

# 국내 한우산업 현황과 정밀축산을 활용한 한우고기 생산전망

Current situation of Hanwoo industry and future prospects for precision livestock farming

박보혜<sup>1</sup> · 강동훈<sup>1</sup> · 정기용<sup>1\*</sup>

Bo Hye Park<sup>1</sup>, Dong Hun Kang<sup>1</sup>, Ki Yong Chung<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>농촌진흥청 국립축산과학원 한우연구소

<sup>1</sup>National Institute of Animal Science, Hanwoo Research Institute, RDA

## Abstract

Hanwoo cattle have been genetically selected for enhancing meat quality and meat quantity since the last few decades. Beef consumption in South Korea has also increased to 11.6 kg per year in 2016 and is expected to continue to increase. For improving meat quality, Hanwoo cattle has been raised a high-energy corn-based diet for long fattening periods, which causes not increment of fat percentage in the loin muscle but increment of feeding costs. Consumer demands on the Korean beef industry are driving differing beef production systems and also changes to the beef grading system. For a sustainable Hanwoo industry, researcher in Korea have attempted to develop feeds for efficient fattening periods and precision feeding systems based

on genetic information for Hanwoo cattle. Therefore, representatives of government, academics, and market association need to provide efficient collaboration for the future prospective or develop a precise management system for Hanwoo industry in Korea.

Key words : current situation, hanwoo, precision livestock farming

## 서론

가축으로서 한우는 한국의 중요한 식량공급원이며 풍부한 단백질과 양질의 무기질을 공급할 수 있는 좋은 식재료로 사용이 되고 있다. 한우고기는 10개의 대분할과 39개의 소분할로 나뉘고 있는데 특정부위에 인

\*Corresponding author : Ki Yong Chung, National Institute of Animal Science. RDA

Tel:82-10-7323-6657

Fax:82-33-330-0660

Email:cky95@korea.kr

Received September 13, 2018; revised September 16, 2018; accepted September 16, 2018

기가 편중되어 부위별로 가격차이가 높게 나타나고 있다. 한우고기는 120가지 부위로 세분하여 다양한 음식 재료로 활용하고 있는데 부위별 풍미와 다즙성에 따라 차별화가 되고 있다(Min and Lee, 2011). 이러한 한우고기의 특성은 한우가 사육되는 환경과 혈통으로부터 물려받는 유전적인 요인에 따라 차이가 나타나게 된다. 특히 우수한 한우를 생산할 수 있는 번식, 육종, 사양프로그램이 바탕이 되어야 하는데 한우산업이 발달함에 따라 프로그램들도 변화가 되어왔다. 수입고기와 차별화를 위해서 한우산업은 근내지방을 높이는 고품질 한우고기 생산방향으로 변화되어 왔는데, 이를 위해서 개량과 사양프로그램을 적용해 온 결과 평균 도체중의 10년전과 비교하여 100kg이상 증가하였고 근내지방도는 1등급이상 상승하였다(KAPE, 2016). 근육내지방을 높이기 위해서는 사육단계에서 고에너지 사료를 장기간 급여하는 방법을 이용해 왔다(Chung et al., 2007). 고에너지 사양방법은 한우고기의 육질을 향상시키면서 고기에 포함된 기능성 지방산인 올레인산의 농도를 높여주는 긍정적인 효과가 있는 반면, 사료비 비중을 높여서 경제성을 감소시키는 부정적 효과도 있다(Chung et al., 2015). 최근 식문화의 변화로 살코기 형태이면서 근내지방이 높지 않아 합리적인 가격의 소고기를 선호하는 소비형태가 늘고 있고 이에 따른 도체등급제의 변화도 예상되어 한우를 생산하는 방법의 변화도 필요한 실정이다. 한우의 생산방법의 변화를 위해서는 기존의 획일화된 고급육 사양프로그램을 벗어나 한우의 성장단계별 생산목표에 따라 최적화된 사육방법을 적용해야 할 필요가 있다. 따라서 이 글에서는 한우산업의 변화과정, 현재이슈, 그리고 앞으로의 전망에 대하여 이해하고, 소비자와 생산자의 올바른 이해를 돕기 위한 방법을 이야기하고자 한다.

