

## 호마박의 영양적 가치 평가 및 산란계 사료 내 첨가가 사양 성적에 미치는 영향

임호중<sup>1</sup> · 안승민<sup>2</sup> · 유선종<sup>2</sup> · 김용란<sup>2</sup> · 안병기<sup>2</sup> · 강창원<sup>2,†</sup>

<sup>1</sup>(주) 삼양사 사료 BU 연구개발팀

<sup>2</sup>건국대학교 축산대학 동물자원연구센터

### Evaluation of the Feeding Value of Sesame Oil Meal and Effects of Its Dietary Supplementation on the Performances of Laying Hens

H. J. Im<sup>1</sup>, S. M. Ahn<sup>2</sup>, S. J. You<sup>2</sup>, Y. R. Kim<sup>2</sup>, B. K. Ahn<sup>2</sup> and C. W. Kang<sup>2,†</sup>

<sup>1</sup>R&D of Feed Business Unit, Samyangsa, 263 Yeonji-Dong Chongno-Gu, Seoul 110-725, South Korea.

<sup>2</sup>Animal Resources Research Center, Konkuk University, 1 Hwayang-Dong, Gwangjin-Gu, Seoul 143-701, South Korea

**ABSTRACT** Two experiments were conducted to evaluate the feeding values of sesame oil meal (SOM) and to investigate the effects of its dietary supplementation on egg production in laying hens. In experiment 1, the values of true metabolizable energy (TME), nitrogen corrected true metabolizable energy (TMEn) and true amino acid availability (TAAA) were determined by force-feeding 16 ISA-Brown roosters and collecting the total excreta from the birds. The TME and TMEn of SOM were 2.30 and 1.99 kcal/g, respectively, and the average TAAA of 15 amino acids was 76.93%. In experiment 2, a total of ninety, 48 weeks old ISA-Brown layer were randomly divided into 9 groups of 10 birds each and assigned to three experimental diets containing 0, 5 and 10% SOM for 4 weeks (30 birds per treatment). The inclusion of SOM into laying hen diets at the 5 and 10% level did not affect production and quality of egg. The C18:3 ω3 content of egg yolks in the 10% SOM group was higher than the other groups, but not significantly. There were no adverse effects on blood parameters in layers fed treated diets containing 5% or 10% SOM. The results indicate that SOM can be used for layers diet up to 10% without any significant negative effects on egg production and quality.

(Key words : sesame oil, true metabolizable energy, true amino acid availability, egg production, laying hens)

## 서 론

우리나라 양계 사료에 있어서 단백질의 공급원으로서 박류가 차지하는 비중은 매우 크며, 이들의 시장가격은 배합사료 단가에 직접적인 영향을 미친다. 일반적으로 양계 사료 내에는 대두박이 가장 많이 이용되지만, 대두의 가격 상승과 공업용 원료로의 이용 증가로 인하여 최근에 이르러서는 원료 수급에 어려움을 겪고 있는데, 사료 자원의 안정적 확보를 위해서도 대두박을 대체할 기타 식물성 박류의 개발이 요구된다(유황 등, 1967). 원료 사료의 사료적 가치는 그 원료가 가지고 있는 일반 성분, 아미노산 함량 및 이용율, 에너지 이용율, 기타 영양소 함량 등 다양한 영양적 요인에 의해

좌우되며, 또한 각 원료 사료 자체 내에 함유되어 있을지 모르는 항영양인자나 이를 제거하기 위한 가공 처리 방법에 의해서도 영향을 받는다. 따라서 대두박 외의 기타 박류의 생체 이용률을 고려한 사료적 가치의 평가와 이를 근거로 하는 사양시험은 대두박을 대체하기 위한 사료 원료의 개발 및 활용을 위해서는 매우 의미 있는 일이라고 생각된다.

참깨(*Sesame indicum* L.)는 유지의 함량이 44~54%에 이르며(Maner, 1973), 착유 후의 부산물인 호마박은 조단백질 함량이 약 40% 내외로 매우 높아 단백질 급원으로 대두박의 대체 박류로서 이용될 수 있다. 또한 Met과 Lys을 보강하면 그 필수 아미노산 구성이 FAO의 표준 단백가를 능가하는 것으로 알려져 있으나(El Tinay et al., 1976; Nilo et al., 1981),

<sup>†</sup> To whom correspondence should be addressed : kkucwkang@kkucc.konkuk.ac.kr

다른 종자박과는 달리 유지의 풍미를 고려하여 볶은 후에 착유하기 때문에 단백질의 변성과 변색되는 문제가 발생한 다(이선호 등, 1995). 현재 국내에서 유통되고 있는 호마박은 거의 전부가 추출박이며(한인규, 1989), 1999년에 배합사료 용 국산 호마박 사용량은 사협 산하 배합사료 공장에서 14,845 M/T, 축협 산하 배합사료 공장에서 161 M/T, 기타 배합사료 공장에서 653 M/T, 총 15,659 M/T이었다(한국사료협회, 2000).

