

채종박과 밀기울에 대한 오리의 분과 회장 소화율 비교

김지혁 · 강환구 · 방한태 · 황보 중 · 최희철 · 김동욱 · 홍의철[†]

농촌진흥청 국립축산과학원 가금과

Comparison of Ileal and Fecal Digestibility of Canola Meal and Wheat Bran in Ducks

Ji-Hyuk Kim, Hwan-Gu Kang, Han-Tae Bang, Jong Hwangbo, Hee-Cheol Choi,
Dong-Wook Kim and Eui-Chul Hong[†]

Poultry Science Division, National Institute of Animal Science, RDA, Seonghwan 330-801, Korea

ABSTRACT This work was carried out to evaluate the feces and ileal digestibility of canola meal and wheat bran in ducks. Ninety Pekin ducks (6-week-old, average 3.4 kg) were divided into three treatments (6 replications/treatment, 5 birds/replication) by feedstuffs (basal diet, canola meal, and wheat bran) and were fed on these diets in individual metabolic cages for one week. After one week, the samples for analysis were collected from feces and ileum. On comparison of treatments and collected sites, the feces digestibility of basal diet was the highest among treatments on chemical compositions except crude protein and crude fat and ileal digestibility of canola meal was the lowest ($P<0.01$). On comparison of treatments, the digestibility of basal diet was higher and that of wheat bran was lower when compared to other treatments ($P<0.05$). The feces digestibility was lower than the ileal digestibility in crude protein ($P<0.05$) and crude fat ($P<0.01$). The digestibility of amino acid was the highest at feces of control group among treatments ($P<0.01$). No significant difference was detected in terms of digestibility of isoleucine, leucine and phenylalanine among essential amino acids, and alanine, glycine and tyrosine among non-essential amino acids between control and wheat bran, and wheat bran and canola meal. However amino acid digestibility was higher in control group when compared to canola meal group ($P<0.05$). Other amino acid digestibilities were not significantly differ by treatments. These results may provide the basic data on amino acid digestibility of ducks to evaluate feedstuffs and to formulate optimum diet for commercial Pekin duck.

(Key words : duck, digestibility, amino acid, canola meal, wheat bran)

서 론

축산물의 효율적인 생산을 위해서는 균형 있는 영양소 함량을 가진 사료가 적정 수준으로 가축에게 공급되어야 한다. 가금 사료원료에서 에너지, 아미노산, 비타민, 광물질 등과 같은 영양소의 함량은 사료의 품질을 결정하는 중요한 요소로서, 사료배합의 기초자료로 이용된다. 사료 내 영양소의 결핍은 가금류의 생산성을 감소시키거나 질병을 유발하며, 영양소의 과다 급여는 경제적 낭비일 뿐 아니라, 분뇨로 배설되어 환경을 오염시키게 된다. 특히 국내에서 생산되는 가금 사료는 대부분이 옥수수-대두박 위주의 기초사료로, 에너지와 단백질(아미노산)의 함량이 전체 사료의 60~70%를 차지하고 있어, 사료 내 에너지 함량과 아미노산 조성에 특

히 주의해야 한다.

소화 시험은 가금의 영양소 이용률을 정확히 파악하기 위해 반드시 수행되어야 한다. 표준 소화율은 시험 사료 내 성분의 소화율로 정의되며, 사료로 주어진 성분과 소화되고 난 후의 성분 함량을 측정하여야 한다. 과거에 수행된 일부 연구에서는 닭의 단백질과 아미노산 소화율 및 이용률을 주제로 분을 이용한 소화율 측정 방법이 주로 이용되어 왔다(Kadim et al., 2002; Huang et al., 2005; Ravindran et al., 2005). 그러나 맹장에 존재하는 미생물에 의하여 아미노산 성분이 변화되기 때문에, 가금류에서는 회장 소화율이 분 소화율에 비해 실질적이고 정확한 방법으로 인식되고 있다(Ravindran et al., 1999). 따라서 몇몇 연구들은 다양한 사료 원료, 품종 및 닭의 주령에 대한 회장 아미노산 소화율에 대한 자료를 제

[†] To whom correspondence should be addressed : drhong@korea.kr

시하여 왔다(Ravindran et al., 1999, 2005; Kadim et al., 2002; Huang et al., 2005).

