

産卵鶏에 대한 午前用 飼料와 午後用 飼料의 別途 給與가 産卵能力과 經濟性에 미치는 影響

李奎浩 · 鄭然鍾

江原大學校 飼料生産工學科

Effects of Feeding Split Diets for a.m. and p.m. on Laying Hen Performance and Feed Cost

K. H. Lee, and Y. J. Jeong

Department of Feed Science and Technology,
Kangweon National University, Chuncheon, Korea 200-701

ABSTRACT

This experiment was carried out to study the effects of feeding split diets for a.m. and p.m. on laying hen performance and feed cost with 480 ISA Brown layers for three periods during 32~36, 52~56 and 72~76 wk of age, respectively. The control group(C) was fed a conventional single diet throughout the day and split diet groups (T₁, T₂, T₃, T₄ and T₅) were offered high energy-high protein-low Ca diets, and low energy-low protein-high Ca diets in a.m. and p.m., respectively. In split diet groups, feed intake, ME and CP consumption, and feed cost were significantly reduced(P<0.05) compared to the C, while the hen-day egg production was significantly improved. However, the average egg weight was not influenced by the feeding system. Due to the reduced daily feed, ME, and CP intakes, and the improved egg production, the conversions of feed, ME, CP, and feed cost required per kg egg mass were also significantly improved (P<0.05) in splits diet groups. Among split diet groups, the T₂ group fed the diet devoid of Ca supplement from the conventional laying hen diet in a.m., and the diet containing the Ca supplement 2 times the conventional diet in p.m., was superior in conversion of nutrients and feed cost per kg egg mass to the other split diet groups. It was concluded that daily feed and nutrients consumption and daily feed cost could be reduced 5~6% while hen-day egg production could be improved about 4%, so that about 10% of the feed and nutrients and feed cost per kg egg mass could be spared by introducing the split diet feeding for a.m. and p.m. based on T₂ treatment in laying hens.

(Key words : split diets, laying hen performance, feed, ME, CP, calcium, feed cost)

서 론

일반적으로 산란계는 사료를 자유채식할 때 요구량 이상으로 사료를 과잉섭취하며, 산란능력에 나쁜 영향을 주지 않고도 에너지 섭취량을 10%까지 제한할 수

이 연구는 1995년도 한국과학재단 연구비 지원에 의한 결과임.

있는 것으로 인식되고 있다 (Snetsinger와 Zimmerman, 1974). 따라서 그간 각종 기별 사양방법과 산란기의 제한급여 방법에 관해서 연구가 이루어진 바 있으나, 산업현장에서 실시상의 어려움 때문에 거의 실시되지 않고 있다.

이와 같이 산란계가 사료를 과잉으로 섭취하는 원인 중의 하나는 사료가 영양적으로 불균형하기 때문이라는 지적이 있다. 산란계는 몸의 유지와 산란을 위해 필요한 영양소 요구량을 충족시키기 위해 사료를 섭취하며, 산란을 위한 영양소 요구량은 체내에서 계란이 형성되는 날(산란을 한 날의 전날)과 형성되지 않는 날(산란을 하지 않은 날의 전날)별로 다르며, 또한 1일 중에도 계란의 형성 과정에 따라 특정한 시간대 별로 달라진다고 한다.

또한 닭은 자신의 영양소 요구량에 따라 사료를 선택채식하는 능력이 있으나 (Dove, 1935), 오늘날의 사양형태, 즉 단일 배합사료를 급여하는 상태에서는 이와 같이 주기적으로 변하는 영양소 요구량의 변화에 따라 필요한 영양소를 필요한 만큼 선택채식할 수 있는 기회가 닭에게 주어지지 않고 있어서 특정한 시각에 특정 영양소를 본능적으로 요구한다 해도 그 영양소만을 선택 섭취하는 것은 불가능하고, 필요없는 영양소까지 함께 섭취하게 되어 이것이 과잉 섭취의 원인이 된다는 것이다.

