



## 농산부산물의 사료첨가급여가 육계 성장효율과 혈액성상에 미치는 영향: 메타분석

이재훈<sup>1</sup> · 김도형<sup>2</sup> · 이지홍<sup>2</sup> · 김은중<sup>1</sup> · 조상범<sup>3</sup> · 이상무<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>경북대학교 축산학과, <sup>2</sup>경북도립대학교 축산학과,  
<sup>3</sup>전북대학교 축산학과

### Effect of Agricultural Byproduct Supplementation on Growth Performance and Blood Parameters of Broiler Chicken: Meta-analysis

Jaehun Lee<sup>1</sup>, Do Hyung Kim<sup>2</sup>, Ji Hong Lee<sup>2</sup>, Eun Joong Kim<sup>1</sup>, Sangbuem Cho<sup>3</sup> and Sang Moo Lee<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Animal Science, Kyungpook National University, Sangju 37224, Korea

<sup>2</sup>Department of Animal Science, Gyeongbuk Provincial College, Yechon 36830, Korea

<sup>3</sup>Department of Animal Science, Chonbuk National University, Jeonju 54896, Korea

**ABSTRACT** The present study investigated effect of supplementation of agricultural byproduct on growth performance and blood parameters of broiler chicken using meta-analysis. Total 11 studies (32 experiments) where broiler feeding trials with agricultural byproducts were included were employed in analysis. All studies were conducted at commercial farm placed in South Korea and under commercial feeding programs. Growth phases were divided into two groups based on slaughter day. For growth performance, body weight, body weight gain, feed intake and feed conversion rate (feed/gain) were investigated. Carcass weight, dressing percentage, liver and spleen weight, blood glucose, total cholesterol and triglyceride, HDL (High density lipoprotein) and LDL (Low density lipoprotein) cholesterol contents in blood were investigated. Body weight of broiler of treatment was significantly increased than the control ( $P<0.05$ ), regardless of growth phase. However, body weight gain during late growth phase did not show significant difference between control and treatment. Effect evaluated by random effect model on feed intake was not significant. Effect on feed conversion rate during early growth phase was significantly negative ( $P<0.05$ ). Effects on carcass weight, dressing percentage, liver and spleen weight were not significant in random effect model. Effect on abdominal fat was significantly negative ( $P<0.05$ ). In blood parameters, significant effects were found at total cholesterol, triglyceride and HDL cholesterol ( $P<0.05$ ). Effect on HDL cholesterol only was positive effect, and others were negative.

(Key words: broiler, agricultural byproduct, growth performance, blood parameters, meta-analysis)

## 서 론

최근 축산업에 있어 중요한 해결 과제들 중 하나로 사료비 절감을 통한 생산비 개선과 항생제 대체 물질의 개발을 들 수 있다. 사료비 절감은 가축 생산 효율 개선을 통한 생산비 절감과 농가 경제성 향상에 도움이 된다(Park and Kim, 2013). 사료비 절감이라는 목표는 섭취된 영양소의 체내 이용 효율 증진을 통하여 얻어질 수 있고, 이용 효율 증가는 분뇨로 배출되는 영양소의 농도를 낮출 수 있게 된다. 즉, 육계에서 영양소의 체내 이용 효율 향상은 궁극적으로는 사

료 효율을 개선하고, 미소화 영양소의 배출을 감소시키게 된다. 특히 미소화 영양소 배출량 감소는 환경오염의 가능성을 낮추는 효과도 동시에 얻을 수 있다. 항생제 대체 물질은 항생제 사용이 전면적으로 규제되고 있는 시대적인 상황에 따라 그 요구가 증가되고 있으며, 많은 관심을 받고 있는 분야이다. 항생제를 대체하기 위하여, 기존에 항생제가 가지고 있는 특성을 나타내지만 약제 내성 병원균 출현이나 축산물내 잔류 위험이 낮은 천연물 소재가 큰 관심을 받고 있다(Woo et al., 2007; Park et al., 2008; Kim et al., 2011).