호마박을 산란계 사료 내에 첨가한 사양실험에서 정정수와 한인규(1978)는 대조구와 호마박 4.3% 첨가구간에 산란율, 난중, 일산란량, 사료섭취량의 차이가 없었으나, 호마박 8.2% 첨가구에서는 산란율이 유의하게 감소한다는 결과를 관찰하였다. 백인기 등(1975)이 육계를 공시한 연구에서는 12% 수준에서 호마박과 대두박 및 기타 박류와 비교할 때 호마박 첨가구에서 가장 불량한 성장률을 나타냈으나, 단백질과 에너지를 동일하게 조절했을 때 대두박 15.5%와 호마박 9%를 혼합한 구가 전량 대두박(24%)을 사용한 구보다 증체율이 우수하였다는 결과를 보고하였다. Mamputu and Buhr (1995)는 대두박 첨가구와 호마박 6.8% 첨가구 간에 산란율 및 일산란량에 차이가 없었고, 대조구와 호마박 9.14% 첨가구간에 Haugh unit, 난황 중량, 난각중 및 비중과 같은 난질 분석항목에서 차이가 없었다고 하였다.

본 연구에서는 호마박의 사료 가치를 평가하기 위해 진정 대사에너지(true metabolizable energy; TME)와 질소보정 진정 대사에너지(nitrogen corrected true metabolizable energy; TME<sub>n</sub>), 진정 아미노산 이용률(true amino acid availability; TAAA)을 측정하였고, 산란계 사료에 대한 대두박 대체원료로 호마박 사용 가능성을 규명하기 위한 목적으로 호마박을 5% 및 10% 첨가한 실험사료를 급여했을 때 산란 성적 및 계란 품질에 미치는 영향을 조사하였다.

## 재료 및 방법

### 실험 I : 호마박의 영양적 가치 평가

#### 1. 실험동물 및 실험설계

호마박의 사료 원료로서의 가치를 평가하기 위하여 화학적 분석을 실시하였고 종계 수탉을 이용하여 에너지 이용률 및 아미노산 이용률을 평가하였다. 60주령된 산란종계 (ISA-Brown) 수탉을 체중이 유사한 개체로 선발하여 절식구 8수, 호마박 급여구 8수, 총 16수를 임의 배치하여 실시하였다.

시험에 사용된 호마박은 국내 사료회사에서 사용 중인 원료를 사용하였다.

#### 2. 사양관리

에너지 및 아미노산 이용률을 측정하기 위해 선발된 종계 수탉은 실험 전 24시간 동안 절식시켰다. 24시간 절식 후 30g의 실험사료를 급여하고 48시간 동안 배설물을 전량 채취하였다. 절식구는 실험 전 24시간을 포함하여 실험기간 중 계속적으로 절식시켰으며 처리구의 배설물 채취와 같은 시간 동안 같은 방법으로 배설물을 채취하였다. 모든 실험동물에게 물은 자유로이 음수하게 하였다.

#### 3. 조사항목

##### 1) 일반성분분석

수분, 조단백질, 조섬유, 조지방 및 조회분의 분석은 AOAC(1990) 방법에 따라 실시하였다.

##### 2) 진정 대사에너지(TME) 평가

TME를 측정하기 위해서 Sibbald(1976)가 고안한 강제급여(force-feeding) 방법을 사용하여 실시하였다. ISA Brown 종계 수탉 16수를 일반 시판 사료로 사육하고, 강제 급여를 시작하기 직전에 24시간동안 절식시켰다. 그 후 호마박 원료를 각각 30 g씩 강제 급여시킨 후 48시간(Sibbald, 1979) 동안 배설된 모든 배설물을 채취하였다. 또한 기초대사량 측정을 위하여 절식구를 배치하였다. 채취된 모든 배설물은 깃털과 이물질 등을 제거한 후 60°C에서 24시간 동안 건조시키고 분쇄하여 분석에 이용하였다.

각 사료와 배설물을 건조 후 bomb calorimeter(Parr 1261)를 사용하여 에너지를 측정하여 대사에너지를 계산한 후 사료에 기인되지 않은 대사성 분에너지와 마멸된 장점막, 담즙, 소화액 등의 에너지를 포함한 내인성 노에너지를 보정하여 TME 값을 계산하였다. TME<sub>n</sub>은 질소가 체내에서 0인 상태로 보정하여 체내 축적에 의한 배설물의 변이를 줄여준 것으로 본 연구에서는 Titus et al.(1959)이 제안한 8.73을 상수로 하여 계산하였다.

##### 3) 진정 아미노산 이용률(TAAA) 평가

TAAA는 Sibbald(1976)가 제시한 TME 측정방법과 동일한 방법을 사용하여 측정하였다(Likuski and Dorrell, 1978). 호마박 원료와 분 내의 아미노산 조성은 6N HCl 용액을 사용하여 110°C에서 22시간 동안 가수분해시킨 다음(Spack-

man et al., 1958), 아미노산 자동 분석기(Hitachi L-8500A)를 이용하여 아미노산 함량을 측정하였고 Met와 Cys는 가수분해 전에 performic acid로 산화시킨 후(Moore, 1963) 분석하였다.

**실험 II: 사료 내 호마박의 첨가가 산란계에서 계란 생산 및 난질에 미치는 영향**

**1. 실험설계, 공시동물 및 사양관리**

본 실험에 공시된 산란계는 48주령된 ISA Brown으로 4주 동안 10수씩 3반복으로 처리구당 30수씩 3처리구에 총 90수를 임의 배치하여 실시하였다. 이들 공시계는 2수용 성계 케이지에서 사육하였으며, 실험 사료는 처리별, 반복별로 구분하여 급이기에 담아 매일 09:00에 1차례 급여하였고 급이기에 내의 사료는 15:00에 손으로 골고루 퍼주어 반복구 내의 모든 공시계가 골고루 사료를 섭취할 수 있도록 하였다. 물은 니플 급수에 의해 자유로이 음수할 수 있도록 하였고, 항상 신선한 물을 공급하였다. 매일 오전 09:00에 계란을 수집하여 산란 성적을 조사하였으며, 점등은 시험 기간 동안 17L:7D로 고정하였다.

