

## 산란계의 육성기 제한 급여가 생산성 및 계란 품질에 미치는 영향

강환구<sup>1</sup> · 조재훈<sup>2</sup> · 김지혁<sup>1</sup> · 강근호<sup>1</sup> · 유동조<sup>1</sup> · 나재천<sup>1</sup> · 김동욱<sup>1</sup> · 이상진<sup>1</sup> · 김인식<sup>3</sup> · 김상호<sup>1,†</sup>

<sup>1</sup>축산과학원 축산자원개발부 가금과, <sup>2</sup>부천축협, <sup>3</sup>전북대학교 수의학과

### Effects of Restricted Feeding during Growing Period on Laying Performance and Egg Quality in Layers

H. K. Kang<sup>1</sup>, J. H. Cho<sup>2</sup>, J. H. Kim<sup>1</sup>, H. G. Kang<sup>1</sup>, D. J. Yu<sup>1</sup>, J. C. Na<sup>1</sup>, D. W. Kim<sup>1</sup>, S. J. Lee<sup>1</sup>, I. S. Kim<sup>3</sup> and S. H. Kim<sup>1,†</sup>

<sup>1</sup>Poultry Science Division, Livestock Resource Development, National Institute of Animal Science

<sup>2</sup>Buchon National Livestock Cooperatives Federation

<sup>3</sup>Department of Veterinary Anatomy, Chonbuk National University

**ABSTRACT** The objective of this study was to investigate the effect of restricted feeding to laying performance and egg quality in brown layers. A total of 1,080 brown layer chicks were divided into three treatments; conventional feeding (*ad libitum*) and two restricted feedings (80% of conventional diet) for 70 weeks. One of restricted feeding started from six to eighteen weeks of age, and the other started from twelve to eighteen weeks of age. Diets were formulated by NRC (1994) recommendation. Overall laying performance and feed intake were the highest in 6~18 wk restricted group. But there was no significant difference among treatment group ( $P>0.05$ ). Feed intake was higher in 6~18 wk restricted group during maximum production ( $P<0.05$ ), but there was no difference between treatments after the peak. Egg quality tended to decreased by aging, but there was no significant difference among the treatments ( $P>0.05$ ). The result of present study indicated that restricted feeding in rearing period of layers is beneficial to improve egg productivity and to reduce feed cost.

(Key words : layers, restricted feeding, laying performance, egg quality)

## 서 론

현재 일반적인 산란계 농가들은 조기 성성숙을 유도하는 것이 더욱 경제적 이점을 지닌다는 인식하에 성성숙을 빠르게 유도하는 방향의 육성 프로그램을 강조하여 왔다. 하지만, 현재 이용되어지는 조기 성성숙 유도 방법의 경우, 산란기에 높은 산란율을 가져오는 반면 초란의 경우 상품 가치가 떨어지는 문제를 가지고 있다(Keshavarz and Nakajima, 1995). 또한, 산란 시점의 결정을 목표 체중을 기준으로 삼고 있으며, 목표 체중이 육성 단계를 판단하는 도구로서 사용되어왔다(Singh and Nordskog, 1982). 하지만 목표 체중과 생산성 사이의 생리적 관계는 명확히 밝혀지지 않았으며, 산란기에 과비 등의 문제를 일으켜 전반적인 산란 생산성 저하로 경제적 손실이 다수 발생되어지고 있는 실정이다(Lesson and Summers, 1984). 따라서 산란계 육성 프로그램에 관한 연구는 목

표 체중보다는 체성장의 패턴, 생리적 메커니즘 구명을 위해 실시되고 있지만 다소 미흡한 점들이 많은 실정이다. 국내의 경우, 산란기를 대비한 균형있는 체조직 성장과 증체를 위한 육성기 제한 급여 방법들이 정설화되어 있으나, 현실적으로는 조기 산란 유도 방법이 일반적이며, 이러한 문제점들을 근거로 산란계 육성기 제한의 급여 시기 및 제한 강도에 대한 정확한 구명이 요구되어지고 있다(김상호 등, 2003).