많은 연구들이 천연물질의 사료 첨가 급여 효과를 보고하

\* To whom correspondence should be addressed : smlee0103@knu.ac.kr

였고, 대부분의 결과들이 생산성 향상의 효과를 나타내고 있다(Akbarian et al., 2013). 본 연구는 이러한 천연물질의 사료 첨가 급여 효과가 육계 생산성에 미치는 효과를 종합적으로 분석하려는 목적으로 수행되었다. 여러 가지 연구결과들을 종합적으로 분석하여 결론을 도출하는 통계적 방법으로 메타분석(meta-analysis)이 있다(Cho et al., 2013). 사료에 대한 경제적 적용이 가능하고 다양한 식물화학물질(phytochemical)을 함유한 물질로 농산부산물을 들 수 있다. 이에 본 연구에서는 농산부산물을 사료에 첨가하여 육계에 급여한 연구 결과들의 효과들을 메타분석기법을 사용하여 분석함으로써 육계 성장 및 혈액 성상에 미치는 효과를 분석하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 자료 수집

본 연구에서는 총 11편의 연구 논문들을 사용하였다. 사용된 연구 논문들 중 8편은 학술지에 출판된 논문을 사용하였고(Kwon et al., 2008; Kim, 2010; Ko et al., 2010; Park et al., 2010; Kim, 2011; Kim, 2014; Ko et al., 2014; Jang, 2015), 나머지는 학위논문에서 수록된 자료를 이용하였다(Lee, 2016). 국내에서 육계를 대상으로 농산부산물을 이용하여 실시된 사양시험 결과를 포함하고 있는 논문을 분석에 사용하였고, 국내 학술지 검색 프로그램(KISS, <http://kiss.kstudy.com>; Dbpia, <http://www.dbpia.co.kr>)을 이용하여 학술논문을

검색하였다. 조사된 논문들 중에서 연구결과가 표로 설명되어 있고, 결과값들이 평균과 표준편차값으로 구성된 논문들을 다시 선별하여 최종적으로 분석에 사용하였다.

### 2. 자료의 분석

본 연구에서는 대조구와 처리구의 평균을 비교하는 표준화평균차 분석방법을 사용하여 처리에 대한 종합적인 효과를 도출하였다. 표준화평균차이는 각 자료에서 제공하는 평균값과 표준편차값 그리고 반복수(n)을 이용하여 계산하였다. 각 연구들의 효과들에 대한 가중치는 역분산가중치를 적용하여 산출하였고, 임의효과모형(random effect model)의 산출에서는 DerSimonian-Laird 통계량을 사용하였다. 연구들 간의 이질성(heterogeneity) 분석에는 Cochran's Q 통계량을 사용하였고,  $I^2$  통계량을 이용하여 이질성과 잠재적인 첨가량 효과에 대한 분석을 수행하였다(Cho et al., 2013). 일련의 분석은 R statistical program(version 3.4.4)(R Development Core Team, 2010)을 사용하였고, "meta" 및 "tydiverse" packages를 사용하였다.

## 결 과

### 1. 자료의 특성

본 연구에서는 총 11개의 연구에서 32개의 실험 결과 분석에 사용되었다. 분석에 사용된 각 연구들의 특성은 Table 1에서 보는 것과 같다. 각 연구들이 사용한 농산부산

**Table 1.** Information for used studies

Author	Year	Bird	Byproduct	Dose, % (w/w)
Jang	2015	Ross	Herbal medicine	0.15, 0.3, 0.5
Kwon et al.	2008	Ross	Skullcap extract	0.1, 0.3, 0.5
Kim	2010	Arbor Acre	Garlic	1, 2, 5
Park et al.	2010	Hubdard	Mulberry leaves and dandelion extract	1, 2
Ko et al.	2010	Ross	Ginkgo leaf and pumpkin	2.5, 5
Kim	2013	No information	Yacon	0.5, 1, 2
Kim	2011	Hubdard	Pine needle	0.3, 0.6, 0.9
Ko et al.	2014	Ross	Spent coffee	0.5, 1
Lee	2016	Ross	Persimmon peel	1, 3, 5
Lee	2016	Ross	Morus alba	0.1, 0.3, 0.5
Lee	2016	Ross	Garlic	0.1, 0.3, 0.5

물들로는 한약재 부산물(study 1), 황금 추출물(study 2), 마늘 부산물(study 3, 11), 빵잎과 민들레 부산물(study 4), 은행잎과 호박 부산물(study 5), 야콘 부산물 (study 6), 솔잎 부산물(study 7), 커피 추출 부산물(study 8), 감겉질(study 9) 및 빵잎 부산물(study 10) 등이었다. 대부분의 연구들이 Ross 종 육계를 사용하였으며, 2개의 연구에서 Arbor Acre 종을 사용하였고(study 3, 9), 2개의 연구에서는 Hubbard 종 육계를 사용하였다(study 4, 7). 한 연구에서는 사용된 육계의 품종이 기록되지 않았다. 농산부산물들의 첨가수준은 0.15%에서 5%로 다양하게 나타났다. 모든 연구에서 농산부산물의 첨가에 따라서 사료 영양성분을 변화하지는 않았고, 기존 사료에 추가로 부산물을 첨가하는 방법을 사용하였다.

