

# 조사료원의 차이가 한우 거세우의 생산성 및 육질에 미치는 영향 : 메타분석

조상범<sup>1,2</sup> · 이상무<sup>3</sup> · 김은중<sup>3\*</sup>

## Effect of Different Forages on Growth Performance, Meat Production and Meat Quality of Hanwoo Steers : Meta-analysis

Sang Buem Cho<sup>1,2</sup>, Sang Moo Lee<sup>3</sup> and Eun Joong Kim<sup>3\*</sup>

### ABSTRACT

In the present study, the effects of feeding different forage sources on the growth performance, meat production and meat quality of Hanwoo steers were evaluated using meta-analysis. In total 5 studies that were performed and published in the domestic journals in Korea were employed for the analysis. The results from nutritionally better quality roughage-based steers and rice straw-based steers in each study were assigned as a treatment and a control, respectively, and the mean difference between the treatment and the control was used for the evaluation of effect size. The summary effect was calculated using random effect model. As results, in growth performance, positive effects were found in feed intake, daily weight gain, final body weight and feed efficiency. The significant effect was found only in daily weight gain (p<0.05). In meat production, carcass weight, *Longissimus dorsi* area, yield index showed positive effect and negative effect was detected in back fat thickness. The significant effect in meat production was found in carcass weight and *Longissimus dorsi* area (p<0.05). In meat quality, positive effects were represented in marbling score and fat color. Meat color showed little effect. The significance for effects was not observed in the analysis of meat quality. In conclusion, feeding good quality forages to ruminants plays an important role in Korean beef cattle industry and hence further researches are necessary to improve the efficiency of forage utilization in Hanwoo cattle.

(Key words : Forage, Rice straw, Meat quality, Growth, Meta-analysis)

### I. 서 론

반추동물에게 양질의 조사료를 급여하는 것이 영양적, 생리적, 경제적 그리고 사회·환경적 측면에서 얼마나 중요한 가 하는 점은 새삼

강조할 필요가 없다. 특히, 이는 인간을 포함한 단위동물이 섭취할 수 없는 조사료 및 비단백태 질소화합물을 섭취하고 고단백질 식품인 우유와 고기를 우리에게 제공하기 때문이다 (Ørskov, 1998). 이유 후, 성장기에 적절한 양질

<sup>1</sup> 전북대학교 동물소재공학과 (Department of Animal Science, Chonbuk National University, Jeonju, 561-756, Korea)

<sup>2</sup> 건국대학교 동물자원연구센터 (Animal Resource Research Center, Konkuk University, Seoul, 143-701, Korea)

<sup>3</sup> 경북대학교 축산BT학부 (Department of Animal Science and Biotechnology, Kyungpook National University, Sangju, 742-711, Korea)

Corresponding author : Eun Joong Kim, Department of Animal Science and Biotechnology, Kyungpook National University, Sangju, 742-711, Korea. TEL: +82-(0)54-530-1228, FAX: +82-(0)54-530-1229, E-mail: ejkim2011@knu.ac.kr

의 조사료 급여는 반추위의 발달에 도움이 되고 성장기에 있는 반추동물들이 질병에 노출되지 않고 건강하게 자랄 수 있도록 돕는 중요한 사양 관리법의 하나이다(Cho et al., 1997; Jin et al., 2012; Kim, 2006). 수입 곡류 원료사료를 바탕으로 하는, 집약적인 축산업이 대부분의 생산 형태를 이루고 있는 우리나라에서도 축우 산업에서의 조사료의 중요성은 끊임없이 강조되어 왔다(Seo et al., 2010). 최근 유기축산물, 혹은 친환경축산물에 대한 소비자들의 관심과 수요가 증가하면서 곡류를 급여하여 생산된 축산물이 아닌, 조사료를 위주로 급여하여 생산된 축산물에 대한 관심도 함께 증가하고 있다(Ahn et al., 2000; Kook et al., 2011). 지난 수 년 간 양질의 조사료를 생산하고자 다양한 연구와 노력들이 시도되었는데 크게는 경종농업의 부산물인 벃짚의 이용성에 관한 연구가 대표적이고 최근에는 총체보리(whole crop barley) 또는 이를 이용한 사일리지를 축우에 급여하여 좋은 생산성을 보여주는 보고들이 있다(Ahn et al., 1984; Han et al., 1996; Kook et al., 2011). 물론, 국내 축우산업은 수입곡류에 크게 의존하고 있으며 특히 한우 사육의 경우 도체의 등급을 높이기 위해서 출하 전 수개월 동안 사료 섭취량의 90% 이상을 곡류사료 위주로 급여하고 아주 소량의 거친 조사료만을 한우에게 급여하는 사양체계를 많은 농가에서 유지하고 있다. 그러나 환율의 극심한 변이, 국제 유가의 변동, 지구 환경의 변화와 이로 인한 국제 곡물 가격의 변화로 언제까지나 수입곡물에 의존하는 축산업을 유지할 수 있을지에 관한 문제는 끊임없이 제기되어 왔다(Jin et al., 2012). 따라서 축우산업에서 조사료의 생산성 그리고 이용성에 관한 연구는 앞으로 그 중요성이 더욱 부각된다고 할 수 있겠다. 그럼에도 불구하고 국내 실정에서 조사료를 생산하고, 생산 및 수입된 조사료를 축우에게 급여하여 생산성이나 생산품의 품질을 연구한 논문들은 그리 많지 않은 것이 또한 사실이다.

