani et al., 2001; Weiss and Pinos-Rodriguez, 2009)의 22.3~42.0% 보다 높은 것이었다.

Table 1. Chemical composition of the LF and HF groups

	LF <sup>1)</sup>	HF <sup>1)</sup>
Ingredient Composition (%)		
Mixed silage <sup>2)</sup>	12.0	10.2
Mixed hay <sup>3)</sup>	15.5	30.0
BIRG <sup>1)</sup>	6.4	15.8
Commercial concentrate <sup>4)</sup>	61.9	39.7
Cracked corn	3.4	3.5
Sodium bicarbonate	0.4	0.4
Trace mineral salt	0.4	0.4
Chemical composition (% of DM)		
DM <sup>5)</sup>	65.9	66.0
Ash <sup>5)</sup>	13.9	10.6
CP <sup>5)</sup>	16.1	14.9
EE <sup>5)</sup>	3.2	3.9
CF <sup>5)</sup>	18.3	20.2
NDF <sup>5)</sup>	62.6	60.8
ADF <sup>5)</sup>	35.1	35.7
NFC <sup>6)</sup>	4.2	9.8
NFE	48.6	50.3
TDN <sup>7)</sup>	62.4	62.1
NE <sub>L</sub> <sup>8)</sup> , Mcal/kg	1.41	1.40

<sup>1)</sup> LF: low forage, HF: high forage, BIRG: whole crop barley + italian ryegrass.

<sup>2)</sup> Contains forage millet silage and sudan grass silage.

<sup>3)</sup> Contains alfalfa hay, klein grass hay, tall fescue hay, rice straw, italian ryegrass straw and tall fescue straw.

<sup>4)</sup> Contains corn flour, corn gluten feed, wheat bran, beet pulp and whole cottonseed.

<sup>5)</sup> DM: dry matter, Ash: crude ash, CP: crude protein, EE: ether extract, CF: crude fiber, NDF: neutral detergent fiber, ADF: acid detergent fiber.

<sup>6)</sup> NFC = non-fiber carbohydrates (NFC = 100 - (CP + NDF + EE + Ash).

<sup>7)</sup> Wardeh(1981).

<sup>8)</sup> Estimated from NRC (2001).

공시동물은 두 처리구 공히 군으로 사육하였으며, TMR은 매일농가에서 자가배합하여 1일 2회의 자유 채식으로 오전 및 오후 착유 후 급여하였다. 음수 및 mineral block은 자유채식하도록 하였다.

### 2. 조사항목

사료섭취량은 군별로 6월, 9월 및 11월 3회에 걸쳐 각각 2일 연속 측정하여 공시 두수로 나누어 개체 별 사료섭취

량으로 하였다. 사료의 성분분석을 위하여 시료를 채취하였으며, 채취한 시료는 열풍건조기에서 65℃로 72시간 건조 후 분쇄하여 분석에 이용하였다. 채취한 시료의 건물, 조회분, 조섬유, 조지방 및 조단백질 함량은 AOAC (1990) 방법에 준하여 분석하였으며, NDF와 ADF 함량은 Goering and Van Soest (1970) 방법으로 분석하였다. 사료 중 NE<sub>L</sub>은 NRC (2001)을 이용하였다. 즉 사료 중 NE<sub>L</sub> (Mcal/kg) = 0.0245 × TDN (%) - 0.12를 사용하였으며, 여기서 TDN 함량은 Wardeh (1981)의 산출식 : TDN (% of DM) = 40.3277 + 0.5398 (CP%) + 0.4448 (NFE%) + 1.4218 (EE%) - 0.7007 (CF%)으로 추정하였다.