아미노산 소화율에 대한 연구는 육계에서 광범위하게 수행되었으나(Huang et al., 2005; Bandegan et al., 2010; Wo-yengo et al., 2010), 오리에 대한 사료원료의 회장 아미노산 소화율에 관한 정보는 부족하다. 과거에 수행되었던 연구에서 회장 아미노산 소화율은 가금류의 품종 사이에서는 변하지 않으며, 육계로부터 얻어진 소화율 자료는 오리에서도 이용 가능하리라고 추정되어져 왔다(Kong and Adeola, 2010). 그러나 Jamroz et al.(2001, 2002)은 육계와 오리 사이에서는 소화기관의 발달에서 중요한 차이가 있다고 보고하였다. 또한, Kluth and Rodehutsord(2006)은 가금류의 3품종(육계, 오리, 칠면조)의 회장 아미노산 소화율이 차이가 있다고 보고하였으며, Adedokun et al.(2007)은 아미노산 이용률이 가금류의 종(칠면조와 육계)에 따라 달라진다고 하였다.

밀기울은 약 40~50%의 풍부한 섬유소를 함유하고 있으며, 무기질 및 비타민 B 함량이 높다(Bass, 1998). 사료 내 섬유소는 통상적으로 불용성 식이섬유와 수용성 식이섬유의 두 가지 카테고리로 분류된다. 불용성 식이섬유는 섭취 시 수분 흡수율이 강하여 음식물의 부피를 증가시킨다. 이런 작용은 포만감을 주며, 장의 운동을 좋게 하여 변의 크기를 증가시키고, 장에서의 이동시간을 감소시켜 변비를 해소시키는 데 효과적으로 작용한다. 반면, 수용성 식이섬유는 혈당과 콜레스테롤 수준을 감소시킨다(Elleuch et al., 2011). 밀기울 내에는 수용성 섬유소에 비해 불용성 식이섬유가 더 많이 함유되어 있다(An et al., 2014).

채종박(canola meal)은 유채씨유를 생산하는 도중에 생기는 부산물로 육계에서는 대두박을 대체할 수 있는 단백질원(조단백질 34~37%)으로 알려져 있다(Gopinger et al., 2014). 유채(rapeseed)는 glucosinolate와 erucic acid와 같은 유독성분이 함유되어 있어 갑상선과 간 기능에 영향을 주기 때문에(McNeill et al., 2004), 캐나다에서 유독 성분의 함량이 낮은 Tower, Regent, Candle, Tobin 등과 같은 품종을 육종하여 케놀라(canola)라고 명명하였다(Canola Council of Canada, 2009). 채종박은 유채와 마찬가지로 glucosinolate와 erucic acid가 각각 13.2~36.2 $\mu\text{mol/g}$ 과 2~4%가 함유되어 있어(Gopinger et al., 2014), 가축의 사료로 쓸 경우 적정 수준이 요구된다.

따라서 본 연구는 사료 생산비 절감을 위해 사용되지만, 항영양적 요소를 가지고 있는 두 가지 사료원료(밀기울, 채종박)를 이용하여 오리의 회장 소화율을 조사하고, 분 소화율과 비교함으로써 오리에 대한 사료원료 평가의 기초자료로 활용하기 위하여 수행하였다.

재료 및 방법

1. 공시동물 및 시험설계

6주령 육용오리(Pekin종, 평균체중 3.4 kg) 90수를 선별하여 1주 동안 소화시험을 수행한 후, 분 소화율과 회장 소화율을 조사하였다. 기초사료는 한국가금사양표준(KFSP, 2012)에서 제시한 옥수수-대두박 위주의 육용오리 사료(ME 3,000 kcal/kg, CP 18%)를 이용하였으며(Table 1), 시험사료는 밀기울과 채종박을 이용하여 100% 급여하였다. 시험설계는 사료에 따른 3처리구(기초사료, 밀기울, 채종박), 처리구당 6반복, 반복당 5수씩을 완전임의 배치하여 시험을 수행하였으며, 시험이 끝난 후 소화율 측정을 위한 시료는 분과 회장의 두 곳에서 채취하였다.

2. 공시재료

본 시험에 사용된 채종박과 밀기울의 일반성분과 아미노

Table 1. Formula and chemical composition of basal diet

Ingredients	(%)
Corn	62.60
Wheat bran	15.00
Soybean meal	17.40
Corn gluten meal	1.50
Soybean oil	0.50
Dicalcium phosphate	0.80
Limestone	0.80
Salt	0.25
L-Lysine HCl	0.05
DL-Methionine	0.10
Vitamin-mineral premix ¹	1.00
Chemical compositions ²	
ME (kcal/kg)	2,917
CP (%)	16.4

¹ Provided following nutrients per kg of diet : vitamin A, 1,175,000 IU; vitamin D₃, 225,000 IU; vitamin E 1,900 IU; vitamin K, 891 mg; vitamin B₁, 50 mg; vitamin B₂, 2,250 mg; vitamin B₆, 750 mg; vitamin B₁₂, 600 mg; Ca-pantothenate, 2,500 mg; niacin, 15,400 mg; biotin, 110 mg; folic acid, 30 mg; Co, 50 mg; Cu, 1,750 mg; Mn, 36,000 mg; Zn, 24,000 mg; I, 600 mg; Se, 25 mg.

