

심포지움 : 육용종계의 생산성 향상 방안

Symposium : Strategies to Improve Broiler Breeder Productivity

육용종계 산란기의 영양소 요구량과 사료급여 체계

이 규 호

강원대학교 축산대학

Nutrient Requirements and Feeding System of Broiler Breeder Hens

Kyu Ho Lee

College of Animal Agriculture, Kangweon National University, Chuncheon, Korea 200-701

ABSTRACT

Results of experiments on the nutrient requirements and feeding system of broiler breeder hens were reviewed, and daily requirements of energy and protein were calculated using the prediction equations reported by Scott(1977) and NRC(1981). The experimental reports on daily ME needs of broiler breeder hens were ranged from 400 to 450 kcal, however, the ME needs of caged hens were 92~93% to those of floor-housed hens due to the difference of ME need for activity. The ME needs of broiler breeders decreased with increasing environmental temperature corresponding to a drop of 25 kcal per day for each 5°C rise. About 80~90% of the daily ME needs were used for body maintenance and activity of hens.

Experimental results on daily protein needs of broiler breeder hens were ranged from 18 to 22 g, however, calculated protein needs decreased as the BW gain and eggmass output decreased after peak production, and about 60~65% of the daily protein needs were used for egg production.

In the current practice, broiler breeder hens are restricted in feed, and consume their daily allowance in the first 2 to 6 h after dawn. The results suggest that eggshell quality can be significantly improved in hens fed during the afternoon when shell calcification is initiated, with no adverse effect on laying rate and fertility of eggs.

(Key words : broiler breeder hens, ME and protein needs, feeding system, shell quality)

서 론

오늘날의 육계는 팔목할만한 유전적 개량으로 30년 전에 비해 성장은 두 배나 빨라졌으며, 사료 요구율은 절반으로 줄었다. 이러한 육계능력의 개량은 주로 빠른 성장과 조숙성 위주의 종계선발을 집중적으로 실시한 결과이며, 그 결과 사료 섭취량도 급격하게 증가되었다.

육계에서 빠른 성장이란 사료를 보다 많이 먹을 수 있는 능력을 갖게 된 결과라고 할 수 있으며, 사료 섭취량이 많을 수록 육계는 더 빨리 성장하게 되고, 총 에너지 섭취량 중 몸의 유지에 쓰여지는 에너지의 비율이 낮아져서 사료 요구율은 더 낮아지게 된다. 즉 오늘날의 육계는 탐식성이고 성장이 빠른 것이 특징이며, 그 육계의 종란을 생산하는 육용종계도 같은 특성을 갖고 있다. 육용종계 암평아리에게 사료를 자유채식시키면 약 9주령에 이미 산란개시 시기인 24주령의

종계 적정체중에 도달하게 되어 폐사율이 증가하고 종계 본연의 사육 목적인 정상적인 산란활동을 기대할 수 없게 된다.

그러므로 육용종계는 육성기 및 산란기를 통하여 어떤 형태이든 영양소의 제한사양이 이루어져야 하며, 육용종계의 주령별 체중을 종계회사가 제시하는 주령별 표준체중 범위내에서 유지하기 위해 몇 가지 양적 제한 사양방법이 일반적으로 실시되고 있다. 그러나 그간 육용종계의 사양에 관한 연구는 주로 성장 및 성숙속 조절과 관련하여 육성기의 영양소 섭취량을 제한하는 육성방법이 집중적으로 연구되었을 뿐 육용종계의 육성기 및 산란기의 1일 1수당 영양소 요구량 등에 관하여는 연구결과가 극히 적은 실정이다. 본고에서는 육용종계 산란기의 영양소 요구량과 사료급여관리에 관한 연구결과들을 소개하고자 한다.

육용종계 산란기의 영양소 요구량

일반적으로 난용종 산란계의 경우는 사료를 자유채식시켜도 자신의 에너지 요구량에 따라 어느 정도 사료 섭취량을 스스로 조절할 수 있는 능력을 가지므로

각종 영양소의 요구량을 사료중의 영양소 함량으로 표시하는 것이 보통이다. 그러나 육용종계는 주령별 적정 체중과 산란능력을 유지하기 위하여 계군의 나이와 산란율 및 환경 온도 등을 고려하여 1일 1수당 영양소 공급량을 결정하고, 사료의 영양소 함량과 함께 1일 사료 급여량을 조절하여 사료와 영양소를 1일 1수 기준으로 정량급여하여야 한다.

1. 에너지 요구량

육용종계의 산란기간을 세분하고 각 산란기별 1일 1수당 에너지 요구량을 결정하려는 연구는 1970년대 후반부터 이루어졌다. Waldroup과 Hazen(1976)은 육용종계의 산란기간을 2주 간격으로 구분하고 Table 1에서 보는 바와 같이 5가지 에너지 공급체계를 비교시험(시험 I)한 결과, 24~60 주령간의 산란율과 평균난중, 사료 요구율 및 60주령 체중은 Table 2에서 보는 바와 같이 N₂ 체계가 산란율과 사료 요구율이 가장 우수하였으나 난중이 작았으며, N₃ 체계는 충분한 난중을 얻을 수 있어서 육용종계 산란 피크 기간의 ME 요구량은 400~425 kcal/day라 하였다. 이들 (Waldroup과 Hazen, 1976)은 또한 육용종계 산란 피크

Table 1. Daily energy allotment of broiler breeder hens(Experiment 1)

Energy series	Age(weeks)						
	24~26	26~28	28~30	30~32	32~34	34~36	36~38
 ME, kcal /day						
N ₁	275	300	325	350	375	400	425
N ₂	300	325	350	375	400	425	425
N ₃	325	350	375	400	425	425	425
N ₄	350	375	400	425	425	425	425
N ₅	375	400	425	425	425	425	425

Waldroup and Hazen(1976)

Table 2. Performance of broiler breeder hens fed different daily energy allotments(Experiment 1)

