



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

碩士學位論文

肥肉用 飼料의 給與 方法이 濟州馬
交雜種의 飼料 利用 및 肉質 特性에
미치는 影響

濟州大學校 大學院

動物生命工學科

禹 濟 勳

2018年 8月

肥肉用 飼料의 給與 方法이 濟州馬
交雜種의 飼料 利用 및 肉質 特性에
미치는 影響

指導教授 李 王 植

禹 濟 勳

이 論文을 理學 碩士學位 論文으로 提出함

2018年 6月

禹 濟 勳의 理學 碩士學位 論文을 認准함

審査委員長 _____

委 員 _____

委 員 _____

濟州大學校 大學院

2018年 6月

Effects of Feeding Methods of Fattening Feed on Feed Utilization and Meat Quality Characteristics in Jeju Cross-bred Horses

Jae-Hoon Woo

(Supervised by professor Wang-Shik Lee)

A thesis submitted in partial fulfillment of the requirement for the
degree of Master of Science

2018. 6.

This thesis has been examined and approved.

.....

.....

.....

.....
Date

Department of Animal Biotechnology
GRADUATE SCHOOL
JEJU NATIONAL UNIVERSITY

목 차

목 차	i
List of Tables	iv
List of Figures	vi
Abstract	viii
I. 서론	1
II. 연구사	2
1. 말의 품종에 따른 비육 특성	2
1) 말의 품종과 계절에 따른 비육 특성	2
2. 말의 사료 종류에 따른 섭취 및 섭취에 따른 생리적 특성	3
1) 전분 급여량에 따른 말의 생리적 변화	3
2) 말의 사료 섭취 증진용 감미제의 종류	4
3) 사료 오염물과 식욕 저하	5
3. 말의 사양 형태에 따른 생리 및 섭취 변화	5
1) 말의 사료 급여 횟수에 따른 생리적 변화	5
2) 초지방목에 따른 섭취 특성	5
3) 집단 사육에 따른 말의 행동 특성 변화	6
III. 실험 방법·결과 및 고찰	7
[실험 1] 농후사료 급여량이 제주마 교잡종의 생리적 반응 및 사료 이용성에 미치는 영향	
1. 공시축 및 사양관리	7
2. 조사항목	7
3. 통계분석	8
4. 농후사료 섭취량 및 증체량	9

5. 피브리노겐	10
6. 디다이머	10
7. 직장온도	11
8. 장내 pH	12
9. 헤모글로빈	13
10. 내독소	13
11. 미생물	14

[실험 2] 농후사료 급여 횟수가 제주마 교잡종의 생리적 반응 및 사료 이용성에 미치는 영향

1. 공시축 및 사양관리	15
2. 조사항목	16
3. 통계분석	16
4. 농후사료 섭취량 및 증체량	16
5. 피브리노겐	18
6. 백혈구	19
7. 장내 pH	20
8. 직장온도	20

[실험 3] 사양 환경이 제주마 교잡종의 생리적 반응과 사료 이용성 및 등심근 특성에 미치는 영향

1. 공시축 및 사양관리	21
2. 조사항목	22
3. 통계분석	26
4. 농후사료 섭취량 및 증체량	26
5. 직장온도	27
6. 장내 pH	27
7. 피브리노겐	28
8. 등심근 일반 성분	29
9. 등심근 관능 검사	30

10. 등심근 육색 특성	30
11. 등심근 물리적 특성	31
IV. 요약	32
참고문헌	33

LIST OF TABLES

Table 1. Chemical composition of the concentrates and forage used in the experiment 1	7
Table 2. Total and daily intake of concentrates in Jeju cross-bred horse in experiment 1	9
Table 3. Effects of different levels of concentrates on body weight in Jeju-cross bred horse in experiment 1	9
Table 4. Changes of intestinal microflora in Jeju cross-bred horse fed different levels of concentrates in experiment 1	15
Table 5. Chemical composition of the concentrates and forage used in the experiment 2	15
Table 6. Total and daily intake of concentrates in Jeju cross-bred horse in experiment 2	17
Table 7. Effects of different feeding frequencies on body weights in Jeju-cross bred in experiment 2	18
Table 8. Chemical composition of the concentrates and forage used in the experiment 3	22
Table 9. Total and daily intake of concentrates in Jeju cross-bred horse in experiment 3	26

Table 10. Effects of different feeding managements on body weight in Jeju-cross bred horse in experiment 3	27
Table 11. Effect of feeding managements on approximate compositions in loin muscle of Jeju-cross bred horse in experiment 3	29
Table 12. Effect of feeding managements on sensory traits in loin muscle of Jeju-cross bred horse in experiment 3	30
Table 13. Effect of feeding managements on color characteristics in loin muscle of Jeju-cross bred horse in experiment 3	31
Table 14. Effect of physical characteristics on feeding managements in loin muscle of Jeju-cross bred horse in experiment 3	31

LIST OF FIGURES

Fig 1. Changes of blood fibrinogen levels depending on different levels of concentrates in Jeju-cross bred horse in experiment 1	10
Fig 2. Changes of blood D-dimer levels depending on different levels of concentrates in Jeju-cross bred horse in experiment 1	11
Fig 3. Changes of rectal temperatures depending on different levels of concentrates in Jeju-cross bred horse in experiment 1	12
Fig 4. Changes of fecal pH depending on different levels of concentrates in Jeju-cross bred horse in experiment 1	12
Fig 5. Changes of blood hemoglobin depending on different levels of concentrates in Jeju-cross bred horse in experiment 1	13
Fig 6. Changes of endotoxin levels depending on different levels of concentrates in Jeju-cross bred horse in experiment 1	14
Fig 7. Changes of blood fibrinogen levels depending on different feeding frequencies in Jeju-cross bred horses in experiment 2	19
Fig 8. Changes of white blood cell count depending on different feeding frequencies in Jeju-cross bred horses in experiment 2	19
Fig 9. Changes of fecal pH depending on different feeding frequencies in Jeju-cross bred horses in experiment 2	20

Fig 10. Changes of rectal temperatures depending on different feeding frequencies in Jeju-cross bred horses in experiment 2	21
Fig 11. Changes of rectal temperatures depending on feeding managements in Jeju-cross bred horse in experiment 3	27
Fig 12. Changes of fecal pH depending on feeding managements in Jeju-cross bred horse in experiment 3.	28
Fig 13. Changes of blood fibrinogen depending on feeding managements in Jeju-cross bred horse in experiment 3	29

Abstract

Effects of Feeding Methods of Fattening Feed on Feed Utilization and Meat Quality Characteristics in Jeju Cross-bred Horses

Jae-Hoon Woo

Department of Animal Biotechnology, Graduate School
Jeju National University, Jeju, Korea

This study was conducted to set up feeding method for fattening of Jeju cross-bred horses. In experiment 1, Jeju cross-bred horses, which are from twenty-four months to thirty-six old, were allocated three groups and were investigated by feeding the concentrate feed at 1.5% (n=5), 2% (n=4), and 2.5% (n=5) of their body weight. The final body weights were 288.60, 324.50, 337.00 in 1.5%, 2%, and 2.5% and its levels were significantly high in the treatment group ($p<0.05$), which were fed concentrate feed at 2.5% of body weight. Endotoxin, which is known to be released in gram-negative bacteria cell wall in case of eating much concentrate feed, were significantly low in the treatment group which were fed concentrate feed at 2% and 2.5% of body weight ($p<0.05$) in the third week. But since then, there were no significant differences. The faecal pH were 6.2, 5.8, 5.7 in 1.5%, 2%, and 2.5% and its levels were significantly low ($p<0.05$) in the treatment group, which were fed concentrate feed at 2% and 2.5% of body weight. The number of faecal microbiota, such as Fibrobacter involved in the decomposition of cellulose and carbohydrates, were 2.49%, 1.42%, 1.09% in 1.5%, 2%, and 2.5%. It shows significant decrease as the amount of concentrate feed increased ($p<0.05$). In experiment 2, Jeju cross-bred horses, which are about thirty-six old, were

allocated three groups and were investigated by feeding frequencies at 2 times (n=5), 3 times (n=4), and 4 times (n=3) of their body weight. its levels were not significantly difference the treatment group ($p>0.05$) and all treatment group have high rectal temperature and fecal pH than normal range but the colic symptoms did not appear to all the treatment group. In experiment 3, Jeju cross-bred horses, which are more than thirty-six old, were allocated two groups and were investigated weight gain and characteristics in loin muscle of Jeju-cross bred according to feeding managements horse. Individual management were higher than herd in the weights gain but its levels were not significantly difference the treatment group ($p>0.05$). But individual management was herd higher fat content significantly. These results suggest that feeding concentrate at 2.5% of body weight in individual management might be utilized as a method of fattening in Jeju cross-bred horses.

(key words : Jeju Cross-bred Horses, Fattening Methods, Feed Utilization, Meat Quality Characteristics)

I. 서 론

우리나라의 말 산업 규모는 2015년 말 기준 3조 4,120억 원이며 국내에서 사육되고 있는 마필의 숫자는 25,913 마리로 알려져 있다. 말은 국내 가축 중 단일 축종으로는 유일하게 ‘말 산업 육성법’이라는 특별법 시행을 통해 알 수 있듯이 농가의 새로운 수입원으로 각광받고 있는 산업이다. 말 산업은 다양한 장점을 가지고 있는 산업이다. 말은 구제역이나 A.I.와 같은 전염성 질병에서 비교적 자유로운 축종이다. 하지만 현재 한국의 말 산업은 초기 단계이며 지나치게 경마 산업에 편중되어 있다는 문제를 가지고 있다. 말산업의 지속적인 발전을 위해서는 승마, 마육 등 다른 말 산업의 균형 잡힌 발전이 필요한데 이를 위해서는 비육마 산업의 발전이 필요하다. 현재 말고기 용도로 공급되는 말들의 60% 이상이 제주마 교잡종라고 불리는 제주마와 더러브렛의 교잡종이다. 현재 말고기 산업은 경주마로써의 기능을 다한 후 제주마 교잡종을 체계적인 관리 없이 몇 개월간의 단기 비육 후 도축, 말고기로 이용하고 있어 품질의 균일성이 떨어져 소비자들의 말고기에 대한 인식이 나아지지 않고 있는 실정이다.

또한 마육 공급의 대부분을 차지하고 있는 제주마 교잡종의 경우 경주마 및 승마 용도로 사육되어 왔으나 2023년부터 경주마로 이용될 수 없게 되어 제주마 교잡종을 비육마로 활용하기 위한 체계적인 관리 방법의 개발이 필요한 실정이다.

일본의 경우 구마모토현에서 캐나다에서 수입한 콜드블러드 계통의 중종마를 자체 개발한 사양 프로그램을 통해 비육한 결과 현재 구마모토현은 말고기의 생산량, 소비량과 품질에서 세계 최고로 알려져 있다. 국내 말고기 산업의 발전을 위해 적절한 사양 프로그램 개발을 통한 고급육 생산이 필요하다.

하지만 비육을 위한 다량의 농후사료 급여는 말의 질병 발생으로 이어질 수 있다. 농후사료 다량 급여에 따라 발생하는 병으로는 산통이 대표적인데 산통은 장의 꼬임이나 폐색에 의해 복부에서 통증이 나타나는 질환으로 전체 말의 약 4%에서 발생하며 폐사율이 28%에 이르는 것으로 보고되고 있다(Mary *et al.*, 1997). 산통은 다량의 농후사료 섭취, 사양관리 방법의 갑작스러운 변화, 곰팡이로 오염된 사료의 섭취, 모래 섭취 등 적절하지 않은 사양 관리에 의해 주로 발생하는데 말의 폐사를 야기하는 질병 중 가장 치명적인 것으로 알려져 있다.

제주마 교잡종의 비육에 대한 선행 연구로는 조사료 무제한 급여와 농후사료의 체중 1% 이내의 급여 방법이 산통을 발생시키지 않고 비육할 수 있다는 내용이 있었으나, 양질의 말고기 생산을 위해서는 농후사료의 더 많은 급여가 필수적이다. 농후사료 급여에 따른 말의 생리적 변화 연구 결과는 다양하게 보고되어 있다. Medina 등(2002)은 농후 사료를 다량 섭취하는 경우에 장내 *Lactobacillus*와 *Streptococcus*를 증가시키는데 이 미생물들에 의해 젖산 생산이 증가한다고 보고되어 있다. 그리고 말에게 정제하지 않은 옥수수를 급여했을 때 산통이 발생할 확률이 높으며(Reeves *et al.*, 1996), 다량의 농후사료와 전분 사료의 급여는 말이나 포니의 맹장과 직장 pH를 낮춘다고 보고되고 있다(Radicke *et al.*, 1991). 또한 건초를 급여하지 않고 농후사료만 급여하는 것은 대장의 pH를 저하시켜 대사 장애를 일으키는데 이는 산통 발생 확률을 높이며 더 악화될 경우에 제염염(laminitis)을 발생시킨다고 보고되고 있다(Bailey *et al.*, 2002).