² Calculated values.

산 함량은 Table 2에 나타내었다.

3. 분 소화율 측정

육용오리를 대사케이지에 1수씩 배치하고, 3일간 일반사료를 급여하여 적응기간을 준 후, 시험사료에 산화크롬(Cr_2O_3)을 0.2%를 첨가하여 3일간 급여하였다. 3일간 급여 후에는 24시간 동안 총 배설량을 통해 배설된 분을 채취하여 72°C 건조기에서 7시간 동안 건조시킨 후 분쇄하여 분석에 이용하였다.

Table 2. Chemical compositions and amino acid compositions of basal diet, canola meal and wheat bran¹

Compositions	Basal diet	Canola meal	Wheat bran
Dry matter	12.67	11.85	12.60
Crude protein	21.63	26.39	20.05
Crude fat	4.45	3.56	4.70
Crude ash	6.40	8.49	6.08
Ca	1.60	2.02	1.24
P	0.74	0.83	0.83
Arginine	1.23	1.49	1.15
Histidine	0.52	0.65	0.49
Iso-leucine	0.78	0.88	0.65
Leucine	2.29	2.35	1.79
Lysine	0.96	1.14	0.88
Methionine	0.27	0.39	0.28
Phenylalanine	1.07	1.14	0.87
Threonine	0.83	1.00	0.72
Valine	0.81	0.98	0.74
Alanine	1.24	1.31	1.04
Aspartic acid	2.03	2.06	1.71
Cystine	0.34	0.48	0.32
Glutamic acid	4.30	4.96	3.74
Glycine	0.85	1.11	0.82
Proline	1.21	1.50	1.15
Serine	1.10	1.21	0.95
Tyrosine	0.80	0.82	0.63

¹ Analysed values.

4. 회장 소화율 측정

분 채취가 끝난 육용오리는 모두 도압(屠鴨)하였다. 도압된 오리들은 Gong et al.(2003)의 방법에 따라 즉시 난황낭(yolk sac)과 회장 말단 부위(회장 끝에서 2 cm 되는 부분) 사이의 소화 내용물을 조심스럽게 채집하였다. 채집한 소화 내용물은 시료용기에 담아 -20°C에서 냉동 보관하였다. 냉동된 소화 내용물은 동결 건조시킨 후 1 mm 이하로 분쇄하여 분석에 이용하였다.

소화율 계수 =

$$\frac{\left(\frac{\text{사료 내 영양소 함량}}{\text{사료 내 } Cr_2O_3 \text{ 함량}} \right) - \left(\frac{\text{회장 및 분의 영양소 함량}}{\text{회장 및 분 내 } Cr_2O_3 \text{ 함량}} \right)}{\left(\frac{\text{사료 내 영양소 함량}}{\text{사료 내 } Cr_2O_3 \text{ 함량}} \right)} \times 100$$

5. 화학분석과 통계처리

사료와 분에 함유된 일반성분과 크롬(Cr) 함량은 AOAC (2012)에 의해 분석하였다. 아미노산 함량은 6 N HCl로 110°C에서 16시간 동안 가수분해시킨 후(Mason, 1984), 아미노산 분석기(HITACHI L-8500A, Japan)를 이용하여 분석하였다.

본 시험에서 얻어진 모든 자료는 SAS(2012)의 GLM Program(one-way ANOVA procedure)을 이용하여 분석하였으며, 각 처리구간의 평균값을 Duncan(Duncan, 1955)의 다중 검정을 이용하여 95%와 99% 신뢰 수준에서 검정하였다.

결과 및 고찰

1. 일반성분의 분과 회장 소화율

본 시험에 이용된 사료원료에 대하여 오리의 분과 회장 일반성분 소화율은 Table 3에 나타내었다. 처리구와 시료 채취 부위에 따른 일반성분의 소화율은 조단백질과 조지방을 제외한 성분들에서 기초사료의 분 소화율이 가장 높았으며, 채종박의 회장 소화율이 낮게 나타났다($P < 0.01$). 또한 분과 회장 소화율의 비교에서도 조단백질과 조지방에서는 회장 소화율이 분의 소화율보다 높게 나타났다($P < 0.05$, $P < 0.01$).

