

## 현미 함유 반려견 사료의 영양소 소화율, 분 특성 및 기호성

김경훈<sup>1\*</sup> · 장주송<sup>2</sup> · 오영균<sup>1</sup> · 지상윤<sup>1</sup> · 문상호<sup>3</sup> · 김명화<sup>4</sup>

<sup>1</sup>농촌진흥청 국립축산과학원, <sup>2</sup>CJ 제일제당, <sup>3</sup>건국대학교 축산학과, <sup>4</sup>건국대학교 친환경농산물인증센터

### Nutrient Digestibility, Palatability and Stool Quality of Canine Food Including Brown Rice

Kyoung Hoon Kim<sup>1\*</sup>, Ju Song Chang<sup>2</sup>, Young Kyoon Oh<sup>1</sup>, Sang Yun Ji<sup>1</sup>, Sang Ho Moon<sup>3</sup> and Myeong Hwa Kim<sup>4</sup>

<sup>1</sup>National Institute of Animal Science, RDA, Suwon 441-350, Korea, <sup>2</sup>CJ Cheiljedang Corporation, Seoul 100-749, Korea,

<sup>3</sup>Department of Animal Science, Konkuk University, Chungju 380-701, Korea, <sup>4</sup>Eco-Friendly Agricultural Products Certification Center, Konkuk University, Seoul 143-701, Korea

#### ABSTRACT

In this experiment, two inclusion levels (15 and 30% of diets, as-fed basis) of brown rice (BR) were tested against a control diet with 0% BR (51% wheat flour of diet). Six female Maltese (8-9 months age, initial mean body weight of 2.8±0.3 kg) were assigned to treatments in replicated 3×3 Latin square design. Total tract digestibilities of DM, OM, acid hydrolyzed fat, CP and gross energy by dogs fed experimental diets responded quadratically ( $P < 0.01$  or  $< 0.05$ ) to BR inclusion levels. Similarly, quadratic responses ( $P < 0.001$ ,  $P = 0.015$ ) were observed for digestible energy and metabolizable energy values, respectively. Wet and dry fecal output also exhibited quadratic responses ( $P = 0.006$ ,  $P = 0.014$ , respectively) but no differences were observed between control and BR 30% diets. Linear ( $P = 0.008$ ) effect was observed for fecal score in dogs fed BR, and fecal ammonia concentration increased linearly ( $P = 0.001$ ) in response to increasing BR inclusion levels. It seems that the increase in fecal ammonia concentration may be partially related to the decrease tendency ( $P = 0.07$ ) in short-chain fatty acid concentration. In this experiment, inclusion of BR in dog diet did not result in pronounced changes in the digestibility but in fecal score. Although inclusion of BR in diets showed profound positive effect on fecal score, it is confounded by the high inclusion level of poultry offal meal.

(Key words : Brown rice, Stool quality, Digestibility, Palatability, Canine food)

#### 서 론

현미는 백미와 달리 쌀눈과 쌀겨층이 그대로 남아있고, 쌀눈과 쌀겨층에 함유되어 있는 다량의 polyphenol, flavonoids,  $\gamma$ -oryzanol 등 (Kim 등, 2010)에 대한 기능성 효과가 밝혀지면서 국내 식품분야에서는 현미 연구가 매우 활발히 진행되고 있다. 그러나 반려견의 사료로서 현미에 대한 효과를 알 수 있는 연구 결과는 외국에서도 극히 적다. 현미와 백미가 약 60% 이상 사용된 사료를 돼지에게 급여한 Bird 등 (2000)은 현미 섭취에 의해 대장 내 내용물, VFA 그리고 Ca 흡수량이 증가하였다고 보고하였고, 현미의 기능성 성분의 급여효과에 대한 반려견 연구가 적다는 것을 지적한 Spears 등 (2004)은 beagle 종에게 42일간 미강(rice bran)이 들어있는 사료를 급여한 실험에서 혈중 콜레스테롤과 배설 분 특성 개선 효과를 얻지 못했지만 우수한 기호성 개선효과를 보고하였다.