산란계 육성의 궁극적인 목적은 우수한 품질의 계란을 생산하는 것으로 난질, 산란율과 같은 산란 능력은 산란계의 유전적 능력, 영양, 사양 조건 및 환경 등에 의해 복합적으로 영향을 받는다. 산란계는 육성 기간 동안에 에너지 또는 단백질의 제한, 제한 강도, 제한 기간, 제한 시기 등의 특정 급여 전략으로 인해 조직과 기관의 성장 기간, 영양소 분배 변화, 기별 성장 패턴 변화, 발달 과정에서 내분비적 변화 등의 생리적 변화가 일어나고, 산란 개시, 산란율, 난질 및 난중 등의

<sup>†</sup> To whom correspondence should be addressed : shkim@rda.go.kr

산란 능력에 영향을 받는다(Kwakkel, 1993). 국내의 경우, 한국표준가축사료 급여 기준(닭)(2007)에서 육성기를 초생주기(0~6주), 중추기(6~14주), 대추기(14~18주), 산란 예비기(18~20주)의 네 단계로 구분하고 있는데, 기별 Step-down 프로그램이 적용되고 있다. 또한, 육성기 사료는 표준 체중 및 증체량을 고려하여 양적 제한 급여 방법이 주로 사용되어지고 있다. 육성기의 영양 상태를 최적화시키기 위해 적정 목표 체중과 생산성 사이의 생리적인 관계, 성장 패턴 및 체조성 변화, 내분비적 변화 및 번식 기관 발달 등을 구명하기 위한 다양한 사양 프로그램을 제시하는 연구들이 진행되어 왔는데 최소한의 산란전 체중은 산란 개시에 필수적이지만(Dunnington et al., 1983; Dunnington and Siegel, 1984), Wells(1980)는 단지 18주령 체중으로 산란 능력을 판단하는 것은 무리가 있기 때문에 18주령까지 체중의 분리가 고려되어야 한다고 하였다. 그리고 Lesson et al.(1986)은 체성장 곡선의 형태가 다음 생산 능력에 대한 정보를 제공할 수 있다고 하였다. 1980년대 이후 사료 급여 전략은 목표 체중보다는 성장 패턴에 중점을 두고 이루어졌다(Lesson and Summers, 1984; Wells, 1980; Summers, 1986). 산란계 사료는 초생추기 고단백질 사료에서 주령에 따라 점차 단백질 함량이 감소하는 Step-down 프로그램이 일반적이었는데, 산란 초기 몇 주 동안 섭취량이 충분치 않을 경우 영양소의 체내 보유 부족으로 산란 피크 이후 산란율의 감소가 일반적인 현상이었다(Lesson and Summers, 1984). 이후 Lesson and Summers(1984)는 초생추기 저단백질로 근육 성장을 완만하게 하고 육성기 동안 난소와 난관 성장이 증대되는 시점에 고단백질을 급여하는 Step-up 프로그램을 제시하였고, 이 방법은 육성 초기 동안 사료 비용을 절감하고 성성숙을 지연시켰으나, 계란의 크기가 감소하고 육성기와 산란기 동안 폐사율이 증가되는 문제가 발생되었다.

따라서 본 연구는 산란 능력에 영향을 미치는 육성기의 적정 급여 Program을 제시하기 위한 목적으로 육성기 제한 시기를 달리하였을 때 나타나는 산란 능력을 구명하고자 실시하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 공시 동물 및 사양 관리

본 시험은 1일령 갈색 산란계 Isa-Brown을 3처리, 6반복으로 반복당 60수씩 총 1,080수를 공시하여 농촌진흥청 축산과학원 가금과 시험계사에서 육성기에 제한 급여를 실시한 후 시험축으로 이용하였다. 점등은 하지까지 자연 일조로 하였

으며, 하지 이후 1주일에 15분씩 점등 점등하여 17시간으로 고정하였는데, 최종 점등 시간은 04:00부터 21:00까지 17시간 점등을 실시하였다.