Hong et al.(2002)은 오리의 회장 소화율이 분 소화율보다 낮게 나타난다고 보고하였으며, Ravindran et al.(1999)와 Kadim et al.(2002)도 닭에서 같은 유형을 나타내고 있다고 보고하였다. 본 시험에서 분 중 조단백질의 소화율이 높은 것은 소화율을 측정할 때 총 배설장에서 나오는 분과 노를 분리하지 못하여 오줌 내에 함유되어 있는 질소 함량이 추가되었기 때문이라 사료된다. 또한, 회장의 조지방의 소화율이 높은 것은 회장에서 소화되고 남은 수분과 지방은 대장을 거

Table 3. Feces and ileal digestibility (%) of ducks on chemical compositions of basal diet, canola meal and wheat bran

Treatment		Moisture	Crude protein	Crude fat	Crude ash	Ca	P
Fecal	Basal diet	76.2±1.28 ^{a1}	62.1±2.08 ^c	88.4±0.99 ^b	38.4±2.41 ^a	44.3±2.57 ^a	47.3±1.94 ^a
	Canola meal	48.2±2.01 ^{de}	28.8±1.91 ^e	70.8±2.86 ^c	14.8±2.07 ^{bc}	36.9±3.51 ^{ab}	12.5±0.59 ^d
	Wheat bran	60.1±1.11 ^c	48.2±1.41 ^d	84.1±1.64 ^b	11.4±1.41 ^c	24.7±1.36 ^c	10.5±1.09 ^d
Ileal	Basal diet	68.8±0.98 ^b	77.9±0.77 ^a	94.2±0.83 ^a	33.1±2.25 ^a	30.3±1.84 ^{bc}	53.0±1.21 ^a
	Canola meal	50.8±1.98 ^d	73.1±1.15 ^b	88.0±1.81 ^{ab}	19.0±3.77 ^b	26.4±2.81 ^c	32.8±2.51 ^b
	Wheat bran	46.2±1.69 ^e	66.0±1.33 ^c	83.4±2.05 ^b	13.0±2.07 ^{bc}	12.9±3.78 ^d	22.0±3.33 ^c
Treatment	Basal diet	72.5±1.25 ^{a2}	70.0±2.95 ^a	91.3±1.23 ^a	35.7±1.67 ^a	37.3±2.74 ^a	50.2±1.37 ^a
	Canola meal	49.5±1.35 ^b	50.9±7.39 ^b	79.4±3.32 ^b	16.9±2.08 ^b	31.7±2.69 ^a	22.7±3.64 ^b
	Wheat bran	53.2±2.72 ^b	57.1±3.09 ^{ab}	83.8±1.24 ^{ab}	12.4±1.38 ^b	18.8±2.63 ^b	16.4±2.61 ^b
Digestibility	Fecal	61.5±2.93 ³	46.3±3.66 ^b	81.1±2.15 ^b	21.5±3.31	35.3±2.62 ^a	23.4±4.66 ^b
	Ileal	55.2±2.87	72.4±1.51 ^a	88.5±1.31 ^a	21.7±2.67	23.2±2.51 ^b	35.9±3.65 ^a
P-Value ⁴	Treat.×digest.	**	**	**	**	**	**
	Treatment	**	*	**	**	**	**
	Digestibility	NS	**	**	NS	**	*

¹ Means ± S.D. (n=5), ² Means ± S.D. (n=10), ³ Means ± S.D. (n=15).

⁴ Provability of contrast: NS, no significant; * $P<0.05$, ** $P<0.01$.

^{a~e} Means with different superscripts in the same column differ significantly ($P<0.05$, $P<0.01$).

치면서 수분만 흡수되기 때문에 소화되지 않은 지방은 분에서 함량이 높아져서 회장 소화율이 높아졌기 때문이라고 추측되지만, 지시제의 농도 또한 높아지기 때문에 본 연구에서는 이에 대한 정확한 원인 분석이 어려우며, 이에 관한 연구가 추후 시행되어야 할 것으로 판단된다.

처리구 간 비교에서는 기초 사료의 일반 성분 소화율이 가장 높았으며, 밀기울의 소화율이 가장 낮았다($P<0.05$). 다만, 칼슘(Ca)의 소화율은 다른 성분들과 비교하여 기초사료와 채종박 사이에 유의적인 차이가 없었다.