마육 산업의 발전을 위해서는 산통 발생을 최소화하면서 안전하게 비육시킬 수 있는 사양관리 방법 개발이 필요하다. 따라서 본 연구에서는 제주마 교잡종(제주마×더러브렛)의 농후사료 급여량, 급여 횟수, 사양 관리 방법에 따른 증체량 및 장내 pH, 혈액의 이화학적 특성, 장내 미생물의 성상의 변화 등의 생리적 변화를 확인하여 제주마 교잡종의 비육에 맞는 사양 프로그램을 설정하기 위해 수행하였다.

II. 연구사

1. 말의 품종에 따른 비육 특성

1) 말의 품종과 계절에 따른 비육 특성

말은 계절에 따라 증체가 다르게 나타나는 것으로 알려져 있는데 쿼터호스 씨암말(Berber *et al.*, 1999)은 봄철에 체중이 증가하기 시작하여 여름철에 최대 체중에 도달하며, 가을과 겨울에는 체중 감소가 발생한다. 봄과 여름의 일일 증체량은 약 0.5kg이다. 봄철에 감소된 체중을 가지는 말은 왕성한 사료 섭취를 보이며, 여름철에 체중이 가장 증가하면서 점차적으로 사료 섭취량이 감소하고 가을, 겨울에 다시 사료 섭취량이 증가한다(Berber *et al.*, 1999). Pagan 등(1996)은 켄

터키 중부 지역에서 더러브렛 1세마의 일당 증체량이 4-5월보다 1-2월보다 높게 나타났는데 그 이유는 4-5월 온난한 기온이 초지 이용성을 높이기 때문인 것으로 생각된다. 일본에서 연구된 더러브렛의 증체율은 11개월령에 0.4-0.5kg/일, 13-15개월령에는 0.4-0.7kg/일로 나타났고, 겨울철에는 성장률이 적고 여름철에는 성장률이 높은 것으로 나타났다. Staniar 등(2004)도 더러브렛이 겨울철에 성장이 지연되다가 봄철 방목기에 빠르게 나타나는 것을 보고했다. 하지만 에너지 섭취량은 사료 기호성과 성분에 따라 달라질 수 있는데 이 때문에 기호성이 좋은 사료를 급여할 경우에 지나친 사료 섭취로 이어져 임상질환의 발생을 일으킬 수도 있다. 알팔파 건초의 경우, 평균 체중 100kg 당 2.24-2.44kg을 섭취하는 것으로 알려져 있는데 이는 화본과 목초의 경우 체중 100kg 당 2.01-2.12kg을 섭취하는 것과 비교하면 많은 양임을 알 수 있다(Dulphy *et al.*, 1997). 반대로 보리짚의 경우 기호성이 낮게 나타났는데 말의 에너지 요구량보다 적게 섭취하는 것으로 나타났다.

2. 말의 사료 종류에 따른 섭취 및 섭취에 따른 생리적 특성

1) 전분 급여량에 따른 말의 생리적 변화

말은 전분을 효율적으로 분해할 수 있으며 전분 섭취의 증가에 의해 증체효과가 높은 것으로 보고되어 있다(Hinkle *et al.*, 1983). 또한 어린 포니 암말에게 벃짚과 펠렛 사료로 화본과 건초와 농후사료를 6:4 비율로 혼합하여 사료를 과잉 공급한 경우, 모든 암말에서 상당히 체중이 증가하는 결과를 나타내었다(Argo *et al.*, 2002). 하지만 말은 반추 동물과는 다르게 과도한 농후사료 섭취 시 전분의 섭취가 증가하면 맹장과 결장의 미생물이 더 많이 존재하게 되고 전분 수준의 미생물 군집의 변화, 장내 pH 감소, 장 운동의 이상 발생, 독성 물질의 축적이 발생하여 산통이나 제염염의 발생 및 보행(Mills *et al.*, 2005)에 문제가 발생할 수 있다(Garner *et al.*, 1978; Goodson *et al.*, 1988).

전분의 비율은 사료에 따라 달라질 수 있는데 곡물을 기본으로 한 혼합물의 경우 전분이 30-50% 함유되어 있는데 이러한 전분 함량이 높은 사료의 경우 젖산 농도를 증가시켜 맹장과 결장의 pH를 떨어뜨리는 것으로 알려져 있다(Medina

et al., 2002). 사료의 성분에 따라 장내에서 통과하는 시간이 달라지는데 저-에너지, 고-섬유 사료의 급여에 의해 증가된 섭취량은 소화관 내에서 체류 시간이 감소했다. 반면 고-전분 사료는 흐름 속도가 감소되어 맹장 이전 전분 소화를 증가시켰다(Meyer *et al.*, 1993). 일반적인 연구 결과에 의하면 일일 전분 급여량은 체중의 0.2-0.4% 이하 수준으로 급여하는 것이 권장된다. 말은 곡물이나 농후사료의 급여량에 따라 장내 pH의 변화가 일어난다. Radicke 등(1991)은 맹장 내 pH가 6.0 이면 잠재적인 산성 증상이라고 하였고 pH가 6.0보다 낮아지면 맹장 내 발효의 안정성에 심각한 위기가 나타나며 이는 산통 등의 증상이 곧 나타날 수 있다고 보고했다. 또한 Jackson 등(1985)은 말에게 귀리와 옥수수 그리고 건초를 급여하여 맹장 내 pH의 변화를 확인한 결과, 섭취 후 7시간이 지난 후 건초를 섭취한 말의 맹장 내 pH가 7.1 인데 반해 옥수수를 섭취한 말은 6.5까지 감소했다고 보고 했다. Julliard 등(2001)은 곡물의 섭취가 증가함에 따라 장내 pH가 낮게 나타난다고 보고했고, Hussein 등(2004)은 마분의 pH가 대장 대사 상태의 지표로 활용할 수 있다고 보고했다. 또한 Lee 등(2010)은 농후사료 급여량에 따라 분 내 pH가 감소하는 경향을 보였다고 보고했다.

2) 말의 사료 섭취 증진용 감미제의 종류

말의 증체를 위해서는 다량의 사료 섭취가 필수적인데 감미제의 첨가는 말의 사료 섭취를 개선시킬 수 있는 방법 중 하나이다. 말에게 사용하는 감미제로는 자당 등이 있으며, 이는 말이 싫어하는 향을 감추거나, 사료 섭취량을 향상시키기 위해 첨가한다. 포니의 경우 귀리에 소량의 자당을 첨가했을 때 귀리 섭취량이 증가하였다(Hintz, 1980; Hawkes *et al.*, 1985). 시험용 포니에게 2%의 자당이 포함된 귀리와 10% 자당이 포함된 귀리를 비교했을 때, 10%의 자당이 포함된 귀리를 더 선호했다. 주정박을 20% 첨가한 사료는 그렇지 않은 기본 사료보다 선호도가 높았고(Hawkes *et al.*, 1985) 밀 주정박을 첨가한 사료는 기호성이 감소하였다(Hill, 2002). 또한 Goodwin(2005b)이 곡류 부산물 100g에 향미제를 첨가한 실험을 한 결과 상위 8개 향미제의 선호도는 호로과>바나나>버찌>로즈메리>커민>당근>박하>오레가노 순으로 나타났다.

지방은 말의 사료에 에너지 함량을 증가시키기 위해 첨가하는데 다양한 유지

지방 중에서 옥수수유만이 사료의 기호성을 높여주었으며(Holland *et al.*, 1998), 땅콩, 면실 등의 지방을 첨가할 경우 말이 잘 섭취하지 않았다.

향미제와 첨가제도 말의 사료 섭취에 영향을 줄 수 있는데 Pearson 등(2005)은 마늘의 경우 말에게 건강상 악영향을 미칠 수 있는 것으로 보고했다. 냉동 건조 마늘을 하루에 두번 체중 kg 당 0.25g을 섭취했을 경우 Heinz body 빈혈이 발생했다는 보고가 있다.

3) 사료 오염물과 식욕 저하

성마의 경우 분에 의해 오염된 목초의 섭취를 기피하는 것으로 나타났으며(Odberg와 Francis-Smith, 1977), 제한된 방목초지에서 사육되는 말들은 사료 섭취 지역과 배변 지역을 구분하는 것으로 보고되었다. 이러한 행동 때문에 섭취가 활발한 지역에서는 풀이 짧아지나 배변 활동이 활발한 지역에서는 풀이 길어지게 되는 현상을 가져온다.

3. 말의 사양 형태에 따른 생리 및 섭식 변화

1) 말의 사료 급여 횟수에 따른 생리적 변화

일반적으로 말의 경우 농후사료를 일일 1회 혹은 2회를 주는 것으로 알려져 있는데 이는 말에게 산통의 발생의 가능성을 증가시킬 뿐 아니라 말의 항상성을 방해할 수도 있다(Steelman *et al.*, 2006). King 등(1999)은 곡물의 다량 섭취가 대장 팽창 및 산통을 발생시킬 수 있다고 보고하였다. 씨암말 경우 씨암말의 에너지 상태는 수태율, 무배란 기간, 수태 당 발정 횟수 등 여러 가지 번식효율에 영향을 미치는 것으로 알려져 있다. 그래서 다량의 농후사료를 급여할 경우 사료 급여 횟수를 2회 이상으로 늘리는 것이 산통 예방에 좋다고 알려져 있다.

2) 초지방목에 따른 섭식 특성

말의 선호도 차이는 방목초지에서 목초 품종에 따라 다양하게 나타났는데, 목초의 성숙도가 섭취에 영향을 미칠 수 있다고 알려져 있다. 또한 일반적으로 초종이 혼합된 초지가 단일 초종으로 이루어진 초지보다 선호되었고, 화본과 초지가 두과에 비해 선호되는 것으로 나타났다(Archer, 1973).

방목초지에서 사료섭취 시간은 환경 조건에 의해 영향을 받는데 바람이 강하고 비가 많이 올 경우 사료 섭취가 감소했지만 습도가 증가되면 방목초지에서 사료 섭취 시간이 증가하였다(Rogalski, 1974). 온도가 높을 경우에는 사료 섭취 시간이 상대적으로 짧았던 반면 온도가 낮을 경우에는 더 많은 시간을 사료 섭취에 사용하였다(Booth, 1998).

3) 집단 사육에 따른 말의 행동 특성 변화

무리 내에서 사회적인 서열은 개개의 말의 식욕과 사료 섭취 속도에 영향을 미치며 분배된 양과 실제적으로 섭취하는 양 사이에도 영향을 미친다. keiper 등(1992)은 야생마와 아이슬란드 말에게 있어서 무리에서 함께 생활한 시간에 따른 연령이 사회적 서열을 설정하는데 영향을 주는 것으로 확인되었고, 이러한 서열은 물거나 차는 공격에 의해서 확립된다고 보고했다. 사료에 대한 경쟁이 제한되지 않았을 경우 말은 채식하거나 건초를 섭취하며 개체들과 함께 휴식을 취하나 사료가 제한될 경우, 말의 공격성이 나타난다(Pluhacek *et al.*, 2006). 또한 Holmes 등(1987)은 집단 내에 낮은 서열을 가진 말은 같은 마방에 있는 서열이 높은 말이 사료를 섭취하는 동안 굶게 되는 것으로 나타났다. 그러나 한편으로 말은 다른 동료 말의 시각적인 접촉에 의해 사료섭취가 촉진되는 것으로 나타났기 때문에 서로를 바라볼 수 있는 상황에서 서열이 낮은 말을 격리시키는 경우 오히려 사료 섭취량이 감소할 수 있다. Sweeting 등(1985)은 포니 암말의 경우 다른 말을 봤을 때 사료 섭취시간이 증가된다고 보고하였다. 또한 다른 말들과 시각적 공간적으로 격리된 말들은 공동으로 사육되거나 혹은 격리되어 있어도 다른 말들과 시각적인 접촉이 있는 말들은 격리된 말들에 비해 활동량이 3배 이상이고 사료 섭취 시간이 15.5% 감소하는 것으로 나타났다.

