

건조감귤박 및 소맥피를 급여한 말의 성장과 육질에 미치는 영향

채현석^{1*} · 김남영¹ · 조인철¹ · 조상래¹ · 조원모¹ · 박용상¹ · 오신애¹ · 장애라² · 성필남¹ · 고문석¹

¹농촌진흥청 국립축산과학원, ²강원대학교 동물식품응용과학과

Effect of Dietary Supplementation of Dried-Citrus Pulp and Wheat Bran on Growth and Meat Quality in Horses

Hyun-Seok Chae^{1*}, Nam-Young Kim¹, In-Chul Cho¹, Sang-Rae Cho¹, Won-Mo Cho¹, Yong-Sang Park¹, Shin-Ae Oh¹, Aera Jang², Pil-Nam Seong¹ and Moon-Suck Ko¹

¹National Institute of Animal Science, RDA, Suwon 441-706, Korea, ²Kangwon National University, Chuncheon-si, Gan-Do, 200-701, Korea

ABSTRACT

This study was conducted to elucidate the characteristics of equine meat traits and to evaluate the utilization of dried-citrus pulp abundantly produced in Jeju Island as feed ingredient in the diet of finished meat horses. Treatment groups consisted of wheat bran (A) and the dried-pellet mixture of citrus pulp (20%) and wheat bran (80%) (B). Feeding of agricultural by-products were 2 times in a day at the level of 1.5% of body weights. Water and dried-grass forage was not restricted. The average daily gain was similar in both groups. Feed conversion of treatment B showed lower level than that of A. Carcass rate of B was relatively lower than that of A, but meat yield grade of B was higher than that of A. For meat color traits, L* of B was lighter than that of A, and b* of group B was lower than that of group A. From the analysis of physical characteristics of equine meats, shearing force had decreased in the treatment B but the levels of drip loss and water holding cavity had increased in the treatment B compared to A. The level of crude fat is lower in the treatment B than the treatment A. For the mineral contents, the treatment B showed higher levels of Ca, K, Mg, Cu and Mn than that of A. For the fatty acid contents, the treatment B showed increased levels of stearic acid, oleic acid, eicosenoic acid, and arachidonic acid compared to A. Consequently, these results suggested that dried-citrus pulp might be utilized as replacement material for equine forage. Please rewrite the whole abstract and should include all required information. Before resubmission, please check it again from a native colleague in your group.

(Key words : Dried-citrus pulp, Wheat bran, Horse, Growth, Meat quality)

서 론

말은 집에서 가두어 기르는 가축과는 달리 부지런히 움직여 에너지를 소비해 버리기 때문에 말의 지방은 몸에 잘 축적되지 않는다. 그래서 말고기는 단백질이 많고 지방이 적은 육류에 속한다. 특히 살코기가 많은 등심과 앞뒤다리 및 엉덩이 부위는 지방이 거의 없고 대부분 단백질로 구성되어 있다. 또한 말고기는 저칼로리 고단백 건강 웰빙 식품으로 현대인들에게 인식되고 있다. 우리나라에서 말은 주로 경주용으로 사용하고 있지만 과거에는 농용, 승용, 식용으로 사육되어왔다. 제주마의 경주 활용과 경주용 더러브렛의 국산마 자급정책 등으로 말의 사육규모는 성장 추세에 있다. 이러한 사육두수의 증가는 말고기 소비의 증가를 가져와 말 도축두수가 2004년에 359두에서 2010년 781두로 급성장하게 되었다(Jeju special self-governing province, 2013). 말고기는 쇠고기 및 돼지

고기에 비하여 질기다고 알려져 있는데 이는 현재 유통되고 있는 말고기의 대부분이 식용이 아닌 경주를 목적으로 사육되다가 경주에 부적합 말이나 퇴역 말을 단기 비육시켜 말고기로 유통되기 때문이다. 일정기간 동안 비육시킨 말고기는 살코기 사이에 지방이 침착되어 구이로 이용할 경우 질긴 감이 없으나 경주용으로 사용되었던 퇴역 말은 대부분 적정 사육기간을 경과 했을 뿐 아니라 경주에 적합하게 근육량을 늘리는 사양관리로 고기의 육질이 질길 수밖에 없다. 그러나 말고기를 즐겨먹는 일본 및 유럽에서는 경주마 및 승용마와 달리 비육 전용마 품종을 육성하고 비육기술을 개발하여 마블링이 잘된 말고기를 생산하고 있다. 우리도 말고기의 소비를 증진시키기 위해서는 비육 전용마를 육성하거나 육성단계부터 체계적인 사양관리로 고품질의 말고기를 생산·공급해야 한다. 본 연구 과제에서는 제주지역에서 많이 생산되는 농산부산물인 감귤박을 활용하여 말 사료에 이용하고 사육이 완료된 말을 도축하여 육질 특

* Corresponding author : Hyun-Seok Chae, Subtropical Animal Experiment Station 593-50, Sanrokbukro, Jeju 690-150 Korea. Tel: 82-64-754-5720, E-mail: 13008685a@korea.kr

성을 구명하기 위해 실시되었다. 국내 감귤생산량은 75만 톤 정도이며 그중 15만톤이 음료 가공용으로 이용되어지고 그 중 50% 정도가 즙을 짜고 난 부산물을 폐기하고 있는 실정이다. 최근에 농촌진흥청에서는 이러한 부산물을 돼지사료로 이용하여 돼지의 질병 저항성을 증진시키는 면역증강제로서 기능을 밝혀낸 바 있다 (Nongchon jinheung ilbo, 2012). 또한 습식감귤박에 주정박을 혼합하여 TMR 사료를 제조하여 급여된 비육마의 성장 특성연구에서 감귤박에 주정박을 혼합하였을 경우 감귤박 단독 활용구 보다 증체율이 높았다고 보고하고 있다 (Lee 등, 2012). Jung 등 (2009)은 습식감귤박과 벼싹배지를 혼합하여 말 비육시험을 실시한 결과 감귤박 단독급여구보다 벼싹배지를 혼합하였을 경우 일당 증체량이 증가되는 효과를 나타내었다. 그러나 지금까지 감귤박의 이용성이 건조방식이 아닌 습식 상태로 이용함에 따라 수송의 어려움과 저장성이 떨어져 대량으로 구입하여 이용할 수가 없었다. 이러한 단점을 극복하기 위하여 본 연구에서는 습식 감귤박을 건조하여 펠렛 형태로 만들어 일시에 많은 양을 저장하여 이용할 수 있게 하였다. 또한 말에게 농후사료 대신 소맥피와 건조펠렛감귤박 만으로 말의 비육 가능성 여부와 말고기 육질 특성을 구명하기 위하여 사양시험을 수행하였다.