Energy series	Hen-day production(%)	Average egg wt. (g)	Feed per egg(g)	Final BW(g)
N ₁	60.1 ^{bc}	57.5 ^a	256 ^b	3019 ^a
N ₂	65.1 ^a	56.5 ^b	246 ^b	3076 ^a
N ₃	62.5 ^{ab}	57.7 ^a	253 ^b	2883 ^a
N ₄	59.7 ^{bc}	57.8 ^a	274 ^a	3075 ^a
N ₅	59.8 ^{bc}	57.9 ^a	275 ^a	2973 ^a

Waldroup and Hazen(1976)

기간의 최고 에너지 공급량을 결정하기 위해 Table 3과 같이 최고 ME 공급량을 1일 1수당 350부터 450 kcal까지 증가시키는 5개 수준을 비교 시험 (시험 2) 한 결과 얻어진 산란성적은 Table 4와 같이 피크 에너지 공급량이 높을수록 산란율이 유의적으로 증가하였으며 난중도 증가하는 경향이었다고 한다. 그러므로 시험 1과 시험 2의 결과를 종합해 볼 때, 육용종계의 최고 산란을 위한 1일 1수당 ME 요구량은 425~450 kcal라고 하였다.

그 외에 육용종계 산란 피크 시의 1일 1수당 ME 요구량에 대해 Bornstein 등 (1979)과 Bornstein과 Lev(1982)는 1일 440~452 kcal를 공급할 때 20℃의 평사 계사에서 가장 우수한 산란 능력을 나타냈다

고 하였다. 한편 그간 각종 사양표준에서 육용종계의 영양소 요구량에 관한 언급이 없었으나, 1984년도 NRC 가금사양 표준에서 처음으로 육용종계 산란기의 에너지, 단백질 및 아미노산의 요구량을 제시한 바 있는데, 1일 1수당 ME 요구량은 432 kcal로 되어 있다 (14.5% 단백질과 2,850 kcal/kg 사료 152 g을 급여할 때 1일 단백질 22 g과 ME 432 kcal 공급).

이상에서 보는 바와 같이 외국에서 평사 상태의 육용종계 산란 피크시 1일 ME 요구량은 425~450 kcal인 것으로 보고되고 있으나, 국내에서 이규호 등 (1985, 1988)은 케이지 사양 형태의 육용종계에 대한 여러가지 산란기별 ME 공급체계를 비교 시험한 결과 Table 5에서 보는 바와 같이 1일 1수당 ME 공급량을

Table 3. Daily energy allotment of broiler breeder hens(Experiment 2)

Peak ME kcal /day	Age(weeks)						
	24~26	26~28	28~30	30~32	32~34	34~36	36~38
 ME, kcal/day						
350	300	325	350	350	350	350	350
375	300	325	350	375	375	375	375
400	300	325	350	375	400	400	400
425	300	325	350	375	400	425	425
450	300	325	350	375	400	425	450

Waldroup and Hazen(1976)

Table 4. Performance of broiler breeder hens fed different daily energy allotments(Experiment 2)

Peak ME kcal /day	Hen-day production(%)	Average egg wt. (g)	Feed per egg(g)	Final BW(g)
350	59.6 ^b	57.5 ^a	241 ^{ab}	2764 ^{bc}
375	59.2 ^b	57.6 ^a	249 ^a	2747 ^c
400	62.8 ^{ab}	57.6 ^a	245 ^{ab}	2962 ^{ab}
425	65.0 ^{ab}	58.1 ^a	250 ^a	3042 ^a
450	68.1 ^a	58.8 ^a	238 ^b	3167 ^a

Waldroup and Hazen(1976)

Table 5. Proposed daily energy allotment for broiler breeder hens(Me, kcal /day)

Year	Age(weeks)				
	24~26	26~28	28~30	30~32	32~
1985	290	320	350	380	410
1988	300	325	350	375	400

Lee et al. (1985, 1988)

24~26주령의 초기에 290~300 kcal로부터 점차 증가시켜 32주령 이후에 400~410 kcal로 하는 것이 산란율과 사료효율 면에서 유리하며, 육용종계 산란피크 기간의 1일 ME 요구량은 400~410 kcal를 넘지 않는다고 하였다.

이와 같이 육용종계 산란피크 기간의 ME 요구량에 관한 국내 연구보고(이규호 등, 1985; 1988)가 외국에서 보고된 것(Waldroup과 Hazen, 1976 ; Bornstein 등, 1979 ; Bornstein과 Lev, 1982 ; NRC, 1984)보다 낮았던 것은 외국의 육용종계 사양 형태가 평사였는데 비해 국내 시험연구가 케이지 사양조건에서 실시되었기 때문이라고 생각된다. Scott(1977)도 육용종계의 에너지 요구량 중에서 활동에 필요한 에너지는 유지에 필요한 에너지에 대해 평사시에는 50%, 케이지 사양시에는 37%라고 하였으므로, 체중 3.1 kg, 1일 증체량 5.5 g, 산란율 80%, 평균난중 55 g인 육용종계의 1일 ME 요구량을 Scott(1977)의 추정식

에 의해 계산하면 평사시에는 435 kcal나 되지만 케이지 사양시에는 404 kcal에 불과하여 외국에서 보고된 425~450 kcal는 근본적으로 국내에서 보고된 400~410 kcal와 같은 것이며, 따라서 평사 상태에서의 외국 사양기준을 국내의 케이지 사양형태에 응용할 때는 사료 및 에너지 공급량을 7~8% 감량·적용하여야 한다고 생각된다. 실제로 Spratt와 Leeson(1987)도 단사 케이지에 수용한 육용종계에 1일 ME 385 kcal를 급여해도 산란 피크기간에 정상적인 능력을 유지할 수 있다고 하여 기존의 연구·보고보다 낮은 에너지 요구량을 제시한 바 있으며, 최근에 NRC(1994)는 그간의 연구결과를 종합하여 육용종계의 1일 ME 요구량을 400~450 kcal로 정하고 있다.

