Journal of Practical Agriculture & Fisheries Research
Vol.20(2). 2018. pp.49-56

육성기 에너지 급여 차이에 따른 젖소 번식능력 평가

이원영[1] · 김종남[1] · 조광현[1] · 여준모[1*]

[1]한국농수산대학

Evaluation of Reproductive Performance in Heifers with Different Energy Intake

W. Y. Lee[1], J. N. Kim[1], K. H. Cho[1] and J. M. Yeo[1*]

[1]*Korea National College of Agriculture and Fisheries, 1515, Kongjwipatjwi-ro, Deokjin-gu, Jeonju-si, Jeollabuk-do, 54874, Korea*

Abstract

Recently, attempts have been made by dairy farms to shorten the time until the first estrus by feeding animals a high-energy diet during the heifer period. Energy consumption during the heifer period has been shown to be related to milk yield and reproductive performance. The present study was conducted to analyze the relationship between reproductive performance and energy intake in heifers. There were no differences in height or body weight between animals that were fed the Korean standard diet versus a high energy diet (110% of the Korean standard). However, there was a difference in the timing of the first estrus: 329.3 days under normal energy conditions versus 311 days under high energy conditions. There was no difference in the number of artificial insemination per gestation, but both the rate of female calf production and the weight of individual female calves increased in response to the high energy diet. Based on these results, it may be predicted that the reproductive performance of dairy cows will increase when the animals are fed a high energy diet (110% of the Korean standard). These results demonstrate a correlation between the amount of energy consumed and reproductive performance, and will be of great value to the dairy farming industry.

Key words : Reproductive performance, Heifer, Energy, Intake

*교신저자 : 한국농수산대학 yeoj@korea.kr

I. 서론

젖소 송아지 및 육성기 사양단계에서 급여되는 사료의 영양소 수준은 체성숙, 유선발달, 번식능력, 비유량 등에 영향을 미친다(Akins, 2016). 농협 젖소개량사업소의 2017 자료에 따르면 젖소 평균 초산월령은 27.3 개월로 전년대비 0.2개월 줄었으나 이는 낙농 선진국에서 권장하는 24개월에는 미치지 못하고 있다. 이는 우리나라 농가에서 초산 분만 시 발생하는 난산, 산유량에 대한 우려 및 최초 수정 시 적정체중 미달 등의 이유로 첫 수정시기가 늦어지기 때문이다. 초산월령을 단축시키기 위해서는 육성기 발육이 중요하며 고열량 사료를 육성우에 급여함으로써 발육을 촉진시켜 초산월령을 단축시킬 수 있다 (Gardner 등, 1977).

성성숙은 육성기 영양 상태에 따라 달라지며 고영양 사료 급여로 체성장이 빠르면 성성숙 또한 빠르며, 영양상태가 좋지 않을 때 체성장과 성성숙이 느려진다 (Barton 등, 1996). 이러한 이유로 현장에서는 젖소 육성기에 고에너지 사료를 급여하는 경우도 있다. 하지만 육성기 시기의 고에너지 급여는 체성장 촉진에 도움을 주지만 유선에 지나친 지방침착으로 인해 유방 실질을 감소시키고 나아가 분만 후 산유량이 감소되는 결과를 가져올 수 있다 (Davis Rincker 등, 2008; Meyer 등, 2006).

젖소 육성우의 최적 성장에는 사료 내에 포함되는 에너지와 단백질의 비율이 매우 중요하다. 김 등은 12-14 개월령 젖소 육성우에서 사료 섭취량과 증체율에서는 TDN/CP 비율이 4:1이 가장 좋았으나 체지방 축적이 과잉될 가능성이나 혈액대사 수치를 함께 고려한다면 4.5:1의 비율이 바람직하다고 보고하였다 (김 등, 2016). 또한 15-18개월령 육성우에 있어서도 TDN/CP 비율이 4:1 비율에서 유의적인 증체량을 보였으나 임신, 출산 비유 등을 고려하여 5:1의 비율이 적절하다 (김 등, 2017).

젖소 육성기 사양관리는 젖소의 경제성을 좌우하는 산유량 및 번식에 영향을 줄 수 있으나 국내 젖소 육성우는 착유우에 비해 경제성이 없는 사육단계로 인식되어 육성기의 적정 에너지 및 단백질 급여 수준에 대한 보고가 거의 없는 실정으로 연구가 필요한 실정이다. 본 연구에서는 에너지 급여 수준에 따른 효과를 검증하기 위해 4-6, 7-9, 10-15, 16-24개월 4단계로 한국 사양표준에너지 급여, 고에너지 급여(한국사양표준의 110%) 사료를 제조 하였으며 젖소 육성우의 성장 및 번식지표를 분석하였다.