재료 및 방법

1. 수행방법 및 사양관리

본 연구의 공시축으로 24개월 전후의 제주산마 12두를 공시하였고 국립축산과학원 난지축산시험장 비육마사에서 5개월간 사육하였다. 처리내용은 소맥피처리구에 6두, 건조펠렛감귤박+소맥피처리구에 각각 6두를 공시하였다. 소맥피처리구는 소맥피를 1일 2회 체중의 1.5%를 기준으로 급여시켰고 건조펠렛감귤박+소맥피처리구는 건조펠렛감귤박을 20%, 소맥피를 80% 혼합하여 소맥피급여구와 같은 기준으로 급여하였다. 물과 건초 (이탈리안라이그라스)는 자유급식 시켰다. 사양관리는 말을 개체별로 마방에 분리 수용하여 사육하였다. Table 1은 소맥피와 건조펠렛감귤박 사료의 영양성분에 대하여 분석한 결과이다. 소맥피의 건물함량은 86.57%이고 건조감귤박이 87.89%, 소맥피+건조감귤박이 86.50%으로 나타났고 조단백질은 소맥피가 14.07%, 건조감귤박이 16.96%, 소맥피+건조감귤박 혼합처리구가 13.50%를 나타내었다. NDF는 소맥피가 40.65%, 건조감귤박이 23.44%, 소맥피+건조감귤박이 37.35%로 건조감귤박이 소화율 측면에서는 약간 우수한 것으로 나타났다.

2. 조사 항목 및 조사 방법

1) 체중 및 사료섭취량

체중은 시험개시 직전과 개시 후 종료시까지 1개월 간격으로 측정하였으며 소맥피처리구를 포함한 모든 처리구의 사료섭취량은 아침 사료 급여 전 잔량을 수거하여 조사하였다.

2) 육량등급

육량등급은 말을 도축 후 냉각실(18~20℃)에서 예냉된 도체의 13번째 갈비부위 절개면에서 축산물품질관리원의 말고기 도체판정 기준에 따라 조사되었다. 육량등급의 측정은 배장근면적, 등지방두께, 도체중량을 측정하여 A, B, C 등급으로 구분한다.

3) 일반성분 및 NDF, ADF

수분 (moisture), 조단백 (crude protein), 조지방 (crude fat), 조회분 (crude ash)에 대한 일반성분은 AOAC (2000) 방법에 의해 분석하였다. NDF, ADF 함량은 Van Soest 등 (1991)의 방법에 준하여 분석하였다.

4) 무기물

무기물함량은 AOAC (2000) 방법에 준하여 측정하였다. 5g의 말고기 시료를 크루시블에 취하여 전기회화로 (MAS-7000, CEM Corporation, USA) 600℃에서 12시간 정도 회화시킨 후 방냉시키고 염산용액 (HCl: H₂O = 1:1) 10 ml를 가하여 12시간 정도 상온에 방치한다. 방치시킨 용액을 여과지 (Whatman No. 6)로 여과하여 시료액을 제조하였다. 무기물은 각각의 표준용액으로 제조하여 원자흡광도계 (ICP Spectrophotometer, Spectroflame, Spectro Company, Germany)를 이용하여 분석을 하였다.

$$\text{무기물함량 (mg/kg)} = \frac{\text{시료액의 흡광도} / 1 \text{ ppm}}{\text{기준흡광도} \times \text{희석배수}} \times 100$$

$$\text{시료중량 (g)} \times 10^6$$

5) 육색

육색은 말고기 등심부위를 절단하여 공기 중에 30여분 노출시킨 후에 Chroma meter (Minolta Co. CR 301, Japan)를 사용하여 CIE의 명도 L* (lightness), 적색도 a* (redness) 및 황색도 b* (yellowness) 값을 3반복으로 측정하여 평균값을 적용하였다. 이때 기준색인 표준판은 Y=92.40, x=0.3136, y=0.3196의 백색 타일을 사용하였다.

Table 1. The chemical composition of the diets used in the experiment

Items	Dry matter	Crude protein	Ether extract	Crude fiber	Crude ash	NDF	ADF
Wheat bran	86.57	14.07	3.12	10.45	4.71	40.65	12.76
Dried-citrus pulp	87.89	16.96	4.94	6.95	6.90	23.44	10.13
Wheat bran + dried-citrus pulp	86.50	13.50	2.61	14.33	5.02	37.35	16.89
Hay	87.97	7.20	0.89	38.85	5.52	66.06	41.52

(unit: %, DM basis)

6) 전단력

전단력은 Wheeler 등 (2000) 방법으로 시료를 3 mm 두께의 직사각형 모양으로 근섬유 방향과 직각이 되도록 절단하여 고기 내부 온도가 70℃가 되도록 가열한 후 상온에 10분간 방냉하였다. 시료는 직경 1.27 cm 코아(core)를 근섬유 방향에 따라 뚫어 채취한 후 전단력 측정기(Warner-Bratzler shear force meter, USA)를 이용하여 측정하였다. 측정은 속이 비어있는 마름포플의 칼날 안쪽 하단 부위에 수직으로 시료를 넣고, 기계를 작동시켜 시료를 아래로 내려가면서 잘려지게 되는데 이때 받는 힘을 전단력으로 측정하였다.