Ⅲ. 실험 방법·결과 및 고찰

[실험 1] 농후사료 급여량이 제주마 교잡종의 생리적 반응 및 사료 이용성에 미치는 영향

1. 공시축 및 사양관리

공시축으로 제주마 교잡종(제주마×더러브렛, 24개월-36개월) 14두를 공시하였고 2개월간 봄에 시험을 수행하였다. 농후사료의 급여는 말 체중의 1.5% 급여구 5두, 2% 급여구 4두, 2.5% 급여한 처리구 5두를 각각 공시하였다. 시험 사료의 급여는 오전·오후(09:00, 15:00)로 2회로 나눠 급여하였고, 음수는 자동 급수 시설을 이용하였으며, 건초(톨페스큐)는 자유 채식시켰다. 시험에 공시된 말은 개체별로 개별 마방(콘크리트 바닥 마방, 3.5×3.8m) 안에 배치하였다. 농후사료 및 조사료의 일반 화학적 조성은 Table 1에 나타난 바와 같다.

Table 1. Chemical composition of the concentrates and forage used in the experiment 1 (% DM basis).

Items	Water content	Crude protein	Crude fat	Crude ash	Crude fiber	NDF*	ADF**
Concentrates	10.63	17.00	4.70	6.36	7.58	23.16	9.61
Forage	5.99	6.08	1.27	5.01	32.59	62.45	37.08

*NDF : Neutral Detergent Fiber, **ADF : Acid Detergent Fiber

2. 조사 항목

1) 체중 및 생리적 변화 측정

체중은 시험개시 부터 종료 시까지 주 1-2회 공복 상태에서 측정하였고, 사료 섭취량은 사료 급여 후 잔량을 수거하여 조사하였다. 마분의 pH는 시험축의 직장에서 직접 채취하여 50ml 튜브에 담아 그 액을 짜내어 휴대용 pH미터(Horiba, 모델명 D-72G)로 측정하였다. 직장 온도는 휴대용 온도계(MEBBY FLEXO)를 말의 직장에 삽입하여 측정하였다.

2) 혈액 중 물질

피브리노겐 검사는 20ml 주사기를 사용하여 경정맥에서 혈액을 채취한 후 Citrate 처리된 tube에 담아 Electromagnetic method를 이용하여 측정하였고, D-dimer는 Immuno Turbidimetric assay법(Sysmex CA-1500)을 이용하여 검사하였다. 혈액 내 endotoxin 측정을 위해 혈액을 Lithium Heparin tube에 담은 후 혈청을 분리한 후 혈청을 BD100 buffer에 1:10으로 희석하고 희석액을 80℃ 예열된 Heat block에 10분간 항온 처리 후 항온 처리된 희석액을 다시 충분히 상온화시킨 다음 LAL 시약을 ES buffer로 용해하여 Plate reader를 이용한 비색법(Kinetic Chromogenic)을 통하여 분석하였다. 헤모글로빈은 cyanmethemoglobin 법을 이용해 측정하였다.

3) 분내 미생물

분내 미생물 분석은 미생물의 16S rRNA gene의 V4 region을 증폭시켜 종판별을 하여 샘플 내 비율을 분석하였는데, Sequencing은 Illumina사의 MiSeq이라는 플랫폼을 이용하여 진행하였고, QIIME 미생물 군집 분석 pipeline을 이용하여 분석하였다.

3. 통계분석

말의 성장 및 생리적 변화에 관련된 모든 요소는 농후사료 급여량에 따른 처리구별 차이점을 Mean±S.D.로 나타내었고, 통계 처리는 R 통계 package(version 3.0.3)를 이용하여 대조구와 처리구간에 분산분석을 실시하였으며, 처리 간 유의성($p < 0.05$)은 ANOVA 분석 후 Duncan's multiple range test(1955)를 이용하여 검증하였다.

4. 농후사료 섭취량 및 증체량

시험축이 섭취한 총 농후 사료량은 Table 2와 같다. 본 실험에서 8주간 농후사료 1.5%, 2%, 2.5% 급여 처리구의 사료 섭취량은 각각 218.27kg, 326.14kg, 421.8kg이었고, 평균 일일 사료 섭취량은 농후사료 1.5%, 2%, 2.5% 급여 처리구에서 각각 4.11kg, 6.15kg, 7.95kg이었다. 시험축의 체중변화는 Table 3과 같다. 본 실험의 종료 체중의 경우 농후사료 1.5% 급여구는 288.60kg, 2% 급여구는 324.50kg, 2.5% 급여구는 337.00kg으로 종료시 체중은 농후사료 2.5%에서 유의적으로 높은 수치를 나타내었다($p<0.05$). 총 증체량은 농후사료 1.5% 급여구에서 12.60kg, 농후사료 2% 급여구에서 21.50kg, 농후사료 2.5% 급여구에서 29.00kg를 나타냈고 일당 증체량은 농후사료 1.5%, 2%, 2.5% 급여 처리구에서 각각 0.23kg, 0.39kg, 0.5kg을 나타내었다. 어린 포니 암말에게 볏짚과 펠렛사료로 화분과 건초 60%와 농후사료 40%를 혼합하여 에너지와 사료를 과잉 공급한 경우, 모든 암말에서 상당히 체중이 증가하는 결과를 나타내었다(Argo *et al.*, 2002).

Table 2. Total and daily intake of concentrates in Jeju cross-bred horse in experiment 1.

Item (kg)	Concentrates feeding levels		
	1.5%	2.0%	2.5%
Total intake	218.27±21.29	326.14±19.89	421.82±28.06
Daily intake	4.11±0.40	6.15±0.37	7.95±0.52

Values are mean±S.D.

Table 3. Effects of different levels of concentrates on body weight in Jeju-cross bred horse in experiment 1.

Item (kg)	Concentrates feeding levels		
	1.5%	2.0%	2.5%
Initial B.W.	276.20±30.26	303.00±18.00	308.00±21.78
Final B.W.	288.60±23.92 ^b	324.50±22.42 ^{ab}	337.00±19.26 ^a
Total weight gain	12.40±8.50	21.50±10.78	29.00±9.97
Daily weight gain	0.23±0.15	0.39±0.20	0.54±0.18

Values are mean±S.D.

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

5. 피브리노겐

시험축의 피브리노겐을 분석한 결과는 Fig 1과 같다. 8주간 피브리노겐 변화를 조사한 결과, 전 기간 동안 유의적인 차이를 나타내지 않았으나($p>0.05$) 8주에 모든 처리구에서 비슷한 피브리노겐 수치로 수렴하는 경향을 보였다. Monreal 등(2000)은 산통 진단을 받은 말이 피브리노겐 수치가 현저히 감소했다고 보고한 바 있으나 본 연구결과에서는 농후사료 급여량의 증가하여도 피브리노겐 수치에 유의적인 차이는 나타나지 않았다. 제주마 교잡종과 다른 품종간의 농후사료 급여량에 따른 산통 발생 비율에 대한 연구는 이루어지지 않았으나 아랍 품종의 말이 산통 발생이 덜 일어나는 경향이 있는 반면 더러브렛 품종에서 산통발생이 잘 일어난다고 보고되어 있다(Mary *et al.*, 1997).

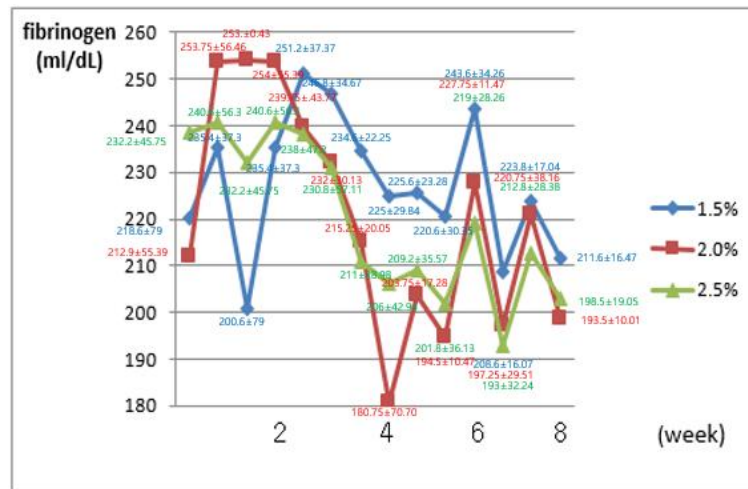


Fig 1. Changes of blood fibrinogen levels depending on different levels of concentrates in Jeju-cross bred horse in experiment 1

6. 디다이머

D-dimer를 분석한 결과는 Fig 2와 같다. 8주간 실시한 실험에서 D-dimer 변화는 체중의 1.5% 농후사료 급여구는 3.15, 체중의 2% 농후사료 급여구는 2.69, 체중의 2.5% 농후사료 급여구는 2.18로 나타났으며 8주차에 농후사료를 다량 급여한 구에서 낮아지는 경향을 나타냈으나 유의적인 차이는 보이지 않았다($p>0.05$). 선행 연구에서 D-dimer 수치는 산통이 발생한 경우와 수술 이후의 말에게서 증가한다고 보고된 바 있었으나(Stokol *et al.*, 2000) 본 실험에서는 산통증상이 일어나지 않았고 D-dimer의 유의적인 차이도 나타나지 않았다.

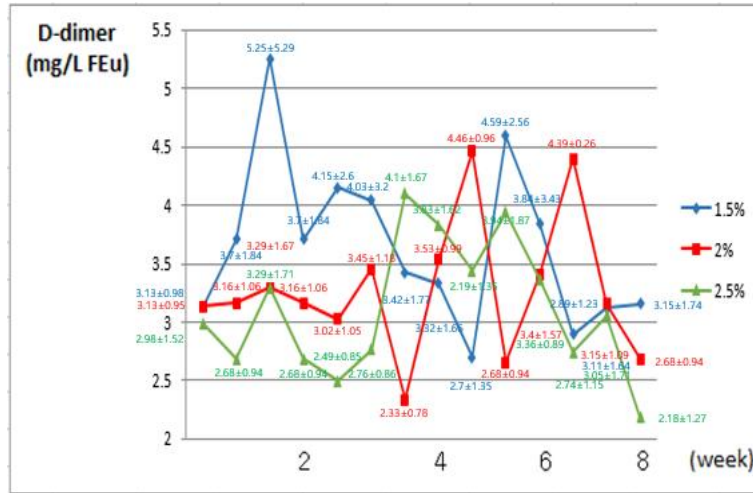


Fig 2. Changes of blood D-dimer levels depending on different levels of concentrates in Jeju-cross bred horse in experiment 1

7. 직장 온도

농후사료 급여량에 따른 시험축의 직장온도의 변화는 Fig 3과 같다. 실험 결과 8주차에 농후사료를 1.5%, 2%, 2.5% 급여한 처리구에서 시간이 지남에 따라 비슷한 수치를 보이는 경향을 보였다. 일반적으로 알려진 적정 농후사료 급여량인 체중의 1-1.5%보다 많은 급여량을 급여했는데도 산통이 발생하지 않은 것은 개별 사양의 경우 말들이 사료 섭취를 위한 경쟁을 하지 않아 스스로 섭취 속도를 조절할 수 있었고, 조사료를 자유채식함으로 농후사료 수준에 따른 영향이 감소하였기 때문으로 사료된다. Salas-Leiton 등(2008)도 저밀도 사육환경에 비해 고밀도 사육환경에서 보다 빠른 섭취 행동을 보여 사료 섭취율이 증가되었는데 이러한 행동은 먹이경쟁의 영향이라고 보고하였다.