**2. 실험사료**

실험사료는 호마박을 5% 및 10% 수준으로 첨가하여 대두박과 옥수수를 기초로 하는 대조구 사료와 에너지 및 단백질이 동일한 수준이 되도록 배합하였다. 실험 사료 내의 광물질 및 비타민 함량은 AEC 권장량(AEC, 1987)에 기초하여 배합하였으며 실험 사료의 성분 및 조성은 Table 1에 나타내었다.

**3. 조사 항목 및 조사 방법**

**1) 산란율, 난중 및 일산란량**

계란은 실험 기간 동안에 매일 09:00에 수집한 정상란과 연란, 파란 등을 합한 총 산란 개수를 사육수수로 나누어 산란율을 구하였으며, 수집된 정상란 전부를 칭량하여 정상 계란 수로 나누어 평균 난중을 산출하였다.

각 처리별, 반복별로 매일 산란했던 계란의 총 무게를 산란된 계란 개수로 나누어 평균 난중을 구한 후 산란율을 곱하여 일산란량을 산출하였다.

**2) 사료섭취량**

사료섭취량은 1주 간격으로 잔량을 조사하여 1일 1수당

**Table 1.** Composition of layer diets containing different levels of sesame oil meal

Items	Control	Sesame oil meal	
		5%	10%
Yellow corn 8%	64.39	64.68	64.73
Corn gluten meal	2.29	2.27	2.27
Soybean meal 44%	20.98	15.90	10.85
Limestone	7.77	7.50	6.90
Tricalcium phosphate	2.74	2.87	3.45
Salt	0.36	0.36	0.36
Choline-Cl	0.26	0.29	0.32
Animal fat	0.61	0.50	0.50
Lysine-HCl	0.12	0.22	0.31
DL-methionine	0.28	0.21	0.14
Mineral mix <sup>1</sup>	0.10	0.10	0.10
Vitamin mix <sup>1</sup>	0.10	0.10	0.10
Sesame oil meal	0.00	5.00	10.00
Total	100.00	100.00	100.00
Calculated analysis			
DM, %	88.03	88.50	89.02
CP, %	16.10	16.10	16.10
Ether extract, %	3.45	4.00	4.65
Crude fiber	2.70	2.83	2.95
Crude ash, %	12.81	12.75	12.83
Ca, %	3.80	3.80	3.80
Available P, %	0.37	0.37	0.37
TME <sub>n</sub> , kcal/kg	2,794	2,794	2,794

<sup>1</sup> Provides per kg of diet(vitamin A, 8,000 IU/kg; vitamin D<sub>3</sub>, 1,600 IU/kg; vitamin E, 10 ppm; vitamin K, 2 ppm; vitamin B<sub>1</sub>, 1.5 ppm; vitamin B<sub>2</sub>, 4 ppm; pantothenic acid, 5 ppm; vitamin B<sub>6</sub>, 2 ppm; vitamin B<sub>12</sub>, 0.01 ppm; niacin, 20 ppm; folic acid, 0.4 ppm; Choline, 500 ppm; cobalt, 0.3 ppm; copper, 6 ppm; iron, 50 ppm; iodine, 0.6 ppm; manganese, 30 ppm; selenium, 0.15 ppm; zinc : 40 ppm). AEC, 1987. Table 1. Chemical and amino acid compositions of sesame oil meal (as fed basis).

사료섭취량을 산출하였다.

**3) 난질 및 난각질 조사**

실험 사료 급여 후 1주 단위로 생산된 계란을 수집하여 Haugh unit, 난황색, 난각 강도 및 난각 두께 등 난질 및 난각질 관련 항목을 측정하였다. 난각 강도는 난각 강도계(FHK 卵殼強度計<sup>1</sup>)를 이용하여 계란의 둔단부를 위로하여 수직으

로 고정하고 압력을 가하여 파각되는 순간의 압력을 측정하였다. 난각 강도 측정 후 난백의 높이를 조사하여 난중을 대비한 Haugh unit 수치를 구하였고(FHK 卵白測定台<sup>1</sup>), 난황색은 Roche color pan에 해당하는 색조 수치로 하였다. 난각 두께는 계란의 첨단부, 둔단부 및 중앙부 3곳의 난각 파편을 채취하여 난각 후도계(FHK Peacock<sup>1</sup>)를 통해 측정된 두께의 평균치로 하였다.

#### 4) 혈액 분석

실험 종료 후 각 반복별로 체중이 동일한 공시계를 2수씩 선발하여 익하정맥에서 1회용 주사기를 사용하여 5 mL 정도 채혈하였고 혈액 응고를 방지하기 위해 heparin 처리된 시험관에 담아 즉시 냉장 보관하였다. 이후 15분 동안 2,500 rpm으로 원심 분리하여 혈장을 분리하였고, 자동혈액분석기<sup>2</sup>를 이용하여 혈장 내 glutamate oxaloacetate transaminase (GOT), gamma-glutamyl transpeptidase(G-GT), blood urea nitrogen (BUN) 및 cholesterol의 농도를 측정하였다.

