

Miniature Poodle에 있어서 현미 함유사료의 영양소 소화율 및 배설 분 특성

홍경희¹ · 오영균¹ · 이상락² · 소경민¹ · 문상호³ · 박창석¹ · 이경원¹ · 김경훈^{1*}

¹농촌진흥청 국립축산과학원, ²건국대학교 동물자원과학과, ³건국대학교 식품생명과학부

Nutrient Digestibilities and Fecal Characteristics of Diets Including Brown Rice for Miniature Poodle

Kyung-Hee Hong¹, Young Kyoon Oh¹, Sang-Rak Lee², Kyoung-Min So¹, Sang Ho Moon³, Chang-Seok Park¹,
Kyung-won Lee¹ and Kyoung Hoon Kim^{1*}

¹National Institute of Animal Science, RDA, Suwon 441-350, Korea, ²School of Food Bio Science, Konkuk University, Chungju 380-701, Korea, ³Department of Animal Science & Environment, 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 Miniature Poodles (8~9 months age, initial mean body weight of 3.5 kg) were assigned to treatments in replicated 3×3 Latin square design. Total tract digestibilities of DM, OM, CP, acid hydrolyzed fat and gross energy increased linearly ($P<0.05$), and observed digestible energy and metabolizable energy values also increased linearly ($P<0.001$ and $P=0.007$, respectively) with increasing BR inclusion levels. Wet and dry fecal output decreased linearly ($P=0.001$) with increasing BR inclusion levels in the diets. Linear ($P<0.05$) effects was observed in fecal score for dogs fed BR and fecal ammonia concentration increased linearly ($P<0.05$) in response to increasing BR inclusion level. It seems that the increase in fecal ammonia concentration may be partially related to the decrease in short-chain fatty acid concentration ($P<0.01$). This study clearly demonstrates that BR improves nutrients digestibility and fecal characteristics of dog.

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

서 론

외국의 반려견 건식 사료는 대체로 30~60% 정도의 탄수화물을 함유하고 있고, 주요 탄수화물 원료로는 쌀, 옥수수, 밀, 보리, 귀리 등이 이용되고 있지만(Kempe 등, 2004) 국내에서는 비교적 저가의 등외품 밀가루나 말분 등이 탄수화물 원료로 이용되는 제품이 많다. 서울, 경기, 충청권 소비자 640명을 대상으로 자체 조사한 설문에 의하면, 국산사료의 개선점으로 원료의 품질과 위생안전성에 각각 29%와 20%가 응답하였고, 사료구입의 기준으로 기호성과 사료원료에 25%와 16%가 답하였다. 외국과는 달리 우리나라 반려견의 대부분은 소형견이며, 대형견과 비교하여 영양소 소화율이 낮고, 분의 수분함량이 낮은 특징(Weber 등, 2003) 등을 고려하여 상대적으로 품질과 가격이 높은 탄수화물 원료에 대한 영양소 소화율과 기호성, 분 특성에 대한 국내 연구가 필요하다.

국내에서 Kim 등(2011a, b)은 소맥분(등외밀가루와 말분 혼합) 51%를 현미(Brown rice)로 15%와 30% 대체한 extruded pellet 사료를 제조하여 Miniature Schnauzer와 Maltese에게 급여한 실험

결과를 처음 보고하였고 현미 대체에 의해 영양소 소화율과 배설 분 성상이 개선되었다고 하였다. 현미는 백미와 달리 쌀눈과 쌀겨층이 그대로 남아있고, 쌀눈과 쌀겨층에 함유되어 있는 다량의 polyphenol, flavonoids, γ -oryzanol 등(Kim 등, 2010)에 대한 기능성 효과가 밝혀지면서 국내 식품분야에서는 현미 연구가 매우 활발히 진행되고 있다. 따라서 국내산 사료의 시장 점유 확대를 위해서는 현미와 같은 고품질의 탄수화물과 반려견의 건강 증진 연관성에 대한 지속적인 연구가 필요하기 때문에 본 연구에서는 국내 대표적인 소형견인 Miniature Poodle 공시하여 현미를 함유한 사료의 영양소 소화율과 분 특성에 미치는 효과에 대해 조사하였다.