II. 재료 및 방법

1. 공시동물 및 실험설계

공시동물은 4개월령의 홀스타인 송아지 18두를 임의로 2개군으로 나누었다. 급여 사료는 천하제일사료로부터 한국사양표준을 기준으로 100% 와 110% 에너지 수준의 TMR 사료를 공급받아 각각의 군에 급여하였다.

2. 시험사료 및 사양관리

시험 사료는 Table 1과 같이 제조 하였으며 4-6, 7-9, 10-15, 16-24개월 4단계로 나누어 급여 하였다. 에너지 수준별 TMR 사료는 1일 2회로 나누어 급여하였고 전 시험기간 동안 자유채식을 하였다. 물과 비타민 및 무기물 등도 자유롭게 채식하도록 하였으며 젖소 사양관리는 농장관행 기준에 준하여 실시하였다.

Table 1. Ingredients composition of each experimental groups

4~6 months			7~9 months		
Item(% of DM) Ingredient	Normal	High	Item(% of DM) Ingredient	Normal	High
Alfalfa hay	18.5	18.5	Alfalfa hay	5	5
Timothy hay	27.8	27.8	Timothy hay	17	17
Compound feed[1]	39.4	35.2	Bermuda Grass	29	29
Fermented soybean meal	1	5	Compound feed[1]	34	34
Corn	–	7.3	Fermented soybean meal	1.6	5.5
Hominy feed	–	5.5	Corn	–	8.5
Dried Distillers Grains with Solubles	12	–	Bypass fat	–	0.35
Gluten meal	1.2	–	Dried Distillers Grains with Solubles	12.75	–
Bypass fat		0.6	$CaCO_3$	0.3	0.3
Probiotics	0.1	0.1	Probiotics	0.1	0.1
Total (%)	100	100	Total (%)	100	100
10~15 months			16~24 months		
Item(% of DM) Ingredient	Normal	High	Item(% of DM) Ingredient	Normal	High
Alfalfa hay	1.0	1.0	Alfalfa hay	–	–
Timothy hay	25.0	25.0	Tall Fescue	52.5	23.9
Klein hay	30.0	30.0	Klein hay	–	28.6
Compound feed[1]	20.0	20.0	Compound feed[1] (CP18,TDN75)	14.3	19.1
Fermented soybean meal	–	3.0	Fermented soybean meal	–	2.9
Corn flakes	1.0	13.0	Corn flakes	–	9.6
Rye straws	22.3	6.9	Rye straws	28.7	11.0
Bypass fat	–	0.4	Molasses	3.8	3.8
$CaCO_3$	0.3	0.3	Bypass fat	–	0.4
Probiotics	0.4	0.4	$CaCO_3$	0.3	0.3
Total (%)	100.0	100.0	Probiotics	0.4	0.4
			Total (%)	100.0	100.0

[1] Compound feed include various nutrient such as vitamins, mineral, proteins etc (Cheonha Jeil Feed Co., Inc). Normal indicates Korean standard diet, high indicates 110% of the Korean standard diet.

3. 조사항목 및 분석방법

체중은 실험개시 후 30일마다 측정하였으며, 사료 섭취량은 급여량에서 잔량을 빼서 계산하였다. 사료 잔량 조사는 매일 급여 전에 측정하였다. 최초 발정일은 출생 250일 부터 발정행동 및 난소촉진을 통해 측정하였다. 인공수정은 체중 340kg, 체고 125cm 수준에 도달 시 수행하였다. 수태당 교배 횟수는 총 인공수정 횟수에서 공시 축수를 나누어 계산하였으며 번식장애로 인한 영

구 불임개체는 제외하였다.