2. 아미노산의 분과 회장 소화율

본 시험에 사용된 사료원료에 대하여 오리의 분과 회장 아미노산 소화율은 Table 4와 5에 나타내었다. 처리구와 시료 채취 부위에 따른 아미노산의 소화율은 기초사료의 분 소화율이 가장 높았으며, 채종박의 회장 소화율이 가장 낮게 나타났다($P<0.01$). 처리구 간 비교에서는 필수 아미노산 중 iso-leucine, leucine 및 phenylalanine, 비필수 아미노산 중 alanine, glycine 및 tyrosine은 대조구와 밀기울 급여구, 밀기울과 채종박 급여구 사이에서는 유의적인 차이가 없었다. 그러나 이들 아미노산의 소화율은 대조구가 채종박 급여구

에 비해 높았다($P<0.05$). 다른 아미노산들은 처리구에 따른 유의적인 차이를 보이지 않았다.

소맥을 이용한 닭의 아미노산 소화율에 관한 이전의 연구들(Ravindran et al., 1999, 2005; Huang et al., 2006)에 의하면 닭의 아미노산 소화율은 오리의 소화율에 비해 높다. 그러나 Kadim et al.(2002)은 닭의 소화율이 오리의 소화율보다 낮다고 하였다. 본 시험에서 밀기울의 육용오리 회장 소화율은 닭에 대한 회장 소화율(Kadim et al., 2002)이나 오리에 대한 회장 소화율(Kong and Adeola, 2010)과 유사하게 나타났다.

Kong and Adeola(2010)는 채종박에서 cystine을 제외한 모든 아미노산의 소화율이 낮게 나타났다고 보고하였는데, 이는 이전에 보고하였던 닭의 결과(Ravindran et al., 1999)나 오리의 결과(Adeola, 2005)와 유사하였다. 그러나 본 시험에서 육용오리의 아미노산 소화율은 Kong and Adeola(2010)의 결과보다 낮게 나타났다. 이것은 채종박에 있는 외피와 tannin이 채종박의 아미노산 소화율을 저하시키기(Ravindran et al., 2005) 때문이라고 사료된다. 또한 채종박에 있는 비전분 다당류의 함량이 높기(Slominski and Campbell, 1990) 때문일 것으로도 추정할 수 있다.

Table 4. Feces and ileal digestibility (%) of ducks on essential amino acids of basal diet, canola meal, and wheat bran

Treatment	ARG	HIS	I-LEU	LEU	LYS	MET	PHE	THR	VAL
Basal diet	95.8±0.38 ^{a1}	94.7±0.48 ^a	91.2±1.25 ^a	94.8±0.55 ^a	92.9±1.09 ^a	92.6±1.27 ^a	93.0±93.2 ^a	89.1±1.38 ^a	90.9±1.43 ^a
Fecal									
Canola meal	92.9±0.33 ^b	91.4±0.22 ^b	85.5±0.51 ^b	90.9±0.41 ^b	86.1±0.94 ^c	90.2±0.63 ^a	88.7±0.54 ^b	80.9±0.84 ^b	85.9±0.51 ^b
Wheat bran	93.6±0.43 ^b	92.4±0.11 ^b	86.6±0.59 ^b	90.7±0.33 ^b	89.9±0.54 ^b	90.6±0.47 ^a	88.3±0.85 ^b	83.1±0.61 ^b	87.5±0.41 ^b
Ileal									
Basal diet	87.8±0.83 ^c	82.9±0.76 ^c	76.4±86.7 ^c	86.1±0.63 ^c	76.1±77.1 ^d	85.6±0.88 ^b	85.8±0.51 ^c	72.3±1.01 ^c	75.6±77.7 ^c
Canola meal	88.0±0.41 ^c	81.7±0.61 ^c	72.5±1.49 ^c	81.7±0.82 ^d	73.4±1.04 ^{de}	87.5±0.91 ^b	82.0±0.82 ^d	67.4±1.46 ^d	73.8±1.13 ^c
Wheat bran	80.4±0.75 ^d	74.2±0.93 ^d	52.6±2.24 ^d	72.4±1.11 ^c	71.9±1.16 ^c	78.6±0.51 ^c	73.2±0.85 ^e	53.7±1.59 ^e	65.7±1.81 ^d
Treatment									
Basal diet	91.8±1.39 ²	88.8±2.01	83.8±2.63 ^a	90.4±1.49 ^a	84.5±2.88	89.1±1.37 ^a	89.4±1.25 ^a	80.7±2.91 ^a	83.3±2.65 ^a
Canola meal	90.4±0.85	86.5±1.64	79.0±2.29 ^{ab}	86.3±1.59 ^{ab}	79.8±2.22	88.8±0.69 ^a	85.4±1.21 ^{ab}	74.2±2.39 ^{ab}	79.9±2.11 ^{ab}
Wheat bran	87.0±2.23	83.3±3.07	69.6±5.76 ^b	81.6±3.11 ^b	80.9±3.06	84.6±2.02 ^b	80.7±2.57 ^b	68.4±4.97 ^b	76.6±3.74 ^b
Digestibility									
Feces	94.1±0.39 ^{a3}	92.8±0.41 ^a	87.8±0.81 ^a	92.1±0.55 ^a	89.6±0.88 ^a	91.1±0.54 ^a	90.0±0.67 ^a	84.4±1.06 ^a	88.1±0.74 ^a
Ileal	85.4±1.01 ^b	79.6±1.11 ^b	67.2±2.95 ^b	80.1±1.61 ^b	73.8±0.74 ^b	83.9±84.4 ^b	80.4±1.47 ^b	64.5±2.23 ^b	71.7±1.34 ^b
Treat.×digest.	**	**	**	**	**	**	**	**	**
P-Value ⁴									
Treatment	NS	NS	*	*	NS	*	*	*	NS
Digestibility	**	**	**	**	**	**	**	**	**