7) 가열감량

가열감량(cooking loss, %)은 부위를 정형(5×5×2.5 cm)하여 폴리에틸렌 포장지에 넣고 80±1℃ 항온수조(Dae Han Co, Model 10-101, Korea)에서 약 40분간 가열한 후 상온에서 20분간 방냉시킨 다음 가열전후의 중량 차를 이용하여 다음 식에 의하여 계산하였다(Honikel, 1998).

$$\text{가열감량(\%)} = \frac{(\text{가열전}-\text{가열후})\text{시료의 무게 (g)}}{\text{가열전 시료의 무게 (g)}} \times 100$$

8) 보수력

보수력은 Laakkonen 등 (1970)의 원심분리 방법을 변형하여 측정하였다. 시료를 Tube에 지방과 근막 및 힘줄을 제거한 시료를 정확히 0.5 g 측정된 다음 80℃ 항온 수조에서 20분간 가열하였다. 10분간 방냉하고 2,000 rpm에서 10분간 원심분리(10℃) 한 후 무게를 측정하여 아래와 같이 계산하였다.

$$\text{보수력} = \frac{\text{전수분} - \text{유리수분}}{\text{전수분}} \times 100$$

$$\text{유리수분} = \frac{\text{원심분리 전 무게} - \text{원심분리 후 무게}}{\text{시료무게} \times \text{지방계수}} \times 100$$

$$\text{지방계수} = 1 - \frac{\text{지방(\%)}}{100}$$

9) 아미노산

아미노산 조성은 Nam 등 (2002)의 방법으로 분석을 실시하였다. 먼저 시료 80 mg을 분해병에 넣은 후 6 N-HCl 40 ml를 가한 후 질소가스를 주입하여 110℃에서 24시간 가수분해시킨다. 이후 농축증발플라스크에서 50℃로 가열하여 염산 제거시키는 것을 3회반복하여 최종 볼륨을 50 ml로 만들어 분석에 이용하였다. Cystine과 methionine은 6N-HCl로 가수분해시키면 파괴되므로 산 가수분해 전에 개미산으로 안정 상태인 cysteic acid와 methionine sulfone으로 전환시킨 후 6N-HCl로 가수분해시킨다. 분해병에 시료 80 mg과 개미산 20 ml를 취하여, 5℃ 이하의 냉장고에 넣은 후 24시간 동안 안정화시킨 후 다시 6N-HCl을 가하여 110℃에서 24시간

가수 분해시켜 아미노산 자동분석기(Hitachi : L-8500A)에 주입하여 분석하였다.

10) 지방산

지방산 분석을 위한 지질 추출은 Folch and Lees (1957)의 방법에 준하여 분석하였다. 20 g의 시료를 Folch 용액(Chloroform과 Methanol = 2:1) 150 ml에 넣고 5분간 균질한 후 No. 2 여과지로 여과하여 원심분리(771 g 10분간)하였다. 상층액은 버리고 하층액에 NaSO₄를 첨가하여 여과하고 농축기로 chloroform을 제거하여 지질을 회수하였다. 추출된 지질은 Morrison and Smith (1964)의 방법에 준하여 전 처리 한 다음 지방산을 분석하였다. 즉, 추출한 지질 5 mg 정도를 채취하여 Methylation tube에 넣어 0.5N NaOH 1 ml를 첨가한 후 100℃에 15분간 가열하여 냉각시켰다. Boron trifluoride methanol 14% solution(BF₃ methanol ; Sigma, Co, U.S.A) 3 ml를 넣어 다시 15분간 가열 후 냉각하여 시험관에 옮겨 1 ml heptane 및 5 ml NaCl 포화용액을 첨가한 후 혼합하여 층이 분리 될 때까지 정지하고 상등액을 채취하여 auto-sampler가 장착된 gas chromatography (HP6890, U.S.A)를 이용하여 분석하였다. 이때 사용된 GC column은 capillary column을 사용하였으며 carrier gas로서는 N₂를 이용하였으며, 분석에 사용된 기기의 조건은 Table 2에서 나타내었다.

Table 2. Condition of Gas Chromatography on fatty acid analysis

Item	Condition
Instrument	HP6890, U.S.A
Column	Omegawax 205 fused-silica bond capillary column (30 m×0.32 mm I.D., 0.25 μm film thickness)
Detector	Flame Ionization Detector
Carrier gas	Nitrogen(99.99%, Research purity)
Column flow rate	1 ml / min
Split ratio	100 : 1
Injection port temperature	250℃
Detection port temperature	260℃
Oven temperature	200℃

3. 통계분석

말의 성장과 육질에 관련된 모든 항목에 있어서 소맥피 단독급여와 소맥피 + 건조감귤박 혼합급여와 차이점을 Mean ± SD로 나타내었고, 통계 처리는 대조구와 처리구간에 Student t-test(Steel and Torrie, 1960)를 실시하였다.

결과 및 고찰

1. 비육마의 체중 변화

소맥피와 건조감귤박 급여한 비육마의 월별 체중 변화는 Table 3과 같았다. 개시 체중이 소맥피급여구가 284.2 kg이고 소맥피+건조감귤박구가 272.8 kg으로 소맥피구가 11.4 kg 정도 증가한 상태에서 사양시험을 개시하였다. 종료시 체중은 소맥피급여구가 348.0 kg으로 전체 증체량이 63.8 kg이 증체하였고 소맥피+건조감귤박급여구의 종료시 체중은 334.0 kg으로 61.2 kg가 증체하였다. 비육마의 일당증체량은 소맥피급여구가 0.53 kg, 소맥피+건조감귤박급여구가 0.51 kg으로 소맥피급여구에서 0.02 kg 정도 증가하는 경향을 나타내었으나 유의적 차이는 없었다(p>0.05).

Table 3. Change of body weights of horses by feeding wheat bran and dried-citrus pulp

Items	Wheat bran	Wheat bran + dried-citrus pulp
Initial B.W	284.2 ±46.3 ¹⁾	272.8 ±38.5
Final B.W	348.0 ±54.3	334.0 ±45.0
Total gain	63.8 ±15.5	61.2 ±10.0
Daily gain	0.53± 0.1	0.51± 0.1

¹⁾ Value are mean ± SD.