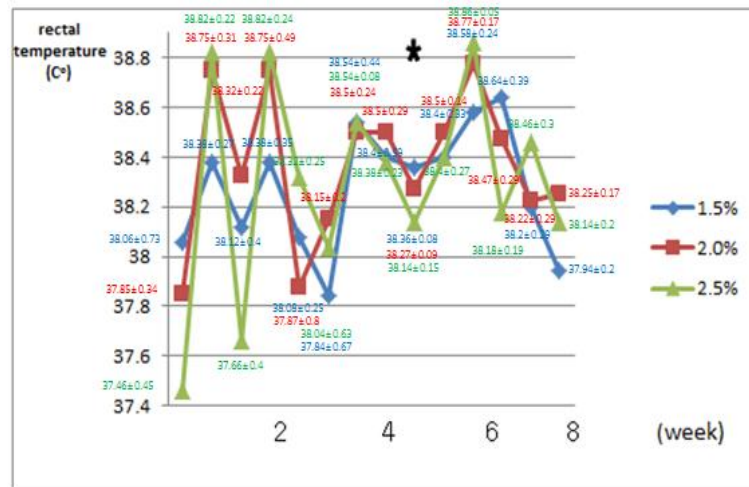


Fig 3. Changes of rectal temperatures depending on different levels of concentrates in Jeju-cross bred horse fed in experiment 1

8. 장내 pH

농후사료 급여량에 따른 시험축의 장내 pH 변화는 Fig 4와 같다. 실험 결과 분 pH는 농후사료를 다량 섭취한 처리구에서 유의적으로 낮은 결과를 나타냈다 ($p < 0.05$), Julliard 등(2001)은 곡물의 섭취가 증가함에 따라 장내 pH가 낮게 나타난다고 보고했고, Hussein 등(2004)은 마분의 pH가 대장 대사 상태의 지표로 활용할 수 있다고 보고하고 있다. 또한 Lee 등(2010)은 농후사료 급여량에 따라 분 내 pH가 감소하는 경향을 보였는데 본 실험에서도 이와 같은 경향을 보였다.

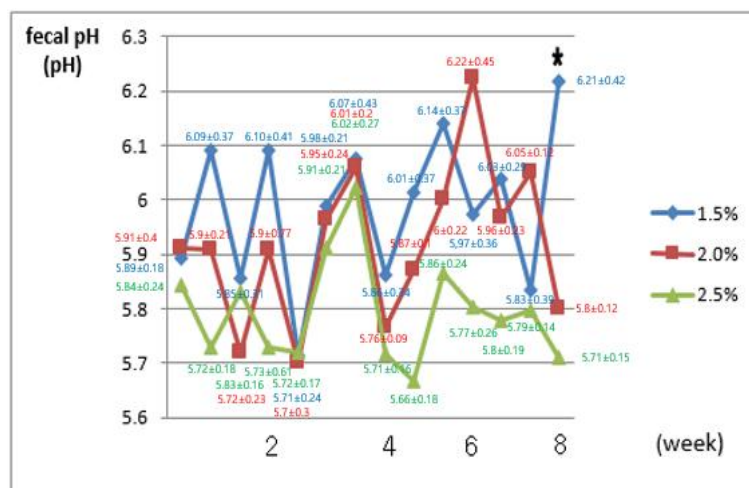


Fig 4. Changes of fecal pH depending on different levels of concentrates in Jeju-cross bred horse in experiment 1

9. 헤모글로빈

농후사료 급여량에 따른 시험축의 헤모글로빈의 변화는 Fig 5와 같다. 실험 결과 8주차에 농후사료를 1.5%, 2% 2.5% 급여한 처리구에서 시간이 지남에 따라 비슷한 수치를 보이는 경향을 보였으며, 기간이 경과함에 따라 점차 증가하였으나 정상범위 내에 있었다. Alsaad 등(2009)은 산통이 재발한 말의 경우 헤모글로빈 수치가 산통이 발생하지 않은 말이나 가벼운 산통이 나타난 말에 비해 유의적으로 낮아졌다고 보고한바 있다. 본 실험에서는 산통 증상이 발생한 시험축이 없어 헤모글로빈 수치에도 차이가 없었던 것으로 생각된다.

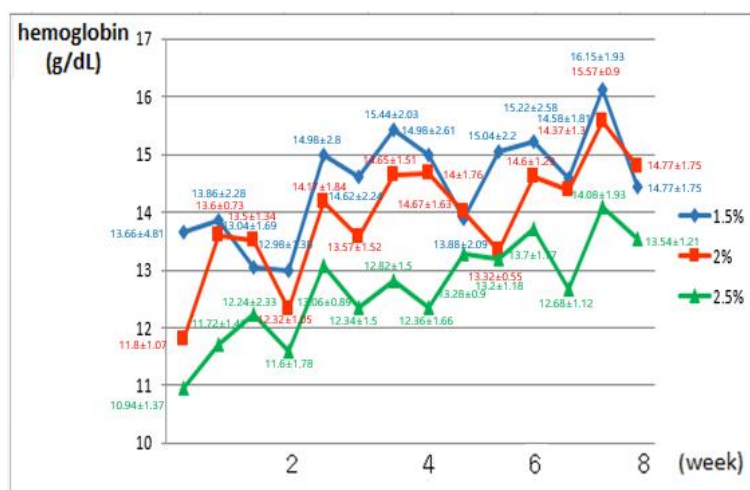


Fig 5. Changes of blood hemoglobin depending on different levels of concentrates in Jeju-cross bred horse in experiment 1

10. 내독소

농후사료 섭취량에 따른 내독소(endotoxin)의 수치를 분석한 결과는 Fig 6과 같다. 내독소는 농후사료 과다 섭취에 의해 그람음성균의 세포벽에서 방출되는 물질로 본 실험에서 농후사료를 체중의 1.5%, 2% 2.5% 급여한 처리구에서는 3주차에 각각 2.13Eu/ml, 1.50Eu/ml, 0.57Eu/ml로 농후사료를 다량 섭취한 구에서 유의적으로 낮은 수치를 나타내었으나($p < 0.05$), 이후에는 점차 같아지는 경향을 보였다. 곡류사료의 다량 급여는 대장 내 젖산 생산 박테리아수를 증가시켜 대장 내용물의 pH를 떨어뜨리고(Medina *et al.*, 2002) 그람음성균 외벽에서 내독소가 분비되어 산통 및 제염염을 발생시킨다고 보고되었는데(Kohnke *et al.*, 1999;

Clarke *et al.*, 1990) 본 실험에서도 모든 시험구에서 산통이 발생하지는 않았지만 농후사료 다량 급여구에서 일시적으로 내독소가 높아지는 경향을 확인할 수 있었다. 하지만 농후사료 급여에 따른 내독소 수치는 개체별 차이가 크게 나타나 어떤 특성을 가진 개체에서 농후사료 급여에 따른 내독소의 변화가 큰지에 대한 추가적인 연구가 필요할 것으로 사료된다.

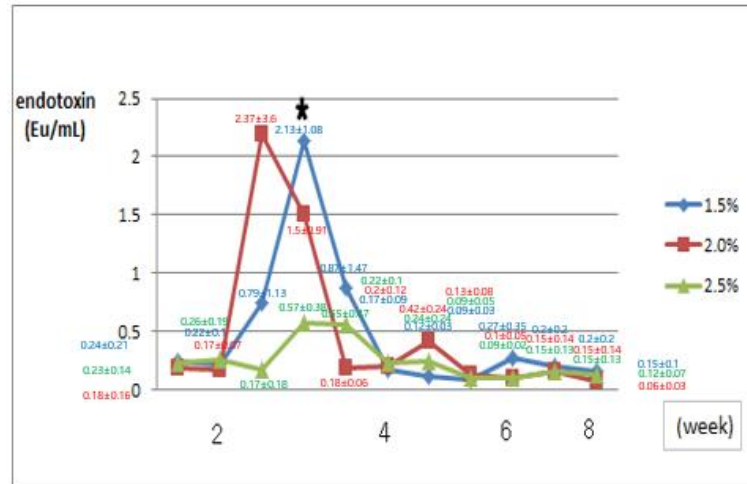


Fig 6. Changes of endotoxin levels depending on different levels of concentrates in Jeju-cross bred horse in experiment 1

* Means with different superscripts are significantly different ($p < 0.05$).

11. 미생물

시험축의 분내 미생물 변화는 Table 4와 같다. *Fibrobacter*는 농후사료를 체중의 1.5% 급여했을 경우 총 미생물군에서 2.49%를 차지하였고, 2%와 2.5% 급여구에서는 각각 1.42%와 1.09%를 차지하였다. *Fibrobacter*는 셀룰로오스 분해에 관여하는 미생물로 알려져 있으며, 농후사료 섭취량이 늘어날수록 감소하는 경향을 나타내었는데 이는 농후사료를 다량 급여한 처리구에서 건초 섭취량이 줄어들어 셀룰로오스를 분해하는 미생물의 증식이 감소한 것으로 사료된다. *Lactobacillus*와 *Streptococcus*는 농후사료 1.5%, 2%, 2.5% 급여한 처리구에서 각각 총 미생물 군에서 0.48%, 0.76%, 0.81%와 5.90%, 6.90%, 5.81%를 나타내었는데 유의적인 차이를 보이지 않았다($p > 0.05$). Lee 등(2010)은 건초 급여구에 비해 농후사료를 급여한 처리구에서 *Lactobacillus*와 *Streptococcus*가 모두 크게 증

가하였다고 보고하였다. 그러나 본 실험에서 *Lactobacillus*는 농후사료 급여량이 증가함에 따라 증가하였으나 유의적인 차이는 보이지 않았고, *Streptococcus* 역시 유의적인 차이를 보이지 않았다. 이는 선행 연구와는 달리 건초의 무제한 급여와 농후사료를 함께 섭취했기 때문으로 사료된다.

Table 4. Changes of intestinal microflora in Jeju cross-bred horse fed different levels of concentrates in experiment 1.

Item	Concentrates feeding levels		
	1.5%	2%	2.5%
<i>Fibrobacter</i> (%)	2.49±1.26 ^a	1.42±0.33 ^{ab}	1.09±0.33 ^b
<i>Lactobacillus</i> (%)	0.48±0.08	0.76±0.20	0.81±0.45
<i>Streptococcus</i> (%)	5.90±1.62	6.90±1.81	5.81±1.87

* Values are mean±S.D.

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

[실험 2] 농후사료 급여 횟수가 제주마 교잡종의 생리적 반응 및 사료 이용성에 미치는 영향

1. 공시축 및 사양관리

공시축으로 제주마 교잡종(제주마×더러브렛, 36개월 이상) 13두를 공시하였고 3개월간 시험을 수행하였다. 농후사료의 급여는 말 체중의 2.5%의 농후사료를 일일 2회 급여 5두, 일일 3회 급여구 5두, 일일 4회 급여구 3두를 각각 공시하였다. 농후사료는 시험 사료의 급여는 2회, 3회, 4회 급여구에서 각각 오전·오후(09:30, 14:00), (09:30, 14:00, 16:00), (09:30, 11:00, 14:00, 16:00)에 급여하였고, 음수는 자동 급수 시설을 이용하였으며, 건초(톨페스큐)는 자유 채식시켰다. 시험에 공시된 말은 개체별로 개별 마방(콘크리트 바닥 마방, 3.5×3.8m) 안에 배치하였다. 농후사료 및 조사료의 일반화학적 조성은 Table 5에 나타난 바와 같다.

Table 5. Chemical composition of the concentrates and forage used in the experiment 2.

Items	Water content	Crude protein	Crude fat	Crude ash	Crude fiber	NDF*	ADF**
Concentrates	11.98	16.66	4.37	7.03	7.31	22.76	11.96
Forage	10.42	7.47	1.31	7.89	29.79	63.31	38.08

*NDF : Neutral Detergent Fiber, **ADF : Acid Detergent Fiber

2. 조사 항목

1) 체중 및 생리적 변화 측정

체중은 시험개시 부터 종료 시까지 주 1-2회 공복 상태에서 측정하였고, 사료 섭취량은 사료 급여 후 잔량을 수거하여 조사하였다. 마분의 pH는 시험축의 직장에서 직접 채취하여 50ml 튜브에 담아 그 액을 짜내어 휴대용 pH미터(Horiba, 모델명 D-72G)로 측정하였다. 직장 온도는 휴대용 온도계(MEBBY FLEXO)를 말의 직장에 삽입하여 측정하였다.

2) 혈액 중 물질

피브리노겐 검사는 20ml 주사기를 사용하여 경정맥에서 혈액을 채취한 후 Citrate 처리된 tube에 담아 Electromagnetic method를 이용하여 측정하였고, D-dimer는 Immuno Turbidimetric assay법(Sysmex CA-1500)을 이용하여 검사하였다. 백혈구 수치는 cyanmethemoglobin 법을 이용해 측정하였다.

3. 통계분석

말의 성장 및 생리적 변화에 관련된 모든 요소는 농후사료 급여 횟수에 따른 처리구별 차이점을 Mean±S.D.로 나타내었고, 통계 처리는 R 통계 package(version 3.0.3)를 이용하여 대조구와 처리구간에 분산분석을 실시하였으며, 처리 간 유의성($p < 0.05$)은 ANOVA 분석 후 Duncan's multiple range test(1955)를 이용하여 검증하였다.

