

혼합미생물제가 육우 송아지의 체내환경에 미치는 영향

양승학 · 김현섭 · 조원모 · 김상범 · 조성백 · 박규현 · 최동윤 · 황성구* · 유용희

농촌진흥청 국립축산과학원

Effect of Direct Fed Microbial and Enzyme Supplements on Growth and Biogenic Substances of Growing Steers

Yang, Seung Hak, Hyeon Shup Kim, Won Mo Cho, Sang Bum Kim, Sung Back Cho, Kyu hyun Park, Dong Yoon Choi, Sung Gu Hwang* and Yong Hee Yoo

National Institute of Animal Science, R.D.A.

Summary

Effect of commercial Direct Fed Microbials (DFM) or protease treated feed (PTF) supplementation on growth rate and biogenic substances such as BUN, glucose, IgG, GOT, GPT and Vitamin A, C, E from Holstein steers was studied for 7 months. Thirty two steers aged 2~3 months were separated with 4 groups for control, DFM (PS), protease (ES) and their mix (PS + ES) supplementally fed 0, 100, 100 and 50 + 50 g/day respectively. Weight gain was averagely higher in PS than any others, although there were no differences significantly. All treatments enhanced to 3~8% of control in dry matter, crude protein and total digestible nutrient (P>0.05). Metabolic diseases with veterinary cure had not shown in this study. Plasma GOT and GPT were lower in the PS and ES than control. Plasma glucose concentration was also lower in PS than the others. Total cholesterol of ES was higher than the others but that of PS is the lowest. Plasma vitamin C was higher in PS than the others. It was shown that dietary PS affected change from glucose to vitamin C with not overloading liver. Conclusionally, PS and ES were shown to enhance metabolic health of steers during growing period.

(Key words : Holstein, Calf, DFM, supplement, immunity)

서 론

세계경제의 침체와 기후변화의 영향으로 인해 물가 및 사료값 상승으로 비육농가 및 사육두수가 감소하는 경향에 있는데, 특히 이윤이 적게 남는 육우 사육농가는 계속 침체되어 가고 있으며 효율적인 사육방법의 개

발이 절실하다. 가축의 생산성 향상을 위해서 는 기반이 되는 어린 가축의 관리가 중요 한데, 일본에서는 대사성질환이 발생한 송아 지의 비육후기 도축결과에서 배최장근의 유 의적인 발육불량이 발생되었다고 보고되었다 (가축축산물위생지도협회¹⁹). 송아지는 폐사 율을 감소시키는 것뿐만 아니라 잦은 질병의

* 국립환경대학교 농업생명과학대학 동물생명환경과학부 (Hankyong National University)

Corresponding author : Seung Hak Yang, Animal Environment Division, National Institute of Animal Science, R.D.A, 143-13, Korea.

Tel: +82-31-290-1714, E-mail: y64h@korea.kr

2012년 11월 16일 투고, 2012년 12월 2일 심사완료, 2012년 12월 6일 게재확정

발생 감소에 따른 증체 저하 및 그에 따른 육질 불량을 예방하는 것도 중요하다. 홀스타인종은 빠르게 성장하므로 육성기에 충분한 영양을 섭취한 상태에 있지 않으면 비육기에 영양소가 부족할 가능성이 있다. 또한 그 상태가 지속되면 면역력 저하로 인한 질병 발생이 되기 쉽다. 일반적으로 송아지는 성우에 비해 면역기능이 완전하지 못해 설사 등의 감염증상이 발생하기 쉽다고 보고되고 있다 (Acres 등¹). 특히 어린 송아지는 phytohemagglutinin (PHA)에 대한 T림파구의 반응성이 충분하지 않으며 면역기능이 낮다는 것이 보고되었다 (Amagaya 등²). 이와 같이 비육우는 육성기에 충분히 건강이 관리되지 못하면 충분한 비육효과를 얻을 수 없다.

