

# 섬유질배합사료 급여가 거세한우의 발육 및 도체특성에 미치는 영향

조영무 · 권응기 · 장선식 · 김태일 · 박병기 · 강수원 · 백봉현

농촌진흥청 축산과학원

## Effects of Total Mixed Rations on Growth Performance and Carcass Characteristics of Hanwoo Steers

Young Moo Cho, Eung Gi Kwon, Sun Sik Chang, Tae Il Kim, Byung Ki Park, Su Won Kang and Bong Hyun Paek

National Institute of Animal Science, RDA

### ABSTRACT

To investigate the effects of total mixed ration (TMR) on growth performance and carcass characteristics of Hanwoo steers, sixty steers were randomly assigned to one of four treatment groups; separate feeding of concentrate and rice straw (control), wet TMR (TMR I), dry TMR with 20% (TMR II) and 40% (TMR III) barley bran from 6 to 28 month of age. In growth performance, average daily gains of TMR II group was the highest (0.70 kg/day) but significant differences between treatments were not found ( $p>0.05$ ). Average feed required for kg body weight gain of control group was 11.63kg. Those of TMR I through TMR III were 9.29, 10.46 and 10.71 kg, respectively. Dressing percentage and retailed cut percentage were 59% and 63%, without any significant differences between treatments ( $p>0.05$ ). There were no significant differences in rib-eye area, back fat thickness, meat color and fat color ( $p>0.05$ ). Average marbling score was higher ( $p<0.05$ ) in TMR I than in control group.

**(Key words :** Total mixed ration, Hanwoo steer, Carcass characteristics, Economic efficacy)

### I. 서 론

섬유질배합사료란 지금까지 잘 알려진 TMR (Total mixed ration)로서 McCullough (1991)는 소에게 급여할 모든 사료를 혼합하여 하나로 만든 것이라고 정의한 바 있으며, 우리나라에서는 완전혼합사료 또는 TMR로 부르다가 지난 2001년 개정된 사료관리법에서 반추가축용 섬유질배합사료라고 정의하였다.

섬유질배합사료는 기존의 사료급여 방법인 농후사료와 조사료를 분리급여시 선택채식에

의한 영양소의 불균형을 예방하고 (Coppock 등, 1981), 농산 및 농산가공부산물 등 부존사료자원의 사료화를 통해 사료비를 절감할 수 있는 매력을 가지고 있다.

곽과 윤 (2003)은 농산업부산물의 사료가치 평가에서 과일가공부산물과 체과부산물은 에너지 사료로, 비지, 혈액, 우모분, 닭내장, 유가공 슬러지는 단백질사료로, 대두피, 버섯잔사, 맥아피 등은 조사료로 분류하였으며, 반추위 내용물과 식당 배출 남은 음식물은 소의 TMR과 양돈용 배합사료의 성분에 근접하였다고 하였

Corresponding author : Young Moo Cho, Planning & Coordination Division, National Institute of Animal Science, RDA. Tel : 031-290-1742, Fax : 031-290-1598, E-mail : choymoo@rda.go.kr

다. 이와 같은 섬유질배합사료는 반추위내 발효를 안정시키고, 사료섭취량 증가에 따른 가축의 생산성 향상(McGilliard 등, 1983; Nocek 등, 1985; Holter 등, 1977) 등의 장점들이 부각되면서 우리나라에서는 1980년대 후반부터 낙농분야에서 처음 도입되기 시작하여 많은 시행착오를 거친 후 오늘날 낙농농가에서는 섬유질 배합사료의 이용이 보편화 되었다(기, 2003).

그러나 한우에 있어서 섬유질배합사료는 최근 들어 일부 농가에서 이용하기 시작하고 있는 실정으로 아직 도입단계라고 판단되며, 특히 국내에서 한우에 대한 섬유질배합사료 이용에 관한 연구는 최근 들어 진행되기 시작하였는데, 김 등(2003)은 비육후기의 거세한우에 섬유질배합사료를 급여시 사료섭취량과 일당중체량이 기존의 분리급여와 차이가 없었다고 하였다. 한편 곽 등(2003)은 육계분과 체과부산물로 제조한 혼합사료를 한우 육성우에 급여한 결과 배합사료와 볏짚 급여 체계에 비하여 사료비를 크게 절감할 수 있었고, 생산성도 양호하였다고 보고한 바 있다.

따라서 본 연구는 거세한우 비육시 섬유질배합사료의 급여가 발육, 사료이용성 및 도체특성에 미치는 효과를 구명하고, 기존의 배합사료와 조사료의 분리급여 방법과의 경제성 등을 비교분석하여 한우에 대한 섬유질배합사료의 적용 가능성을 검토코자 수행하였다.

## II. 재료 및 방법

### 1. 공시동물 및 시험기간

본 연구는 생후 약 6개월령(평균체중 153kg 내외)의 거세 한우 60두를 공시하여 생후 6개월령부터 28개월령까지 약 22개월간 수행하였다.

### 2. 시험설계

시험구는 배합사료와 볏짚 분리급여구(Control), 습식 섬유질배합사료 급여구(TMR I), 맥강 20%(TMR II) 및 40%(TMR III) 함유 건식 섬유질배합사료 급여구의 4처리로 하여 각 처리당 15두씩 총 60두를 완전 임의배치하였다.