4. 농후사료 섭취량 및 증체량

시험축이 섭취한 총 농후사료량은 Table 6과 같다. 실험에서 78일간 농후사료를 일일 2회, 3회, 4회 급여한 처리구의 사료 섭취량은 각각 722.4kg, 722.4kg, 650.7kg이었고, 평균 일일 사료 섭취량은 농후사료 2회, 3회, 4회 급여 처리구에

서 각각 9.2kg, 9.2kg, 8.3kg이었다. 시험축의 체중변화는 Table 7와 같다. 개시 체중은 2회 급여구에서 348.80kg, 3회 급여구에서 350.80kg, 4회 급여구에서 312.00kg이었으며 종료 체중은 농후사료 일일 2회 급여구는 404.60kg, 3회 급여구는 405.20kg, 4회 급여구는 375.00kg으로 처리구별 일당 증체량은 농후사료 일일 2회, 3회, 4회 급여구에서 각각 0.69kg, 0.67kg, 0.78kg을 나타내었고 일일 2, 3회 급여구보다 4회 급여구에서 총 증체량과 일당 증체량이 높은 경향을 나타냈으나 유의적인 차이는 없었다($p>0.05$). Potter 등(1992)은 다량의 전분사료 섭취 시 소량의 전분사료보다 소장에서 소화율이 떨어지고 소화되지 않은 사료가 대장에서 발효될 때 정미에너지가 낮아진다고 보고한바 있다. 안전한 말 사료 급여에 대한 연구로 Lee 등(2010)은 조사료의 무제한 급여와 농후사료를 체중의 1% 이내의 급여가 산통을 발생시키지 않는 안정적인 사료 급여량이라고 제시한 바 있다. 또한 이른 아침보다 정오 이후나 이른 오후에 전분에 대한 인슐린 반응성이 높아(Ralston, 2002, 2004; Gordon, 2005) 정오 이후나 이른 오후에 농후사료 섭취가 아침에 급여한 것에 비해 에너지나 지방으로 변환시키는 비율이 높다고 보고한바 있다. 본 연구에서는 관행적인 체중의 1% 농후사료 급여량보다 높은 2.5% 급여했기 때문에 급여 횟수에 따른 변화가 있을 것이라고 가정했지만 급여횟수에 따른 증체량 및 처리 횟수의 증가에 따른 차이도 확인할 수 없었다. 이는 개별 마방에서 농후사료 2.5%를 급여할 경우 시험축들이 많은 양의 농후사료를 경쟁 없이 천천히 섭취하여 급여 횟수 및 급여 시간에 따른 효과가 희석되기 때문으로 사료된다.

Table 6. Total and daily intake of concentrates in Jeju cross-bred horse in experiment 2.

Item (kg)	Concentrates feeding frequencies		
	2 times	3 times	4 times
Total intake	722.4±63.4	722.4±52.7	650.7±65.6
Daily intake	9.2±0.8	9.2±0.6	8.3±0.8

Values are mean±S.D.

Table 7. Effects of different feeding frequencies on body weights in Jeju-cross bred in experiment 2.

Item (kg)	Concentrates feeding frequencies		
	2 times	3 times	4 times
Initial B.W.	348.80±23.10	350.80±22.20	312.00±31.90
Final B.W.	404.60±40.20	405.20±35.10	375.00±40.90
Total weight gain	55.80±17.20	54.40±17.50	63.00±9.50
Daily weight gain	0.69±0.20	0.67±0.2	0.78±0.10

Values are mean±S.D.

5. 피브리노겐

시험축의 피브리노겐을 분석한 결과는 Fig 7과 같다. 피브리노겐은 모든 처리구에서 정상 범위인 100-400ml/dL 내에 있었고 12주간 유의적인 차이를 나타내지 않았다. Johnstone 등(2000)은 산통 진단을 받은 말 30마리 중 28마리가 피브리노겐 수치가 높거나 수용성 피브린 단위가 높아지는 현상이 나타났다고 보고했다. 이와 반대로 Monreal 등(2000)은 산통 진단을 받은 말의 피브리노겐 수치가 현저히 감소했다고 보고하였다. 본 연구 결과에서는 농후사료 급여 횟수에 따른 피브리노겐 수치가 증가 혹은 감소하지 않고 모두 정상 수치 내에 있었으며 12주간 큰 변화의 양상도 보이지 않았다. 또한 외견상 산통의 증가도 나타나지 않아 제주마 교잡종에게 농후사료 2.5%를 2-4회에 나눠 급여하는 것이 피브리노겐 수치에 영향을 미치지 않는 것을 확인할 수 있었다. 이를 보완하기 위해 군집 사양과 같은 먹이경쟁이 발생하여 단시간에 많은 농후사료를 섭취할 수 있는 환경에서 체중의 2.5% 농후사료를 급여했을 때 산통 발생 및 피브리노겐 수치의 변화를 조사하는 추가 실험이 필요할 것으로 사료된다.

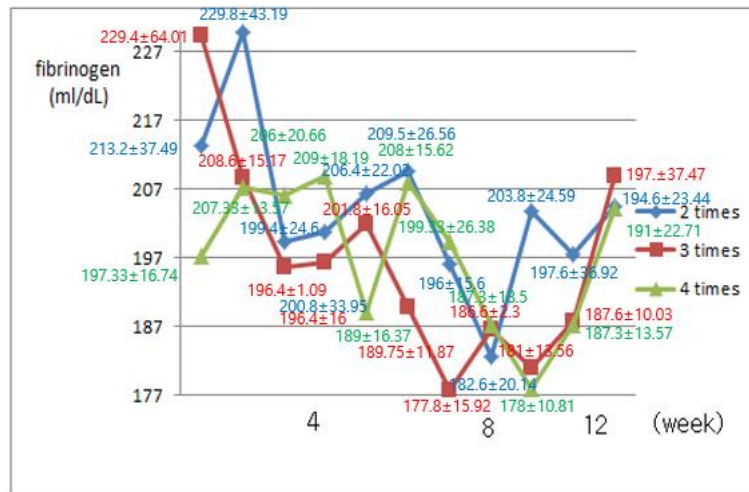


Fig 7. Changes of blood fibrinogen levels depending on different feeding frequencies in Jeju-cross bred horses in experiment 2

6. 백혈구

백혈구 숫자를 분석한 결과는 Fig 8과 같다. 12주간 실시한 실험에서 백혈구 수치에서 농후사료 급여 횟수에 따른 유의적인 차이는 나타나지 않았고($p>0.05$), 모든 수치가 정상 범위 이내에 있었다. Marianne 등(2006)은 위장에 산통이 발생한 649마리 말을 대상으로 산통 후 생존한 말들과 폐사한 말들의 백혈구 수치를 비교한 결과 생존한 말과 폐사한 말 사이에서 유의적인 차이를 나타내지 않았다고 보고했다. 본 연구에서는 산통이 발생하지 않았고 백혈구 숫자에서도 차이가 나타나 백혈구 수치가 산통의 발생 유무와의 상관 관계를 확인할 수 없었다.

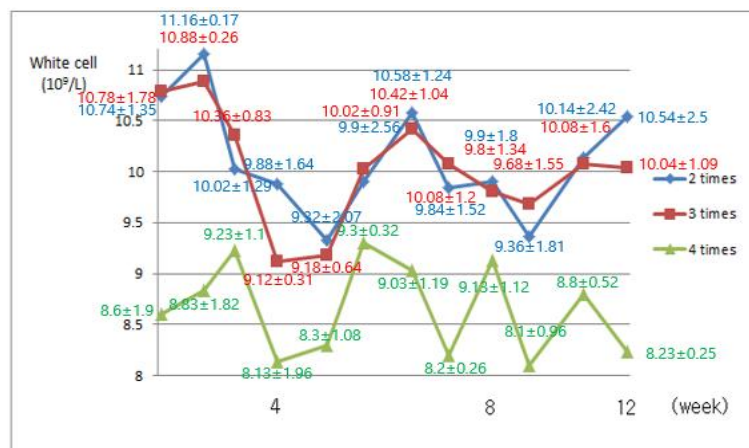


Fig 8. Changes of white blood cell count depending on different feeding frequencies in Jeju-cross bred horses in experiment 2

7. 장내 pH

농후사료 급여량에 따른 시험축의 장내 pH의 변화는 Fig 9와 같다. 농후사료 체중의 2.5%를 2, 3, 4회 나눠 급여한 결과, 12주차에 갈수록 점차 높아지는 경향을 보였으나 농후사료 급여 횟수에 따른 차이는 나타나지 않았으며, 정상수치인 6.5-6.8보다 낮게 나타났으나, 산통 증상은 나타나지 않아 낮은 장내 pH는 산통 발생의 여지가 있으므로 추가적인 연구가 필요할 것으로 사료된다. Hussein 등 (2004)은 마분의 pH가 대장 대사 상태의 지표로 활용할 수 있다고 보고했다. 본 실험에서는 농후사료 급여횟수에 따른 장내 pH의 차이는 확인할 수 없었으나 12주차가 되면서 점차 높아지는 것을 통해 장내 pH가 모두 안정화되는 모습을 확인할 수 있어 이를 통해 12주가 되면서 높은 수준의 농후사료 섭취 비율에 점차 적응하는 것을 확인할 수 있었다.

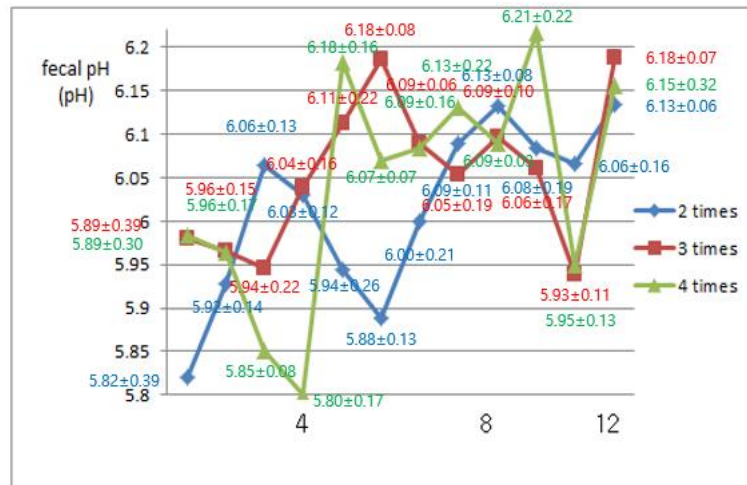


Fig 9. Changes of fecal pH depending on different feeding frequencies in Jeju-cross bred horses in experiment 2

8. 직장온도

농후사료 급여횟수에 따른 직장 온도를 분석한 결과는 Fig 10과 같다. 직장 온도는 농후사료의 급여횟수 2, 3, 4회에 따른 유의적인 차이는 없었으나 ($p>0.05$), 12주차로 진행되면서 정상수치인 37.2 - 38.1℃ 보다 약간 높아지는 경향을 보였다. Freeman 등(2012)은 산통 증상으로 시술한 말 113마리 중 85%인 96두의 말의 직장온도가 38.3℃ 이상으로 증가했었다고 보고하고 있다. 또한 모

래에 의한 산통이 발생할 시 직장 온도가 38.6℃까지 증가한다는 보고가 있었다. 본 실험에서는 모든 처리구에서 산통증상은 나타나지 않았으나 11-12주차에 38.6℃ 이상으로 증가하는 것을 확인할 수 있었는데 이는 실험을 실시한 말이 제주마와 더러브렛의 합성종인 제주마 교잡종이기 때문에 품종간의 차이에 의한 것으로 사료된다. 또한 12주가 진행되면서 직장 온도가 계속 높아지는 경향을 보여 3개월 이상 비육을 했을 경우에 대한 추가적인 연구가 필요할 것으로 사료된다.