그러나 육용종계의 에너지 요구량은 항상 일률적으로 말할 수 없으며, 닭의 체중, 증체량, 산란율, 난중 및 환경온도 등에 따라 달라지므로 닭의 에너지 요구량을 결정하는 이들 요인들의 변화에 따라 닭의 에너

Table 6. Calculated production model of broiler breeder hens

Age weeks	Body weight kg	Weight gain g/day	Egg production %	Egg weight g/egg	Egg mass g/day
24	2.545	18.6	8	45	3.6
26	2.785	17.1	36	50	18.0
28	2.965	12.9	68	54	36.7
30	3.125	11.4	83	57	47.3
32	3.195	5.0	85	59	50.2
34	3.255	4.3	83	60	49.8
36	3.305	3.6	81	61	49.4
38	3.345	2.9	80	62	49.6
40	3.375	2.1	78	63	49.1
42	3.400	1.8	75	64	48.0
44	3.420	1.4	73	65	47.5
46	3.440	1.4	71	66	46.9
48	3.460	1.4	69	67	46.2
50	3.480	1.4	67	68	45.6
52	3.495	1.1	64	68	43.5
54	3.510	1.1	62	69	42.8
56	3.525	1.1	60	69	41.4
58	3.540	1.1	58	70	40.6
60	3.550	0.7	56	70	39.2
62	3.560	0.7	54	71	38.3
64	3.570	0.7	52	71	36.9

지 요구량을 추정할 수 있는 추정식이 여러 학자들에 의해 보고된 바 있다. 예를 들어 Scott(1977)는 닭의 에너지 요구량은 몸의 유지(ME_m), 활동(ME_{act}), 산란(ME_{egg}) 및 증체(ME_{gain})에 필요한 요구량으로 구성된다고 보고 $ME(kcal/day) = ME_m + ME_{act} + ME_{egg} + ME_{gain}$ 이라는 모델을 제시하고, $ME_m = 83 \times (\text{체중, kg})^{0.75} \div 0.82$, $ME_{act} = ME_m \times 0.5$ (케이시 사양시는 0.37), $ME_{egg} = 86 \times \text{산란율}(\%) \div 100$, $ME_{gain} = \text{증체량}(g/\text{일}) \times (0.18 \times 4 + 0.15 \times 9)$ 로 계산하였다. Scott(1977)의 추정식에 의해 육용종계의 산란기별 ME 요구량을 추정하기 위하여 몇 개 종계회사에서 발행한 종계 사양관리 지침서를 참고하여 Table 6과 같이 육용종계 생산모델(예)을 작성하였으며, 이 생산모델을 Scott(1977)의 추정식에 대입하여 육용종계의 주령별 그리고 에너지 용도별 요구량을 추정한 결과는 Table 7과 같다.

즉 육용종계의 1일 ME 요구량은 전 산란기간을 통하여 큰 변화없이 평사시에는 440~450 kcal, 케이지 사양시에는 400~420 kcal로 계산되어, 평사시의 요구량보다 케이지 사양시의 요구량이 7~8% 적은 것을 알 수 있다. 평사상태에서 연구된 외국의 보고(Waldroup과 Hazen, 1976 ; Bornstein 등, 1979 ; Bornstein과 Lev, 1982 ; NRC, 1984) 425~450 kcal와 케이지 상태에서 연구된 국내의 보고(이규호 등, 1985, 1988) 400~410 kcal는 사양형태의 차이에 의한 활동 요구량의 차이에 기인한 것임을 알 수 있다. 한편 육용종계에 필요한 에너지 요구량의 대부분(80~90%)이 육용종계의 사육목적인 산란과는 관계없이 몸 유지와 활동에 소요되므로, 유지와 활동 요구량을 결정하는 요인인 체중의 조절에 유의하여야 하며 불필요하게 표준보다 체중이 많지 않으면 사료효율이 저하되는 결과가 된다.

Table 7. Daily ME needs for broiler breeder hens(kcal/day) calculated using the prediction equation reported by Scott(1977)

Age weeks	For maintenance	For activity		For egg production	For weight gain	Daily ME needs	
		Floor	Cage			Floor	Cage
24	203.95	101.98	75.46	6.88	37.57	350.38	323.87
26	218.21	109.11	80.74	30.96	34.54	392.82	364.46
28	228.71	114.35	84.62	58.48	26.06	427.60	397.87
30	237.90	118.95	88.02	71.38	23.03	451.26	420.34
32	241.89	120.94	89.50	73.10	10.10	446.03	414.59
34	245.29	122.64	90.76	71.38	8.69	448.00	416.11
36	248.11	124.05	91.80	69.66	7.27	449.10	416.84
38	250.36	125.18	92.63	68.80	5.86	450.19	417.65
40	252.04	126.02	93.25	67.08	4.24	449.38	416.62
42	253.44	126.72	93.77	64.50	3.64	448.29	415.35
44	254.56	127.28	94.19	62.78	2.83	447.44	414.35
46	255.67	127.84	94.60	61.06	2.83	447.40	414.16
48	256.79	128.39	95.01	59.34	2.83	447.35	413.96
50	257.90	128.95	95.42	57.62	2.83	447.30	413.77
52	258.73	129.37	95.73	55.04	2.22	445.36	411.72
54	259.56	129.78	96.04	53.32	2.22	444.89	411.14
56	260.40	130.20	96.35	51.60	2.22	444.42	410.56
58	261.23	130.61	96.65	49.88	2.22	443.94	409.98
60	261.78	130.89	96.86	48.16	1.41	442.24	408.21
62	262.33	131.17	97.06	46.44	1.41	441.35	407.25
64	262.88	131.44	97.27	44.72	1.41	440.46	406.29

한편, NRC(1981)는 닭의 에너지 요구량은 체중, 증체량 및 산란량 외에 환경온도에 의해 달라진다고 하여 $ME, kcal/day = W^{0.75}(173 - 1.95T) + 5.54W + 2.07EE$ 라는 추정식을 제시하였는데 여기서 W 는 체중(kg), T 는 환경온도(°C)이고, ΔW 는 1일 체중 변화(g), EE 는 1일 산란량(g)이다. 이 NRC(1981)의 추정식에 Table 6의 생산모델을 대입하여 환경온도의 변화에 따른 육용종계의 주령별 ME 요구량을 추정한 결과는 Table 8과 같다.

