

하절기 산란피크 육용종계 산란기의 에너지 공급체계가 산란능력과 경제성에 미치는 영향

함영훈 · 김상인 · 이규호¹

강원대학교 사료생산공학과

Effect of Varying Energy Supply Series on Egg Production and Feed Cost of Broiler Breeders Peaked in Summer Season

Y. H. Ham, S. I. Kim and K. H. Lee¹

Department of Feed Science and Technology, Kangwon National University

ABSTRACT : This experiment was conducted to study the optimum energy feeding system for broiler breeders peaked in summer season with 400 caged hens of Ross strain. Four of energy supply series which were different in daily energy allotment during laying period were employed for 40 weeks from 24 to 64 weeks of age. All experimental diets were formulated to contain 2,750 kcal ME/kg with adjustments made in total feed allotment to provide the desired energy levels. Total consumption of the feed would provide 20 grams of protein, 4 grams of calcium and 0.35 grams of available phosphorus. There were no significant difference in hen-day egg production and average egg weight among the series of energy supply, but egg production showed a trend to decline as the level of energy allotment increased. Feed, ME and CP conversion and feed cost required per egg or per kg egg were significantly increased as the level of energy allotment increased ($p < 0.05$). It was concluded that the Treatment 1, which supplied 280kcal ME per day at the age of 24 weeks and then increased the energy supply up to 400kcal ME per day at the peak period of 30~34 weeks of age, was superior in all production parameters.

(Key words : Summer, broiler breeder, energy, Egg production, feed conversion, feed cost)

서 론

일반적으로 난용종 산란계의 경우는 사료를 무제한으로 급여할지라도 체내 에너지 요구량에 따라 사료 섭취량을 스스로 조절할 수 있는 능력을 가지므로, 각종 영양소의 요구량을 사료중의 영양소함량으로 표시하는 것이 보통이다. 그러나 육용종계는 주령별 적정체중과 산란능력을 유지하기 위하여 계군의 나이와 산란율 및 환경온도 등을 고려하여 1일 1수당 영양소요구량을 결정하고, 사료의 영양소함량과 함께 1일 사료급여량을 조절하여 사료와 영양소를 1일 1수당 기준으로 정량급여하여야 한다.

육용종계의 1일 에너지요구량은 나이와 산란기 및 환경온도 등에 따라 달라지는데, 산란기간을 세분하고 산란기별

1일 1수당 에너지요구량을 결정하려는 연구는 1970년대 후반부터 이루어졌으며, Waldroup과 Hazen (1976)은 육용종계 산란기간을 2주 간격으로 세분하고 5가지 에너지 공급체계를 비교한 시험(1)한 결과 육용종계 산란피크기간의 대사에너지(ME)요구량은 1일 400~425kcal라 하였고 또한 산란피크기간의 최고 에너지 공급량을 결정하기 위한 시험(2)의 결과 피크기간에 에너지 공급량이 1일 450kcal로 높아져도 산란율과 난중이 유의적으로 증가하였으므로 시험(1)과 (2)를 종합해볼 때 최고의 산란을 위한 산란피크기간의 ME요구량은 1일 425~450kcal라 하였다. 그 외에 육용종계산란피크시의 1일 ME요구량에 대해 Bornstein 등(1979), Bornstein과 Lev(1982), Pearson과 Herron(1982), Spratt과 Leeson(1987), Spratt 등(1990) 및 NRC(1994)도 400~450kcal를 제시하고 있

이 논문은 2000-2003년도 농림기술관리센타의 첨단기술개발사업 기획연구과제 연구비지원에 의한 연구결과의 일부임.