재료 및 방법

본 실험에 공시된 암컷 푸들(Miniature poodle) 강아지(8~9개월령, 시험개시 평균체중 3.5 ± 0.5 kg, 종료체중 3.7 ± 0.2 kg) 6마리는 국립축산과학원의 반려동물영양 연구실에서 동물 보호법 및 국립축산과학원 동물실험윤리위원회에서 승인된 동물실험 방법을

* 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

준수하여 본 실험 33일간 관리되었다. 공시건은 음수를 자유롭게 할 수 있고, 온습도 조절과 바닥 난방이 가능한 실내의 각 방 (185×216 cm)에서 3~4마리씩 생활하였고, 오전 사료섭취 이후부터 저녁 사료 섭취 이전까지 4~5시간 공시건 전용 운동장에서 자유로운 시간을 보내도록 하였다.

실험처리는 국내에서 개 사료에 사용되는 소맥분 (등외밀가루와 말분 혼합)이 51% 함유된 대조구 사료 (Control)와 소맥분을 현미 (Brown rice)로 15%, 30% 대체한 2개 처리구 (Table 1)로 하였다. 모든 시험사료는 extruded pellet (EP) 형태로 급여하였으며, 분 성장과 기호성에 대한 현미의 대체 효과만을 보기 위하여 beet pulp와 기타 분 성장 및 기호성 개선 목적의 첨가제는 사용하지 않았다. 실험설계는 replicate 3×3 balanced Latin square design (Kim과 Stein, 2009)으로 총 11일의 각 period는 적응 7일, 샘플 채취 4일로 구성하였다. 1일 사료 급여량은 각 period가 시작되기 전 측정된 각 체중의 3.1% (예비 실험을 통해 결정)로 하였으며, 1일 2회 (09:00, 16:00) 균등 균할 급여하였다. 사료를 먹는 대사케이지는 70×60×60 cm이고, 적응기에는 사료를 먹는 시간에만 대사 케이지에 체류하였고, 샘플 채취기에는 24시간 대사케이지에서 생활하였다.

개체 별 생분 배설량 (wet fecal output)은 1일 단위로 측정하였고, 건조 분량 (dry fecal output)은 샘플채취 4일간의 분을 전량 모아서 60℃ 건조기에서 48시간 이내 건조시켰다. 샘플 채취기 동안 매일 오전 사료급여 후부터 배설된 신선한 분 만을 2~3회 채취하여 분 성장 점수 (fecal score)를 평가하였다. 분 성장 평가가 끝난 분의 2g을 ammonia 분석을 위해 6N HCl 6ml을 넣고 혼합하여 보관하였고, 5g은 volatile fatty acid (VFA) 분석을 위해 25% meta-phosphoric acid 15 ml과 증류수 5 ml을 넣고 혼합하여 분석하기 전까지 냉동 보관하였다 (Propst 등, 2003). 분 성상은

단단한 분을 score 1, 묽은 변 (설사)을 5로 하는 0.5점 단위의 점수를 기록하였다 (Propst 등, 2003). Ammonia 농도는 Chaney와 Marbach (1962)의 방법에 따라 double Beam UV/VIS spectrophotometer (BIO-TEC KONTRON, Milano, Italy)를 이용하여 측정하였고, VFA 농도는 Erwin 등 (1961)의 방법에 따라 gas chromatography (CP-3800; VARIAN, CA, USA)를 이용하여 분석하였다.

바닥에 잔류한 오줌은 관찰 즉시 최소한의 물을 이용하여 씻으면서 6M H₃PO₄ 5 ml을 넣어둔 병에 4일 동안 채취한 뒤, 채취한 뇨를 혼합하였다. 사료와 분·뇨의 일반성분은 AOAC (1990)법에 의하여 분석하였고 gross energy (GE)의 함량은 bomb calorimeter (CA-3; Shimadzu, Kyoto, Japan), 지방은 산분해 방법에 의하여 분석하였다 (AOAC, 1990).

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. 시험단위는 각 동물 개체로 하였으며, 통계적 유의수준은 0.05에서 결정하였다.