산유량은 실험기간 동안 개체 별로 6월, 9월 및 11월 3회에 걸쳐 각각 2일 연속 측정하였다. 유성분 분석을 위하여 산유량 측정 시 3회에 걸쳐 개체 별로 오전과 오후에 각각 채취한 일정량의 우유를 거품이 발생하지 않도록 손으로 교반하여 혼합하였다. 개체 별로 1일분의 우유에 대하여 유지방, 유단백질, 유당, 체세포 수 및 MUN은 Milko Scan (Combi FOSS 6500)을 이용하여 분석하였다. 우유 중 NE<sub>L</sub> (Mcal/kg) = 0.0929 × Fat (%) + 0.0547 × Protein (%) + 0.0395 × Lactose (%)로 추정하였다(NRC 2001). 지방산 추출은 ISO 14156 (2001)에 준하여 실시하였다. 추출한 지방산은 GC/FID 분석을 위하여 fatty acid methyl esters (FAME)화 시켰으며 (Table 2), FAME는 ISO 15884 (2002)에 준하여 실시하였다.

Table 2. Methods of measuring milk fatty acids by GC/FID

Items	Analysis conditions
Column	HP-INNOWax 30 m × 0.32 mm ID, 0.25 μm
Carrier gas	Helium, 1.5 mL/min flow rate
Oven	150°C (1 min) → 10°C/min → 200°C (0 min) → 5°C/min → 250 (10 min)
Injector	1.0 μL, Split (10:1), 220°C
Detector	FID, 270°C

### 3. 통계분석

본 실험을 통해 얻은 자료들은 SPSS (2010PASW20) program의 비모수검정으로 분석하였으며, 각 평균간의 유의적 차이는 5% 수준에서 검증하였다.

## III. 결과 및 고찰

### 1. 사료 섭취량

평균조사료섭취량은 LF구 7.1 및 HF구 13.0 kg으로 HF구에서, 평균농후사료섭취량은 LF구 12.3 및 HF구 7.9 kg으로 LF구에서 유의적으로 높았다 (p<0.05). 총 사료섭취량은 LF구 19.4 및 HF구 20.9 kg으로 HF구에서 높은 경향을 보였으나 유의적인 차이는 없었다(p>0.05).

평균 CP intake (CPI)는 LF구 3.1 및 HF구 3.1 kg/d로 두 처리구간에 유의적인 차이는 없었다(p>0.05). 평균 TDN intake (TDNI)가 LF구 12.1 및 HF구 13.0 kg/d이며, 평균 NE<sub>L</sub> intake (NEI)도 LF구 27.3 및 HF구 29.3 Mcal/d로 TDNI와 NEI 모두 HF구에서 높은 경향을 보였으나 유의적인 차이는 없었다(p>0.05). 이러한 결과는 HF구처럼 조사료의 비율이 LF구보다 높아도 조사료 (사일리지 및 건초)의 종류를 잘 혼합하여 급여하면 필요한 영양소를 충족할 수 있음을 시사 하였다.

### 2. 산유량 및 유성분

실제 산유량은 LF구 26 및 HF구 23.9 kg/d으로 처리간에 유의적인 차이는 없었으나 (p>0.05) LF구에서 높은 경향을 보였다 (Table 4). 4% FCM은 LF구 22.8 및 HF구 22.3 kg/d으로 유의적인 차이는 없었으며(p>0.05), 이는 HF구의 유지방 함량이 LF구 보다 높은 것에 기인한다. 4% FCM에서 두 처리구간에 차이가 없었던 것은 LF구에 비하여 HF구가 실제 유량은 떨어졌지만 유지율이 높았기 때문에 두 처리간 차이가 없는 것으로 나타났다. 본 실험에서 CPI를 근거로 4% FCM을 계산하면 두 처리구 공히 약 29 kg/d을 생산해야 하지만(NRC, 1989; NRC, 2001), 두 처리 구의 4% FCM이 22 kg/d인 것을 감안한다면 7 kg 정도 더 우유를 생산할 수 있다는 추정을 할 수 있다. 이것은 두 처리구 모두 CPI 요구량을 초과 급여되고 있음을 시사하므로 사료배합 시 주의해야 할 것으로 사료된다(NRC, 1989; NRC, 2001).

