

메추리에 있어서 산란 사료 내 단백질 수준이 산란 성과와 난질에 미치는 영향

오성택 · 김제현 · 박승재 · 윤정근 · 정란 · 안병기 · 강창원[†]

건국대학교 동물생명과학대학

The Effects of Dietary Protein Level on Laying Performance and Egg Quality in Japanese Quail

Sung-Taek Oh, Je-Hun Kim, Seung-Jae Park, Jeong-Geun Yun, Lan Zheng, Byoung-Ki An and Chang-Won Kang[†]

College of Animal Bioscience and Technology, Konkuk University, Seoul 143-701, Korea

ABSTRACT This experiment was conducted to investigate the effects of various levels of dietary protein on laying performance and egg quality in laying quail. A total of six hundred forty 7-week-old laying type Japanese quail were divided into four groups with eight replicates per group (20 birds per replicate) and fed four diets differing in dietary protein levels (18, 20, 22 and 24%) with isocaloric corn-soybean meal-based diets for 8 weeks. The results showed no significant differences in feed intake and egg weight among the groups. With an increase in dietary protein levels, the egg production and daily egg mass were linearly increased ($P<0.05$). However, there were no significant differences in eggshell thickness and Haugh unit. The dietary protein did not affect the blood levels of GOT, GPT, BUN, albumin, and creatinine. The ammonia concentration of intestinal digesta was not affected by the dietary treatments. The contents of hepatic triacylglycerol in the groups fed diets containing 20% protein or more were significantly reduced as compared with that of 18% CP group ($P<0.05$). Overall, this study showed that relatively high levels of dietary CP are needed to sustain the higher egg production and daily egg mass and to avoid the hepatic triacylglycerol accumulation in Japanese quail.

(Key words : protein level, laying performance, egg quality, Japanese quail)

서 론

가축은 축종과 생산 능력에 따라서 영양소의 요구량이 다르다. 알과 고기를 생산하고 체구가 작으면서도 이른 시기에 발정에 도달하며, 높은 산란율(Padgett and Ivey, 1959; Wilson et al., 1961)을 가진 메추리(*Coturnix coturnix japonica*)와 같은 경우에는 특히나 스트레스에 민감하여 환경변화, 사육 방법에 따른 영향이 크기 때문에, 생산능력 및 사육 용도에 알맞게 균형 있는 영양소 공급이 이루어져야 한다. 산란기에 있어서 사료 내 단백질 수준이 산란율에 영향을 미친다는 Chi and Speers(1976)의 보고와 같이 메추리에 있어서도 최적의 생산과 성장, 번식에 높은 단백질이 필요하다(Howes, 1964; Shim and Vohra, 1984). Gropp and Zucker(1969)는 ME 2,600 kcal/kg인 사료에 ME 16%의 단백질만으로도 부족함이 없다고 하였으나, Tanaka et al.(1966)은 2,800 kcal/kg

인 사료에 적어도 20%의 단백질이 필요하다고 하였으며, Begin(1967)은 산란기에 있어서 20% 단백질 이상의 높은 수준을 요구하였다. 그 후 연구에는 초기 육성 시 단백질 25% (Vogt, 1967; Weber and Reid, 1967), 3주 후에는 20% (Vogt, 1967; Gropp and Zucker, 1969)가 필요하다고 하였는데, 이는 NRC(1994)에서 일본메추리의 최소 단백질 요구량을 동일한 ME(2,900 kcal)에 단백질을 육성기 24%, 산란기 20%로 제시한 것과 유사한 결과이다.