#### 5) 난황 내 지방산 분석

공시계에서 생산된 계란을 처리구별로 전란을 채취한 후 채취된 계란 샘플 30개를 냉장 상태(4°C)에서 보관하여 15일 이내에 분석에 이용하였다. 난황 내의 총지질을 다음과 같이 Folch et al.(1957)의 방법을 이용하여 추출하였고, methylation 후 gas chromatography를 이용하여 난황 내 지방산을 분석하였다.

난황을 정확히 1.5 g 측정하여 여기에 Folch solution(chloroform : methanol = 2:1, v/v)을 샘플의 약 20배인 30 mL를 넣었다. Homogenizer (NISSEI AM-11, Nihonseiki, Ltd., Japan)로 균질화한 후 분별 깔대기에 담고, 여기에 생리 식염수 10 mL를 넣어 잘 흔들고 2~3분 경과 후 분리된 용액의 하층 부분만을 삼각 플라스크에 담았다. 수분 제거를 위해 Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (anhydrous)를 적당량 넣었다.

여과를 통해 불순물을 제거한 후 rotary evaporator<sup>3</sup>에서 용액이 완전히 기화될 때까지 증발시켰다. 2 mL의 hexane을 넣어 유지를 녹인 후 이것을 총지방, 콜레스테롤 및 지방산 분석용 시료로 이용하였다. Methylation과 중화 반응을 통해 최종적으로 얻어진 샘플은 Omegawax 320 capillary column

(30×0.32 mm ID)이 부착된 gas chromatography<sup>4</sup>에 주입하였다. Column의 초기 온도는 180°C로 하였고, 분당 2.5°C씩 승온시켜 최종 온도를 220°C로 하였다. Detector와 injection port의 온도는 각각 250°C로 하였으며, carrier gas로는 helium을 사용하였다.

#### 6) 난황 콜레스테롤 분석

난황 내 콜레스테롤 분석은 Klat(1995)의 방법에 의해 실시하였다.

#### 4. 통계 분석

실험에서 얻어진 자료들의 통계 분석은 Statistical Analysis System (SAS, 2002)의 GLM Program을 이용하여 실시하였으며, 유의차가 인정된 경우 Duncan의 multiple range test에 의해 처리간 5% 수준에서 유의성을 검정하였다(Duncan, 1955).

## 결과 및 고찰

### 실험 I : 호마박의 영양적 가치 평가

#### 1. 호마박의 일반성분, 아미노산 및 지방산 조성

본 연구에 이용된 호마박의 일반성분, 아미노산 및 지방산 조성은 Table 2와 3에 나타내었다.

호마박 내의 수분, 조단백질, 조지방, 조섬유 및 조회분 함량은 각각 3.99%, 39.13%, 15.41%, 13.94% 및 8.89%이었다. Mamputu and Buhr (1995)는 압착 추출한 호마박에서 조단백질 함량이 47.10%, 조지방 함량이 9.25%로, 본 연구의 분석 결과에 비해 조단백질 함량은 약간 높게, 조지방 함량은 더 낮은 수치를 보고하였다. 조섬유 함량은 백인기 등(1975)의 분석 결과와 매우 유사한 수준이었다. 호마박 내의 Met 및 Lys 함량은 각각 1.07% 및 0.95%이었으며, KOH 용해도는 52.50%로 나타났다. 호마박 내에는 C18:2 ω6 및 C18:1 ω9 지방산이 각각 38.60% 및 33.77%로 가장 높았으며, C18:3 ω3 역시 9.65%로 다른 박류에 비해 비교적 높은 수준으로 함유되어 있었다. C20 이상의 장쇄 지방산은 거의 함유되어

<sup>1</sup> 富士平工業株式會社, 東京都文京區本郷, Japan.

<sup>2</sup> CH-100PLUS Chemistry Analyzer, Seac Radium Group, Ltd., Florence, Italy.

<sup>3</sup> EYELA N-N series, Tokyo Rikakikai, Ltd., Tokyo, Japan.

<sup>4</sup> HP 6890 series, Hewlett-Packard, Atlanta, USA.

있지 않았으며, 총  $\omega 3/\omega 6$  지방산 비율은 0.25로 나타났다.

호마박 내 지방산 조성에 대한 조사 결과는 거의 없으나 하재호 등(1993)이 조사한 참기름 내 지방산 비율은 C16:0가 약 9.1%, C18:0가 4.9%, C18:1  $\omega 9$  및 C18:2  $\omega 6$  비율이 각각 40.5% 및 45.4%로 수집된 시료 간에 큰 차이를 보이지 않았다고 하였다.

2. 호마박의 진정 대사에너지 및 진정 아미노산 이용률의 평가

호마박의 진정 대사에너지 및 진정 아미노산 이용률의 결과를 Table 4와 5에 나타내었다. 본 연구에서 측정된 호마박의 TME와 TME<sub>n</sub>은 각각 2.30 kcal/g, 1.99 kcal/g이었다. 이는 Mamputu and Buhr (1995)가 호마박의 TME<sub>n</sub>이 2.20 kcal/g이라고 보고한 결과와 유사한 수준인 것으로 나타났다. 호마박 내의 총 15개 아미노산의 평균 이용률은 76.93%이었다. 15개 아미노산 중 Arg의 이용률이 88.38%로 가장 높았고,

Table 2. Chemical and amino acid compositions of sesame oil meal (as fed basis)

