

Research Article

농후사료 급여 횟수가 제주산마(제주마×더러브렛)의 체중과 산통에 미치는 영향

우제훈, 손준규, 양병철, 김남영, 신상민, 신문철, 유지현, 박남건*

농촌진흥청 국립축산과학원 난지축산연구소

The Effect of Feeding Concentrates Frequency on Weight Change and Colic of Jeju Cross-bred Horses

Jae-Hoon Woo, Jun-Kyu Son, Byung-Chul Yang, Nam-Young Kim, Sang-Min Shin, Moon-Cheol Shin, Ji-Hyun Yoo and Nam Geon Park*

National Institute of Animal Science, RDA, Jeju 63242, Korea

ABSTRACT

This study was conducted to investigate the effects of concentrate feeding frequency on weight change and the colic of Jeju cross-bred horses. Around thirty-six old Jeju cross-bred horses were divided into three groups and were investigated by feeding the concentrate feed at 2.5% of their body weight 2 times, 3 times, or 4 times daily. Although the total weight gain and daily weight gain for the different feeding frequencies were higher with feeding concentrates 4 times daily compared with the other treatment groups, there was no statistically significant difference between the groups ($p>0.05$). Rectal temperatures were above the normal range in weeks 11 to 12, but there was no statistically significant difference between the groups ($p>0.05$). Fecal pH was below the normal range in weeks 1 to 12, but there were no colic symptoms with any of the treatments and there was no statistically significant difference between the groups ($p>0.05$). When feeding concentrate feed at 2.5% of body weight, it was assumed that trying to feed it several times per day would help to prevent colic; however, there was no difference in weight gain, blood characteristics, and physiological characteristics in accordance with the number of feeding times.

(Key words : Horse, Concentrates, Colic, Fecal pH)

I. 서론

2012년 7월 수립된 말산업 육성법은 말산업을 FTA 시대 농어촌의 새로운 소득원으로 육성하기 위해 수립되었다. 현재 국내 말산업은 경마의 비중이 총 말산업의 80%를 차지하고 있을 만큼 편중되어 있는데 이는 말산업 선진국인 미국에서 경마가 27.5%, 관람 27.7%, 레저 30.6%, 기타 말 관련 산업이 14.2%로 고르게 발전되어 있는 것과는 대조적이다. 국내 말산업의 균형 잡힌 발전을 위해서는 경마 산업 외에 말고기 관련 산업 발전이 동반되어야 한다. 말고기는 고단백, 저지방 육류로 웰빙 식품이 각광받고 있는 현대 소비 계층이 선호할만한 식품이다. Rossier와 Berger(1988)는 말고기가 소고기에 비해 피하지방 비율이 높고 근간 지방과 근육 내 지방 비율이 낮은 것으로 보고했다. 양질의 말고기 생산을 위해서는 농후사료를 더 많이 급여하는 것이 필수적이다. 그러나 다

량의 농후사료를 급여할 경우 산통 유발 등 각종 질병 발생을 일으킬 수 있다. 농후사료 다량 급여에 따른 질병 발생에 관한 연구는 다양하게 진행되어왔다. 말에게 전분을 다량 급여할 경우, 대장 팽창 및 산통을 발생시킬 수 있다고 보고되어 있다(King and Blikslager, 1999). 그리고 말에게 농후사료만 급여하는 것은 대장의 pH를 저하시켜 대사 장애를 일으키고 이는 산통 발생 확률을 높일 수 있다고 보고되고 있다(Bailey et al., 2002). 또한 말에게 소량의 귀리를 급여한 경우 회장에 도달하기 이전에 약 80%가 소화되지만 다량의 귀리를 급여할 때는 회장에 도달하기 이전에 58%가 소화된다고 보고되어 있다(Potter et al., 1992). 이처럼 소장에서 분해되지 않은 전분은 대장에서 발효가 일어나는데 대장에서 발효될 때 소장에서 발효될 때보다 정미에너지가 낮은 것으로 알려져 있다(Potter et al., 1992). 말의 사료 급여 횟수에 대한 선행 연구로는 농후사료를 일일 1회를 주는 것이 말에게 산통의 발생의 가능성을 증가시킬 뿐 아니라 말의 생리적 항상성을 방해

* Corresponding author : Nam Geon Park, National Institute of Animal Science, RDA, Jeju 63242, Korea, Tel: +82-02-450-3728, Fax: +82-064-754-5701, E-mail: parkng@korea.kr

할 수도 있다(Steelman et al., 2006)는 연구 결과가 있다.