## 본론

### 1. 한우산업의 현황

우리나라 한·육우두수는 1960년 100만두를 시작으로

표 1. 연도별 한·육우 사육현황 (통계청, 2018)

연도	총사육두수(두)	농가수(호)	호당사육규모(두)
1960	1,010,235	893,465	1.1
1970	1,283,646	1,010,448	1.3
1980	1,389,648	988,933	1.4
1990	1,621,654	620,266	2.6
2000	1,590,020	289,714	5.5
2005	1,818,549	192,124	9.5
2009	2,634,705	174,637	15.1
2015	2,908,998	106,505	27.3
2017	3,019,500	98,570	30.6

2007년 200만두를 넘어섰고 2012년 300만두를 기점으로 현재까지 290~300만두를 유지하고 있다. 한우 사육농가는 지속적으로 감소하고 있는데 1990에서 2000년 사이 약 52%가 감소하였고 최근 2011년에는 16,3천호에서 2017년에는 9,8천호로 약40% 감소하였다(표1).

이는 호당 사육두수의 증가로 이어지는데 2011년 호당 사육두수가 18.1두에 비해 2017년 호당 사육두수는 30.6두로 높아졌다. 특히 100두이상되는 규모화된 농가의 수는 2000년 0.4%에서 2017년 6.4%로 지속적으로 늘고 있는 반면 20두 미만농가의 수는 2000년 94.7%에서 2017년 62.0%로 감소하고 있어 한우산업

표 2. 한·육우 사육규모별 사육두수 및 점유율 (통계청, 2018)

연도	사육두수(두)				계
	20두 미만	20~50	50~100	100두 이상	
1990	1,401,833 (86.4)	131,319 (8.1)	51,404 (3.1)	37,098 (2.3)	1,621,654 (100%)
1995	1,880,393 (72.5)	507,275 (19.5)	126,348 (4.9)	80,011 (3.1)	2,594,027 (100%)
2000	857,923 (54.0)	333,985 (21.0)	193,809 (12.2)	204,303 (12.8)	1,590,020 (100%)
2005	777,418 (42.7)	450,420 (24.8)	285,888 (15.7)	304,824 (16.8)	1,818,549 (100%)
2010	796,322 (27.3)	729,192 (25.0)	597,297 (20.4)	800,033 (27.4)	2,921,844 (100%)
2015	402,100 (15.0)	583,051 (21.8)	586,354 (21.9)	1,104,920 (41.3)	2,676,425 (100%)

이 보다 전문적이고 기술집약적으로 변화되고 있다(표 2; KOSIS 2017). 한우산업이 규모화됨으로 인해 기존의 사육방법보다 더 효율적이고 정확한 사양과 경영시스템 적용이 필요해졌다. 더욱이 최근 인건비의 상승으로 가족위주의 경영체제로 유지되는 한우농가의 수가 많아지고 있어서 한명이 감당해야하는 노동의 강도가 높아지고 있다. 이러한 환경적 변화가 사양시스템이 효율적이면서 생산성을 높이는 방법으로 변화를 유도하고 있다.