즉 육용종계의 ME 요구량은 사육 환경온도가 저하하면 증가하고, 환경온도가 상승하면 감소하는 것을 알 수 있다. 환경온도의 변화에 따른 ME 요구량의 변화는 일정하여 산란초기에는 환경온도가 5°C 변할 때마다 ME 요구량은 약 20 kcal가 증가 또는 감소하며, 산란말기에는 환경온도가 5°C 변할 때마다 ME 요구량은 약 25 kcal가 증가 또는 감소함을 알 수 있다.

2. 단백질 요구량

육용종계 산란기의 1일 1수당 단백질 요구량도 1970년대 후반부터 이루어졌는데, Waldroup 등(1976)은 24주령 이후의 육용종계 1일 1수당 단백질 공급량을 14, 16, 18, 20, 22 g으로 달리한 5개 처리로 산란기 시험(1)을 실시한 결과 Table 9에서 보는 바와 같이 1일 단백질 공급량이 14 g에서 20 g까지 증가함에 따라 산란율과 난중이 증가하였으나 22 g구에서는 산란율과 난중이 더이상 증가하지 않았으므로 옥수수-대두박 위주의 사료를 급여할 때 육용종계의 단백질 요구량은 1일 20 g이면 충분하다고 하였다. 계속된 시험(2)에서는 1일 단백질 공급량을 14.5, 16, 18, 20, 22, 24 g으로 하고, 14.5 g과 16 g공급구에는 lysine과 methionine을 각각 1일 200 mg씩 첨가한 결과 (Table 10), 산란율과 난중은 1일 단백질 공급량이 22

Table 8. Daily ME needs for broiler breeder hens(kcal/day) calculated using the prediction equation reported by NRC (1981)

Age weeks	Environmental temperature				
	10°C	15°C	20°C	25°C	30°C
24	419.05	399.40	379.76	360.11	340.46
26	462.23	441.21	420.19	399.17	378.16
28	493.76	471.73	449.70	427.67	405.64
30	521.39	498.48	475.56	452.65	429.73
32	498.24	474.94	451.64	428.34	405.04
34	498.72	475.09	451.46	427.84	404.21
36	498.32	474.42	450.52	426.62	402.72
38	498.29	474.18	450.06	425.94	401.83
40	495.41	471.13	446.85	422.57	398.30
42	493.60	469.19	444.78	420.36	395.95
44	492.06	467.54	443.02	418.50	393.98
46	492.51	467.88	443.26	418.63	394.00
48	492.75	468.02	443.28	418.55	393.81
50	493.20	468.35	443.51	418.67	393.83
52	488.46	463.54	438.62	413.70	388.77
54	488.28	463.27	438.27	413.27	388.27
56	486.64	461.56	436.47	411.39	386.31
58	486.24	461.08	435.92	410.75	385.59
60	481.98	456.77	431.55	406.34	381.12
62	480.96	455.69	430.42	405.15	379.88
64	478.90	453.58	428.25	402.93	377.61

Table 9. Performance of broiler breeder hens fed different amount of protein daily(Experiment 1)

Protein level(g /day)	Hen-day production(%)	Average egg wt.(g)	Livability
14	51.6 ^b	60.4 ^b	93.8
16	52.7 ^b	58.9 ^c	96.5
18	55.1 ^b	60.9 ^b	96.9
20	62.6 ^a	62.0 ^a	94.6
22	58.8 ^a	62.3 ^a	98.2

Waldroup et al. (1976)

Table 10. Performance of broiler breeder hens fed different amount of protein daily(Experiment 2)

Protein level(g /day)	Hen-day production(%)	Average egg wt.(g)	Livability
14.5	47.8 ^b	61.2 ^d	84.5
16	49.5 ^{ab}	61.9 ^{cd}	86.3
18	53.2 ^{ab}	63.9 ^{ab}	84.2
20	54.0 ^{ab}	63.6 ^{abc}	91.7
22	56.3 ^a	65.1 ^a	85.4
24	51.2 ^{ab}	64.9 ^a	91.5
14.5+L+M*	45.9 ^b	62.0 ^{bcd}	81.2
16+L+M*	51.9 ^{ab}	63.2 ^{abc}	85.7

* Added 200mg /day of lysine and methionine

Waldroup et al. (1976)

g 까지 증가할수록 직선적으로 증가하였으나 24 g에서는 더 이상 증가하지 않았으며, lysine과 methionine의 첨가 효과는 없었으므로 시험(1)과 시험(2)를 종합해 볼 때, 옥수수-대두박 위주의 사료에 아미노산을 첨가하지 않을 경우 육용종계의 1일 단백질 요구량은 20~22 g이라 하였다.

그 외에 육용종계의 1일 단백질 요구량에 대해 Marshall(1977)은 18 g, Pearson과 Herron (1981)은

19.5 g, NRC(1984)는 22 g, Spratt와 Leeson(1987)은 19 g이 적당하다고 하였다. 최근에 NRC(1994)는 여러 학자들의 보고를 종합하여 아미노산 요구량이 충족될 경우 18~20 g이 적당하다고 하였다. 국내에서는 이규호 등(1985)이 육용종계에 1일 16~28 g의 단백질을 공급하는 7개 처리로 산란시험을 실시한 결과 Table 11에서 보는 바와 같이 산란율은 1일 단백질 공급량 16~22 g구간에는 유의차가 없었으나 24 g 이상

Table 11. Performance of broiler breeder hens fed different amount of protein daily

Protein level(g /day)	Hen-day production(%)	Average egg wt.(g)	Feed per egg(g)
16	66.3 ^{ab}	57.9 ^c	222.6
18	67.5 ^a	58.5 ^{bc}	219.8
20	64.8 ^{abc}	59.4 ^{ab}	228.7
22	66.3 ^{ab}	59.7 ^a	222.9
24	63.9 ^{bc}	59.9 ^a	231.1
26	63.5 ^c	60.2 ^a	233.4
28	63.8 ^{bc}	59.5 ^a	232.4

Lee et al. (1985)

에서는 오히려 감소하였으며, 평균 난중은 1일 단백질 공급량이 16 g에서 20 g까지 많아짐에 따라 유의적으로 증가하였고 20 g 이상에서는 더 이상 증가하지 않았다. 따라서 최고의 산란율과 최대의 난중을 얻기 위한 단백질의 최소 요구량은 1일 20 g이라고 결론지었다.