메타분석이란 공통된 주제를 가지고 서로 다른 연구자에 의하여 수행된 연구결과들을 이용하여 통합적인 결론을 추정하는 방법이다. 특히 메타분석방법은 연구결과들에 대한 종합적인 효과를 통계량을 이용하여 표현함으로써 가설검정의 기술을 적용할 수 있는 장점을 가지고 있다(Borenstein et al., 2009; Sales, 2011).

이에 본 연구에서는 국내에서 발표된 논문들 가운데 조사료원의 차이가 한우의 생산성 및 육질에 어떠한 영향을 미치는 가 보고한 논문들을 중점적으로 살펴보고 조사료와 가축의 생산성 및 육질에 어떠한 상관관계가 있는지 통계적 방법들 중의 하나인 메타분석법(meta-analysis)을 통하여 조사해 보았다.

## II. 재료 및 방법

### 1. 연구논문

본 연구는 한우 비육우에 대하여 벃짚이 아닌 다른 조사료(건초, 사일리지 등)의 급여가 한우 성장효율, 육생산성 및 육질에 대한 효과를 보고한 연구논문들을 이용하여 메타분석을 실시하였다. 특히 국내에서 수행된 사양시험들만을 대상으로 분석에 이용하였다. 표준화된 분산값의 산출을 위하여 연구결과에 평균의 표준편차가 제시된 연구논문들을 선별하여 분석에 사용하였다. 그 결과 최종적으로 총 5개의 연구논문(Ahn et al., 1984; Cho et al., 2009; Kim, 2006; Kook et al., 2011; Oh et al., 2006)을 선별하였고, 각 연구논문들에서 사용된 실험조건은 Table 1에서 보는 것과 같다.

### 2. 메타분석 (meta-analysis)

조사료의 급여에 대한 결과를 처리구 결과( $X_T$ )로 설정하였고, 대조구 결과( $X_C$ )로는 벃짚을 급여하여 얻은 결과를 설정하였다. 효과의 크기는 처리구와 대조구간의 평균차이( $g$ )를 이

Table 1. Summary of studies used to evaluate the effects of forages on growth performance, meat production and meat quality in Hanwoo steers

Study	Animal breed	No. of animal		Experimental diets		Initial body weight		Experimental period	Subgroup in analysis	Region	Analysis items
		Treatment	Control	Treat-ment	Control	Treat-ment	Control				
1	Hanwoo steer	6	6	WCB+ Conc.	RS+ Conc.	285.1	289.0	540	No	Chon-nam	A,B,C,D,E,F,G,H,I,J,K
2	Hanwoo steer	12	12	PS+RS+ Conc.	RS+ Conc.	275.0	271.3	150	No	-	A,B,C,D,F,G,H,I,J,K
3	Hanwoo steer	6	6	Mixed+ Conc.	RS+ Conc.	196.1	194.3	360	Yes (Periods)	-	A,B,C,D,F,G,H,I,J,K
4	Hanwoo steer	32	32	OCG+ Conc.	RS+ Conc.	156.0	149.7	730	No	Pyeong-chang	A,E,F,G,I,J,K
5	Hanwoo steer	10	10	Tm+ Conc.	RS+ Conc.	100.6	100.6	850	No	-	B,C,F,G,H,I,J,K

1. Study: 1, Kook et al. (2011); 2, Oh et al. (2006); 3, Ahn et al. (1987); 4, Cho et al. (2009); 5, Kim (2006).
2. Diets: WCB, whole crop barley; Conc., concentrate; RS, rice straw; PS, pine silage; Mixed, orchardgrass + red clover + tall fescue + Italian ryegrass; OCG, orchardgrass; Tm, timothy hay.
3. Subgroup (periods): body weight 195 kg to 280 kg (period 1), body weight 280 kg to 370 kg (period 2), overall.
4. Analysis items: A, feed intake; B, daily weight gain; C, final body weight gain; D, feed efficiency; F, backfat thickness; G, *Longissimus dorsi* area; H, yield index; I, marbling score; J, meat color; K, fat color.