To whom correspondence should be addressed : khlee@kangwon.ac.kr

다. 한편 국내에서는 이규호 등(1985, 1988)이 케이지 사양형태의 육용종계에 대한 여러 가지 산란기별 ME공급체계를 비교 시험한 결과 육용종계 산란피크기간의 1일 ME요구량은 400~410kcal를 넘지 않는다고 하였는데 이와 같이 국내연구결과가 외국의 결과보다 낮은 것은 외국의 사양형태가 주로 평사인데 반해 국내연구가 케이지 사양이었기 때문이며, Scott(1977)는 육용종계의 에너지요구량 추정식에서 활동에 필요한 에너지요구량은 유지에 필요한 에너지요구량에 대해 평사시에는 50%인데 반해 케이지 사양 시에는 37%라 하였으므로 외국의 평사사양에서 보고된 425~450kcal는 근본적으로 국내의 케이지 사양에서 보고된 400~410kcal와 같은 것이며 평사상태의 외국사양기준을 국내의 케이지 사양형태에 응용할 때는 사료 및 에너지공급량을 7~8% 감량하여 적용하여야 한다고 하였다. Spratt와 Leeson(1987)도 단사케이지에 수용한 육용종계에 1일 ME 385kcal를 급여해도 산란피크기간에 정상적인 능력을 유지할 수 있다고 기존의 연구 보고보다 낮은 에너지요구량을 보고하였다. 이러한 연구 결과들은 사양관리, 사료의 성상, 사육형태에 따라서 육용종계 1일 에너지 요구량이 변화될 수 있음을 시사한다.

그러므로 본 시험은 하절기 산란피크 육용종계의 산란초기부터 산란피크기간 및 산란후기의 적정 에너지공급수준 및 공급체계를 재검토하기 위하여 실시하였다.

재료 및 방법

1. 공시동물, 시험기간 및 장소

본 시험은 2002년 4월부터 2003년 1월까지 강원도 홍천군 북방면 전치곡리 소재 홍천종계에서 40주간 실시되었으며, 4월에 24주령에 도달하여 하절기에 산란피크에 도달하는 Ross계통 육용종계 400수를 공시하여 64주령까지 실시하였다.

2. 시험설계 및 시험사료

육용종계 24주령부터 64주령까지의 산란기간 중 1일 1수당 대사에너지 공급체계는 Table 1에서 보는 바와 같이 24주령에 280(T1)~340(T4)kcal로부터 30~34주령에 400(T1)~460kcal (T4)까지 매주 20kcal씩 증가시키고 이후에는 380kcal까지 감소시키는 4개 처리를 두었으며, 처리당 3반복, 반복당 34수의 육용종계를 완전임의배치하였다.

각 처리의 산란기별 1일 1수당 대사에너지 공급량인 280, 300, 320, 340, 360, 380, 400, 420, 440 및 460kcal를 공급하기 위한 10종의 시험사료는 Table 2에서 보는 바와 같이 대사에너지함량을 2,750 kcal/kg으로 모두 같게 하고 1일 1수당 사료급여량을 조절하여 목표로 하는 에너지가 공급되도록 하였으며, 1일 1수당 대사에너지 공급량은 달라도 1일 1수당 단백질, 칼슘, 유효인, 메티오닌 및 라이신 공급량은 각각 20, 4.0, 0.35, 0.45 및 0.77g으로 모두 같도록 사료중의 이들 영양소의 함량을 조정하였다. Table 2와 같은 시험사료들의 필요조건에 맞도록 배합한 시험사료의 배합율은 Table 3에서 보는 바와 같다.

3. 사양관리 및 조사항목

공시 육용종계는 개방계사에서 2수용 3단 철제 케이지에 수용하고, 사료는 매일아침 처리별 1일 1수당 급여량에 반복별 생존수수를 곱하여 반복별로 1일1회 정량급여하였고, 급수와 점등, 인공수정 및 예방접종 등 기타 사양관리는 농장의 관행방법에 준하였다.

반복별 총 산란수와 종란 산란수를 기록하고 생존수수로 나누어 산란율을 계산하였으며, 종란의 총 무게를 측정하고 종란수로 나누어 평균난중을 계산하였고, 총 산란중량과 계란1개당 사료요구량, ME요구량, CP요구량 및 사료비를 계산하였다. 성계 생존율은 개시시의 공시수수에 대한 종료시의 생존수수를 백분율로 표시하였다.