이상의 연구 결과들에 의하면 육용종계 산란기의 1일 단백질 요구량은 대체로 18~22 g의 범위에 속하는 것으로 밝혀졌으나, 육용종계의 단백질 요구량도 항상 일정한 것이 아니라 주령별 체중, 증체량 및 산란량 등의 변화에 따라 달라진다. 이러한 단백질 요구량에 영향을 미치는 요인들의 변화에 따라 닭의 단백질 요구량을 추정하는 추정식이 여러 학자들에 의해 보고된 바 있다.

예를 들어 Scott(1977)는 육용종계의 단백질 요구량은 내생질소 요구량, 계란생산 요구량, 성장요구량 및 우모생산 요구량으로 구성된다고 하였으며, 내생질소 요구량(단백질, g)은 $0.201 \times (\text{체중, kg})^{0.75} \times 6.$

$25 \div 0.55$ 로 계산하고, 산란요구량은 산란을 최대한으로 촉진하기 위해 62 g의 대란을 매일 산란하는 것으로 간주하여 $13.5 \text{ g}(62\text{g} \times 12\% \text{ 단백질} \times 55\% \text{ 단백질 이용효율})$ 로 고정하고, 성장요구량은 1일 증체량을 7 g으로 간주하여 $2.3 \text{ g}(7\text{g} \text{ 증체} \times 18\% \text{ 단백질} \times 55\% \text{ 단백질 이용효율})$ 로 고정하며, 우모생산 요구량도 $0.4 \text{ g}(7\text{g} \text{ 증체} \times 4\% \text{ 우모} \times 82\% \text{ 단백질} \times 55\% \text{ 단백질 이용효율})$ 로 고정하였다. 이와 같이 Scott(1977)의 단백질 요구량 추정식은 내생질소 요구량만 체중의 변화에 따라 구하였을 뿐 나머지 요인별 요구량은 일정하게 고정하였으므로, 체중과 1일 증체량 및 1일 산란량을 생산 모델의 주령별 변화에 따라 변화시키되, 산란 촉진을 위해 산란요구량에 계수($62\text{g} \div \text{생산모델중 최대 산란량}$, 예 $62\text{g} \div 50 = 1.25$)를 곱해주는 방법으로 Scott(1977)의 추정식을 수정(이규호 등, 1985)한 추정식에 Table 6의 생산 모델을 대입하여 육용종계의 주령별 단백질 요구량을 계산한 결과는 Table 12

Table 12. Daily protein needs for broiler breeder hens calculated using the prediction equation reported by Scott(1977)

Age weeks	Protein needs(g /day) for				
	Maintenance	Egg production	Tissue growth	Feather growth	Total
24	4.60	0.98	6.09	1.11	12.78
26	4.92	4.91	5.60	1.02	16.45
28	5.16	10.01	4.22	0.77	20.16
30	5.37	12.90	3.73	0.68	22.68
32	5.46	13.69	1.64	0.30	21.08
34	5.54	13.58	1.41	0.26	20.78
36	5.60	13.47	1.18	0.21	20.46
38	5.65	13.53	0.95	0.17	20.30
40	5.69	13.39	0.69	0.13	19.89
42	5.72	13.09	0.59	0.11	19.51
44	5.74	12.95	0.46	0.08	19.24
46	5.77	12.79	0.46	0.08	19.10
48	5.79	12.60	0.46	0.08	18.94
50	5.82	12.44	0.46	0.08	18.80
52	5.84	11.86	0.36	0.07	18.13
54	5.86	11.67	0.36	0.07	17.96
56	5.88	11.29	0.36	0.07	17.59
58	5.89	11.07	0.36	0.07	17.39
60	5.91	10.69	0.23	0.04	16.87
62	5.92	10.45	0.23	0.04	16.64
64	5.93	10.06	0.23	0.04	16.27

와 같다. 즉 육용종계의 단백질 요구량은 산란 피크기간에 20~22 g으로 가장 많고 이후 산란량 감소에 따라 점차 감소하는 것을 볼 수 있으며, 단백질 요구량의 대부분(60~65%)이 산란에 이용됨을 알 수 있다.

3. 기타 영양소 요구량

육용종계의 1일 1수당 영양소 요구량은 연구가 부족하여 그간 사양표준에서 일체 언급이 없다가 1984년도 NRC 가금사양표준에서 처음으로 Table 13과 같이 에너지, 단백질 및 아미노산과 몇 가지 광물질 요구량을 표시한 간단한 Table로 소개한 바가 있다. 1994년도 개정판에서는 Table 14와 같이 단백질 및 아미노산과 몇 가지 광물질, 비타민 요구량을 제시하였으며, 그 외의 영양소요구량은 난용계의 요구량을 참고하도록 권장하고 있다.