한우 고급육 생산을 위한 생산비중 사료비에 해당하는 비율은 2010년 이후 점차 증가하여 2016년에는 약 44%를 차지하고 있어서 소고기 생산비의 많은 부분이 사료비로 지출이 되고 있다(KOSIS, 2017). 고급육 생산을 위한 사양방법에서도 거세한우의 출하월령을 늘려 근내지방도를 높이는 방법이 광범위하게 적용되어 2016년은 31개월 이상이 71%를 차지하고 있다(KAPE 2016). 출하월령이 높아지면서 사료비용과 노동비가 증가하게 되는데 수입고기들과의 가격경쟁력을 떨어뜨리는 결과를 가져왔다. 최근 연구결과에 의하면 한우의 성장단계별 도체성적과 경제성 분석을 해본 결과 일반적인 고급육 사양 프로그램에서 29개월령 출하시 가장 높은 경제성을 확보할 수 있으며 30개월령 이상은 경제성이 감소하는 것으로 나타났다(NIAS 2013). 근내지방도는 29개월령 이후 큰변화가 없었으며 도체중이 증가하는 대신에 등지방과 같은 불가식 지방이 높아져 도체성적은 감소하는 것으로 나타났다. 즉 장기간 사육하는 한우일수록 사료섭취량 대비 불가식 지방축적은 많아져서 살코기생산에는 효율적이지 못한 사양방법이다. 최근 한우의 도체등급 출현율에도 비슷한 현상이 나타나는데, 육질등급 출현율이 높아지면서 2017년 거세한우의 88.2%가 1등급 이상으로 나타난 반면 육량 A등급은 2003년 43%에서 2017년에는 19.2%까지 지속적으로 감소하였다(그림 1). 특히 C등급의 상승률은 지속적으로 상승하고 있는데 이는 도체가격의 하락을 가져오므로 비육후기 도체성적이 떨어지지 않도록 조심하는 사양방법을 적용하는 것이 필요하다.

최근 소비자의 선호도의 변화로 비용부담이 적은 저

지방 살코기형태의 소고기 수요가 늘어나면서 수입고기를 대체할 중간등급 한우고기의 생산에 대한 요구가 많아졌다. 저비용 소비수요를 차지하고 있는 수입산 소고기와 가격차를 비교하면 한우 등심의 경우 미국산과 비교하여 약 2.4배가 높은 것으로 나타났는데 (KAPE 2017), 2026년 미국 및 2028년 호주와의 관세철폐를 준비하는 입장에서는 진지한 고민이 필요하다. 더욱이 1인당 소고기 소비량의 증가율이 2000년대 8.5kg에서 2016년 11.6kg으로 증가되었는데 이를 바탕으로 앞으로의 소고기 요구량도 꾸준히 증가될 것으로 전망된다(표 3). 한편 소고기 자급율은 2000년대까지 50%를 유지하였으나 점차 감소하여 2016년에는 40.7%까지 감소하였다. 이는 소비자의 소고기 수요가 가격이 저렴한 수입육을 원하는 것으로 나타나 한우산업도 중급육 소고기 시장을 위한 전략이 필요한 것으로 나타났다.

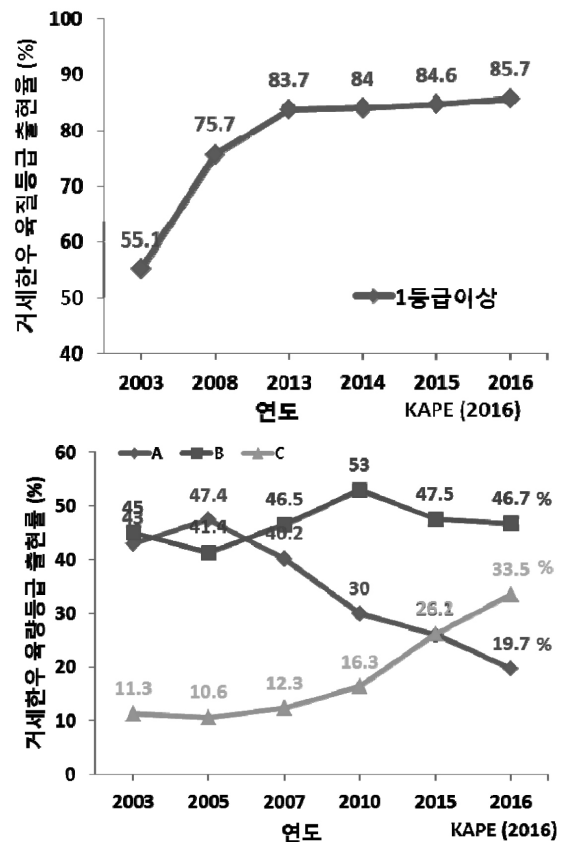


그림 1. 연도별 거세한우 육질 및 육량성적 변화 (KAPE, 2016)