결과 및 고찰

Table 1. Experimental design for daily energy allotment(ME, kcal) of broiler breeders

Treatments	Age in weeks										
	24	25	26	27	28	29	30~34	35~39	40~44	45~54	55~64
T1	280	300	320	340	360	380	400	380	380	380	380
T2	300	320	340	360	380	400	420	400	380	380	380
T3	320	340	360	380	400	420	440	420	400	380	380
T4	340	360	380	400	420	440	460	440	420	400	380

Table 2. Daily feed and nutrient allotment and required chemical composition of experimental diets

	Daily energy allotment(ME kcal)									
	280	300	320	340	360	380	400	420	440	460
Daily feed/nutrient allotment										
Feed, g	101.82	109.09	116.36	123.64	130.91	138.18	145.45	152.73	160.00	167.27
Protein, g	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Calcium, g	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Avail. phosphorus, g	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35
Methionine, g	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45
Lysine, g	0.77	0.77	0.77	0.77	0.77	0.77	0.77	0.77	0.77	0.77
Chemical composition										
ME, kcal/kg	2750	2750	2750	2750	2750	2750	2750	2750	2750	2750
Crude protein, %	19.64	18.33	17.19	16.18	15.28	14.47	13.75	13.10	12.50	11.96
Calcium, %	3.93	3.67	3.44	3.24	3.06	2.89	2.75	2.62	2.50	2.39
Avail. phosphorus, %	0.34	0.32	0.30	0.28	0.27	0.25	0.24	0.23	0.22	0.21
Methionine, %	0.44	0.41	0.39	0.36	0.34	0.33	0.31	0.30	0.28	0.27
Lysine, %	0.75	0.70	0.66	0.62	0.58	0.55	0.53	0.50	0.48	0.46

Table 3. Formula and chemical composition of experimental diets for broiler breeder hens

Ingredient ^{pts}	Daily energy allotment (ME kcal/day/hen)									
	280	300	320	340	360	380	400	420	440	460
	----- (%) -----									
Yellow corn	50.43	53.27	55.76	57.96	59.91	61.65	63.23	64.65	65.94	67.12
Wheat	6.25	5.42	4.69	4.05	3.48	2.97	2.52	2.10	1.72	1.38
Wheat bran	0.40	2.81	4.91	6.75	8.40	9.88	11.18	12.39	13.46	14.45
Soybean meal	22.00	19.50	17.31	15.38	13.66	12.13	10.75	9.49	8.36	7.32
Corn gluten meal	4.60	3.92	3.33	2.81	2.34	1.92	1.55	1.21	0.90	0.62
Fish meal	4.00	3.52	3.11	2.74	2.41	2.12	1.85	1.61	1.41	1.20
Animal fat	1.67	1.57	1.48	1.41	1.34	1.28	1.23	1.18	1.13	1.09
Limestone	8.62	8.10	7.65	7.25	6.90	6.58	6.30	6.04	5.80	5.59
TCP(18%)	1.26	1.14	1.03	0.93	0.85	0.77	0.70	0.64	0.58	0.53
DL-methionine(49%)	0.27	0.25	0.23	0.22	0.21	0.20	0.19	0.18	0.17	0.16
L-lysine(78%)	-	-	-	-	-	-	-	0.01	0.03	0.04
Salt	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26
Vitamin mixture ¹	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12
Mineral mixture ²	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Chemical composition ³										
ME, kcal/kg	2751	2751	2751	2751	2751	2751	2752	2751	2751	2751
Crude protein, %	19.64	18.33	17.20	16.19	15.28	14.48	13.76	13.10	12.51	11.96
Calcium, %	3.92	3.66	3.43	3.23	3.05	2.89	2.75	2.62	2.50	2.39
Av. phosphorus, %	0.34	0.32	0.30	0.28	0.27	0.25	0.24	0.23	0.22	0.21
Methionine, %	0.46	0.43	0.40	0.37	0.35	0.33	0.32	0.30	0.28	0.27
Lysine, %	0.86	0.78	0.72	0.66	0.61	0.57	0.53	0.50	0.48	0.46

¹ Contained per kg of premix : Vit. A 9,000,000IU, Vit. D₃ 2,100,000IU, Vit. E 15,000IU, Vit. K 2,000mg, Vit. B₁ 1,500mg, Vit. B₂ 4,000mg, Vit. B₆ 3,000mg, Vit. B₁₂ 15mg, Ca-pantothenate 8,500mg, Niacin 20,000mg, Biotin 77mg, Folic acid 600mg.

² Contained per kg of premix : Fe 40,000mg, Co 300mg, Cu 3,500mg, Mn 55,000mg, Zn 50,000mg.

³ Calculated values.