반려견 사료로서 백미의 급여효과를 연구한 논문은 비교적 많고 (Murray 등, 1999; Twomey 등, 2002; Kempe 등, 2004), 귀리, 옥수수, 밀, 수수, 보리 등과 같은 주요 탄수화물 공급원과 비교해서 영양소 소화율과 배설 분 특성 등의 개선 효과가 우수하다는 것이 밝혀졌기 때문에 미국 등 반려견 문화가 일찍 정착한 국가에서는 반려견 사료원료로 이용되어 왔다. 그러나 우리나라는 쌀과 현미의 높은 가격 그리고 국내산 고가 제품의 시장 진입 성공 불확실성 등으로 아직 현미의 사용량은 적지만, 견주의 관심이 반려견의 건강에 있고, 건강 의료 등의 시장이 확장되고 있는 것을 볼 때 현미와 같은 반려견의 건강을 증진시키는 사료 원료의 지속적인 발굴과 효과 검증을 위한 국내 연구들이 시작되어야 한다.

따라서 본 실험은 현미를 반려견 사료의 탄수화물 공급원으로 사용하였을 때의 영양소 소화율, 에너지가, 배설 분의 특성 그리고 기호성에 미치는 영향을 조사하기 위해 실시하였다.

\* Corresponding author : Kyoung Hoon Kim, National Institute of Animal Science, RDA, Suwon 441-350, Korea. Tel: 031-290-1698, Fax: 031-290-1660, E-mail: kh665@korea.kr

## 재료 및 방법

본 실험에 공시된 암컷 말티즈 (Maltese) 강아지 (8~9개월령, 시험개시 평균체중  $2.8 \pm 0.3$  kg) 6마리는 국립축산과학원의 반려동물 영양 연구실에서 동물 보호법 및 축산원 동물실험윤리위원회에서 검토 후 승인된 동물실험 방법을 준수하여 관리되었다. 공시건의 일상 생활은 오전, 오후 2회의 사료섭취시간(약 30분)만 대사 케이지 (70×60×60cm)에서 개체별 수용되었고, 오전 사료섭취 이후부터 저녁 사료섭취 전까지 4~5시간은 운동장에서 생활, 저녁 식사 후에는 온 습도 조절이 가능하고, 음수를 자유로이 할 수 있는 실내의 각 방 (185×216 cm)에서 3~4마리씩 휴식을 취하였다.

실험사료는 국내에서 개 사료에 사용되는 소맥분 (등의밀가루와 말분 혼합)이 51% 들어간 대조구 사료 (Control)와 현미 (Brown rice)로 소맥분을 각각 15%와 30% 대체한 사료 (Table 1)를 준비하였으며 반복 3×3 라틴방각법 (동물 6개체, 사료 3종 및 3기간)에 따라 실험을 수행하였다 (Kim과 Stein, 2009). 모든 실험사료는 extruded pellet (EP) 형태로 급여하였으며, 분 성상과 기호성에 대한 현미의 대체 효과만을 보기 위하여 beet pulp뿐 아니라 분 성상 및 기호성 개선을 위한 첨가제는 사용하지 않았다. 각 period는 7일간의 사료적용 기간과 4일간의 시료채취 기간으로 구성되었으며, 1일 사료급여량은 각 period 시작 전날 측정된 개체별 체중의 3.1%로 하였으며, 1일 2회 (09:00, 16:00) 균등 분할 급여하였다. 사료적용 기간에는 개체별 사료섭취를 위한 약 30분의 대사케이지 체류시간과 운동장에서의 1일 2시간 (13:00~15:00)의 운동시간을 제외한 모든 시간을 견방에서 그리고 시료 채취기간은 대사케이지에서 24시간 생활하도록 하였다.

