

## 산란계 사료 내 누에고치 산가수분해물 첨가 시 산란율, 계란 품질, 혈중 면역 물질 및 혈청 콜레스테롤 함량에 미치는 영향

유 종 상 · 석 호 봉<sup>†</sup>

단국대학교 동물자원학과

### Effect of Dietary Acid Hydrolysates of Cocoon on Performance, Egg Quality, Blood Immune Substance and Serum Cholesterol in Laying Hens

Jong-Sang Yoo and Ho-Bong Seok<sup>†</sup>

Department of Animal Resources & Science, Dankook University, Cheonan 330-714, Korea

**ABSTRACT** The study was conducted to evaluate the effects of dietary acid hydrolysates of cocoon on laying performance, egg quality, blood level of immune substance and cholesterol in laying hens. The animals used in the experiment were a total of 240 Hy-Line Brown laying hens (41 weeks old). Dietary treatments included 1) CON (basal diet), 2) SP1 (basal diet + acid hydrolysates of cocoon 0.05%), 3) SP2 (basal diet + acid hydrolysates of cocoon 0.1%) and 4) SP3 (basal diet + acid hydrolysates of cocoon 0.2%) twelve laying hens were allotted to a block (pen) with five replicated. Through the whole period of experiment, egg production, egg weight, egg shell breaking strength and egg shell thickness were no significant difference. However, acid hydrolysates of cocoon treatments (SP1, SP2, SP3) significantly increase their egg yolk height and Haugh unit compared to control ( $P<0.05$ ). IgG and WBC (white blood cell) contents in blood were higher in SP1, SP2, SP3 treatment compared to control ( $P<0.05$ ). However, albumin and total protein content in blood were no significant difference. Phospholipid, HDL-cholesterol, LDL-cholesterol and total cholesterol contents in serum were higher in SP1, SP2, SP3 treatment compared to control ( $P<0.05$ ). In conclusion, supplement dietary acid hydrolysates of cocoon improved egg yolk height, Haugh unit, and blood level of phospholipid, HDL-cholesterol, LDL-cholesterol, total cholesterol in laying hen.

(Key words : acid hydrolysates of cocoon, egg quality, immune substance, laying hen)

### 서 론

누에고치 산가수분해물은 단백질의 가수분해 산물로서 유리아미노산, 올리고펩타이드 및 저분자 단백질 등을 가지고 있으며, 새로운 생물 소재로 이용되고 있다(Nam, 1999). 이런 실크 펩타이드는 실크의 저분자 상태인 아미노산 간의 결합으로 인하여 생긴 펩타이드로서 18종의 아미노산으로 구성되어 있으며, 이들 아미노산은 신체의 세포와 조직을 활성화시키는 물질로 세포의 정상적인 성장과 분열을 도와준다.

실크 펩타이드의 주 원료가 되는 누에고치는 단백질인 75%의 피브로인과 25%의 세리신으로 구성되어 있으며(현창기, 2004), Lee 등(1995)의 연구에서 실크 펩타이드에는 60%의 유리 아미노산과 40%의 올리고 펩타이드를 함유하고 있

다고 보고하였다. 누에고치 산가수분해물의 생리활성 기능은 아미노산보다 이들 저분자량의 펩타이드에 기인하는 것으로 사료된다. 일반적으로 실크는 견사의 바깥 부분에서 세리신을 제거한 피브로인을 말하며, 한가닥의 실크 피브로인 분자는 4,000개 이상의 아미노산으로 연결되어 있다. 우유나 달걀의 아미노산에 비해 글리신과 알라닌의 함량이 매우 높다. 일반적으로 펩타이드는 본래의 단백질에 비해 용해성이 높아서 식품으로 사용될 때 열변성이 적고 고농도 용액에서는 점도가 낮다. 또한 적절한 분자량의 펩타이드는 유화 능력이 우수하여 제 형성 능력이나 수분 및 지방 흡수력도 높은 것으로 알려져 있다(Chen 등, 1994; Lu 등, 1994). 누에고치 산가수분해물은 혈당치 저하(Luo 등, 1993), 혈중 콜레스테롤 수치를 낮추는 작용을 하며(Akai, 1999), 항산화 효과