4. 통계분석

통계분석은 SPSS statistical package version 21 을 이용하여 각 처리군 간의 평균값을 t-test 를 이용하여 에너지 수준에 따른 영향을 비교 검정하였다. 모든 결과 값은 평균±표준오차평균 값으로 표기 하였으며 유의성은 P< 0.05 를 기준으로 하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 에너지 급여 차이에 따른 육성우 성장

두 군 간의 에너지 급여는 Table 2와 같다. 고에너지 급여군은 한국사양 표준량 보다 TDN 값이 약 10% 정도 상승하였으며, 7-24개월 사료는 TDN 및 CP 또한 약 10% 상승하였다. 두 군에서의 실험 전 체중은 표준에너지군 107.3 ±6.79, 고에너지군 101.1±5.93(p=0.777)에서 실험종료 시 표준에너지군 338.5±9.16, 고에너지군 345.4 ±6.98(p=0.550)으로 두 군간 차이를 보이지 않았다. Bergfeld 등(1994)은 육성우 시기에 고에너지 사료를 섭취 하였을 때 체고 및 체중이 유의적으로 증가 한다고 보고하였다. 하지만 본 연구에서는 고에너지 군의 영양적 가치가 한국 사양 표준의 110% 정도로 기존의 연구와 상이하여 이전 연구와 단순 비교를 하기 어렵다고 사료된다.

2. 에너지 급여 차이에 따른 초발정

에너지 급여 차이에 따른 초발정일을 분석한 결과 한국사양표준 급여 시 329.3일에서 고에너지 급여 시 311일로 유의적으로 감소하였다(p< 0.05). Bergfeld 등(1994)의 보고에 의하면 고에너지 급여에 따라 난포의 크기가 유의적으로 증가하였고 초발정일 역시 유의적으로 단축되었다. 또한 생후 126-196일에 고농도 사료를 섭취하였을 때 196일 이후 사료 급여와 상관없이 초발정일이 단축되었다 (Gasser 등, 2006). 이러한 결과는 고에너지 (한국사양표준의 110%) 급여에 따른 체성장 및 체중의 차이는 없었지만 내분비계열 및 생식기의 성장은 촉진된 것으로 보인다.

Table 2. Chemical composition of each experimental groups

	3-6 month		7-9 month		10-15 month		16-24 month	
Composition(%)	Normal	High	Normal	High	Normal	High	Normal	High
CP	18.1	18.1	15.6	16.8	11.6	13.5	10.4	12.4
TDN	66.4	73.1	63	70	58.6	66.3	53.9	62.6
ADF	22.5	22.5	24.4	22	39.5	29	42.4	28.6
NDF	35.4	35.2	42.8	38.7	60	47.8	62.9	47.5
Fat	8.1	8.7	6.8	7.2	4.8	5.8	3.1	3.3
Ash			9.3	7.8	8.3	7.7	8.3	7.8
CF					33.4	26.7	31	24.1

CP; crud protein, TDN; total dry digestible nutrient, ADF; acid detergent fiber, NDF; neutral detergent fiber, CF; crude fiber. Normal indicates Korean standard diet, High indicates 110% of the Korean standard diet.

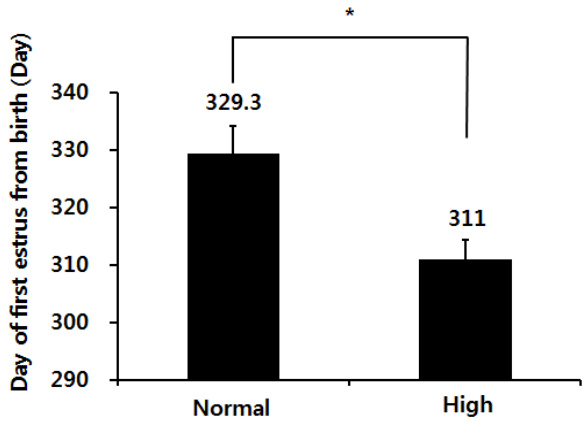

Fig. 1. Days of first estrus from birth. Normal indicates Korean standard diet, high indicates 110% of the Korean standard diet

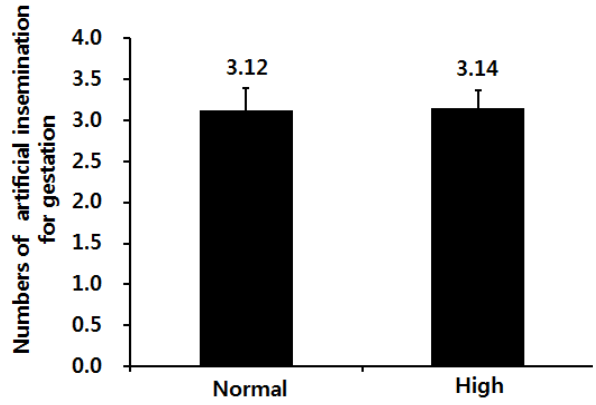

Fig. 2. Numbers of artificial insemination for gestation. Normal indicates Korean standard diet, high indicates 110% of the Korean standard diet