이처럼 다량의 농후사료의 빠른 섭취는 말의 영양 상태 및 생산성에 악영향을 미칠 수 있어 농후사료의 급여 횟수 설정은 말의 건강과 생산성 향상을 위해 꼭 필요하다. 말 사양관리, 특히 비육마 사육 시에는 더 많은 양의 농후사료를 급여하기 때문에 질병을 발생시키지 않는 적합한 농후사료의 급여 횟수를 설정하는 것이 필요하다. 따라서 본 연구에서는 제주산마(제주마×더러브렛)의 농후사료 급여 횟수에 따른 체중 변화와 산통 발생을 파악할 수 있는 지표로 알려진 직장 온도, 분 pH 및 피브리노겐 등 체내 생리적 특성과 혈액 수치 변화를 알아보기 위해 수행되었다.

II. 재료 및 방법

1. 시험재료

본 연구에서는 제주산마(제주마×더러브렛, 36개월 내외) 암컷 12두를 공시하여 3개월에 걸쳐 시험을 수행하였다. 시험축의 농후사료 급여에 있어서 일일 2회 급여구는 말 체중의 2.5%를 1/2로 나누어 각각 09:00, 15:00에 급여하였고, 3회 급여구는 말 체중 2.5%의 농후사료를 1/3로 나누어 각각 09:00, 15:00, 18:00에 급여하였다. 4회 급여구는 말 체중 2.5%의 농후사료를 1/4로 나누어 각각 09:00, 11:00, 15:00, 18:00에 급여하였다. 사료 급여량은 매주 체중을 측정 후 시험축 체중의 변화를 반영하여 급여하였다. 물은 자동 급수 시설을 이용하여 급여하였으며 건조(톨페스큐)는 자유 채식시켰다. 시험축은 개별 마방(콘크리트 바닥 마방, 3.5×3.8m) 안에 배치하였다. Table 1은 농후사료 및 조사료의 일반 화학적 조성을 나타내었다.

2. 사료 섭취량 및 체중 변화

사료 섭취량은 일일 사료 급여 후 잔량을 수거하여 조사하였고, 체중 측정은 시험기간 3개월 동안 주 1회로 사료 급여 전 공복 상태에서 난지축산 연구소의 마사저울로 측정하였다.

3. 분 pH 및 직장 온도

분 pH는 시험축의 직장에서 분을 직접 채취하여 50ml 튜브에 담아 그 액을 짜내어 휴대용 pH미터(Horiba, 모델명 D-72G)로 측정하였다. 직장 온도는 휴대용 온도계(MEBBY FLEXP)를 말의 직장에 삽입한 후 측정하였다.

4. 피브리노겐 및 백혈구 수치

피브리노겐 검사는 20ml 주사기를 사용하여 경정맥에서 채혈한 후 항응고제 0.11 mol/L 혹은 3.2% sodium citrate와 검체의 비율이 1:9인 튜브에 담은 후 1,500~2,500g 에서 15분간 원심분리(CLSI guideline H21-A5)하여 혈장(plasma)을 분리하였다. 이후 STA-R MAX 장비를 사용해 Electromagnetic method를 이용하여 측정하였다. 백혈구는 20ml 주사기를 사용하여 경정맥에서 혈액을 채취한 후 EDTA처리된 튜브에 담아 채혈 당일 Exigo BM800(Boule Diagnostics, Spanga, Sweden)를 통해 microhaematocrit method를 이용해 측정하였다.

5. 통계분석

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.

III. 결과 및 고찰

1. 사료 섭취량 및 체중 변화

Table 2는 시험축의 농후사료 섭취량을 나타내었다. 3개월 간 체중의 2.5% 농후사료 급여시 총 섭취량은 2회, 3회, 4회 급여구에서 각각 772.40kg, 772.40kg, 605.70kg이었고 평균 일일 사료 섭취량은 2회, 3회, 4회 급여구에서 9.20kg, 9.20kg, 8.30kg로 유의적인 차이는 없었다($p > 0.05$). 초기 시험축 배치 시 4회 급여구의 체중이 2, 3회 급여구보다 다소 낮게 측정되어 총 사료 섭취량 및 일일 섭취량에서 차이가 나타났으나 유의적인 차이는 없었다($p > 0.05$). 시험축의 건조 섭취량은 (Table

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

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

Item (kg)	Concentrates feeding frequencies			<i>p</i>
	2 times	3 times	4 times	
Total intake	722.40±63.40	722.40±52.70	650.70±65.60	0.52
Daily intake	9.20±0.80	9.20±0.60	8.30±0.80	0.52

Values are mean±S.D.