개체별 생분 배설량 (wet fecal output)은 1일 단위로 측정하였고, 건조 분량 (dry fecal output)은 시료 채취 4일간의 분을 전량 모아서 60°C 송풍건조기에서 48시간 동안 건조하여 구하였다. 이 기간 동안 매일 오전 사료급여 후부터 30분 이내에 배설된 신선한 분을 2~3회 채취하여 분의 성상 점수 (Fecal score)를 판정 기록하였다. 그 중 2g의 시료는 ammonia 분석을 위해 6N HCl 6 ml을 넣어 보관하였고, 또 다른 5g은 volatile fatty acid (VFA) 분석을 위해서 25% meta-phosphoric acid 15 ml과 증류수 5 ml을 넣어 교반 혼합 하여 보관하였다 (Propst 등, 2003). 분의 성상은 score 1 (단단한 성상)에서 5 (설사 성상)까지의 5단계로 0.5점 단위로 세분하여 평가 기록하였다 (Propst 등, 2003). Ammonia 농도는 Chaney와 Marbach (1962)의 방법에 따라 double Beam UV/VIS spectrophotometer (BIO-TEK KONTRON, Milano, Italy)를 이용하여 측정하였고, VFA 농도는 Erwin 등 (1961)의 방법에 따라 gas chromatography (CP-3800 VARIAN, CA, USA)를 이용하여 분석하였다.

바다에 잔류한 오줌은 관찰 즉시 물로 씻으면서 6M H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> 5 ml을 넣어 놓은 시료 병을 이용하여 4일간 매일 채취하여 혼합하였다. 사료와 분·뇨의 일반성분은 AOAC (1990)법에 의하여 분석하였고 gross energy 함량은 bomb calorimeter (CA-3; Shimadzu,

Kyoto, Japan), 지방은 산분해 방법에 의하여 분석하였다 (AOAC, 1990). 기호성 평가에는 말티즈 암컷 8마리 (8~9개월령)를 공시하였다. 아침 사료로는 매일 시판사료를 70 g을 급여하고, 오후에 1차평가(현미 0% vs. 현미 15%) 4일 그리고 2차평가(현미 0% vs. 현미 30%) 4일 총 8일간 실시하였다. 평가사료는 2개의 bowl에 각각 70 g (총 140 g) 넣어 매일 위치를 바꾸어 급여하는 two-pan 평가방법 (Spears, 2004)을 사용하였다.

Table 1. Ingredient and chemical composition of diets fed to dogs

	Brown rice inclusion, %		
	0	15	30
Ingredient composition, % as-fed basis			
Wheat flour	50.9	33.7	16.6
Brown rice	—	15.0	30.0
Soybean meal	10.0	10.0	10.0
Meat meal	10.0	10.0	10.0
Poultry offal meal	14.3	16.7	19.2
Tallow	9.2	9.1	9.1
Others	5.6	5.5	5.1
Chemical composition			
Dry matter, %	94.8	94.1	93.9
Organic matter, % DM	91.5	91.0	91.6
Crude protein, % DM	31.6	33.7	32.4
Crude fiber, % DM	3.9	3.2	3.7
Acid hydrolyzed fat, % DM	20.0	18.6	20.3
Gross energy, kcal/g	5.24	5.17	5.35

통계분석은 SAS (Version 9.1, 2002)의 MIXED procedure를 이용하였으며 (SAS Inst. Inc., Cary, NC, USA), 고정변이로는 사료처리, 임의변수로는 동물 및 기간이 포함되었다. 직교다항대비 (orthogonal polynomial contrast)를 이용해서 처리수준에 따른 linear 및 quadratic effect를 조사하였다. 실험단위는 각 동물 개체로 하였으며, 통계적 유의성은 alpha값 0.05에서 결정하였다. 기호성 평가 결과는 T-test (현미 0% vs. 현미 15%; 현미 0% vs. 현미 30%)를 이용하였다.