4월에 24주령에 도달하여 여름철에 산란피크에 도달한 육용종계에 Table 1에서 보는 바와 같이 산란초기인 24주령부터 30~34주령의 산란 피크까지 1일 1수당 대사에너지 공급수준을 달리하고 이후 1일 대사에너지 공급수준을 380kcal까지 낮추는 4개 처리구로 64주령까지 40주간 사양시험을 실시한 결과 처리구별 산란율과 평균난중 및 성계 생존율은 Table 4에 나타내었다.

즉 Table 4에서 각 주령별 총산란율, 종란산란율, 평균난중 및 성계생존율은 모두 처리간에 유의적인 차이가 없었으나, 산란율은 24주령에 1일 ME공급량을 280kcal로 시작하여 30~34주령에 400kcal까지 증가시켜 전 산란기간동안 에너지공급량이 가장 적었던 T1에서 가장 높았고 같은 기간 중 에너지공급량이 많을수록 산란율이 점차로 감소하는 경향을 보였다. 평균난중과 성계 생존율은 처리간에 일정한 경향이나 유의차를 나타내지 않았다.

시험기간 동안의 계란 kg당 또는 계란 1개당 사료요구율과 사료비는 Table 5에서 보는 바와 같다. Table 4에서 처리별 산란율과 평균난중은 처리간에 유의적인 차이가 없었지만 1일 에너지공급량과 사료급여량은 T1→T2→T3→T4 순으로

많았기 때문에 사료요구율과 사료비는 모두 1일 에너지공급량이 많을수록 높아지는 경향을 보였다(P<0.05).

시험기간 동안의 계란 kg당 또는 계란 1개당 소요된 대사에너지와 단백질 요구량은 Table 6에 나타냈다. 에너지 요구량은 시험기간 중 처리별 산란율과 평균난중에 유의적인 차이가 없었기 때문에(Table 4) 1일 대사에너지공급량이 증가할수록 유의적으로 증가하였다(P<0.05).

단백질요구량은 시험기간중 처리별 1일 에너지공급량은 달랐어도 단백질공급량은 동일하였으므로 각 산란기별 단백질요구량은 처리간에 유의적인 차이를 보이지 않았으나 실험 전 기간(25~64주령)의 요구량에서는 1일 에너지공급량이 증가할수록 유의적으로 증가하는 경향을 보였는데(P<0.05), 이러한 결과는 Table 4에 나타낸 결과와 같이 유의적인 차이는 아니었지만 1일 에너지공급량이 증가할수록 산란율이 점차 감소하였기 때문이었다.

4월에 24주령에 도달하여 여름철에 산란피크를 맞는 육용종계 산란기에 1일 1수당 대사에너지 공급체계가 다른 시험 2의 결과 24주령에 280kcal로부터 매주 20kcal씩 증가시켜 30~34주령에 400kcal를 공급하고 35주령 이후 380kcal를

Table 4. Effect of different energy supply series on egg production, egg weight and livability of broiler breeders peaked in summer season

Traits		T1	T2	T3	T4	SEM	Significance
Total egg production, HD(%)	25~34 wk	73.38	70.47	68.65	68.07	4.82	NS
	35~44	77.71	74.75	75.03	75.66	2.48	NS
	45~54	67.93	67.01	65.03	64.61	4.67	NS
	55~64	58.97	56.38	55.81	53.65	3.61	NS
	25~64	69.50	67.18	66.12	65.56	2.00	NS
Settable egg production, HD(%)	25~34 wk	69.86	65.85	64.52	63.62	5.19	NS
	35~44	71.67	69.17	69.29	69.41	2.67	NS
	45~54	63.63	63.17	61.43	60.28	4.65	NS
	55~64	52.94	51.09	50.71	47.62	3.60	NS
	25~64	64.52	62.35	61.48	60.30	2.27	NS
Egg weight (g/egg)	25~34 wk	53.05	53.54	53.84	53.26	0.62	NS
	35~44	58.39	59.04	59.00	58.01	0.63	NS
	45~54	61.88	62.20	63.05	62.53	0.67	NS
	55~64	63.41	64.07	64.19	63.43	0.59	NS
	25~64	59.19	59.71	60.03	59.31	0.53	NS
Livability (%)	25~34 wk	98.99	98.96	100.00	100.00	1.26	NS
	35~44	96.94	96.94	98.96	96.94	2.77	NS
	45~54	94.92	95.90	98.96	92.84	4.13	NS
	55~64	86.71	91.83	95.93	90.78	5.72	NS
	25~64	86.71	91.83	95.93	90.78	5.72	NS