생체에서의 지방조직은 수분함량이 근육의 약 30%이므로 지방조직의 축적은 근육의 약 7배의 에너지를 필요로 하여 생체의 지방조직의 축적이 진행될수록 사료효율은 떨어진다고 보고하였다 (일본사양표준, 2008). 그러므로 비육 직전 단계까지의 영양상태는 비육 성적에 영향을 미칠 수 있으며 관리가 필요하다. 육우에 있어서 육질향상은 체내 대사 활동과 관련이 깊으며 혈중대사성분에 의해 그 정도를 간접적으로 확인할 수 있다고 보고되었다 (Gorocica-Buenfil 등⁵). 비육기에 들어가면 혈중 미량성분의 작용이 중요한데, 특정 비타민이 비육을 조절하는 것으로 알려져 있다 (Kawada 등¹⁰). 또한 비타민뿐만 아니라 지방과 밀접한 관계의 총 콜레스테롤도 비육에 관여한다고 보고되었다 (渡辺 등¹⁷). 이와 같은 지방교잡과 관련된 물질들은 육성기에도 작용하며 체내대사에 영향을 끼칠 것으로 예상된다. 가축체내의 비타민 A량의 유지량은 약 80 IU/dl이며 최소필요량은 30 IU/dl라고 했는데 30~80 IU/dl에서는 어느 정도의 영향을 받으며 대상성조절에 의해 건강상태를 보존하려고 한다고 했다 (Kohlmeier¹¹, 浦立¹⁶). 소는 간에서 글루코스를 이용하여

비타민 C를 생산할 수 있으므로 (Wallis¹³), 필수영양소로 간주되고 있지 않으나 송아지에 있어서 사육환경 스트레스에 의해 혈중 비타민 C 농도가 크게 감소했으며 (Cummins와 Brunner⁴), 송아지 및 젖소에 있어서 비타민 C 결핍증도 보고되고 있다 (Itze⁷). 또한 열 스트레스 상태의 젖소에서 혈중 비타민 C가 감소했다 (Padilla 등¹²). 추가급여에 의한 효과로서는 비타민 C에 의해 송아지의 설사병이 감소되었다는 보고도 있었다 (Cummins와 Brunner³). 그러나 최근 육우 육질 향상을 위한 밀소 사양관리에 관한 연구는 거의 수행되지 않고 있다.

그러므로 본 연구는 육우 송아지의 육성기간 동안 생균제 및 효소제를 포함한 혼합미생물제의 급여가 가축의 사양 및 대사에 미치는 영향을 조사하였다.

Table 1. Ingredient and Chemical composition of experimental diets for growing steers (% , DM basis)

Nutrients	Contents (DM Basis, %)
CP	15.9
Fat	3.72
Ash	6.42
NDF	30.1
ADF	16.84
TDN	80.8
Ca	0.96
P	0.46
Mg	0.27
K	0.98

재료 및 방법

1. 시험설계 및 사양관리

본 시험은 충남 청원군 소재 육우농장에서 7개월간 수행하였고 공시축은 2~3개월령 육

우 송아지 32두를 대조구와 3개의 처리구로 나눠 8두씩 공시하였으며 볏짚과 농후사료 급여는 국립축산과학원 육우 거세우 고급육 프로그램에 준해 급여하였다. 동일한 사료를 급여 후 3개의 처리구에서 시판중인 바실러스 계열의 복합생균제 (PS)와 천연단백질분해 효소제 (ES)를 Table 2와 같이 top dressing 방식으로 급여하였다.

Table 2. Experimental design

Items	DFM (g/head/day)	protease treated feed (g/head/day)
Control	—	—
PS	100	—
ES	—	100
PS + ES	50	50

2. 조사항목 및 조사방법

(1) 증체량, 사료섭취량 및 월별 질병발생율

증체량은 시험 개시시점에서 종료까지 1개월 간격으로 개체별로 체중을 조사하여 계산하였으며, 사료섭취량은 매일 오전 사료 급여 전에 잔량을 측정하여 급여량에서 잔량을 공제하여 계산하였다. 월별 질병 발생율은 2일 이상 연속으로 발생하는 증상에 대해 기록하여 계산하였다.

