Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society
Vol. 23, No. 10 pp. 448-457, 2022

https://doi.org/10.5762/KAIS.2022.23.10.448
ISSN 1975-4701 / eISSN 2288-4688

한우 임신 기간별 사료급여 수준이 혈중 대사물질, 신체충실지수 및 번식 효율에 미치는 영향

박명선, 장선식, 조상래, 강성식, 박병호, 원정일, 진실, 이현정*
농촌진흥청 국립축산과학원 한우연구소

Effects of feed increase on blood metabolites and body condition score during each pregnancy periods, and the reproductive efficiency of Hanwoo cows

Myungsun Park, Sunsik Jang, Sang-Rae Cho, Sung-Sik Kang,
Byoungho Park, Jeongil Won, Shil Jin, Hyun-Jeong Lee*
Hanwoo Research Institute, National Institute of Animal Science, RDA

요 약 본 연구는 한우 임신우의 임신 단계별 사료 급여량의 차이가 혈중 대사물질과 신체충실지수, 번식 효율 및 분만 후 회복에 미치는 영향을 구명하고자 수행하였다. 공시축은 보증씨수소 혈통의 기초축군 14 두(63 개월령)와 유전적 다형성 발굴을 위해 사양중인 계통축군 66 두(37 개월령)를 공시하여 시험에 이용하였다. 시험사료는 배합사료 3 kg, 볏짚 4.5 kg를 대조구의 전체 임신 기간 및 처리구의 임신 전기에 급여하였고, 처리구의 임신 중기 및 말기에 배합사료 4.5 kg, 볏짚 6.5 kg를 급여하였다. 실험 결과, 기초축군에서는 임신 단계별 일당증체량이 유의적으로 처리구에서 높았고, 계통축군에서는 일당증체량과 신체충실지수(BCS)에서 대조구에 비해 처리구에서 유의적으로 높았다(p<0.05). 혈액 대사산물에서는 콜레스테롤이 계통축군(임신 말기)과 기초축군(임신 중기)에서 유의적으로 대조구에 비하여 처리구에서 높았고(p<0.05), 기초축군의 임신 말기에서 혈중 요소태질소 함량이 처리구에 대비하여 대조구에서 높은 함량을 보였다(p<0.05). 반면에, 같은 시기의 총 단백질 함량은 대조구에 비하여 처리구에서 유의적으로 높았다(p<0.05). 암소의 임신 기간, 발정재귀일수는 수치적으로 대조구에서 느렸으나, 경향은 보이지 않았다(p>0.05). 분만 후 체중에서는 대조구에 비해 처리구에서 낮았고(p<0.05), 분만 후 BCS는 처리구에서 높았으나 유의적인 경향은 보이지 않았다(p>0.05). 임신 후기와 분만 후 체중 및 BCS의 차이 및 발정재귀일을 상관성 분석하였다. 전체 BCS의 차이와 발정재귀일은 0.31의 통계적으로 유의한 양의 상관성을 보였다(p<0.05). 따라서, BCS의 회복이 높을수록 발정재귀일이 빠른 것으로 조사되었다. 결론적으로, 한우 임신 중기 및 말기의 사료 증량 급여는 암소의 생산성과 분만 후 회복 및 번식 효율 향상에 기여할 수 있을 것으로 사료된다.

Abstract Different feed amounts consumed during each period of pregnancy in Hanwoo cows were investigated for their effects on reproductive efficiency and postpartum recovery in Hanwoo cows. Totally, 14 cows (63 months old) from basal breeding (Base) and 66 heads (37 months old) from line breeding (Line) were examined. The control group (C), constituting 40 heads, was fed 3 kg of concentrate and 4.5 kg of rice straw during the entire pregnancy, whereas the treatment group (T) of 40 heads was fed increased amounts (concentrate, 4.5 kg; rice straw, 6.5 kg) during the middle-to-late period of pregnancy. We observed that the average daily gain (ADG) was significantly higher in the T group of Base cows, and ADG and body condition scores (BCS) were significantly higher in the T group of Line cows (p<0.05). The blood urea nitrogen of Base (mid) was T (late). Compared to C (control), the cholesterol was significantly higher in Line (late) and Base (mid) cows (p<0.05). The postpartum body weight was lower in T than in C (p<0.05). A statistically significant positive correlation was obtained between differences in BCS and the date of return to estrous (0.31, p<0.05). Our results indicate that increased feed for Honwoo cows during the middle-to-late period of pregnancy could contribute to increased productivity of cows, recovery after calving, and improved reproductive efficiency.

Keywords : Hanwoo Cows, Body Condition Score, Blood Metabolites, Feed Intake, Reproductive Efficiency

본 논문은 농촌진흥청 국립축산과학원 전문연구원 과정 지원사업과 연구과제 "영양 대사각인 기반 한우 임신·포유기 및 비육기 맞춤형 정밀 사양기술 개발(PJ016226)" 지원을 받아 수행되었음.

*Corresponding Author : Hyun-Jeong Lee(Hanwoo Research Institute)
email: hyunj68@korea.kr

Received August 2, 2022 Revised September 5, 2022
Accepted October 7, 2022 Published October 31, 2022

1. 서론

번식 암소를 대상으로 하는 한우 번식우 사양관리는 일반적으로 분만하는 송아지 생산성의 최대화 및 번식 효율 향상을 목표로 한다. 번식 단계는 공태기, 임신기 및 포유기로 구분되며, 임신기는 임신 초기와 임신 중기 및 임신 말기로 구분된다[1]. 임신기의 사양관리는 임신우의 발육과 태아의 발육에 도움을 줄 뿐만 아니라 요구되는 영양소의 충족이 태아의 분만 및 분만 후 자궁회복에 전체적인 영향을 미친다고 보고되었다[2]. 특히, 임신 중기부터 태아의 성장이 급속도로 이루어지므로, 임신우의 영양소 요구량이 증가된다[3]. 이에 따라, 임신우의 생산성 향상을 위한 임신 단계별 적정 영양소 공급과 번식 효율에 관련된 연구가 중점적으로 이루어지고 있다[3-5].