### 3. 시험사료 및 사양관리

시험사료는 시판 배합사료와 볏짚(Table 1) 및 3종의 섬유질배합사료(Table 2)를 이용하였다. 각 처리별 사료급여량은 분리급여구의 경우 배합사료를 육성기(생후 6~12개월령)와 비육전기(생후 13~19개월령)에는 각각 체중의 1.5% 및 1.7%로 제한하였으며 비육후기(생후 20~28개월령)에는 자유채식토록 하였고, 볏짚은 전기간 자유채식시켰다. 섬유질배합사료 급여구는 시험 개시시부터 출하시까지 전기간 자

Table 1. Chemical composition of commercial concentrates and rice straw for control diet (DM basis)

| Item                  | Grower <sup>1)</sup> | Finisher I <sup>2)</sup> | Finisher II <sup>3)</sup> | Rice straw |
|-----------------------|----------------------|--------------------------|---------------------------|------------|
| Dry matter (%)        | 90.87                | 90.04                    | 88.10                     | 85.47      |
| Crude protein (%)     | 16.11                | 13.52                    | 12.50                     | 5.14       |
| Ether extract (%)     | 3.72                 | 3.90                     | 4.50                      | 1.62       |
| Crude fiber (%)       | 9.83                 | 9.24                     | 9.41                      | 36.22      |
| Crude ash (%)         | 6.80                 | 5.95                     | 6.42                      | 13.73      |
| Ca (%)                | 1.50                 | 1.22                     | 0.90                      | 0.21       |
| P (%)                 | 0.61                 | 0.52                     | 0.44                      | 0.11       |
| TDN <sup>4)</sup> (%) | 68.50                | 70.00                    | 71.50                     | 38.29      |

<sup>1)</sup> Grower : 6~12 month of age; <sup>2)</sup> Finisher I : 13~19 month of age; <sup>3)</sup> Finisher II : 20~28 month of age;

<sup>4)</sup> TDN : Total digestible nutrients (calculated value).

Table 2. Formulation and chemical composition of total mixed rations (% , DM basis)

| Item                 | TMR I <sup>1)</sup> |                   |                    | TMR II <sup>2)</sup> |      |      | TMR III <sup>3)</sup> |      |      |
|----------------------|---------------------|-------------------|--------------------|----------------------|------|------|-----------------------|------|------|
|                      | G <sup>4)</sup>     | F I <sup>5)</sup> | F II <sup>6)</sup> | G                    | F I  | F II | G                     | F I  | F II |
| Crushed corn         | 18.0                | 25.0              | 44.0               | 21.0                 | 35.5 | 42.5 | 22.5                  | 35.5 | 40.5 |
| Barley               | —                   | —                 | 5.0                | —                    | —    | —    | —                     | —    | —    |
| Wheat bran           | 4.0                 | 5.0               | 2.0                | 20.0                 | 15.0 | 13.0 | 3.0                   | —    | 3.0  |
| Soybean hull         | 8.0                 | 11.0              | 8.0                | 17.5                 | 10.0 | 13.0 | 13.0                  | 5.0  | 5.0  |
| Alfalfa cube         | 3.0                 | —                 | —                  | 10.0                 | 10.0 | —    | 11.0                  | 10.0 | —    |
| Wet brewers grains   | 42.5                | 33.0              | 23.6               | —                    | —    | —    | —                     | —    | —    |
| Barley bran          | —                   | —                 | —                  | 20.0                 | 20.0 | 20.0 | 40.0                  | 40.0 | 40.0 |
| Rice bran            | —                   | 10.0              | 8.0                | —                    | —    | —    | —                     | —    | —    |
| Soybean curd process | 4.0                 | —                 | —                  | —                    | —    | —    | —                     | —    | —    |
| Palm meal            | 5.0                 | 6.0               | —                  | —                    | —    | —    | —                     | —    | —    |
| Molasses             | 2.0                 | 2.0               | 2.0                | —                    | —    | —    | —                     | —    | —    |
| Limestone            | 0.6                 | 0.6               | —                  | 1.0                  | 1.0  | 1.0  | 1.0                   | 1.0  | 1.0  |
| Salt                 | 0.3                 | 0.3               | 0.3                | —                    | —    | —    | —                     | —    | —    |
| Vit.-min. premix     | 0.6                 | 0.1               | 0.1                | 0.5                  | 0.5  | 0.5  | 0.5                   | 0.5  | 0.5  |
| Tall fescue straw    | —                   | 2.0               | —                  | —                    | —    | —    | —                     | —    | —    |
| Pineapple pulp       | —                   | —                 | 3.0                | —                    | —    | —    | —                     | —    | —    |
| Rice straw           | 12.0                | 5.0               | 4.0                | 10.0                 | 8.0  | 10.0 | 9.0                   | 8.0  | 10.0 |
| Total                | 100                 | 100               | 100                | 100                  | 100  | 100  | 100                   | 100  | 100  |
| CP                   | 16.5                | 15.9              | 12.8               | 12.6                 | 11.9 | 13.7 | 14.6                  | 13.0 | 13.4 |
| Ca                   | 1.33                | 1.36              | 1.20               | 0.91                 | 1.65 | 0.82 | 0.78                  | 1.35 | 0.79 |
| P                    | 0.60                | 0.61              | 0.62               | 0.51                 | 0.40 | 0.57 | 0.69                  | 0.48 | 0.54 |
| TDN <sup>7)</sup>    | 41.4                | 47.5              | 54.6               | 62.8                 | 64.3 | 65.8 | 61.0                  | 62.2 | 63.3 |

<sup>1)</sup> TMR I : wet type; <sup>2), 3)</sup> TMR II·III : dry type. <sup>4)</sup> G : Grower(6~12 month of age); <sup>5)</sup> F I : Finisher I (13~19 month of age); <sup>6)</sup> F II : Finisher II (20~28 month of age). <sup>7)</sup> TDN : Total digestible nutrients (calculated value).