용하였으며, 편이가 조정된 평균차(Hedges'g)를 산출하여 종합된 효과를 추정하였다. 각 실험구 별로 얻어진 평균값에 대한 분산과 자유도(n)를 고려하여 표준화 표준편차( $S_{pooled}$ )를 산출하였고 연구내 편이를 조정할 수 있는 조정계수(J)를 산출하였으며, 이들을 이용하여 Hedges'g를 계산하였다.

$$Y_i = \frac{(\bar{X}_T - \bar{X}_C)}{S_{pooled}}$$

$$g_i = Y_i \times J$$

위 수식에서  $Y_i$ 와  $g_i$ 는 각각  $i$ 번째 연구에 결과에 대한 평균차이와 표준화된 표준편차를 나타낸다.

$$S_{pooled} = \sqrt{\frac{(n_T - 1)sd_T^2 + (n_C - 1)sd_C^2}{n_T + n_C - 2}}$$

$$J = 1 - \frac{3}{4df - 1}$$

요약효과(summary effect)는 임의효과모형(random

effect model)을 이용하여 산출하였고, 편이가 보정된 역분산가중치( $W$ )는 연구내 분산값( $V_{gi}$ )과 연구간 분산값( $T^2$ )을 이용하여 추정하였다.

$$V_{gi} = J^2 \times V_{Yi}$$

위 수식에서  $V_{gi}$ 와  $V_{Yi}$ 는 각각  $i$ 번째 연구내 분산값으로 Hedges'g의 분산값과 평균차에 대한 분산값이다. 그리고  $i$ 번째 연구에 할당된 역분산가중치는 다음과 같은 수식을 이용하여 산출하였다.

$$W_i = \frac{1}{V_{gi} + T^2}$$

$T^2$ 는 DerSimonian and Laird 방법을 이용하여 계산하였다.

$$T^2 = \frac{Q - df}{c}$$

$$Q = \sum W_i Y_i^2 - \left( \sum W_i Y_i \right)^2 / \sum W_i$$

$$c = \sum W_i - \sum W_i^2 / \sum W_i$$

요약효과에 대한 신뢰구간과 확률값은 아래와 같은 수식을 이용하여 산출하였다.

$$M = \frac{\sum W_i Y_i}{\sum W_i}$$

$$SE_M = \sqrt{\frac{1}{\sum W_i}}$$

$$LL_M = M - 1.96SE_M, UL_M = M + 1.96SE_M$$

$$p = 2[1 - \Phi(|M/SE_M|)]$$

연구간의 이질성 평가를 위하여서는 Cochran's Q 통계량을 이용한  $I^2$  통계량을 산출하여 평가하였으며, 이용된 수식은 다음과 같다.

$$I^2 = \left( \frac{Q - df}{Q} \right) \times 100\%$$

### III. 결 과

#### 1. 사양성적에 대한 효과

본 연구에서는 양질의 조사료로서 목건초 혹은 사일리지와 농후사료를 급여한 처리구와 벃짚과 농후사료를 급여한 대조구를 비교한 것이다. 따라서 처리구의 결과가 대조구에 비하여 산술적으로 높게 나타날 경우에는 정의효과(positive effect)가 산출되며, 반대의 경우에는 부의효과(negative effect)를 얻을 수 있다. 조사료의 급여가 한우 비육우의 사양성적에 미치는 효과는 Table 2에 나타나 있다.

조사료 급여에 따른 사료섭취량에 대한 요약 효과는 유의적인 정의효과(11.99)를 나타내었다 ( $p < 0.05$ ). Q 통계량에 대한 유의성은 요약효

과 산출에 이용된 연구들이 서로 동일한 효과의 크기를 공유하지 않음을 의미하며, 사료섭취량에 대한 Q 통계량은 유의한 것으로 나타났다 ( $p < 0.05$ ). 즉 각 독립된 연구들에서 나타난 효과의 크기가 서로 다르며, 그 방향성(정의효과 혹은 부의효과) 또한 서로 다름을 알 수 있다. 사료섭취량에 대한  $T^2$  값은 389.3로 다른 사양성적 항목들의 결과에 비하여 비교적 높게 나타났으며, 이것은 사료섭취량에 대한 효과들이 갖는 분산값이 매우 크다는 것을 의미한다. 연구간의 이질성을 나타내는  $I^2$  통계량은 분석에 사용된 연구내 효과의 분산을 종합 효과의 분산으로 나눈 값을 의미한다. 사료섭취량에 대한  $I^2$  통계량은 99%로서 종합적인 효과의 분산과 각 연구들의 분산 정도가 매우 유사한 것을 알 수 있으며, 이러한 경우에는 연구결과들 내에 sub-group 형성의 가능성을 포함하고 있다. 사료섭취량에 대한 Forest plot 결과를 보면 (Fig. 1, A) Ahn 등(1984)의 두 번째 결과에서 매우 높게 나타났다. Ahn 등(1984)은 orchard-grass, red clover 및 tall fescue를 혼합한 목건초를 급여한 실험으로 체중 195 kg에서 280 kg까지 약 180일간 급여한 실험결과와 체중 280 kg에서 370 kg까지 약 180일간 급여한 실험, 두 기간을 모두 합친 총 기간 동안의 효과를 분석한 결과를 나타내고 있다. 이중에서 두 번째 180일 동안 급여한 효과에서 매우 높은 사료섭취량을 나타내었다. 일당 증체량에 대한 요약 효과는 1.48로 유의적인 정의효과를 나타내었

Table 2. Effects of forage feeding on the growth performance of Hanwoo steers

Items	Summarized effect <sup>1)</sup>				Heterogeneity		
	n <sup>2)</sup>	Effect size	Z value	P value	Q statistic	$T^2$	$I^2$ , %
Feed intake	5	11.99±9.03	1.328	0.184	67.13 (p<0.0001)	389.34	99.74
Daily weight gain	5	1.48±0.73	2.033	0.042	20.45 (p=0.0004)	2.23	86.33
Final body weight	5	0.99±0.75	1.324	0.186	53.29 (p<0.0001)	2.56	91.60
Feed efficiency	5	8.10±9.85	0.823	0.411	39.13 (p<0.0001)	467.27	99.90

<sup>1)</sup> Summarized effect was calculated by standardized mean differences estimation using random effect model.