메추리 영양소 요구량에 관한 연구는 다른 축종에 비하여 많지 않으며, 몇몇의 해외의 연구에는 차이가 있었다. Sakurai(1981)는 산란 메추리의 사료를 배합할 때 NRC(1994)의 요구량보다 높은 ME 3,000 kcal과 단백질 함량 24%가 적정하다고 제시하였다. 현재까지 국내 실정에 맞는 메추리의 영양소 요구량이나 사양 표준과 같은 연구가 거의 전무한 실정이다. 본 연구는 산란 메추리의 산란 생산성과 계란 품

[†] To whom correspondence should be addressed : kkuwkwang@empal.com

질에 미치는 사료 내 최적의 단백질 수준을 규명하기 위해 실시하였다.

재료 및 방법

1. 실험 사료 제조 및 사양 관리

실험에 사용된 사료는 옥수수·대두박을 기초로 하여 ME 2,800 kcal/kg에 단백질 수준을 각각 18%, 20%, 22% 및 24%로 총 4종류의 사료를 제조하였으며, 배합비와 영양소 함량은 Table 1과 같다. 사료 내 라이신 및 총 함유황아미노산 수준은 조단백질의 증가에 맞추어 증가시켰다. 조단백질 수준 차이 외에 다른 기타 영양소의 수준은 동일하게 NRC 요구량(1994)에 맞추거나 상회하도록 배합하였다. 사양 실험은 8주 동안 실시하였고, 이 기간 동안 물과 사료는 자유 섭취하게 하였으며, 전 사양 기간 동안 24시간 종일 점등을 실시하였다.

2. 실험 동물 및 실험 설계

7주령의 메추리(*Coturnix coturnix japonica*) 640수를 공시하여 총 4개 처리구를 배치하였다. 5단 철제 케이지에 케이지당(33×37×11.5cm) 20수씩 8반복을 두어 1주간 일반 시판 사료로 예비 사육하였으며, 산란율과 체중이 유사하도록 재배치한 후 실험에 이용하였다. 실험에 사용된 처리구들은 CP 18%(ME 2,800 kcal/kg, CP 18%), CP 20%(ME 2,800 kcal/kg, CP 20%), CP 22%(ME 2,800 kcal/kg, CP 22%), CP 24%(ME 2,800 kcal/kg, CP 24%) 등이었다.

3. 조사 항목 및 분석 방법

1) 산란 생산성 및 계란 품질

사료 섭취량은 매주마다 급여한 총 양에서 잔량을 제외하여 측정하였고, 실험 기간 동안 매일 오후 2시에 수집한 정상 산란 개수와 연란, 파란 등을 합한 총 산란 개수를 사육수로 나누어 산란율을 구하였으며, 수집한 정상란 전부를 칭량하여 정상 계란 수로 나누어 평균 난중을 산출하였다.

실험 사료를 급여하여 생산된 계란 중 평균치에 해당하는 계란 30개를 1주 간격으로 수집하여 난각 두께 및 Haugh unit 등 계란의 난질 및 난각질 관련 항목을 측정하였다. 난각 두께는 Digimatic micrometer, Series 293-330(Mitutoyo, Japan)로 측정하였고, 난백의 높이와 난중에 대비한 Haugh unit 수치를 구하였다(Haugh, 1937).

Table 1. Formula and chemical compositions of the experimental diets

Ingredients	Treatments			
	CP 18%	CP 20%	CP 22%	CP 24%
Yellow corn	59.52	53.03	46.56	40.12
Soybean meal	23.06	28.54	34.01	39.43
Corn gluten meal	5.00	5.00	5.00	5.00
Soybean oil	1.31	2.43	3.54	4.64
Limestone	8.08	8.08	8.09	8.09
Dicalcium phosphate	2.17	2.09	2.01	1.93
Salt	0.25	0.25	0.25	0.25
L-Lysine-HCl (77%)	0.16	0.11	0.05	0.02
DL-methionine (99%)	0.05	0.07	0.09	0.12
Choline chloride (50%)	0.10	0.10	0.10	0.10
Vit. mixture ¹	0.15	0.15	0.15	0.15
Min. mixture ²	0.15	0.15	0.15	0.15
Total	100	100	100	100
Calculated values				
Crude protein (%)	18	20	22	24
Crude fat (%)	3.52	4.51	5.49	6.47
Crude fiber (%)	2.68	2.79	2.90	3.01
Crude ash (%)	12.27	12.46	12.65	12.83
Ca (%)	3.70	3.70	3.70	3.70
Available P (%)	0.47	0.47	0.47	0.47
Lysine (%)	0.95	1.05	1.15	1.26
Met + Cys (%)	0.67	0.74	0.81	0.89
ME _N (kcal/kg)	2,800	2,800	2,800	2,800