¹ Means ± S.D. (n=5), ² Means ± S.D. (n=10), ³ Means ± S.D. (n=15).

⁴ Provability of contrast: NS, no significant; * $P<0.05$, ** $P<0.01$.

^{a-c} Means with different superscripts in the same column differ significantly ($P<0.05$, $P<0.01$).

Table 5. Feces and ileal digestibility (%) of ducks on non-essential amino acids of basal diet, canola meal, and wheat bran

Treatment	ALA	ASP	CYS	GLU	GLY	PRO	SER	TYR
Basal diet	91.6±1.33 ^{a1}	92.6±1.19 ^a	89.5±1.24 ^a	95.1±0.68 ^a	80.1±1.78 ^a	91.7±1.04 ^a	92.5±0.79 ^a	92.5±0.89 ^a
Fecal								
Canola meal	87.3±0.58 ^b	86.7±0.56 ^b	81.3±1.35 ^b	91.5±0.36 ^b	70.2±1.22 ^b	85.8±0.52 ^b	85.3±0.56 ^c	86.5±0.61 ^{bc}
Wheat bran	86.9±0.59 ^b	88.5±0.44 ^b	86.3±0.68 ^a	92.0±0.31 ^b	72.9±1.04 ^b	90.7±0.43 ^a	87.9±0.22 ^b	87.6±0.64 ^b
Ileal								
Basal diet	83.9±0.73 ^c	80.2±0.81 ^c	76.9±1.28 ^c	87.4±0.52 ^c	71.0±1.15 ^b	81.4±0.53 ^c	80.6±0.77 ^d	83.4±0.81 ^c
Canola meal	80.8±0.85 ^d	74.5±1.11 ^d	69.7±2.08 ^d	84.8±0.63 ^d	67.7±1.33 ^b	76.6±0.86 ^d	74.9±0.99 ^e	74.5±1.21 ^d
Wheat bran	72.6±0.79 ^e	69.5±2.09 ^e	56.2±1.41 ^e	79.5±0.63 ^e	58.9±1.21 ^c	70.9±1.71 ^c	67.7±1.25 ^f	68.3±2.48 ^e
Treatment								
Basal diet	87.8±1.47 ^{a2}	86.4±2.17	83.2±2.27 ^a	91.2±1.34 ^a	75.5±1.82 ^a	86.6±1.81	86.6±2.05 ^a	87.9±1.62 ^a
Canola meal	84.0±1.19 ^{ab}	80.6±2.12	75.5±2.26 ^{ab}	88.2±1.16 ^{ab}	69.9±0.86 ^b	81.2±1.61	80.1±1.81 ^{ab}	80.5±2.11 ^b
Wheat bran	79.8±2.43 ^b	79.0±3.22	71.2±5.08 ^b	85.7±2.11 ^b	65.9±2.46 ^b	80.8±3.41	77.8±3.42 ^b	77.9±3.44 ^b
Digestibility								
Feces	88.6±0.75 ^{a3}	89.3±0.78 ^a	85.7±1.08 ^a	92.9±0.49 ^a	74.4±1.34 ^a	89.4±0.79 ^a	88.5±0.86 ^a	88.9±0.81 ^a
Ileal	79.1±1.34 ^b	74.8±1.29 ^b	67.6±2.46 ^b	83.9±0.94 ^b	66.5±1.59 ^b	76.3±1.31 ^b	74.4±1.51 ^b	75.4±1.88 ^b
Treat.×digest.	**	**	**	**	**	**	**	**
P-Value ⁴								
Treatment	*	NS	*	*	**	NS	*	*
Sample	**	**	**	**	**	**	**	**

¹ Means ± S.D. (n=5), ² Means ± S.D. (n=10), ³ Means ± S.D. (n=15).

⁴ Provability of contrast: NS, no significant; * $P<0.05$, ** $P<0.01$.