## 결과 및 고찰

조단백질과 산분해 지방 섭취량은 quadratic 효과 (P<0.001, P=0.016)를 보였다 (Table 2). 현미의 조단백질 함유율은 소맥분의 절반 정도 (7% vs 16%; NLRI, 2002)이기 때문에 가금부산물 비율을 증가시켜 시험사료 간의 조단백질 함량을 같도록 하였으나, 분석결과는 현미 15%구가 다른 처리구 보다 1~2% 높게 나타났다. 이와 같은 이유로 현미 15%구의 조단백질과 산분해 지방 섭취량이 가장 높게 나타났다. 사료 조성분 함량 차이는 모든 영양소 소화율에도 영향을 주어 현미 15%구가 가장 높거나 혹은 가장 낮

Table 2. Effects of brown rice levels on nutrient intake and digestibility

Items	Brown rice level, %			SEM <sup>1)</sup>	P value	
	0	15	30		Linear	Quadratic
Intake, g/d						
Dry matter	81.8	81.7	80.6	5.60	0.527	0.753
Organic matter	74.8	74.3	73.8	5.13	0.544	0.989
Crude protein	25.0	27.5	24.4	1.72	0.305	<0.001
Acid hydrolyzed fat	16.3	15.2	16.1	1.10	0.609	0.016
Digestibility, %						
Dry matter	79.6	76.5	79.9	1.31	0.788	0.016
Organic matter	84.2	82.2	85.6	1.04	0.183	0.010
Crude protein	83.6	79.4	80.7	1.14	0.021	0.013
Acid hydrolyzed fat	92.2	90.9	92.4	0.58	0.814	0.045
Gross energy	84.4	82.0	85.8	1.04	0.150	0.004

<sup>1)</sup> Standard error of means.

아지는 **quadratic** 효과가 나타났고, 대조구와 현미 30%구간의 영양소 소화율은 차이가 없었다. 주요 탄수화물원인 곡류를 각각 30%씩 사용한 개 사료의 소화율을 조사한 **Kempe 등 (2004)**의 실험에서 백미의 건물, 유기물, 산가수분해 지방 그리고 에너지 소화율이 귀리, 보리, 밀, 옥수수 등보다 높았다. 이들 실험의 각 사료 전장소화율은 건물 75~82%, 유기물 82~88%, 조단백질 75~81%, 산가수분해 지방 92~94%, 에너지 82~88% 범위였고, 본 실험의 결과를 비교해 보면 모든 처리구가 대체로 평균 이하의 값을 보였다. **Twomey 등 (2002)**의 실험에서도 백미의 단백질, 지방, 에너지 소화율은 옥수수과 수수보다 높았다. 그러나 여러 종류의 곡류가 각각 44~52% 범위로 더 많이 들어간 개 사료의 영양소 전장소화율에서는 백미의 효과가 크지 않았다(**Murray 등, 1999**). 백미는 다른 곡류와 비교해서 사료가치가 높다는 것을 알 수 있지만, 백미는 현미의 쌀눈과 쌀겨를 제거한 것이기 때문에 지방(불포화지방산), 단백질, 미네랄, 비타민, 식이섬유 등 다양한 영양소도 함께 손실(**Saunders, 1990**)되어 현미와 비교하면 사료가치가 낮을 수

있다. 본 실험에서 사용된 현미는 백미와 조단백질 함량 차이는 크지 않지만, 쌀눈과 쌀겨가 그대로 남아있기 때문에 조지방(1.9 vs. 0.3%), 조섬유(3.9 vs. 1.7%) 함량에서 큰 차이가 있으며(**Lee 등, 2010**), 면양을 이용한 실험에서 현미의 조단백질과 조지방 소화율이 백미보다 높은 것으로 확인되었다(**Cha 등, 1998**).