<sup>2)</sup> n means the number of study.

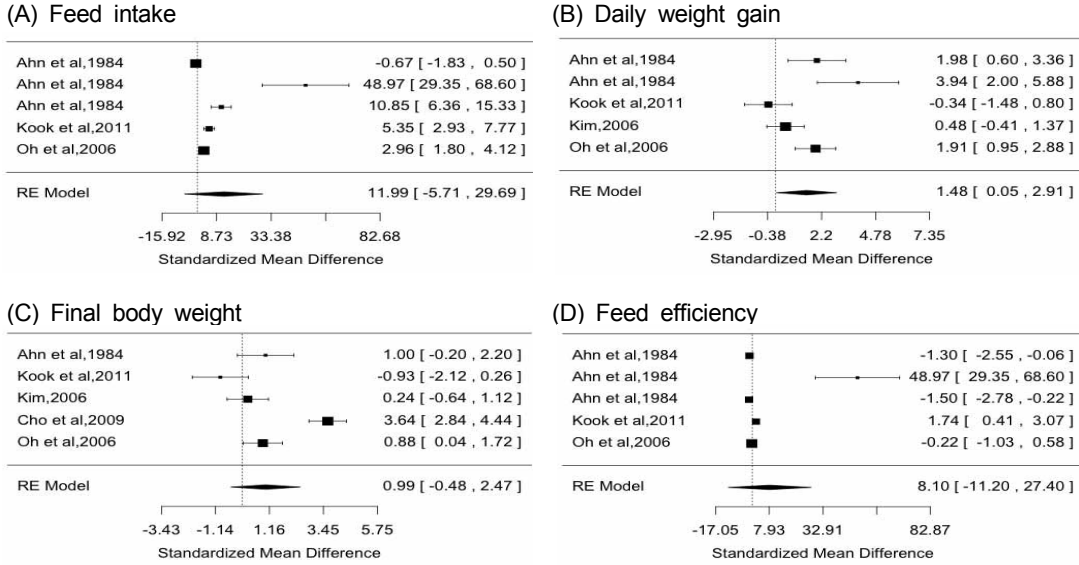


Fig. 1. Forest plot for the effect on growth performance.

다 ( $p=0.043$ ).  $T^2$ 와  $I^2$  통계량은 각각 2.23과 86%로 나타났다. 일당 증체량에 대한 결과는 Fig. 1의 B에서 보는 것과 같다. 분석에 사용된 모든 연구에서 정의효과를 나타낸 반면, Kook 등 (2011)의 연구에서만 부의효과가 나타났다. 양질조사료의 급여가 종료체중에 미치는 효과는 0.99로 정의효과였으나 유의성은 발견되지 않았다 ( $p=0.186$ ).  $T^2$ 와  $I^2$  통계량은 각각 2.56과 91.6%로 나타났다. 종료체중에 대한 결과는 Fig. 1의 C에서 보는 것과 같으며, Kook 등 (2011)의 연구를 제외하고는 모든 연구에서 정의효과가 나타났다. 사료효율에 대한 요약효과는 8.10으로 정의효과가 나타났으나 유의성은 발견되지 않았다 ( $p=0.411$ ).  $T^2$ 는 사양성적에 대한 모든 항목 중에서 가장 높게 나타났으며 (467.27),  $I^2$  통계량은 99.9%로 나타났다. 이질성평가 결과 사양성적 중에서 종료체중에서 연구간 이질성이 가장 큰 것을 알 수 있었다. 사료효율에 대한 분석결과 (Fig. 1, D), Ahn 등 (1984)의 두 번째 연구 결과에서 두드러지게 높은 효과가 나타났다. 이러한 결과는 위의 연구간 이질성 분석 결과를 뒷받침해 주는 것으

로 실험간 변이가 큰 Ahn 등 (1984)의 두 번째 결과로 인하여 연구간의 이질성이 높게 나타난 것으로 판단된다.

## 2. 육생산 및 육질에 대한 효과

육생산과 육질에 대한 양질조사료의 효과는 Table 3에서 보는 것과 같다. 우선 한우 도체중에 미치는 요약효과는 1.26으로 유의적인 정의효과로 나타났다 ( $p<0.05$ ).  $T^2$  통계량은 0.31이고 다른 항목들에 비하여 낮게 나타났으며, 이를 통하여 연구간의 이질성이 비교적 낮은 것을 알 수 있었다. 그러나 도체중에 관한 분석에 사용된 연구의 수가 적어서 이질성이 낮은 것으로 판단된다.  $I^2$  통계량은 58.8%로 나타났다. 도체중에 관한 결과로는 (Fig. 2, A) 비록 두 연구만이 분석에 사용되었으나 모두 정의효과를 나타내었으며, 이 중 Kook 등 (2011)의 연구 결과에서는 정의효과와 부의효과 모두에 걸친 신뢰구간을 나타내었다. 등지방 두께에 대한 효과는  $-0.05$ 로 부의효과가 나타났으나 유의성은 발견되지 않았다 ( $p=0.956$ ).  $T^2$ 와  $I^2$

