

송아지 시기 비타민 A 투여가 한우 거세우의 도체 성적, 근내지방섬세도 및 경제성에 미치는 영향

엄경환, 진실, 문성진, 박명선, 백열창, 장선식
국립축산과학원 한우연구센터
e-mail:umkh9969@korea.kr

Effect of Vitamin A Administration during the Calf Stage on Carcass Traits and Marbling Fineness in Hanwoo Steers

Kyung-Hwan Um, Shil Jin, Sung Jin Moon, Myungsun Park, Youl-Chang Baek and Sun-Sik Jang
Hanwoo Research center, National Institute of Animal Science, RDA, Pyeongchang 25340, Korea

요약

본 연구는 송아지 시기 비타민 A 투여가 한우 거세우의 도체 성적, 근내지방 섬세도 및 경제성에 미치는 영향을 구명하고자 수행되었다. 공시동물은 신생 한우 수송아지 18두(29.67 ± 4.95 kg)를 대조구(비타민 A 무처리)와 처리구(생후 5일령 비타민 A 300,000 IU 근육주사)로 구분하여 동일한 사양조건에서 사육한 후, 26개월령과 28개월령에 도축하였다. 도체중, 등지방두께, 등심단면적, 육량지수 및 근내지방도를 포함한 도체성적은 국내 도체 등급 기준에 따라 평가하였으며, 근내지방섬세도는 도체 영상 분석을 통해 F7 지수를 이용하여 정량화하였다. 26개월령에서는 비타민 A 투여가 도체 성적 및 근내지방 섬세도에 유의적인 영향을 미치지 않았다. 28개월령에서는 처리구의 도체중이 대조구에 비해 유의적으로 증가하였으나(p<0.05), 기타 도체성적 및 근내지방섬세도에서는 유의적인 차이가 나타나지 않았다. 경제성 분석 결과, 28개월령 처리구에서 도체중 증가에 따른 판매가격 상승으로 가장 높은 소득을 나타냈다. 따라서, 본 연구결과 송아지 시기 비타민 A 투여는 한우 거세우의 도체 형질 및 근내지방 섬세도에 미치는 영향은 제한적인 것으로 판단된다. 그러나 비타민 A 투여 및 출하월령 연장은 도체중 증가를 통해 농가 소득 향상에 기여할 수 있을 것으로 판단된다.

1. 서론

한우 산업에서 근내지방 축적은 육질을 결정하는 중요한 요인으로, 특히 거세우에서 근내지방도는 경제적 가치와 소비자 선호도에 큰 영향을 미친다[1, 2]. 이러한 근내지방 형성은 다양한 영양적 요인에 의해 조절되며, 그중 비타민 A는 지방세포 분화 및 지질대사를 조절하는 주요 인자로 알려져 있다[3]. 기존 연구에서는 비육기에 비타민 A 수준을 제한할 경우 지방세포 분화가 촉진되어 근내지방도가 증가할 수 있음이 보고된 바 있다[4]. 그러나 송아지의 경우 비타민 A는 필수적이며, 이전 연구에서[3] 신생송아지의 비타민 A 투여는 근내지방 형성 촉진 및 혈관생성, 지방생성 관련 유전자 발현을 높인다는 결과를 보고 한 바 있다. 또한 비타민 A는 활성형인 레티노산(retinoic acid)의 형태로 세포 분화 및 유전자 발현을 조절하며, 근육 발달과 근내지방 형성에 관여할 가능성이 있다[5]. 따라서 송아지 시기에 비타민 A의 급여 수준을 조절하는 것은 한우 거세우의 도체 성적 및 근내지방 섬세도를 개선할 수 있는 중요한 영양적 전략이 될 수 있다. 그럼에도 불구하고 송아

지 시기 비타민 A 투여가 이후 도체성적 및 근내지방섬세도에 미치는 영향에 대해서는 충분히 규명되지 않았다. 따라서 본 연구는 송아지 시기 비타민 A 투여가 한우 거세우의 도체 성적 및 근내지방섬세도에 미치는 영향을 구명하고자 수행되었다.