<sup>†</sup> To whom correspondence should be addressed : hobong@dankook.ac.kr

및 면역 관련 작용을 한다고 한다(Lee 등, 2002). 기능성 저분자 펩타이드를 가지고 있는 누에고치 산가수분해물을 산란계 사료 내 급여 시 산란율, 난특성 및 난중 콜레스테롤 함량에 미치는 영향에 대하여 알아보고자 실험을 실시하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 누에고치 산가수분해물의 제조

원료 누에고치는 기름, 당류 및 불순물을 제거하고 4~5 cm 크기로 자른 후 0.5% Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 용액에서 98 °C, 30분간 2회 전처리를 하였다. 전 처리한 누에고치의 산가수분해는 Chen 등(1994)의 방법에 준하였다. 100배량의 2 N HCl 용액에서 100 °C, 48시간 가수분해한 후 물방울이 떨어지지 않을 정도로 짠 다음, 산에 의한 누에고치의 가수분해 반응을 강력 신속하게 하기 위하여 고압솥에 넣어 125 °C에서 1시간씩 3회 습열 처리를 반복하였다. 산 및 습열 처리한 누에고치는 강산성을 띄고 있어 생물체에 악 영향을 주기 때문에 5% NaOH 용액으로 누에고치가 담긴 용액이 pH 7.0으로 될 때까지 가하여 중화 용액에서 하루 동안 방치하고 다음날 중화 용액에 꺼내었다. 미량의 유해 이온을 제거하기 위하여 증류수로 세척한 후, 감압 건조시켰다. 건조된 누에고치 산분해물은 분말 상태로 만들어 사용하였다.

### 2. 시험 동물 및 시험 설계

본 시험은 41주령 Hy-Line 갈색계 240수를 공시하였고, 사료에 대한 7일간의 적응 기간 후, 4주간 사양 시험을 실시하였다. 시험 설계는 일반 무첨가 사료를 대조구로 하여 SP1(일반 사료+누에고치 산가수분해물 0.05%), SP2(일반 사료+누에고치 산가수분해물 0.1%), SP3(일반 사료+누에고치 산가수분해물 0.2%)으로 총 4개 처리구였으며, 처리 당 5반복, 반복 당 12수씩 완전 임의 배치하였다.

### 2. 시험 사료과 사양 관리

옥수수-대두박 위주의 사료로서 대조구는 CP 17%, ME 2,789 kcal/kg, lysine 0.86%, phosphorus 0.63%, calcium 4.01%이며, 물은 자동 급수기를 이용하여 자유로이 먹을 수 있도록 조절하였다. 총 점등 시간은 일일 17시간이 되도록 조절하였다.

### 3. 조사 항목 및 방법

#### 1) 산란율

산란율은 사양 시험 기간 중 매일 집란하여 처리구별로

**Table 1.** Diet composition (as-fed)

| Ingredient (%)              | Basal diet |
|-----------------------------|------------|
| Corn                        | 58.47      |
| Soybean meal                | 25.66      |
| Corn gluten meal            | 1.28       |
| Salt                        | 0.20       |
| Limestone                   | 8.86       |
| Tricalcium phosphate        | 1.70       |
| Tallow                      | 3.19       |
| Vitamin premix <sup>1</sup> | 0.12       |
| Choline chloride (50%)      | 0.03       |
| Mineral premix <sup>2</sup> | 0.12       |
| NaHCO <sub>3</sub>          | 0.20       |
| DL-Methionine (50%)         | 0.17       |
| Total                       | 100.00     |
| Calculated values           |            |
| ME (kcal/kg)                | 2,789      |
| Crude protein (%)           | 17.00      |
| Calcium (%)                 | 4.01       |
| Available phosphorus (%)    | 0.63       |
| Methionine (%)              | 0.35       |
| Lysine (%)                  | 0.70       |

<sup>1</sup>Provided per kilogram of diet: 15,000 IU of vitamin A, 3,750 IU of vitamin D<sub>3</sub>, 37.5 mg of vitamin E, 2.55 mg of vitamin K<sub>3</sub>, 3 mg of vitamin B<sub>1</sub>, 7.5 mg of vitamin B<sub>2</sub>, 4.5 mg of vitamin B<sub>6</sub>, 24 g of vitamin B<sub>12</sub>, 51 mg of niacin, 1.5 mg of folic acid, 126 g of biotin and 13.5 mg of pantothenic acid.