사료의 가소화에너지(DE) 함량은 처리간 linear 또는 quadratic 효과가 있었지만, **Gross energy**, DE 및 대사에너지(ME) 섭취량(**Table 3**)은 처리간 차이가 없었다. 사료의 ME 함량(kcal/kg DM)은 3,800~4,100 범위에 있었고 NRC (2006)에 요약되어 있는 건식 유통사료의 ME 함량 3,000~4,500의 중간 값 보다 약간 상회하는 수준이었다. 본 실험에 사용된 말티즈는 본 실험 전에는 잔량이 남도록 사료를 급여하였고, 본 실험 직전 한달 간은 200 g 그리고 그 전 한달 동안은 400 g이 각각 증체하였다. 그러나 본 실험기간 동안은 1일 대사체중당(kg<sup>0.75</sup>) 139~150 kcal의 에너지를 섭취하면서 평균 약 150g의 증체량을 보였다.

생분 및 건조 분량에서도 현미 15%구가 가장 높게 나타나는

Table 3. Observed energy values of dog foods containing brown rice

Items	Brown rice level, %			SEM <sup>1)</sup>	P value	
	0	15	30		Linear	Quadratic
Energy intake, kcal/d	429	422	431	29.7	0.821	0.383
Fecal energy, kcal/d	66.5	75.3	60.6	4.10	0.201	0.013
Urinary energy, kcal/d	31.4	35.0	34.2	3.15	0.542	0.583
DE, kcal/d	354	334	348	27.6	0.658	0.212
kcal/kg DM	4,426	4,236	4,583	54.6	0.010	<0.001
ME, kcal/d	324	301	312	25.6	0.457	0.236
kcal/kg DM	4,017	3,821	4,099	64.3	0.317	0.015

<sup>1)</sup> Standard error of means.

quadratic 반응을 보였고, 분 성장 score는 2.7에서 2.3으로 linear ( $P=0.008$ )하게 낮아졌으나, 처리구 모두 비교적 양호한 분 score 범위를 보였다 (Table 4) 백미를 포함한 곡류들을 각각 약 30% 혼합한 사료들을 비교한 Kempe 등 (2004)의 실험에서는 백미의 생분 배설량이 밀보다 감소하였지만, 분 성장 score는 본 실험과 같이 백미 사료와 밀 사료가 차이 없이 가장 이상적인 score인 2.5로 나타났다. 곡류 혼합량을 44~52%로 높은 Murray 등 (1999)의 실험에서는 백미와 밀간의 생분량 및 분 성장 score (2.6) 차이가 없었다. 이들은 50% 정도의 곡류 혼합비율이 분 배설량에 부정적인 영향을 줄 수 있다고 하였고, NRC (2006)에서도 부정적 영향이 없는 탄수화물 원들의 사용 상한 (safe upper limit; SUL)을 제시 (cooked rice flour, 44%; cooked 소맥분 49%)하고 있다. 부정적 영향으로는 높은 분 score, 분의 수분함량 증가에 의한 설사 발생, 배변 회수의 증가, 현저한 영양소 소화율의 감소, 기호성 저하 등을 들고 있다.