Table 13. Nutrient requirements of meat-type hens for breeding purposes

Energy base(kcal ME/kg diet)		2,850	Daily intake per hens(mg)
Protein	%	14.5	22,000
Arginine	%	0.74	1,110
Glycine + serine	%	0.62	932
Histidine	%	0.14	205
Isoleucine	%	0.57	850
Leucine	%	0.83	1,250
Lysine	%	0.51	765
Methionine	%	0.55	820
+ cystine			
Methionine	%	0.35	520
Phenylalanine	%	0.75	1,112
+ tyrosine			
Phenylalanine	%	0.41	610
Threonine	%	0.48	720
Tryptophan	%	0.13	190
Valine	%	0.63	950
Calcium	%	2.75	4,125
Phosphorus, available	%	0.25	375
Sodium	%	0.10	150

NRC(1984)

Table 14. Nutrient requirements of meat-type hens for breeding purposes as units per hen per day(90% dry matter)

Nutrient	Unit	Requirements
Protein	g	19.5
Arginine	mg	1,110
Histidine	mg	205
Isoleucine	mg	805
Leucine	mg	1,250
Lysine	mg	765
Methionine	mg	450
Methionine+cystine	mg	700
Phenylalanine	mg	610
Phenylalanine+tyrosine	mg	1,112
Threonine	mg	720
Tryptophan	mg	190
Valine	mg	750
Calcium	g	4.0
Chloride	mg	185
Nonphytate phosphorus	mg	350
Sodium	mg	150
Biotin	μ g	16

NRC(1994)

육용종계 산란기의 사료급여 관리

1. 사료의 급여량과 영양수준

육용종계의 에너지 요구량과 사료 급여량을 결정하는 요인에는 체중과 1일 증체량 및 1일 산란량과 환경 온도 등이 있다. 따라서 계종이나 계군에 따라 체중과 산란능력 및 에너지 요구량에 차이가 있겠으나, Table 6의 생산 모델을 NRC(1981)의 에너지 요구량 추정식에 대입하여 Table 8과 같이 환경온도의 변화에 따른 육용종계 산란기별 ME 요구량을 추정하였다. Table 8의 육용종계 1일 1수당 ME 요구량을 2,850 kcal/kg의 사료로 공급할 때 필요한 1일 사료량은 Table 15와 같다. 즉 사료급여량도 Table 8의 에너지 요구량에서와 같이 환경온도가 저하하면 증가하고, 환경온도가 상승하면 감소되는 것을 알 수 있다. 환경온도가 5℃ 변화할 때마다 산란초기에는 약 8 g/일, 산란말기에는 약 9 g/일 정도 증량 또는 감량시켜 주어

Table 15. Amount of feed(ME 2,850 kcal/kg) needed to meet the daily ME requirement in Table 8

Age weeks	Environmental temperature				
	10℃	15℃	20℃	25℃	30℃
24	147.03	140.14	133.25	126.35	119.46
26	162.19	154.81	147.44	140.06	132.69
28	173.25	165.52	157.79	150.06	142.33
30	182.95	174.90	166.86	158.82	150.78
32	174.82	166.65	158.47	150.30	142.12
34	174.99	166.70	158.41	150.12	141.83
36	174.85	166.46	158.08	149.69	141.31
38	174.84	166.38	157.92	149.45	140.99
40	173.83	165.31	156.79	148.27	139.75
42	173.19	164.63	156.06	147.50	138.93
44	172.65	164.05	155.45	146.84	138.24
46	172.81	164.17	155.53	146.89	138.25
48	172.90	164.22	155.54	146.86	138.18
50	173.05	164.33	155.62	146.90	138.19
52	171.39	162.65	153.90	145.16	136.41
54	171.33	162.55	153.78	145.01	136.23
56	170.75	161.95	153.15	144.35	135.55
58	170.61	161.78	152.95	144.12	135.30
60	169.12	160.27	151.42	142.57	133.73
62	168.76	159.89	151.02	142.16	133.29
64	168.03	159.15	150.26	141.38	132.49

야 함을 알 수 있다. 이것은 환경온도의 변화에 의한 에너지 요구량의 변화를 충족시켜 주기 위함이다.

한편, 앞에서 설명한 바와 같이 육용종계를 케이지에서 사양할 경우 평사 사양시에 비해 에너지 요구량이 7~8% 감소하므로 사료급여량도 Table 15의 1일 사료 급여량에서 7~8% 감량하여 급여하는 것이 바람직하다고 생각된다.

환경온도의 변화에 따라 에너지 요구량과 사료 급여량은 변해도 육용종계의 단백질 요구량은 변하지 않으므로 환경온도가 저하하여 에너지 요구량과 사료급여량이 증가하면 사료의 단백질 수준은 낮추어 주고, 환경온도가 상승하여 에너지 요구량과 사료 급여량이 감소되면 사료의 단백질 수준은 높여 주어야 환경온도와 에너지 요구량 및 사료 급여량의 변화와 관계없이 일정한 단백질 요구량을 충족시켜 줄 수 있다. Table 16은 Table 15의 사료 급여량 변화에 관계없이 일정한 단백질 요구량을 공급해 주기 위한 사료의 단백질 수

준(%)이다. 즉, 환경온도가 상승하여 사료급여량이 감소하면 사료 백질 수준은 증가하고 있으며, 환경온도가 저하하여 사료 급여량이 증가하면 사료단백질 수준은 감소함을 알 수 있다.

2. 사료의 급여 시간

육용종계의 사료 급여 방법은 1일분의 제한된 사료량을 이른 아침 시간에 1일 1회 정량 급여하고, 닭은 급여된 사료를 2~6시간 내에 모두 먹어 버리는 방법이 관행적으로 이용되어 왔다. 그러나 산란계에서 1일 중 산란을 가장 많이 하는 시간은 10:00~12:00 사이며, 산란 후 약 15~45분 후에 다음 날 산란될 난황이 배란되어 4~5시간 후 난각선(자궁)에 도착하여 난각이 형성되기 시작하는 15:00~16:00까지는 칼슘 섭취량이 거의 없으나, 이후 칼슘 섭취량이 급격히 증가하여 산란계의 칼슘 요구량은 난각이 형성되는 시간대에 집중된다는 선택 채식 연구 결과가 있다.(Chah,

Table 16. Protein level(%) of feed in Table 15 needed to meet the daily protein requirement in Table 12