Table 3. Total and daily intake of forage in Jeju cross-bred horse

Item (kg)	Concentrates feeding frequencies			<i>p</i>
	2 times	3 times	4 times	
Total intake	265.70±52.80	273.20±68.30	273.50±60.40	0.21
Daily intake	3.4±0.67	3.5±0.87	3.5±0.77	0.21

Values are mean±S.D.

Table 4. Changes of body weights in Jeju cross-bred horse fed different frequencies of concentrates

Item (kg)	Concentrates feeding frequencies			<i>p</i>
	2 times	3 times	4 times	
Initial B.W.	348.80±23.10	350.80±22.20	312.00±31.90	0.11
Final B.W.	404.60±23.92	405.20±35.10	375.00±40.90	0.49
Total weight gain	55.80±17.20	54.40±17.50	63.00±9.50	0.66
Daily weight gain	0.69±0.21	0.67±0.21	0.78±0.11	0.66

Values are mean±S.D.

3)에서 총 급여량은 265.70kg, 273.20kg, 273.50kg으로 나타났는데, 이 수치는 건조 급여량 중 일부를 시험축이 깔집으로 이용하거나 유실시키는 경우가 많아 총 급여량의 15%가 유실되고 85%를 섭취했다고 가정할 수치이다. 시험축의 체중 변화 측정 결과(Table 4), 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 375.00kg이었고, 처리구별 일당 증체량은 농후사료 일일 2회, 3회, 4회 급여구에서 각각 0.69kg, 0.67kg, 0.78kg을 나타내어 일일 2, 3회 급여구보다 4회 급여구에서 총 증체량과 일일 증체량이 높은 경향을 나타냈으나 유의적인 차이는 없었다($p>0.05$). Potter et al.(1992)은 다량의 전분사료 섭취 시 소량의 전분사료 섭취보다 소장에서의 소화율이 떨어지고, 소화되지 않은 사료가 대장에서 발효될 때 정미에너지가 낮아진다고 보고한바 있다. 이와 반대로 Hinkle et al.(1983)은 말이 전분을 효율적으로 분해할 수 있어 전분의 섭취량이 증가해도 소화율에 차이를 보이지 않아 한번에 다량의 전분 섭취를 해도 높은 증체 효과로 이어진다고 보고한바 있다. 제주산마에 대한 사료 급여에 대한선행 연구로 Lee et al.(2010)은 제주산마에게 농후사료를 체중의 1% 이내

로 급여하면서 조사료는 무제한 급여하는 것이 산통을 발생시키지 않는 안정적인 사료 급여 방법이라고 제시한바 있다. 또 한 이른 아침보다 정오 이후나 이른 오후에 전분에 대한 인슐린 반응성이 높아 정오 이후나 이른 오후에 농후사료 섭취가 아침에 급여한 것에 비해 에너지나 지방으로 변환시키는 비율이 높다고 보고한바 있다(Ralston, 2002; Gordon and McKeever 2005). 본 연구에서는 관행적인 농후사료 급여량인 체중의 1%보다 높은 양인 체중의 2.5%의 농후사료를 급여했기 때문에 급여 횟수에 따른 변화가 있을 것이라고 가정했지만 급여횟수에 따른 증체량 및 시간별 급여에 따른 차이도 확인할 수 없어 본 실험에서는 농후사료 급여 횟수 증가에 따른 소화 효율 및 생산성의 차이를 확인할 수 없었다.