Table 3. Effects of forage feeding on the meat production and quality of Hanwoo steers

Items	Summarized effect <sup>1)</sup>				Heterogeneity		
	n <sup>2</sup>	Effect size	Z value	P value	Q statistic	T <sup>2</sup>	I <sup>2</sup> %
Carcass weight	2	1.26±0.50	2.557	0.011	2.43 (p=0.1191)	0.31	58.84
Back fat thickness	4	-0.05±0.97	-0.055	0.956	33.78 (p<0.0001)	3.46	94.45
<i>Longissimus dosi</i> area	4	2.64±1.19	2.22	0.026	31.64 (p<0.0001)	5.12	95.01
Yield index	3	1.06±1.26	0.841	0.400	18.44 (p<0.0001)	4.35	93.62
Marbling score	4	1.22±0.73	1.672	0.095	10.44 (p<0.0152)	1.86	90.85
Meat color	4	-0.63±0.88	-0.720	0.471	16.51 (p=0.0009)	2.79	94.00
Fat color	4	3.33±2.27	1.467	0.142	100.86 (p<0.0001)	20.09	98.24

<sup>1)</sup> Summarized effect was calculated by standardized mean differences estimation using random effect model.

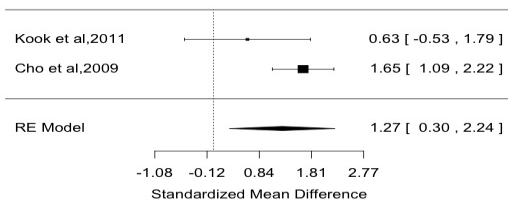
<sup>2)</sup> n means the number of study (subgroup within study).

통계량은 각각 3.46과 94.45%로 나타났다.

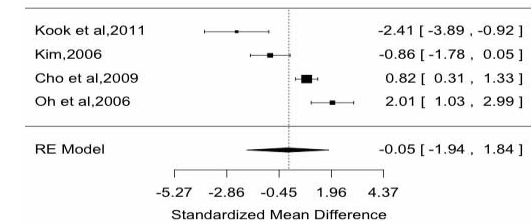
등지방 두께에 대한 Forest plot 결과는 Fig. 2의 B에서 보는 것과 같다. 분석에 사용된 모든 연구들에 있어 효과의 크기가 서로 다르게 나타났다. 총채보리를 급여한 Kook 등 (2011)의 연구에서는 효과의 크기가 -2.41로 가장 낮은 효과를 나타내었고, timothy 건초를 급여한 Kim (2006)의 연구에서는 효과의 크기가 -0.86으로 상대적으로 낮은 결과를 나타내었다. Cho 등 (2009)의 연구는 orchardgrass 위주의 목

건초를 급여하였으며 효과의 크기는 0.82로 나타났다. 마지막으로 Oh 등 (2006)은 볏짚 25%와 솔잎사일리지 75%를 혼합 급여한 것으로 본 분석에서 사용된 연구들 중에서 가장 높은 효과를 나타내었다. 등지방 두께 분석에 사용된 연구들 중에서 Kim (2006)에서 가장 높은 가중치를 나타내었다. 배측최장근 면적 (*Longissimus dorsi* area)에 대한 조사료 급여의 요약효과는 2.64로 유의적인 정의효과를 나타내었다 (p< 0.05). T<sup>2</sup>와 I<sup>2</sup> 통계량은 각각 5.12

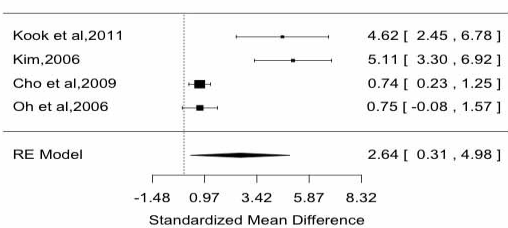
(A) Carcass weight



(B) Back fat thickness



(C) *Longissimus dorsi* area



(D) Yield index

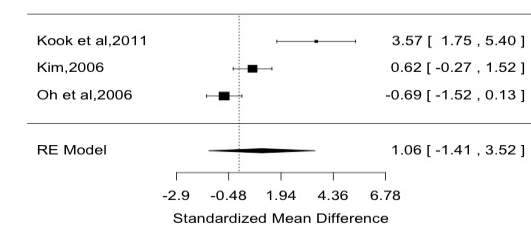
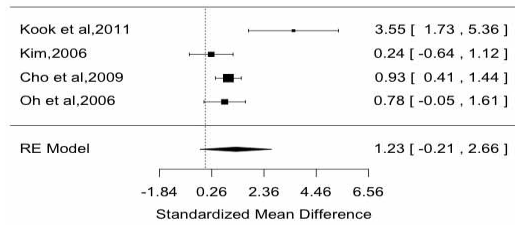


Fig. 2. Forest plot for the effect on meat production.