유지방 함량은 HF구가 LF구에 보다 높은 경향을 보여 두 처리구간 4% FCM의 차이를 줄이는 결과로 나타났으며, 이는 조사료급여 비율이 높은 경우 일반적으로 반추위 내 초산 : 프로피온산 비율이 개선되어 유지방 함량이 증가한다는 보고와 일치한다(Kajikawa et al., 1990; Sung, 1990). 유단백질, 유당 및 무지고형분 함량은 두 처리간에 차이가 없었다. 그러나 체세포 수는 HF구 보다 LF구에서

Table 3. Dry matter intake and nutrient intake in the LF and HF groups

Items	LF <sup>2)</sup>				HF <sup>2)</sup>			
	1 <sup>st</sup>	2 <sup>nd</sup>	3 <sup>rd</sup>	means	1 <sup>st</sup>	2 <sup>nd</sup>	3 <sup>rd</sup>	means
Actual F : C ratio	37:63	36:64	37:63	37:63	62:38	63:37	62:38	62:38
Feed intake	..... kg of DM/d .....							
Forage	7.0	6.7	7.6	7.1±0.5 <sup>b</sup>	13.0	12.4	13.6	13.0±0.6 <sup>a</sup>
Concentrate	12.0	11.8	13.2	12.3±0.8 <sup>a</sup>	8.0	7.2	8.5	7.9±0.7 <sup>b</sup>
Total	19.0	18.5	20.8	19.4±1.2	21.0	19.6	22.1	20.9±1.3
Nutrient intake	..... kg of DM/d .....							
CP	3.1	3.0	3.3	3.1±0.2	3.1	2.9	3.3	3.1±0.2
TDN	11.8	11.5	13.0	12.1±0.8	13.0	12.2	13.7	13.0±0.8
NE <sub>L</sub> <sup>1)</sup> , Mcal/d	26.7	26.0	29.3	27.3±1.7	29.4	27.5	31.0	29.3±1.8

Each value is mean ± standard deviation (SD).

<sup>a,b</sup> Within a row means without a common superscript letter differ (p<0.05).

<sup>1)</sup> Estimated from NRC (2001).

<sup>2)</sup> LF : low forage, HF : high forage.

Table 4. Milk production in the LF and HF groups

Items	LF <sup>4)</sup>				HF <sup>4)</sup>			
	1 <sup>st</sup>	2 <sup>nd</sup>	3 <sup>rd</sup>	means	1 <sup>st</sup>	2 <sup>nd</sup>	3 <sup>rd</sup>	means
Actual Milk, kg/d	25.2±7.3	25.4±6.3	27.5±9.0	26.0±7.1	24.5±1.5	24.2±1.0	23.1±0.9	23.9±1.3
4% FCM, kg/d	22.8±4.5	20.4±3.5	25.4±8.4	22.8±5.8	23.3±0.9	21.7±1.0	22.0±2.2	22.3±1.5
Fat, %	3.5±0.7	2.8±0.7	3.5±0.0	3.3±0.4	3.7±0.2	3.3±0.2	3.7±0.4	3.6±0.1
Protein, %	2.9±0.3	3.0±0.3	3.2±0.0	3.0±0.2	2.8±0.2	2.9±0.2	3.0±0.2	2.9±0.2
Lactose, %	4.9±0.2	4.9±0.2	4.8±0.1	4.8±0.2	5.0±0.1	5.1±0.1	5.0±0.1	5.0±0.1
SNF, %	8.4±0.4	8.1±0.3	8.6±0.4	8.4±0.3	8.5±0.1	8.3±0.2	8.6±0.1	8.4±0.1
SCC <sup>1)</sup> , 10 <sup>3</sup> /dL	251.1±290.6	112.5±60.9	242.3±15.7	202.0±98.9 <sup>a</sup>	114.9±85.1	65.7±39.5	74.7±48.6	85.1±47.6 <sup>b</sup>
MUN <sup>2)</sup> , mg/dL	15.5±1.2	22.8±1.4	19.6±2.4	19.3±1.6	12.6±1.1	20.2±1.2	18.8±1.5	17.2±1.2
NE <sub>L</sub> <sup>3)</sup> , Mcal/kg	0.68±0.07	0.61±0.07	0.68±0.01	0.66±0.04	0.70±0.01	0.67±0.02	0.70±0.04	0.69±0.01

Each value is mean ± standard deviation (SD).