2. 재료 및 방법

2.1 공시동물, 시험구 배치 및 사양관리

본 연구는 국립축산과학원 동물실험윤리위원회 운영규정(NIAS-2022-0543)의 검토 및 승인을 받았으며, 실험동물의 관리 및 실험 절차는 동물실험윤리위원회의 규정을 준수하였다. 신생 한우 수송아지 18두(29.67 ± 4.95 kg)를 대조구(비타민 A 주사 없음)와 처리구(비타민 A 300,000 IU 주사)의 두 가지 처리구로 구분하였다. 처리구는 이전 연구들[10, 34]에 사용된 용량에 따라 생후 5일째에 비타민 A를 근육 주사를 하였다. 표 1은 실험 사료의 화학적 조성을 나타냈다. 사료의 레티놀과 베타카로틴은 BIGS솔루션(주)(대전, 한국)에

보내 분석을 하였다. 농후사료와 조사료는 하루 두 번(오전 8시와 오후 3시) 급여했으며, 물은 자유롭게 공급하였다. 이유 시기는 생후 1개월령에 진행했으며, 기타 사료 관리는 국립축

산과학원 한우연구센터의 시험 우사에서 사용하는 방식에 따라 실시되었다.

[표 1] 시험 사료의 화학적 조성

Items ¹	Concentrate feed					Timothy	Tall fescue	Rice straw
	0~3 month	4~6 month	7~14month	14~22month	22~28month	0~6 month	7~14month	15~28month
DM	91.35	91.50	91.67	90.15	89.84	91.51	91.63	88.84
OM	92.72	89.47	91.29	92.95	92.54	94.53	94.50	88.01
CP	24.40	21.50	19.40	17.20	13.40	6.00	5.70	4.00
SOLP	4.30	5.70	7.10	6.40	4.00	2.20	4.10	1.30
NDICP	1.69	3.35	3.28	2.63	2.44	0.93	0.89	1.10
ADICP	1.65	1.62	2.02	1.62	1.69	0.75	0.67	0.96
aNDF	23.90	30.70	38.60	34.00	33.00	66.60	66.10	69.40
ADF	10.10	13.70	19.90	14.00	15.00	45.00	41.40	45.60
Lignin	2.59	3.67	5.93	3.97	4.50	7.42	5.47	6.14
EE	3.81	4.94	4.87	4.31	4.31	1.38	1.82	1.85
Ash	7.28	10.53	8.71	7.05	7.46	5.47	5.50	11.99
Ca	1.27	1.86	1.19	1.16	1.09	0.20	0.23	0.42
P	0.60	0.62	0.73	0.53	0.56	0.16	0.12	0.11
K	1.20	1.22	1.21	0.99	0.90	1.31	1.97	1.35
Na	0.22	0.35	0.24	0.41	0.44	0.01	0.10	0.16
Cl	0.30	0.30	0.70	0.66	0.76	0.73	0.63	0.57
S	0.39	0.42	0.39	0.48	0.33	0.09	0.10	0.09
Mg	0.29	0.33	0.43	0.36	0.33	0.13	0.12	0.14
Retinol, IU/kg	149,000	4,200	6,350	1,520	1,530	-	-	-
Beta carotene (IU/kg)	-	-	-	-	-	5,055	5,084	5,000
TDN _{ix}	75.72	70.79	66.70	71.64	70.65	53.55	57.36	48.77
NE _m , Mcal/kg	1.93	1.75	1.61	1.74	1.67	1.06	1.18	0.87
NE _g , Mcal/kg	1.28	1.13	1.01	1.12	1.06	0.50	0.61	0.33
Carbohydrates	64.51	63.03	67.02	71.44	74.83	87.15	86.98	82.16
NFC	42.30	35.70	31.70	40.10	44.20	21.40	21.70	13.90
Carbohydrate fraction (% CHO)								
CA	14.26	15.55	14.32	13.58	11.89	15.72	15.41	9.74
CB1	49.45	38.71	27.31	43.10	48.70	1.03	1.49	6.82
CB2	1.86	2.38	5.67	0.00	0.00	7.80	8.05	0.37
CB3	24.79	29.42	31.47	30.00	25.00	54.92	59.88	65.19
CC	9.64	13.97	21.24	13.34	14.43	20.43	15.09	17.94
Protein fraction (% Protein)								
PA+PB1	17.62	26.51	36.60	37.21	29.85	36.67	71.93	32.50
PB2	75.45	57.91	46.49	47.50	51.94	47.83	12.46	40.00
PB3	0.16	8.05	6.49	5.87	5.60	3.00	3.86	3.50
PC	6.76	7.53	10.41	9.42	12.61	12.50	11.75	24.00