Chemical analysis	Sesame oil meal % .....
Moisture	3.99
Crude protein	39.13
Ether extract	15.41
Crude fiber	13.94
Ash	8.89
Amino acids	
Val	1.75
Met	1.07
Ile	1.39
Leu	2.40
Thr	1.35
Phe	1.71
His	0.93
Lys	0.95
Arg	4.36
Asp	3.24
Cys	0.77
Tyr	1.43
Ser	1.72
Glu	7.14
Ala	1.78
KOH solubility	52.50

Table 3. Fatty acids composition of sesame oil meal

Fatty acids <sup>1</sup>	Sesame oil meal % .....
C16:0	8.95
C16:1 $\omega 7$	0.12
C18:0	5.29
C18:1 $\omega 9$	33.77
C18:2 $\omega 6$	38.60
C18:3 $\omega$	9.65
Unidentified	3.62
Total	100
Total $\omega 3$	9.65
Total $\omega 6$	38.60
Total $\omega 3/\omega 6$	0.25
SFA <sup>2</sup>	14.24
MUFA <sup>2</sup>	33.89
PUFA <sup>2</sup>	48.25
MUFA/SFA	2.38
PUFA/SFA	3.39

<sup>1</sup> Number of carbon atoms: number of double bonds, followed by the position of the first double bond relative to the methyl end.  
<sup>2</sup> SFA, saturated fatty acids; MUFA, monounsaturated fatty acids; PUFA, polyunsaturated fatty Acids.

Table 4. Metabolizable energy values of sesame oil meal (dry matter basis)

	TME <sup>1</sup> kcal/g .....	TME <sub>n</sub> <sup>1</sup>
Sesame oil meal	2.30 ± 0.10	1.99 ± 0.09

<sup>1</sup> TME, true metabolizable energy; TME<sub>n</sub>, nitrogen corrected true metabolizable energy.  
 Values are means ± SE.

Cys의 이용률이 66.58%로 가장 낮았다. Lys의 이용률은 67.15%로 매우 낮았는데, 이는 채유시에 과도한 열처리를 한 것이 원인인 것으로 생각된다. Lys과 Arg를 제외하고는 다른 아미노산의 이용률은 70%를 상회하는 것으로 나타났다. 호마박 내의 15개 아미노산의 평균 이용률이 76.93%라는 본 연구의 결과는 대두박, 옥수수 글루텐, 옥수수와 같은 주요 원료의 평균 아미노산 이용률이 93.89%에서 96.03%라고 보고한 Cave(1988)의 결과에 비해서는 상대적으로 낮은 것으로 나타났다.

## 실험 II: 사료 내 호마박의 첨가가 산란계에서 계란 생산 및 난질에 미치는 영향

1. 산란율, 난중 및 일산란량, 사료섭취량에 미치는 영향  
48주령에서 4주 동안 대두박과 옥수수를 기초로 한 대조구 사료와 호마박 5% 및 10% 첨가한 사료를 급여하였을 때의 산란율, 난중 및 일산란량, 사료섭취량을 Table 6에 나타내었다. 본 실험에서 실험 개시 4주 동안 대조구에 비해 호마

**Table 5.** True amino acid availability of sesame oil meal (dry matter basis)

	Availability	
	%	
Val	76.94±1.65	
Met	81.51±1.56	
Ile	78.92±1.78	
Leu	79.48±1.59	
Thr	74.39±1.83	
Phe	78.53±1.67	
His	76.46±1.58	
Lys	67.15±1.73	
Arg	88.38±0.95	
Asp	72.16±1.45	
Cys	66.58±1.82	
Tyr	79.67±1.61	
Ser	82.16±0.89	
Glu	80.21±1.47	
Ala	71.47±1.54	
Mean	76.93	

Values are mean±SE.

**Table 6.** Effect of feeding sesame oil meal on the egg production rate, egg weight, daily egg mass and feed intake in layers

Item	Control	Sesame oil meal	
		5%	10%
Egg production rate, %	85.12±1.11	84.82±1.01	83.68±0.77
Egg weight, g	67.33±0.33	67.30±0.15	67.16±0.44
Egg mass, g/hen/day	57.32±1.82	57.08±1.08	56.20±1.41
Feed intake, g/hen/day	127.52±0.85	126.77±0.22	125.21±0.69

Values are mean±SE.

박 5% 및 10% 첨가구가 산란율이 전반적으로 낮은 경향이 있었으나 통계적인 유의차는 없었으며, 난중에서도 큰 차이가 없는 것으로 나타났다. Mamputu and Buhr (1995)는 대두박과 호마박 첨가구간에 산란율 및 난중에서 별다른 차이가 없었다는 본 연구와 일치하는 결과를 보고하였다. 그러나 정정수와 한인규(1978)의 연구에서는 대조구에 비해 호마박 8.2% 첨가구에서 산란율이 유의하게 저하되었다는 상반된 결과를 시사하였다. 호마박 첨가 수준이 유사함에도 불구하고 난 생산성에서 대조적인 결과가 나타난 것은 호마박 첨가구에서 사용한 기타 단백질 공급원의 차이 때문인 것으로 사료된다. 정정수와 한인규(1978)의 연구에서 호마박 8.2% 첨가구에 대두박을 사용하지 않았지만, 본 연구에서는 호마박 5% 및 10% 첨가구에서는 각각 대두박을 15.9%와 10.85% 수준으로 사용하였다.