Age weeks	Environmental temperature				
	10℃	15℃	20℃	25℃	30℃
24	8.69	9.12	9.59	10.11	10.70
26	10.14	10.63	11.16	11.74	12.40
28	11.64	12.18	12.78	13.44	14.17
30	12.40	12.97	13.59	14.28	15.04
32	12.06	12.65	13.30	14.04	14.84
34	11.88	12.47	13.12	13.84	14.65
36	11.70	12.29	12.95	13.67	14.48
38	11.61	12.20	12.85	13.58	14.40
40	11.44	12.03	12.69	13.42	14.23
42	11.26	11.85	12.50	13.23	14.04
44	11.14	11.73	12.38	13.10	13.92
46	11.05	11.64	12.28	13.00	13.82
48	10.95	11.53	12.17	12.89	13.70
50	10.86	11.44	12.08	12.80	13.60
52	10.58	11.15	11.78	12.49	13.29
54	10.48	11.05	11.68	12.38	13.18
56	10.30	10.86	11.49	12.19	12.98
58	10.19	10.75	11.37	12.07	12.86
60	9.97	10.53	11.14	12.83	12.61
62	9.86	10.40	11.02	11.70	12.48
64	9.68	10.22	10.83	11.51	12.28

1972; 이규호 등, 1986, 1994)

즉 육용종계는 제한된 사료량을 오전에 거의 다 먹어 버리고, 난각이 형성되는 오후에는 칼슘이 공급되지 않으므로, Farmer 등(1983)은 육용종계가 난각을 형성하는데 유리한 사료 및 칼슘 급여 시간을 결정하기 위해 대조구는 3.1% 칼슘사료를 급여하고 시험 1구와 시험 2구는 모두 0.42%의 칼슘 결핍사료를 급여하면서 각각 08:00와 16:00에 4.15 g의 칼슘을 투여하여 3처리에 모두 같은 양의 칼슘을 공급한 결과 다음 Table 17에서와 같이 16:00에 칼슘 3 g을 투여한 시험 2구의 난각중량과 계란비중이 우수하여, 육용종계에서도 칼슘 섭취시간이 난각 형성에 중요하며 오후 급여가 유리하다고 하였다.

한편 육용종계에서 정상적인 칼슘 수준의 사료를 아침 일찍 급여하는 관행방법 대신 난각형성이 시작되는 오후에 급여하므로써 난각질을 개선하려는 연구가 시

도된 바 있다. 즉 Farmer 등(1983)은 정상적인 칼슘 수준의 사료를 오전에 줄 때와 오후에 줄 때의 효과를 비교한 결과 Table 18에서 보는 바와 같이 오후 급여구가 오전 급여구에 비해 난중과 난각질이 우수하다고 하였다.

이규호 등(1988)도 육용종계의 사료 급여시간 및 급여 회수가 산란능력에 미치는 영향을 시험하였다. Table 19 및 20에서 보는 바와 같이 육용종계에 사료를 오후에 급여하면 산란율, 사료효율 및 종란의 수정율과 부화율에 나쁜 영향이 없이 산란전기(32~42주령)에는 난중을 증가시키고, 산란후기(42~60주령)에는 난각질을 개선할 수 있으며, 사료를 1일 2회(오전과 오후) 급여하거나 2일 1회 급여해도 산란능력에는 유의적인 차이가 없으며, 오후에 사료를 주면 오후 산란수가 증가하는 경향이 있다고 하였다.

Cave(1981)도 육용종계의 1일 사료급여 회수를 1

Table 17. The influence of time of oral calcium intubation on shell weight(SW) and specific gravity (SG)

Period of experiment	Control		155 g of 0.42% Ca diet			
	155 g of 3.1% Ca diet		4.15 g of Ca at 08:00		4.15 g of Ca at 16:00	
	SW	SG	SW	SG	SW	SG
0~ 3 day	6.55 g	1,086	5.95 g	1,081	6.22 g	1,08
3~ 6 day	6.38	1,086	5.93	1,082	5.98	1,084
6~ 9 day	6.25	1,085	6.01	1,082	5.92	1,083
9~12 day	6.13	1,085	5.82	1,083	6.00	1,085
Mean	6.33	1,086	5.93	1,082	6.03	1,084

Farmer et al. (1983)

Table 18. The influence of time of feeding on egg weight(EW), shell weight(SW) and specific gravity (SG)

Period of experiment	Time of feeding					
	07:00~09:30			15:30~18:00		
	EW	SW	SG	EW	SW	SG
1st wk	66.8 g	5.68 g	1,080	65.5 g	6.14 g	1,085
2nd wk	65.5	5.61	1,080	67.8	6.23	1,084
3rd wk	64.9	5.69	1,080	68.2	6.23	1,084
4th wk	64.9	5.80	1,080	68.4	6.25	1,084
Mean	65.5	5.70	1,080	67.7	6.21	1,084

Farmer et al. (1983)

Table 19. Effect of feeding time and frequency on the performance and laying time of broiler breeder hens

Age weeks	Feeding time	Hen-day production(%)	Average egg wt. (g)	Feed per kg egg(kg)	Distribution of eggs laid(%)		
					08~12	12~16	16~08
32~42	08:00	74.9	57.9	3.66	50.7	29.7	19.6
	14:00	74.0	58.8	3.64	47.8	32.0	20.2
	Significance	NS	**	NS	**	**	NS
42~60	08:00	67.4	62.4	3.67	51.4	34.5	14.1
	08:00/14:00	68.1	62.8	3.61	49.7	37.3	13.0
	14:00	67.4	63.0	3.63	44.1	39.5	16.4
	14:00 ¹	66.3	62.4	3.73	50.1	35.0	14.9
	Significance	NS	NS	NS	**	**	**
	L.S.D.				2.49	3.30	1.93

¹ Every other day feeding of 2 day's meal

Lee et al. (1988)

Table 20. Effect of feeding time and frequency on the fertility, hatchability and shell quality of breeding eggs