악취 성분의 하나이면서 대장에서 암 세포의 성장을 촉진하기 때문에 그 농도가 낮은 것이 바람직한 분 암모니아 농도도 현미 대체

율이 증가하면서 linear ( $P=0.001$ )한 증가를 보였다 (Table 5). 암모니아는 결장 (colon)에서 박테리아에 의한 urea의 가수분해와 소장에서 소화 흡수되지 않은 아미노산, 펩타이드, 단백질이 대장에서 박테리아에 의해 탈아미노화 되면서 생산되지만 대부분 장에서 빨리 흡수되거나 미생물단백질 합성에 이용되기 때문에 분에서는 적은 양만 검출된다. Lupton과 Marchant (1989)는 쥐를 이용한 실험에서 대장 내 암모니아 농도는 섬유소 종류와 단백질 수준에 의해 영향을 받는다는 것을 밝혔다. 즉, 사료 단백질 함량이 높으면 암모니아 등 악취 성분이 증가하지만, 사료 탄수화물 중 대장 내에서 발효되는 탄수화물 함량이 높으면 결장 내 박테리아는 질소를 효과적으로 이용하기 때문에 박테리아 양이 증가하고 그 결과 분 암모니아는 감소하는 것이다. 현미구에서 분 암모니아 농도가 높았던 원인의 하나로 현미구의 가금부산물 비율 증가 (Table 1)를 생각해 볼 수 있다. 또한 본 실험사료에는 beet pulp와 같은 섬유소원을 첨가하지 않았기 때문에 현미 급여에 의해 대장으로 유입되는 발효성 탄수화물이 적었고, 대장 미생물 합성에 이용된 암모니아량이 적었을 것이라는 추론도 가능하다. 현미 급여구의 발효성

Table 4. Effects of brown rice levels on fecal characteristics

Items	Brown rice level, %			SEM <sup>1)</sup>	P value	
	0	15	30		Linear	Quadratic
Wet fecal output, g/d	49.2	54.2	40.5	3.38	0.018	0.006
Dry fecal output, g/d	16.7	19.1	15.9	1.10	0.480	0.014
Fecal score <sup>2)</sup>	2.75	2.47	2.33	0.121	0.008	0.509

<sup>1)</sup> Standard error of means.

<sup>2)</sup> Fecal samples were scored according to the following system; 1 = hard, dry pellet-small hard mass; 2 = hard, formed dry stool-remains firm and soft; 3 = soft, formed moist-softer stool that retains shape; 4 = soft, unformed stool-assumes shape of container, pudding-like; 5 = watery, liquid that can be poured.

Table 5. Effects of brown rice levels on fecal ammonia and VFA

Items	Brown rice level, %			SEM <sup>1)</sup>	P value	
	0	15	30		Linear	Quadratic
Ammonia, mg/g DM	3.9	5.5	6.1	0.42	0.001	0.220
Total VFA, mmol/g DM	231	205	192	15.8	0.082	0.691
Short-chain fatty acid (SCFA)						
Acetate	140	118	115	9.6	0.046	0.372
Propionate	74	69	54	6.3	0.035	0.556
Butyrate	13	12	17	1.5	0.026	0.053
Total SCFA	227	199	186	15.6	0.070	0.669
Branched-chain fatty acid (BCFA)						
Isobutyrate	1.06	1.88	1.73	0.405	0.225	0.307
Isovalrate	2.98	3.62	4.18	0.461	0.083	0.949
Total BCFA	4.03	5.50	5.91	0.818	0.121	0.603

<sup>1)</sup> Standard error of means.

Table 6. Effects of brown rice levels on palatabilities in test 1 and 2

Item	Brown rice level, %			SEM <sup>1)</sup>	P-value
	0	15	30		
Palatability test 1 (0 vs 15)					
Amount consumed, g/d	15.9	35.6	—	9.69	0.063
Intake Ratio	28.5	71.5	—	17.38	0.027
Palatability test 2 (0 vs 30)					
Amount consumed, g/d	14.5	—	37.4	8.11	0.015
Intake Ratio	30.3	—	69.7	11.36	0.004

<sup>1)</sup> Standard error of means.

탄수화물의 부족했을 가능성은 분의 Short chain fatty acid (SCFA) 농도가 linear하게 감소하는 경향(P=0.07)에서도 찾아볼 수 있다. 현미는 본 실험에서 사용된 소맥분보다 섬유소 함량(3.8 vs 1.3% DM)이 적다(NLRI, 2002).