본 실험에서 일산란량은 대조구와 호마박 5% 및 10% 첨가구 간에 큰 차이가 없었으며, 이는 Mamputu and Buhr (1995)가 호마박 6.8% 첨가시에 일산란량에서 유의한 차이가 없었다는 보고와 유사한 결과이다. 정정수와 한인규(1978)는 대조구에 비해 호마박 4.2% 첨가구에서는 일산란량은 유의적인 차이를 보이지 않았지만, 호마박 8.2% 첨가구에서는 일산란량이 유의하게 저하되었다고 하였다.

본 실험 기간 중의 평균 사료섭취량에서는 대조구와 호마박 5% 및 10% 첨가구 간에 유의한 차이는 없었다. 호마박을 이용한 선행 연구에서 사료섭취량에 대한 결과는 매우 다양하다. 유황 등(1967), 백인기 등(1975)의 보고에 의하면 호마박을 첨가하였을 때 대두박 첨가구, 임자박 첨가구에 비하여 낮은 사료섭취량을 보였고, 백인기와 한인규(1976)는 호마박을 대두박과 혼합하여 9% 수준으로 첨가하였을 때 사료섭취량이 증가하였다고 상반된 결과를 시사하였다. Mamputu and Buhr(1995)는 대조구와 호마박 8.5% 첨가구간에 사료섭취량 차이가 없었다고 하였다.

호마박 사용 수준이 증가할 때 사료섭취량이 감소하는 이유에 대해서 채유 공정에서 과도한 열처리로 인해 호마박이 과도하게 탄화됨으로써 기호성 저하를 유발할 가능성을 생각할 수 있다. 본 연구에서는 대조구와 호마박 첨가구간에 사료섭취량에서 차이가 없었던 것은 실험 1에서 조사한 호마박의 TME<sub>n</sub>을 근거로 대사에너지가 동일하게 실험 사료를 배합하였기 때문으로 사료된다.

## 2. 난질 및 난각질에 미치는 영향

대두박과 옥수수를 기초로 한 대조구 사료와 호마박 5% 및 10% 첨가한 사료를 급여했을 때 Haugh unit, 난황색, 난각

강도 및 난각 두께에 미치는 영향에 대한 결과를 Table 7에 나타내었다. 본 연구에서 Haugh unit는 호마박 10% 첨가구에서 대조구와 호마박 5% 첨가구에 비해 다소 낮았으나, 유의한 차이는 없는 것으로 나타났다. 난황색에서 처리구간에 큰 차이는 없었다.

산란계 사료 내에 호마박의 첨가시에 Haugh unit 또는 난황색과 같은 난질 항목이 변화한다는 연구 결과는 발견할 수 없었다. 정정수와 한인규(1978)의 연구 보고에 의하면 옥수수글루텐 처리구를 제외하고는 대두박, 임자박, 호마박 및 채종박 처리구 간에 난황색에서 별다른 차이가 없었다고 하였으며, Mamputu and Buhr(1995) 역시 대조구와 호마박 9.14% 첨가구 간에 Haugh unit 및 난황 중량에서 차이가 없었다는 결과를 보고하였다. 본 연구에서 대조구에 비해 호마박 5% 및 10% 첨가구 간에 난각 강도에서 큰 차이가 없었으며, 난각 두께는 대조구에 비해 호마박 5% 및 10% 첨가구에서 다소 증가하는 경향이 있었으나 유의한 차이는 인정되지 않았다.

3. 난황 내 총 지질 및 지방산 조성에 미치는 영향

대두박과 옥수수를 기초로 한 대조구 사료와 호마박을 5% 및 10% 첨가한 실험 사료를 급여하였을 때 생산된 계란 난황 내 총지질 함량 및 지방산 조성을 Table 8에 나타내었다. 난황 내 총지질 함량에 있어서 모든 처리구에서 28% 내외로 매우 일정하였다. 김은미 등(1997)은 홍화유 및 들깨유 급여에 의해 난황 내 총지질 함량은 변하지 않았다고 하였다. 일반적으로 난황 내 지방산 조성은 급여한 유지의 지방산 조성과 밀접한 관계가 있다. 오홍록과菅野道廣(1994)에 의하면 기초사료 급여구에 비하여 잇꽃유 및 달맞이꽃유 첨

Table 7. Effect of feeding sesame oil meal on Haugh unit, yolk color, eggshell strength, and eggshell thickness in layers

Item	Control	Sesame oil meal	
		5%	10%
Haugh unit	84.98±1.36	84.37±1.24	82.97±2.15
Yolk color	7.89±0.08	7.65±0.10	7.69±0.14
Egg shell strength, kg/cm <sup>2</sup>	3.95±0.12	4.00±0.13	4.15±0.17
Egg shell thickness, mm×100	38.29±0.50	39.02±0.22	38.86±0.42

Values are mean±SE.