유채식시켰다. 물과 미네랄 블록은 항상 자유롭게 이용가능토록 하였다.

#### 4. 조사항목 및 조사방법

체중은 시험 개시부터 종료시까지 1개월 간격으로 개체별로 조사하였으며, 사료섭취량은 매일 오전 사료 급여전에 잔량을 측정하여 급여량에서 잔량을 공제하여 계산하였다. 도체조사는 사양시험이 종료된 공시축을 서울공판장으로 출하하여 도축한 후, 0℃에서 18~24시간 동안 도체를 냉각시킨 후 육량관정요인(도체

중, 등지방두께, 등심단면적)과 육질관정요인(근내지방도, 육색, 지방색, 조직감, 성숙도)을 소 도체등급판정기준(농림부고시 제 2001-38호)에 준하여 축산물등급판정사가 평가하였다. 고기의 물리적 특성 및 관능검사에 사용된 시료는 각 처리별 동일 도체등급의 등심육으로 하였다. 전단력은 등심을 스테이크 모양으로 절단하여 심부온도 70℃에서 10분간 가열한 후 전단력 측정기(Warner-Bratzler shear meter; G-R Elec. Mfg. Co., USA)로 측정하였고, 가열감량은 등심근의 가열 전·후의 중량차로 계산하였으며, 보수력은 Laakkonen 등(1970)의 방법에

준하여 측정하였다. 일반성분은 AOAC(1995) 방법에 준하여 분석하였다. 관능검사는 검사요원 10명을 무작위로 차출하여 처리별로 다즙성, 연도, 향미에 대하여 기호도 6점 만점의 순위법에 의하여 조사하였다.

### 5. 통계처리

본 시험에서 얻어진 성적들은 SAS package (1999)를 이용하여 분산분석 및 Duncan의 다중검정법으로 처리구간 유의성( $p < 0.05$ )을 검증하였다.

### III. 결과 및 고찰

섬유질배합사료의 급여가 거세한우의 발육에 미치는 영향은 Table 3과 같다. 섬유질배합사료의 수분 함량 및 맥강의 첨가수준이 육성기 거세한우의 발육에 미치는 영향은 없었다( $p > 0.05$ ). 비육전기 평균 일당증체량은 분리급여구(control)에 비해 섬유질배합사료 급여구들에서 높았는데( $p < 0.05$ ), 특히, 습식 섬유질배합사료 급여구(TMR I)가 높았다( $p < 0.05$ ). 한편, 비육후기 평

균 일당증체량은 비육전기와는 달리 분리급여구, 맥강 20% 함유 건식 섬유질배합사료 급여구(TMR II) 및 맥강 40% 함유 건식 섬유질배합사료 급여구(TMR III)에 비해 습식 섬유질배합사료 급여구에서 낮았으나( $p < 0.05$ ), 전기간 평균 일당증체량에 대한 섬유질배합사료의 영향은 없었다( $p > 0.05$ ).

본 연구에서 육성기 증체에 대한 섬유질배합사료의 수분 함량 및 맥강 첨가수준의 영향은 없었는데, 이와 같은 결과는 곽 등(2003)이 평균 체중 250.6 kg의 육성기 거세한우에 육계분-제과부산물 혼합사료(TMR)를 12주간 급여시 분리급여구와 증체량의 차이가 없었다는 보고와 유사한 것으로 판단된다. 그러나 비육전기에는 분리급여구에 비해 섬유질배합사료 급여구들에서 증체량이 높았던 이유는 볏짚의 배합률이 5~8% 수준(Table 1)인 섬유질배합사료의 자유채식으로 인해 배합사료의 제한급여와 볏짚의 자유채식이 이루어진 분리급여구에 비해 상대적으로 농후사료 섭취량이 많았기 때문인 것으로 판단된다.

한편, 비육후기에는 육성기~비육전기와는 달리 분리급여구의 일당증체량이 섬유질배합사

Table 3. Body weight gain and average daily gain of Hanwoo steers by treatments

| Item                            | Control                 | TMR I                   | TMR II                  | TMR III                  |
|---------------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|--------------------------|
| Body weight (kg)                |                         |                         |                         |                          |
| 6 month of age                  | 153.0 ±31.7             | 153.6 ±26.0             | 153.4 ±25.3             | 153.2 ±25.3              |
| 12 month of age                 | 252.6 ±36.4             | 257.1 ±27.8             | 258.1 ±34.7             | 252.4 ±37.1              |
| 19 month of age                 | 393.9 ±40.8             | 451.6 ±27.4             | 434.3 ±48.3             | 433.3 ±26.4              |
| 28 month of age                 | 583.5 ±53.5             | 605.3 ±37.3             | 618.5 ±62.7             | 605.4 ±39.1              |
| ADG (kg)                        |                         |                         |                         |                          |
| Growing stage <sup>1)</sup>     | 0.55± 0.11              | 0.57± 0.11              | 0.58± 0.14              | 0.55± 0.13               |
| Finisher stage I <sup>2)</sup>  | 0.66± 0.10 <sup>c</sup> | 0.91± 0.11 <sup>a</sup> | 0.83± 0.11 <sup>b</sup> | 0.83± 0.08 <sup>b</sup>  |
| Finisher stage II <sup>3)</sup> | 0.69± 0.09 <sup>a</sup> | 0.57± 0.06 <sup>b</sup> | 0.68± 0.12 <sup>a</sup> | 0.64± 0.10 <sup>ab</sup> |
| Overall period                  | 0.65± 0.07              | 0.68± 0.05              | 0.70± 0.09              | 0.68± 0.06               |

Values are mean±SD.