<sup>a,b</sup> Within a row means without a common superscript letter differ (p<0.05).

<sup>1)</sup> SCC : somatic cell count.

<sup>2)</sup> MUN : milk urea nitrogen.

<sup>3)</sup> Estimated from NRC (2001).

<sup>4)</sup> LF : low forage, HF : high forage.

유의적으로 높았으며 (p<0.05) 이는 Whitlock et al. (2003) 및 Weiss and Pinos-Rodriguez (2009)의 보고와 같은 결과를 나타냈다. 일반적으로 사료의 불균형한 급여에 의한 질병 발생이 세균 수나 체세포수의 증가에 영향을 주는 것으로 보고하고 있다(平井, 2002). 즉, 조사료의 급여수준이 낮을 수록 소화기 장애(식욕부진, 설사, 식체 등), 대사질병(케 토시스, 요석증 등) 및 변식장애(자궁내막염, 난소난종 등)의 질병발생이 증가한다(浜田, 1984)는 것을 고려한다면 본 실험에서 LF구가 HF구 보다 조사료의 급여량이 낮아

이러한 질병의 발생이 상대적으로 증가하여 우유 중의 체 세포 수 증가에 영향을 주었을 것으로 추측된다.

MUN 농도는 두 처리구 모두 1, 2 및 3 차간에 변이가 심하였으며, 평균은 LF구 19.3 및 HF구 17.2 mg/dl로 두 처리구간에 유의적인 차이는 없었으나 (p>0.05), MUN 농도의 적정범위가 11~17 mg/dl이라는 보고(Carlsson and Pehrson, 1994; Hutjens and Barmore, 1995)를 고려할 때 LF구는 정 상범위를 초과하는 것으로 나타났다.

Table 5. Milk fatty acid composition in the LF and HF groups

Items	LF <sup>3)</sup>				HF <sup>3)</sup>			
	1 <sup>st</sup>	2 <sup>nd</sup>	3 <sup>rd</sup>	means	1 <sup>st</sup>	2 <sup>nd</sup>	3 <sup>rd</sup>	means
Fatty acid (% of FA)								
C14:0	11.8±2.7	11.9±1.4	12.8±1.1	12.2±0.6 <sup>b</sup>	13.3±1.1	14.2±0.9	14.7±0.9	14.0±1.1 <sup>a</sup>
C16:0	31.0±3.0	31.1±2.6	31.1±2.8	31.1±0.1 <sup>b</sup>	32.7±2.4	34.0±2.2	35.2±1.6	33.9±2.2 <sup>a</sup>
C16:1n7	2.1±0.2	2.2±0.4	2.2±0.4	2.2±0.1 <sup>b</sup>	2.4±0.4	2.3±0.4	2.6±0.7	2.4±0.5 <sup>a</sup>
C18:0	18.7±4.3	17.6±3.2	17.0±3.0	17.8±0.9	17.5±3.1	16.4±2.8	15.1±1.6	16.3±2.6
C18:1n9	32.3±1.5	33.8±2.1	33.7±2.1	33.3±0.8 <sup>a</sup>	30.3±1.5	29.5±2.3	28.9±2.7	29.6±2.1 <sup>b</sup>
C18:2n6	3.5±0.4	2.9±0.8	2.9±0.8	3.1±0.3	3.2±0.3	3.0±0.2	2.7±0.5	3.0±0.4
C18:3n6	nd <sup>2)</sup>	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
C18:3n3	0.5±0.3	0.4±0.2	0.4±0.2	0.4±0.1	0.7±0.1	0.3±0.1	0.7±0.1	0.5±0.2
C20:1n9	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
C20:4n6	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
C20:5n3	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
C22:4n6	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
C22:6n3	nd	nd	nd	nd	0.02	0.07	0.05	0.05
Total n3	0.5±0.2	0.4±0.2	0.4±0.2	0.4±0.2 <sup>b</sup>	0.7±0.1	0.5±0.2	0.7±0.1	0.6±0.2 <sup>a</sup>
Total n6	3.5±0.3	3.0±0.8	3.0±0.8	3.2±0.7	3.2±0.3	3.1±0.2	2.8±0.5	3.0±0.4
Total PUFA <sup>1)</sup>	4.0±0.6	3.4±0.8	3.3±0.8	3.6±0.8	3.9±0.4	3.6±0.2	3.5±0.5	3.7±0.4

Each value is mean ± standard deviation (SD).