### 2. 시험 사료 및 시험 설계

기초 사료 및 급여 기간은 Table 1에서 나타낸 바와 같이 옥수수과 대두박을 위주로 하여 NRC(1994)에 준한 영양소로서 배합하였다. 육성기의 시험 사료는 3개로 구분하여 대조구(C)는 전기간 자유 채식으로 급여하였으며, 제한 강도는 Mccance(1977)과 김상호 등(2004)의 선행 연구를 기초로 하여 육성기에 기관 발달에 적합한 수준으로 하였으며, 처리 내용으로는 T1 처리구는 6주령까지는 자유 채식시키고 이후 18주령까지 대조구 대비 80%로 양적 제한 급여를 실시하였으며, T2 처리구는 12주령까지 자유 채식한 후 18주령까지 80%로 양적 제한 급여를 실시하였다.

### 3. 생산성 조사

생산성 조사를 위해 매일 일정한 시간에 집란하여 총 산란율과 난중을 조사하였으며, 사료 섭취량은 시험 개시 후 일주 간격으로 각 처리별로 사료 급여량에서 제한 후 전체 공시수수로 나누어 수당 섭취량(g)으로 산출하였다.

### 4. 계란 품질 분석

계란 품질은 산란 개시 후 4주 간격으로 각 반복별로 5개씩의 계란을 임의 선별하여 품질 조사를 실시하였다. 난각 강도 및 난각 두께는 FHK (Fujigara Co. Ltd, Saitama, Japan)를 이용하여 측정하였으며, 계란 내부 품질인 Haugh unit은 QCM+ (Technical Services and Supplies, York, England)를 이용하여 측정하였다.

### 5. 통계 처리

실험에서 얻어진 모든 자료들의 통계 분석은 Statistical Analysis System(SAS release ver 8.02, 2002)의 General Linear Model(GLM) procedure를 이용하여 분산 분석을 실시하였으며, 각 처리구간 유의성은 Duncan's multiple test(Duncan, 1955)를 이용하여 5% 수준에서 유의성을 검정하였다.

## 결과 및 고찰

### 1. 체중, 산란율, 사료 섭취량 및 사료 요구율

제한 시기에 따른 처리별 체중 변화를 조사한 결과는 Ta-

**Table 1.** Formular and chemical composition of basal diet

	Starter (0~6 wks)	Grower (7~12 wks)	Developer (13~18 wks)	Prelayer (19~20 wks)	Layer (20 wks later)
<b>Ingredients</b>					
Corn	65.870	57.759	58.300	63.300	67.620
Soybean meal	30.500	16.680	13.800	12.600	16.300
Corn gluten meal	—	—	—	5.670	5.000
Soybean oil	—	2.350	3.260	0.650	0.650
Wheat bran	—	20.000	21.500	12.000	—
Methionine	—	—	—	—	0.082
Lysine	—	—	—	—	0.098
Tricalcium phosphate	1.150	1.249	1.000	1.330	0.950
Limestone	1.580	1.062	1.240	3.700	8.450
Salt	0.250	0.250	0.250	0.250	0.250
Vit-Min. premix*	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500
Anticocci	0.050	0.050	0.050	—	—
Antibiotics	0.100	0.100	0.100	—	0.100
<b>Total</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>
<b>Chemical composition**</b>					
ME (kcal/kg)	2,923	2,800	2,852	2,855	2,904
Crude protein (%)	19.02	15.00	13.99	15.98	16.04
Lysine (%)	1.015	0.739	0.672	0.654	0.768
Methionine (%)	0.301	0.242	0.228	0.294	0.332
Ca (%)	0.903	0.804	0.803	1.870	3.511
Non phytate P (%)	0.396	0.350	0.300	0.352	0.276

\* Supplied followings per kg of the premix: vit. A, 1,600,000 IU; vit. D<sub>3</sub>, 300,000 IU; vit. E, 800 IU; vit. K<sub>3</sub>, 132 mg; vit. B<sub>2</sub>, 1,000 mg; Vit. B<sub>12</sub>, 1,200 mg; niacin, 2,000 mg; pantothenate calcium, 800 mg; folic acid, 60 mg; choline chloride, 35,000 mg; dl-methionine, 6,000 mg; iron, 4,000 mg; copper, 500 mg; manganese, 12,000 mg; zinc, 9,000 mg; cobalt, 100 mg; BHT, 6,000 mg; iodine, 250 mg.