2. 비육마의 일일사료섭취량 및 사료요구율

비육마의 일일사료섭취량은 Table 4와 같다. 소맥피급여구가 4.58 kg인 반면에 소맥피+건조감귤박급여구는 4.15 kg으로 소맥피와 건조감귤박 혼합구에서 일일사료섭취량이 저하되었는데 이는 전체적으로 건조 펠렛감귤박의 기호성이 소맥피에 비하여 떨어지는 것으로 사료된다. 사료요구율은 소맥피급여구가 13.0%, 소맥피+건조감귤박급여구가 11.8%으로 소맥피+건조감귤박급여구에서 사료요구율이 감소되었다. 상기의 내용으로 보아 소맥피에 건조감귤박을 혼합급여하여도 소맥피 단독급여구보다 일일사료섭취량은 약간 저

Table 4. Change of daily DM intake and feed conversion rate of horses by feeding wheat bran and dried-citrus pulp

Items	Wheat bran	Wheat bran + dried-citrus pulp
DM intake	4.56±0.60	4.11±0.55
Feed conversion rate (%)	13.0 ±3.5	11.8 ±1.7

¹⁾ Value are mean ± SD.

하되나 소맥피 사료에 20% 정도 건조감귤박을 혼합하여도 비육마 사료로 손색이 없는 것으로 사료된다.

3. 말고기의 육량등급 변화

소맥피와 건조감귤박을 급여한 비육마의 육량등급 변화는 Table 5에서와 같이 등지방두께는 소맥피급여구가 2.4 mm, 소맥피+건조감귤박급여구 1.8 mm으로 소맥피와 건조감귤박 혼합 처리구가 0.8 mm 정도 낮게 나타났으나 유의적인 차이는 없었다(p>0.05). 등심 단면적은 소맥피구가 79.4 cm², 소맥피+건조감귤박이 71.0 cm²으로 소맥피급여구에서 8.4cm² 정도 증가하였으나 유의적인 차이는 없었다(p>0.05). 도체율은 소맥피급여구가 59.1%, 소맥피+건조감귤박급여구가 55.5%으로 소맥피급여구에서 3.6% 정도 증가하는 경향을 나타내었으나 유의적인 차이는 없었다(p>0.05). 육량등급이 A, B, C 순으로 나타나 이를 숫자로 환산할 경우 소맥피급여구가 2.2, 소맥피+건조감귤박급여구 2.6으로 소맥피+건조감귤박 급여구가 0.4정도 육량등급이 우수한 것으로 나타났다.

Table 5. Change of yield grade of horses by feeding wheat bran and dried-citrus pulp

Items	Wheat bran	Wheat bran + dried-citrus pulp
Backfat thickness (mm)	2.4±0.9 ¹⁾	1.8± 0.4
Loin eye area (cm ²)	79.4±24.6	71.0±21.3
Live weight (kg)	348 ±54.3	334.0±45.0
Carcass weight (kg)	207 ±40.8	184.6±19.4
Carcass rate (%)	59.1± 2.5	55.5± 2.9
yield grade ²⁾	2.2± 0.8	2.6± 0.5

¹⁾ Value are mean±SD.

²⁾ Yield grade conversion : A(1) grading, B(2) grading, C(3) grading

4. 말고기의 육색 (CIE 값)

소맥피와 건조감귤박을 급여한 비육마의 육색 변화는 Table 6과 같다. 명도 값(L*)은 소맥피급여구가 36.8, 소맥피+건조감귤박급여구가 37.10으로 소맥피+건조감귤박급여구가 0.3 정도 증가하였다. Cho 등 (2011)은 한우육의 등심의 명도 값을 41.33~40.80이라 보고하였는데 본 연구의 말고기는 한우육 보다는 명도 값이 더 낮은 값을 나타내었다. 적색도(a*)는 소맥피급여구에서 0.98 정도 증가하였고 황색도(b*)도 소맥피에 건조감귤박이 혼합된 처리구보다 소맥피처리구가 0.65 정도 증가하였으나 유의적인 차이는 없었다(p>0.05). 육색은 가축의 품종이나 근육의 미오그로빈(myoglobin) 농도, 근섬유의 종류, 물리적 특성 등에 따라 달라진다(Cornforth, 1994; Renerre, 1986). Kim 등 (2005)은 제주산 재래 말고기 등심의 명도(L*) 값이 32.12, 적색도(a*)가 19.60, 황색도(b*)가

0.77로 보고하였는데 본 연구보다 명도 값이 약간 낮게 나타났고 적색도는 비슷하였으나 황색도는 낮은 값을 나타내었는데 이는 본 연구에서 사용된 말은 경주마인 더러브렛 품종과 제주 재래마와 혼합종인 제주산마를 사용한 것에서 차이를 나타낸 것으로 사료된다.

Table 6. Change of meat color (CIE¹⁾ value) on meat of horses by feeding wheat bran and dried-citrus pulp

Items	Wheat bran	Wheat bran + dried-citrus pulp
Lightness (L*)	36.8 ±1.41 ²⁾	37.10±1.28
Redness (a*)	20.64±0.45	19.66±1.25
Yellowness (b*)	10.14±0.22	9.75±0.47

¹⁾ CIE: International Commission on Illumination

²⁾ Value are mean±SD.