3. 에너지 급여 차이에 따른 수태당 교배횟수

에너지 급여 차이에 따른 수태당 교배 횟수를 분석한 결과 한국사양표준 급여와 고에너지 급여군에서 각각 3.12회 3.14회로 두 군간의 차이를 보이지 않았다(Fig. 2). 번식장애로 인한 영구 불임개체는 두 군에서 각각 1마리씩 관찰되었으나 고에너지 급여 시 우려되는 비만에 의한 번식장애로 판단할 수는 없었다. 영양 상태와 번식능력은 밀접한 관련을 가지고 있다. 영양불균형으로 인해 체중이 감소하면 GnRH 방출이 억제되고 LH, FSH 분비에 영향을 주어 발정이 오지 않거나 초발정이 늦어지는 결과를 보인다(Scaramuzzi 등, 2006). 반면 우유 생산을 위해 지나친 단백질 급여 시에는 혈청이나 우유 중 요소태질소의 농도가 높아짐으로써 번식능력이 감소된다(Butler 등, 1996). 본 연구에서 한국사양표준의 110% 급여는 기존의 사양보다 10%의 에너지를

추가 하여 급이 하는 것이지만 젖소 육성우의 체중 및 체고에 큰 영향을 주지 않으므로 비만 및 번식장애에 따른 수태당 교배 횟수가 늘어나는 결과를 보이지 않았다.

4. 에너지 급여 차이에 따른 송아지 체중 및 성별

인공수정을 통하여 총 14마리의 송아지를 생산하였으며 표준 에너지 급여에 따른 송아지의 체중은 평균 40kg, 고에너지 급여에 따른 송아지 체중은 39kg 이었다 (Table 3). 이 수치는 홀스타인 초임우의 송아지 생시체중인 34kg 에 비해 높은 수치를 보여준다(Dhakal 등, 2013). 송아지 생시체중 증가는 종종 분만강도를 증가시키고 송아지 폐사율을 증가시킨다(Olson 등, 2009). 하지만 본 연구에서 분만 시 장애사항은 관찰되지 않았다. 또한 표준에너지 급여 시 암수 비율이 1:7, 고에너지 급여 시 암수비율이 5:1로 나와 표준에너지 급여 군에서의 송아지 체중 증가는 숫 송아지 비율에 따른 상승으로 보인다. 에너지 급여에 따른 암수 비율 차이에 관련된 보고는 아직까지 없다. 하지만 추가적인 연구를 통해 젖소 육성기에 고에너지 급여에 따라 암송아지 생산이 증가된다면 낙농가의 소득을 올릴 수 있는 좋은 방법이 될 것이다. 또한 국내 홀스타인의 지속적인 개량을 통해 육성우의 에너지 필요량이 증가하였다고 사료된다. 이러한 점에서 현재의 한국 사양 표준을 재조정해야 할 필요성도 있을 것이다.

Table 3. Body weight and sex of calf by different energy intake

Normal			High		
Number of Cow	Body weight	Sex	Number of Cow	Body weight	Sex
103	41	Male	101	34	Female
104	46	Male	106	45	Male
105	39.5	Male	111	39	Female
108	45	Male	112	37	Female
113	46	Male	115	38	Female
114	38	Male	117	39	Female
116	40	Male			
118	29	Female			
Average	40		Average	39	

Normal indicates Korean standard diet, high indicates 110% of the Korean standard diet.