사료 섭취량의 경우, 조사료 급여량이 체중 대비 2.05%인 거세 비육 한우에 비해 한우 암소는 1.65% 섭취한다[6,7]. 배합사료 섭취량은 임신 초기에 많은 양의 사료 급여가 필요하지 않으나 높은 증체가 일어나는 임신 말기 및 포유기에 체중의 1.0~1.5% 수준으로 급여해야 한다[8]. 그러나, 배합사료 과다 급여 시 간 손상으로 인해 분만장애, 분만 후 자궁회복 장애 및 난소 장애가 유발될 수 있다[9]. 이와 같은 번식 장애를 방지하기 위해 신체충실지수(Body Condition Score, BCS)와 혈중 영양 대사물질의 함량을 확인하여 적정 수준의 영양소 공급이 필요하다[9-11].

BCS는 암소에서 유생산량과 건강 및 몸의 상태를 확인하여 사료요구율(Feed Conversion Ratio, FCR)을 알 수 있는 지표이며[2], 분만 후 난소 상태와 번식능력을 예측하는 곳에 활용될 수 있는 기준이 된다[12]. 또한, 2.5~3의 BCS를 가진 소가 번식 장애의 발생 빈도가 현저히 감소하는 것으로 확인되었다[13,14].

혈중 영양 대사물질 함량은 젖소에서는 신진대사 상태를 평가하여 대사 장애 진단 및 영양 상태를 확인하는 방법으로 사용된다[15-17]. 또한, 혈청 내 총 콜레스테롤과 지방산 농도를 측정하여 에너지 불균형의 척도로 사용하고 있다[18-20]. 그러나 이와 같은 다양한 연구가 진행됨에도 불구하고 한우의 임신단계별 적정 사료 급여량과 혈중 영양 대사물질 함량, BCS 및 번식 효율에 관한 연구는 미흡한 실정이다.

따라서, 본 연구는 임신 단계별 영양소 급여량의 증가가 체중(Body weight, BW), BCS, 혈중 대사물질 및 분만 후 발정재귀일 관찰과 이들의 상관성을 조사하여, 한우 암소의 임신 단계별 급여량이 번식 효율 및 분만 후 회복에 미치는 영향을 구명하고자 시행되었다.

2. 재료 및 방법

2.1 공시축 및 시험 사료

본 연구에서 사용된 공시축은 42 개월령의 한우 암소를 대상으로 9 개월(2022년 6월~2022년 3월) 동안 80두를 공시하여 국립축산과학원 한우연구소에서 수행하였다. 임신우는 보증씨수소 혈통 유래 기초축군(Base, 352.4 kg) 14 두, 축산연구소에서 유전적 다형성 발굴을 위해 사육중인 계통조성축군(Line, 398.9 kg) 66 두를 이용하였다. 시험 사료는 시판 한우 임신우용 배합사료와 곤포 볏짚을 이용하였으며, 사료의 화학적 조성은 Table 1과 같다.

Table 1. Chemical composition of the experimental diets for Hanwoo cows

Item[1]	Concentrate	Rice Straw
Dry matter	88.43	97.87
	% of dry matter	
Crude Protein	16.43	6.22
TDN	75.40	60.64
NDF	35.64	71.47
ADF	13.83	38.56
Ash	7.55	11.31
Ether extract	3.42	0.64
Crude fiber	8.14	29.99
Lignin	2.88	4.50

[1]Total digestible nutrient (TDN); Neutral detergent fiber (NDF); Acid detergent fiber (ADF).

2.2 시험 설계 및 사양관리

시험 설계는 임신 중 태아의 발달 단계에 따라 임신전기(종부시~임신 3개월령), 임신 중기(임신 4개월령~임신 6개월령) 및 임신후기(임신 7개월령~분만)에 따라 설계되었다[21,22]. 대조구(Control)는 배합사료 3 kg와 볏짚 5 kg를 전체 임신 기간에 거쳐 동일하게 급여하였다. 처리구(Treatment)는 임신 전기에 대조구와 동일하게 급여하였고, 임신 중기 및 임신 말기에 배합사료 4.5 kg과 볏짚 6.5 kg로 증량 급여하였다. 사료 급여는 1 일 2회(07:00, 17:00)에 급여하였고, 각 개체별 사료 채식을 위해 스탄촌을 설치하여 섭취하도록 하였다. 또한, 물과 미네랄 블록은 무제한으로 이용할 수 있도록 하였다.

2.3 조사항목 및 조사방법

2.3.1 사료성분 분석

시험에 사용된 사료의 일반성분은 AOAC [23] 방법에 따라 분석하였고, NDF (neutral detergent fiber)와 ADF (acid detergent fiber) 함량은 Van Soest 등[24]의 방법을 이용하여 분석하였다. 가소화영양소 총량(TDN)은 사료 회사에서 제시한 결과를 사용하였다.

2.3.2 체중, 사료요구율, 신체충실지수 및 분만 후 발정재귀일 측정

체중은 시험기간 동안 3 개월 간격으로 분만 후까지 오전(10:00)에 우형기를 이용하여 측정 및 일당증체량(average daily gain, ADG)을 산출하였으며, 각 개체의 사료 섭취량 대비 체중을 이용하여 사료요구율을 조사하였다. BCS 측정은 시험 개시부터 분만 후까지 3 개월 간격으로 KAIA [25]의 심사기준에 따라 2 명이 관측한 평균치를 이용하였고, 분만 후 회복율을 측정하기 위하여 BCS는 분만 1 개월 후에 측정하였다. 또한, 이유 후 30 두(대조구 15 두, 처리구 15 두)를 임의로 선발하여 발정 관찰 보조기로 발정 관찰 패치(Estrotect™, Rockway, Spring Valley, WI, USA)를 부착하였고, 30 일간 개체의 질 점액, 승가횟수, 승가 허용 횟수 및 패치의 발색을 관찰하여 이유 후 발정재귀일수를 측정하였다.

2.3.3 채혈 및 혈중 영양대사 물질 분석

사료 급여 전 소의 경정맥으로부터 vacutainer에 약 10 ml의 혈액을 채취하여 실험실로 운반하였으며, 혈청 분리는 6 시간 이내에 원심분리기(Labogene, 1580, Korea)를 이용하여 상온에서 혈청을 분리하였다. 또한, 자동생화학 분석기(7020 Automatic Analyzer, Hitachi, Japan)를 이용하여 혈액 내 영양대사물질을 분석하였다. 주요 성분은 albumin (ALB, g/dL), 포도당(GLU, mg/dl), 콜레스테롤(CHO, mg/dl), 혈중 요소태질소(BUN, mg/dl) 및 유리화지방산(NEFA, ㎍Eq/l)을 조사하였다.