Table 8. Effect of feeding sesame oil meal on the total lipid content and fatty acid composition of egg yolks in layers (Means±SE)

Items	Control	Sesame oil meal	
		5%	10%
%			
Total lipid content	27.64±5.34	27.08±5.99	28.26±5.64
Fatty acids <sup>1</sup>			
C14:0	0.35±0.02	0.33±0.01	0.34±0.02
C14:1	0.07±0.01	0.08±0.01	0.07±0.01
C16:0	25.57±0.60	25.28±0.56	24.64±0.54
C16:1 ω7	3.52±0.19	3.99±0.22	3.57±0.29
C18:0	7.56±0.91	7.95±0.31	8.27±0.23
C18:1 ω9	43.67±0.87	44.70±0.32	42.66±0.87
C18:2 ω6	13.70±0.46	11.57±0.03	13.56±0.99
C18:3	0.38±0.10	0.58±0.14	1.42±1.06
C20:0	-	0.01±0.01	0.02±0.01
C20:1	0.21±0.04	0.19±0.05	0.24±0.03
C20:2 ω6	0.09±0.03	0.10±0.00	0.12±0.01
C20:3	0.12±0.01	0.12±0.00	0.14±0.01
C20:4 ω6	2.05±0.10	1.87±0.08	2.02±0.04
C20:5 ω3	0.12±0.01	0.13±0.01	0.14±0.00
C22:6 ω3	0.82±0.06	0.76±0.23	1.12±0.04
Others	1.58±0.11	1.76±0.09	1.82±0.12
Total ω3	1.32	1.87	2.31
Total ω6	15.87	13.56	15.72
Total ω3/ω6	0.08	0.14	0.15
SFA <sup>2</sup>	33.49	33.58	33.29
MUFA <sup>2</sup>	47.47	48.95	46.54
PUFA <sup>2</sup>	17.46 <sup>ab</sup>	15.70 <sup>b</sup>	18.35 <sup>a</sup>
MUFA/SFA	1.42	1.46	1.40
PUFA/SFA	0.52	0.47	0.55

<sup>1</sup> Number of carbon atoms: number of double bonds, followed by the position of the first double bond relative to the methyl end.

<sup>2</sup> SFA, saturated fatty acids; MUFA, monounsaturated fatty acids; PUFA, polyunsaturated fatty acids.

<sup>ab</sup> Means within a row with no common superscripts differ significantly(P<0.05).

가구에서 난황 내의 불포화 지방산 중에서 C18:1 ω9이 크게 감소한 반면에 C18:2 ω6는 두 배 이상으로 증가되었다고 하였다.

본 연구에서는 대두박 위주의 대조구와 호마박 5% 및 10% 첨가구 간에 난황 내 지방산 조성에 큰 변화가 없는 것

**Table 9.** Effect of feeding sesame oil meal on GOT, G-GT, BUN and cholesterol concentration in layers

Item	Control	Sesame oil meal	
		5%	10%
GOT, U/L <sup>1</sup>	141.40±13.57	152.33±10.33	154.00± 6.61
G-GT, U/L <sup>1</sup>	3.93± 0.27	3.85± 0.22	3.71± 0.19
BUN, mg/dL <sup>1</sup>	0.71± 0.07	0.94± 0.09	0.87± 0.09
Cholesterol, mg/dL	118.42±14.68	118.46±14.31	121.02±18.54

<sup>1</sup> GOT, glutamate oxaloacetate transaminase; G-GT, gamma glutamyl transaminase; BUN, blood urea nitrogen.

Values are mean±SE.

으로 나타났다. C18:1 ω9 및 C16:0의 비율이 가장 높았으며, C18:2 ω6는 11.57%에서 13.70%로 처리간에 유의한 차이는 인정되지 않았다. 총 다가불포화지방산(PUFA)의 비율은 호마박 5% 처리구에서 유의하게 낮았으나, 이는 호마박 첨가에서 기인한 차이는 아닐 것으로 사료된다.

#### 4. 혈액 내 성분 조성에 미치는 영향

대두박과 옥수수를 기초로 한 대조구 사료와 호마박 5% 및 10% 첨가한 사료를 급여하였을 때 혈청 내 GOT, G-GT, BUN 및 cholesterol 농도의 변화를 Table 9에 나타내었다. 혈청 내 GOT, G-GT, BUN 및 cholesterol 농도는 처리간에 큰 차이가 없는 것으로 나타났다. 일반적으로 혈청 내 GOT 및 G-GT 수준은 간 세포의 재생 여부를 판단하는 근거로 사용될 수 있다(Lumeij, 1997). 본 연구에서도 호마박의 다량 사용시에 나타날 수 있는 생리적 변화의 척도로서 혈청 내 GOT, G-GT 수준을 조사하였다. 혈청 내 간 기능의 예측치인 효소 활성과 BUN 및 cholesterol 수준에서 큰 변화가 없다는 결과로부터 산란계에서 호마박을 10% 수준까지 사용하여도 무방하다고 생각된다. 본 연구에서는 대두박 외의 다른 식물성 단백질 공급원을 사용할 때 그 원료의 TME, TME<sub>n</sub> 및 TAAA와 같은 평가 결과를 기초로 산란계 사료를 배합한다면 생산성 저하와 생리적 변화를 막을 수 있는 것으로 사료된다.

## 적 요

본 연구는 호마박의 사료적 가치를 평가하고 산란계의 성적에 미치는 호마박의 첨가 효과를 구명하기 위해 수행하였

다. 실험 1에서는 16수의 ISA-Brown 중계 수탉을 공시하여 강제 급여 방법에 의해 호마박의 진정 대사에너지(TME), 질소 보정 진정 대사 에너지 (TME<sub>n</sub>) 및 진정 아미노산 이용률 (TAAA)을 조사하였다. 호마박의 TME 및 TME<sub>n</sub>은 각각 2.30 kcal/g 및 1.99 kcal/g이었고, 15개 아미노산의 평균 이용률은 76.93%로 나타났다.