\*\* Calculated values.

ble 2에서 나타내었다. 체중은 대조구에 비하여 T1과 T2가 각각 사료 제한 급여 시점부터 18주령까지 증체량이 유의적으로 감소하였으나( $P < 0.05$ ), 20주령 이후에는 대조구와 비슷한 양상을 나타내었다.

Wilson 등(1983)은 육용종계에서 육성기인 8~24주령에 격일 급여법(Skip-a-day)과 단백질 질적 제한 급여법으로 육성된 계군의 체중은 자유 급여에 비하여 감소하였다고 하였으나, Fattori 등(1993)은 사료 제한 프로그램의 제한 강도 증

가의 영향은 생리적인 변화없이 단지 성장만이 지연되는 것이라고 보고하였다. 따라서, 본 결과에서는 제한 급여 기간 동안 대조구에 비해 체중이 감소하였으며, 제한 강도와 제한 시기 등은 산란 직전 보상 성장을 자극하기 위해 중요하게 여겨지는데, 본 시험의 결과 20주령 이후에는 대조구와 비교하였을 때 유의차가 나타나지 않으므로 충분한 보상 성장이 이뤄졌다고 사료된다.

육성기 제한 급여에 따른 생산성은 Table 3에서 나타내었

**Table 2.** Effect of restricted feeding during growing period on body weight

Week of age	C	T1	T2	SEM
	g/bird			
8	643 <sup>a</sup>	554 <sup>b</sup>	643 <sup>a</sup>	10.03
10	888 <sup>a</sup>	775 <sup>b</sup>	888 <sup>a</sup>	11.34
12	1,126 <sup>a</sup>	853 <sup>b</sup>	1,126 <sup>a</sup>	7.92
14	1,269 <sup>a</sup>	1,074 <sup>c</sup>	1,163 <sup>b</sup>	8.31
16	1,430 <sup>a</sup>	1,251 <sup>c</sup>	1,321 <sup>b</sup>	13.21
18	1,624 <sup>a</sup>	1,516 <sup>b</sup>	1,641 <sup>a</sup>	18.52
20	1,671	1,670	1,706	16.02
24	1,635	1,581	1,696	19.30

C ; control, T1 ; restricted feeding started from six to eighteen weeks of age, T2 ; restricted feeding started from twelve to eighteen weeks of age.

<sup>a-c</sup> Means within columns with no common superscript differ significantly ( $P < 0.05$ ).

다. 전기간 산란율 및 평균 난중은 각 처리구 사이에 유의성이 나타나지 않았으며, 1일 산란량은 산란 중기에서 T1 처리구가 61.8 g으로 대조구에 비해 유의적으로 가장 높았으나 ( $P < 0.05$ ), 산란 전기 이후 처리구간 사이에 유의적인 차이는 나타나지 않았다.

제한 급여와 산란율 사이의 상관관계에 대해 Hassan et al. (2003)은 메추리를 대상으로 하여 육성 초기 사료 제한을 실시한 결과, 초산 일령, 사료 요구율, 산란율 및 난중은 제한 급여에 따른 차이를 나타내지 않았다고 보고하였으며, Onagbesan et al. (2006)은 육용종계 계종별 제한 급여를 실시한 결과, 제한 급여 처리구의 산란 개시 일령 및 최대 산란 도달 일령이 자유 급여에 비하여 지연된 반면, 피크 산란 이후 산란 지속성, 초산시부터 산란 종료 시점까지 산란율은 제한 급여 처리에서 높게 나타나, 전반적 산란 능력은 제한 급여 처리에서 향상되는 것으로 보고하였다.

산란기 동안 사료 섭취량은 T1 처리구에서 115.9 g으로 대조구와 비교하여 유의적으로 높았으며 ( $P < 0.01$ ), 사료 요구율은 T1 처리구와 T2 처리구에서 각각 2.45와 2.26으로 대조구와 비교하였을 때 유의적으로 높게 나타났다 ( $P < 0.05$ ). 이는 육용종계의 육성기에 85%까지 제한 강도를 달리하였을 때 50% 산란 일령은 제한 급여로 1~2주 정도 지연되었으나, 산란율은 제한 급여 처리에서 개선되었으며, 산란기 동안 사료 섭취량에 차이는 없었으나, 제한 급여 처리구의 사료 요

구율이 향상되었다는 이규호와 김덕교(1974)의 연구 결과와 차이가 있었다.