각 연구에서 얻어진 결과값들의 특성은 Table 2에서 보는 것과 같다. 성장 효율은 2개의 사양 단계로 구분하여 표시하였다. 대부분의 연구에서 30일 혹은 35일간 육계를 사육하였으며, 사육 개시 20일 전의 결과를 성장 단계 1(growth phase 1)으로 구분하였고, 출하시까지의 결과를 성장 단계 2(growth phase 2)로 구분하였다. 체중에 대한 결과로 성장 단

계 1과 2는 각각 32개와 96개의 자료가 이용되었다. 증체율은 일당증체율로 표시된 결과를 사용하였고, 성장 단계 1과 2에서 각각 24개와 42개의 자료가 사용되었다. 사료 섭취량의 경우, 성장 단계 1과 2에서 각각 14개와 58개의 자료가 사용되었다. 사료 요구율은 섭취량을 증체량을 나눈 값(feed/gain)을 이용하였고, 성장 단계 1과 2에서 각각 38개와 94개의 자료를 사용하였다. 성장 단계별로 단계 1에 비하여 2에서 높게 나타난 것은 몇몇 연구에서 출하시 성장 효율 결과만을 제시하여 차이가 발생하였다. 도체특성으로 도체중, 도체중비율, 복강내지방, 간장무게 및 비장무게의 분석에는 각각 18개의 자료가 사용되었다. 혈중 포도당 수치에는 32개의 자료가 사용되었고, 총 콜레스테롤 함량과 중성지방 함량에는 각각 46개와 40개의 자료가 활용되었다. 고밀도 지방단백(HDL)과 저밀도지방단백(LDL) 콜레스테롤 수치에 대한 결과에는 각각 40개와 34개의 자료가 활용되었다.

## 2. 생산성에 대한 효과

농산부산물의 사료첨가급여가 육계 생산성에 미치는 효과

**Table 2.** Descriptive statistics for used data

Items	Growth stage <sup>1</sup>	n	Mean	Standard deviation
Body weight (g)	1	32	432.28	254.68
	2	96	1,572.31	352.78
Body weight gain (g/d)	1	24	23.30	5.85
	2	42	51.37	6.91
Feed intake (g)	1	14	1,044.97	62.57
	2	58	2,551.80	499.00
Feed conversion rate (feed/gain)	1	38	1.37	0.27
	2	94	1.60	0.29
Carcass weight (g)		18	1,333.67	9.00
Dressing percentage (%)		18	71.57	0.22
Abdominal fat (g)		18	31.31	1.39
Liver weight (g)		18	48.39	1.75
Spleen weight (g)		18	2.02	0.04
Blood glucose (mg/dL)		32	232.82	16.89
Total cholesterol (mg/dL)		46	155.17	30.54
Triglyceride (mg/dL)		40	75.45	42.56
HDL cholesterol (mg/dL)		40	102.32	26.43
LDL cholesterol (mg/dL)		34	32.07	8.71

는 Table 3에서 보는 것과 같다. 모든 분석 항목에서 연구들 간의 이질성이 확인되었고, 높은  $I^2$  값이 관찰되었다. 즉, 각 연구들에서 사용한 농산부산물의 첨가 수준에 따른 효과가 존재함을 알 수 있었다. 이에 임의효과모형에 대한 결과를 중심으로 각 생산성 항목들에 대한 종합효과를 분석하였다. 체중에 대한 효과에서 성장 단계 1과 2에서 모두 유의적인 효과가 나타났고( $P<0.05$ ), 효과의 크기가 모두 0보다 큰 수로 나타났다. 즉, 처리구의 체중이 대조구의 체중에 비하여 큰 값을 갖고 있음을 알 수 있었다. 성장 단계별 효과의 크기에서는 후기(성장 단계 2)의 효과크기( $ES=1.60$ )가 전기(성장 단계 1,  $ES=0.87$ )에 비하여 크게 나타났다. 증체량의 경우, 성장 단계 1에서만 유의적인 효과가 관찰되었고( $P<0.05$ ), 후기에서는 유의적 효과가 관찰되지 않았다. 증체량에 대한 효과의 크기도 양(positive)의 값을 나타내었다. 사료 섭취량의 경우, 후기에서만 유의적인 효과가 관찰되었고( $P<0.05$ ), 효과의 크기( $ES=0.54$ )는 양의 값으로 나타났다. 사료효율에 대한 유의적인 효과는 전기에서 나타났고( $P<0.05$ ), 효과의 크기는 음(negative)의 값으로 나타났다. 즉, 처리구의 사료 효율이 대조구에 비하여 낮았음을 알 수 있었다.