<sup>a,b,c</sup> Means with different superscripts in the same row differ significantly( $p < 0.05$ ).

<sup>1)</sup> Growing stage : 6~12 month of age.

<sup>2)</sup> Finisher stage I : 13~19 month of age.

<sup>3)</sup> Finisher stage II : 20~28 month of age.

료 급여구들에 비해 약간 높은 경향을 보였던 원인은 육성기~비육전기 동안 배합사료의 제한급여에서 비육후기에 자유채식으로 전환됨에 따른 보상성장 때문인 것으로 판단된다. 김 등 (2003)은 비육후기 거세한우에 섬유질배합사료를 급여시 분리급여구와 일당증체량의 차이가 없었다고 보고한 바 있는데, 비록 섬유질배합사료 급여기간의 차이와 습식 섬유질배합사료

급여구에서 비육후기 일당증체량이 낮아지는 현상을 보이기는 하였지만, 본 연구에서도 처리간 비육전기 일당증체량의 차이는 없어 섬유질배합사료의 급여가 거세한우의 증체에 미치는 영향은 적은 것으로 판단된다.

섬유질배합사료의 급여가 거세한우의 사료이용성에 미치는 영향은 Table 4와 같다. 육성기~비육전기 건물섭취량과 사료요구율은 분리급

Table 4. Effects of feeding TMR on feed intake and feed conversion

| Item                                | Control | TMR I | TMR II | TMR III |
|-------------------------------------|---------|-------|--------|---------|
| ..... Dry matter basis .....        |         |       |        |         |
| Growing stage                       |         |       |        |         |
| Feed intake (kg/head/day)           |         |       |        |         |
| Concentrate                         | 3.23    | —     | —      | —       |
| Rice straw                          | 1.82    | —     | —      | —       |
| TMR <sup>1)</sup>                   | —       | 4.41  | 4.79   | 4.77    |
| DMI <sup>2)</sup>                   | 5.05    | 4.41  | 4.79   | 4.77    |
| FC <sup>3)</sup> (feed/gain, kg/kg) | 9.18    | 7.74  | 8.26   | 8.67    |
| Finisher stage I                    |         |       |        |         |
| Feed intake (kg/head/day)           |         |       |        |         |
| Concentrate                         | 5.36    | —     | —      | —       |
| Rice straw                          | 3.21    | —     | —      | —       |
| TMR                                 | —       | 7.22  | 7.90   | 7.82    |
| DMI                                 | 8.57    | 7.22  | 7.90   | 7.82    |
| FC (feed/gain, kg/kg)               | 12.98   | 7.93  | 9.52   | 9.42    |
| Finisher stage II                   |         |       |        |         |
| Feed intake (kg/head/day)           |         |       |        |         |
| Concentrate                         | 7.66    | —     | —      | —       |
| Rice straw                          | 1.41    | —     | —      | —       |
| TMR                                 | —       | 7.33  | 9.28   | 9.24    |
| DMI                                 | 9.07    | 7.33  | 9.28   | 9.24    |
| FC (feed/gain, kg/kg)               | 13.14   | 12.86 | 13.65  | 14.44   |
| Overall period                      |         |       |        |         |
| Feed intake (kg/head/day)           |         |       |        |         |
| Concentrate                         | 5.42    | —     | —      | —       |
| Rice straw                          | 2.15    | —     | —      | —       |
| TMR                                 | —       | 6.32  | 7.32   | 7.28    |
| DMI                                 | 7.56    | 6.32  | 7.32   | 7.28    |
| FC (feed/gain, kg/kg)               | 11.63   | 9.29  | 10.46  | 10.71   |

<sup>1)</sup> TMR : total mixed ration; <sup>2)</sup> DMI : dry matter intake; <sup>3)</sup> FC : feed conversion

여구에 비해 섬유질배합사료 급여구들에서 낮은 경향을 보였다. 비육후기 건물섭취량과 1 kg 증체당 사료요구량은 분리급여구에 비해 습식 섬유질배합사료 급여구에서는 여전히 낮은 반면에 건식 섬유질배합사료 급여구들에서는 높은 경향이였다. 전기간 건물섭취량과 1 kg 증체당 사료요구량은 분리급여구에 비해 섬유질배합사료 급여구들에서 낮은 경향을 보였다.

본 연구에서 분리급여구의 육성기~비육전기 1 kg 증체당 사료요구량이 섬유질배합사료 급여구들에 비해 높았는데, 이는 분리급여구의 경우 배합사료의 제한급여로 인해 영양가치가 낮은 볏짚이 건물섭취량의 상당 부분(육성기 36%, 비육전기 38%)을 차지하여 일당증체량 (Table 3)이 낮았기 때문인 것으로 판단된다. 그러나 비육후기에는 분리급여구의 경우 배합사료의 자유채식이 이루어짐에 따라 건물섭취량 중 볏짚이 차지하는 비율이 낮아졌을 뿐만 아니라 보상성장에 따른 일당증체량 증가로 1 kg 증체당 사료요구량이 낮아져 건식 섬유질배합사료 급여구들과 유사한 수준을 보였던 것으로 판단된다.

한편, 습식 섬유질배합사료 급여구는 비육후기에도 분리급여구나 건식 섬유질배합사료 급여구들에 비해 1 kg 증체당 사료요구량이 낮은 경향을 보이기는 하였으나, 비육전기 대비 비육후기 건물섭취량의 증가가 거의 없었을 뿐만 아니라 다른 시험구들에 비해 일당증체량도 낮은 특성을 보임으로서 습식 섬유질배합사료의 급여는 비육후기 사료이용성을 감소시키는 것으로 사료된다.