2.4 통계분석

통계분석은 관측치를 이용하여 두 집단간 유의성(p<0.05) 검정을 위해 t-test를 시행하였고, 임신 단계에 따른 차이는 일원분산분석(ANOVA) 및 Tukey의 사후검증을 이용하였다. 상관성 분석은 임신 후기·분만 직후의 체중의 차이, 임신 후기·분만 1 개월 후의 신체충실지수의 차이 및 발정재귀일을 Pearson's correlation test로 상관계수 및 유의성을 검증하여 번식효율을 측정하였다. 모든 관측된 데이터의 정제, 시각화 및 통계분석은 Python (ver.3.10.2) 프로그램을 이용하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 축군별 임신단계별 체중, 일당증체량, 신체 충실지수 및 사료 요구율의 변화

한우 암소의 기초축군(63 개월령)과 계통축군(37 개월령)에서 임신단계별 급여량 증가가 체중, 사료요구율 및 신체중실지수에 미치는 영향은 Table 2과 Table 3에 나타내었다. 공시축의 평균 산차는 기초축군에서 2~3 산차이며, 계통축군은 평균 1 산차였다. 체중은 기초축군에서 처리구가 대조구에 비해 시험 개시시부터 임신전기까지 평균 체중이 낮은 수치를 보였고, 임신 중기 및 말기

Table 2. Comparison of body weight, body condition score, average daily gain, and feed conversion ratio on base group of Hanwoo cows by pregnancy stage

Items[1]	Base		
	Control (n=7)	Treatment (n=7)	p-value
Parity	2.57±2.07	2.86±2.67	-
Age	63.36±25.52	71.49±41.55	-
BW			
Initial	407.38±68.76	390.38±63.77	0.616
Early	422.88±69.44	417.12±67.21	0.869
Mid	441.00±71.56	456.75±78.38	0.681
Late	497.38±79.95	502.38±100.96	0.914
BCS			
Initial	3.00±0.61	3.06±0.50	0.826
Early	3.38±0.48	3.31±0.59	0.820
Mid	3.41±0.49	3.55±0.48	0.570
Late	3.34±0.47	3.50±0.60	0.557
ADG			
Early	0.17±0.12	0.30±0.09	<0.05
Mid	0.20±0.13	0.44±0.16	<0.01
Late	0.19±0.09	0.37±0.11	<0.01
FCR			
Early	38.51±12.87	26.82±7.45	0.084
Mid	44.95±28.65	26.41±11.11	0.148
Late	43.47±20.73	30.07±9.74	0.155

[1]BW, body weight (kg); BCS, body condition score; ADG, average daily gain (kg/d); FCR, feed conversion ratio (%); Initial, Initial of pregnancy; Early, early pregnancy; Mid, middle pregnancy; Late, late pregnancy.

Table 3. Comparison of body weight, body condition score, average daily gain, and feed conversion ratio on line group of Hanwoo cows by pregnancy stage

Items[1]	Line		
	Control (N=33)	Treatment (N=33)	*p*-value
Parity	0.88±0.86	0.97±0.77	-
Age	36.32±13.99	37.81±13.93	-
BW			
Initial	349.81±50.15	355.18±69.93	0.714
Early	378.00±48.54	386.82±67.50	0.533
Mid	413.32±45.65	439.82±65.19	0.054
Late	474.59±55.39	507.26±72.18	〈0.05
BCS			
Initial	2.83±0.44	2.91±0.54	0.497
Early	3.17±0.37	3.38±0.39	0.029
Mid	3.35±0.30	3.62±0.34	〈0.001
Late	3.05±0.32	3.43±0.37	〈0.001
ADG			
Early	0.31±0.14	0.35±0.17	0.305
Mid	0.39±0.15	0.59±0.14	〈0.001
Late	0.35±0.12	0.47±0.13	〈0.001
FCR			
Early	27.79±13.44	25.61±16.32	0.555
Mid	23.49±17.65	18.48±5.88	0.115
Late	25.40±14.51	23.88±9.31	0.598

[1]BW, body weight (kg); BCS, body condition score; ADG, average daily gain (kg/d); FCR, feed conversion ratio (%); Initial, Initial of pregnancy; Early, early pregnancy; Mid, middle pregnancy; Late, late pregnancy.

에서는 유의성이 보이지 않았다(p〉0.05). 계통축군에서는 대조구에 비하여 처리구에서 모든 임신 단계의 평균 체중이 다소 높게 나타났고, 임신 말기에 처리구에서 체중이 유의적으로 높은 경향을 보였다(p〈0.05). 또한, 계통축군의 BCS는 개시 및 임신 전기를 제외한 임신 단계에서 처리구가 대조구보다 유의적으로 높았다(p〈0.05). 이는 처리구에 사료를 증량 급여하여 부족한 영양소가 충당되면서, 임신우의 체중이 비약적으로 증가한 것으로 사료된다.

성숙한 암소에서 분만시 BCS는 2.5로, 처음 분만을 하는 미경산우는 3.0을 유지하는 것이 유리하다[26]. 일반 한우 농가에서 암소의 적정 수준(2.5~3)의 BCS로 유지하는 경우 보다 분만과 동시에 도태하는 경우가 많아, 실제 고영양 상태를 유지함으로서 수태율 저하가 나타나는 경향이 있다[27]. 그러나, 본 연구에서 권 등[28]이 보고 한 분만 전 3.08~3.33 BCS 수준과 비슷한 수준이 나타남으로써 임신 단계별 BCS 수준에 대한 고찰이 필요할 것으로 보인다.