¹Vitamin mixture provided following nutrients per kg of mixture : vitamin A, 15,000,000 IU; vitamin D₃, 3,000,000 IU; vitamin E, 50,000 IU; vitamin K₃, 5,000 mg; vitamin B₁, 3,000 mg; vitamin B₂, 12,000 mg; vitamin B₆, 4,000 mg; vitamin B₁₂, 30 mg; biotin, 250 mg; niacin, 40,000 mg; folic acid, 2,000 mg; pantothenic acid, 15,000 mg.

²Mineral mixture provided following nutrients per kg of mixture : Fe, 70,000 mg; Cu, 7,500 mg; Zn, 60,000 mg; Mn, 80,000 mg; Co, 130 mg; I, 1,000 mg; Se, 200 mg.

2) 혈액 성분 분석

8주간의 실험 종료 후, 처리당 총 8수씩 선발한 공시계의 혈액을 채취한 후 1,500 rpm으로 10분간 원심 분리하여 혈

청을 분리하였으며, 준비된 혈청 내 총 콜레스테롤 농도는 진단용 콜레스테롤 kit(콜레스테롤 Ekit, 아산제약, 대한민국)를 사용하여 비색 방법으로 측정하였다. 또한 glutamic-oxaloacetic transaminase(GOT) 및 glutamic-pyruvic transaminase(GPT) 활성은 GOT-GPT kit(GOT-GPT kit, 아산제약, 대한민국)을 사용하여 비색방법으로 측정하였다. Blood urea-nitrogen(BUN) 농도는 urease-glutamate dehydrogenase kinetic method에 따라 Pureauto Sun(DAIICHI, 중외제약, 대한민국)을 사용하여 생화학자동분석기(HITACHI 7600-110, Japan)로 측정하였고, albumin 농도는 화학측정법인 bromocresol green method에 따라 Clinimate ALB(DAICHI, 중외제약, 대한민국)을 사용하여 생화학자동 분석기(HITACHI 7600-110, Japan)로 측정하였으며, 크레아틴 농도는 kinetic alkaline picrate method에 따라 Clinimate CREA (DAIICHI, 중외제약, 대한민국)을 이용하여 생화학자동분석기(HITACHI7600-110, Japan)로 측정하였다.

3) 맹장 내 암모니아 농도

맹장 내 암모니아 농도 변화를 알아보기 위해 8주간의 실험 종료 후, 생체중 측정치의 평균에 해당하는 개체를 각 처리당 8수씩 선발하여 도살한 후 맹장을 내용물과 함께 적출하여 분석에 사용 전까지 -20°C 에서 냉동 보관하였다. 맹장 내용물 1 g을 취하여 탈 이온수로 10배 희석하여 ammonia assay kit (AA100, Sigma, St. Louis, USA)를 이용하여 측정하였다.

4) 간 및 혈청 내 지질 함량

간 및 혈청 내 지질 함량은 Iatronscan(MK-6 TLC/FID analy-

zer, Iatron Laboratories, Inc., Japan)을 이용하여 분석하였다. Folch et al.(1957)의 방법에 의하여 간 및 혈청의 지질을 추출하였고, An et al.(1997)의 방법으로 각각 지질 함량을 측정하였다.