Acetic, propionic 그리고 butyric acids와 같은 SCFA는 주로 결장에서 일어나는 탄수화물의 미생물 발효에 의해 생성되고, 장관 상피세포의 분화(Sakata, 1987), 대사활동 증가 등에 영향을 주는 중요한 역할을 한다. 생산된 SCFA의 80~90%는 결장에서 흡수되고, 나머지가 분에 섞여 배설(Ruppin 등, 1980)되기 때문에, 분 사료의 SCFA 농도는 생물체의 생리적 또는 영양적 해석의 biomarker로 사용되어 왔다. Iso-butyric, iso-valeric acid와 같은 Branched chain fatty acids(BCFA)는 단백질 분해, 특히 branched amino acids의 발효에서 생성되고, BCFA의 증가는 탄수화물이 부족했을 때 주로 관찰된다(Ayesh 등, 1999). 본 실험에서 현미구의 BCFA 증가경향(P=0.1)도 암모니아 증가, SCFA의 감소와 관계가 있는 것으로 생각된다.

국내에서 개 사료에 사용되고 있는 소맥분을 현미로 15%, 30% 대체한 본 실험에서는 사료의 영양소 및 에너지 소화율 그리고 분 배설량과 분 score의 개선 효과가 확인되지 않았지만 기호성 실험에서 현미 15%와 30% 사료를 대조구 사료보다 현저히 많은 각각 2.5배, 2.3배 더 섭취하였다(Table 6). 그러나 소맥분을 현미로 15%, 30% 대체하면서 가금부산물 혼합비율도 대조구보다 4% 증가하였기 때문에 기호성 증가가 현미의 효과라고 기술하기는 어려워 보인다.

## 요 약

본 연구는 반려견 사료 내 주요 탄수화물원인 밀가루(원물기준 약 51%)를 현미로 15%, 30% 대체 급여하였을 때, 사료 영양소 소화율, 배설분 특성, 기호성 변화를 조사하기 위하여 말티즈(Maltese) 강아지(8~9개월령, 시험개시 평균체중  $2.8 \pm 0.3$  kg) 6마리는 이용 반복 3×3 라틴방각법에 따라 실험을 수행하였다. 모든 영양소 소화율에서 현미 15%구가 가장 높거나 혹은 가장 낮은 quadratic 효과가 나타났다. 대조구와 현미 30% 구간에는 차이가

없었다. 사료의 DE 및 ME 농도(kcal/kg DM)도 quadratic 반응(P<0.001, P=0.015)을 보였다. 생분 및 건물 분 배설량에서도 현미 15%구가 가장 높게 나타나는 quadratic (P=0.006, P=0.014) 반응을 보였고, 분 score는 2.7에서 2.3으로 linear (P=0.008)하게 낮아졌다. 현미구 대체율이 증가하면서 분 암모니아 농도는 linear (P=0.001)한 증가를 보였으며, short-chain fatty acid 농도는 linear (P=0.07) 감소 경향을 보였다. 본 실험에서의 현미 급여 효과는 배설 분 score에서만 확인되었고, 현미구의 현저한 기호성 증진 결과에 대해서는 현미 효과인지 가금부산물 함량 증가 효과인지 추가 실험이 필요할 것으로 생각된다.

(주제어: 현미, 분 특성, 소화율, 기호성, 반려견 사료)

## 인 용 문 헌

- A.O.A.C. 1990. Official Methods of Analysis. 15th ed. Association of Official Analytical Chemists. Washington, D. C.
- Ayesh, R., Weststrate, J. A., Drewitt, P. N. and Hepburn, P. A. 1999. Safety evaluation of phytosterol esters. Part 5. Faecal short-chain fatty acid and microflora content, faecal bacterial enzyme activity and serum female sex hormones in healthy normolipidaemic volunteers consuming a controlled diet either with or without a phytosterol ester-enriched margarine. Food and chemical Toxicology. 37:1127-1138.
- Bird, A. R., Hayakawa, T., Marsono, Y., Gooden, J. M., Record, I. R., Correll, R. L. and Topping, D. L. 2000. Coarse brown rice increases fecal and large bowel short-chain fatty acid and starch but lowers calcium in the large bowel of pigs. J. Nutr. 130:1780-1787.
- Cha, Y. H., Kim, H. H., Park, J. C. and Chung, W. T. 1998. Study on the digestible nutrient of paddy rice, brown rice and polished rice in sheep. RDA. J. Livestock Sci.. 40:114-117.
- Chaney, A. L. and Marbach, E. P. 1962. Modification reagents for determination of urea and ammonia. Clinical Chemistry 8:130-132.