2. 직장 온도 변화

Fig. 1은 농후사료 급여횟수에 따른 직장 온도 변화를 나타내었다. Stull과 Rodiek(2000)은 직장 온도의 정상 범위가 37.5~38.5℃라고 보고했는데 본 실험에서는 농후사료의 급여횟수에 따른 3개월 동안의 직장 온도에서 유의적인 차이는 없었으나($p>0.05$), 12주차로 진행되면서 정상 수치보다 약간 높아지는 경향을 보였다. Freeman et al.(2012)은 산통 증상으로

시술한 말 113마리 중 85%인 96두의 말의 직장 온도가 38.3℃ 이상으로 증가했었다고 보고하고 있다. 또한 산통의 발생 이유 중 하나인 모래의 섭취로 인해 장이 폐색되어 산통이 발생한 경우 직장 온도가 38.6℃까지 증가했다는 보고가 있었다. 본 실험에서는 모든 처리구에서 11~12주차에 직장 온도가 38.5℃ 이상으로 증가하였으나 산통 증상은 나타나지 않았음을 확인할 수 있었는데 이는 선행 연구에서 설정된 대다수의 말이 더러브렛이었던 것에 반해 본 시험의 시험축이 제주마와 더러브렛의 합성종인 제주산마이기 때문에 품종간의 차이로 높은 직장온도에도 산통 증상이 나타나지 않은 것으로 사료된다. 그리고 시험 12주가 7월이 끼어있었던 관계로 외기온도 상승의 영향에 의해 직장 온도가 상승했을 수도 있다고 생각된다. 또한 12주가 진행되면서 직장 온도가 계속 높아지는 경향을 보여 3개월 이상 비육을 했을 경우에 대한 추가

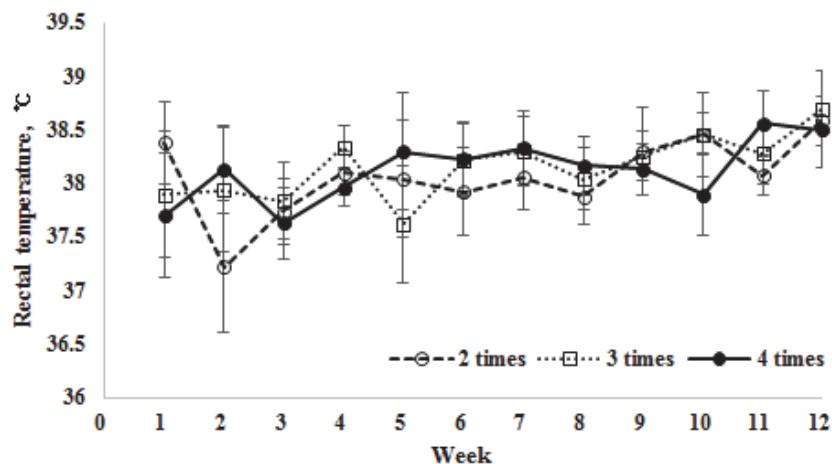


Fig. 1. Changes of rectal temperature in Jeju cross-bred horse fed different frequencies of concentrates.

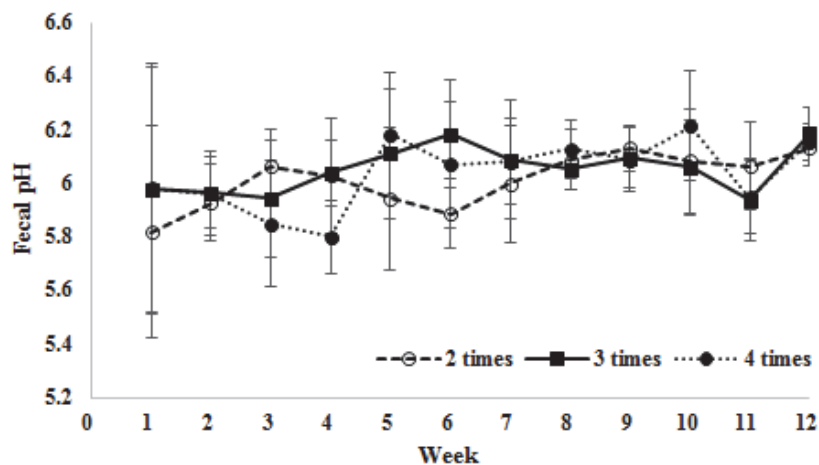


Fig. 2. Changes of fecal-pH in Jeju cross-bred horse fed different frequencies of concentrates.