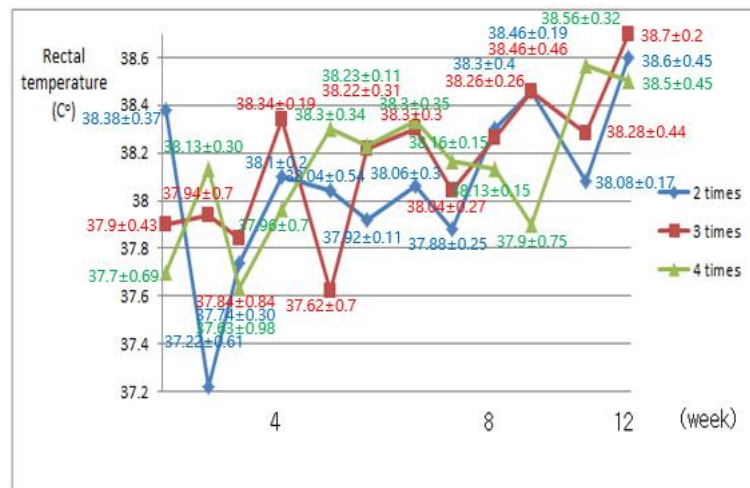


Fig 10. Changes of rectal temperature depending on different feeding frequencies in Jeju-cross bred horses in experiment 2

[실험 3] 사양 환경이 제주마 교잡종의 생리적 반응과 사료 이용성 및 등심근의 특성에 미치는 영향

1. 공시축 및 사양관리

공시축으로 제주마 교잡종(제주마×더러브렛, 36개월 이상) 16두를 공시하였고 3개월간 시험을 수행하였다. 농후사료의 급여는 말 체중의 2.5%의 농후사료를 일일 4회 급여하였으며 각각 개별 사양 8두, 군집 사양 8두를 공시하였다. 음수는 자동 급수 시설을 이용하였으며, 건초(톨페스큐)는 자유 채식시켰다. 시험에 공시된 말은 개체별로 개별 마방(콘크리트 바닥 마방, 3.5×3.8m)과 군집 마방 안에 배치하였다. 농후사료 및 조사료의 일반화학적 조성은 Table 8에 나타난 바와 같다.

Table 8. Chemical composition of the concentrates and forage used in the experiment 3 (% DM basis).

Items	Water content	Crude protein	Crude fat	Crude ash	Crude fiber	NDF*	ADF**
Concentrates	11.98	16.66	4.37	7.03	7.31	22.76	11.96
Forage	10.42	7.47	1.31	7.89	29.79	63.31	38.08

*NDF : Neutral Detergent Fiber, **ADF : Acid Detergent Fiber

2. 조사 항목

1) 체중 및 생리적 변화 측정

체중은 시험개시 부터 종료 시까지 6주에 1회 공복 상태에서 측정하였고, 사료 섭취량은 사료 급여 후 잔량을 수거하여 조사하였다. 마분의 pH는 시험축의 직장에서 직접 채취하여 50ml 튜브에 담아 그 액을 짜내어 휴대용 pH미터 (Horiba, 모델명 D-72G)로 측정하였다. 직장 온도는 휴대용 온도계(MEBBY FLEXO)를 말의 직장에 삽입하여 측정하였다.

2) 혈액 중 물질

피브리노젠 검사는 20ml 주사기를 사용하여 경정맥에서 혈액을 채취한 후 Citrate 처리된 tube에 담아 Electromagnetic method를 이용하여 측정하였다.

3) 등심근 내 수분

AOAC 방법(1990)을 따라 *biceps femoris* 근육시료를 분쇄, 혼합하여 2 g 정도의 시료를 알루미늄 접시에 취하고 시료의 수분손실을 줄이기 위해 가능한 한 신속하게 무게를 측정 한 후, 시료가 담긴 알루미늄 접시를 오븐에 넣고 100~102°C에서 24 시간 건조시켰다. 건조시간이 경과한 후에 시료를 오븐에서 꺼내 데시케이터에 넣고 실온으로 냉각(약 30분간)시킨 후, 정확하게 무게를 측정하여 시료무게에서 건조 후 무게를 뺀 값을 시료무게로 나누고 100을 곱하여 백분율로 수분함량을 계산하였다.

4) 등심근 내 조지방

AOAC 방법(1990)을 따라 수기 및 원통여과지의 무게를 칭량하고 마쇄한 *biceps femoris* 근육시료 30 g을 칭량한 후 원통여과지에 넣고 직시 천평에서 정확히 무게를 칭량(원통여과지+시료)한 후 원통여과지 상단을 솜으로 막은 다음 siphon에 넣었다. Soxhlet에 용매인 에테르가 넘을 수 있도록 충분히 넣고(약 100 ml 정도) 35±2℃에서 24시간 동안 환류시켰다. 환류를 마친 수기 내용물을 glass filter에서 여과하고, 이어서 증발농축기에서 용매를 회수하고, 아세톤으로 수분을 제거한 후, 38 ℃ 건조기에서 1시간 동안 건조시킨 후 데시케이터에서 30분간 방냉시킨 다음 칭량하였다. 조지방 계산은 추출된 지방량을 시료무게로 나누고 100을 곱하여 백분율로 나타내었다.

5) 등심근 내 조단백질

Micro kjeldahle(AOAC, 1990) 방법으로 70℃의 건조기에서 72시간 건조시킨 *biceps femoris* 근육시료를 마이크로 켈달에 시료 5 g과 산화촉매제 2 g을 넣은 후, 진한 황산 2 mL를 넣고, 분해대에서 700℃로 분해시켜 실온에서 방냉시킨 다음 증류수로 희석하였으며, 이어서 증류장치의 증류 플라스크를 3회 이상 세척하고, 0.1N H₂SO₄ 10 mL과 혼합지시약 5~6 방울이 든 삼각 플라스크를 냉각장치 하단에 놓고, 증류 플라스크에 희석된 시료와 10N NaOH 7 mL을 넣고 삼각 플라스크 원용 액의 3배가 될 때까지 가열한 다음 적정하였다. 조단백질(%)은 무시료 적정치에서 시료 적정치를 뺀 값에 1.4와 factor를 곱하고 시료무게로 나누는 다음 100을 곱하여 백분율로 나타내었다.

6) 조회분

AOAC 방법(1990)을 따라 세절한 *biceps femoris* 근육시료 10 g을 회화용 도가니에 취해 시료를 전기 회화로에 넣고 온도를 서서히 525℃까지 올려 완전히 회화(灰化)될 때까지 가열한다. 회분이 흰색이 아닐 경우 시료를 냉각시키고 물

을 측인 다음 다시 건조시키고 향량이 될 때까지 525℃ 전기로에서 반복해 태우고, 만일 시료의 순도가 낮아서 암회색의 덩어리진 회분이 나올 경우, 시료를 냉각시키고 올리브유 몇 방울을 가하고 가열 판에 놓았다가 향량이 될 때까지 전기로에서 되풀이하여 회화시킨 후 칭량을 하여 회분무게에 시료무게를 나눈 후 100을 곱하여 백분율로 조회분을 계산하였다.

7) 관능검사

관능검사는 훈련된 관능요원 10명중 6명을 무작위로 선정하여 연도(Tenderness), 다즙성(Juiciness), 향미(Flavor)를 20 mm 마다 표시되어 있는 100 mm 선 위에 평가지점을 표시하도록 하였다: 연도(매우 질기다 = 0, 매우 연하다 = 100), 다즙성(매우 건조하다 = 0, 매우 다즙하다 = 100), 향미(매우 싫다 = 0, 매우 좋다 = 100), 전체기호도(매우 싫다 = 0, 매우 좋다 = 100).

8) 육색

육색 측정은 근육샘플 절단면에서 Chroma meter(Model CR-300, Minolta Co., LTD. Japan)를 사용하여 동일한 시료를 3회 반복하여 L*(Lightness, 명도), a*(Redness, 적색도), b*(yellowness, 황색도)를 Hunter 값으로 측정하였다. 이때 표준화 작업은 표준색판 No. 12633117을 이용하여 $Y = 93.50$, $x = 0.3136$, $y = 0.3198$ 값으로 표준화시킨 후 측정하였다.

9) 전단력(WBS; Warner-Bratzler Shear force : kg/0.5 inch²)

근육샘플을 2.54 cm 두께의 스테이크 모양으로 절단하여 육 내부온도 70℃에서 10분간 가열한 후 실온에서 30분간 냉각시킨 후 직경 1.27 cm의 core를 사용하여 근섬유 방향과 평행하게 시료를 채취한 다음 전단력 측정기(Warner-Bratzler shear force meter, G-R Elec. Mfg. Co., USA)로 측정하였다.

10) 가열감량(Cooking loss)

냉장저장 3, 7, 14일 각각의 근육을 두께 2.54 cm 스테이크 모양으로 절단하여 무게를 측정하고 다음 polyethylene bag에 넣어 70℃ 항온수조(Water bath DS-23SN, Dasol Scientific Co., LTD, Korea)에서 육 내부온도가 70℃에 도달한 시점부터 10분간 가열하였다. 가열 후 30분간 방냉시키고, 근육시료 표면에 남아 있는 수분을 제거한 후 무게를 측정하여 다음 식에 의하여 계산하였다.

11) 보수력

근육샘플의 보수력 측정은 먼저 미세한 구멍이 있는 2 mL 튜브의 무게를 칭량하고 이곳에 분쇄시료 1 g을 넣어 무게를 칭량한 다음 50 mL 원심분리튜브에 넣고, 이것을 70℃ 열탕조에서 30분간 가열하였다. 가열한 시료를 10분간 방냉한 다음 1,000 rpm에서 10분간 원심분리한 후 2 mL 튜브의 무게를 칭량하여 유리수분을 구하였다. 전수분은 petridish의 무게를 칭량하고 이곳에 분쇄 시료 5 g을 넣어 고르게 펼쳐 무게를 칭량한 후 drying oven(102℃)에서 항량이 될 때까지(24시간이상) 건조시킨 후 데시케이터에 옮겨 식히고 무게를 측정하고 전수분에서 유리수분을 뺀 값에 전수분을 나누고 100을 곱하여 백분율로 보수력을 계산하였다.

12) pH

근육들의 pH 측정은 pH meter(pH*K21, NWK-Binär GmbH Co., Germany)를 이용하여 근육시료에서 직접 측정하였다.

3. 통계분석

말의 성장 및 생리적 변화 및 말 등심근에 관련된 모든 요소는 사양 형태에 따른 처리구별 차이점을 Mean±S.D.로 나타내었고, 통계 처리는 R 통계 package(version 3.0.3)를 이용하였으며 처리 간 유의성($p<0.05$)은 T-test를 통해 검증하였다.

4. 농후사료 섭취량 및 증체량

시험축이 섭취한 총 농후사료량은 Table 9와 같다. 실험에서 3개월간 총 농후사료 섭취량은 개별 사양, 군집 사양에서 각각 1358.49kg, 1309.34kg이었고, 평균 일일 사료 섭취량은 농후사료개별 사양, 군집 사양에서 각각 16.56kg, 15.96kg이었다. 시험축의 체중변화는 Table 10과 같다. 실험에서 12주간 개별 사양과 군집 사양 시 종료 체중은 각각 444.25kg, 430.75kg이었고, 총 증체량과 일일 증체량은 각각 66.5kg, 53.3kg과 0.79kg 0.64kg이었다. 개별사양이 군집사양보다 총 증체량과 일일 증체량에서 높은 수치를 나타냈지만 유의적인 차이는 나타나지 않았다. Holmes 등(1987)은 집단 내에 낮은 서열을 가진 말은 같은 마방에 있는 서열이 높은 말이 사료를 섭취하는 동안 굶게 되는 것으로 나타났다. 이러한 효과 때문인지 군집 사양의 경우 개시 체중보다 종료 체중에서의 표준 편차 증가치가 개별사양에서의 그것보다 높게 나타난 것을 확인할 수 있었다.

Table 9. Total and daily intake of concentrates in Jeju cross-bred horse in experiment 3.

Item (kg)	Feeding managements	
	Individual	Group
Total intake	1358.49±265.40*	1309.34±257.00
Daily intake	16.56±3.23	15.96±3.13

* Values are mean±S.D.

Table 10. Effects of different feeding managements on body weight in Jeju-cross bred horse in experiment 3

Item (kg)	Feeding managements		<i>p</i>
	Individual	Group	
Initial B.W.	378.25±19.38*	377.37±45.63	0.96
Final B.W.	444.25±22.53	430.75±63.60	0.58
Total weight gain	66.00±11.72	53.37±28.68	0.26
Daily weight gain	0.79±0.14	0.64±0.34	0.26

* Values are mean±S.D.

5. 직장 온도

시험축의 사양 관리에 따른 직장 온도 변화는 Fig 11과 같다. Freeman 등 (2012)은 산통 증상으로 시술한 말 113마리 중 85%인 96두의 말의 직장온도가 38.3℃ 이상으로 증가했었다고 보고하였으나 실험에서 12주간 개별 사양과 군집 사양 처리구 모두에서 정상 범위 내에 있었고, 개별 사양이 군집사양보다 높은 수치를 나타냈지만 처리구간 유의적인 차이도 나타나지 않아($p>0.05$), 직장 온도는 군집사양과 개별사양에 의한 차이가 없음을 확인할 수 있었다.