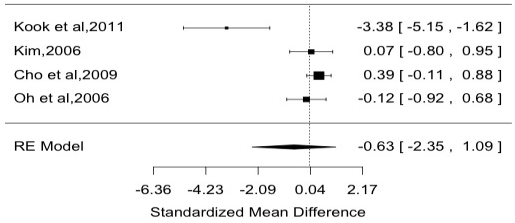
와 95.01%로 나타났다. 배측최장근 면적에 대한 결과는 Fig. 2의 C에서 보는 것과 같다. Kook 등 (2011)의 연구와 Kim (2006)의 연구에서 높은 효과를 나타낸 반면 Cho 등 (2009)과 Oh 등 (2006)에서는 상대적으로 낮은 결과를 나타내었으며, 등지방 두께와는 반대의 경향을 나타내었다. 이러한 결과는 분석에 사용된 모든 연구들이 서로 다른 종류의 조사료원료를 급여하였기 때문인 것으로 판단되며, 급여하는 조사료의 종류에 따라 등지방두께와 배측최장근 면적에 대하여 서로 다른 결과를 나타낼 수 있음을 시사하고 있다. 마지막으로 생산성지수에 대한 요약효과는 1.06으로 정의효과였으나 유의성은 발견되지 않았다 ( $p = 0.400$ ).  $T^2$ 와  $I^2$  통계량은 각각 4.35와 93.6%로 나타났다. 생산성 지수에 대한 Forest plot은 Fig. 2의 D에서 보는 것과 같으며, 볏짚과 솔잎사일리지를 혼합하여 급여한 Oh 등 (2006)의 연구에서 가장 낮은 효과를 나타내었다. 또한 급여된 목건초의 종류에 따라서 생산성 지수가 서로 다르게 나타날 수 있음을 알 수 있었다.

서로 다른 조사료의 급여가 육질에 미치는 효과로 상강도 (marbling score), 육색 (meat color) 그리고 지방색 (fat color)을 평가하였다. 서로 다른 조사료 급여가 marbling score에 미치는 요약효과는 1.22로 정의효과를 나타내었으나 유의성은 인정되지 않았다 ( $p = 0.095$ ). 그러나 신뢰수준은 90%로 설정하였을 경우에 양질조사료의 급여는 marbling score를 향상시키는 경향을 가지고 있음을 알 수 있었다.  $T^2$ 와  $I^2$  통계량은 각각 1.86과 90.85%로 나타났다. Marbling score에 대한 Forest plot은 Fig. 3의 A에서 보는 것과 같다. Kook 등 (2011)의 연구에서 가장 높은 효과를 나타내었으며, 다른 모든 연구에서도 정의효과가 나타났다. 육색에 대한 조사료원료의 요약효과는  $-0.63$ 으로 부의효과를 나타내었으나 유의성은 인정되지 않았다 ( $p = 0.47$ ).  $T^2$ 와  $I^2$  통계량은 각각 2.79과 94.00%로 나타났다. 육색 (Fig. 3, C)에 관해서는 Kook

(A) Marbling score



(B) Meat color



(C) Fat color

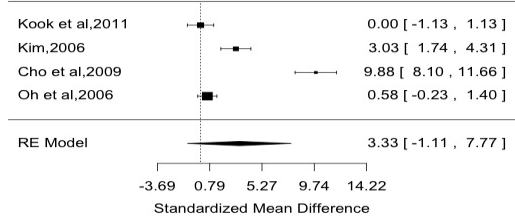


Fig. 3. Forest plot for the effect on meat quality.

등 (2011)에서 가장 낮은 효과를 나타내었다. 양질조사료의 급여가 한우 비육우 고기의 지방색에 미치는 효과는 3.33으로 정의효과를 나타내었으나 유의성은 인정되지 않았다 ( $p = 0.142$ ).  $T^2$ 와  $I^2$  통계량은 각각 20.09과 98.24%로 나타났다. 지방색에 대한 효과는 Cho 등 (2009)에서 가장 높은 효과를 나타내었다 (Fig. 3, C).

#### IV. 고 찰

유럽이나 북미 또는 호주, 뉴질랜드와 같은 축산 선진국들과는 다르게 좁은 국토를 이용해 축산물을 생산하는 우리나라의 경우 사료가격의 등락으로 인한 생산비의 편차가 심해 안정적으로 축산업을 유지하기가 쉽지 않은 형편이

다. 또한 국내에서 양질의 조사료 생산비율은 전체 조사료 공급량의 30% 수준으로 매우 부족한 상태이다 (Seo et al., 2010). 메타분석의 결과에서도 나와있듯이 (Fig. 1, 2 and 3) 한우 생산에서 양질의 조사료 공급은 매우 중요하다. 앞선 연구에 따르면 조사료원료로 볏짚을 급여한 한우보다 볏짚과 청초 또는 목건초를 혼합하여 급여한 한우에서 증체율과 사료섭취량이 뛰어났으며 (Ahn et al., 1984; Cho et al., 1997) 도체특성에는 큰 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다 (Cho et al., 1997). 최근 수년 간 수입 대체 조사료원료로써 많은 관심을 받고 있는 총체보리는 사일리지의 형태로 급여하는데 볏짚과 비교했을 때 일당증체량이 유의적으로 증가하고 육량등급, 도체성적, 등지방 두께 및 근내지방도가 개선되는 효과를 보였다 (Kook et al., 2011; Seo et al., 2010).