표 3. 연도별 소고기 수급실적 (한국육류유통수출협회, 2016)

연도	수요량	공급량		자급률(%)	1인당 소비량 (kg)
		국내산	수입산		
1990	180.6	94.8	85.8	52.5	4.1
1995	301.2	154.7	146.5	51.4	6.7
2000	402.4	214.1	261.8	52.8	8.5
2005	316.9	152.4	192.4	48.1	6.6
2010	431.3	186.2	245.1	43.2	8.8
2016	581.0	236.7	344.3	40.7	11.6

중급육 소고기를 생산하기 위해서는 육질등급이 낮아도 성장을 빨리하여 사료비를 절감하는 사양방법을 적용하는 것이 중요하다. 특히 육성초기부터 개체의 능력을 조기에 판별하여 맞춤형 사양을 적용하는 방법이 유용할 것으로 기대된다. 이를 위해 국내 개발 사료품질 고급화 기술개발과 현재 진행되고 있는 국내산 양질 조사료 개발과 같은 기술 적용이 필요하고, 획일화된 고급육 사양시스템이 아닌 효율성을 최대한 반영할 수 있는 정밀사양기술이 개발되면 해결방안을 제시할 수 있을 것으로 생각된다. 앞으로의 경쟁력 강화를 위해서는 무작정 근내지방도를 높이기 위해서 출하월령을 늘이거나 높은 에너지 사료를 급여한 것이 아닌 개체의 능력에 적합한 효율적인 사료급여체계를 적용하고 적절한 출하월령을 제시함으로써 정밀한 사양을 적용해야 한다. 그리하여 고급육 시장은 확보하면서도 수입육 시장을 대체할 중등육 한우고기의 생산시스템이 필요하다.

## 2. 한우산업의 차별성

외국의 비육우시스템과 차별되는 한우 생산 시스템 (Production system and supply chain)은 국가주도 씨수소 선발 프로그램(National genetic evaluation program)을 중심으로 선발된 씨수소들의 정액을 번식 및 일괄사육농장으로 보급하는 산업구조를 가지고 있다(Chung et al., 2018). 아울러 국가에서 보급하는 씨수소를 이용하여 태어난 개체들의 명호를 등록하는 것과 같이 혈통

등록을 종축개량협회에서 관리하고 있으며, 전국 도축장에서 도축되어지는 도축결과는 축산물품질평가원에서 이력추적정보와 함께 관리 하는 매우 구조적으로 안정화된 생산체계를 유지하고 있다(KAPE 2017). 이러한 생산 시스템으로부터 생산된 개체의 혈통정보, 이력추적정보 그리고 도축정보를 국가적으로 활용함으로써 농가에서 보유하고 있는 한우 개체의 능력을 추정할 수 있는 매우 유용한 정보임과 동시에 기반 자료이다.

### 씨수소 선발 프로그램

한우 씨수소선발 프로그램은 1983년부터 시작되어 유전적으로 능력이 좋은 씨수소를 당대검정과 후대검정이라는 선발 시스템을 이용하여 우량 씨수소를 선발하고 있다. 한우의 당대검정(performance test)은 후보 씨수소(candidate young bulls) 자신의 성장 능력 (12개월령 체중)과 근내지방도, 등심단면적 및 등지방두께에 대한 혈통지수(개체의 선조의 육종가의 평균값)를 이용하여 후보씨수소를 선발한다. 선발된 후보 씨수소의 자손을 8-10두 정도로 생산하여 후대를 24개월령까지 사육한 후 이들을 도축하여 얻은 4개 육종목표 형질(도체중, 등심단면적, 등지방두께 그리고 근내지방도)을 측정하고 이들 형질과 혈통정보를 통합하여 개체모형, 즉 BLUP (Best Linear Unbiased Prediction) 방법을 사용하여 후보 씨수소들의 육종가(EBV: Estimated Breeding Value)를 평가하여 그 순위에 따라 보증 씨수소 20여 마리를 선발한다(Meuwissen et al., 2001). 이렇게 선정된 정액을 KPN(Korean proven bull's number)라고 명명하고 농가에 보급하고 있다(Chung et al., 2018). 이렇게 한우개량에서 실시하는 당·후대검정은 매우 성공적으로 대략적으로 매년 도체중 이 육종가를 기반으로 4-5kg이 증가하고 있으며, 등심단면적은 1-2cm<sup>2</sup>가 증가하고 있다. 하지만 KPN선발을 위해서는 당대검정, 그리고 후대검정 통틀어 평균 5.5년이 걸리고, 테스트 수소의 자손이 6-8자손으로 수가 제한이 EBV 정확성이 70% 정도로 나타나고 있다. 최근 유전체 정보 기술을 이용한 유전체 육종가를 이용한 유전체선발 방법이 활발히 연구되고 있고, 향후 유전체선