<sup>a,b</sup> Within a row, means without a common superscript letter differ ( $p < 0.05$ ).

<sup>1)</sup> PUFA = polyunsaturated fatty acids.

<sup>2)</sup> nd = Not determined.

<sup>3)</sup> LF : low forage, HF : high forage.

### 3. 우유지방산

우유지방산 중 C14:0, C16:0 및 C16:1n7 함량은 HF구와 LF구 보다 유의적으로 높았다 ( $p < 0.05$ ). 이는 우유 중에 C10~C16 지방산이 증가하여 이들 지방산의 합성량 증가가 유지율 향상에 기여하고 있다는 보고 (Kajikawa et al., 1990)를 고려할 때 본 실험에서 유지방 함량이 HF구에서 높은 경향을 나타낸 것이 이들 지방산 증가와 밀접한 관계가 있는 것으로 사료된다. C18:1n9 함량은 HF구 보다 LF구에서 유의적으로 높게 나타나 ( $p < 0.05$ ), Dewhurst et al. (2006)이 급여사료 중 grass silage의 비율 65와 35%간의 비교에서 65%가 35% 보다 C18:1n9 함량이 높았다는 보고와는 상반된다. 반면 급여사료 중 maize silage의 비율이 65와 35%간 비교에서는 C18:1n9 함량의 차이가 없다고 보고하고 있다. 또한, 조사료의 처리방법 (조사료의 종류, 방목, 사일리지 등)에 따라 C18:1n9 함량이 증가 또는 감소하기도 하고 차이가 없는 등 다양한 결과를 나타내고 있어 (Dewhurst et al., 2006) 본 실험의 경우 TMR에 BIRG 사

일리지뿐 만 아니라 다른 조사료 원이 함유되어 있어 이와 관련하여 세심한 검토가 요구된다. 우유지방산 중 C18:0, C18:2n6, C18:3n6, C18:3n3, C20:1n9, C20:4n6, C20:5n3 및 C22:4n6는 처리간에 유의적인 차이가 없었다 ( $p > 0.05$ ). C22:6n3 (DHA)는 LF구에서는 검출되지 않았으나, HF구에서는 0.05%정도 나타났다. 우유에 있는 total n3 (오메가 3)와 같은 고도불포화지방산은 LF 보다 HF구에서 유의적으로 높았고 ( $p < 0.05$ ), total n6 (오메가 6)는 LF와 HF 구간에 유의적인 차이는 없었다 ( $p > 0.05$ ). 포화지방산과 불포화 지방산 조성비는 LF구가 61:39%, HF가 64:36%로 두 처리간 모두 비슷하였다.

이상에서 Holstein 착유소 (초산우)에 조사료 다량급여 (HF구)와 농후사료 다량급여 (LF구, 조사료 소량급여)했을 때 두 처리구간에 CPI, TDNI, NEI 및 산유량에 차이가 없었으며 HF구에서 유지방 함량은 높고 MUN 함량은 낮았다. 본 연구에서와 같이 급여사료 중 BIRG 사일리지와 수 입건초와 같은 조사료를 적절하게 배합하여 다량급여 하여도 착유소 (초산우)에 필요한 영양소 충족이 가능하여 산유

량의 감소가 없는 것으로 사료된다. 한편 본 실험의 공시 동물이 초산우임을 고려할 때 소화기관이나 유선이 아직 성장단계에 있으므로(NRC, 2001) 산유성적 등에서 개체 간 변이가 나타날 수 있다. 또한 본 실험의 HF 구의 결과에서와 같이 조사료 다량 급여는 젖소 초산우의 소화능력, 장기 및 유선 발달에도 긍정적인 영향을 줄 것으로 사료되어(JLIA, 2006), 초산 이후의 착유 성적에 대한 추가적인 연구가 요구된다.