¹DM: dry matter, OM: organic matter, CP: crude protein, SOLP: soluble CP, NDICP: neutral de-tergent insoluble CP, ADICP: acid detergent insoluble CP, aNDF: neutral detergent fiber ana-lyzed using a heat-stable amylase and expressed inclusive of residual ash, ADF: acid detergent fiber, ADL: acid detergent lignin, TDN_{ix}: total digestible nutrients, NE_m: net energy for maintenance, NE_g: net energy for growth, NFC: non-fiber carbohydrate, CA: carbohydrate A fraction; ethanol soluble carbohydrate, CB1: carbohydrate B1 fraction; starch, CB2: carbohydrate B2 fraction; soluble fiber, CB3: carbohydrate B3 fraction; available insoluble fiber, CC: carbohydrate C fraction; unavailable carbohydrate, PA+B1: protein A and B1 fractions; soluble CP, PB2: protein B2 fraction; intermediate degradable CP, PB3: protein B3 fraction; slowly degradable fi-ber-bound CP, PC: protein C fraction; unavailable CP.

2.2 도체 특성

실험 종료 후 본 실험에서 공시된 한우 거세우는 처리 구당 26개월령 4두씩, 28개월령 5두씩 도축을 진행하였다. 도축은 국립축산과학원 본원에서 실시하였으며, 도체중, 등지방두께, 등심단면적, 육량지수, 근내지방도, 육색, 지방색, 조직감, 성숙도를 평가하였다. 도체 등급은 한국 도체 등급 기준[6]에 따라 측정하였다.

2.3 근내지방섬세도 측정

근내지방섬세도는 도체 영상 촬영 및 형질 측정을 위해 등심 부위의 마지막 흉추와 첫 번째 요추 사이에서 횡단면으로 절단하여 측정하였다. 근내지방섬세도는 한국축산물품질평가원의 협조를 받아 KBM1 영상 분석기(Insilicogen Inc., 한국)를 사용하여 도체 등급 심사 현장에서 얻은 영상으로부터 계산된 F7 지수를 이용하여 평가하였다. 일관성을 확보하기 위해 모든 영상은 동일한 사람이 촬영하였다. F7 지수는 각 이미지

내 40 × 40 타일에 걸쳐 근내지방 입자 대 타일 면적 비율의 표준 편차를 계산하여 근내지방섬세도를 정량화하였다. F7 지수는 다음과 같이 산출하였다[7].

$$F7\ index = \frac{\sum_{i=1}^n (r_i - \bar{r})^2}{n - 1}$$

여기서 n 은 전체 타일의 개수이고, r_i 는 i 번째 타일에서의 마블링 입자 면적 비율(타일 면적 대비), 그리고 \bar{r} 는 모든 타일에 대한 평균 비율을 의미한다.

2.4 경제성 분석

경제성 분석은 송아지 가격, 도체 판매가격(부산물 수입 포함) 및 사료비용을 이용하여 분석하였으며, 기타 경영비는 통계청(KOSIS, 2025)의 농축산물 생산비를 적용하였다.

2.5 통계 분석

본 연구에서는 모든 결과에 대한 통계 분석은 SPSS/Windows 26 (Statistical package for the social science, SPSS Inc., Chicago, IL, USA)를 사용하였다. 자료는 평균 ± 표준오차(standard error of the mean, SD)로 나타내었다. 통계 분석에 앞서 자료의 정규성은 Shapiro-Wilk 검정을 통해 검정하였고, 분산의 동질성은 Levene 검정을 이용하여 확인하였다. 두 처리구 간의 유의성은 독립표본 t-검정(independent samples t-test)을 이용하여 분석하였다($p < 0.05$).