따라서 비육후기에 배합사료의 자유채식이 이루어졌던 분리급여구와 비교했을 때 건식 섬

유질배합사료 급여구들에서는 습식 섬유질배합사료 급여구에서 나타났던 문제점이 없었던 점에 착안해서 비육후기 습식 섬유질배합사료의 경우 수분 함량 조정, 영양수준 증가 등의 보완이 필요할 것으로 판단된다.

섬유질배합사료의 급여가 거세한우의 도체특성에 미치는 영향은 Table 5 및 6과 같다. 본 연구에서 처리별 도체중은 341.9~350.2 kg으로 출하체중과 마찬가지로 맥강 20% 함유 건식 섬유질배합사료 급여구에서 도체중이 높은 경향을 보였으나 통계적인 유의차이는 없었다 ( $p>0.05$ ). 또한 처리구별 도체율은 58.8~59.8%, 거래 정육율은 62.6~63.0%로 나타나 섬유질배합사료의 급여가 거세한우의 도체중, 도체율 및 정육율에 미치는 영향은 없었다.

본 연구에서 처리별 도체율은 윤 등(2002)이 거세한우 1,262두의 평균 도체율이 58.9%였다는 보고와 유사한 경향을 보였으며, 강 등(2002)이 생후 24개월령 출하 거세한우의 평균 정육율이 66.6%였다는 결과에 비해 본 연구에서는 정육율이 낮은 경향을 보였는데, 이는 본 실험의 경우 출하월령이 이전의 연구 결과에 비해 4개월 정도 길어 상대적으로 도체의 지방 침착이 많았기 때문인 것으로 판단된다.

본 연구에서 처리구별 육량관련 특성 중 배최장근단면적 및 등지방두께는 각각 79.1~83.3  $cm^2$  및 9.4~11.3 mm로 나타나 섬유질배합사료의 수분 함량 및 맥강의 첨가수준이 거세한우의 배최장근단면적 및 등지방두께에 미치는 영향은 없었다( $p>0.05$ ). 한편, 처리구별 육량 A등급 출현률은 각각 42.8, 57.1, 26.7 및 42.8%로 나타나 습식 섬유질배합사료 급여구에서 육량 A등급 출현률이 증가된 반면에 맥강 20% 함유

Table 5. Effects of feeding TMR on carcass characteristics of Hanwoo steers

| Item                        | Control    | TMR I      | TMR II     | TMR III    |
|-----------------------------|------------|------------|------------|------------|
| Fasting weight (kg)         | 572.9±58.9 | 595.9±43.1 | 611.0±61.1 | 588.8±42.8 |
| Carcass weight (kg)         | 341.9±34.9 | 350.2±27.1 | 365.3±40.3 | 348.9±24.6 |
| Dressing percentage (%)     | 59.7± 1.4  | 58.8± 1.8  | 59.8± 2.1  | 59.3± 1.4  |
| Salable meat percentage (%) | 63.0± 0.7  | 63.0± 1.0  | 62.6± 0.7  | 63.0± 0.7  |

Values are mean±SD.

Table 6. Effects of feeding TMR on carcass yield and quality traits of Hanwoo steers

| Item  | Control               | TMR I                 | TMR II                 | TMR III               |
|---|-----------------------|-----------------------|------------------------|-----------------------|
| Carcass yield traits                        |                       |                       |                        |                       |
| Carcass weight (kg)                         | 341.9±34.9            | 350.2±27.1            | 365.3±40.3             | 348.9±24.6            |
| Rib-eye area (cm <sup>2</sup> )             | 81.6± 7.6             | 83.3± 6.8             | 83.2± 5.8              | 79.1± 6.1             |
| Back fat thickness (mm)                     | 9.4± 3.1              | 9.7± 4.6              | 11.3± 3.4              | 9.4± 3.2              |
| Yield grade (A:B:C, head)                   | 6 : 8 : 0             | 8 : 5 : 1             | 4 : 8 : 3              | 6 : 7 : 1             |
| Quality traits                              |                       |                       |                        |                       |
| Marbling score <sup>1)</sup>                | 3.4± 2.0 <sup>b</sup> | 5.0± 2.0 <sup>a</sup> | 3.8± 1.5 <sup>ab</sup> | 3.0± 1.7 <sup>b</sup> |
| Meat color <sup>2)</sup>                    | 4.6± 0.5              | 4.7± 0.5              | 4.7± 0.5               | 4.5± 0.5              |
| Fat color <sup>3)</sup>                     | 3.1± 0.6              | 2.9± 0.3              | 2.9± 0.3               | 2.9± 0.3              |
| Texture <sup>4)</sup>                       | 1.7± 0.5 <sup>a</sup> | 1.2± 0.4 <sup>b</sup> | 1.4± 0.5 <sup>ab</sup> | 1.7± 0.5 <sup>a</sup> |
| Maturity <sup>5)</sup>                      | 2.1± 0.3              | 2.0± 0.0              | 2.0± 0.0               | 2.0± 0.0              |
| Quality grade (1 <sup>+</sup> :1:2:3, head) | 4 : 0 : 8 : 2         | 7 : 4 : 2 : 1         | 2 : 8 : 4 : 1          | 1 : 3 : 8 : 2         |

Values are mean ± SD.

<sup>a, b</sup> Means with different superscripts in the same row differ significantly(p<0.05).

<sup>1)</sup> 7 = high numbers for better quality.

<sup>2)</sup> 1 = light red, 7 = dark red.