(2) 혈중 성분

해파린 처리된 Vacutainer® 튜브를 이용하여 혈액을 채취 후 비타민 A, C, E의 분석을 HPLC에 의해 실시하였다 (Haiying 등⁶⁾, Kashiba 등⁸⁾). BUN, total Protein 및 IgG, Glucose, total cholesterol, T-bilirubin, GOT 및 GPT 분석을 위해 무처리된 Vacutainer® 튜브를 이

용하여 혈액을 채취 후 혈청을 분리하여 혈액상 자동분석장치 (Hitachi, JP/7180)로 분석하였다.

3. 통계 분석

모든 데이터의 통계 처리는 Statistical Analysis System (1995)의 General Linear Models을 이용하여 분석하였고 처리간의 유의성 검정 ($P < 0.05$)은 Tukey's multiple range test를 이용하여 실시하였다.

결과 및 고찰

1. 증체량, 사료섭취량 및 월별 질병발생율

(1) 증체량 (kg/일)

대조구 및 시험구 (PS 및 ES구)로 나누어 시험을 수행하였다. 시험개시, 시험 종료 후의 체중변화 및 증체량의 결과는 Table 3과 같다. 종료 체중은 모든 처리구 (399.5~412.6 kg)가 대조구 (390.3 kg) 보다 높은 경향을 보였다. 또한 증체량에 있어서 모든 처리구 (281.4~294.5 kg)가 대조구 (271.4 kg) 보다 높은 경향을 보였다. PS구를 포함한 모든 처리구 (1.17~1.23 kg/일)의 일당증체량은 대조구 (1.13 kg/일) 보다 3.5~8.8% 높은 경향을 보였다.

(2) 일일사료섭취량 (kg/두, 건물기준) 및 사료요구량

Table 4에서 제한급여에 의해 배합사료의 섭취량은 전 두수 일정하였으며 조사료 섭취량에 있어서 유의적인 차이가 없었다 ($P > 0.05$). kg증체당 배합사료 요구량에 있어서 유의적인 차이는 없었으나 ($P > 0.05$), PS구를 포함한 모든 처리구의 DM, CP 및 TDN 함량

Table 3. Effects of PS and ES supplementation on body weight, weight gain and average daily gain (ADG) in growing holstein steers

Items	Control	PS	ES	PS + ES
Initial body weight (kg)*	118.9± 3.62	118.1±3.44	118.1±3.31	118.1± 3.13
Final body weight kg)*	390.3±12.33	412.6±8.77	399.5±8.35	400.4±10.67
Total gain (kg)*	271.4±10.9	294.5±7.69	281.4±7.38	282.3±10.32
ADG (kg/d)	1.13	1.23	1.17	1.18

* Mean ± SE.

Table 4. Effects of PS and ES supplementation on feed intake and feed conversion ratio in growing holstein steers

Items	Control	PS	ES	PS+ES
Concentrate (kg/head)	4.21	4.21	4.21	4.21
Forage (kg/head)	4.74	4.76	4.79	4.78
Feed conversion (feed/gain; kg/kg)				
DM (kg)	3.73	3.42	3.6	3.56
CP (kg)	0.59	0.54	0.57	0.57
TDN (kg)	3.01	2.77	2.91	2.89

Mean.

이 대조구에 비해 3~8% 향상되는 결과를 얻었다.