4. 통계 분석

모든 결과에 대한 통계분석은 Statistical Analysis System (SAS, 2002)의 General Linear Model procedure를 이용하여 분산분석을 실시하였고, 분산분석간의 유의차가 인정되는 경우 Duncan의 다중검정(multiple-range test)을 이용하여 처리간의 유의성을 검정하였다(Duncan, 1955).

결과 및 고찰

1. 산란 생산성

실험 사료 내 단백질 수준을 18%, 20%, 22% 및 24%로 달리하여 급여했을 때 난 생산성과 난 품질에 미치는 영향에 대한 결과를 Table 2에 나타내었다. 사료 섭취량과 난중은 처리구간 차이는 나타나지 않았다. 난 생산성에서 CP 24% 처리구는 CP 18% 처리구보다 유의하게 증가하였다($P<0.05$). 일산란량은 CP 22% 및 CP 24% 처리구 모두 CP 18% 처리구보다 유의하게 증가하였다($P<0.05$). 산란계의 경우 이승우 등(1987)은 갈색 산란계에서 단백질 수준이 증가할수록 난중이 점차 증가하였으며, 사료 섭취량은 단백질 수준에 따른 차이가 없었다고 하였으나, 이상진 등(1987)은 단백질 수준이 증가할수록 산란율은 점차 증가하였지만 난중은 유의적인 차이가 없다고 결론을 내렸다. Ri et al.(2005)은 일본메

Table 2. Effects of feeding various crude protein levels on laying performance in Japanese quail

Parameter	Treatments			
	CP 18%	CP 20%	CP 22%	CP 24%
Laying performance				
Feed intake (g/hen/day)	23.45 ± 0.10	23.24 ± 0.24	23.36 ± 0.09	23.27 ± 0.07
Egg production (%)	81.56 ± 1.11 ^b	83.70 ± 1.28 ^{ab}	84.87 ± 1.45 ^{ab}	87.02 ± 1.38 ^a
Egg weight (g/egg)	10.53 ± 0.04	10.65 ± 0.08	10.68 ± 0.06	10.74 ± 0.07
Daily egg mass	8.61 ± 0.12 ^b	8.90 ± 0.15 ^{ab}	9.08 ± 0.17 ^a	9.34 ± 0.15 ^a
Egg quality				
Egg shell thickness (mm/100)	17.27 ± 0.21	17.99 ± 0.20	17.77 ± 0.24	17.99 ± 0.22
Haugh unit	86.68 ± 0.60	86.86 ± 0.48	86.54 ± 0.64	88.56 ± 0.62

^{ab} Mean ± SE. Values with different superscripts within a row differ significantly ($P<0.05$).

추리 3계통 간의 사료 내 단백질 수준이 난 생산성에 미치는 영향에 대한 실험을 실시하였는데, 모든 계통에서 가장 낮은 단백질 사료 급여는 열등한 난 생산을 초래하였고, 단백질 함량이 올라갈수록 난 생산성도 올라갔으며 단백질 함량이 24%인 경우 누적 난 생산성에 있어서 26%와 비슷하거나 오히려 높다고 하였으며, 단백질 수준이 증가할수록 난중은 유의적으로 올라간다고 하였다. Sakurai(1981) 또한 단백질 수준이 산란율과 난중 및 체중에 영향을 준다고 하였다. 이는 단백질 수준이 증가할수록 산란율에 유의적인 차이가 있었다는 본 실험과 결과와 유사하다. 따라서 본 실험에서는 단백질 수준이 증가함에 따라 산란율과 일산란량이 증가하는 결과를 나타내었기 때문에 난 생산성을 근거로 한다면 사료 내 단백질 수준을 NRC(1994) 및 한국사양표준에서 제시한 20%보다 높게 설정하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