<sup>2</sup>Provided per kilogram of diet: 37.5 mg of Zn, 37.5 mg of Mn, 37.5 mg of Fe, 3.75mg of Cu, 0.83 mg of I, 0.23 mg of Se and 62.5 mg of S.

총 산란수를 사육수수로 나누어 백분율(%)로 표시하였다.

### 2) 계란 품질

#### (1) 난각 품질

난각 강도는 난각 강도계(Egg shell force gauge model II; Robotmation Co. Ltd., Japan)를 이용하였으며, 난각 두께는 Dial pipe gauge(Ozaki MFG. Co. Ltd., Japan)를 이용하여 난각

의 예단부, 중앙부 및 둔단부를 측정하였다.

### (2) 난중, 난황색 및 Haugh Unit

난중, 난황색 및 Haugh unit은 개시와 종료 후 계란을 처리 당 30개씩 집란하여 계란 품질 검사기(Egg Multi Tester; Touhoku Rhythm Co. Ltd., Japan)를 이용하여 측정하였다.

### 3) 혈액학적 특성

혈액 채취는 사양 시험 종료 시에 처리 당 임의로 10수씩을 선발하여 익하정맥에서 채취하였다. K<sub>3</sub>EDTA vacuum tube (Becton Dickinson Vacutainer Systems, Franklin Lakes, NJ)를 이용하여 혈액을 2 mL 채취하여 분석하였고, 자동 혈액분석기(ADVID 120, Bayer, USA)를 이용하여 WBC(white blood cell)를 조사하였다. 또한 vacuum tube(Becton Dickinson Vacutainer Systems, Franklin Lakes, NJ)를 이용하여 혈액을 5 mL 채취하여 4 °C에서 2,000 ×g로 30분간 원심분리하여 혈청을 분석에 이용하였다. 혈청 중 total protein 및 albumin은 각각 Biuret method와 BCG(Brom Cresol Green) 방법으로 자동생화학분석기(Hitachi 747, Japan)를 이용하여 분석하였다. 지질 검사는 중성지질, 인지질, 고밀도 지단백 콜레스테롤(high density lipoprotein, HDL-C), 저밀도 지단백 콜레스테롤(low density lipoprotein, LDL-C), 총 콜레스테롤 농도는 효소법에 의한 kit시약(Eiken Chemical Co., Japan)을 사용하여 분석하였다.

### 4. 통계처리

모든 자료는 SAS(1999)의 General Linear Model procedure를 이용하여 분산 분석을 실시하였으며, Duncan's multiple range test(Duncan, 1955)을 이용하였다.

## 결과 및 고찰

### 1. 산란율 및 난중

산란계 사료 내 누에고치 산가수분해물 첨가 급여가 산란율과 난중에 미치는 영향은 Table 2에 나타내었다. 전체 시험 기간 동안 누에고치 산가수분해물 첨가 수준에 따라 처리구간의 차이를 보이지 않았다. 김지혁 등(2006)은 동충하초, 인진쑥 및 울금 가공 부산물들을 산란계 사료내 첨가시 산란율과 난중에는 영향을 미치지 않았다고 보고하였으며, 이정호 등(2007)은 산란계 사료 내 잣 부산물의 첨가가 산란율 및 난중에 영향을 미치지 않았다고 보고하였다. 이와 같이