3. 분 pH 변화

Fig. 2는 농후사료 급여 횟수에 따른 분 pH 변화를 나타내었다. 농후사료 급여 횟수와 관계없이 시험 개시시 분 pH보다 12주차에 모든 처리구에서 분 pH가 높아지는 경향을 보였다. 하지만 농후사료 급여 횟수에 따른 분 pH의 차이는 나타나지 않았다. Hussein et al.(2004)은 마분 내 pH를 통해 대장 대사 상태를 파악할 수 있다고 보고한바 있고, Radicke et al.(1991)은 맹장 내 pH가 6.0보다 낮으면 잠재적인 산성 증상이라고 하여 맹장 내 발효의 안정성에 심각한 위기가 나타나며 산통 증상이 곧 나타날 수 있다고 보고했다. 본 실험에서 3~4 주차까지 모든 처리구에서 분 pH가 6.0보다 작은 수치를 나타냈으나 산통 증상은 나타나지 않았는데 이는 품종에 의한 차이 때문으로 사료된다. 본 실험에서는 농후사료 급여 횟수에 따른 분 pH의 차이는 확인할 수 없었으나 12주차가 되면서 분 pH가 점차 높아지는 것을 통해 분 pH가 모든 처리구에서 안정화 되는 모습을 확인할 수 있어 12주가 되면서 높은 수준의 농후

사료 섭취에 점차 적응하는 것을 확인할 수 있었다.

4. 피브리노겐 수치 변화

시험축의 피브리노겐을 분석한 결과(Fig. 3), 모두 정상 수치 내에 있었으며 12주간 큰 변화의 양상도 보이지 않았다. Juliana et al.(2017)은 말의 피브리노겐 정상수치는 100-400ml/dl라고 보고했으며, Johnstone과 Crane(2000)은 산통 진단을 받은 말 30마리 중 28마리가 피브리노겐 수치가 높거나 수용성 피브린 단위가 높아지는 현상이 나타났다고 보고했다. 이와 반대로 Monreal et al.(2000)은 피브리노겐의 수치가 산통 진단을 받은 말에게 눈에 띄게 감소했다고 보고하였다. 본 실험에서 모든 처리구에서 피브리노겐 수치가 모두 정상 범위 내에 있었고, 외견상 산통의 증가도 나타나지 않아 제주산마에게 농후사료 2.5%를 2-4회에 나눠 급여하는 것이 피브리노겐 수치에 영향을 미치지 않는 것을 확인할 수 있었다.

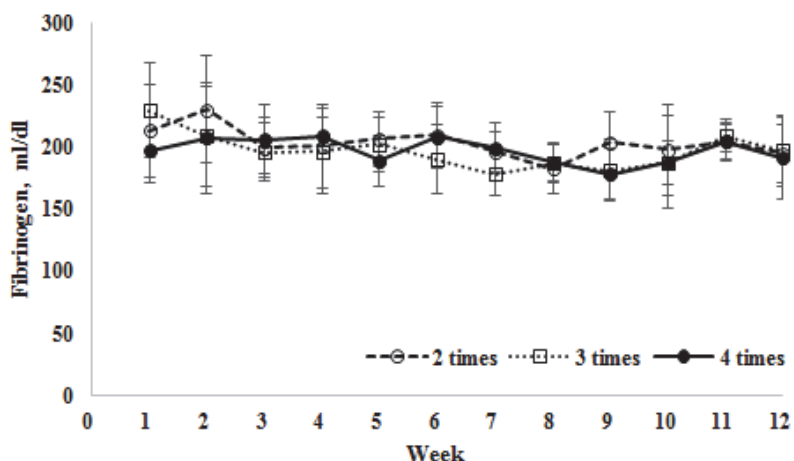


Fig. 3. Changes of fibrinogen in Jeju cross-bred horse fed different frequencies of concentrates.