일당증체량(average daily gain, ADG)은 기초축군과 계통축군에서 대조구에 비해 처리구가 높은 일당증체량을 보였다(p〈0.05). 특히, 임신 중기와 후기에서 0.37~0.59 kg (처리구)로 유의적으로 높은 증체량이 보였는데(기초축군, p〈0.01; 계통 축군, p〈0.001), 이는 사료섭취량의 증가로 인해 일당 증체량이 증가한 것으로 보인다. 일당증체량은 초임우의 경우에 전체 임신기간에 ADG가 0.4 kg 수준을 유지하여야 하고, 경산우는 0.6 kg으로 유지하여야 한다[29]. 본 연구에서 처리구는 전체 기간 동안의 ADG가 0.30~0.59 kg로 확인되었고, 대조구는 ADG는 0.17~0.39 kg로 수준으로 보였다. 이에 따라, 초임우의 경우 사료 증량 급여시 적정 ADG가 유지 될 것으로 기대된다. FCR에서 는 유의한 영향이 확인되지 않았다(p〉0.05).

3.2 임신 단계별 혈중 영양 대사물질의 변화

Fig. 1에 나타난 바와 같이 임신 단계별 영양 대사물질의 변화는 기초축군과 계통축군으로 분리하여 시각화하였다. 영양 대사물질 농도의 변화는 가축의 영양소 이용과 대사를 직접적으로 관측할 수 있어, 영양 생리적 측면에서 중요한 지표로 알려져 있다[28,30]. 가축이 사료를 섭취하고, 조직 내 단백질의 합성량이 증가하면 전구물질인 albumin이 이용된다[31]. 계통축군에서는 사료가 증량 급여된 임신 중기 및 후기에 대조구에 비해 처리구에서 유의성은 나타나지 않았다(p〉0.05). 혈중 대사물질 중 glucose는 과도한 스트레스와 농후사료의 다량 급여로 인해 높아지며, 상대적으로 농도가 떨어지면 임신우의 영양 불균형이 나타나므로 꾸준한 관리가 필요하다[32]. 본 연구에서 유의성을 보이지 않았다(p〉0.05).

기초축군에서 콜레스테롤은 임신 전기의 처리구에서 대조구에 비해 낮았으나 임신 중기에서 높았고, 임신후기에서 유의적으로 증가하였다(p〈0.05). 계통축군에서는 콜레스테롤이 임신 전기 및 후기에서 처리구가 대조구에 비해 높은 함량을 보였고, 비육중기에서 대조구에 비해 처리구에서 유의적으로 증가하였다(p〈0.05). 콜레스테롤 함량이 감소하면 영양소 공급 부족으로 인해 호르몬의 반응에 영향을 주어 분만 후 배란 지연, 발정재귀 지연 등의 번식 장애를 일으킬 수 있다. Kang 등[32]은 한우 임신우의 콜레스테롤 함량이 임신우 107.22 mg/dL, 분만 전 123.57 mg/dL 수준이 적정하다고 보고하였다. 본 연구의 경우 임신 전체기간의 콜레스테롤은 98~137 mg/dL 함량으로 적정 수준의 콜레스테롤 함량을 보였다.

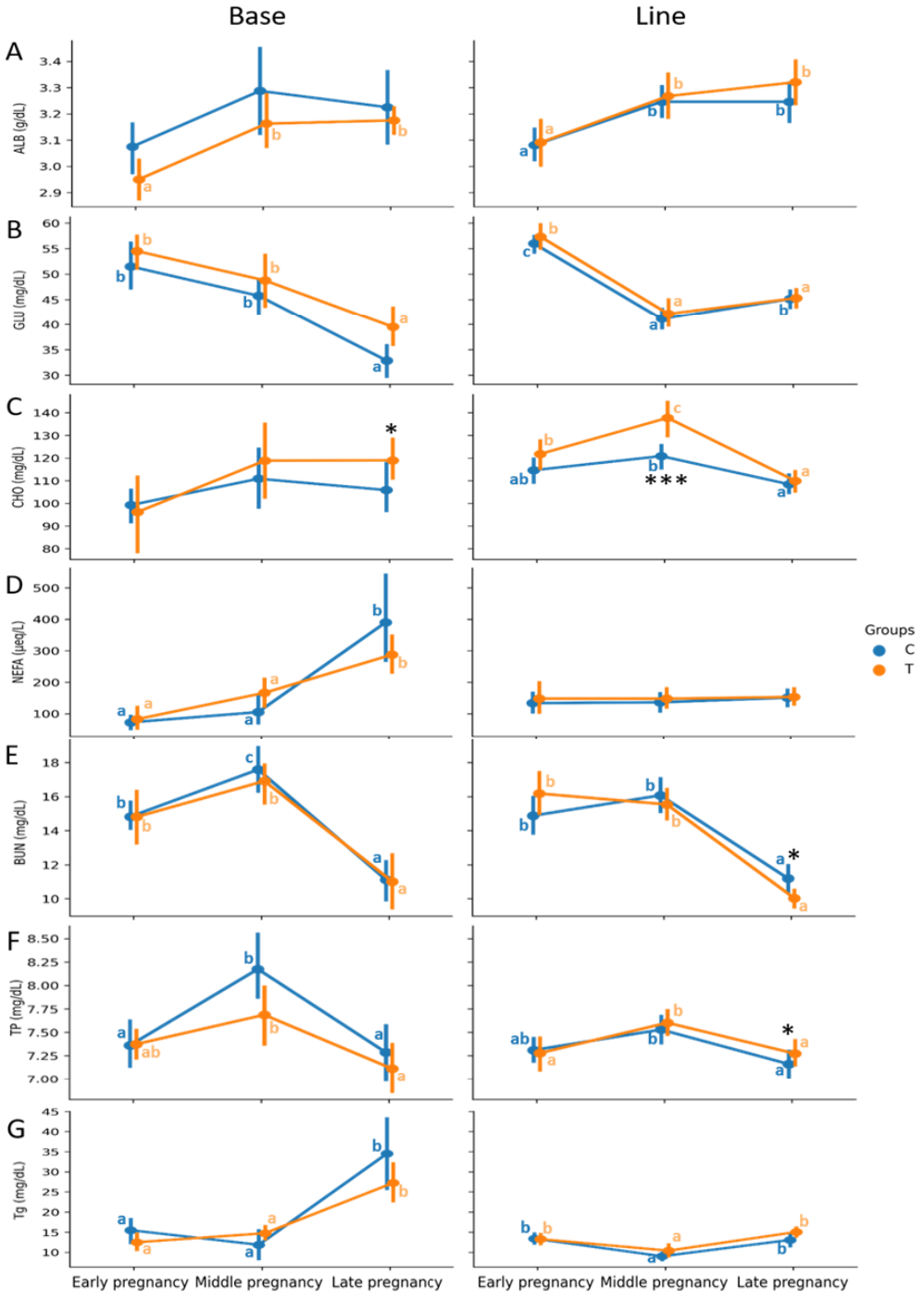

Fig. 1. Shows the serum metabolic profile of Korean Hanwoo cows at various gestational periods.
A, albumin (ALB); B, glucose (GLU); C, cholesterol (CHO); D, non-esterified fatty acids (NEFA); E, blood urea nitrogen (BUN); F, total protein (TP); G, triglyceride (Tg); C, control group; T, treatment group; ^{a,b,c}, Means other superscripts within the groups (colored) indicate significant differences according to the pregnancy period of the group ($p<0.05$); *, Indicates that there was a significant difference between the groups during each gestational period ($p<0.05$); ***, Indicates that there was a significant difference between the groups within each gestational period ($p<0.01$).