### 3. 도체 및 장기 무게에 대한 효과

농산부산물의 사료 첨가 급여가 도체 및 장기 무게 특성에 대한 효과는 Table 4에서 보는 것과 같다. 연구들 간의 이질성 분석에서는 도체중 비율, 복강지방 그리고 간장 무게에서 유의성이 관찰되었다. 도체중과 비장 무게에 대한

처리 효과는 고정효과모형(fixed effect model)과 임의효과모형 모두에서 유의성이 관찰되지 않았다( $P>0.05$ ). 간장 무게와 도체중 비율에서도 유의적인 처리효과는 관찰되지 않았다( $P>0.05$ ). 복부지방의 경우, 유의적인 처리효과가 관찰되었고( $P<0.05$ ), 음의 처리효과를 갖는 것으로 나타났다( $ES=-1.56$ ). 또한 첨가수준에 대한 선형효과(linear effect)가 존재함을 알 수 있었다( $I^2=86.85\%$ ).

### 4. 혈액특성에 대한 효과

농산부산물의 사료 첨가 급여가 육계 혈액성상에 미치는 효과는 Table 5에서 보는 것과 같다. 연구들 간의 이질성 분석 결과, 모든 항목에서 유의성이 관찰되었고, 높은  $I^2$  수치가 관찰되었다. 각 항목들에 대한 임의모형 처리효과 분석 결과를 보면, 혈중 포도당과 LDL 값을 제외한 나머지 항목들에서 유의적 효과가 관찰되었다( $P<0.05$ ). 효과의 크기에서는 HDL은 양의 효과 크기( $ES=1.17$ )을 나타낸 반면, 총콜레스테롤( $ES=-1.47$ )과 중성지방( $ES=-0.61$ )은 음의 효과 크기를 나타냈다.

## 고 찰

본 연구는 농산부산물의 사료 첨가 급여가 육계의 생산성에 변화에 효과를 미칠 수 있을 것인가를 알아보기 위한 목적으로 수행되었다. 본 연구에서는 서로 다른 연구들의 통합에 메타분석이라는 통계 기술을 사용하였다. 메타분석

**Table 3.** Summary effects of agricultural byproduct feeding on growth performance of broiler

Items <sup>1</sup>	GP <sup>2</sup>	Fixed effect model			Random effect model			Heterogeneity		
		ES <sup>3</sup>	SE <sup>4</sup>	P-value	ES	SE	P-value	I <sup>2</sup>	Q	P-value
BW	1	0.44	0.04	<0.01	0.87	0.35	0.01	98.76	1,211.26	<0.01
	2	0.45	0.03	<0.01	1.60	0.27	<0.01	98.86	3,334.04	<0.01
BWG	1	0.45	0.03	<0.01	0.79	0.29	0.01	98.65	1,329.06	<0.01
	2	0.51	0.03	<0.01	0.38	0.29	0.20	98.69	1,604.62	<0.01
FI	1	0.29	0.03	<0.01	0.27	0.20	0.17	97.31	669.16	<0.01
	2	0.26	0.03	<0.01	0.54	0.25	0.03	98.57	1,885.39	<0.01
FR	1	-0.26	0.03	<0.01	-0.72	0.31	0.02	98.82	1,523.90	<0.01
	2	-0.01	0.03	0.75	0.24	0.27	0.38	98.75	2,157.55	<0.01

<sup>1</sup> Items: BW, body weight; BWG, body weight gain; FI, feed intake; FR, feed requirement (feed/gain).

<sup>2</sup> GP, growth phase; early phase and late phase were separated by 2 phases division with reported total and denoted as 1 and 2, respectively.