#### IV. 요약

본 실험은 조사료와 농후사료비율(조:농비)에 따라 low forage (LF)구 및 high forage (HF)구로 나누어 Holstein 착유소(초산) 10두를 각 5두씩 배치하여 실시하였다. LF구는 조:농비가 37:63로 BIRG 사일리지와 혼합건초를 포함한 조사료의 급여량을 줄인 반면 농후사료를 다량 급여하였다. HF구는 조:농비가 62:38로 농후사료 급여량을 줄인 반면 BIRG 사일리지와 혼합건초를 포함한 조사료를 다량 급여하였다. 평균 조사료섭취량은 LF구 7.1 및 HF구 13.0 kg으로 HF구에서, 평균 농후사료 섭취량은 LF구 12.3 및 HF구 7.9 kg으로 LF구에서 유의적으로 높았다( $p<0.05$ ). 총 사료 섭취량은 LF구 19.4 및 HF구 20.9 kg으로 HF구에서 높은 경향을 보였으나 유의적인 차이는 없었다( $p>0.05$ ). CP, TDN 및 NEL 섭취량은 두 처리구간에 유의적인 차이는 없었다( $p>0.05$ ). 실제 산유량은 LF구 26 및 HF구 23.9 kg/d으로 처리 간에 유의적인 차이는 없었으나( $p>0.05$ ) LF구에서 높은 경향을 보였다. 4% FCM은 LF구 22.8 및 HF구 22.3 kg/d으로 유의적인 차이는 없었다( $p>0.05$ ). HF구에서 유지방 함량은 높고 MUN 함량은 낮았다. 우유의 C14:0, C16:0 및 C16:1n7 함량은 HF구가 LF구 보다 유의적으로 높았으나( $p<0.05$ ), 그 외의 우유지방산은 두 처리구간에 차이는 없었다. 이상의 결과로부터 본 연구에서와 같이 급여 사료 중 BIRG 사일리지와 수입건초와 같은 조사료를 적절하게 배합하여 다량급여 하여도 착유소(초산우)에 필요한 영양소 충족이 가능하여 산유량의 감소가 없는 것으로 사료된다.

#### V. 사 사

본 연구는 농촌진흥청 공동연구사업(과제명 : 국내산 양질조사료 이용 젖소 경제수명 연장 사양기술 개발, 과제번호 : PJ907139)의 지원에 의해 연구되었다.

#### VI. 인용 문헌

- Association of Official Analytical Chemists. 1990. Official Methods of Analysis. Vol. 15th ed. AOAC, Arlington, VA.
- Baek, K.S., Park, S.J., Lim, H.J., Son, J.K., Kwon, E.G., Lee, W.S., Kim, H.S., Hur, T.Y. and Kang, S.J. 2011. 고능력 젖소의 비육이 평균 보유산차 및 도태 유형에 미치는 영향. in Reproductive & Developmental Biology (Supplement). The Korean Society of Animal Reproduction. 35:89.
- Carlsson, J. and Pehrson, B. 1994. The influence of the dietary balance between energy and protein on milk urea concentration. Experimental trials assessed by two different protein evaluation systems. Acta Veterinaria Scandinavica. 35:193-205.
- Dewhurst, R.J., Shingfield, K.J., Lee, M.R.F. and Scollan, N. D. 2006. Increasing the concentrations of beneficial polyunsaturated fatty acids in milk produced by dairy cows in high-forage systems. Animal Feed Science and Technology. 131:168-206.
- Goering, H.K. and Van Soest, P.J. 1970. Forage fiber analyses (apparatus, reagent, procedures. and some applications). Vol. 379. Washington, DC: US Agricultural Research Service.
- Hutjens, M.F. and Barmore, J.A. 1995. Milk urea test gives us another tool. Hoard's Dairyman. 140. 10:401.
- ISO 14156. 2001. Milk and milk products-Extraction methods for lipids and liposoluble compounds.
- ISO 15884. 2002. Milk fat Preparation of fatty acid methyl esters.
- Japan Livestock Industry Association (JLIA). 2006. Japanese Feeding Standard for Dairy Cattle. Edited by National Agriculture and Food Research Organization, NARO. Japan.
- Kajikawa, H.M., Odai, M., Saitoh, T., Takahashi, R., Tano, H.Abe. and A, Abe. 1990. Effects of sugar-beet pulp on ruminal and lactation performances of cows having different rumen fermentation patterns. Animal Feed Science and Technology. 31: 91-104.
- Khorasani, G.R., Okine, E.K. and Kennelly, J.J. 2001. Effects of forage source and amount of concentrate on rumen and intestinal digestion of nutrients in late-lactation cows. Journal of Dairy Science. 84:1156-1165.
- Kim, W.H. 2011. High quality forage production and utilization. in 젖소사양관리도감. Korea Dairy & Beef Farmers Association. pp. 130-152.
- National Research Council (NRC). 1989. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. 6th Revised Edition. National Academy Press Washington. D.C.
- National Research Council (NRC). 2001. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. 7th Revised Edition. National Academy Press Washington. D.C.