2. 혈중 특정물질

(3) 월별 질병발생율

대조구를 포함한 모든 축군에 있어서 전 공시기간동안 호흡기 질환을 포함한 수의치료가 요구되는 전염성 질병이 발생되지 않

(1) BUN, total Protein 및 IgG

총단백질과 혈중 요소태질소인 BUN의 결과로부터 ES구 (9.5 mg/dl)에서 단백질 대사가

Table 5. Effects of PS and ES supplementation on plasma BUN, total protein and IgG in growing holstein steers

Items	Control	PS	ES	PS + ES
BUN (mg/dl)	8.5±0.65	9.0±0	9.5±0.87	8.8±0.25
Total Protein (g/dl)	5.9±0.28	5.9±0.22	5.4±0.43	6.0±0.18
IgG (mg/dl)	53±9	47±4	56±6	56±14

Mean ± SE.

활발히 이루어졌음을 예상할 수 있었으나 유의적인 차이는 없었다 ($P>0.05$). 또한 항체생성지표인 IgG는 전 처리구간에 유의적인 차이가 없었다 ($P>0.05$).

(2) Glucose, total cholesterol, T-bilirubin, GOT 및 GPT

탄수화물의 분해산물 및 휘발성지방산 중 프로피온산의 최종산물인 glucose 농도는 대조구 (114 mg/dl)를 제외한 모든 처리구 (97.8~104 mg/dl)에서 낮은 경향을 보였다. 이 결과로부터 순환 glucose가 생체에너지 혹은 저장형태 등의 다른 형태로 전환되었을 것으로 사료된다. 특히 PS구의 glucose는 다른 시험구보다 낮았으나 유의적인 차이가 없었다 ($P>0.05$). 지방대사의 지표 중 하나인 총 cholesterol 농도는 에너지 섭취량을 반영하는데 ES구 (109.8 mg/dl)의 농도가 대조구 (86.3 mg/dl) 보다 26% 높았으나 유의적인 차이가 없었다 ($P>0.05$). 주로 간 상피 세포 손상정도를 나타내는 GOT, GPT는 대조구 (56, 14 IU/L)에 비해 모든 처리구 (45~49 IU/L)에서 낮은 수치를 보였으나 유의적인 차이가 없었다 ($P>0.05$).

(3) 비타민 (A, C, E)

생체의 상피세포 강화를 포함한 생체면역 조절과 관련 있는 비타민 A, C, E의 결과는 Table 7과 같다. 비타민 A에 있어서 PS구 (36.1 IU/dl)가 다른 시험구(30.9~34.4 IU/dl) 보다 높았으나 유의적인 차이가 없었다 ($P>0.05$). 渡辺 등¹⁷⁾은 화우의 비육시험에서 혈중 비타민 A와 비육성적은 대체로 반비례한다고 하였으며 비타민 E도 관련이 있는 것으로 보고했다. 中西 등¹⁵⁾은 비타민 A를 제한 급여했을 때 지육 중 근육비율은 유의적으로 컸고 지방비율은 작았다고 보고했다. Kawachi⁹⁾는 비육단계의 육용우에 있어서 지방세포의 분화는 비타민 A에 의해 영향을 받으며 다른 체내성분에 의해서도 분화가 조절된다고 했다. 현재 시험결과는 비육직전단계로서 상피세포의 면역과 관계있는 비타민 A 수준이 높은 것이 바람직하다고 사료된다. ES구의 비타민 C 농도 (3.0 mg/L)는 다른 시험구 (3.7~3.9 mg/L) 보다 낮았으나 유의적인 차이가 없었다 ($P>0.05$). 또한 PS가 포함된 시험구의 비타민 C 농도는 대조구와 ES구보다 높았는데 혈중 glucose의 농도결과와 비교해보면 PS는 혈중 비타민 C의 농도 조절과 관련이 있을 것으로 사료된다. 松井¹⁸⁾는 비육우에 있

Table 6. Effects of PS and ES supplementation on hepatic metabolic materials in growing holstein steers

Items	Control	PS	ES	PS+ES
Glucose (mg/dl)	114.0±1.47	97.8±1.89	104.0±7.91	100.0±3.89
Cholesterol (mg/dl)	86.3±10.49	81.8±6.68	109.8±8.60	94.8±11.68
T-bilirubin (mg/dl)	0.2±0.04	0.2±0.03	0.2±0.03	0.2±0.03
GOT (IU/L)	56.0±6.26	49.0±2.35	45.0±6.12	46.8±4.77
GPT (IU/L)	14.0±1.87	11.0±1.00	13.8±2.39	11.3±1.25

Mean ± SE.