결과 및 고찰

Miniature poodle 6두는 시험기간 사료 (3.1% BW)를 전량 섭취하였지만, 조단백질과 산분해지방의 섭취량은 quadratic한 효과를 보였다 (Table 2). 현미 (Brown rice)의 조단백질 함량 (7%)은 밀 (wheat flour)의 조단백질 함량 (16%) 보다 낮기 때문에 (NLRI, 2002) 조단백질 함량을 동일하게 맞추기 위해 poultry offal meal을 현미 사료 (0%, 15%, 30%)에 14%, 17%, 19%로 첨가 하였으

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 ¹⁾ , % DM			
Dry matter, %	94.8	94.1	93.9
Organic matter	91.5	91.0	91.6
Crude protein	31.6	33.7	32.4
Crude fiber	3.9	3.2	3.7
Acid hydrolyzed fat	20.0	18.6	20.3
Gross energy, kcal/g	5.24	5.17	5.35

¹⁾ Analyzed values.

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

Items	Brown rice inclusion, %			SEM ¹⁾	P value	
	0	15	30		Linear	Quadratic
Intake, g/d						
Dry matter	106	105	103	1.4	0.029	0.764
Organic matter	96.9	95.2	94.0	1.28	0.031	0.790
Crude protein	32.4	35.2	31.1	0.44	0.008	<0.001
Acid hydrolyzed fat	21.1	19.5	20.5	0.28	0.028	0.000
Digestibility, %						
Dry matter	76.0	78.7	81.0	0.86	0.001	0.864
Organic matter	81.3	84.2	86.6	0.67	<0.001	0.797
Crude protein	78.6	81.8	82.3	1.08	0.027	0.335
Acid hydrolyzed fat	90.7	91.5	92.7	0.46	0.008	0.743
Gross energy	81.7	84.2	96.8	0.65	<0.001	0.896

¹⁾ Standard error of means.

나, 분석결과 조단백질의 함량이 32%, 34%, 32%로 현미 15%구에서 2% 높았고, 산분해지방은 15%구에서 2% 낮았다. 이에 따른 섭취량의 결과는 조단백질이 현미 15%에서 가장 높고, 산분해지방은 15%구에서 낮았지만, 건물 및 유기물 섭취량은 약 1g 정도 적은 양을 감소하는 linear한 결과를 보였다.

그러나 소화율에서는 건물, 유기물, 조단백질, 산분해 지방, gross energy 에서 모두 현미 함유 비율이 높을수록 소화율이 linear하게 (P<0.01) 증가했다. 본 실험과 같이 현미 15%, 30% 이 용한 사료를 섭취한 Miniature Schnauzer의 경우에서도 건물, 유기물, 산분해 지방, 에너지의 소화율은 현미 함량 증가에 따라 linear하게 증가하였지만, 조단백질은 유의차가 나타나지 않았다 (Kim 등, 2011a). 그러나 Maltese의 경우 대조구와 30%의 소화율이 차이가 없었고, 15%구의 소화율이 비교적 낮았다 (Kim 등, 2011b). 백미를 포함한 귀리, 보리, 밀, 옥수수를 반려견 사료로 30% 씩 이용해서 소화율을 연구한 실험에서 조단백질을 제외한 유기물, 산분해 지방, 에너지 소화율에서 백미가 귀리, 보리, 밀, 옥수수보다 더 높게 나타났다 (Kempe 등, 2004). 이들 실험의 각 사료 전장소화율은 건물 75~82%, 유기물 82~88%, 조단백질 75~81%, 산 가수분해 지방 92~94%, 에너지 82~88% 범위였고, 본 실험의 결과를 비교해 보면 현미 처리구는 중상위 수준이었고 소맥

분만 들어있는 대조구는 최저치 수준으로 나타났다. Twomey 등 (2002)의 실험에서도 백미의 단백질, 지방, 에너지 소화율은 옥수수 수와 옥수수보다 높았다. 흰 쌀은 현미의 쌀눈과 쌀겨를 제거한 것이기 때문에 지방(불포화지방산), 단백질, 미네랄, 식이섬유 등 다양한 영양소도 함께 손실 (Saunders, 1990)되어 현미와 비교하면 사료 가치가 낮을 수 있다. 그러나 현미가 흰쌀에 비하여 식이섬유가 2배이기 때문에 (Choe 등, 2002) 소화율이 떨어질 수도 있지만, 본 실험에서는 현미 함유량이 증가 할수록 소화율이 증가하였다.