발방법이 적용된다면 보다 효율적이고 정확한 개체의 능력을 추정하는 방법이 될 것이다

#### 이력추적시스템

국내에서 사육되고 있는 한우고기에 대한 이력 추적 시스템은 2008년부터 농림축산식품부의 위탁을 받은 축산물품질평가원에서 관리 하고 있다(KAPE 2016). 이 시스템은 농장에서 테이블까지 한우 소고기 정보를 소비자가 이용할 수 있도록 도와준다. 이 시스템을 통해 소비자는 유통되는 소고기의 정보를 확인하고 안심하고 구입할 수 있다. 또한 한우의 거짓 표시를 막기 위해 한우 송아지 출생 후 DNA 신원 검사 및 12 자리 식별 번호가 개별적으로 생성된다. 개체식별번호를 통하여 생산농가들은 소비자에게 고기 안전을 보장하고 소비자가 농장에서 테이블로 모든 단계에서 모든 정보를 기록하거나 관리하게 되어있다. 또한 개체식별번호를 통해 추적되는 도체자료와 유전정보들을 이용하여 개체의 능력을 측정 할 수 있을 뿐만 아니라 정밀한 축산을 하기 위한 가축 대응량 데이터로 활용 가능 할 것이다.

#### 한우고기의 특징

와규와 한우 지방은 다른 종류의 올레인산 함량이 낮은 쇠고기에 비해 높은 올레인산 함량, 낮은 융점의 높은 부드러움을 가지고 있다. 쇠고기의 지방산 조성도 기호성에 영향을 미치는 것으로 나타났고(Chung et al., 2007). 최근 한우 쇠고기는 다른 품종과 비교하여 높은 수준의 글루타민산을 함유하고있어 한우 쇠고기의 특성을 뒷받침한다는 연구 결과가 있다. 쇠고기에는 올레산이 유도 한 사람의 HDL 콜레스테롤이 들어 있지만 LDL 콜레스테롤 함량에는 영향을 미치지 않는다는 연구 결과가 있습니다(Gilmore et al., 2007). 이전의 연구 결과에 따르면 쇠고기는 높은 올레산을 함유하고있어 육류의 기호성을 증가 시켰을뿐만 아니라 인간을위한 건강 기능 식품을 지원했다. 미국이나 캐나다 육우를 사용한 이전의 연구는 사료 공급 기간의 연장이 쇠고기의 육질에 영향을 미친다는 것을 시사했다(Chung

et al., 2007). 그러나 급여 기간을 늘리면 등지방 두께(BFT) 또는 소화가 되지 않는 지방이 증가하고 궁극적으로 쇠고기 등급 및 수확량에 부정적인 영향을 줄 수 있다. 최근 연구에 따르면 포도당과 중성 지방과 같은 혈청 성분은 근내지방도 육종가(EBV)와 관련되어 육질평가에 영향을 미친다(Chung et al., 2006). 정확도 개선을 위해서는 근내지방도 성적을 이용한 유전체 육종가를 이용하여 한우산업 발전에 적용할 필요가 있다.