5. 말고기의 물리적 특성

소맥피와 건조감귤박을 급여한 비육마의 물리적 변화는 Table 7과 같다. 전단력은 소맥피급여구 6.30 kg/0.5 inch², 소맥피+건조감귤박급여구가 5.85 kg/0.5 inch²으로 소맥피+건조감귤박급여구가 0.45 kg/0.5 inch² 정도 전단력이 감소하였으나 유의적인 차이는 없었다 (p>0.05). 가열감량은 소맥피급여구 29.31%, 소맥피+건조감귤박급여구가 30.60%으로 소맥피+건조감귤박급여구가 1.29% 정도 가열감량이 증가하였으나 유의적인 차이는 없었다 (p>0.05). 보수력은 소맥피급여구 55.88%, 소맥피+건조감귤박급여구가 56.35%으로 소맥피+건조감귤박급여구가 0.47% 정도 보수력이 증가하였으나 유의적인 차이는 없었다 (p>0.05). Serra 등 (2008)은 가열감량과 연도와는 부의 상관관계가 있다고 보고하고 있는데, 본 연구에서도 소맥피급여구가 소맥피+건조감귤박급여구보다 가열감량이 낮은 대신 전단력이 증가한 것으로 보아 상기의 보고와 유사한 결과를 나타내었다. 상기의 결과를 종합하면 소맥피+건조감귤박급여구가 가열감량과 보수력이 증가하면서 전단력은 상대적으로 감소한 것으로 사료된다.

Table 7. Change of physical character on meat of horses by feeding wheat bran and dried-citrus pulp

Items	Wheat bran	Wheat bran + dried-citrus pulp
Shear value (kg/0.5 inch ²)	6.30±2.27	5.85±0.90
Cooking loss (%)	29.31±2.14	30.60±2.31
Water holding capacity (%)	55.88±3.14	56.35±2.83

¹⁾ Value are mean ± SD.

6. 말고기의 일반성분

소맥피와 건조감귤박을 급여한 비육마의 일반성분에 미치는 영향은 Table 8과 같다. 수분은 소맥피급여구 74.21%, 소맥피+건조감귤박급여구가 74.10%으로 서로 비슷하였다. 조단백질도 각각 21.77%, 21.99%으로 두 처리구가 서로 비슷하였다. 조지방은 소맥피급여구 1.98%, 소맥피+건조감귤박급여구가 1.74%으로 소맥피+건조감귤박급여구가 0.24% 정도 감소하는 경향을 나타내었으나 유의적인 차이는 없었다 (p>0.05). 칼로리는 소맥피급여구가 1,644.60 cal/g, 소맥피+건조감귤박급여구가 1,569.00 cal/g으로 조지방 함량이 낮은 소맥피+건조감귤박급여구가 75 cal/g 정도 감소하는 경향을 나타내었으나 유의적인 차이는 없었다 (p>0.05). Rossier and Berger (1998)은 말고기는 소에 비하여 근간지방(마블링)의 비율이 더 낮고 타 육류 보다 지방함량이 낮다고 보고하였다. 또한 말고기는 단백질에 대한 영양가치가 높아 말고기 100 g이 성인 일일 단백질공급량의 40% 정도를 공급하는 것으로 보고하고 있다 (Bodwell and Anderson, 1986; Lupton and Cross, 1994). Paleari 등 (2003)은 말고기 등심의 지방 함량을 2.1%라고 보고하였는데 본 연구에서도 소맥피 및 건조감귤박과 소맥피혼합구에서 조지방 함량이 1.74~1.98%로 나타나 상기의 연구와 비슷한 결과를 나타내었다.

Table 8. Chemical compositions on meat of horses by feeding wheat bran and dried-citrus pulp (unit: %)

Items	Wheat bran	Wheat bran + dried-citrus pulp
Moisture	74.21±1.32	74.10±0.87
Crude protein	21.77±0.32	21.99±0.66
Crude fat	1.98±1.30	1.74±1.16
Crude ash	0.96±0.04	0.96±0.03
Calorie (cal/g)	1,644.60±191.46	1,569.00±72.61

¹⁾ Value are mean±SD.

7. 말고기의 무기물

소맥피와 건조감귤박을 급여한 비육마의 무기물 변화는 Table 9와 같다. Ca은 소맥피급여구 43.48 mg/kg, 소맥피+건조감귤박급여구가 45.95 mg/kg으로 소맥피+건조감귤박급여구가 2.47 mg/kg 정도 증가하는 경향을 나타내었으나 유의적인 차이는 없었다 (p>0.05). 반면에 P의 함량은 소맥피급여구 2,113.10 mg/kg, 소맥피+건조감귤박급여구가 2,108.71 mg/kg으로 소맥피급여구가 4.39 mg/kg 정도 증가하는 경향을 나타내었으나 Ca과 같이 유의적인 차이는 없었다 (p>0.05). 무기물 함량에서 가장 많은 함량을 나타내는 K는 소맥피급여구 3,532.02 mg/kg, 소맥피+건조감귤박급여구가 3,627.34 mg/kg으로 소맥피+건조감귤박급여구가 95.32 mg/

kg 정도 증가하는 경향을 나타내었으나 유의적인 차이는 없었다 ($p>0.05$). Kim 등 (2005)은 제주 재래마 등심의 Mg 함량이 3,880.7 mg/kg으로 보고하였는데 본 연구에서 사용된 말은 제주산마(더러브렛×제주마)에 대한 분석치로 재래마보다 제주산마가 전체적으로 더 낮은 값을 나타내었다. Fe의 함량은 소맥피급여구 27.46 mg/kg, 소맥피+건조감귤박급여구가 25.96 mg/kg으로 소맥피급여구가 약간 증가하는 경향을 나타내었으나 유의적인 차이는 없었다 ($p>0.05$). Palenik 등 (1980)은 소고기의 경우 Fe의 함량이 18.6 mg/kg으로 보고하였는데 본 연구 결과에 비교하여 볼 때 말고기가 소고기보다 Fe의 함량이 더 높은 것으로 나타났다. Yoon 등 (2004)은 Fe는 헤모그로빈 및 효소를 포함한 단백질의 주요 인자이고 Fe를 포함한 헤모그로빈은 신체 조직에 산소를 운반하는 역할을 한다고 보고하였다. 생체 내에 존재하는 효소의 구성요소이고 핵산 합성에 연관되어있고 단백질 대사에 관여하여 면역기능 조절과 성장에 필수 무기물인(Choi, 2003) 아연 (Zn)은 소맥피급여구, 소맥피+건조감귤박급여구에서 비슷한 함량을 나타내었다. 그 외에도 건조감귤박과 소맥피를 혼합한 처리구가 Mg, Zn, Cu, Mn의 무기물이 약간씩 증가하는 경향을 나타내었다. Souci 등 (1989)은 타 식육에 비하여 말고기는 P, Mg, Fe, Zn, Cu의 중요한 공급원이고 말고기 100 g에 K(16.6%), Mg(9.6%), Ca(0.5%), P(28.9%)를 함유하였다고 보고한 바 있다.