건물섭취량과 유기물섭취량이 현미수준 증가에 따라 linear하게 감소되었는데 (Table 2), 총에너지 섭취량은 15%구에서 가장 낮은 quadratic 효과가 (P=0.07) 나타났다 (Table 3). 가소화에너지 (DE)와 대사에너지 (ME)는 현미수준이 증가 할수록 linear하게 증가하였고, 사료의 DE와 ME의 농도는 현미수준 증가에 따라 linear하게 증가하였지만 대조구와 15%구 보다 30%에서 월등히 높았다. 실험사료의 ME 함량 (kcal/kg DM)은 3800~4100 범위로 Maltese와 Miniature Schnauzer의 실험 (Kim 등, 2011a,b)과 거의 같은 수준이었고, NRC (2006)에 요약되어 있는 건식 유통사료의 ME 함량 3000~4500과 비교하면 중간 값 보다 약간 상회하는 수준이었다.

1일 생분 배설량과 건조 분 배설량은 현미 비율이 증가할수록

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

Items	Brown rice inclusion, %			SEM ¹⁾	P value	
	0	15	30		Linear	Quadratic
Energy intake, kcal/d	555	540	549	7.4	0.412	0.069
Fecal energy, kcal/d	98.9	85.7	73.0	3.83	0.000	0.974
Urinary energy, kcal/d	53.5	57.2	51.7	6.55	0.731	0.330
DE, kcal/d	456	455	476	6.5	0.007	0.050
kcal/kg DM	4308	4348	4637	32.7	<0.001	0.007
ME, kcal/d	403	397	425	9.4	0.054	0.096
kcal/kg DM	3801	3804	4132	77.6	0.007	0.082

¹⁾ Standard error of means.

소화율 증가의 영향으로 linear 하게 감소하였다(P=0.001)(Table 4). 분 성상은 현미 수준 증가에 따라 3.1에서 2.7로 linear 하게 감소(P<0.05)되었지만, Kim 등(2011a,b)의 실험결과와 비교하면 Miniature Poodle이 가장 높고, 다음이 Miniature Schunazer, 그리고 Maltese 순이었다. 본 실험과 이전 실험에서 보여준 분 성상 점수 2.2~3.1 정도는 견주가 반려견 관리 할 때 용이하게 처리 할 수 있는 상태로써 분의 수분함량이 대형견 보다 소형견이 낮다는 Weber 등(2003)의 결과를 뒷받침한다. 반려견 사료에 백미와 귀리, 밀, 옥수수, 보리를 각각 30% 첨가한 Kempe(2004) 실험에서 쌀의 생분 배설량이 가장 적었고, 분 성상은 2.5로 정상적인 수준으로 같았다. 하지만 Murray(1999)의 연구에서 starch를 43.6~51.9% 수준으로 하여 보리, 옥수수, 쌀, 수수, 밀 사료를 만들어 급여하였을 때의 효과에 대해 실험하였는데 쌀과 밀의 분 배설량의 차이는 나타나지 않았다. 또한 Murray(1999)는 반려견 사료의 주요 에너지원으로 곡류를 30~60% 정도 사용하고 있지만, 과하게 이용하였을 경우 소화율이 떨어지거나, 설사 등 부정적인 영향을 미친다고 하였고, 실험에서 보리를 주요 전분으로 이용하였을 때, 설사와 같은 부정적인 영향을 미쳤다는 결과도 있다. 그래서 NRC(2006)에는 반려견 사료에 탄수화물원으로 곡류를 이용할 때, 사용상한(Safe Upper Limit)을 cooked rice flour: 44%, cooked wheat flour: 49%로 제시하고 있다. 하지만 본 실험의 혼합 곡류의 함량은 50%이고 수분흡착제인 sodium bentonite 등을 첨가하

지 않았기 때문에 현미 수준 증가에 따른 생분 배설량 감소와 분 성상 개선은 현미의 효과라고 생각된다.