<sup>3)</sup> 1 = white, 7 = yellow.

<sup>4), 5)</sup> 1 = low numbers for better quality.

건식 섬유질배합사료 급여구에서는 감소되는 경향을 보였다.

처리구별 육질관련 특성 중 근내지방도는 각각 3.4, 5.0, 3.8 및 3.0으로 습식 섬유질배합사료 급여구에서 분리급여구 및 맥강 40% 함유 건식 섬유질배합사료 급여구에 비해 높았으나 (p<0.05), 습식 섬유질배합사료 급여구와 맥강 20% 함유 섬유질배합사료 급여구간의 근내지방도 차이는 없었으며(p>0.05), 건식 섬유질배합사료 급여구간의 근내지방도 차이도 없었다 (p>0.05). 한편, 처리구별 육질 1등급 이상 출현률은 각각 28.6, 78.6, 66.7 및 28.6%로 나타나 습식 섬유질배합사료 급여구에서 육질 1등급 이상 출현률이 증가된 반면에 맥강 40% 함유 건식 섬유질배합사료 급여구에서는 감소되는 경향을 보였다. 섬유질배합사료의 급여가 육색, 지방색 및 성숙도에 미치는 영향은 없었다 (p>0.05).

본 연구의 결과에서 습식 섬유질배합사료의 급여는 분리급여에 비해 거세한우의 육량 및 육질 등급을 개선시키는 결과를 보였는데, 비육후기의 거세한우에 섬유질배합사료를 급여시

육량 및 육질 등급이 개선되었다는 김 등(2003)의 보고와 유사한 것으로 판단된다. 또한 건식 섬유질배합사료에 비해서도 습식 섬유질배합사료의 급여로 육질 및 육량등급이 개선되는 경향을 보여 분리급여나 건식 섬유질배합사료 급여에 비해 습식 섬유질배합사료가 거세한우의 육량 및 육질 등급 개선에 보다 효과적인 것으로 사료된다. 한편, 건식 섬유질배합사료 급여구간의 비교에서는 맥강의 첨가수준이 증가함에 따라 육량등급은 증가되는 반면에 육질등급은 감소되므로 맥강 함유 건식 섬유질배합사료 제조 및 이용시 이러한 현상도 고려해야 할 것으로 사료된다.

섬유질배합사료의 급여가 처리별 동일 등급의 도체에서 채취한 등심의 물리화학적 특성과 관능검사에 미치는 영향은 Table 7과 같다. 섬유질배합사료의 급여가 등심의 전단력, 가열감량 및 보수력에 미치는 영향은 적었으며 (p>0.05), 처리간 등심의 다즙성, 연도 및 향미의 차이도 크지 않았다(p>0.05). 등심의 수분 및 단백질 함량은 분리급여구 및 습식 섬유질배합사료 급여구에 비해 건식 섬유질배합사료

Table 7. Physical characteristics and chemical composition of beef by treatments

| Item                              | Control               | TMR I                 | TMR II                | TMR III               |
|-----------------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| Physical characteristics          |                       |                       |                       |                       |
| Shear force (kg/cm <sup>2</sup> ) | 4.5±1.1 <sup>ab</sup> | 4.8±1.1 <sup>ab</sup> | 5.7±2.0 <sup>a</sup>  | 3.8±1.1 <sup>b</sup>  |
| Cooking loss (%)                  | 37.3±0.7              | 37.3±1.4              | 36.1±1.4              | 35.7±0.9              |
| Water holding capacity (%)        | 52.4±1.1              | 52.5±2.4              | 53.4±2.3              | 53.7±1.4              |
| Panel test <sup>1)</sup>          |                       |                       |                       |                       |
| Juiciness                         | 3.7±1.4               | 4.3±0.8               | 3.8±0.4               | 3.4±0.5               |
| Tenderness                        | 3.8±1.0               | 4.0±1.3               | 4.0±1.1               | 3.4±1.1               |
| Flavor                            | 4.7±0.5               | 4.7±1.0               | 4.2±0.4               | 3.8±0.8               |
| Chemical composition (%)          |                       |                       |                       |                       |
| Moisture                          | 66.0±0.2 <sup>c</sup> | 65.7±0.1 <sup>c</sup> | 68.0±0.5 <sup>b</sup> | 70.1±0.2 <sup>a</sup> |
| Protein                           | 19.4±0.2 <sup>c</sup> | 20.0±0.2 <sup>b</sup> | 21.0±0.4 <sup>a</sup> | 20.9±0.2 <sup>a</sup> |
| Fat                               | 12.3±0.2              | 12.5±0.2              | 9.2±0.5               | 6.9±0.2               |
| Ash                               | 0.9±0.1               | 0.8±0.0               | 0.9±0.0               | 0.9±0.0               |

Values are mean ± SD.

<sup>a,b,c</sup> Means with different superscripts in the same row differ significantly (p<0.05).

<sup>1)</sup> Panel test score : 1 (very bad) to 5 (very good).

급여구들에서 높았다(p<0.05). 비록 통계적인 유의성은 없었으나, 등심의 지방 함량은 분리급여구와 습식 섬유질배합사료 급여구에서 건식 섬유질배합사료 급여구에 비해 높은 경향이 있었으며(p>0.05), 처리간 등심의 회분 함량 차이는 없었다(p>0.05).