- Noh, K.S., Lee, J.S., Lee, B.O., Lee, S.H., Park, S.H. and Lee, O.L. 2009. 조사료 생산 및 이용 확대를 위한 연구. Korea Dairy & Beef Farmers Association. pp. 18.
- Rural Development Administration (RDA). 2007. Korean Feeding Standard for Dairy Cattle (한국사양표준 지침). National Institute of Animal Science, RDA. pp. 239-246.
- Seo, S., Chung, E.S., Kim, K.Y., Choi, G.J., Ahn, J.N., Han, J.S., Park, H.K. and Kim, Y.S. 2010. Comparison of Forage Productivity and Quality of Italian Ryegrass and Barley Mono, and Mixtures Sown in Early Spring. *Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science*. 30:115-120.
- Sung, K.I. 1990. Yearlong utilization of silage and grass energy efficiency of milk production in dairy lactating cows fed high forage diets. Ph.D. Thesis. Graduate School of Agriculture. Hokkaido University. Japan.
- Sung, K.I. 2011. FMD 이후 친환경 축산 육성을 위한 풀사료(초지사료 작물)의 역할. in A General Plan on Enlargement of Productivity of Domestic Forages on Paddy Land. 2011 Proceedings of the 49<sup>th</sup> Symposium of the Korean Society of Grassland and Forage Science. pp. 9-32.
- Wardeh, M.F. 1981. Models for estimating energy and protein utilization for feed. Ph.D. thesis, Utah State Univ. Logan Utah. USA. in Korean Tables of Feed Composition (Han, I. K. et al. 1982. Korea Feed Information Center, c/o College of Agriculture, Seoul National University. pp. 42.
- Weiss, W.P. and Pinos-Rodriguez, J.M. 2009. Production responses of dairy cows when fed supplemental fat in low- and high-forage diets. *Journal of Dairy Science*. 92:6144-6155.
- West, J.W., Mandevvu, P., Hill, G.M. and Gates, R.N. 1998. Intake, milk yield, and digestion by dairy cows fed diets with increasing fiber content from bermudagrass hay or silage. *Journal of Dairy Science*. 81:1599-1607.
- Whitlock, L.A., Schingoethe, D.J., Hippen, A.R., Kalscheur, K.F. and AbuGhazaleh, A.A. 2003. Milk Production and Composition from Cows Fed High Oil or Conventional Corn at Two Forage Concentrations. *Journal of Dairy Science*. 86:2428-2437.
- 浜田龍夫. 1984. 濃厚飼料の利用性を高めるルーメンコンディション. in ザ・ルーメン. Dairy Japan社. pp. 61-76.
- 平井洋次. 2002. 乳牛の繁殖障害とエサ給与. Dairy Japan.

(Received February 23, 2013/Accepted March 6, 2013)