<sup>3</sup> ES, summarized effect size based on standardized mean difference.

<sup>4</sup> SE, standard error of summarized effect size.

**Table 4.** Summary effects of agricultural byproduct feeding on carcass and organ of broiler

Items	Fixed effect model			Random effect model			Heterogeneity		
	ES <sup>1</sup>	SE <sup>2</sup>	P-value	ES	SE	P-value	I <sup>2</sup>	Q	P-value
Carcass weight	0.26	0.19	0.17	0.26	0.19	0.17	0.00	4.83	0.78
Dressing percentage	0.18	0.20	0.37	0.00	0.32	1.00	60.98	20.50	0.01
Abdominal fat	-0.03	0.23	0.88	-1.56	0.69	0.02	85.58	55.49	<0.01
Liver weight	-0.06	0.15	0.71	-0.43	0.43	0.32	86.85	136.91	<0.01
Spleen weight	0.14	0.14	0.33	0.14	0.14	0.33	0.00	9.52	0.80

<sup>1</sup> ES, summarized effect size based on standardized mean difference.

<sup>2</sup> SE, standard error of summarized effect size.

**Table 5.** Summary effects of agricultural byproduct feeding on blood characteristics of broiler

Items	Fixed effect model			Random effect model			Heterogeneity		
	ES <sup>1</sup>	SE <sup>2</sup>	P-value	ES	SE	P-value	I <sup>2</sup>	Q	P-value
Blood glucose	0.15	0.16	0.35	0.10	0.39	0.79	82.03	83.46	<0.01
Total cholesterol	-1.09	0.13	<0.01	-1.47	0.28	<0.01	77.14	96.23	<0.01
Triglyceride	-0.54	0.13	<0.01	-0.61	0.27	0.02	75.01	76.02	<0.01
HDL	0.55	0.14	<0.01	1.17	0.42	0.01	86.71	142.96	<0.01
LDL	-0.50	0.16	<0.01	-0.67	0.62	0.28	91.71	229.28	<0.01

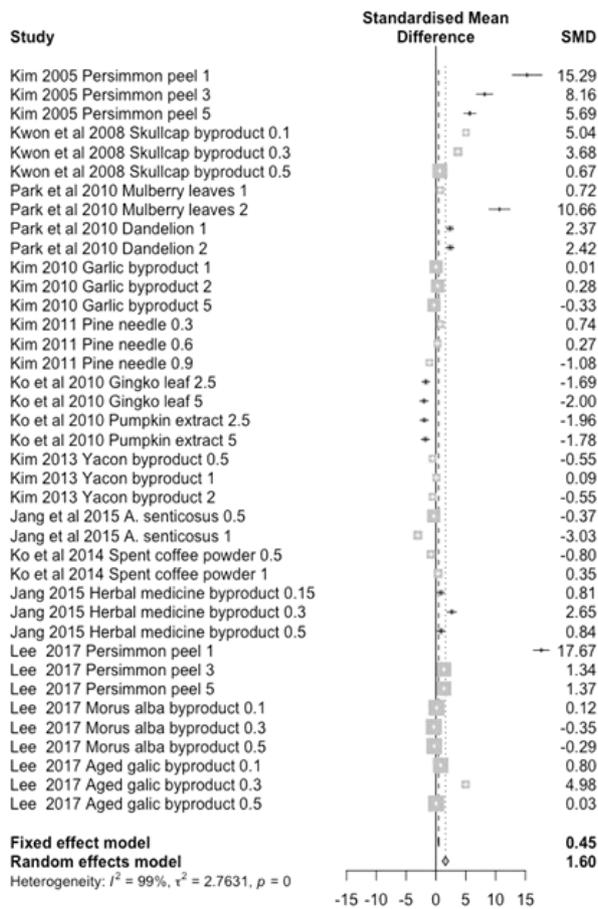
<sup>1</sup> ES, summarized effect size based on standardized mean difference.

<sup>2</sup> SE, standard error of summarized effect size.