2. 계란 품질

난각 두께와 Haugh unit은 처리구간 유의한 차이가 나타나지 않았다. Bennion and Warren(1933), Conrad(1939)의 보고에 의하면 난각 두께는 외부 온도에 의해서 많은 영향을 받는다고 하였으며, Ri et al.(2005)은 단백질 수준에 따른 난각 강도, 난형 지수와 같은 난질에는 영향이 없었다고 보고하였다. Wu et al.(2007)은 Hy-Line의 단백질 수준에 따른 난질 변화에 관한 연구에서 사료 내 단백질 수준을 14.9%, 15.5% 및 16.1%로 변화시켰을 때 난 비중과 Haugh unit은 유의차가 없었으며, Yuan et al.(2009)의 실험에서도 단백질에 따른 난 비중과 Haugh unit의 변화는 없었다고 하였다. 본 실험의 결과, 사료 내 단백질 수준은 계란 품질에 영향을 주지 않았다고 판단된다.

3. 혈액 분석

사료 내 단백질의 수준별 급여가 메추리의 혈액 성상에 미치는 영향에 대한 결과는 Table 3에 나타내었다. 혈청 알부민, BUN 및 크레아틴 농도는 처리구간에 변화가 관찰되지 않았다. GOT 및 GPT 수준도 유의한 차이가 나타나지 않았다. 혈중 GOT 및 GPT 활성수치는 대사 장애 등에 의한 간 기능의 이상 여부와 조직 손상 정도를 판단하는 지표로 이용되고(Lumeiji, 1997), BUN은 신장 기능에 손상이 있을 때 BUN 수치가 증가하며, 심부전, 탈수 및 고 단백질 음식을 섭취할 때 증가한다. 그리고 간 기능 저하 시 수치가 낮아질 수 있다고 하였으며(Mitchell et al., 1992), 크레아틴도 신장 기능이 나쁘면 수치가 증가하고, 근육의 양에 의해 혈중 크레아틴 수치는 영향을 받게 되며, 운송 스트레스를 받으면 증가 하는 경향이 있다(Scholtysek and Ehinger, 1976). 따라서 단백질의 증가에 의한 혈액 성분 조성에서 모든 처리구에서 큰 영향이 없는 것으로 관찰되어 메추리의 간 기능 및 조직 손상이 발생하지 않았고, 대사기능에도 이상을 초래하지는 않은 것으로 판단된다. 또한 본 실험에서 단백질 수준이 가장 낮았던 CP 18% 처리구에서도 생리적 반응에 부정적인 영향을 미칠 만큼 낮은 수준은 아니었던 것으로 사료된다.

4. 맹장 내 암모니아 농도

사료 내 단백질의 수준별 급여가 메추리의 맹장 내 암모니아 농도에 미치는 영향에 대한 결과는 Table 4에 나타내었다. 본 실험에서 맹장 내 암모니아 농도는 처리구간 유의한 차이가 없었다. 가금은 간에서 아미노산을 요산으로 분해하여 장관 내로 분비하고, 분비된 요산은 맹장 내 urease를 분비하는 여러 미생물에 의해 암모니아로 분해된다. 이렇게 분비된 암모니아는 장 점막 세포 표면에 손상을 입힘으로

Table 3. Effects of feeding various crude protein levels on various blood profiles in Japanese quail¹

Parameter	Treatments			
	CP 18%	CP 20%	CP 22%	CP 24%
Albumin (g/dL)	1.68 ± 0.11	1.88 ± 0.07	1.61 ± 0.11	1.78 ± 0.06
GOT (IU/L)	260.50 ± 49.79	235.50 ± 25.23	212.00 ± 11.29	259.38 ± 51.84
GPT (IU/L)	2.25 ± 0.16	2.63 ± 0.42	3.88 ± 1.47	4.50 ± 1.80
BUN (mg/dL)	1.21 ± 0.07	0.98 ± 0.11	1.28 ± 0.28	1.33 ± 0.12
Creatinine (mg/dL)	0.35 ± 0.02	0.30 ± 0.02	0.34 ± 0.03	0.29 ± 0.01

¹)Abbreviation : GOT, glutamic-oxaloacetic transaminase; GPT, glutamic-pyruvic transaminase; BUN, blood urea nitrogen. Values are mean ± SE.