Table 9. Mineral contents on meat of horses by feeding wheat bran and dried-citrus pulp

Items	(unit: mg/kg)	
	Wheat bran	Wheat bran + dried-citrus pulp
Ca	43.48± 3.78	45.95± 6.94
P	2,113.10± 60.79	2,108.71± 23.45
K	3,532.02±141.66	3,627.34±139.56
Mg	247.62± 1.78	251.27± 7.85
Na	599.41± 53.70	571.33± 58.80
Fe	27.46± 3.17	25.96± 3.45
Zn	23.11± 2.15	23.52± 4.92
Cu	2.15± 0.40	2.29± 0.14
Mn	0.19± 0.08	0.25± 0.11

¹⁾ Value are mean ± SD.

8. 말고기의 아미노산

소맥피와 건조감귤박을 급여한 비육마의 아미노산 변화는 Table 10과 같다. 식육에서 아미노산은 육제품의 향미를 좋게 하고 (Cheonyagyeongji 등, 1981) 육 표면을 보기 좋은 갈색으로 변화시키는 역할로 여겨진다. 그러나 고기의 맛에 영향을 미치는 요인으로는 아미노산 뿐 아니라 핵산물질, 유기산, 당, 젖산 등도 관여

하게 된다(Nishimura 등, 1988; Bodwell 등, 1965). 식육에서 특히 단맛에 관여하는 아미노산은 methionine과 glutamic acid로 알려져 있고 또한 퓨린 뉴클레오티드의 하나로서 근육에 많이 분포하고 있는 inosinic acid도 식육에 있어서 맛과 관련이 있는 것으로 보고되고 있다(Deungchon In, 1999). 단맛과 관련이 있는 methionine은 소맥피급여구가 0.417%, 소맥피+건조감귤박급여구가 0.424%으로 소맥피+건조감귤박급여구가 0.01% 정도 증가하는 경향을 나타내었으나 유의적인 차이는 없었다 ($p>0.05$).

Glutamic acid의 함량에서도 소맥피급여구가 3.463%, 소맥피+건조감귤박급여구가 3.429%으로 소맥피+건조감귤박급여구가 0.04% 정도 감소하는 경향을 나타내었으나 유의적인 차이는 없었다 ($p>0.05$). 아미노산 성분 중 비교적 높은 함량을 나타내는 lysine은 소맥피급여구가 1.925%, 소맥피+건조감귤박급여구가 1.910%으로 소맥피급여구가 0.92% 정도 증가하였으나 유의적인 차이는 없었다 ($p>0.05$). 그 이외에도 소맥피+건조감귤박급여구에서 더 많은 함량을 나타내는 아미노산은 cystein, glycine, alanine 등이었으나 처리 간 유의적인 차이는 없었다 ($p>0.05$). 상기의 결과로 보아 소맥피 단독급여구와 소맥피+건조감귤박 혼합 급여구간에 아미노산에 의한 맛의 차이는 크지 않는 것으로 사료된다.

9. 말고기의 지방산

소맥피와 건조감귤박을 급여한 비육마의 지방산 변화에 미치는 영향은 Table 11에서와 같다. Myristic acid의 함량은 소맥피급여구 3.51%, 소맥피+건조감귤박급여구가 3.16%으로 소맥피급여구가 소맥피와 건조감귤박을 혼합한 처리구보다 유의적으로 증가하는 경향을 나타내었다 ($p<0.05$). 포화지방산에서 가장 높은 함량을 나타내는 Palmitic acid (C16:0)의 함량은 소맥피급여구 30.27%, 소맥피+건조감귤박급여구가 30.38%으로 소맥피+건조감귤박급여구가 0.11% 정도 증가하였으나 유의적인 차이가 없었다 ($p>0.05$). 지방산 조성에 따라 식육의 맛과 풍미에 영향을 미치는 것으로 알려져 있으며 (Gorbatov and Lyaskovskaya, 1980; Cameron and Enser, 1991), 불포화 지방산 중에서 가장 높은 함량을 나타내는 oleic acid (C18:1n9)는 쇠고기의 경우 이 지방산의 함량이 높은 경우 일반적으로 관능평가에서 높은 점수를 받았다고 보고하고 있는데 (Dryden and Marchello, 1970; Lunt and Smith, 1991) 이러한 oleic acid의 함량은 소맥피급여구가 37.48%, 소맥피+건조감귤박급여구가 39.92%으로 소맥피+건조감귤박급여구가 0.44% 정도 증가하였으나 유의적인 차이는 없었다 ($p>0.05$). Paleari 등 (2003)은 말고기의 지방산 조성에서 oleic acid, palmitic acid, linoleic, palmitoleic acid, stearic acid, myristic acid 순으로 지방산이 많이 함유한다고 보고하고 있다. 최근 건강식품에 대한 국민적 관심이 높아지면서 n-3 계열인 linolenic acid (C18:3), ecosapentaenoic acid (C20:5, EPA), dcosahexaenoic acid (C22:6, DHA)와 n-6 계열인 linolenic acid (C18:3)와 같은 불포화지방산에 대한 관심이 높아지고 있다. 이러한 불포화지방산 중에서 가장

Table 10. Amino acid compositions on meat of horses by feeding wheat bran and dried-citrus pulp (unit: %)

Items	Wheat bran	Wheat bran + dried-citrus pulp
Cystein	0.231±0.011 ¹⁾	0.233±0.008
Methionine	0.417±0.023	0.424±0.041
Aspartic acid	2.040±0.040	2.032±0.082
Threonine	1.005±0.017	1.002±0.043
Serine	0.869±0.014	0.863±0.038
Glutamic acid	3.463±0.070	3.429±0.137
Glycine	0.930±0.014	0.942±0.037
Alanine	1.224±0.025	1.228±0.054
Valine	0.928±0.015	0.924±0.036
Isoleucine	0.919±0.014	0.915±0.036
Leucine	1.888±0.031	1.877±0.088
Tyrosine	0.700±0.011	0.692±0.031
Phenylalaine	0.981±0.022	0.979±0.039
Lysine	1.925±0.033	1.910±0.087
Histidine	1.081±0.042	1.080±0.049
Arginine	1.324±0.034	1.324±0.056
Proline	0.755±0.017	0.753±0.019

¹⁾ Value are mean ± SD.