(meta-analysis)이란 동일하거나 유사한 목적 혹은 주제에 관하여 이미 수행된 연구 결과들을 병합하여 새로운 데이터 집단(data set)을 구축하고, 종합적인 결과를 도출하는 분석 방법이다(Borenstein et al., 2009). 즉, 서로 다른 시공간에서 수행된 연구결과들을 표준화 과정을 통하여 잠재적 오류를 상쇄하고, 상호간 동일 비교를 통하여 설정된 가설을 검증하는 데이터과학(data science)의 일종이라고 할 수 있다. 본 연구에서는 농산부산물의 사료첨가 급여효과가 육계 생산성에 변화를 미칠 수 있다는 점에 가설을 설정하였고, 다양한 연구 결과들을 수집하고 분석하였다. 자료의 수집과정에서 연구 결과의 선별 기준을 최근 10년간 대한민국에서 수행된 연구로 제한함으로써 분석 결과의 국내 활용성을 높이고자 하였다. 자료 수집 결과, 총 11개의 연구들을 수집할 수 있었다. 물론 더 많은 연구 결과들을 얻을 수 있었으나, 결과 표현에 있어 표준편차를 제공하는 연구만을 선별하는 과정에서 최종적으로 11개의 논문들이 선별되었다. 각 연구들에서는 다양한 농산부산물을 사용하였다. 농산부산물의 사용 목적은 크게 두 가지로 구분할 수 있다. 첫 번째는 사

료비를 절감하려는 목적과 두 번째는 항생제를 대체할 수 있는 천연자원으로서의 활용이다. 사료비 절감 목적에 대한 효과를 분석하기 위하여서는 처리구의 사료 영양소를 대조구와 다르게 하거나, 제한 급여를 통하여 사료 이용 효율의 향상 결과를 분석하는 것이 필요하다. 그러나 본 연구에서 사용된 모든 연구들에서는 대조구와 동일한 사료를 사용하고, 다만 농산부산물만 추가로 첨가하는 형식을 사용하였다. 하지만 사료 에너지를 변화시키지 않고 고정된 상태에서 농산부산물만을 추가한 처리효과는 생산성의 개선을 통한 사료비 절감 효과도 예측할 수 있기에 첫 번째 목적에 대한 해석 및 응용도 가능할 것으로 판단되었다.

농산부산물의 사료 첨가 급여가 육계 생산성에 미치는 효과에서 체중에 대한 효과가 유의적이고 가장 큰 효과의 크기를 나타내었다(Table 3). 분석에 사용된 각 연구들의 개별적 효과의 크기를 조사한 결과는 Fig. 1에서 보는 것과 같다. 모든 연구들에서 농산부산물의 사료 첨가 효과가 긍정적인 것으로 나타난 것은 아니었다. 각 연구에서 농산부산물의 급여가 체중에 미치는 효과가 다양함에도 불구하고, 종합적으로



**Fig. 1.** Forest plot for individual effect size of used studies on body weight of broiler. Study information is denoted as author, year, used agricultural byproduct and dose of supplementation (%). SMD means standardized mean difference.

검토한 결과, 육계 체중 증가, 즉 출하체중의 증가에 긍정적인 영향을 미치고 있음을 알 수 있었다.

본 연구에서 사용된 농산부산물들의 첨가수준은 5% 미만으로 적게는 0.15%까지 소량 첨가하였다. 이에 농산부산물의 사료 첨가 급여를 추가적인 에너지 공급으로 고려하기 어려웠다. 사료섭취량 증가는 체중 증가의 원인이 될 수 있다. 본 연구에서도 농산부산물의 사료첨가급여는 사료섭취량을 유의적으로 증가시켰다. 사료섭취량 증가는 보다 많은 에너지가 체내로 유입되어 이용될 수 있다. 그러나 과도한 에너지의 섭취는 불가식 부위에 해당하는 복강내 지방 축적의 원인이 될 수 있다(Deaton and Lott, 1985). 본 연구의 복강내 지방에 대한 효과에서는 농산부산물의 사료 첨가 급여가 복강내 지방을 유의적으로 감소시킨 것으로 나타났다. 본 연구에서는 분 증으로 배출되는 에너지 및 질소량에 대한 검

토가 이루어지지 않았다. 이에 에너지 분배가 지방보다는 단백질쪽으로 이루어졌다고 단정하기는 어렵다. 하지만 체중 증가와 복강내 지방 감소를 통하여 보다 많은 에너지가 체내 단백질 축적으로 이행되었음을 유추할 수는 있었다. 특히 도체중 증가효과가 83%의 유의수준으로 나타났음을 확인하였다. 도체중 증가에 있어서는 연구들 간의 이질성이 발견되지 않았고, 농산부산물의 급여수준에 대한 효과도 발견되지 않았다( $I^2=0.00$ ). 즉, 농산부산물의 급여수준에 관계없이 농산부산물의 급여는 도체중을 증가시킬 가능성이 있다는 것을 알 수 있었다.