Table 4. Effects of feeding various crude protein levels on intestinal ammonia concentrations in Japanese quail

Parameter	Treatments			
	CP 18%	CP 20%	CP 22%	CP 24%
Ammonia concentration ($\mu\text{g/mL}$)	1.69 \pm 0.07	1.77 \pm 0.05	1.78 \pm 0.07	1.76 \pm 0.06

Values are mean \pm SE.

가축의 성장을 저해하는 역할을 한다(Lin and Visek, 1991). Namround et al.(2008)은 육계 사료의 단백질 수준을 23%, 21%, 19% 및 17%로 변화시켰을 때 암모니아 농도는 각각 0.63 mg/100mL, 0.62 mg/mL, 0.63 mg/mL 및 0.68 mg/mL로 23~19% 처리구간 단백질 수준에는 변화가 없었으나, 17% 처리구의 단백질 수준에는 유의차를 보였다고 하였다. 반면, Ferguson et al.(1998)은 저 단백질 처리구(20%)를 대조구(22%)와 비교하였을 때 암모니아 농도의 유의한 차이는 관찰할 수 없었다고 보고하였다. 본 실험에서 단백질 수준에 따라 맹장 내 암모니아 농도에서 유의한 차이가 관찰되지 않았다.

5. 간 및 혈청 내 지질 함량

사료 단백질의 수준별 급여가 간 및 혈청 내 콜레스테롤, 중성지질, 인지질 함량에 미치는 영향에 대한 결과를 Table 5에 나타내었다. 간 내 중성 지질에 있어서 사료의 단백질 수준이 높아질수록 29.79 mg/g에서 9.21 mg/g으로 유의적으로 감소하였다($P < 0.05$). 간 내 콜레스테롤, 인지질 함량은 처리구간 유의한 차이가 나타나지 않았고, 혈청 내 콜레스테롤, 중성지질 및 인지질 함량에서도 처리구간 유의한 차이

가 없는 것으로 나타났다. 사료 내 조단백질 수준은 지방산 생합성 양을 조절하는 중요한 인자로 알려져 있다(Yeh and Leveille, 1969). Featherston and Freedland(1973)는 메추리의 사료 내 단백질 수준 증가의 결과, 간 글리코젠(liver glycogen)을 감소시키며, 아미노산 대사와 gluconeogenesis에 관련된 효소의 활동을 증가시켜 malic enzyme and phosphorylase를 감소시키는 등, 간 내 지방함량을 감소시킨다고 하였다. 본 연구에서는 Featherston and Freedland(1973)의 선행 연구와 같은 결과를 보였으며, 단백질 수준이 낮아짐으로써 간 내 지방함량이 증가하는 것을 관찰하였고, 산란용 메추리의 지방간 발생 예방을 위해서도 사료 내 단백질 수준을 18%보다 높게 설정되어야 할 것이며, 지방간 증상이 있을 때 사료 내 단백질 수준을 더 높게 유지해줄 필요가 있다고 사료된다.

적 요

본 연구는 산란 메추리에서 사료 내 조단백질 수준이 생 산성과 난질에 미치는 영향을 조사하기 위하여 실시하였다. 총 640수의 7주령 메추리(*Coturnix coturnix japonica*)를 공

Table 5. Effects of feeding various crude protein levels on lipid fractions of liver and serum in Japanese quail