## 2. 정산란율, 연란율 및 쌍란율

Table 4는 육성기 제한 급여에 따른 처리구별 정상란율,

**Table 3.** Effect of restricted feeding during growing period on subsequent laying performances

	Phase I	Phase II	Phase III	Total
	20~36	37~52	52~70	20~70
Egg production	%			
C	85.3	92.5	86.2	87.9
T1	82.7	94.1	87.7	88.0
T2	83.8	93.1	86.6	87.7
SEM	0.75	0.55	1.16	0.50
Egg weight	g/egg			
C	55.6	64.9	65.8	62.0
T1	56.1	65.7	66.3	62.6
T2	55.6	65.2	66.1	62.2
SEM	0.21	0.38	0.51	0.33
Egg mass	g/d			
C	48.3	60.0 <sup>b</sup>	56.8	54.8
T1	47.6	61.8 <sup>a</sup>	58.1	55.6
T2	47.7	60.7 <sup>ab</sup>	57.3	55.0
SEM	0.51	0.41	0.88	0.45
Feed intake	g/hen			
C	103.3 <sup>c</sup>	122.3	115.9	113.5 <sup>b</sup>
T1	108.8 <sup>a</sup>	124.1	115.6	115.9 <sup>a</sup>
T2	105.6 <sup>b</sup>	123.7	117.4	115.2 <sup>ab</sup>
SEM	0.67	0.77	0.75	0.63
Feed conversion				
C	2.13	2.04	2.05	2.14 <sup>b</sup>
T1	2.28	2.01	1.99	2.45 <sup>a</sup>
T2	2.21	2.04	2.05	2.26 <sup>a</sup>
SEM	0.10	0.29	0.03	0.04

C ; control, T1 ; restricted feeding started from six to eighteen weeks of age, T2 ; restricted feeding started from twelve to eighteen weeks of age.

<sup>a-c</sup> Means within columns with no common superscript differ significantly ( $P < 0.05$ ).

연란율, 쌍란율을 나타내었다. 정상란율과 연란율은 전 산란 기간 동안 유의성이 나타나지 않았으나, 쌍란율은 산란 초기와 산란 기간 동안 T1 처리구에서 대조구와 비교하였을 때 유의적으로 낮은 수준을 나타내었다( $P<0.05$ ).

정상란율은 Table 4에 나타난 바처럼 처리구간 유의성은 없었으나 전 기간에 걸쳐 T1 처리구가 다른 처리구와 비교하였을 때 비교적 높은 수준을 유지하는 것으로 나타났으며, T2 처리구는 대조구와 큰 차이가 없었다. 이러한 결과는 산란 지속성의 경우 성장 초기에 제한 급여를 하는 것이 더욱 유리하다고 할 수 있다. 연란율은 Table 3에서 보는 바와 같이, 산란 전기 T1 처리구에서 연란 발생율이 높았으나, 산란 기간에 따른 유의적인 차이는 나타나지 않았다. 쌍란율 역시 산란 초기에 가장 많이 발생하였고( $P<0.05$ ), 이후 감소하는 양상을 보였는데, 산란 중기와 후기 동안 처리구 간의 유의

**Table 4.** Effect of restricted feeding during growing period on normal, soften and double egg production

	Phase I	Phase II	Phase III	Total
	20~36	37~52	52~70	20~70
Normal egg	----- % -----			
C	96.88	98.48	96.62	96.62
T1	97.48	98.37	96.57	96.57
T2	96.97	98.12	96.25	96.25
SEM	0.18	0.28	0.44	0.32
Soften egg	----- % -----			
C	1.58	1.50	3.42	2.85
T1	1.63	1.55	3.33	3.02
T2	1.45	1.80	3.63	3.25
SEM	0.19	0.29	0.441	0.32
Double egg	----- % -----			
C	1.43 <sup>a</sup>	0.02	0.05	0.50 <sup>a</sup>
T1	0.97 <sup>b</sup>	0.05	0.05	0.35 <sup>b</sup>
T2	1.25 <sup>ab</sup>	0.05	0.05	0.43 <sup>ab</sup>
SEM	0.11	0.02	0.02	0.04

C ; control, T1 ; restricted feeding started from six to eighteen weeks of age, T2 ; restricted feeding started from twelve to eighteen weeks of age.