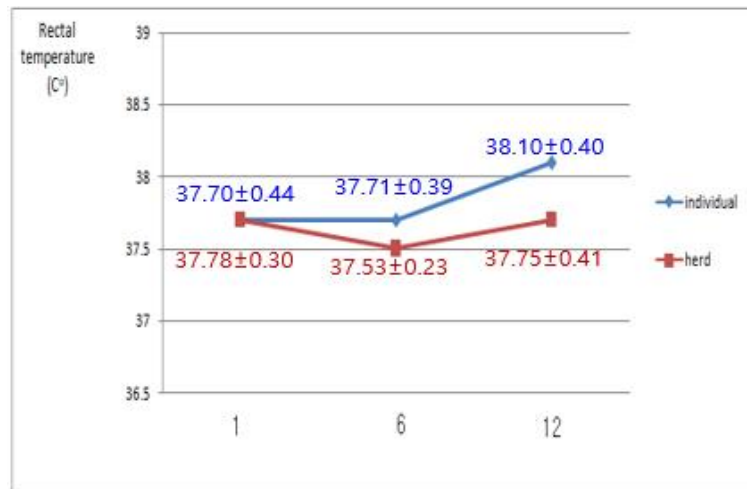


Fig 11. Changes of rectal temperatures depending on feeding managements in Jeju-cross bred horse in experiment 3

6. 장내 pH

시험축의 사양 관리에 따른 장내 pH 변화는 Fig 12와 같다. 실험에서 12주간 개별 사양과 군집사양 처리구 모두에서 정상 범위 보다 낮은 수치를 나타냈고

12주차에는 군집 사양구에서 개별 사양구 보다 유의적으로 낮은 수치를 나타냈지만($p<0.05$), 산통 증상은 나타나지 않았다. 그러나 낮은 장내 pH는 산통 발생의 여지가 있으므로 추가적인 연구가 필요할 것으로 사료된다. Hussein 등(2004)은 마분의 pH가 대장 대사 상태의 지표로 활용할 수 있다고 보고했다. 직장 pH가 6이하인 경우는 임상적 산성증으로 알려져 있어 산통 증상이 나타나지 않았지만 군집 사양으로 농후사료를 체중의 2.5% 급여 시 주의가 필요할 것으로 생각되며 12주 이상 사양했을 경우에 대한 추가적인 연구가 필요할 것으로 사료된다.

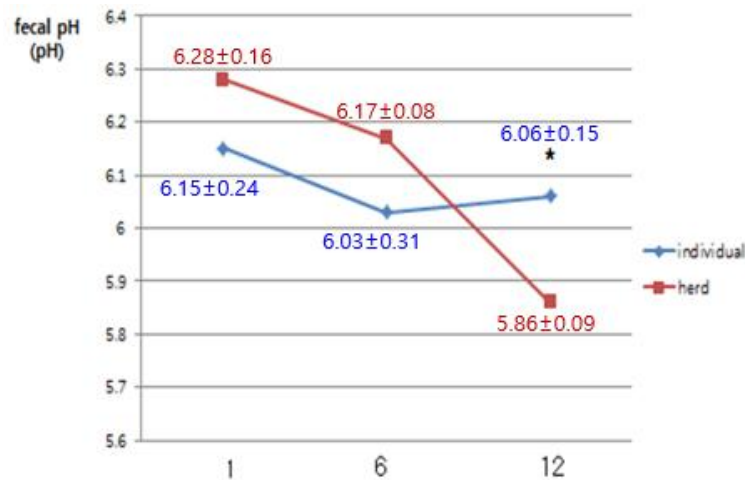


Fig 12. Changes of fecal pH depending on feeding managements in Jeju-cross bred horse in experiment 3

7. 피브리노겐

시험축의 사양 관리에 따른 장내 피브리노겐 변화는 Fig 13과 같다. 실험에서 12주간 개별 사양과 군집 사양 처리구 모두에서 정상 범위보다 낮은 수치를 나타냈고 처리구간 유의적인 차이도 나타나지 않았으며, 산통 증상도 나타나지 않았다. Monreal 등(2000)은 산통 진단을 받은 말이 피브리노겐 수치가 현저히 감소했다고 보고한 바 있으나 본 연구 결과에서는 사양 환경에 따른 피브리노겐 수치에 유의적인 차이는 나타나지 않았다.

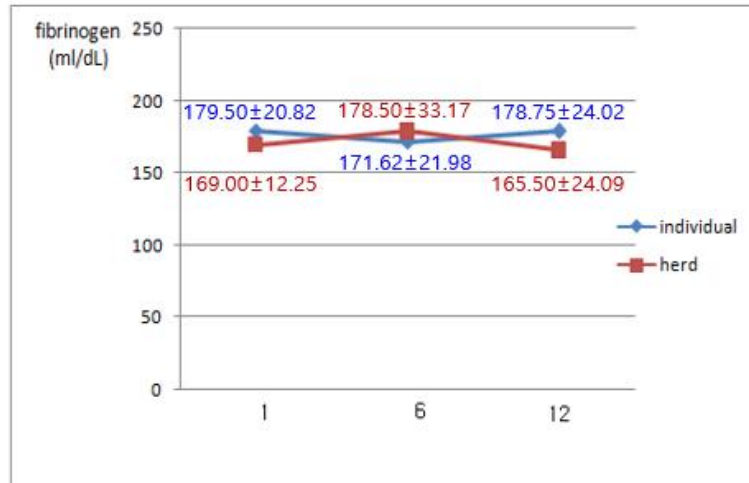


Fig 13. Changes of blood fibrinogen depending on feeding managements in Jeju-cross bred horse in experiment 3

8. 등심근 일반 성분

제주마 교잡종의 사양 관리에 따른 등심근 내 일반 성분은 Table 11과 같다. 본 실험에서 수분함량은 개별 사양에서 70.53%, 군집 사양에서는 72.44%를 나타내었고 지방 함량은 개별 사양에서 7.83%, 군집 사양에서 5.65%를 나타냈다. 단백질과 조회분 함량은 각각 개별 사양에서 20.46%, 0.89%를 나타내었고, 군집 사양에서는 20.45%, 0.91%를 나타내어 지방함량이 군집사양보다 유의적으로 높게 나타나고($p < 0.05$), 수분함량은 낮게 나타나 개별 사양이 비육효과가 있음을 확인할 수 있었다. Paleari 등(2003)은 말고기 등심의 지방 함량이 2.1% 정도라고 보고했는데 본 실험에서는 두 처리구 모두 이보다 높았고, 특히 개별 사양에서 이보다 높은 수치를 나타내 다량의 농후 사료 급여가 지방함량 증진에 도움이 됨을 확인할 수 있었다.

Table 11. Effect of feeding managements on approximate compositions in loin muscle of Jeju-cross bred horse in experiment 3.

Item(%)	Feeding managements		p
	Individual	Group	
Moisture	70.53±1.84*	72.44±1.33	0.03
Fat	7.83±2.04	5.65±1.58	0.03
Protein	20.46±0.69	20.45±0.52	0.95
Ash	0.89±0.05	0.91±0.06	0.45

* Values are mean±S.D.

9. 등심근 관능 검사

제주마 교잡종의 사양 관리에 따른 등심근 내 관능검사 결과는 Table 12와 같다. 본 실험에서 다즙성은 개별 사양에서 4.33, 군집 사양에서는 4.50를 나타내었고 연도는 개별 사양에서 4.33, 군집 사양에서 4.65를 나타냈다. 향미는 각각 개별 사양에서 3.88, 군집 사양에서는 4.23을 나타내어 모든 요소가 유의적인 차이를 나타내지 않아($p>0.05$) 사양 형태에 따른 차이를 확인할 수 없었다. Lunt 등 (1991)은 지방산 함량이 높을수록 관능검사에서 높은 점수를 받았다고 보고했는데 본 실험에서는 다즙성, 연도, 향미에서 사양 환경에 따른 차이가 나타나지 않았다. 이는 개별 사양의 지방 함량이 군집 사양보다 높았으나 관능 평가에 영향을 미칠 정도로 높진 않았기 때문으로 사료된다.

Table 12. Effect of feeding managements on sensory traits in loin muscle of Jeju-cross bred horse in experiment 3.

Item	Feeding managements		<i>p</i>
	Individual	Group	
Juiciness**	4.33±0.42*	4.50±0.78	0.58
Tenderness	4.33±0.64	4.65±0.70	0.35
Flavor	3.88±0.38	4.23±0.52	0.15

* Values are mean±S.D.

** Juiciness : 0 = extremely dry, 7 = extremely Juicy ; tenderness : 0 = extremely tough, 7 = very Tender ; flavor : 0 = flavorless, 10 = very intense flavor.

10. 등심근 육색 특성

제주마 교잡종의 사양 관리에 따른 등심근 내 육색 특성은 Table 13과 같다. 본 실험에서 명도는 개별 사양에서 33.95, 군집 사양에서는 33.64를 나타내었고 적색도는 개별 사양에서 17.72, 군집 사양에서 17.49를 나타냈다. 황색도는 각각 개별 사양에서 7.27, 군집 사양에서는 7.33을 나타내어 모든 요소가 유의적인 차이를 나타내지 않아 사양 형태에 따른 차이를 확인할 수 없었다. Cornforth 등 (1994)은 육색은 가축의 품종이나 근육의 미오글로빈 농도 등에 의해 달라진다고 보고한바가 있다. Kim 등(2005)은 제주산 재래 말고기의 등심 명도(L*)값이 32.12, 적색도(a*)가 19.60, 황색도(b*)가 0.77라고 보고하였는데 본 연구에서 적색도는 선행 연구보다 약간 낮게 나왔으나 명도와 황색도는 비슷한 수치를 나타내었는데 이는 제주마 교잡종의 특성으로 사료된다.

Table 13. Effect of feeding managements on color characteristics in loin muscle of Jeju-cross bred horse in experiment 3.

Item (kg)	Feeding managements		<i>p</i>
	Individual	Group	
Lightness (CIE L*)	33.95±1.63*	33.64±0.92	0.64
Tenderness (CIE a*)	17.72±0.50	17.49±0.62	0.43
Flavor (CIE b*)	7.27±0.77	7.33±0.78	0.87

* Values are mean±S.D.

11. 등심근 물리적 특성

제주마 교잡종의 사양 관리에 따른 등심근의 물리적 특성은 Table 14와 같다. 본 실험에서 전단력은 개별 사양에서 33.95, 군집 사양에서는 33.64를 나타내었고 가열감량은 개별 사양에서 32.18, 군집 사양에서 33.31을 나타냈다. 보수력과 pH는 각각 개별 사양에서 55.30, 5.84였고 군집 사양에서는 54.46, 5.85를 나타내어 모든 요소가 유의적인 차이를 나타내지 않아($p>0.05$) 사양 형태에 따른 차이를 확인할 수 없었다. Serra 등(2008)은 가열 감량과 연도와 부의 관계가 있다고 보고 했는데, 본 연구에서는 개별 사양이 군집 사양보다 가열 감량과 전단력이 모두 낮게 나타나 선행 연구와 다른 결과를 보여주었으나 이는 개별 사양과 군집 사양 간 가열 감량이 큰 차이가 나타나지 않아 전단력도 큰 차이가 없었던 것으로 사료된다.

Table 14. Effect of physical characteristics on feeding managements in loin muscle of Jeju-cross bred horse in experiment 3.

Item	Feeding managements		<i>p</i>
	Individual	Group	
Shear force (kg/0.5inch ²)	2.50±0.24*	2.80±0.38	0.03
Cooking loss (%)	32.18±2.43	33.31±2.36	0.03
Water holding capacity (%)	55.30±1.81	54.46±1.15	0.95
pH	5.84±0.10	5.85±0.06	0.45

* Values are mean±S.D.