농산부산물의 급여효과를 이해하기 위하여 혈액성상에 대한 효과를 조사하였다(Table 5). 그 결과, 혈중 콜레스테롤과 중성지방 농도는 유의적으로 감소하고, 고밀도지방단백 농도는 증가하는 것을 알 수 있었다. 본 분석에 이용된 연구들이 사용한 농산부산물들은 마늘부산물, 감귤질, 뽕잎, 한약재부산물, 은행부산물 및 야콘부산물 등이 이용되었고, 대부분이 일반적으로 식물화학물질(phytochemicals)을 다량 함유하고 있는 것으로 보고된바 있다(Lee, 2016). 폴리페놀 혹은 플라보노이드와 같은 식물화학물질들은 다양한 생리활성을 가지고 있으며, 혈액대사와 지방대사에 영향을 미치는 것으로 보고된바 있다(Akbarian et al., 2013). 특히 혈중 콜레스테롤 저하는 복강지방의 감소와 긍정적 상관성을 가지고 있는 것으로 알려져 있다. 실제 몇몇 연구에서는 폴리페놀의 사료첨가급여가 혈중콜레스테롤과 중성지방을 낮추고 복강지방의 축적율도 감소시키는 것으로 보고된 바 있다(Eid et al., 2003). 즉, 농산부산물들의 사료첨가급여는 육계의 혈액대사에 긍정적인 효과를 미침으로써 사료 섭취량을 증가시키고, 결론적으로 출하체중의 증가를 유도한 것으로 해석할 수 있었다. 또한 혈액내 콜레스테롤 및 중성지방 감소는 육계의 건강상태를 개선하고 사료섭취량을 증가시킬 수 있다는 결론도 함께 얻을 수 있었다.

육계 사료섭취량 증가로 인한 체중 증가는 일정한 기간내에 보다 큰 육계를 생산할 수 있는 이점이 있다. 사료섭취량 증가는 그 만큼의 사료비가 증가할 수 있다고도 생각할 수 있다. 그러나 목표체중을 고정하면 출하 시기를 앞당길 수 있으며, 출하시기를 일정하게 설정하면 사료내 에너지를 절감하여 사료비를 낮출 수 있다는 장점으로도 해석될 수 있을 것이다.

## 적 요

본 연구에서는 농산부산물의 사료첨가 급여가 육계의 생

산성과 혈액성상에 미치는 효과를 메타분석이라는 통계적 방법을 이용하여 조사하였다. 본 분석에 사용된 연구논문들은 모두 대한민국에 소재한 일반 상업 육계농가에서 사양 시험을 수행하였고, 농산부산물의 사료첨가 급여 효과를 조사하였다. 총 11개의 연구논문에서 32개의 실험들을 메타분석에 이용하였다. 사양 단계는 총 사육일수를 기준으로 두 단계로 구분하였고, 생산성으로는 체중, 증체량, 사료섭취량 그리고 사료요구율을 평가하였다. 그리고 도체중, 도체율, 간장 및 비장 무게에 대한 효과를 평가하였다. 혈액성상으로는 혈중 포도당, 콜레스테롤, 중성지방, 고밀도지방단백 및 저밀도 지방단백함량에 대한 효과를 조사하였다. 농산부산물의 사료첨가 급여는 육계의 출하체중을 유의적으로 증가시키는 결과를 나타내었다. 사료요구율도 농산부산물을 사료첨가하여 급여한 처리구에서 유의적으로 낮게 나타났다. 즉, 농산부산물의 사료첨가급여는 육계 생산성을 개선할 수 있는 가능성이 존재함을 확인할 수 있었다. 도체중, 도체율, 간장 및 비장 무게에서는 유의적인 처리효과를 관찰할 수 없었으나, 복강지방은 농산부산물 급여 처리에 의해 유의적으로 감소하는 것을 확인하였다. 혈액성상에 있어서는 총 콜레스테롤 함량 및 중성지방 수치가 처리효과에 의해 유의적으로 감소하였고, 고밀도지방단백은 유의적으로 증가하였다. 일련의 결과를 통하여 농산부산물의 사료첨가 급여는 육계의 혈액성상 개선과 복강내 지방 침착 억제를 통한 생산성 개선의 효과를 갖는 것을 알 수 있었다.