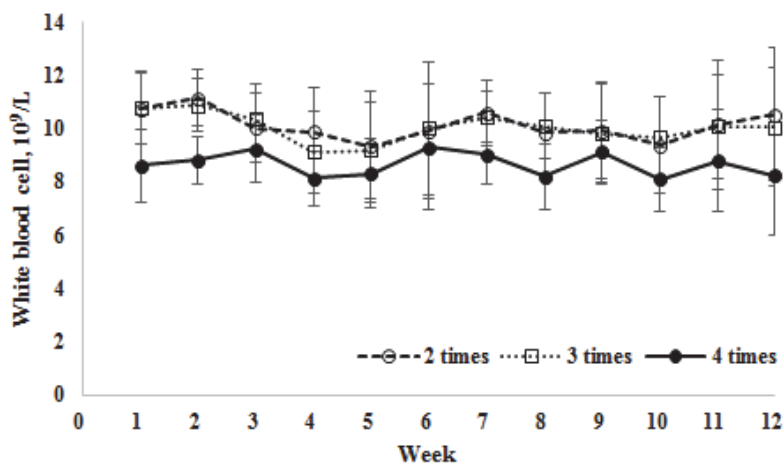


Fig. 4. Changes of white blood cell in Jeju cross-bred horse fed different frequencies of concentrates.

5. 백혈구 수치 변화

시험축의 백혈구를 분석한 결과(Fig. 4), 체중의 2.5% 수준의 농후사료의 급여 횟수에 따른 산통 증상 및 백혈구 성분의 유의적인 차이를 확인할 수 없었다($p>0.05$). Bidwell et al.(2007)은 백혈구의 정상 범위가 7-12 $10^9/L$ 라고 보고했는데, 본 실험의 모든 처리구가 정상 범위 내의 수치를 기록했으며, 4회 급여구가 2,3회 급여구보다 낮은 경향을 보였지만 유의적인 차이는 나타나지 않았다($p>0.05$). Pihl et al.(2015)은 산통에 걸린 말을 원인별, 산통의 지속시간 별로 백혈구 수치를 조사한 결과, 산통이 13-24시간 지속된 경우, 다양한 산통 원인 중 염증성 산통이 일어난 말의 백혈구 수치가 장꼬임에 의해 산통이 일어난 말의 백혈구 수치보다 유의적으로 낮아지는 결과를 보였다고 보고했다. 본 실험에서는 농후사료의 다량 급여에 의해 발생할 수 있는 가스 발생에 의한 산통 발생에 따른 백혈구의 변화량을 조사하기 위해 분석하였으나 처리에 따른 차이는 확인할 수 없었다.

IV. 요약

본 연구는 농후사료의 급여 횟수에 따른 제주산마의 체중 변화 및 산통에 미치는 효과를 구명하기 위하여 수행되었다. 공시축으로 36개월 내외의 제주산마를 공시하였으며, 농후사료를 체중의 2.5%로 2회, 3회, 4회로 급여한 후 체중 변화 및 생리적 변화와 혈액 특성을 조사하였다. 총 증체량은 농후사료 일일 2회 급여구에서 55.80kg, 3회 급여구에서 54.40kg, 4회 급여구에서 63.00kg을 나타내 유의적인 차이는 없었다($p>0.05$). 일당 증체량은 농후사료 일일 2회, 3회, 4회 급여구에서 각각 0.69kg, 0.67kg, 0.78kg을 나타내어 일일 2, 3회 급여구보다 4회 급여구에서 일일 증체량이 높은 경향을 나타냈으나 유의적인 차이는 없었다($p>0.05$). 모든 처리구에서 직장 온도는 정상 범위보다 높은 경향을 보였고, 분 pH는 정상 범위보다 낮았으나 12주차에 모든 처리구에서 6.0보다 높아지는 경향을 보였다. 모든 처리구에서 높은 직장 온도와 낮은 분 pH를 보였지만 산통 증상은 나타나지 않았는데 이는 품종에 따른 차이에 의한 것으로 사료된다. 산통 지표로 알려진 피브리노겐과 질병 발생의 지표로 알려진 백혈구는 정상 범위 내에 있었고 시험 기간 동안 유의적인 차이를 나타내지 않았다($p>0.05$). 결론적으로 제주산마에게 일반적인 농후사료 급여량보다 높은 양인 체중의 2.5%의 농후사료를 급여할 경우, 여러 번에 나누어 주는 것이 산통 발생 방지 및 소화에

도움이 될 것으로 가정했으나 급여 횟수에 따른 증체량, 혈액, 생리적 특성의 차이는 나타나지는 않았다. 결론적으로 제주산마에게 체중의 2.5% 농후사료를 12주간 2회, 3회, 4회 급여하는 것에 따른 생산성 및 산통 발생에 차이가 없어 노동력의 투입을 감안했을 때 2회로 나누어 주는 것이 유리할 것으로 사료된다.