Age weeks	Feeding time	Fertility (%)	Hatchability (%)	Shell quality	
				Breaking strength	Thickness
36	08:00	98.09	87.57	4.10 kg /cm ²	365.4 μ
	14:00	97.19	87.31	4.16	367.5
60	08:00	98.5	76.7	3.49	348.4
	08:00 / 14:00	96.9	83.6	3.50	352.3
	14:00	96.9	84.6	3.70	354.0
	14:00 ¹	97.4	84.1	3.43	351.1
Significance		NS	NS	*	NS
L.S.D.				0.18	

¹ Every other day feeding of 2 day's meal

Lee et al. (1988)

회에서 2~3회로 증가시켜도 산란율과 사료효율에 유의적인 차이가 없었으나 난중은 증가했다고 하였다. 육용종계의 사료 급여시간을 08:00에서 조정기간 없이 16:00로 갑자기 변경하면 산란율이 감소하나 (Hsrms, 1991), 매일 15분씩 점차적으로 변경하면 산란율이 감소되지 않는다(Bootwalla 등, 1983)고 한다.

적 요

육용종계 산란기의 에너지 및 단백질 요구량, 사료의 급여량, 사료의 단백질 수준 및 사료의 급여시간 등에 관한 연구 결과를 검토한 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 육용종계 산란기의 1일 ME 요구량에 관한 실험 결과는 400~450 kcal이나, 케이지 사양시의 요구량은 평사시의 요구량보다 7~8% 적으며, 환경온도가 5℃ 변할 때마다 20~25 kcal가 변하며, 에너지 요구량의 대부분은 몸 유지와 활동에 소요된다.
2. 산란기의 1일 1수당 단백질 요구량에 관한 실험 결과는 18~22 g이나, 산란피크 이후 산란량과 증체량의 감소에 따라 점차 감소하며, 단백질 요구량의 대부분이 산란에 이용된다.
3. 동일한 에너지 수준의 사료를 급여할 경우 1일 1

수당 사료 급여량은 에너지 요구량의 변화에 따라 증감하며, 환경온도 5℃ 변화마다 2,850 kcal/kg의 사료 급여량은 7~9g이 증감된다.

4. 사료의 단백질 수준은 사양형태나 환경온도의 변화에 따라 에너지 요구량과 사료 급여량이 증가하면 낮추고, 반대로 사료 급여량이 감소하면 높여서, 사양형태나 환경온도 변화와 관계없이 단백질 요구량을 충족시킨다.
5. 육용종계의 사료는 관행적으로 이른 아침에 급여하나, 사료를 오후에 급여하면 난중과 난각질을 개선할 수 있다.

(색인 : 육용종계, 영양소 요구량, 사료급여체계, 대사에너지, 단백질, 난각질)

인용문헌

- Bootwalla SM, Willson HR, Harms RH 1983 Performance of broiler breeders on different feeding systems. Poultry Sci 62:2321-2325.
- 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 requirements of broiler breeders during the pull-out-layer transition period. Poultry Sci 61:

- 755-765.
- Cave NA 1981 Effect of dirunal programs of nutrient intake on performance of broiler breeder hens. *Poultry Sci* 60:1287-1291.
- Chah CC 1972 A study of the hens nutrient intake as it relates to egg formation. MSc Thesis Univ Guelph, Ontario, Canada
- Famer M, Roland DA Sr, Eckman MK 1983 Calcium metabolism in broiler breeder hens. 2. The influence of the time of feeding on calcium status of the digestive system and egg shell quality in broiler breeders. *Poultry Sci* 62:465.
- Harms RH 1991 The influence of the time of feeding on performance of broiler breeder hens. *Poultry Sci* 70:1695-1698
- Marshall LG 1977 Nutrient requirement of broiler breeders. MSc Thesis, Univ Guelph, Ontario, Canada.
- National Research Council 1981 Nutrient requirements of poultry. Page 109 in: *Effect of Environment on Nutrient Requirements of Domestic Animals*. National Academy Press. Washington DC.
- National Research Council 1984 *Nutrient Requirements of Poultry*. 8th rev ed., National Academy Press, Washington DC.
- National Research Council 1994. *Nutrient requirements of poultry*. 9th rev ed. National Academy Press. Washington DC.
- Pearson RA, Herron KM 1981 Effects of energy and protein allowances during lay on the reproductive performance of broiler breeder hens. *Brit Poult Sci* 22:227-239.
- Scott ML 1977 A discussion of nutritional requirements of broiler breeder hens. *Proc Cornell Nutr Conf* Pages 28-32.
- 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.
- Waldroup PW, Hazen KR, Bussell WD, Johnson ZB 1976 Studies on the daily protein and amino acid needs of broiler breeder hens. *Poultry Sci* 55:2342.
- 이규호, 한인규, 이상진, 강태홍, 김강식 1985 육용종계의 영양소 요구량에 관한 연구. I. 육용종계의 에너지 요구량에 관한 연구. *한국축산학회지* 27:161-168.
- 이규호, 한인규, 이상진, 강태홍, 김강식 1985 육용종계의 영양소 요구량에 관한 연구. II. 육용종계의 단백질 요구량에 관한 연구. *한국축산학회지* 27:169-175.
- 이규호, 한인규 1985 육용종계의 영양소 요구량에 관한 연구. III. 육용종계의 영양소 요구량 추정에 관한 연구. *한국축산학회지* 27:176-182.
- 이규호, 이상진 1986 난용계 산란기의 선택채식 시험. 미발표 논문.
- 이규호, 이상진, 김형호 1988 육용종계 산란기의 에너지 요구량에 관한 연구. *한국영양사료학회지* 12:141-146.
- 이규호, 이상진, 이종선, 정선부 1988 사료의 급여 시간 및 급여 횟수가 육용종계의 산란능력에 미치는 영향. *한국가금학회지* 15:73-79
- 이규호, 이덕수 1994 난용계 산란기의 선택채식에 관한 연구. *한국가금학회지* 21:41-48.