전반적인 영양 수준을 알 수 있는 콜레스테롤과 구별되는 혈중 요소태질소(BUN)는 단백질의 분해량 및 에너지 균형을 알 수 있고, 간장에서 비독화 과정에 의해 생성된다. 계통축군의 임신 후기에서 총 단백질의 함량은 처리구에서 높은 함량으로 나타났고, BUN은 낮았다(p<0.05). 본 실험에서 사료의 증량급여로 인한 영양 대사의 활성화로 대조구에 비해 총 단백질 함량은 증가하였으나, BUN은 낮은 함량으로 조사되었다. 그러나, Son 등[33]이 보고한 수치(13~19 ml/dL)와 비교하였을 때 적정 수준을 보였다.

암소는 분만 후 비유가 시작되어 에너지 요구량이 급격하게 증가하게 되므로, 에너지가 부족할 경우에 체지방을 분해하여 에너지를 보충한다. 이 분해 과정으로 축적된 체지방이 유리화지방산(Non-esterified fatty acids, NEFA)으로 전환되며 간에서 다시 에너지로 활용된다. 본 연구에서 사료를 증량 급여한 임신 중기와 후기에서 기초축군의 glucose, 콜레스테롤과 계통축군의 albumin, glucose, 콜레스테롤, NEFA, 총 단백질 및 triglyceride에서 대조구보다 처리구가 높은 수치를 보였다. 또한, 기초축군의 NEFA, triglyceride는 대조구에 비해 처리구가 임신 중기에는 높은 함량을 나타냈고, 임신후기에 적은 함량을 보였다. 전반적으로 계통축군에서는 BUN을 제외한 대사물질이 대조구에 비하여 처리구에서 높았다(p>0.05). 임신단계별 차이는 기초축군의 콜레스테롤과 계통축군의 NEFA를 제외하고, 통계적 유의적인 차이를 보였다(p<0.05). 이에 따라, 임신 단계별로 동일한 양의 사료를 급여한 대조구에서 통계적 유의적인 수준의 차이를 보이므로, 한우의 임신 단계별 혈중 대사물질 수준의 조사하여 단계별 적정 급여량의 도출이 필요한 것으로 사료된다.

3.3 암소 생산성 및 분만 후 번식 효율

3.3.1 암소 생산성 및 번식 효율 조사

임신우의 번식 효율을 확인하기 위하여, 임신 기간과 분만 후 체중(Body weight, BW) 및 BCS를 조사하였다(Table 4). 암소의 번식효율을 증진시키는 방법 중 하나인 분만 간격의 단축은 번식 농가에서 특별히 관리하는 사항이다. 분만 간격의 단축은 임신기간은 대조구에 비해 처리구에서 평균 0.23 일 빠른 출산을 하였으나, 유의성은 보이지 않았다(p>0.05). 분만 후 체중은 대조구에 비해 처리구에서 유의적으로 낮은 수준을 보였고(p<0.05), 분만 1 개월 후에 측정된 BCS는 유의적인 차이는 없었다(p>0.05).

Table 4. Comparison body weights and body condition score at post-parturition of Hanwoo cows

Items[1]	Control	Treatment	p-value
N	40	40	
Period of pregnancy, d	283.63±5.78	283.40±5.70	0.861
Post-parturition BW, kg	477.64±61.24	417.86±58.70	<0.001
Post-parturition BCS	2.83±0.55	3.00±0.57	0.230

[1]BW, body weight; BCS, body condition score; N, number of cow; d, day.

분만 후 발정재귀일은 Table 5에 나타내었다. 발정재귀는 분만 후 자궁 상태가 임신 전 상태로 회복되면서 발정이 일어나며, 평균적으로 21일을 주기로 발정 발현 양상을 나타낸다[34,35]. 본 연구에서는 대조구 (25.4 일)에 비해 처리구 (24.7 일)에서 빠른 발정재귀를 보였으나 유의성은 나타나지 않았다(p>0.05).

Table 5. Comparison return of estrus after post-weaning of Hanwoo cows

Items[1]	Control	Treatment	p-value
N	15	15	
Return to estrus, d	25.40±8.71	24.73±7.33	0.822

[1]N, number of cow; d, day.

3.3.2 암소 생산성과 번식 효율 상관성 분석

임신우의 번식 효율을 확인하기 위하여 임신 후기·분만 직후의 BW 차이, 임신 후기·분만 1개월 후의 BCS 차이를 확인하였다(Table 6). 암소의 임신 후기의 BW와 분만 직후의 BW 차이는 분만된 송아지의 체중이 포함되므로, 수치가 높을수록 높은 생산성을 가지는 것으로 유추할 수 있다. 본 연구에서는 대조구에 비해 처리구에서 통계적으로 유의적인 차이를 보였고(p<0.001), BCS 차이에서 유의성을 보이지 않았다(p>0.05).