반려견 분의 냄새는 ammonia와 phenols과 indoles, branched-chain fatty acid와 휘발성 황 화합물로 구성되어 있는데(Miner 등, 1969; Barth 등, 1974; William, 1984), ammonia는 결장에서 미생물에 의한 urea의 가수분해와 소장에서 소화효소에 의해 분해되지 않고, 대장으로 넘어온 단백질, 펩타이드, 아미노산이 탈아미노화 되면서 생산되지만 대부분 장에서 빨리 흡수되거나 미생물 단백질 합성에 이용되기 때문에 분에서는 적은 양만 검출된다. 또한 Indole과 phenol은 tryptophan과 tyrosine이 전구물질이므로(Tabor, 1984) 즉 사료 내 단백질 함량이 높으면 ammonia 같은 악취성분이 증가한다. 반면에 소화효소에 의해 분해되지 않고, 대장으로 넘어온 탄수화물(dietary fiber, non starch polysaccharide)은 대장 내 미생물 합성에 질소와 함께 이용되기 때문에 그 결과 악취 성분을 감소시킨다(Terada 등, 1992).

본 실험에서는 현미수준 증가에 따라 ammonia 농도가 linear 하게 증가되었다(P<0.05). 그 이유는 현미보다 밀의 단백질 함량이 높기 때문에 대조구와 15%, 30%구의 단백질 함량을 맞추기 위해 각각 14%, 17%, 19%의 poultry offal meal을 첨가하였기 때문이라고 생각된다. 또한 본 실험의 실험사료는 beet pulp와 같은 섬유소원을 첨가하지 않았기 때문에 대장으로 유입된 탄수화물의 양이 적었고, 대장에서 미생물 합성에 이용된 ammonia의 양도

Table 4. Effects of brown rice levels on fecal characteristics

Items	Brown rice inclusion, %			SEM ¹⁾	P value	
	0	15	30		Linear	Quadratic
Wet fecal output, g/d	71.6	65.8	54.1	2.96	0.001	0.434
Dry fecal output, g/d	25.4	22.3	19.5	1.00	0.001	0.929
Fecal score ²⁾	3.12	2.96	2.72	0.21	0.023	0.726

¹⁾ Standard error of means.

²⁾ 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 inclusion, %			SEM ¹⁾	P value	
	0	15	30		Linear	Quadratic
Ammonia, mg/g DM	5.06	5.80	6.42	0.457	0.044	0.908
Total VFA, mmol/g DM	228	240	200	17.1	0.154	0.136
Short-chain fatty acid						
Acetate	136	146	119	12.1	0.180	0.083
Propionate	71.7	72.9	55.9	5.94	0.035	0.130
Butyrate	16.2	14.9	18.1	2.28	0.371	0.241
Total SCFA	224	234	193	16.9	0.129	0.137
Branched-chain fatty acid						
Isobutyrate	1.26	1.69	2.09	0.350	0.008	0.947
Isovalrate	3.28	3.92	4.60	0.345	0.007	0.969
Total BCFA	4.54	5.61	6.68	0.602	0.008	0.999

¹⁾ Standard error of means.

적었을 것이라고 생각한다.

또한 단쇄지방산(Short chain fatty acids; SCFA)도 대장에서 미생물에 의한 발효성 탄수화물의 발효과정에서 생성되고, 장관 상피세포의 분화(Sakata, 1987)와 대사활동 증가 등에 영향을 준다. 생산된 SCFA는 80~90% 결장에서 흡수되고, 나머지가 분으로 배설된다(Ruppin 등, 1980). 하지만 Branch chained fatty acid (BCFA)는 단백질 분해, 특히 branched amino acid의 발효에 의해서 생성되고, BCFA의 증가는 탄수화물이 부족했을 때 주로 관찰된다(Ayesh 등, 1999). 본 실험에서 BCFA가 현미수준 증가에 따라 linear 하게 증가되었는데($P<0.01$) 이는 현미수준 증가에 따른 암모니아 농도 증가와 SCFA 감소와 관계가 있는 것으로 생각된다. 동일 사료를 섭취한 Maltese와 Miniature Schnauzer에서도 분 중 ammonia와 휘발성지방산은 같은 결과(Kim 등, 2011a)를 보였다.