- Erwin, E. S., Marco, D. J. and Emery, E. M. 1961. Volatile fatty acid analysis of blood and rumen fluid by gas chromatography. *Journal of Dairy Science* 44:1768-1770.
- Kempe, R., Saastamoinen, M. and Hyyppa, S. 2004. Composition, digestibility and nutritive value of cereals for dogs. *Agricultural and Food Science*. 13:5-17.
- Kim, B. G. and Stein, H. H. 2009. A spreadsheet program for making a balanced Latin square design. *Rev. Colomb. Cienc. Pecu.* 22: 591-596.
- Kim, D. J., Oh, S. K., Yoon, M. R., Chun, A. R., Hong, H. C., Lee, J. S. and Kim, Y. K. 2010. Antioxidant compounds and antioxidant activities of the 70% ethanol extracts from brown and milled rice by cultivar. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 39:467-473.
- Lee, M. K., Park, J. S. and Na, H. S. 2010. Physicochemical properties of *Olbyossal* (parboiled rice). *Korean J. Food Preserv.* 17:208-213.
- Lupton, J. R. and Marchant, L. A. 1989. Independent effects of fiber and protein on colonic luminal ammonia concentration. *J. Nutr.* 119: 235-241.
- Murray, S. M., Fahey, G. C., Jr., Merchen, N. R., sunvold, G. D. and Reinhart, G. A. 1999. Evaluation of selected high starch flours as ingredients in canine diets. *J. Anim. Sci.* 77:2180-2186.
- NLRI, 2002. Standard tables of feed composition. Rural Development Administration. Suwon.
- NRC. 2006. Nutrient requirements of dogs and cats. National Academy Press. Washington, DC.
- Propst, E. L., Flickinger, E. A., Bauer L. L., Merchen, N. R. and Fahey, G. C., Jr. 2003. A dose-response experiment evaluating the effects of oligofructose and inulin on nutrient digestibility, stool quality, and fecal protein catabolites in healthy adult dogs. *J. Anim. Sci.* 81:3057-3066.
- Ruppin, H., Bar-Meir, S., Soergel, K. H., Wood. C. M. and Schmitt, M. G. Jr., 1980. Absorption of short-chain fatty acids by the colon. *Gastroenterology*. 78:1500-1507.
- Sakata, T. 1987. Stimulatory effect of short-chain fatty acids on epithelial cell proliferation in the rat intestine: a possible explanation for trophic effects of fermentable fiber, gut microbes and luminal trophic factors. *Br. J. Nutr.* 58:95-103.
- Saunders, R. M. 1990. The properties of rice bran as a feedstuff. *Cereal Foods World*. 35: 632-636.
- Spears, J. K., Grieshop, C. M. and Fahey, G.C. Jr. 2004. Evaluation of stabilized rice bran as an ingredient in dry extruded dog diets. *J. Anim. Sci.* 82:1122-1135.
- Statistical Analysis System (SAS). 2002. User's Guide: Statistics, Version 9.1 edn. 2002. SAS Institute, Inc., Cary, NC.
- Twomey, L. N., Pethic, D. W., Rowe, J. B., Choct, M., Pluske, J. R., Brown, W. and Laviste, M. C. 2002. The use of sorghum and corn as alternatives to rice in dog foods. *J. Nutr.* 132: 1704S-1705S.

(Received Jul. 15, 2011; Revised Oct. 5, 2011; Accepted Oct. 15, 2011)