3. 결과

비타민 A투여로 26개월령 거세한우의 도체성적 및 근내지방 섬세도에 미치는 영향은 표 2와 같다. 비타민 A 투여로 도체 성적 및 근내지방섬세도에 미치는 영향은 발견되지 않았다.

[표 2] 비타민 A 투여가 26개월령 거세한우의 도체성적 및 근내지방 섬세도에 미치는 영향

Items	Contorl	Treatment	p-value
Yield traits ¹			
Carcass weight (kg)	444.5±31.33	466.8±27.65	0.328
Rib-eye area (cm ²)	91.25±12.45	93.50±2.52	0.735
Back fat thickness (mm)	6.25±0.96	7.75±1.26	0.107
Yield index	63.42±1.13	62.76±0.62	0.347
Yield grade (A:B:C, steer)	3:1:0	2:2:0	-
Quality traits ²			
Marbling score	4.75±1.26	4.00±1.83	0.524

Meat color	5.00±0.00	5.00±0.00	1.000
Fat color	3.00±0.00	3.00±0.00	1.000
Texture	3.00±0.82	3.25±0.96	0.705
Maturity	2.00±0.00	2.00±0.00	1.000
Quality grade(1 ⁺⁺ :1 ⁺ :1:2:3, steer)	0:1:2:1:0	0:1:1:2:0	-
Marbling fineness	29.28±5.10	24.88±7.66	0.376

¹Area was measured from longissmus muscle taken at 13th rib and back fat thickness was also measured at 13th rib; Yield index was calculated using the following equation: 11.06398 - 1.25149 × back fat thickness (mm) + 0.28293 × rib eye area (cm²) + 0.56781 × carcass weight (kg) ÷ carcass weight (kg) × 100; Carcass yield grades from C (low yield) to A (high yield).

²Grading ranges are 1 to 9 for marbling score with higher numbers for better quality (1 = devoid, 9 = abundant); meat color (1 = bright red, 7 = dark red); fat color (1 = creamy white, 7 = yellowish); texture (1 = soft, 3 = firm); quality grades from 3 (low quality) to 1⁺⁺ (very high quality).

비타민 A투여로 28개월령 거세한우의 도체성적 및 근내지방 섬세도에 미치는 영향은 표 3과 같다. 대조구에 비해 비타민 A 투여구에서 도체중은 높은 결과를 보였지만($P < 0.05$), 다른 항목의 성적은 유의적인 차이를 발견하지 못했다. 또한 근내지방 섬세도에서도 비타민 A에 대한 효과는 없는 것으로 나타났다.

[표 3] 비타민 A 투여가 28개월령 거세한우의 도체성적 및 근내지방 섬세도에 미치는 영향

Items ¹	Contorl	Treatment	p-value
Yield traits			
Carcass weight (kg)	419.8±26.86 ^b	479.8±23.12 ^a	0.005
Rib-eye area (cm ²)	88.40±13.24	95.40±8.38	0.347
Back fat thickness (mm)	7.20±2.28	9.00±2.12	0.232
Yield index	63.24±1.40	62.44±0.78	0.294
Yield grade (A:B:C, steer)	3:2:0	2:3:0	-
Quality traits			
Marbling score	6.40±2.30	6.40±2.07	1.000
Meat color	5.00±0.00	5.00±0.00	1.000
Fat color	3.20±0.45	3.40±0.89	0.667
Texture	1.80±1.10	2.00±1.00	0.771
Maturity	2.00±0.00	2.00±0.00	1.000
Quality grade(1 ⁺⁺ :1 ⁺ :1:2:3, steer)	3:0:2:0:0	2:1:2:0:0	-
Marbling fineness	27.00±3.81	27.60±6.11	0.857

비타민 A 투여가 거세한우의 경제성에 미치는 영향은 표 4와 같다. 도축 가격은 28개월령 비타민 A 처리구에서 9,59만원으로 가장 높은 가격을 받았으며, 이에 따라 소득 또한 가장 높게 나타났다. 본 연구에서 26개월령보다 28개월령에서 소득이 증가되었으며, 이는 조기 출하는 농가의 소득에 부정적인 영향을 미친 것으로 나타났다.