Table 6. Comparison of postpartum and late pregnancy differences in body weight and body condition scores of Hanwoo cows

Items[1]	Control	Treatment	p-value
No. of cow	40	40	
Difference of BW, kg	4.76±67.74	88.64±94.61	<0.001
Difference of BCS	0.27±0.53	0.44±0.56	0.176

번식 효율을 확인하기 위하여 BW 차이, BCS 차이 및 발정재귀일의 상관성 분석을 시각화하였다(Fig. 2). 전체 BCS의 차이와 발정재귀일은 0.31의 통계적으로 유의한 양의 상관성을 보였다(p<0.05). BCS의 회복이 높을수록 발정재귀일이 빠른 것으로 조사되었다. 반추동물에서 BCS는 난소 활동 및 첫 배란이 늦어지는 형상을 초래하는 등 번식 성적에 높은 영향을 미친다고 알려져 있다[10,36-38]. 본 연구의 경우 BCS는 전반적으로 처리구에서 높은 수치를 보였으므로, 임신 중기 및 후기에 사료를 증량하여 급여 시 번식 성적의 빠른 회복률을 보일 것으로 사료된다. 대조구는 전체 임신 후기와 분만 후 BW 및 BCS 차이에서 -0.28의 상관계수로 유의한 음의 상관성을 보였다(p<0.05). 또한, 처리구는 -0.27의 상관 계수를 보였으며, 전체 임신 후기·분만 후 BCS와 BW의 차이에 유의적인 음의 상관성이 나타났다(p<0.05). 처리구에서 대조구에 비해 BW와 BCS의 적은 차이는 임신 중기 및 후기에 사료 증량 급여가 영향을 미친 것으로 사료된다. 이와 같이, BCS와 체중에 의한 번식 효율과 영양적인 요소 및 환경적인 요인의 상관관계는 명확하지 않아, 본 연구를 기반으로 하여 한우 암소에 관련된 다양한 연구가 필요할 것으로 판단된다.

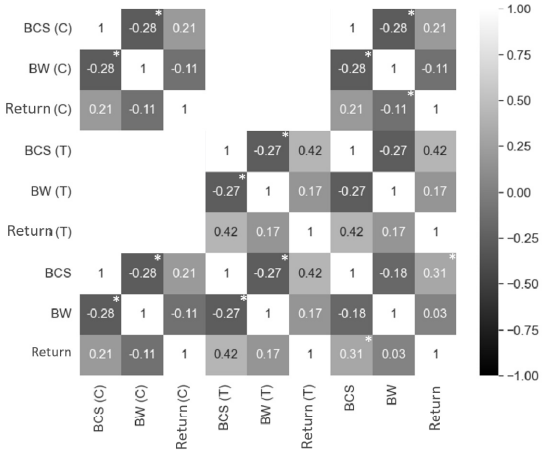

Fig. 2. Correlation between late pregnancy and postpartum body weight difference, body weight score difference, and return to estrus
BCS, difference of body condition score (late pregnancy period − 1 month after postparturition); BW, difference of body weights (late pregnancy period − postparturition); Return, return to estrus (day); C, control; T, treatment; *, p<0.05.

4. 결론

본 연구에서는 한우 임신우의 임신 단계별 사료 급여량의 차이가 혈중 대사물질과 BCS, 번식 효율 및 분만 후 회복에 미치는 영향을 구명하고자 수행하였다. 사료를 증량 급여한 처리구에서 대조구에 비하여 체중과 BCS 및 혈중 대사물질 함량이 높았으나, 적정 수준으로 나타났다. 또한, 암소의 임신 기간, 분만 후 체중 및 BCS 수치가 높은 임신 중기 및 말기의 사료 증량 급여는 한우 암소의 생산성과 분만 후 회복 및 번식 효율 향상에 기여할 수 있을 것으로 사료된다. 농가에서 암소는 일반적으로 BCS를 토대로 관리가 이루어지는데, 암소의 번식효율과 생산성에 밀접한 관련이 있어 많은 연구가 필요한 실정이다. 이에 따라, 임신 후기와 분만 후 BCS의 차이는 농가에서 사용할 수 있는 생산성과 번식효율의 예측 지표로 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

References

[1] I. Choi, D. Shin, S. Jung, S. Seo, "Use of morphometric measurement for estimation of AI timing of Hanwoo heifer (Korean native cattle)", *Journal of Embryo Transfer*, Vol.31, No.3, pp.261-265, Sep. 2016.
DOI: https://doi.org/10.12750/JET.2016.31.3.261

[2] J. R. Roche, N. C. Friggens, J. K. Kay, M. W. Fisher, D. P. Berry, "Invited review: Body condition score and its association with dairy cow productivity, health, and welfare", *Journal of dairy science*, Vol.92, No.12, pp.5769-5801, Aug. 2009.
DOI: https://doi.org/10.3168/jds.2009-2431

[3] K. D. Hart, B. W. McBride, T. F. Duffield, T. J. DeVries, "Effect of frequency of feed delivery on the behavior and productivity of lactating dairy cows", *Journal of Dairy Science,* Vol.97, pp.1713-1724, Nov. 2014.
DOI: https://doi.org/10.3168/jds.2013-7504

[4] J. Cho, C. Do, H. Song, I. Choi, "An analysis of evaluation for Korean native cattle (Hanwoo) reproductive performance and cow-calf profitability", *Journal of Embryo Transfer*, Vol.30, No.3, pp.189-193, Sep. 2015.
DOI: https://doi.org/10.12750/JET.2015.30.3.189

[5] S. W. Kang, S. K. Im, J. W. Jeong, J. S. Woo, K. J. Jeon, "Effect of the level of concentrates and pasture grazing on growth, reproductive performance and feed efficiency in spring born Hanwoo heifers", *Journal of Animal Science and Technology,* Vol.45, No.1, pp.101-112. Feb. 2003.
DOI: https://doi.org/10.5187/JAST.2003.45.1.101

[6] T. Y. Chung, C. M. Kim, "Effects of dietary neutral detergent fiber and acid detergent fiber concentrations on the eating and ruminating behavior of Korean native cattle", *Journal of Korean Nutrition and Feed Science,* Vol.18, No.5, pp.402-408, Sep. 1994.

[7] C. M. Kim, B. S. Lee, T. Y. Chung, "Influence of cutting length of ammoniated barley straw on the eating and ruminating behavior of Korean native cattle", *Korean Journal of Animal Sciences,* Vol.36, No.5, pp.487-493, Oct. 1994.

[8] National Institute of Animal Science (NIAS), Korean Feeding Standard for Hanwoo, p.219, NIAS, 2017, pp.71-74.