Table 7. Effects of PS and ES supplementation on plasma vitamin A, C and E in growing holstein steers

Items	Control	PS	ES	PS+ES
Vitamin A (IU/dl)	31.6±3.21	36.1±2.07	30.9±7.01	34.4±1.44
Vitamin C (mg/L)	3.7±0.20	3.9±0.33	3.0±0.44	3.9±0.34
Vitamin E (IU/dl)	143.7±18.09	155.4±7.48	150.1±25.84	150.2±25.00

Mean ± SE

어서 비타민 C의 범위는 2.2~4.9 mg/L로 보고 하였으며, 화우에 있어서 육성우의 평균 혈 중 농도는 4.04 mg/L 라고 제시했다. 또한 비 육자체가 비타민 C의 농도를 낮춘다는 것을 제안했다(Yano 등¹⁴). 현재의 결과와 비교해 볼 때 모든 시험구의 비타민 C의 농도는 정상범위 내에 있음을 알 수 있다. 비타민 E의 결과에서 모든 처리구(150~155 IU/dl)는 대조구(143 IU/dl) 보다 높았으나 유의적인 차이가 없었다($P>0.05$). 결론적으로 미생물제의 지속적인 급여를 통해 효과를 얻을 수 있는 점과 육성우 특성상 개체간 차이에 의해 유의적인 차이를 볼 수 없었으나, 처리구에서 체내대사가 개선되는 경향을 보였다.

적 요

증체량은 모든 처리구(281.4~294.5 kg)가 대조구(271.4 kg) 보다 높았으나 유의적인 차이는 없었다($P>0.05$). PS구를 포함한 모든 처리구의 DM, CP 및 TDN 함량이 대조구에 비해 3~8% 향상되는 결과를 얻었으나 통계적인 차이는 없었다($P>0.05$). 모든 시험축군에서 수의적 치료를 요하는 질병은 발생되지 않았다. ES구가 모든 처리구와 비교할 때 총 단백질량은 낮고 BUN은 높은 경향을 보였다($P>0.05$). 면역물질인 IgG항체 농도는 전 처

리구간에 유의적인 차이가 없었다($P>0.05$). 혈중 glucose 농도는 대조구(114 mg/dl)를 제외한 모든 처리구(97.8~104 mg/dl)에서 낮은 경향을 보였다($P>0.05$). ES구(109.8 mg/dl)의 총 cholesterol 농도가 대조구(86.3 mg/dl) 보다 26% 높았으나 유의적인 차이가 없었다($P>0.05$). 간상피세포 손상여부와 관계있는 GOT, GPT는 대조구(56, 14IU/L)에 비해 모든 처리구(45~49, 11~13.8 IU/L)에서 낮은 수치를 보였으며 유의적인 차이는 없었다($P>0.05$). 비타민 A는 PS구(36.1 IU/dl)가 다른 처리구(30.9~34.4 IU/dl) 보다 높았으나 유의적인 차이가 없었다($P>0.05$). 비타민 C는 ES구(3 mg/L)가 다른 시험구(3.7~3.9 mg/L) 보다 낮았으나 유의적인 차이가 없었다($P>0.05$). 또한 모든 처리구의 비타민 E(150.1~155.4 IU/dl)는 대조구(143.7 IU/dl) 보다 높았으나 유의적인 차이가 없었다($P>0.05$).

인 용 문 헌

1. Acres, S. D., Saunders, J. R. and Radostits, O. M. 1977. Acute undifferentiated neonatal diarrhea of beef calves: the prevalence of enterotoxigenic *E. coli*, reo-like (rota) virus and other enteropathogens in cow-calf herds. Can. Vet. J. 18:274-280.