Davis 등(1979)은 육질등급이 동일할 때 감소된 수분 함량과 증가된 지방 함량에 의해 연도가 개선된다고 보고한 바 있는데, 본 연구에서는 건식 섬유질배합사료구들에 비해 분리급여구 및 습식 섬유질배합사료 급여구에서 등심의 수분 함량이 감소되고 지방 함량은 증가되는 경향을 보였지만, 처리별 연도의 차이는 없어 이전의 연구결과와는 다소 차이를 보였다. 또한 Shackelford 등 (1995)는 연도와 다즙성은 육질등급 (근내지방 함량)이 높을수록 우수하였고, Mckenna 등(2004)은 종합적인 관능평가 점수는 육질등급에 따라 유의적으로 증가한다고 보고한 바 있는데, 본 연구에서 처리간 연도, 다즙성 등 종합적인 관능평가에서 처리간 차이가 없었던 원인은 분석과정에서 동일 등급의 등심을 이용하였기 때문인 것으로 판단된다.

본 연구의 결과에서 분리급여구 및 습식 섬유질배합사료 급여구에서 건식 섬유질배합사료 급여구들에 비해 등심의 수분 및 단백질 함량은 낮은 반면에 지방 함량은 높은 경향이었는데, 이는 등심의 지방 함량이 높을수록 수분 및 단백질 함량이 감소(이와 정, 1993) 되는데 원인이 있는 것으로 판단된다. 또한 Miller 등 (1988)은 쇠고기의 회분 함량은 일반적으로 1% 이내이며 육질등급별로 큰 차이가 없었다고 보고한 바 있는데, 본 연구의 결과에서도 처리간의 회분 함량이 차이가 없어 이전의 연구결과와 유사한 경향을 보인 것으로 판단된다.

섬유질배합사료의 급여가 경제성 분석에 미치는 영향은 Table 8과 같다. 습식 섬유질배합사료의 급여는 분리급여 및 건식 섬유질배합사료의 급여에 비해 조수입을 증가시키지만, 동시에 사료비도 증가시키는 경향을 보였다. 반면에 맥강 함유 건식 섬유질배합사료는 습식 섬유질배합사료만큼 조수입을 증가시키지는 못했지만, 사료비를 25% 정도 감소시키는 경향을 보였다. 한편 두당 월간 소득은 분리급여구에 비해 습식 섬유질 배합사료구가 약 9%, 맥강



Table 8. Effects of feeding TMR on the economic efficacy of Hanwoo steers

(Unit : 1,000 Won)

| Item                         | Control | TMR I   | TMR II  | TMR III |
|------------------------------|---------|---------|---------|---------|
| Gross receipts <sup>1)</sup> | 4,981.3 | 5,216.1 | 5,079.8 | 4,942.2 |
| Operating cost               | 2,799.2 | 2,835.6 | 2,477.8 | 2,471.6 |
| Calf                         | 1,332.3 | 1,332.3 | 1,332.3 | 1,332.3 |
| Feed                         | 1,295.4 | 1,331.8 | 974.0   | 967.8   |
| Others <sup>2)</sup>         | 171.5   | 171.5   | 171.5   | 171.5   |
| Income                       | 2,182.1 | 2,380.5 | 2,602.0 | 2,470.6 |
| Income/22 months             | 99.2    | 108.2   | 118.3   | 112.3   |
| Index                        | 100.0   | 109.1   | 119.3   | 113.2   |

<sup>1)</sup> Gross receipts : Selling price of carcass by grade and by product ('02. 9).

<sup>2)</sup> Others : On the basis of the standard income of agricultural and livestock products (2001, RDA).

20% 및 40% 함유 섬유질배합사료가 각각 19% 및 13% 정도 향상되는 경향이였다.

본 연구에서 습식 섬유질배합사료 급여로 인해 육질 및 육량 등급이 향상되어 조수입이 증가되었음에도 불구하고 소득이 낮았던 원인은 사료비 증가에 원인이 있는 것으로 생각되며, 습식 섬유질배합사료 제조 및 이용시 사료비를 낮출 수 있는 방안을 강구할 필요가 있을 것으로 판단된다. 한편, 건식 섬유질배합사료의 경우 조수입은 습식 섬유질배합사료에 비해 적었지만, 사료비 절감을 통해 분리급여 및 습식 섬유질배합사료에 비해 소득면에서 유리했던 것으로 판단되며, 건식 섬유질배합사료간에는 맥강의 첨가수준이 증가할수록 소득이 감소되는 것으로 사료된다.

따라서 본 연구의 결과에서 섬유질배합사료는 분리급여에 비해 농가의 소득 향상에 기여할 수 있을 것으로 생각되며, 건식 섬유질배합사료 이용시 맥강의 첨가수준이 증가할수록 도체중과 육질등급에서 불리하게 작용하여 소득이 감소되므로 맥강을 이용한 건식 섬유질배합사료 제조시 맥강의 적정 첨가수준은 20%인 것으로 판단된다. 또한 습식 섬유질배합사료의 경우에도 비육후기 영양수준 증가, 사료비 절감 등이 보완된다면 거세한우 비육시 이용성은 높을 것으로 사료된다.