Table 5. Effect of different energy supply series on feed conversion and feed cost of broiler breeders peaked in summer season

Traits		T1	T2	T3	T4	SEM	Significance
Feed conversion (kg/kg egg)	25~34wk	3.36 ^c	3.64 ^{bc}	3.92 ^{ab}	4.21 ^a	0.23	
	35~44	3.06 ^c	3.26 ^{bc}	3.41 ^{ab}	3.60 ^a	0.12	*
	45~54	3.29	3.33	3.41	3.64	0.24	*
	55~64	3.71	3.83	3.86	4.09	0.26	NS
	25~64	3.36 ^c	3.51 ^{bc}	3.65 ^b	3.89 ^a	0.10	NS
Feed conversion (g/egg)	25~34wk	188.0 ^c	208.8 ^{ab}	224.9 ^a	240.1 ^a	16.17	*
	35~44	194.1 ^c	207.9 ^{bc}	217.8 ^{ab}	227.7 ^a	8.33	*
	45~54	217.7	219.2	227.4	244.5	17.41	NS
	55~64	261.8	270.8	273.0	292.0	22.31	NS
	25~64	215.4 ^c	226.7 ^{ab}	236.0 ^{ab}	251.5 ^a	8.55	*
Feed cost (won/kg egg)	25~34wk	573.12 ^b	616.66 ^{ab}	662.55 ^{ab}	698.51 ^a	48.42	*
	35~44	508.38 ^c	534.76 ^{bc}	550.91 ^{ab}	575.76 ^a	19.39	*
	45~54	547.89	554.33	570.31	598.19	40.76	NS
	55~64	617.20	639.12	643.98	683.36	42.10	NS
	25~64	561.65 ^c	586.22 ^{ab}	606.94 ^{ab}	638.96 ^a	17.67	*
Feed cost (won/egg)	25~34wk	30.31 ^b	32.71 ^{ab}	35.72 ^a	36.90 ^a	2.69	*
	35~44	29.67 ^b	31.58 ^{ab}	32.55 ^a	33.44 ^a	1.08	*
	45~54	33.91	34.45	35.95	37.42	2.56	NS
	55~64	39.18	40.99	41.39	43.38	2.86	NS
	25~64	33.27 ^c	34.93 ^{ab}	36.40 ^{ab}	37.79 ^a	1.13	*

Table 6. Effect of different energy supply series on ME and CP conversion of broiler breeders peaked in summer season

Traits		T1	T2	T3	T4	SEM	Significance
ME conversion (kca/kg egg)	25~34wk	9,278 ^c	10,143 ^{bc}	11,059 ^{ab}	11,841 ^a	780.8	*
	35~44	8,447 ^c	8,973 ^{bc}	9,380 ^{ab}	9,928 ^a	327.4	*
	45~54	9,088	9,195	9,474	10,101	680.9	NS
	55~64	10,238	10,601	10,682	11,335	698.4	NS
	25~64	9,263 ^c	9,728 ^{bc}	10,148 ^b	10,801 ^a	292.5	*
ME conversion (kcal/egg)	25~34wk	491.2 ^c	538.7 ^{bc}	591.2 ^{ab}	626.2 ^a	43.33	*
	35~44	492.9 ^c	529.8 ^b	554.1 ^{ab}	576.7 ^a	18.24	*
	45~54	562.5	571.4	597.1	631.8	42.71	NS
	55~64	650.0	679.9	686.5	719.6	47.37	NS
	25~64	549.1 ^c	580.0 ^{ab}	607.2 ^{ab}	638.6 ^a	18.74	*
CP conversion (g/kg egg)	25~34wk	525.7	551.3	569.1	578.9	44.83	NS
	35~44	442.2	455.6	453.6	457.7	16.30	NS
	45~54	478.2	483.8	515.0	502.7	33.82	NS
	55~64	538.7	557.8	562.1	596.4	36.75	NS
	25~64	496.2 ^b	512.1 ^{ab}	524.9 ^{ab}	534.0 ^a	15.55	*
CP conversion (g/egg)	25~34wk	27.73	29.15	30.31	30.51	2.47	NS
	35~44	25.81	26.92	26.81	26.60	0.90	NS
	45~54	29.60	30.06	32.47	31.46	2.10	NS
	55~64	34.20	35.78	36.12	37.86	2.49	NS
	25~64	29.33 ^b	30.48 ^{ab}	31.43 ^a	31.61 ^a	0.99	*