**Table 2.** Effects of dietary silk peptide on egg production and weight in laying hens

| Items <sup>1</sup> | CON   | SP1   | SP2   | SP3   | SE <sup>2</sup> |
|--------------------|-------|-------|-------|-------|-----------------|
| Egg production (%) |       |       |       |       |                 |
| Week 0~2           | 81.87 | 81.55 | 81.01 | 81.40 | 1.32            |
| Week 2~4           | 81.07 | 81.44 | 81.69 | 81.58 | 5.29            |
| Egg weight (g)     |       |       |       |       |                 |
| Week 0~2           | 63.90 | 63.25 | 63.60 | 64.82 | 0.83            |
| Week 2~4           | 64.71 | 62.20 | 62.38 | 62.56 | 0.90            |

<sup>1</sup>Abbreviation: CON, basal diet; SP1, basal diet with silk peptide 0.05%; SP2, basal diet with silk peptide 0.1%; SP3, basal diet with silk peptide 0.2%.

<sup>2</sup>Pooled standard error.

생리활성을 가지고 있는 물질의 연구에서는 산란율과 난중에는 영향을 미치지 않는 것으로 사료된다.

### 2. 계란 품질

Table 3은 누에고치 산가수분해물의 첨가 급여가 계란 품질에 미치는 영향에 대하여 나타내었다. 난각의 특성을 나타내는 난각 강도와 두께는 처리구간에 유의적인 차이를 보이지 않았으나, 난황고와 Haugh unit에 있어서는 누에고치 산가수분해물을 첨가한 SP1, SP2 및 SP3 처리구가 대조구와 비교하여 유의적으로 높게 나타났다( $P<0.05$ ). 이홍룡과 유경선(2001)은 30주령에서 54주령까지 산란계 사료 내 목초액의 급여가 전체 시험 기간 동안 난각 강도, 난각 두께 및 Haugh unit에 영향을 미치지 않았다는 보고하였으며, 장해동 등(2007)은 발효 산삼 배양액 부산물 급여에 따라 난각 강도, 난각 두께 및 Haugh unit에 유의적인 차이를 보이지 않았다고 보고하였다. 본 연구에서는 생리 활성 물질을 가지고 있는 누에고치 산가수분해물을 첨가 급여한 결과, 계란의 난각 품질에 있어서는 영향을 미치지 않았으나, 다른 생리활성물질 첨가 연구와 달리 난황고와 Haugh unit 등이 증가하는 결과를 보여주었다. 따라서 누에고치 산가수분해물의 첨가 급여는 계란의 신선도를 높여주는 것으로 사료된다.

### 3. 혈액 성분

누에고치 산가수분해물의 첨가 급여가 산란계의 혈액 특성에 미치는 영향은 Table 4에 나타내었다. 산란계의 혈청 내 알부민과 총 단백질 함량은 처리구간에 유의적인 차이를 보여 주었으나, 면역 물질인 IgG 함량과 WBC 함량은 누에고

**Table 3.** Effects of dietary silk peptide on egg quality in laying hens

| Items <sup>1</sup>                                | CON                | SP1                | SP2                | SP3                | SE <sup>2</sup> |
|---|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-----------------|
| Egg shell breaking strength (kg/cm <sup>2</sup> ) |                    |                    |                    |                    |                 |
| Initial   | 3.81               | 3.80               | 3.83               | 3.86               | 0.18            |
| Final   | 3.74               | 3.63               | 3.61               | 3.85               | 0.11            |
| Egg shell thickness (mm)                          |                    |                    |                    |                    |                 |
| Initial   | 0.371              | 0.366              | 0.362              | 0.370              | 0.01            |
| Final   | 0.360              | 0.367              | 0.363              | 0.362              | 0.01            |
| Yolk height                                       |                    |                    |                    |                    |                 |
| Initial   | 8.01               | 8.06               | 7.98               | 8.10               | 0.30            |
| Final   | 8.13 <sup>b</sup>  | 8.79 <sup>a</sup>  | 8.79 <sup>a</sup>  | 8.43 <sup>a</sup>  | 0.17            |
| Yolk color index                                  |                    |                    |                    |                    |                 |
| Initial   | 10.48              | 10.53              | 10.55              | 10.65              | 0.20            |
| Final   | 10.57              | 10.43              | 10.56              | 11.27              | 0.23            |
| Haugh unit  |                    |                    |                    |                    |                 |
| Initial   | 87.22              | 87.47              | 88.25              | 88.00              | 2.14            |
| Final   | 88.95 <sup>b</sup> | 92.74 <sup>a</sup> | 92.62 <sup>a</sup> | 92.24 <sup>a</sup> | 1.11            |