^{a-c} Means with different superscripts in the same column differ significantly ($P<0.05$, $P<0.01$).

일반성분의 소화율에서 언급한 바와 같이, 오리(Hong et al., 2002)와 닭(Ravindran et al., 1999; Kadim et al., 2002)의 회장 소화율이 분 소화율보다 낮게 나타난다는 보고가 있다. 이런 결과와 유사하게 본 시험에서도 분 소화율과 회장 소화율의 비교에서 아미노산의 분 소화율이 회장 소화율에 비해 높게 나타났다($P<0.01$). 이것은 아미노산의 대부분이 소장에서 흡수되고, 또한 아미노산 대사에 대한 맹장 발효의 영향에 의한 것이라 사료된다.

결론적으로, 본 연구에서는 오리에 의한 밀기울과 채종박의 소화율에 대한 기초 정보를 제시하였으며, 이런 결과들은 영양소 요구량을 충족시킬 수 있는 정확한 오리 사료의 배합을 위한 기초 자료로 이용될 수 있을 것이다.

적 요

본 시험은 밀기울과 채종박에 대한 육용오리(Pekin종, 평균체중 3.4 kg)의 소화율을 평가하기 위해 수행하였다. 6주령 육용오리 90수를 선별하여 대사케이지에서 1주간 사육하며 소화시험을 수행하였고, 시험사료는 밀기울과 채종박을 이용하였다. 시험설계는 사료원료에 따른 3처리구, 처리구당 6반복, 반복당 5수씩을 완전임의 배치하여 시험을 수행하였으며, 시험이 끝난 후 분과 회장에서 소화율 측정용 시료를 채취하였다. 처리구와 시료 채취 부위에 따른 일반성분의 소화율은 조단백질과 조지방을 제외한 성분들에서 기초사료의 분 소화율이 가장 높았으며, 채종박의 회장 소화율이 낮게 나타났다($P<0.01$). 처리구 간 비교에서 기초 사료의 소화율이 가장 높았고, 밀기울의 소화율이 가장 낮았다($P<0.05$). 분과 회장 소화율의 비교에서도 조단백질과 조지방에서는 회장 소화율이 분의 소화율보다 높게 나타났다($P<0.05$, $P<0.01$). 처리구와 시료 채취 부위에 따른 아미노산의 소화율은 기초사료의 분 소화율이 가장 높았으며, 채종박의 회장 소화율이 가장 낮게 나타났다($P<0.01$). 처리구 간 비교에서는 필수 아미노산 중 iso-leucine, leucine 및 phenylalanine, 비필수 아미노산 중 alanine, glycine 및 tyrosine은 대조구와 밀기울 급여구, 밀기울과 채종박 급여구 사이에서는 유의적인 차이가 없었다. 그러나 이들 아미노산의 소화율은 대조구가 채종박 급여구에 비해 높았다($P<0.05$). 다른 아미노산들은 처리구에 따른 유의적인 차이를 보이지 않았다. 본 연구를 통해 오리에 의한 밀기울과 채종박의 소화율에 대한 정보를 제시하였으며, 도출된 결과들은 오리 사료의 최적 배합을 위한 기초자료로 활용될 수 있다.

(색인어 : 오리, 소화율, 아미노산, 채종박, 밀기울)

사 사

본 논문은 농촌진흥청 공동연구사업(과제번호: PJ907001)의 지원에 의해 이루어진 것으로 이에 감사드립니다.

REFERENCES

- Adedokun SA, Parsons CM, Lilburn O, Adeola O, Applegate TJ 2007 Endogenous amino acid flow in broiler chicks is affected by the age of birds and method of estimation. *Poult Sci* 86:2590-2597.
- Adeola O 2005 Metabolisable energy and amino acid digestibility of high-oil maize, low-phytate maize and low phytate soybean meal for White Pekin ducks. *Br Poult Sci* 46:607-614.
- An EM, Lee JK, Choi YS, Kim YH, Shin HS 2014 Physico-chemical properties of wheat bran in different areas prepared by a high-pressure homogenizer process. *Kor J Food Sci Technol* 46:404-409.
- AOAC 2012 Official Method of Analysis. 19th ed. Association of Official Analytical Chemists. Washington DC, USA. p. 1-43.
- Bandegan A, Kiarie E, Payne RL, Crow GH, Guenter W, Nyachoti CM 2010 Standardized ileal amino acid digestibility in dry-extruded expelled soybean meal, extruded canola seed-pea, feather meal, and poultry by-product meal for broiler chickens. *Poult Sci* 89:2626-2633.
- Bass EJ 1998 Wheat flour milling. Vol II Pages 1-56. In: *Wheat Chemistry and Technology*. AACC St Paul, MN, USA.
- Canola Council of Canada - CCC 2009 Canola meal: Feed Industry Guide. 4th ed. (Canada, Canadian International Grains Institute). Available: <http://www.canolacouncil.org>
- Elleuch M, Bedigian D, Roiseux O, Besbes S, Blecker C, Attia H 2011 Dietary fibre and fibre-rich by-products of food processing: Characterisation, technological functionality and commercial applications: A review. *Food Chem* 124:411-421.
- Duncan DB 1995 Multiple range and multiple F tests. *Biometrics* 11:1-42.
- Gong LM, Li DF, Wang FL, Huang DS 2003 The effect of the ratio of threonine to lysine on performance, carcass quality, nutrient digestibility and plasma biochemistry in-