V. 사 사

본 성과물은(논문) 농촌진흥청 연구사업(세부과제명 : 감귤 부산물을 활용한 말용 완전혼합사료(TMR) 제조 및 개발, 세부과제번호 : PJ01190501)의 지원에 의해 이루어진 것임.

VI. REFERENCES

- Bailey, S.R., Rycroft, A. and Elliott, J. 2002. Production of amines in equine cecal contents in an in vitro model of carbohydrate overload. *Journal of Animal Science*. 80:2656-2662.
- Bidwell, L.A., Bramlage, L.R. and Rood, W.A. 2007. Equine perioperative fatalities associated with general anaesthesia at a private practice—a retrospective case series. *Veterinary anaesthesia and analgesia*. 34:23-30.
- Duncan, D.B. 1955. Multiple range and multiple F test. *Biometric*. 11:1-42.
- Freeman, K.D., Southwood, L.L., Lane, J., Lindborg, S. and Aceto, H.W. 2012. Post operative infection, pyrexia and perioperative antimicrobial drug use in surgical colic patients. *Equine veterinary journal*. 44:476-481.
- Gordon, M.E. and McKeever, K.H. 2005. Diurnal variation of ghrelin, leptin, and adiponectin in Standardbred mares. *Journal of Animal Science*. 83:2365-2371.
- Hinkle, D.K., Potter, G.D. and Kreider, J.L. 1983. Starch digestion in different segments of the digestive tract of ponies fed varying levels of corn. *Proceedings of 8th Equine Nutrition Physiology Society Universe of Kentucky Lexington, NY*. pp. 227-230.
- 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. *Journal of Animal Science*. 82:1986-1996.
- Johnstone, I.B. and Crane, S. 1986. Hemostatic abnormalities in equine colic. *American journal of veterinary research*. 47:356-358.
- Juliana, D.M.A., Thiago Yukio, N., Tatiana, Y.M.A., Amanda, P.C.,

- Regina, K.T., Bruna, D.S., Ana, L.G.A., Marcos, J.W., Celso, A.R., Rosangela, G.P., Michel, L.D.C. and Carlos, A.H. 2017. Evaluation of Tenckhoff catheter use and ceftriaxone intraperitoneal administration in horses. *Journal of Equine Veterinary Science*. 53:55-63.
- King, C. and Blikslager, A. 1999. Preventing Colic in Horses. *Paper Horse*. Cary North Carolina. pp. 31-37.
- 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. *Journal of Animal Science and Technology*. 52:111-116.
- Monreal, L., Anglés, A., Espada, Y., Monasterio, J. and Monreal, M. 2000. Hypercoagulation and hypofibrinolysis in horses with colic and DIC. *Equine Veterinary Journal Supplement*. 32:19-25.
- Pihl, T.H., Scheepers, E., Sanz, M., Goddard, A., Page, P., Toft, N. and Jacobsen, S. 2015. Influence of disease process and duration on acute phase proteins in serum and peritoneal fluid of horses with colic. *Journal of veterinary internal medicine*. 29:651-658.
- Potter, G.D., Arnold, F.F., Householder, D.D., Hansen, D.H. and Brown, K.M. 1992. Digestion of starch in the small or large intestine of the equine. *Pferdeheilkunde*. 1:107-111.
- Radicke, S., Kienzle, E. and Meyer, H. 1991. Preileal apparent digestibility of oats and corn starch and consequences for cecal metabolism. *Proceedings of 12th Equine Nutrition and Physiology Symposium*. Calgary Canada. p. 43.
- Ralston, S.L. Insulin and glucose regulation. 2002. *Veterinary Clinics of North America Equine Practice*. 18:295-304.
- Rossier, E. and Berger, C. 1988. Horse meat: great but unknown qualities (a review).
- Steelman, S.M., Michael-Eller, E.M., Gibbs, P.G. and Potter, G.D. 2006. Meal size and feeding frequency influence serum leptin concentration in yearling horses. *Journal of Animal Science*. 84:2391-2398.
- Stull, C.L. and Rodiek, A.V. 2000. Physiological responses of horses to 24 hours of transportation using a commercial van during summer conditions. *Journal of Animal Science*. 78:1458-1466.

(Received : October 18, 2018 | Revised : November 21, 2018 | Accepted : November 21, 2018)