[9] S. S. Kang, U. H. Kim, S. D. Lee, M. S. Lee, S. R. Cho, "Basic analysis of metabolic parameters by using metabolic profile test (MPT) for improvement breeding in Korean native cow", *Journal of The Korean Society of Grassland and Forage Science*, Vol.38, No.4, pp.331-336, Dec. 2018.
DOI: https://doi.org/10.5333/KGFS.2018.38.4.331

[10] O. Markusfeld, N. Galon, E. Ezra, "Body condition score, health, yield and fertility in dairy cows". *Veterinary Record*, Vol.141, No.3, pp.67-72, Jul. 1997.
DOI: https://doi.org/10.1136/vr.141.3.67

[11] A. K. Manthey, J. L. Anderson, "Feeding distillers dried grains in replacement of forage in limit-fed dairy heifer rations: Effects on post-trial performance", *Journal of Dairy Science*, Vol.100, No.5, pp.3713-3717, Jun. 2016.
DOI: https://doi.org/10.3168/jds.2015-10785

[12] J. Cho, C. Do, H. Song, I. Choi, "An analysis of evaluation for Korean native cattle (Hanwoo) reproductive performance and cow-calf profitability", *Journal of Embryo Transfer*, Vol.30, No.3, pp.189-193, Sep. 2015.
DOI: https://doi.org/10.12750/JET.2015.30.3.189

[13] C. Y. Choe, D. S. Son, G. C. Choi, S. H. Song, C. Y. Choe, S. H. Choi, D. W. Kang, "Survey on the incidence of reproductive disorders in Hanwoo", *Journal of Embryo Transfer,* Vol.21, No.4, pp.331-338, Dec. 2006.

[14] Y. H. Jung, M. S. Lee, G. J. Jeon, S. S. Jang, S. Y. Choe, "Blood Urea Nitrogen and Body Condition Score on Reproductive Efficiency in Korean Cattle", *Journal of Embryo Transfer,* Vol.19, No.1, pp.53-59. Apr. 2004.

[15] J. F. Cote, B. Hoff, "Interpretation of blood profiles in problem dairy herds", *The Bovine Practitioner*, Vol.1, No.26, pp.7-11. Sep. 1991.
DOI: https://doi.org/10.21423/bovine-vol1991no26p7-11

[16] G. M. Jones, E. E. Wildman, H. F. Troutt Jr, T. N. Lesch, N. M. Lanning, "Metabolic profiles in dairy herds of different milk yields", *Journal of Dairy Science*, Vol.1, No.26, pp.7-11, Apr. 1982.
DOI: https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(82)82251-0

[17] D. S. Kronfeld, S. Donoghue, R. L. Copp, F. M. Sterns, R. H. Engle, "Nutritional status of dairy cows indicated by analysis of blood", *Journal of Dairy Science*, Vol.65, No.10, pp.1925-1933, Oct. 1982.
DOI: https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(82)82440-5

[18] J. J. Kaneko, Clinical Biochemistry of Domestic Animals, 4th edition, p.932, Academic Press San Diego, 1989, pp.109-114.

[19] K. Kida, "The metabolic profile test: its practicability in assessing feeding management and periparturient diseases in high yielding commercial dairy herds", *Journal of veterinary medical science,* Vol.64, No.7, pp.557-563, Mar. 2002.
DOI: https://doi.org/10.1292/jvms.64.557

[20] W. R. Butler, "Relationships of negative energy balance with fertility", *Journal of Advances in Dairy Research,* Vol.17, pp.35-46. Jan. 2005.

[21] S. A. Lehnert, A. Reverter, K. A. Byrne, Y. Wang, P. L. Greenwood, "Gene expression studies of developing bovine longissimusmuscle from two different beef cattle breeds", *BMC developmental biology*, Vol.7, No.1, pp.1-13. Aug. 2007.
DOI: https://doi.org/10.1186/1471-213X-7-95

[22] T. Jeong, K. Y. Chung, W. Park, J. H. Son, D. Lim, "Transcriptome Analysis of Longissimus Tissue in Fetal Growth Stages of Hanwoo (Korean Native Cattle) with Focus on Muscle Growth and Development", *Journal of Life Science*, Vol.30, No.1, pp.45-57. Jan. 2020.
DOI: https://doi.org/10.5352/JLS.2020.30.1.45

[23] The scientific association dedicated to analytical excellence, Official methods of analysis of AOAC international 18th ed., p.222, Association of official analytical chemists, 1975, p.222.

[24] P. J. Van soest, J. B. Povertson, B. A. Lewis, "Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition", *Journal of Dairy Science,* Vol.74, No.10, pp.3583-3597, Oct. 1991.
DOI: https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(91)78551-2

[25] KAIA, Korea Animal Improvement Association, Annual report, KAIA, Korea, pp.27.

[26] R. Rasby, J. Gosey, Using cow body condition score to manage your beef herd, Cooperative extension educational programs, University of Nebraska-Lincoln, USA.

[27] G. T. Yeom, H. G. Park, N. T. Kim, S. W. Kim, Y. G. Ko, "Effect of Body Condition Score (BCS) on In Vivo Embryo Production and Pregnancy Rate Following Superovulation in Hanwoo", *Journal of Embryo Transfer*, Vol.28, No.1, pp.7-12, Mar. 2013.
DOI: https://doi.org/10.12750/JET.2013.28.1.7

[28] E. G. Kwon, Y. M. Cho, Y. H. Choi, B. K. Park, J. B. Kim, "Effects of maternal genetic potential and parity with pre-and postpartum on body weights, body condition score and blood metabolites in Hanwoo

cows", *Journal of Animal Science and Technology,* Vol.48, No.6, pp.881-888, Dec. 2006.
DOI: https://doi.org/10.5187/JAST.2006.48.6.881

[29] I. Choi, D. Shin, S. Jung, S. Seo, "Use of morphometric measurement for estimation of AI timing of Hanwoo heifer (Korean native cattle)", *Journal of Embryo Transfer*, Vol.31, No.3, pp.261-265, Nov. 2016.
DOI: https://doi.org/10.12750/JET.2016.31.3.261

[30] S. Raghuvansi, M. Tripathi, A. Mishra, O. Chaturvedi, R. Jakhmola, "Feed digestion, rumen fermentation and blood biochemical constituents in Malpura rams fed a complete feed-block diet with the inclusion of tree leaves", *Small Ruminant Research,* Vol.71, No.1-3, pp.21-30, Aug. 2007.
DOI: https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2006.03.012

[31] J. M. Gill, *High quality meat production by feeding fermented-brewery meal and grinding soybean in Hanwoo,* Ph.D dissertation, Kangwon University, pp.21-24.