<sup>1</sup>Abbreviation: CON, basal diet; SP1, basal diet with silk peptide 0.05%; SP2, basal diet with silk peptide 0.1%; SP3, basal diet with silk peptide 0.2%.

<sup>2</sup>Pooled standard error.

<sup>a,b</sup>Means in the same row with different superscripts differ ( $P < 0.05$ ).

치 산가수분해물을 첨가한 SP1, SP2, SP3 처리구가 대조구와 비교하여 유의적으로 높게 나타났다( $P < 0.05$ ). 이성희 등(2002)의 연구 결과에서 산가수분해를 통하여 얻어진 실크 펩타이드에는 아미노산중 arginine의 함량이 많은 비율을 차지하고 있다고 보고하고 있다. 현재까지 밝혀진 TNF 분비 촉진 활성을 나타내는 대두, 우유, 쌀 단백질 등에서 유래한 면역 활성 촉진 펩타이드는 모두 말단에 arginine을 가지고 있다고 한다(Nishioka 등, 1972; Stuehr 등, 1989; Yoshikawa 등, 1993). 누에고치 산가수분해물에도 이러한 면역 활성 촉진 펩타이드로 인하여 혈액내 면역 물질의 함량이 증가하였을 것이라 사료된다.

누에고치 산가수분해물의 첨가 급여는 산란계에서 혈액내 총 단백질, 알부민 함량에 영향을 미치지 않았다. 혈청내 총 단백질 함량은 체내 아미노산 요구량과 각 단백질의 합성율을 반영하여 체내 단백질 상태를 평가하는데 유효한 지표로 사용되고 있으며, 총 단백질의 50~60%를 차지하는 알부민 농도를 측정하는 것은 단백질 영양 상태를 더 빨리 알 수 있다고 한다(김영화 등, 2000). 누에고치 산가수분해물을 첨가한 SP1, SP2, SP3 처리구는 대조구와 비교하여 혈청내 인지질, HDL-cholesterol, LDL-cholesterol, total cholesterol 함량을 높여주는 효과를 보여주었다( $P < 0.05$ ). 이는 황은희 등(2001)의 연구에서 누에고치 산가수분해물의 급여가 흰쥐의 혈장내 지질의 함량을 증가시켰다는 보고와 일치하였다( $P < 0.05$ ). 인지질과 HDL-cholesterol 함량의 증가에 의하여 혈액내 지질 조성에서는 유의한 결과를 보였다. LDL-cholesterol과 total cholesterol 함량을 높이는 결과를 보여주었다.

**Table 4.** Effects of dietary silk peptide on blood profiles in laying hens

| Items <sup>1</sup>                             | CON                 | SP1                  | SP2                 | SP3                 | SE <sup>2</sup> |
|--|---------------------|----------------------|---------------------|---------------------|-----------------|
| Albumin (g/dL)                                 | 1.68                | 1.70                 | 1.82                | 1.83                | 0.41            |
| Total protein (g/dL)                           | 7.63                | 7.41                 | 7.74                | 7.58                | 1.25            |
| White blood cell ( $\times 10^3/\mu\text{L}$ ) | 454.12 <sup>b</sup> | 472.07 <sup>ab</sup> | 493.28 <sup>a</sup> | 501.30 <sup>a</sup> | 12.14           |
| IgG (ng/100 mL)                                | 771.24 <sup>b</sup> | 803.95 <sup>ab</sup> | 827.39 <sup>a</sup> | 831.14 <sup>a</sup> | 15.23           |
| Triglyceride (mg/dL)                           | 473.71              | 480.98               | 513.83              | 515.62              | 12.19           |
| Phospholipid (mg/dL)                           | 14.37 <sup>b</sup>  | 16.84 <sup>a</sup>   | 16.96 <sup>a</sup>  | 16.49 <sup>a</sup>  | 1.12            |
| HDL-cholesterol (mg/dL)                        | 44.67 <sup>b</sup>  | 46.82 <sup>a</sup>   | 48.26 <sup>a</sup>  | 47.33 <sup>a</sup>  | 2.75            |
| LDL-cholesterol (mg/dL)                        | 35.45 <sup>b</sup>  | 39.64 <sup>a</sup>   | 39.49 <sup>a</sup>  | 39.21 <sup>a</sup>  | 2.88            |
| Total cholesterol (mg/dL)                      | 131.45 <sup>b</sup> | 135.50 <sup>a</sup>  | 136.90 <sup>a</sup> | 138.40 <sup>a</sup> | 13.20           |