[표 4] 비타민 A 투여가 거세한우의 경제성에 미치는 영향

Items	CON26	TRT26	CON28	TRT28
Gross receipts ¹ (×1,000won/steer)	7,808	7,773	8,551	9,593
Operating cost ² (×1,000won/steer)	8,519	8,459	8,990	8,923
Steer	3,301	3,301	3,301	3,301
Commercial concentrate	3,412	3,379	3,781	3,741
Forage	759	732	781	754
Other	1,047	1,047	1,127	1,127

Income (×1,000won/steer)	-711	-686	-439	670
--------------------------	------	------	------	-----

¹Selling price of carcass and by product; ²Feed price (won/kg): concentrate (early calf: 1300, calf: 900, growing: 600, early fattening: 620, late fattening: 650); forage (timothy: 770, tall fescue: 528, rice straw: 376); Livestock cost(won/kg): 3,301,712 water, Power & Fuel cost: 146,869 won, Veterinary & Medicine cost: 37,901 won, Automobile cost: 70,536 won, Farm implements cost: 286,689 won, Farm building & Facilities cost: 259,819 won, Miscellaneous materials cost: 122,710 won, Interest on borrowed capital: 81,525 won, Land rent: 349 won, Hired labor cost: 113,655 won, Excretion disposal cost: 19,194 won, Production management cost: 35,834 won.

4. 결론

송아지 시기 비타민 A 투여가 거세한우의 도체성적 및 근내지방 함량에 미치는 영향은 없는 것으로 판단된다. 그러나 비타민 A 투여 및 28개월령 이후 출하는 도체중 향상으로 인한 도체 가격 증가로 농가소득에 기여할 수 있을 것으로 판단된다.

사사

본 연구는 농촌진흥청 국립축산과학원 전문연구원 과정 지원 사업과 연구과제 “거세한우 근내지방 함량 향상을 위한 영양조절 및 적정출하체중 구명 연구 (PJ016781)” 지원을 받아 수행되었음.

참고문헌

- [1] S. J. Park, S. H. Beak, S. Y. Kim, I. H. Jeong, M. Y. Piao, H. J. Kang, D. M. Fassah, S. W. Na, S. P. Yoo, M. Baik, “Genetic, management, and nutritional factors affecting intramuscular fat deposition in beef cattle—A review” *Asian-Australas J. Anim. Sci.* Vol.31, No.7, pp.1043–61, May. 2018.
- [2] S. Kim, H. J. Choi, M. Alam, M. N. Park, “Breeding initiatives for Hanwoo cattle to thrive as a beef industry—A review study” *J. Intellect. Prop.* Vol.1, No.2, pp.102–124, Dec. 2017.
- [3] C. L. Harris, B. Wang, J. M. Deavila, J. R. Busboom, M. Maquivar, S. M. Parish, B. McCann, M. L. Nelson, M. Du, “Vitamin A administration at birth promotes calf growth and intramuscular fat development in Angus beef cattle” *J. Anim. Sci. Biotechnol.* Vol.9, No.55, pp.1–9, Jul. 2018.
- [4] Peng, D.Q.; Smith, S.B.; Lee, H.G. Vitamin A regulates intramuscular adipose tissue and muscle development: promoting high-quality beef production. *J. Anim. Sci. Biotechnol.* Vol.12, No.34, pp.34–44, Mar. 2021.

- [5] B. Wang, X. Fu, X. Liang, Z. Wang, Q. Yang, T. Zou, W. Nie, J. Zhao, P. Gao, M. J. Zhu, J. M. D. Avila, J. Maricelli, B. D. Rodgers, M. Du, “Maternal retinoids increase PDGFR α progenitor population and beige adipogenesis in progeny by stimulating vascular development” *EBioMedicine* Vol.18, pp.288–299, Apr. 2017.
- [6] KIAPQE. 2019. Korea Institute for Animal Products Quality Evaluation. Animal products grading statistical yearbook. <https://www.ekape.or.kr/board/view.do>.
- [7] S. Jin, H. J. Kim, J. L. Won, S. S. Jang, S. S. Kang, S. W. Kim, “Genetic analysis and genomic evaluation of marbling fineness in highly marbled Hanwoo steers” *Korean J. Agric. Sci.* Vol.52 No.3, pp.279–288, Sep. 2025.