IV. 요약

본 연구는 제주마 교잡종의 비육을 위한 사양 체계를 설정하기 위해 수행되었다. 실험 1에서 24-36개월의 제주마 교잡종(제주마×더러브렛) 14두를 공시하였으며, 농후사료의 급여수준을 체중의 1.5%(5두), 2%(4두)와 2.5%(5두)로 급여한 결과 종료체중은 각각 288.60, 324.50, 337.00kg을 나타내어 2.5%를 섭취한 구에서 유의적으로 높은 수치를 나타내었다($p<0.05$). 내독소는 농후사료 과다 섭취에 의해 그람음성균의 세포벽에서 방출되는 물질로 봄에 시행한 시험에서 3주차 때 농후사료를 체중의 2%와 2.5%를 급여한 처리구에서 유의적으로 낮은 결과를 나타내었으나($p<0.05$), 이후에는 점차 모든 처리구에서 수치가 비슷해져 적응하는 경향을 보여 모든 처리구가 농후사료 급여에 적응하는 경향을 보였다. 분 pH는 농후사료를 체중의 1.5%, 2%, 2.5% 급여한 처리구에서 각각 6.2, 5.8, 5.7로 나타나 농후사료를 체중의 2%와 2.5%를 급여한 처리구에서 유의적으로 낮은 결과를 나타내었다($p<0.05$). 분내 미생물에서는 셀룰로오스와 같은 구조 탄수화물의 분해에 관여하는 미생물로 알려진 *Fibrobacter*가 체중의 1.5% 급여했을 경우 총 미생물군에서 2.49%를 차지하였고, 2%와 2.5% 급여구에서는 각각 1.42%와 1.09%를 차지하여 농후사료 급여량이 증가할수록 유의적으로 감소하는 경향을 보였다($p<0.05$). 실험 2에서 36개월 내외의 제주마 교잡종(제주마×더러브렛) 13두를 공시하였으며 농후사료 급여 횟수에 2, 3, 4회로 급여한 결과 증체량에서 유의적인 차이는 없었으며($p>0.05$), 모든 처리구에서 직장온도와 장내 pH가 높게 나타났으나 산통증상은 나타나지 않았다. 실험 3에서 36개월 이상의 제주마 교잡종(제주마×더러브렛) 16두를 공시하였으며, 사양 형태에 따른 증체량 및 등심근 내 특성을 조사한 결과 개별 사양 처리구에서 군집 사양 처리구보다 증체량이 높아지는 경향을 보였으나, 유의적인 차이는 없었다. 그러나 개별 사양시 등심근에서 지방함량이 유의적으로 높아졌다($p<0.05$). 결론적으로 제주마 교잡종의 비육시 개별 사양 형태로 농후사료를 체중의 2.5% 수준으로 급여할 수 있을 것으로 사료된다.

참고문헌

- Acher, M. 1973. The species preference of grazing horse. J. Br. Grassland Soc. 28:123-128.
- Archer, D. C., and C. J. Proudman, 2005. Epidemiological clues to preventing colic. Vet. J. 172:29-39.
- Argo, C. McG., Cox J. E., Lockyear C. and Fuller. Z. 2002. Adaptive changes in the appetite, growth and feeding behaviour of pony mares offered ad libitum access to a complete diet in either a pelleted or chaff-based form. Anim. Sci. 74:517-528.
- Bailey, S. R., Rycroft, A. and Elliott, J. 2002. Production of amines in equine cecal contents in an *in vitro* model of carbohydrate overload. J. Anim. Sci. 80:2656-2662.
- Berger, A., K. M. Scheibe, K. Eichhorn, A. Scheibe, and J. Streich. 1999. Diurnal and ultradian rhythms of behavior in a mare group of Przewalski horse (*Equus ferus przewalskii*), measured through one year under semi-reserve conditions. Appl. Anim. Behav. Sci. 6:1-17.
- Booth, M. E. 1998. Factors influencing the energy requirements of native ponies living outdoors in the United Kingdom. PhD Thesis. University of Edinburgh. 1-223.
- Clarke, L. L., Roberts, M. C. and Argenzio, R. A. 1990. Feeding and digestive problems in horses: Physiologic responses to a concentrated meal. Vet. Clin. North. Am. 6:433-450.

- 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.34-78.
- Dulphy, J. P., W. Martin-Rosset, H. Dubroeuq, J. M. Ballet, A. Detour, and M. Jailler. 1997a. Compared feeding patterns in *ad libitum* intake of dry forages by horses and sheep. Livest. Prod. Sci. 52:49-56
- Duncan, D. B. 1955. Mutiple range and multiple F test. Biometric. 11:1-42.
- Freeman, K. D., Southwood, L. L., Lane, J., Lindborg, S., & Aceto, H. W. 2012. Post operative infection, pyrexia and perioperative antimicrobial drug use in surgical colic patients. Equine Vet. J. 44:476-481.
- Garner, H. E., J. N. Moore, J. H. Johnson, L. Clark, F. Amend, L. G. Tritschier, J. R. Coffmann, R. F. Sprouse, D. P. Hutcheson, and C. A. Salem. 1978. Changes in the caecal flora associated with the onset of laminitis. Equine Vet. J. 10:249-252.
- Goodson, J., W. J. Tyznik, J. H. Cline, and B. A. Dehority. 1988. Effects of an abrupt diet change from hay to concentrate on microbial numbers and physical enviroment in the cecum of the pony. Appl. Environ. Microbiol. 54:1946-1950.
- Goodwin, D., H. P. B. Davidson, and P. Harris. 2005b. Selection and acceptance of flavors in concentrated diets for stabled horses. Appl. Anim. Behav. Sci. 95:223-232.
- Hawkes, J., M. Hedges, P. Daniluk, H. F. Hintz, and H. F. Schryver. 1985. Feed prefernces of ponies. Equine Vet. J. 17:20-22.

- Hill, J. 2002. Effect of the inclusion and method of presentation of a single distillery by-product on the process of ingestion of concentrate feeds by horses. *Livest. Prod. Sci.* 75:209-218.
- Hintz, H. F. 1980. Feed preferences of horses. in *Proc. Cornell Nutr. Conf.*, Syracuse, NY. 113-116
- Holland, J. L., D. S. Kronfeld, G. A. Kline, J. P. Fontenot, T. N. Meacham, and P. A. Harris. 1998. Acceptance of fat and lecithin containing diets by horses. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 56:91-96.
- Holmes, L. N., G. K. Song, and E. O. Price. 1987. Head Partitions facilitate feeding by subordinate horses in the presence of dominant pen-mates. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 19:179-182.
- Hussein, H. S., Vogedes, L. A., Fernandez, G. C. J. and Frankeny, R. L. 2004. Effects of cereal grain supplementation on apparent digestibility of nutrients concentrations of fermentation end-products in the feces and serum of horses consuming alfalfa cubes. *J. Anim. Sci.* 82:1986-1996.
- Jackson, S. A., V. A. Rich,, S. L. Ralston, and E. W. Anderson. 1985. Feeding behavior and feed efficiency of horse as affected by feeding frequency and physical form of hay. Pp 78-83 in *Proc. 9th Equine Nutr. Physiol. Soc. Symp.*, East Lansing, MI.
- Johnstone, I. B., & Crane, S. 1986. Hemostatic abnormalities in equine colic. *Am. j. Vet. Res.* 47(2):356-358.

- Julliand, V.; de Fombelle, A.; Drogoul, C.; Jacotot, E. 2001. Feeding and microbial disorders in horses: Part 3-Effects of three hay: grain ratios on microbial profile and activities, *J. Equine Vet. Sci.* 21(11):543 -546.
- Kim, Y. B., Jeon, K. H., Rho, J. H. and Kang, S. N. 2005. Physicochemical properties of lion and rump in the native horsemeat from Jeju. *Korean J. Food Sci. Ani. Resour.* 25(4): 365-372.
- King, C. 1999. Preventing Colic in Horses. Paper Horse, Cary, NC. USA.
- K. M. Alsaad and Abid-albar A. Nori. Equine. 2009 Colic and Coagulation Disorders. *J. Anim and Vet Advances* 8(12):2678-2679.
- Kohnke, J. R., Kelleher, F. and Trevor-Jones, P. 1999. Feeding Horses in Australia: A Guide for horse owners and managers. rural industries res. & development Corp., Barton, Australia.
- Lee, C. E., Kim, N. Y., Park, N. G., Oh, W. Y., Cheong, H. Y. and Joa, J. H. 2010. The effects of different feeding levels on the number of fecal Lactic acid-producing bacteria and fecal pH in horses. *J. Anim. Sci. Tech.* 52(2):111-116.
- Lunt, D. K. and Smith, S. B. 1991. Wagyu beefs holds profit potential for U.S. feedlot. *Feedstuffs* 19:18.
- Marianne A. Van der Linden, Celine M. Laffont, and Marianne M. van Oldruitenborgh-Oosterbaan. Prognosis in equine medical and surgical colic. *J. Vet. Intern Med* 2023, 17:343-348

- Mary, K. Tinker., White. N. A., P. Lessard., Thatcher. C. D., Pelzer. K. D., Betty Davis and Carmel. D. K., 1997 Prospective study of equine colic incidence and mortality. *Equine Vet. J.* 29(6):448-453
- Medina, B., Girard, I. D., Jacotot, E. and Julliard, V. 2002. Effect of a preparation of *Saccharomyces cerevisiae* on microbial profiles and fermentation patterns in the large intestine of horses fed a high fiber or a high starch diet. *J. Anim. Sci.* 80:2600-2609.
- Mills, D.S., and S. M. McDonnell. 2005. *The Domestic Horse : The origins, development and management of its behavior.* Cambridge Uni. Press. p. 264
- Monreal, L., Anglés, A., Espada, Y., Monasterio, J., Monreal, M. 2000. Hypercoagulation and hypofibrinolysis in horses with colic and DIC. *Equine Vet. J., Suppl.* 32:19-25.
- Odberg, F. O., and K. Francis-Smith. 1977. Studies on the formation of ungrazed eliminative areas in field used by horse. *Appl. Anim. Ethol.* 3:27-34.
- Pagan, J., S. Jackson, and S. Caddel. 1996. A summary of growth rates in Thoroughbreds in Kentucky. *Pferdeheilkunde* 12:285-289.
- Paleari, M. A., Moretti, V. M. and Beretta, G. 2003. Cured products from different animal species. *Meat Sci.* 63:485-489.
- Pearson, W., H. J. Boemans, W. J. Bettger, B. W. McBride, and M. I. Lindiger. 2005. Association of maximum voluntary dietary intake of freeze-dried garlic with Heinz body anemia in horse. *Am. J. Vet. Res.* 66:457-465.

- Potter, G. D., Arnold, F. F., Householder, D. D., Hansen, D. H., & Brown, K. M. 1992. Digestion of starch in the small or large intestine of the equine. *Pferdeheilkunde*, 1(4): 107-111.
- Radicke, S., E. Kienzle and H. Meyer. 1991. Preileal apparent digestibility of oats and corn starch and consequences for cecal metabolism. *Proc. 12th Equine Nutr. Physiol. Symp. Calgary Canada*: p. 43.
- Ralston, SL. Insulin and Glucose Regulation. 2002. *Vet. Clin. N. Am. Eq Prac.* 18:295-304,
- Ralston, SL. Hyperinsulinemia and glucose intolerance. 2004. *Equine internal medicine*, 2nd edition. reed, S, Bayly W, Sellon D. (eds), Elsevier, St. Louis, MO, 1599-1603.
- Rogalski, M. 1974. Comparison of some characteristic interdependent factors between the sward and the grazing animal. *Proc. 12th Int. Grassland Congress. Grassland Utilization. Moscow, USSR.*
- Reeves, M. J., Salman, M. D. and Smith, G. 1996. Risk factors for equine acute abdominal disease (colic): Results from a multi-centered case-control study. *Prev. Vet. Med.* 26:285-301.
- Salas-Leiton, E., Anguis, V., Manchado, M. and Canavate, J. P. 2008. Growth, feeding and oxygen consumption of Senegalese sole (*Solea senegalensis*) juveniles stocked at different densities. *Aquaculture*. 285:84-89.

- 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.
- Staniar, W. B., D. S. Kronfeld, K. H. Treiber, R. K. Splan and P. A. Harris. 2004. Growth rate consists of baseline and systematic deviation components in Thoroughbreds. *J. Anim. Sci.* 82:1007-1050.
- S. M. Steelman, 1 E. M. Michael-Eller, P. G. Gibbs, and G. D. Potter. 2006. Meal size and feeding frequency influence serum leptin concentration in yearling horses. *J. Anim. Sci.* 84(9):2391-2398
- Sweeting, M. P., C. E. Houpt, and K. A. Houpt. 1985. Social facilitation of feeding and time budgets in stabled horses. *J. Anim. Sci.* 60: 369-374