본 실험 결과, 국내 반려견 사료에서 탄수화물원으로 사용되는 밀가루를 현미로 15%, 30% 대체 했을 때, Miniature Poodle의 영양소 전장소화율과 분 성상이 효과적으로 개선되었다.

요 약

본 연구는 반려견 사료 내 주요 탄수화물원인 밀가루(원물기준 약 51%)를 현미로 15%, 30% 대체 급여하였을 때, 사료의 소화율 및 배설 분의 특성 변화를 조사하기 위하여 Miniature Poodle(8~9개월령, 평균 3.5kg) 6마리를 이용 반복 3×3 라틴방각법에 따라 실험을 수행하였다. 건물 섭취량과 유기물섭취량이 현미수준 증가에 따라 linear하게 감소($P<0.05$)되었는데, 총에너지 섭취량은 15%구에서 가장 낮은 quadratic 효과($P=0.07$)가 나타났다. 현미 대체에 의해 건물, 유기물, 조단백질, 산분해 지방, 에너지 소화율이 linear($P<0.05$)하게 증가하였다. 사료의 가스화에너지 및 대사 에너지 농도(kcal/kg DM)도 현미 대체 비율이 증가하면서 linear하게 증가($P<0.001$, $P=0.007$)하였다. 생분 배설량과 건조 분량도 모두 linear($P=0.001$)하게 감소하였다. 분 score도 linear하게 감소($P<0.05$)하게 감소하였지만, 분 암모니아 농도는 현미대체 비율이 증가 할수록 linear하게 증가($P<0.05$)하였다. 분 암모니아 증가는 linear하게 감소($P<0.01$)한 short chain fatty acid 농도와도 관계가 있을 것으로 판단된다. 본 실험의 결과, 현미급여가 반려견의 소화율과 배설 분의 특성을 개선해 주는 것으로 나타났다.

(주제어: 현미, 분 특성, 소화율, 개 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.
- Barth, C. L. and Polkowski, L. B. 1974. Identifying odorous components of stored dairy manure. *Trans. ASAE* 17:737-741, 747.
- Chaney, A. L. and Marbach, E. P. 1962. Modification reagents for determination of urea and ammonia. *Clinical Chemistry* 8, 130-132.
- Choe, J. S., Ahn, H. A. and Nam, H. J. 2002. Comparison of nutritional composition in Korean rices. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr* 31(5), 885-892.
- 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 (in Korean).
- Kim, K. H., Chang, J. S. and Oh, Y. G. 2011a. Nutrient digestibility and fecal characteristics of diets including brown rice for Miniature Schnauzer. *J. Anim. Sci. & Technol.* 53:429-434 (in Korean).
- Kim, K. H., Chang, J. S., Oh, Y. G., Ji, S. Y., Moon, S. H. and Kim, M. H. 2011b. Nutrient digestibility, palatability and stool quality of canine food including brown rice. *J. Anim. Sci. & Technol.* 53:435-440 (in Korean).
- Miner, J. R. and Hazen, T. E. 1969. Ammonia and amines: Components of swine building odor. *Trans. ASAE* 12:772-774.
- 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 explain 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 Word.* 35:632-636.
- Statistical Analysis System (SAS). 2002. *User's Guide: Statistics*, Version 9.1 edn. 2002. SAS Institute, Inc., Cary, NC.
- Tabor, C. W. and Tabor, H. 1984. Polyamines. *Ann. Rev. Biochem.* 53:749-790.
- Terada, A., Hara, H., Oishi, T., Matsui, S., Mitsuoka, T., Nakajyo, S., Fujimori, I. and Hara, K. 1992. Effect of dietary lactosucrose on faecal flora and faecal metabolites of dogs. *Micro. Ecol. Health Dis.* 5:87-92.
- 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.
- Weber, M., Martin, L., Biourge, V., Nguyen, P. and Dumon, H. 2003. Influence of age and body size on the digestibility of a dry expanded diet in dogs. *J. Anim. Physio. a. Anim. Nutr.* 87:21-31.
- Williams, A. G. 1984. Indicators of piggery slurry odour offensiveness. *Agric. Wastes* 10:15-36.

(Received Sep. 26, 2012; Revised Oct. 17, 2012; Accepted Oct. 19, 2012)