#### IV. 요약

본 연구는 거세한우 비육시 섬유질배합사료의 급여가 발육, 사료이용성 및 도체특성에 미치는 효과를 구명하고, 기존의 분리급여 방법과의 경제성을 비교검토코자 실시하였다. 생후 약 6개월령(평균체중 153 kg 내외)의 거세 한우 60두를 공시하였으며, 사양시험은 생후 6개월령부터 28개월령까지 약 22개월간 실시하였다. 시험설계는 배합사료와 볏짚 분리급여구(Control), 습식 섬유질배합사료 급여구 (TMR I), 맥강 20% (TMR II) 및 40%(TMR III) 함유 건식 섬유질배합사료 급여구 등 4처리로 하여 각 처리당 15두씩 완전 임의배치하였다. 일당증체량은 맥강 20%를 첨가한 건식 섬유질배합사료가 0.70 kg으로 모든 처리구에서 가장 높았으나 처리간에 유의적인 차이는 없었다(p>0.05). 전기간 kg 증체당 사료요구량은 대조구가 11.63 kg 이었고, 섬유질배합사료 급여구인 TMR I, TMR II 및 TMR III구는 각각 9.29, 10.46 및 10.71 kg 이었다. 도체율과 거래정육율은 모든 처리구가 각각 59% 및 63% 내외로 처리간 유의적인 차이가 없었으며(p> 0.05), 배최장근 단면적, 등지방 두께, 육색 및 지방색 역시 처리간 차이가 없었다(p>0.05). 근내지방도는 TMR I 구가 5.0으로 분리급여구의 3.4보다 유의적으로 높았고(p<0.05), 육질 1등급 이상 출현율은

TMR I 구와 TMR II 구에서 높게 나타났다. 경제성 분석 결과 분리급여구에 비해 TMR II 구가 사료비는 25% 정도 절감되었고, 소득은 19% 정도 향상되는 것으로 나타났다. 이상의 결과로 보아 거세한우 비육시 섬유질배합사료 급여가 비육우의 생산성 및 도체특성 개선과 생산비 절감에 효과가 있을 것으로 사료된다.

## V. 인 용 문 헌

1. AOAC. 1995. Official Methods of Analysis. 16th Ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington DC, USA.
2. Coppock, C. E., Bath, D. L. and Harris, B. Jr. 1981. From feeding to feeding systems. J. Dairy Sci. 64:1230-1249.
3. Davis, G. W., Smith, G. C., Carpenter, Z. L., Dutson, T. R. and Cross, H. R. 1979. Tenderness variations among beef steaks from carcasses of the same USA quality grade. J. Anim. Sci. 49:103-114.
4. Holter, J. B., Urban, W. E. Jr., Hays, H. H. and Davis, H. A. 1977. Utilization of diet components fed blended or separately to lactating cows. J. Dairy Sci. 60:1288-1293.
5. Laakkonen, E., Wellington, G. H. and Skerbon, J. W. 1970. Low temperature longtime heating of bovine. I. Changes in tenderness, water binding capacity, pH and amount of water-soluble component. Journal of Food Science. 35:175-177.
6. McCullough, M. E. 1991. Total mixed rations and supercow. Hoard's Dairyman. W. D. Hoard & Sons Co. WI. USA.
7. McGilliard, M. L., Seisher, J. M. and James, R. E. 1983. Grouping lactating cows by nutritional requirements for feeding. J. Dairy Sci. 66:1084-1083.
8. McKenna, D. R., Lorenzen, C. L., Pollok, K. D., Morgan, W. W., Mies, W. L., Harris, J. J., Murphy, R., McAdams, M., Hale, D. S. and Savell, J. W. 2004. Interrelationships of breed type, USDA quality grade, cooking method, and degree of doneness on consumer evaluations of beef in Dallas and San Antonio, Texas, USA. Meat Sci. 66:399-406.
9. Miller, M. F., Cross, H. R., Baker, J. F., Byers, F. M. and Recio, H. A. 1988. Evaluation of live and carcass techniques for predicting beef carcass composition. Meat Sci. 23:111-129.
10. Nocek, J. E., Steele, R. L. and Braund, D. G. 1985. Effect of mixed ration nutrient density on milk of cows transferred from high production group. J. Dairy Sci. 68:133-139.
11. SAS. 1999. SAS/STAT Software for PC. Release 6.11, SAS Institute, Cary, NC, U.S.A.
12. Schackelford, S. D., Wheeler, T. L. and KooHMarmie, M. 1995. Relationship between shear force and trained sensory panel tenderness ratings of 10 major muscles from bos indicus and bos Taurus cattle. J. Anim. Sci. 73:3333-3340.
13. 강수원, 김준식, 조원모, 안병석, 기광석, 손용석. 2002. 육성비육 거세한우에 대한 점토광물 급여가 성장 및 도체특성에 미치는 영향. 한국동물자원과학회지. 44(3):327-340.
14. 곽완섭, 윤정식, 정근기. 2003. 육계분-제과부산물 혼합사료 급여가 육성 거세 한우의 생산성, 경제성 및 육 특성에 미치는 영향. 한국동물자원과학회지. 45(5):797-804.
15. 곽완섭, 윤정식. 2003. 농산업부산물들에 대한 배출 현장 조사 및 사료적 가치 평가. 한국동물자원과학회지. 45(2):251-264.
16. 기광석. 2003. 젖소용 TMR의 적정조건 수립 및 급여효과 구명. 충남대학교 박사학위논문.
17. 김경훈, 김기수, 이상철, 오영균, 정찬성, 김건중. 2003. 섬유질배합사료 급여가 비육후기 거세한우의 반추위 발효성상, 소화율 및 산육성에 미치는 영향. 한국동물자원과학회지. 45(3):387-396.
18. 윤호백, 김시동, 나승환, 장은미, 이학교, 전광주, 이득환. 2002. 거세한우의 도체형질에 대한 유전 모수 추정. 한국동물자원과학회지. 44(3):383-390.
19. 이길왕, 정숙근. 1983. 축산물 도매시장 출하우의 도체중 분포와 도체단가의 변화. 한국동물자원과학회지. 25(4):352-361.

(접수일자 : 2008. 3. 27. / 수정일자 : 2008. 5. 6. / 채택일자 : 2008. 6. 2)