공급한 T1에서 산란기간 중 에너지공급량이 높은 다른 처리구(T2, T3, T4)에 비하여 통계적인 차이는 없었지만 산란율이 가장 높았고 평균난중은 차이가 없었지만 사료요구율, ME 및 CP요구량과 사료비등에서 모두 가장 유리하였던 결과는 육용종계 산란피크시 1일 대사에너지요구량이 400~450kcal이라고 한 Waldroup과 Hazen(1976), Bornstein 등(1979), Bornstein과 Lev(1982), Pearson과 Herron(1982), Spratt과 Leeson(1987), Spratt 등(1990) 및 NRC(1994)의 보고보다 낮은 것이며, 케이지 사양형태의 육용종계 산란피크시 1일 대사에너지요구량은 400~410kcal를 넘지 않는다고 한 이규호 등(1985,1988)의 보고와 일치하고, 단사케이지에 수요한 육용종계에 1일 385kcal를 공급해도 산란피크기간에 정상적인 능력을 유지할 수 있다고 한 Spratt와 Leeson(1987)의 보고와 유사하였다.

적 요

하절기에 산란피크기간의 대부분이 해당되는 육용종계 산란기의 적정 에너지공급체계를 구명하기 위하여 강원도 홍천군 북방면소재 홍천종계에서 케이지 사양형태의 로스 육용종계 400수를 공시하여 2002년 4월부터 2003년 1월까지 40주간(24~64주령) Table 2와 같은 4가지 에너지공급체계로 사양시험을 실시한 결과를 요약하면 다음과 같다.

- 1) 총 산란율, 종란 산란율, 평균난중 및 성계 생존율은 모두 처리간에 유의적인 차이가 인정되지 않았으나, 산란율은 1일 에너지공급량이 많을수록 오히려 저하하는 경향을 보였다.
- 2) 사료요구율, ME 및 CP요구량과 사료비는 모두 1일 에너지공급량이 증대함에 따라서 증가하는 경향을 보였다($P<0.05$).

본 연구의 결과 1일 ME공급량을 24주령에 280kcal로부터 30~34주령에 400kcal까지 증가시키고 35주령 이후 380kcal를 공급한 T1처리가 가장 우수한 성적을 보였다.

(색인 : 하절기, 육용종계, 에너지공급체계, 산란율, 난중, 사료요구율, 사료비)

인용문헌

- Bornstein S, Hurwitz S, Lev Y 1979 The amino acid and energy requirement of broiler breeder hens. Poultry Sci 58:104-116.
- Bornstein S, Lev Y 1982 The energy requirement of broiler breeders during the pullet-layer transition period. Poultry Sci 61:755-765.
- National Research Council 1994 Nutrient Requirement of Poultry. 9th rev ed. National Academy Press. Washington DC.
- Pearson RA, Herron KM 1982 Effects of maternal energy and protein intakes on the incidence of malformation and protein intakes on the incidence of malformation and protein intakes on the incidence of malformation and malpositions of the embryo and time of death during incubation Brit Poultry Sci 23:71.
- Scott ML 1977 A discussion of nutritional requirements of broiler breeder hens. Proc cornell Nutr Conf Pages 28-32.
- Spratt RS, Bayley HS, McBride BW, Leeson S 1990 Energy metabolism of broiler breeder hens. 1. The partition of daily energy intake. Poultry Sci 69:1339.
- Spratt RS, Leeson S 1987 Broiler breeder performance in response to diet protein and energy. Poultry Sci 66:683.
- Waldroup PW, Hazen KR 1976 A comparison of the daily energy needs of the normal and dwarf broiler breeder hen. Poultry Sci 55:1383.
- 이규호, 한인규, 이상진, 강태홍, 김강식 1985 육용종계의 영양소 요구량에 관한 연구. 1. 육용종계의 에너지 요구량에 관한 연구. 한국축산학회지 27:161-168
- 이규호, 이상진, 김영호 1988 육용종계 산란기의 에너지 요구량에 관한 연구. 한국영양사료학회지 12:141-146