<sup>1</sup>Abbreviation: CON, basal diet; SP1, basal diet with silk peptide 0.05%; SP2, basal diet with silk peptide 0.1%; SP3, basal diet with silk peptide 0.2%.

<sup>2</sup>Pooled standard error.

<sup>a,b</sup>Means in the same row with different superscripts differ ( $P < 0.05$ ).

결론적으로 산란계 사료내 누에고치 산가수분해물 첨가 급여는 산란계의 산란율과 난중에 있어서 효과를 미치지 않았으나, 계란의 신선도의 지표인 Haugh unit와 난황고를 높여주는 결과를 보여주었다. 면역 관련 물질인 IgG와 WBC 함량은 누에고치 산가수분해물 첨가 수준에 따라 증가시켰으며, 혈청 내 인지질, HDL-cholesterol, LDL-cholesterol, total cholesterol 함량을 높여주었다. 따라서 누에고치 산가수분해물 0.05% 이상 첨가시 계란의 신선도를 개선시키고, 산란계의 면역 및 지질대사에 긍정적인 영향을 미칠 것이라 사료된다.

## 요 약

본 시험은 하여 산란계 사료내 누에고치 산가수분해물 첨가시 생산성, 계란 품질, 혈액 성상에 미치는 영향을 조사하기 위하여 수행하였다. 41주령 Hy-Line Brown 갈색계 240수를 공시하여, 4주간 사양 시험을 실시하였다. 일반 무첨가 사료를 대조구로 하여 SP1(일반 사료+누에고치 산가수분해물 0.05%), SP2(일반 사료+누에고치 산가수분해물 0.1%), SP3(일반 사료+누에고치 산가수분해물 0.2%)으로 총 4개 처리구였으며, 처리 당 5반복, 반복 당 12수씩 완전 임의 배치하였다. 산란율과 난중에 있어서 전체 시험 기간 동안 누에고치 산가수분해물 첨가 수준에 따라 처리구간의 차이를 보이지 않았다. 난각 특성을 나타내는 난각 강도와 두께는 처리구간에 유의적인 차이를 보이지 않았으나, 난황고와 Haugh unit에 있어서는 누에고치 산가수분해물을 첨가 급여한 처리구가 유의적으로 높게 나타났다( $P<0.05$ ). 면역 물질인 IgG 함량과 WBC 함량은 누에고치 산가수분해물을 첨가한 SP1, SP2, SP3 처리구가 대조구와 비교하여 유의적으로 높게 나타났다( $P<0.05$ ). 누에고치 산가수분해물 첨가 급여는 산란계에서 혈액 내 총 단백질, 알부민 함량에 영향을 미치지 않았다. 그러나 혈청 내 인지질, HDL-cholesterol, LDL-cholesterol, total cholesterol 함량을 높여주었다. 사료 내 누에고치 산가수분해물 0.05% 이상 첨가 급여 시 계란의 신선도를 증가시키고, 산란계의 면역과 지질 대사에도 영향을 미치는 것으로 사료된다. (색인어 : 누에고치 산가수분해물, 계란 품질, 면역 물질, 산란계)

## 사 사

이 연구는 2009년도 단국대학교 대학연구비의 지원을 받

아 연구되었으며, 이에 감사드립니다.