## REFERENCES

- Akbarian A, Golian A, Gilani A, Kermanshahi H, Zhaleh S, Akhavan A, Smet SD, Michiels J 2013 Effect of feeding citrus peel extracts on growth performance, serum components, and intestinal morphology of broilers exposed to high ambient temperature during the finisher phase. *Livestock Sci* 157(2):490-497.
- Broenstein M, Hedges LV, Higgins JPT, Rothstein HR 2009 *Introduction to Meta-Analysis*. John Wiley & Sons Press. United Kingdom.
- Cho S, Ryu C, Yang J, Mbiriri DT, Choi CW, Chae JI, Kim YH, Shim KS, Kim YJ, Choi NJ 2013 Effect of conjugated linoleic acid feeding on the growth performance and meat fatty acid profiles in broiler: Meta-analysis. *Asian-Aust J Anim Sci* 26(7):995-1002.
- Deaton JW, Lott BD 1985 Age and dietary energy effect on broiler abdominal fat. *Poult Sci* 64(11):2161-2164.
- Eid YZ, Ohtsuka A, Hayashi K 2003 Tea polyphenols reduce glucocorticoid-induced growth inhibition and oxidative stress in broiler chickens. *Brit Poult Sci* 44(1):127-132.
- Jang IS 2015 Effects of by-products of herbal medicine on performance, intestinal microbial population, blood biochemical profiles and immunological parameters in broiler chicks. *Korean J Poult Sci* 42(4):307-314.
- Kim KS, Kim GM, Ji H, Park SU, Yang CJ 2011 Effect of dietary supplementation of *Alisma canaliculatum* (Alismatis Rhizoma) and *Viscum album* (Mistletoe) on growth performance and immunity in broiler chickens. *Korean J Poult Sci* 38(1):21-28.
- Kim YJ 2010 Effects of dietary supplementation of garlic by-products on performance and carcass characteristic of chicken meat. *Korean J Poult Sci* 37(3):221-228.
- Kim YJ 2011 Effects of dietary supplementation of pine needle powder on carcass characteristics and blood cholesterol contents of broiler chicken. *Korean J Poult Sci* 38(1):51-57.
- Kim YJ 2014 Effects of dietary supplementation of yacon by-products and mugwort powder on carcass characteristics and meat quality of chicken thigh meat. *Korean J Poult Sci* 41(1):61-68.
- Ko YH, Yun SH, Song MH, Kim SY, Kim JS, Kim HW, Jang IS 2014 Effects of dietary supplementation of coffee meal on intestinal enzyme activity, biochemical profiles and microbial population in broiler chicks. *Korean J Poult Sci* 41(2):105-113.
- Ko YH, Lee SS, Jang IS 2010 Effects of dietary supplementation of ginkgo leaf and pumpkin on the growth performance, intestinal microflora, blood biochemical profile and antioxidant status in broiler chickens. *Korean J Poult Sci* 37(1):23-33.
- Kwon HS, Kim JY, Kim JS, Lee BK, Lee SY, Lee WS, Ahn BK, Kim EJ, Kang CW 2008 Effects of dietary supplementation of domestic skullcap (*Scutellaria baicalensis*) extracts on performance, immune response and intestinal microflora in broiler chicken. *Korean J Poult Sci* 35(4):351-359.
- Lee J 2016 A study of broiler production using various natural resources. Ph. D. Dissertation Kyungpook National

- University.
- Park CI, Shon JC, Kim YJ 2010 Effects of dietary supplementation of mulberry leaves and dandelion extracts on performance and blood characteristics of chickens. *Korean J Poult Sci* 37(2):173-180.
- Park SB, Na JC, Yu DJ, Bang HT, Hwang IH, Ryu KS 2008 Effect of feeding herb extract on growth performance, intestinal microflora and blood component profile in broiler chickens. *Korean J Poult Sci* 35(1):79-84.
- R Development Core Team 2010 R:A language and environment for statistical computing. Vienna Austria. R Foundation for Statistical Computing. Retrived from <http://www.R-project.org>.
- Woo KC, Kim CH, NamGung Y, Paik IK 2007 Effects of supplementary herbs and plant extracts on the performance of broiler chicks. *Korean J Poult Sci* 34(1):43-52.
- 
- Received May 2, 2018, Revised Jun. 20, 2018, Accepted Jun. 21, 2018