[32] S. S. Kang, U. H. Kim, K. W. Kim, S. R. Cho, "Comparison of NEFA Level of Pregnancy, Non-Pregnancy in Hanwoo Cow", *Journal of Agriculture and Life Science*, Vol.55, No.6, pp.75-81, Dec. 2021.
http://db.koreascholar.com/article.aspx?code=411795

[33] J. K. Son, C. Y. Choe, S. R. Cho, S. H. Yeon, D. S. Son, "Relationship between superovulation treatment and blood urea nitrogen (BUN) concentration in Hanwoo donors", *Reproductive and Developmental Biology,* Vol.34, No.3, pp.201-205, Aug. 2010.

[34] P. M. Fricke, P. D. Carvalho, J. O. Giordano, A. Valenza, M. C. Amundson, "Expression and detection of estrus in dairy cows: the role of new technologies", *Animal,* Vol.8, No.1, pp.134-143, Dec. 2014.
DOI: https://doi.org/10.1017/S1751731114000299

[35] S. S. Kang, S. R. Cho, S. M. Hwang, U. H. Kim, K. W. Kim, "A Study on the Breeding Status and Improvement of Reproduction Rate of Repeat-breeder in Hanwoo", *Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society,* Vol.22, No.12, pp.806-812, Dec. 2021.
DOI: https://doi.org/10.5762/KAIS.2021.22.12.806

[36] W. R. Butler, R. D. Smith, "Interrelationships between energy balance and post partum reproductive function in dairy cattle", *Journal of Dairy Science*, Vol.72, No.3, pp.767-783, Mar. 1989.
DOI: https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(89)79169-4

[37] M. J. De Vries, S. Van Der Beek, L. M. T. E. Kaal-Lansbergen, W. Ouweltjes, J. B. M. Wilmink, "Modeling of energy balance in early lactation and the effect of energy deficits in early lactation on first detected estrus postpartum in dairy cows", *Journal of Dairy Science*, Vol.82, No.9, pp.1927-1934, Sep. 1999.
DOI: https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(99)75428-7

[38] S. W. Beam, W. R. Butler, "Effects of energy balance on follicular development and first ovulation in postpartum dairy cows", *Journal of Reproduction and Fertility,* Vol.54, pp.411-424, Jan. 1999.

박 명 선(Myungsun Park) [정회원]

- 2019년 2월 : 전북대학교 농업생명과학대학 축산학과 (농학석사)
- 2022년 2월 : 전북대학교 농업생명과학대학 축산학과 (농학박사)
- 2022년 3월 ~ 현재 : 농촌진흥청 국립축산과학원 한우연구소 전문연구원

〈관심분야〉
반추동물영양학, 동물사양학

장 선 식(Sun-Sik Jang) [정회원]

- 1996년 8월 : 충북대학교 대학원 축산학과 (축산학석사)
- 2002년 2월 : 충북대학교 충북대학원 축산학과 (반추영양학박사)
- 1993년 1월 ~ 1994년 12월 : 농촌진흥청 고령지시험장 축산연구사
- 1994년 12월 ~ 현재 : 국립축산과학원 농업연구사

〈관심분야〉
반추동물영양학, 동물영양학, 동물번식학

조 상 래(Sang-Rae Cho) [정회원]

- 2000년 2월 : 경상국립대학교 농업생명과학대학 축산학과 (농학석사)
- 2003년 8월 : 경상국립대학교 응용생명과학부 (이학박사)
- 2004년 3월 ~ 2007년 12월 : 농촌진흥청 국립축산과학원 박사후연구원
- 2008년 1월 ~ 현재 : 농촌진흥청 국립축산과학원 연구사

〈관심분야〉
생명과학, 유전공학

강 성 식(Sung-Sik Kang) [정회원]

- 2015년 3월 : 일본 북해도 대학 수의학 연구과 (수의학박사)
- 2015년 5월 ~ 2021년 12월 : 농촌진흥청 국립축산과학원 한우연구소 전문연구원
- 2022년 1월 ~ 현재 : 농촌진흥청 국립축산과학원 한우연구소 농업연구사

〈관심분야〉
가축번식, 생식세포

진 실(Shil Jin) [정회원]

- 2013년 8월 : 충남대학교 대학원 축산학과 (농학석사)
- 2018년 2월 : 충남대학교 대학원 축산학과 (농학박사)
- 2020년 2월 ~ 현재 : 국립축산과학원 한우연구소 농업연구사

〈관심분야〉
동물유전, 동물육종, 한우

박 병 호(Byoungho Park) [정회원]

- 1995년 2월 : 서울대학교 농업생명과학대학원 동물자원과학과(농학석사)
- 2000년 8월 : 서울대학교 농업생명과학대학원 동물자원과학과(농학박사)
- 2000년 8월 ~ 2002년 9월 : 농림부 국립수의과학검역원
- 2002년 9월 ~ 현재 : 농촌진흥청 국립축산과학원 농업연구관

〈관심분야〉
생명과학, 유전공학

이 현 정(Hyun-Jeong Lee) [정회원]

- 1990년 2월 : 서울대학교 농과대학 축산학과 (농학사)
- 1992년 2월 : 서울대학교 농과대학원 축산학과 (농학석사)
- 1999년 2월 : 서울대학교 농생명과학대학원 동물자원과학과 (농학박사)
- 1992년 7월 ~ 현재 : 국립축산과학원 농업연구관

〈관심분야〉
한우 영양생리, 지방대사

원 정 일 (Jeongil Won) [정회원]

- 2009년 2월 : 강원대학교 동물생명대학원 동물자원과학과 (농학석사)
- 2015년 8월 : 강원대학교 동물생명대학원 동물자원과학과 (농학박사)
- 2015년 8월 ~ 2018년 1월 : 농촌진흥청 국립축산과학원 낙농과 박사후연구원
- 2018년 2월 ~ 현재 : 농촌진흥청 국립축산과학원 한우연구소 농업연구사

〈관심분야〉
정보경영, 정보통신