Parameter	Treatments			
	CP 18%	CP 20%	CP 22%	CP 24%
Liver	-----mg/g-----			
Cholesterol	9.33 \pm 2.21	6.62 \pm 0.24	6.47 \pm 0.19	8.26 \pm 1.01
Triacylglycerol	29.79 \pm 6.46 ^a	14.04 \pm 2.10 ^b	12.08 \pm 2.31 ^b	9.21 \pm 0.82 ^b
Phospholipid	19.92 \pm 1.23	20.87 \pm 1.24	22.54 \pm 3.82	32.55 \pm 8.61
Serum	-----mg/dL-----			
Cholesterol	10.13 \pm 0.95	9.87 \pm 0.36	10.33 \pm 0.48	10.54 \pm 0.54
Triacylglycerol	373.53 \pm 34.51	305.43 \pm 32.49	353.39 \pm 35.69	325.36 \pm 37.62
Phospholipid	121.79 \pm 12.26	112.50 \pm 9.84	138.72 \pm 16.25	113.37 \pm 9.64

^{a,b}Mean \pm SE Values with different superscripts within a row differ significantly ($P < 0.05$).

시하여 모두 4개 처리구에 8반복(반복당 20수)으로 임의 배치하여 8주간 사양실험을 실시하였으며, 실험 사료는 옥수수 대두박을 기초로 하여 대사 에너지 2,800 kcal/kg에 조단백질 수준을 18%, 20%, 22% 및 24%로 각각 달리하여 급여하였다. 전체 실험기간의 수당 사료 섭취량과 난중에서는 처리간에 유의성 있는 차이가 관찰되지 않았다. CP 24% 처리구의 산란율과 일산란량은 CP 18% 처리구에 비해 유의하게 높았다($P<0.05$). 난각 두께 및 Haugh unit 항목에서는 유의적인 차이를 보이지 않았다. 혈청 내 albumin, BUN, creatinine 농도 및 GOT, GPT의 효소 활성 농도는 처리구간에 유의적인 차이가 나타나지 않았다. 맹장 내 암모니아 농도는 처리구 간에 변화가 관찰되지 않았으며, 간 내 중성지질 함량은 CP 18% 처리구에 비해 20%이상 급여한 모든 처리구에서 유의하게 감소하였다($P<0.05$). 본 실험 결과, 난용메추리 사료 내 조단백질 함량이 상대적으로 높은 조건에서 난생산성이 증가하였으며, 간 내 중성지질 축적이 감소한 것으로 나타났다. 또한 단백질 수준의 범위를 더 넓히고 세분화된 연구가 더 필요하리라 판단된다.

(색인어 : 단백질 수준, 산란성적, 난질, 메추리)

사 사

본 연구는 농촌진흥청 축산과학원과 건국대학교 산학협력단의 지원에 의하여 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