- dexes in broilers. Pages 52-63 in Proc 2003 Studies on Animal Nutrition and Metabolism. Beijing Agriculture Press, Beijing, China.
- Gopinger E, Xavier EG, Lemes JS, Moraes PO, Elias MC, Roll VFB 2014 Carcass yield and meat quality in broiler fed with canola meal. *Bri Poult Sci* 55:817-823.
- Hong D, Burrows H, Adeola O 2002 Addition of enzyme to starter and grower diets for ducks. *Poult Sci* 81:1842-1849.
- Huang KH, Ravindran V, Li X, Bryden WL 2005 Influence of age on the apparent ileal amino acid digestibility of feed ingredients for broiler chickens. *Br Poult Sci* 46:235-245.
- Jamroz D, Jakobsen K, Orda J, Skorupinska J, Wiliczekiewicz A 2001 Development of the gastrointestinal tract and digestibility of dietary fibre and amino acids in young chickens, ducks and geese fed diets with high amount of barley. *Comp Biochem Physiol A Mol Integr Physiol* 130:643-652.
- Jamroz D, Wiliczekiewicz A, Orda J, Wiertelcki T, Skorupinska J 2002 Aspects of development of digestive activity of intestine in young chickens, ducks and geese. *J Anim Physiol Anim Nutr (Berl)* 86:353-366.
- Kadim IT, Moughan PJ, Ravindran V 2002 Ileal amino acid digestibility assay for the growing meat chicken - comparison of ileal and excreta amino acid digestibility in the chicken. *Br Poult Sci* 44:588-597.
- Kluth H, Rodehutsord M 2006 Comparison of amino acid digestibility in broiler chickens, turkeys, and Pekin ducks. *Poult Sci* 85:1953-1960.
- Kong C, Adeola O 2010 Apparent ileal digestibility of amino acids in feedstuffs for White Pekin ducks. *Poult Sci* 89:545-550.
- Korean Feeding Standard for Poultry 2007 National Institute of Animal Science, RDA, Korea.
- Mason VC 1984 Metabolism of nitrogen compound in the large gut (Emphasis on recent findings in the sheep and pig). *Proc Nutr Soc* 43:45-53.
- McNeill L, Bernard K, MacLeod MG 2004 Food intake, growth rate, food conversion and food choice in broilers fed on diets high in rapeseed meal and pea meal, with observations on sensory evaluation of the resulting poultry meat. *Br Poult Sci* 45:519-523.
- Ravindran V, Hew LI, Ravindran G, Bryden WL 1999 A comparison of ileal digesta and excreta analysis for the determination of amino acid digestibility in food ingredients for poultry. *Br Poult Sci* 40:266-274.
- Ravindran V, Hew LI, Ravindran G, Bryden WL 2005 Apparent ileal digestibility of amino acids in dietary ingredients for broiler chickens. *Anim Sci* 81:85-97.
- SAS 2012 Statistical Analysis System Proprietary Software Release 9.2. SAS Inst Inc Cary NC.
- Schuster A, Friedt W 1998 Glucosinolate content and composition as parameters of quality of canola meal. *Industrial Crops and Products* 7:297-302.
- Slominski BA, Campbell LD 1990 Non-starch polysaccharides of canola meal: Quantification, digestibility in poultry and potential benefit of dietary enzyme supplementation. *J Sci Food Agric* 53:175-184.
- Woyengo TA, Emiola A, Owusu-Asiedu A, Guenter W, Simmins PH, Nyachoti CM 2010 Thermo-stable *Escherichia coli* phytase improves growth performance and nutrient utilization in broilers fed mash and pelleted corn-soybean-meal-based diets *Can J Anim Sci* 90:529-536.

Received Feb. 12, 2015, Revised Mar. 2, 2015, Accepted Mar. 9, 2015