### 3. 한우산업의 미래전망

최근 급격하게 변하고 있는 신기술의 홍수속에서 4차 산업혁명과 관련있는 기술들이 개발되어 적용되고 있는데 이는 농업에서도 많은 영향을 미치고 있다. 농업에서 적용되고 있는 4차 산업혁명의 특징은 축적된 빅데이터를 이용한 맞춤형 정밀농업이 주요 내용이라고 할 수 있다. 식물에서는 이미 다국적 제약회사 또는 종자회사에서 구체적인 서비스를 해오고 있으나 축산에서는 구체적인 생산모델과 연결된 서비스는 없다. 축산분야에서는 최근 새로운 농업기술인 정밀축산(Precision Livestock Farming)이라는 농업 패러다임 변화가 일어나고 있다(Berckmans, 2017). 정밀축산이란 단순히 섬세한 사양을 하는 것이 아니라, 추적되는 빅데이터를 이용하여 개체의 능력을 평가한 후 맞춤형 기술을 처방(Prescription)하는 방법으로 동물복지 분야에서 활발하게 활용하고 있다. 정밀축산의 적용을 위해서는 지속적으로 생산되는 빅데이터 축적이 기본이 되어야 하는데 최근 생체정보를 이용하는 정보기술들이 급속도로 발전하여 한우산업에서도 개체가 갖고 있는 유전능력, 가계도, 번식능력, 나이, 건강상태, 사료섭취율 및 도체성적의 활용이 가능하게 되었다. 특히 이력추적시스템을 통하여 우리나라 전체 한우의 도체자료들이 축적되고 있으며 인터넷을 통하여 누구나 열람할 수 있게 되었고 이러한 인프라를 이용한 다양한 정밀사양 활용기술의 개발이 가능하게 되었다. 한우산업에서 정밀사양의 특징은 모든 한우가 동일한 조건에서 비육시스템을 적용하는 것이 아닌 개체의 유전적인 특징을

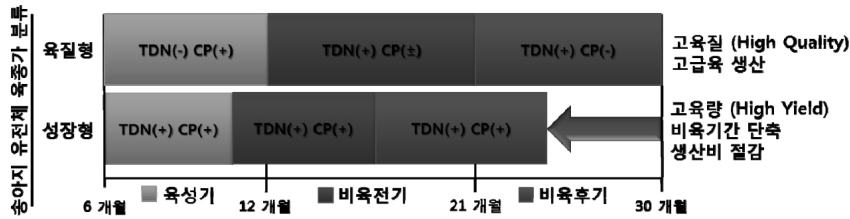


그림 2. 한우 유전체 육종가를 활용한 개체 맞춤형 정밀사양(Chung et al., 2018)

고려한 사양프로그램을 적용하는 것을 나타낸다. 최근 발표된 연구에 의하면 2,600두의 한우 참조집단을 이용한 유전체 육종가를 이용하여 육질형으로 선발한 한우 그룹에서 육질 1+등급 이상 출현율이 17.5% 향상한다는 발표가 있었다(그림 2). 이 연구에서 한우의 유전체 빅데이터를 이용하면 좋은 능력의 개체를 조기에 선발할 수 있으며 개체의 적합한 맞춤형 사양 프로그램 적용이 가능하다는 결론을 도출하였다. 향후 유전체 육종가 빅데이터를 활용한다면 개체별 육질뿐 아니라 성장능력 예측이 가능하며 이를 활용한 여러가지 사양기술들이 개발될 것으로 예상된다.

갈수록 어려워지는 수입곡물과 조사료의 사료비 압박과 값싼 수입소고기와 경쟁을 하여야 하는 한우산업에서 생산성을 향상시킬 수 있는 기술 확보는 우리나라 한우산업이 반드시 해결해야 할 부분이다.