## 인용문헌

- Akai H 1999 New physiological functions of silk material. *Shokuhin to Kaihatsu* 34:45-47.
- Chen K, Takano R, Hirabayashi K 1994 Production of soluble fibroin powder by hydrolysis with hydrochloric acid and physical properties. *J Seric Sci Jpn* 60:358-362.
- Duncan DB 1955 Multiple range and multiple F tests. *Biometrics* 11:1-14.
- Lee JS, Choi HM, Chung SH 1995 Blood glucose-lowering effects of Mori Folium. *Yakjak Heoji* 39:367-372.
- Lee SH, Cho BN, Hyun CK, Jew SS 2002 Physiological, functional characteristics of silk peptide: Antioxidant effect and immune function. *Food Science and Industry* 35:57-62.
- Lu X, Akiyama D, Hirabayashi K 1994 Production of silk powder and properties. *J Seric Sci Jpn* 63:21-27.
- Luo J, Chen K, Xu Q, Hirabayashi K 1993 Study on foodization of fibroin and its functionality. In *The Collection of Papers for The Second International Silk Conference*. China, pp 73-87.
- Nam, HS 1999 Market tendency and development of physiological active peptide. *Kor J Food Ind Nutr* 4:17-19.
- Nishioka K, Constantopoulos A, Satoh PS, Najjar VA 1972 The characteristics, isolation and synthesis of the phagocytosis stimulating peptide tuftsin. *Biochem Biophys Res Commun* 47:172-179.
- SAS 1999 SAS/STAT Software for PC. Release 6.11. SAS Institute Inc Cary NC USA.
- Stuehr DJ, Gross SS, Sakuma I, Levi R, Nathan CF 1989 Activated murine macrophages secrete a metabolite of arginine with the bioactivity of endothelium-derived relaxing factor and the chemical reactivity of nitric oxide. *J Exp Med* 169:1011-1120.
- Yoshikawa M, Kishi K, Takahashi M, Watanabe A, Miyamura T, Yamazaki M, Chiba H 1993 Immunostimulating peptide derived from soy protein. *Ann N Y Acad Sci* 685:375-376.
- 김영화 강병희 조미숙 2000 영양상태판정. *신광출판사* pp 250-252.
- 김지혁 나재천 김상호 장병귀 강희설 이덕수 이상진 좌승협

- 2006 약용 식물 가공 부산물의 첨가가 산란계의 생산성 및 난질에 미치는 영향. 한국가금학회지 33:121-126.
- 이성희 조병남 한창기 주상섭 2002 실크 펩타이드의 생리 기능적 특징. 한국식품과학회지 35:57-61.
- 이정호 김규식 신승오 조진호 진영걸 김인호 2007 산란계 사료내 잣 부산물의 첨가가 산란율, 계란 품질, 혈청 콜레스테롤 및 난황 내 총 콜레스테롤과 지방산 함량에 미치는 영향. 한국가금학회지 34:223-229.
- 이홍룡 유경선 2001 산란계 사료에 목초액의 첨가 급여가 생산성 및 계란 품질에 미치는 영향. 한국동물자원과학회지 43:655-662.
- 장해동 김해진 조진호 진영걸 유종상 민병준 박준철 김인호 2007 발효 산삼 배양액 부산물 급여가 산란계의 산란율, 계란 품질, 혈액 특성 및 난황내 진세노사이드 함량에 미치는 영향. 한국가금학회지 34:271-278.
- 황은희 강병기 김복량 이형자 2001 누에고치 산가수분해물의 단백질의 질적 평가와 고콜레스테롤, 고지질, 고당질식이 흰쥐의 혈장 지질에 미치는 영향. 한국식품영양과학회지 30: 1004-1009.
- 현창기 2004 실크 피브로인 유래 펩타이드의 생리활성 한국식품영양과학회 산업심포지엄발표집 pp 29-47.

(접수: 2009. 11. 30, 수정: 2009. 12. 19, 채택: 2009. 12. 20)