도체분석 결과 중 육색 (meat color)은 조사료 급여가 거의 영향을 미치지 않는 것으로 나타났는데 (Fig. 3, B) 육색은 소비자들의 구매 형태에 중요한 영향을 미치는 요인 중의 하나로서 여러 요인들 가운데에서도 근육 내 myoglobin의 농도와 pH에 따라 달라진다 (Kang et al., 2011). 또한 조사료위주의 사양과 농후사료 위주의 사양체계에서는 조사료, 특히 양질의 조사료를 급여하여 생산된 고기가 보다 짙은 적색을 띠는 것으로 알려져 있다 (Bidner et al., 1986). 조사료들간의 비교에서는 화본과목 초 사일리지를 급여한 비육우가 옥수수사일리지를 급여한 비육우보다 우수한 육색을 보이는 것으로 나타났다 (O'Sullivan et al., 2002). 본 연구에 인용된 논문들의 경우 조사료 위주의 사양 실험에서 도출된 결과들이라기 보다는 한우의 성장기간 및 도축전 기간에 걸쳐 총 급여 사료의 10%~45% 정도를 급여하여 얻어진 결과들이 대부분이므로 양질조사료의 급여가 육색에 미치는 영향은 상대적으로 적었던 것으로 사료된다. 이러한 현상은 사료이용효율 (Fig. 1, D)에서도 나타나는데 볏짚과 비교해서 양질의

조사료 (건초 또는 총체보리사일리지)를 급여할 경우 사료이용효율이 크게 증가할 것으로 예상했는데 메타분석의 결과를 보면 사료이용효율에 크게 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다. 조단백질 함량과 기타 다른 영양소 함량이 볏짚보다 상대적으로 우수하다 하더라도 출하 전 6~7개월여 동안 아주 소량의 조사료만을 급여하는 국내의 사양체계에 비추어 보면 사료이용효율에 대한 결과는 조사료의 품질과 관련되어 있다고 결론내리기는 어렵다고 할 수 있다. 그러나 본 연구의 메타분석에 이용된 연구논문의 수가 부족하다는 점도 고려되어야 할 중요한 사항중의 하나이므로 추가적인 연구가 필요한 부분이라 할 수 있다.

본 연구를 수행함에 있어 얻어낸 사실 가운데 하나는 축우사양관리에 있어 조사료의 중요성이 끊임없이 강조되고 최근 수년 간 수입사료를 대체할 조사료원의 개발에 관한 목소리가 높음에도 불구하고 실제로 조사료를 위주로 급여하여 혹은 조사료에 초점을 맞추어 한우의 생산성이나 육질 특성에 대한 영향을 연구한 논문들이 의외로 적다는 사실이다. 이는 한우의 생산형태가 곡류를 위주로 사양하는, 농후사료 위주의 사양체계이기 때문이기도 하겠지만, 장기간 실험을 해야 하는 한우 사양 연구의 특성상 연구 후 조사료 위주 사양체계로 인해 야기될지도 모르는 경제적 손실에 관해서도 연구자들과 생산자들이 모두 고려해야 하기 때문이 아닌가 사료된다. 게다가 국내 축산업 여건 상 볏짚을 제외하고는 충분한 양의 조사료 확보가 쉽지 않아 조사료 위주의 급여 형태를 유지하여 장기간 동안 사양 실험을 하고, 도체 분석을 통하여 결과를 도출하는 실험들이, 상대적으로 농후사료를 급여하거나 첨가제를 급여하여 얻는 연구 결과들과 비교하여 실험수행에 어려움이 있기 때문일 수도 있다. 앞서 서론에 언급했듯이 축우산업에 있어 조사료, 특히 양질조사료의 중요성은 아무리 강조해도 지나치지 않다. 생산성뿐만 아니라 동물



의 복지와 소비자들의 구매 형태에 부응하기 위해서 양질조사료의 생산성 및 이용성에 관한 연구는 지속적으로 진행되어야 할 것으로 사료된다.

## V. 요약

본 연구에서는 양질 조사료의 급여가 한우 비육우의 사양성적, 육생산성 및 육질에 미치는 효과를 메타분석기법을 이용하여 분석하였다. 효과분석은 국내에서 수행된 논문들을 대상으로 총 5편의 연구논문들을 인용하였다. 양질조사료를 급여한 시험구를 처리구로 하고 볏짚을 급여한 시험구를 대조구로하여 처리구 결과와 대조구 결과의 평균차를 이용하여 효과의 크기를 분석하였고, 요약효과는 임의효과모형을 이용하여 산출하였다. 그 결과, 사양성적에 대한 정의효과는 사료섭취량, 일당증체량, 종료체중 및 사료효율 모두에서 나타났으며, 유의성은 일당 증체량에서만 발견되었다. 육생산량에 대한 정의효과는 도체중, 배측최장근 면적 및 생산성 지수에서 나타났고, 등지방두께에서는 부의효과가 나타났다. 유의성은 도체중과 배측최장근 면적에서만 나타났다. 육질에 대한 정의효과는 marbling score와 지방색에서 정의효과가 나타났으며, 육색은 부의효과가 나타났으나 유의적 효과는 발견되지 않았다.