IV. 요약

최근 국내 낙농 현장에서는 육성우시기에 에너지가 높은 사료를 급여함으로써 초발정일을 단축시키고자 한다. 육성우 시기의 사양관리는 향후 유생산 및 번식능력과 밀접한 관련이 있으나 아직까지 관련 연구가 부족한 실정이다. 본 연구는 홀스타인 육성우시기에 에너지 급여 차이에 따른 번식능력을 분석하였다. 한국사양표준과 고에너지(한국사양표준의 110%) 사료 급여 시 체고 및 체중에는 차이가 없었으나 초발정일은 329.3일과 311일로 고에너지 급여 시 초발정일이 단축되는 결과를 보였다. 고에너지 급여에 따른 수태당 교배횟수 상승 및 분만 강도에는 차이가 없었으며

고에너지 급여 시 암송아지의 체중이 상승하였다. 또한 고에너지 급여에 따라 암송아지 생산 비율이 상승하였다. 연구 결과를 종합해 볼 때 현장에서는 한국 사양표준의 110% 에너지를 급여 했을 때 암소의 번식능력 상승이 기대된다. 본 연구 결과는 국내 낙농 현장에서 육성우 시기에 급여할 에너지양 및 이에 따른 번식능력의 상관관계를 제시함으로써 낙농 현장에 도움을 줄 것으로 사료된다.

V. 참고문헌

1. 김겸헌, 황원욱, 김현진, 김수기. (2016). TDN/CP 비율이 젖소 12-14개월령 육성우 영양소 섭취량, 증체량 및 혈액성상에 미치는 영향. 한국초지조사료학회지. 36(2) : 115-123.
2. 김겸헌, 김현진, 황원욱, 김수기. (2017). 홀스타인 육성우(15-18개월령)에 있어서 TDN:CP 비율이 영양소 섭취량, 증체 및 혈액대사에 미치는 영향. 농업생명과학연구. 51(6) : 127-135.
3. Akins M. S. (2016). Dairy Heifer Development and Nutrition Management. Vet Clin North Am Food Anim Pract. 32(2) : 303-317.
4. Barton B. A., H. A. Rosario, G. W. Anderson, B. P. Grindle and D. J. Carroll. (1996). Effects of dietary crude protein, breed, parity, and health status on the fertility of dairy cows. J Dairy Sci. 79(12) : 2225-2236.
5. Bergfeld E. G., F. N. Kojima, A. S. Cupp, M. E. Wehrman, K. E. Peters, M. Garcia-Winder and J. E. Kinder. (1994). Ovarian follicular development in prepubertal heifers is influenced by level of dietary energy intake. Biol Reprod. 51(5) : 1051-1057.
6. Butler W. R., J. J. Calaman and S. W. Beam. (1996). Plasma and milk urea nitrogen in relation to pregnancy rate in lactating dairy cattle. J Anim Sci. 74(4) : 858-865.
7. Davis Rincker, L. E., M. S. Weber Nielsen, L. T. Chapin, J. S. Liesman, K. M. Daniels, R. M. Akers and M. J. Vandehaar. (2008). Effects of feeding prepubertal heifers a high-energy diet for three, six, or twelve weeks on mammary growth and composition. J Dairy Sci. 91(5) : 1926-1935.
8. Dhakal, K., C. Maltecca, J. P. Cassady, G. Baloche, C. M. Williams and S. P. Washburn. (2013). Calf birth weight, gestation length, calving ease, and neonatal calf mortality in Holstein, Jersey, and crossbred cows in a pasture system. J Dairy Sci. 96(1) : 690-698.
9. Gardner, R. W., J. D. Schuh and L. G. Vargus. (1977). Accelerated growth and early breeding of Holstein Heifers. J Dairy Sci. 60(12) : 1941-1948.
10. Gasser C. L., E. J. Behlke, D. E. Grum and M. L. Day. (2006). Effect of timing of feeding a high concentrate diet on growth and attainment of puberty in early-weaned heifers. J Anim Sci. 84(11) : 3118-3122.
11. Meyer M. J., A. V. Capuco, D. A. Ross, L. M. Lintault and M. E. Van Amburgh. (2006). Developmental and nutritional regulation of the prepubertal heifer

mammary gland: I. Parenchyma and fat pad mass and composition. J Dairy Sci. 89(11) : 4289-4297.

12. Olson, K. M., B. G. Cassell, A. J. McAllister and S. P. Washburn. (2009). Dystocia, stillbirth, gestation length, and birth weight in Holstein, Jersey, and reciprocal crosses from a planned experiment. J Dairy Sci. 92(12) : 6167-6175.

13. Scaramuzzi R. J., B. K. Campbell, J. A. Downing, N. R. Kendall, M. Khalid, M. Muñoz-Gutiérrez and A. Somchit. (2006). A review of the effects of supplementary nutrition in the ewe on the concentrations of reproductive and metabolic hormones and the mechanisms that regulate folliculogenesis and ovulation rate. Reprod Nutr Dev. 46(4) : 339-354.