<sup>ab</sup> Means within columns with no common superscript differ significantly( $P<0.05$ ).

적 차이는 나타나지 않았다.

### 3. 계란 품질

난각 강도, 난각색, Haugh unit은 각각 Table 5에서 나타내었다. 난각 강도는 산란 최대기에는 제한 급여 처리가 다소 높은 경향을 보였으나, 이후 처리간의 뚜렷한 차이는 발생하지 않았고, 전체적으로 60주령 이후 크게 떨어지는 양상을 보였다. 난각색은 주령이 경과할수록 떨어지는 양상을 보였으며 처리구간의 차이는 나타나지 않았다. Haugh unit은 주

**Table 5.** Effect of restricted feeding during growing period on egg quality

	Phase I	Phase II	Phase III	Total
	20~36	37~52	52~70	20~70
Egg shell breaking strength	----- kg/cm <sup>2</sup> -----			
C	4.37	3.72	3.24	3.78
T1	4.47	3.78	3.26	3.84
T2	4.42	3.83	3.26	3.84
SEM	0.07	0.10	0.06	0.04
Egg shell thickness	----- mm -----			
C	413	414	395.2	407.4
T1	415	409	398.8	407.6
T2	412	413	401.0	408.7
SEM	14.59	17.32	15.01	15.24
Egg shell color				
C	25.2	29.0	31.3	28.5
T1	24.9	28.9	31.4	28.4
T2	25.0	28.3	31.2	28.2
SEM	2.23	2.01	2.20	1.02
Haugh unit				
C	92.2	88.2	74.6	85.0
T1	92.8	84.2	74.6	83.9
T2	91.8	85.2	74.4	83.8
SEM	4.51	4.93	6.59	4.36

C ; control, T1 ; restricted feeding started from six to eighteen weeks of age, T2 ; restricted feeding started from twelve to eighteen weeks of age.

령이 경과할수록 감소되었으며, 처리구간의 차이는 없었다.

김상호 등(2004)은 육성기 6주령 이후의 육성기에 제한 급여 시 계란 품질을 향상시킨다고 보고하였으나, 본 실험에서는 제한 급여에 따른 계란 품질의 개선이 유의적으로 나타나지 않아 선행된 보고와 차이가 있었다.

하지만 현재까지 육성기의 제한 급여가 계란 품질에 미치는 영향에 대한 연구는 보고된 바가 미흡하며, 생리적 관점에서 제한 급여와 계란 품질에 대해 더 많은 연구가 필요할 것으로 사료된다.

## 적 요

본 연구는 1일령 갈색 산란계 Isa-Brown을 3처리, 6반복으로 반복 당 60수씩 총 1,080수를 공시하여 각각 육성기에 제한 급여를 실시한 후 산란 시기에 산란율, 사료 섭취량, 사료 요구율 및 계란 품질에 미치는 영향을 조사하기 위해 실시하였다.

산란 기간 동안 제한 급여 처리구에서 산란율, 난중 및 산란 지속성 등이 대조구에 비해 증가하는 결과를 나타내었으나, 사료 섭취량 및 사료 요구율에서는 다른 처리구와 비교하였을 때 T1 처리구에서 유의적으로 높은 결과를 나타내었다( $P<0.05$ ). 계란 품질에서는 각각의 처리구간 사이에 유의적인 차이는 나타나 지 않았다.