인용문헌

- An BK, Banno C, Xia ZS, Tanaka K, Ohtani S 1997 Effects of dietary fat sources on lipid metabolism in growing chicks (*Gallus domesticus*). *Comp Biochem Physiol* 116:119-125.
- Begin JJ 1967 A review of the nutrition of Japanese quail. *World's Poult Sci J* 27:26-34.
- Bennion NL, Warren DC 1933 Temperature and its effect on egg size in the domestic fowl. *Poultry Sci* Vol. XII, No.2.
- Chi MS, Speers GM 1976 Effects of dietary protein and lysine levels on plasma amino acids, nitrogen retention and egg production in laying hens. *J Nutr* 106:1192-1201.
- Conrad RM 1939 The effect of high temperature on the blood calcium of diets. *Arch Tierz* 49:325-331.
- Duncan DB 1955 Multiple range and multiple F test. *Biometrics* 11:1-42.
- Featherston WR, Freedland RA 1973 Influence of dietary protein and carbohydrate levels on liver enzyme activities in quail. *J Nutr* 103:625-634.
- Ferguson NS, Gates RS, Taraba JL, Cantor AH, Pescatore AJ, Straw ML, Ford MJ, Burnham DJ 1998. The effect of dietary protein and phosphorus on ammonia concentration and litter composition in broilers. *Poultry Sci* 77:1085-1093.
- Folch J, Lees 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.
- Gropp J, Zucker H 1969 Untersuchungen zum Protein bedarf der japanischen Wachtel während der Aufzucht. *Archiv für Geflügelkunde* 32:337-342.
- Haugh RR 1937 The Haugh unit for measuring egg quality. *US Egg Poult. Mag* 43:552-555, 572-573.
- Howes JR 1964 Japanese quail as found in Japan. *Quail Quarterly* 1:19-30.
- Lin HC, Visek WJ 1991 Colon mucosal cell damage by ammonia in rats. *J Nutr* 121:887-893.
- Lumeij JT 1997 Avian Clinical Biochemistry. pp 857-883 In: *Clinical Biochemistry of Domestic Animals*. Kanebo JJ, Harvey JW, Bruss ML 5th Ed. Academic Press.
- Mitchell MA, Kettlewell PJ, Maxwell MH 1992 Indicators of physiological stress in broiler chickens during road transportation. *Anim Welf* 1:91-103.
- Namround NF, Shivazad M, Zaghari M 2008 Effects of fortifying low crude protein diet with crystalline amino acids on performance, blood ammonia level, and excreta characteristics of broiler chicks. *Poultry Sci* 87:2250-2258.
- NRC 1994 Nutrient Requirements of Poultry. 9th ed. National Academy Press, Washington DC. USA.
- Padgett C, Ivey WD 1959 Coturnix quail as a laboratory research animal. *Science* 129:267-268.
- Ri E, Sato K, Oikawa T, Kunieda T, Uchida H 2005 Effects of dietary protein levels on production and characteristics of Japanese quail eggs. *J Poult Sci* 42:130-139.
- Sakurai H 1981 Influence of dietary levels of protein and energy on nitrogen and energy balance for egg production of Japanese quail. *Japanese Poult Sci* 18:185-192.
- SAS 2002 SAS User's guide. Statistics, Version 8. e., SAS Institute Inc. Cary NC. USA.
- Scholtyssek S, Ehinger F 1976 Effects of transportation on

- broiler and broiler carcasses. *Arch Geflügelkd* 40:27-35.
- Shim KF, Vohra P 1984 A review of the nutrition of Japanese quail. *World's Poult Sci* 40:261-274.
- Tanaka T, Yamane T, Nishikawa T 1966 Influence of dietary protein energy level on laying Japanese quail. *Japanese Journal of Zootechnical Science* 37:231-235.
- Vogt H 1967 Weitere Versuche über den Eiweissbedarf der Wachtlkuken im zweiten Abschnitt der Afuzucht *Archiv für Geflügelkunde* 31:211-222.
- Weber CW, Reid BL 1967 Protein requirement of Coturnix quail to five weeks of age. *Poultry Sci* 46:1190-1194.
- Wilson WO, Abbot UK, Abplanalp H 1961 Evaluation of Coturnix (Japanese Quail) as pilot animal for poultry. *Poultry Sci* 40:651-657.
- Wu G, Gunawardana P, Bryant MM, Voitle RA, Roland Sr DA 2007 Effects of dietary energy and protein on performance, egg composition, egg solids, egg quality and profits of Hy-Line W-36 Hens during phase 3. *J Poult Sci* 44:52-57.
- Yeh YY, Leveille G 1969 Effect of dietary protein on hepatic lipogenesis in the growing chick. *J Nutr* 98:356-366.
- Yuan K, Wu G, Bryant MM, Roland Sr DA 2009 Effects of dietary fat and protein on performance, egg composition, egg solids, and egg quality of Hy-Line W-36 Hens during phase 1. *J Poult Sci* 46:322-327.
- 이상진 이규호 정선부 오세정 1987 산란계사료의 적정에너지 및 단백질수준에 관한 연구. *한국가금학회지* 14:39-53.
- 이승우 이상진 김영일 오세정 1987 산란계 사료의 에너지 및 단백질 수준이 하절기에 있어서 갈색산란계의 생산성에 미치는 영향. *한국가금학회지* 14:125-135.
- (접수: 2012. 7. 11, 수정: 2012. 8. 31, 채택: 2012. 9. 6)