많은 함량을 나타내는 linoleic acid (C18:2n6)의 함량은 소맥피급여구가 13.19%, 소맥피 + 건조감귤박급여구가 11.03%으로 소맥피급여구가 2.16% 정도 증가하였으나 유의적인 차이는 없었다 ($p > 0.05$). 전체 불포화지방산 함량은 소맥피급여구가 60.86%, 소맥피 + 건조감귤박급여구가 59.87%으로 소맥피급여구가 0.99% 정도로 높았으나 유의적인 차이는 없었다 ($p > 0.05$).

요 약

본 연구는 제주지역에서 많이 생산되는 농산부산물인 건조감귤박을 활용하여 말 사료로서의 이용성을 구명하고 사육이 완료된 말을 도축하여 육질 특성을 구명하기 위해 실시되었다. 급여한 농산부산물은 소맥피만 급여한 처리구와 건조팻겉감귤박(20%)에 소맥피(80%)를 혼합한 처리구로 구분하여 수행하였으며 농산부산물 급여는 1일 2회 체중의 1.5%를 기준으로 급여시켰고 물과 건초는 자유 급식시켰다. 일당증체량의 변화는 소맥피급여구와 소맥피 + 건조감귤박처리구에서 유사한 경향을 나타내었고 사료요구율은 소맥피 + 건조감귤박처리구가 소맥피 단독 처리구보다 더 낮은 값을 나타내었다. 말고기의 도체율은 소맥피 + 건조감귤박처리구가 소맥피처리구 보다 더 낮은 값을 나타내었다. 그러나 육량등급은 소맥피 + 건조감귤박처리구가 더 우수하게 나타났다. 육색에서 명도(L*)은 소맥피처리구보다 소맥피 + 건조감귤박처리구에서 더 밝은 값을 나

Table 11. Fatty acid compositions on meat of horses by feeding wheat bran and dried-citrus pulp (unit: %)

Items	Wheat bran	Wheat bran + dried-citrus pulp
Myristic acid (C14:0)	3.51±0.27 ^{1)a}	3.16±0.10 ^b
Palmitic acid (C16:0)	30.27±0.76	30.38±0.85
Palmitoleic acid (C16:1n7)	7.00±1.21	5.81±0.25
Stearic acid (C18:0)	5.36±0.93 ^a	6.59±0.51 ^b
Oleic acid (C18:1n9)	37.48±2.11	39.92±1.93
Vaccenic acid (C18:1n7)	0.06±0.01	0.06±0.01
Linoleic acid (C18:2n6)	13.19±2.26	11.03±1.73
γ-Linoleic acid (C18:3n6)	0.04±0.01	0.05±0.01
Linolenic acid (C18:3n3)	1.91±0.37	1.68±0.33
Eicosenoic acid (C20:1n9)	0.59±0.08	0.70±0.08
Arachidonic acid (C20:4n6)	0.59±0.10	0.62±0.15
Total fatty acid	100	100
Saturated fatty acid	39.14±1.45	40.13±1.25
Unsaturated fatty acid	60.86±1.45	59.87±1.25
– Mono	45.13±2.15	46.49±1.88
– Poly	15.73±2.54	13.38±2.08

¹⁾ Value are mean ± SD.

^{ab} Means with different superscripts within the same row are significantly different ($p < 0.05$).

타내었으나 황색도(b*)는 오히려 더 낮은 값을 나타내었다. 말고기의 물리적 변화에서 전단력은 소맥피처리구보다 소맥피 + 건조감귤박처리구가 더 낮은 값을 나타내면서 보수력과 가열감량도 함께 증가하였다. 일반성분에서 지방은 소맥피처리구보다 소맥피 + 건조감귤박처리구가 더 낮은 값을 나타내었고 다른 성분은 비슷하였다. 무기물은 소맥피 + 건조감귤박처리구가 Ca, K, Mg, Cu, Mn이 소맥피처리구 보다 더 많은 것으로 나타났으나 유의적인 차이는 없었다 ($p > 0.05$). 아미노산에서는 소맥피 + 건조감귤박처리구가 methionine, glutamic acid, glycine이 소맥피처리구보다 약간씩 증가하였다. 지방산은 소맥피 + 건조감귤박처리구가 stearic acid, oleic acid, eicosenoic acid, arachidonic acid 함량이 증가하는 경향을 나타내었다. 결과적으로 농산부산물로써 소맥피의 일부를 건조감귤박으로 대체하여도 비육 사료로 손색이 없는 것으로 사료된다. (주제어: 건조감귤박, 소맥피, 일당증체량, 성장, 육질)

인 용 문 헌

AOAC. 2000. Official Methods of Analysis (17th Ed) Association of Official Analytical Chemists. Washington. D. C., U.S.A., chapter 39. pp. 1-8.