## 요약

한국 육우의 거의 90%를 차지하는 한우의 역사, 산업 특성 및 소고기 생산을 중심으로 한우의 현안과 미래를 논의했다. 한우산업에 많은 변화가 있었지만 여전히 한우는 한국 소비자에게 최고의 쇠고기 공급원으로서 프리미엄의 위치를 가지고 있다. 다른 농업 기반 경제와 비교할 때, 한우 농민의 수는 최근 수십 년 동안 급격히 감소했으며 농장의 규모가 커지고 시스템이 보편화되었다. 수입 소고기와 차별화, 사료비 증가, 송아지 가격의 증가, 토지 비용의 증가 등 한우산업이 직면 한 어려움을 해쳐나가기 위해서는 보다 젊고 똑똑한 농부들이 필요하다. 기존의 축적된 노하우와 새로운 기술을 잘 접목시켜 한우를 잘 기르는 사람들이

많이 생겨나야 하고 소득을 창출하여야 한다. 우리나라의 발전된 ICT기술과 농민들의 근면함이 잘 융합되어 고급데이터 들이 꾸준히 축적된다면 여러 가지 어려운 상황에서도 새로운 고급육 생산 프로그램을 개발할 수 있고 이를 활용한 원천기술 개발로 지속가능한 한우산업을 유지할 수 있을 것이다. 아울러 기존의 방식과 다르게 변화하고 있는 4차 산업혁명시대에 한국형 정밀축산을 개발하여 축산선진국으로 나아갈 수 있을 것이라 기대한다.

## 참고문헌

- Berkmans D. General introduction to precision livestock farming. *Animal Frontiers* ; 7:6-11.
- Chung KY, Lee SH, Chang SS, et al. The effect of genomic estimated breeding value and feeding condition to performance, carcass characteristics, and fatty acid composition of Hanwoo steer. *Proceeding of Annual Congress of KSAST* p120 (2018)
- Chung KY, Chang SS, Lee EM et al. Effects of high energy diet on growth performance, carcass characteristics, and blood constituents of final fattening Hanwoo steers. *CNU J Agri Sci (Kor)* 42:261-8 (2015)
- Chung KY, Lee SH, Chang SS, et al. Effects of high energy diet on growth performance, carcass characteristics, and blood constituents of Hanwoo steers distributed by estimated breeding value for meat quality. *CNU J Agri Sci (Kor)* 42:361-8 (2015)
- Chung KY, Lee SH, Cho SH, et al. Current situation and future prospects for beef production in South Korea. *Asian-Australas J Anim Sci* 951-60 (2018)
- Lim DH, Han HK, Kim JH, et al. *Annual Report for Livestock Animal Research*. Kor: National Institute of Animal Science; Report No.: 11-1390906-000217-10 (2013)
- Chung KY, Lunt DK, Choi CB, et al. Lipid characteristics of subcutaneous adipose tissue and *M. longissimus thoracis* of Angus and Wagyu steers fed to US and Japan endpoints. *Meat Sci* 73:432-41 (2006)
- Chung KY, Lunt DK, Kawachi H, Yano H, Smith SB. Lipogenesis and stearoyl-CoA desaturase gene expression and enzyme activity in adipose tissue of short- and long-fed Angus and Wagyu steers fed



corn- or hay-based diets. *J Anim Sci* 85:380-7 (2007)

Gilmore LA, Crouse SF, Carbuhn A, Klooster J, Cales JAE, Meade T, Smith SB. Exercise attenuates the increase in plasma monounsaturated fatty acids and high-density lipoprotein but not high-density lipoprotein 2b cholesterol caused by high-oleic ground beef in women. *Nurt Res* 33:1003-11 (2013)

Korean institute for animal products quality evaluation [Internet] KAPE: Annual Report for Animal Products Research. (Kor); 2016 Available from: <http://www.ekapepia.com/home/homeIndex.do> Accessed Mar 07 2016

Korean Statistical Information Service (KOSIS). Farm households by size of raising Korean beef cattle / total head [Internet]. Korea: Korean Statistical Information Service Available from: [http://kostat.go.kr/portal/korea/kor\\_nw/2/1/index.board](http://kostat.go.kr/portal/korea/kor_nw/2/1/index.board) Accessed Jan 18 2018

Min SG, Lee BS, The story of Hanwoo Kor; RDA Interrobang; Report No.: 11-1390000-002866-03 (2011)

Meuwissen TH, Hayes BJ, Goddard ME. Prediction of total genetic value using genome-wide dense marker maps. *Genetics* 157:1819-29 (2001)