실험 2에서는 48주령의 ISA-Brown 산란계 90수를 3개 처리(대조구, 호마박 5%, 호마박 10%)로 나누어 4주간의 사양 실험을 실시하였다. 실험사료 내 호마박 첨가가 난 생산성 및 계란 품질에 미치는 영향을 조사하였다. 산란계 사료 내에 호마박을 5% 및 10% 첨가했을 때 난 생산성 및 생산된 계란의 품질에는 큰 영향을 미치지 않은 것으로 나타났다. 호마박 10% 첨가구에서 난황 내 C18:3 ω3의 비율이 가장 높았으나, 통계적인 유의차는 인정되지 않았다. 혈청 내 GOT, G-GT, BUN 및 cholesterol 조성에 있어서도 처리간에 큰 차이는 발견되지 않았다. 본 연구에서는 호마박을 정확한 원료 평가를 거쳐 사용한다면 산란계 사료에 있어서 10% 까지 사용하여도 난 생산성 및 계란 품질을 저하시키지 않았으며, 공시계에게 어떠한 부정적인 영향도 미치는 않았다는 결과가 시사되었다.

(색인어 : 호마박, 진정 대사에너지, 진정 아미노산 이용률, 난 생산성, 산란계)

## 인용문헌

- AEC 1987 Tables AEC recommendations for animal nutrition. 5th ed. RHÔNE-POULENC.
- AOAC 1990 Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists. 15th ed.
- Cave NA 1988 Bioavailability of amino acids in plant feedstuffs determined by in vitro digestion, chick growth assay, and true amino acid availability methods. Poultry Sci 67:78-87.
- Duncan DB 1955 Multiple range and multiple F test. Biometric 11:1-42.
- El Tinay AH, Khattab AH, Khidir MO 1976 Protein and oil compositions of sesame seed. J Am Oil Chem Soc 53:648-655.
- Folch J, Lee M, Sloane-stanley GH 1957 A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. J Biol Chem 226:497-509.
- Klat LV 1995 Cholesterol analysis in foods by direct sapo-



- nification-Gas Chromatographic Methods: Collaborative study. J AOAC Int 78(1):75-79.
- Likuski HJA, Dorrell HG 1978 A bioassay for rapid determinations of amino acid availability values. Poultry Sci 57:1658-1660.
- Lumeij JT 1997 Avian Clinical Biochemistry. In: Clinical Biochemistry of Domestic Animals (ed. J. J. Kanebo, J. W. Harbey and M. L. Bruss 5th). Academic Press pp. 857-883.
- Mamputu M, Buhr RJ 1995 Effect of substituting sesame meal for soybean meal on layer and broiler performance. Poultry Sci 74:672-684.
- Maner JH 1973 Investigation of plants not currently used as major protein sources. Alternative sources of protein for animal production. NAS. Washington, D.C.
- Moore S 1963 On the determination of cysteine as cysteic acid. J Biol Chem 238:235-237.
- Nilo R, Dench JE, Caygill JC 1981 Nitrogen extractability of sesame (*Sesamum indicum* L.) seed and the preparation of two protein isolates. J Sci Food Agric 32:565-570.
- SAS 2002 SAS User's guide, Statistical Analysis System Inst. Inc. Cary NC.
- Sibbald IR 1976 A bioassay for true metabolizable energy in feedingstuffs. Poultry Sci 55:303-308.
- Sibbald IR 1979 The effect of the duration of the excreta collection period on the true metabolizable energy values of feedingstuffs with slow rates of passage. Poultry Sci 58:896-899.
- Spackman DH, Stein WH, Moore S 1958 Automatic recording apparatus for use in the chromatography of amino acids. Anal Chem 30:1190-1206.
- Titus HW, Mehring AL, Johnson D Jr, Nesbitt LL, Tomas T 1959 An evaluation of MCF (micro-cel-fat), a new type of fat product. Poultry Sci 38:1114-1119.
- 김은미 최진호 지규만 1997 식이 홍화유와 들깨유 급여가 계란 난황내 지방산 조성의 변화에 미치는 영향. 한국축산학회지 39(2):135-144.
- 백인기 한인규 1976 국산 박류의 사료 가치에 관한 연구. III. 산지별 입자박과 다른 박류의 품질 비교 시험. 한국축산학회지 18(1):52-58.
- 백인기 한인규 김춘수 1975 국산 박류의 사료적 가치에 관한 연구. II. 부로일러에 대한 박류 비교시험. 한국축산학회지 17(4):348-358.
- 오홍록 菅野道廣 1994 산란계 사료에 첨가된 식물 유지류가 난황의 콜레스테롤 농도 및 지방산 조성에 미치는 영향. 한국가금학회지 21(3):183-193.
- 유황 한인규 육종룡 1967 중추에 대한 박류 비교 시험. 한국축산학회지 9:52-58.
- 이선호 조영제 김성 안봉전 최청 1995. 효소에 의한 참깨박 단백질의 최적 가수분해 조건. 한국농화학학회지 38(3): 248-253.
- 정정수 한인규 1978 국산 박류의 사료적 가치에 관한 연구. VII. 산란계에 대한 국산 박류 비교 시험. 한국축산학회지 20(1):104-111.
- 하재호 허우덕 황진봉 1993 지방산 조성과 탄소 동위 원소 분석에 의한 참기름에 혼입된 타식용유의 검출 방법. 한국식품과학회지 25(4):345-350.
- 한국사료협회 2000 배합사료 생산 및 원료 사용 현황. pp.261-267.
- 한인규 1989 제2판 사료자원 핸드북. 서울대학교 농과대학. pp.213-294.