이상의 결과로 산란계에서 육성기의 제한 급여는 자유 채식에 비해 뚜렷한 유의적 차이는 나타나지 않았으나, 전기간 생산성에서 성적이 향상되어짐을 나타냈는데, 초생후 이후 6~18주령까지 사료 급여를 제한하였던 T1의 성적이 가장 좋게 나타나, 육성기 제한 급여 기간이 길더라도 산란 능력에는 영향을 미치지 않았으며, 이는 제한 기간 동안 성장이 적절히 이루어졌으며 부족한 부분은 보상 성장을 통해 확보되었기 때문으로 사료된다. 하지만 적정 급여 수준 및 급여 강도에 대한 연구는 현재까지도 미흡한 실정이며, 추후 제한 급여에 관한 좀더 많은 연구가 필요하겠다.

(색인어 : 제한 급여, 계란 품질, 산란율, 산란계)

## 인용문헌

- Duncan DB 1955 Multiple range and multiple F test. Biometric 11:1-42.
- Dunnington EA, Siegel PB 1984 Age and body weight at sexual maturity in female white Leghorn chickens. Poultry Sci 63: 828-830.
- Dunnington EA, Siegel PB, Cherry JA, Soller, M 1983. ArchivGeflugelkunde. 47:87-89.
- Hassan SM, Mady ME, Cartwright AL, Sabri HM, Mobarak MS 2003 Effect of early feed restriction on reproductive performance in Japanese quail (*Coturnix coturnix japonica*). Poultry Sci 82:1163-1169.
- Keshavarz K, Nakajima S 1995 The effect of dietary manipulation of energy, protein, and fat during the growing and laying periods on early egg weight and egg components. Poultry Sci 74:50-61.
- Kwakkel RP, Ducro BJ, Koops WJ 1993 Multiphasic analysis of growth of the body and its chemical components in White Leghorn pullets. Poultry Sci 72:1421-1432.
- Leeson S 1986 In proceedings of the 47th Minesota nutrition Conference and Monsanto Technical Symposium. pp 227-234, Minnesota Agric. Extension Service, Minnesota, USA.
- Leeson S, Summers JD 1982 Consequence of increased feed allowance for growing breeder pullets as a means of stimulation early maturity. Poultry Sci 62:6-11.
- Leeson S, Summers JD 1984 Influence of nutritional modification on skeletal size of Leghorn and broiler breeder pullets. Poult Sci 63:1222-8.
- McCance RA 1977 Thoughts on the physiology of growth in : KN boorman & BJ Wilson(EDS) Growth and poultry Meat Production Edinburgh: British Poultry Sci Ltd. pp. 3-11.
- National Research Council 1994. Nutrient Requirements of Poultry. National Academy Press, Washington, D.C.
- Onagbesan OM, Metayer S, Tona K, Williams J, Decuypere E, Bruggeman V 2006 Effects of genotype and feed allowance on plasma luteinizing 319 hormones, follicle-stimulating hormones, progesterone, estradiol levels, follicle differentiation, and egg production rates of broiler breeder hens. Poultry Sci 85:1245-1258.
- SAS institute 1996 SAS/STAT Guide Version 6.12 SAS, Institute Inc., Cary, NC.
- Singh H, Nordskog AW 1982 Significance of body weight as a performance parameter. Poultry Sci 61:1933-1938.
- Summers, JD 1986 In proceedings of the maryland nutrition conference for feed manufacturers. 99. 21-26 Belville. USA.
- Wells RG 1980 In Recent Advances in Animal Nutrition pp.

185-202.

- 김상호 이상진 황보종 최철환 나재천 이덕수 류경선 2004 산란계 육성기 제한 급여 시기 및 제한강도가 생산성에 미치는 영향. 한국가금학회 2004 학술발표회 Proceedings p 107-108.
- 김상호 장병귀 최철환 서옥석 이상진 류경선 2003 산란계 육성기 제한급여가 초기 산란 특징에 미치는 영향. 한국

가금학회 2003 학술발표회 Proceedings p 97-98.

- 이규호 김덕교 1974 육성기 사료의 양적 제한 급여가 육용종계의 발육 및 난생 성에 미치는 영향. 한국동물자원과학회지 16:349-356.
- 한국가축사양표준(닭). 2007. 농촌진흥청 축산과학원.  
(접수일자: 2008. 03. 01, 채택일자: 2008. 03. 25)