2. Amagaya, S., Sugishita, E., Ogihara, Y., Ogawa, S., Okada, K. and Aizawa, T. 1984. Comparative studies of the stereoisomers of glycyrrhetic acid on anti-inflammatory activities. *J. Pharmacobiodyn.* 7:923-928.
3. Cummins, K. A. and Brunner, C. J. 1989. Dietary ascorbic acid and immune response in dairy calves. *J. Dairy Sci.* 72:129-134.
4. Cummins, K. A. and Brunner, C. J. 1991. Effect of calf housing on plasma ascorbate and endocrine and immune function. *J. Dairy Sci.* 74:1582-1588.
5. Gorocica-Buenfil, M. A., Fluharty, F. L., Reynolds, C. K. and Loerch, S. C. 2007. Effect of dietary vitamin A restriction on marbling and conjugated linoleic acid content in Holstein steers. *J. Anim. Sci.* 85:2243-2255.
6. Haiying, L., Padilla, L., Yoshimatsu, K., Matsui, T., Kitagawa, M. and Yano, H. 2003. Determination of plasma vitamin C concentration in fattening cattle. *Anim. Sci. J.* 74:7-10.
7. Itze, L. 1984. Ascorbic acid metabolism in ruminants. *Proceedings of Ascorbic acid in Domestic Animals.* 120-130.
8. Kashiba, M., Oka, J., Ichikawa, R., Kasahara, E., Inayama, T., Kageyama, A., Kageyama, H., Osaka, T., Umegaki, K., Matsumoto, A., Ishikawa, T., Nishikimi, M., Inoue, M. and Inoue, S. 2002. Impaired ascorbic acid metabolism in streptozotocin-induced diabetic rats. *Free Radic. Biol. Med.* 33:1221-1230.
9. Kawachi, H. 2006. Micronutrients affecting adipogenesis in beef cattle. *Anim. Sci. J.* 77, 463-471.
10. Kawada, T., Aoki, N., Kamei, Y., Maeshige, K., Nishiu, S. and Sugimoto, E. 1990. Comparative investigation of vitamins and their analogues on terminal differentiation, from preadipocytes to adipocytes of 3T3-L1 cells. *Comp. Biochem. Physiol.* 96A:323-326.
11. Kohlmeier, R. H. and Burroughs, W. 1970. Estimation of critical plasma and liver vitamin A levels in feedlot cattle with observations upon influences of body stores and dairy dietary requirements. *J. Anim. Sci.* 30, 1012-1018.
12. Padilla, L., Matsui, T., Kamiya, Y., Kamiya, M., Tanaka, M. and Yano, H. 2006. Heat stress decreases plasma vitamin C concentration in lactating cows. *Livest. Sci.* 101: 300-304.
13. Wallis, G. C. 1940. Vitamin C in the nutrition of dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 23: 569-570.
14. Yano, H., Hirai, S. and Kitagawa, M. 2004. 肉用牛における栄養生理研究の最新進歩. *家畜栄養生理研究会報.* 48:79-104.
15. 中西直人, 山田知哉, 三津本充, 三橋忠由, 相川勝弘, 村元隆, 小澤忍. 2002. 黒毛和種去勢牛の産肉性に及ぼすビタミンAの影響. *日本畜産學會報.* 73(2):273-282.
16. 甫立京子. 1995. ビタミンAと肥育牛の肉質との関係. *栄養生理研究会報* 39(2):157-171.
17. 渡辺大作, 河野 詒, 長谷川眞一, 板垣昌志, 阿部 榮, 阿部省吾, 遠藤祥子, 今野幹雄, 齋藤博水. 1999. 黒毛和種牛における肥育成績と血清ビタミンA, E, および総コレステロールの関連性. *栄養生理研究会*