## VI. 인용 문헌

- Ahn, B.H., J.S. Lyu, H.B. Kang, D.W. Ahn and J.S. Chung. 2000. Effects of levels of roughage on performance and beef quality of Hanwoo steers. *J. Anim. Sci. Tech. (Kor.)* 42:619-628.
- Ahn, D.W., Y.H. Kim and B.H. Ahn. 1984. Effect of feeding rice straw only and forage with rice straw as a roughage sources on growth of Korean native bulls. *Korean J. Anim. Sci.* 26: 401-406.
- Bidner, T.D., A.R. Schupp, A.B. Mohamad, N.C. Rumore, R.E. Montgomery, C.P. Bagley and K. W. McMillin. 1986. Acceptability of beef from Angus-Hereford or Angus-Hereford-Brahman steers finished on all-forage or a high-energy diet. *J. Anim. Sci.* 62:381-387.
- Borenstein, M., L.V. Hedges, J.P.T. Higgins and H.R. Rothstein. 2009. *Introduction to Meta-Analysis* (Wiltshire, UK, John Wiley & Sons).
- Cho, W.-M., S.-S. Chang, Y.-M. Cho, H.-C. Kim, E.-G. Kwon, S.H. Yang and B.-H. Paek. 2009. Effects of forage source and shipping time on growth performance and carcass characteristics of Hanwoo steers. *J. Kor. Grassl. Forage Sci.* 29: 375-382.
- Cho, W.M., S.K. Hong, J.M. Lee and B.H. Paek. 1997. Effects of grazing starting age at growing stage and roughages at finishing stage on growth performance and beef quality in Hanwoo steers. *Korean J. Anim. Sci.* 39:375-382.
- Han, I.K., J.K. Ha, Y.G. Ko, B.J. Kim, B.D. Jo and S.G. Hong. 1996. Effects of forage levels and sources on growing and fattening performances in Korean native steers. *Kor. J. Anim. Nutr. Feed.* 20:319-328.
- Jin, G.L., J.K. Kim, W.-z. Qin, J. Jeong, S.S. Jang, Y.S. Sohn, C.W. Choi and M.K. Song. 2012. Effect of feeding whole crop barley silage- or whole crop rye silage based-TME and duration of TMR feeding on growth, feed cost and meat characteristics of Hanwoo steers. *J. Anim. Sci. Technol.* 54:111-124.
- Kang, S.M., Y.J. Kim, Muhlisin, Y.H. Song, G. Y. Kim and S.K. Lee. 2011. Effect of dietary palm oil supplementation on the quality of carcass and meat of Hanwoo (Korean cattle). *Korean J. Food Sci. Anim. Resour.* 31:748-755.
- Kim, B.-K. 2006. Effects of feeding high quality roughage (timothy hay) during growing period on growth performance and carcass characteristics of Hanwoo steers. *Korean J. Food Sci. Anim. Resour.* 26:212-217.
- Kook, K., B.C. Lee, W.H. Kim, K.Y. Jang, K.S. Back, S.J. Moon and G.H. Kim. 2011. Effects of whole crop barley silage (WBS) supplementation on growth performance and meat quality of Hanwoo steers. *Korean J. Food Sci. Anim. Resour.* 31:107-114.

12. O'Sullivan, A., K. O'Sullivan, K. Galvin, A.P. Moloney, D.J. Troy and J.P. Kerry. 2002. Grass silage versus maize silage effects on retail packaged beef quality. *J. Anim. Sci.* 80:1556-1563.
13. Oh, Y.K., C.S. Jyung, S.C. Lee, K.H. Kim, C. W. Choi, S.W. Kang and Y.H. Moon. 2006. Effects of pine silage feeding on nutrient digestibility, feed conversion and carcass traits of Korean native cattle. *J. Anim. Sci. Tech. (Kor.)* 48:219-226.
14. Ørskov, E.R. 1998. Feed evaluation with emphasis on fibrous roughages and fluctuating supply of nutrients: A Review. *Small Ruminant Res.* 28:1-8.
15. Sales, J. 2011. A meta-analysis of the effects of dietary betaine supplementation on finishing performance and carcass characteristics of pigs. *Anim. Feed Sci. Technol.*:68-78.
16. Seo, S., W.-H. Kim, J.-G. Kim, G.-J. Choi, K.-Y. Kim, W.-M. Cho, B.-Y. Park and Y.-H. Kim. 2010. Effect of whole crop barley silage feeding on the growth performance, feed requirement and meat quality of Hanwoo steers. *J. Kor. Grassl. Forage Sci.* 30:257-266.

(Received May 31, 2012/Accepted June 20, 2012)