- Bodwell, C. E. and Anderson, B. A. 1986. Nutritional composition and value of meat and meat productions. In *Muscle as Food*(P. J. Bechtel, Ed), pp. 321-369.
- Bodwell, C. E., Pearson, A. M. and Spooner, M. E. 1965. Post-mortem change in muscle. I. Chemical change in beef. *J. Food Sci.* 30:766.
- Cameron, N. D. and Enser, M. B. 1991. Fatty acid composition of lipid in longissimus dorsi muscle of Duroc and British Landrace pigs and relationship with eating quality. *Meat Sci* 29:295-307.
- Cheonyagyongji, Deung gwonjeongsang, Anjeong Myeon. 1981. *Meat processing handbook*. Gwangrim 430.
- Cho, S. H., Kang, G. H., Seong, P. N., Park, B. Y., Jung, S. K., Kang, S. M., Kim, J. H. and Kim, D. H. 2011. Meat quality and nutritional properties of hanwoo and imported New zealand beef. *Korean J. Food Sci. Ani. Resour.* Vol. 31, No. 6, pp 935-943.
- Choi, M. H. 2003. *Nutritional science in 21st century*. Kyo Moon Sa, Seoul, Korea, pp. 319-335.
- Cornforth, D. P. 1994. Color: its basis and importance. In : *Advances in meat research series*. Pearson, A. M. and Dutson, T. R. (eds) Blackie Academic & Professional Publisher, Glasgow, Scotland, pp. 34-78.
- Deungchon In. 1999. Demand for livestock products in developing research projects chicken, egg flavor evaluation and quality improvement potential of the application. *Livestock information*.
- Dryden, F. D. and Marchello, J. A. 1970. Influence of total lipid and fatty acid composition upon the palatability of three bovine muscles. *J Anim Sci* 31:36.
- Folch, J. M., Sees, M. and Sloane-Stanley, G. H. 1957. A simple method for the isolation and purification of total lipid from animal tissues. *J. Biol. Chem.* 226:497-509.
- Gorbatov, V. M. and Lysakovskaya, Y. N. 1980. Review of the flavor contributing volatile and water-soluble, non volatiles in pork meat and derived products. *Meat Sci.* 4, 209-225.
- Honikel, K. O. 1998. Reference methods for the assessment of physical characteristics of meat. *Meat Sci.* 49, 447-457.
- Jeju special self-governing province. 2013. The result report on study in application method of Jeusanma. 3, 35.
- Jung, H. Y., Lee, C. E., Kim, N. Y. and Park, N. G. 2009. Effect of Dietary Supplementation of citrus pulp and mushroom culture on Growth and Meat Quality in Horse. *Proceeding of 2009 annual congress of KSAST, proceedings vol. II.* 217.
- Kim, Y. B., Jeon, K. H., Rho, J. H. and Kang, S. N. 2005. Physicochemical properties of lion and rump in the native horse meat from Jeju. *Korean J. Food Sci. Ani. Resour.* Vol. 25, No. 4, pp 365-372.
- 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. *J. of Food Sci.* 35, 175-177.
- Lee, C. E., Kim K. H., Kim, N. Y., Chae, H. S., Park, N. G. and Ko, M. S. 2012. Effect of Dietary Supplementation of citrus pulp+distillers dried grains on Growth and Meat Quality in Horse. *Proceeding of 2012 annual congress of KSAST, proceedings vol. II.* 220.
- Lunt, D. K. and Smith, S. B. 1991. Wagyu beefs holds profit potential for U.S. feedlot. *Feedstuffs* 19:18.
- Lupton, J. R. and Cross, H. R. 1994. the contributions of meat, poultry and fish to the health and well being of man. In *Quality Attributes and their Measurement in Meat, Poultry and Fish Products*(A. M. Pearson, and T. R. Dutson, Eds). Blackie Academic & Professional, Chapman & Hall, Glasgow, UK. pp. 479-499.
- Morrison, W. R. and Smith, L. M. 1964. Preparation of fatty acid methylesters and dimethylacetals from lipid with boron fluoridemethanol. *J. Pipid Resour:* 5, 600-608.
- Nishimura, T., Rhue, M., Okitani, A. and Kato, H. 1988. Components contributing to the improvement of meat taste during storage. *Agric Biol Chem* 52:2323.
- Nongchon jinheung ilbo. 2012. Abandoned citrus pulp, to make functional feed.
- Palari, M. A., Moretti, V. M. and Beretta, G. 2003. Cured products from different animal species. *Meat sci.* 63:485-489.
- Palenik, S., Blechova, H. and Palanska, O. 1980. Chemical composition and quality of the neat of cold and warm-blooded foals. *Zivoc. Vyroba.* 25:269-277.
- Renner, M. 1986. Influence de facteurs biologiques et technologiques sur la couleur de la viande bovine. *Bulletin Techniques C.R.Z.V. thesis, INRA, Paris, France,* pp.41-45.
- Rossier, E. and Berger, C. 1988. *La Viande de Cheval: Des qualites Indiscutables et Pourtant Meconnues.* CEREOPA-ITEB, Paris, France.
- Serra, X., Guerrero, L., Guardia, M. D., Gil, M., Sanude, C., Panea, B., Campo, M. M., Olleta, J. L., Garcia-Cachan, M. D., Piedrafita, J. and Oliver, M. A. 2008. Eating Quality of young bulls from three Spanish beef bred- production systems and its relationships with chemical and instrumental Meat quality. *Meat Sci.* 79, 98-104.
- Souci, S. W., Fachmann, W. and Kraut, H. 1989. *Food Composition and Nutrition Tables 1989/90, 4th Ed.* Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft mbH. Stuttgart, Germany.
- Steel, R. D. and Torrie, J. H. 1960. *Principles and procedures of statistics.* p 481. McGraw-Hill Book Company. NY

- Wheeler, T. L., Shackelford, S. D. and Koohmaraie, M. 2000. Variaton in proteolysis, sarcomere length, collagen content, and tenderness among major pork muscles. *J. Anim. Sci.* 78, 958-965.
- Yoon, J. S., Cho, E. W., Yu, K. H., Chung, H. J., Shin, D. S. and Seo, J. S. 2004. New paradigm of nutritional intake : US/Canada Dietary Reference Intakes (DRIs)-Vitamin A, K, Fe, Zn, Cu, I and Mn. *Kor J. Nutr.* 37, 852-854.
- (Received Mar. 27, 2013; Revised Jun. 25, 2013; Accepted Jun. 26, 2013)