Chah(1972)는 산란계에게 비타민과 미량광물질이 첨가된 분쇄 옥수수과 대두박 및 패본 등 3가지 사료를 별도의 사료통에 담아 선택채식시키고, 정상적인 옥수수-대두박 위주의 배합사료를 급여한 산란계와 1일중 시간대별 사료섭취 형태를 비교하였다. 즉, 옥수수-대두박 위주의 배합사료를 급여하고 계란을 형성하는 날과 형성하지 않는 날의 시간대별 사료 섭취량을 조사한 결과, 계란을 형성하는 날에는 계란을 형성하지 않는 날에 비해 전체적인 사료섭취량이 많으며 또한 오후 늦게 사료 섭취량이 크게 증가하였는데, 이것은 난각이 형성되는 오후에 Ca 요구량이 급격히 증가하기 때문에 필요한 Ca를 섭취하기 위하여 Ca이 배합된 사료의 섭취량이 증가하는 것이라 하였다. 즉 산란계는 선택채식시 오후 3~4시까지 Ca 섭취량이 극히 적으나, 이후부터 급격히 증가하였는데 이것은 10~12시에 배란된 난황이 난각선에 도착하기까지의

4~5시간이 경과하여 난각이 형성되기 시작하면서 Ca 요구량이 급격히 증가하기 때문이라 하였다. 또한 선택채식한 산란계의 1일 단백질, 에너지 및 Ca 섭취량이 각각 19.2 g, 299.1 kcal 및 3.54 g으로 배합사료 급여시의 21.6 g, 325.8 kcal 및 4.81 g 보다 모두 적었으나 산란율이나 난중은 비슷하였다고 하였다. 이것은 산란계의 시간대별 사료섭취 형태로 보아 산란계는 영양소의 요구량이 1일중 항상 일정한 것이 아니라 시간대별로 주기를 갖는 것이 분명하며, 현재의 산란계 사양방법 즉 단일 배합사료를 급여하는 사양형태에서는 이러한 각종 영양소 요구량의 주기적인 변화에 효과적으로 대처할 수 없고, 어떤 영양소를 충족하기 위하여는 반드시 다른 영양소의 과잉 섭취를 초래할 수밖에 없게 되어, 결국 일반적으로 산란계는 사료와 각종 영양소를 필요 이상으로 섭취하게 되며 체중이 지나치게 커진다고 볼 수 있다고 하였다. 이규호 등(1986, 1994)도 산란계에게 에너지 사료와 단백질 사료 및 Ca사료를 선택채식 시킬 때 산란계의 Ca 섭취량이 오전에는 거의 없으나 오후 3시 이후에 급격히 증가한다고 하였고, Leeson과 Summers(1978)은 Ca 수준이 다른 2가지 사료를 별도로 급여할 때 전체적인 사료 섭취량이 7% 정도 감소한다고 보고한 바 있다.

산란계의 선택채식 결과를 실제 사양에 응용하기 위하여 Leeson과 Summers(1979)는 백색 레그혼종 산란계에게 대조구는 대사에너지 2,794 kcal/kg, 단백질 17.1%, Ca 3%의 단일 배합사료를 급여하고, 선택채식구는 1) 대사에너지 1,740 kcal/kg, 단백질 10.7%, Ca 13.1%의 저에너지-저단백질-고Ca사료와 2) 대사에너지 3,065 kcal/kg, 단백질 19.1%, Ca 0.47%의 고에너지-고단백질-저Ca사료의 두 가지 사료를 동시에 별도로 급여하였다. 그 결과 산란율에는 차이가 없었으나 난중은 선택채식구가 무거웠으며, 1일 1수당 사료와 에너지 및 단백질 섭취량은 선택채식구가 대조구에 비하여 각각 6.5%와 9.1% 및 7.4%나 적게 섭취하였고, Ca은 반대로 선택채식구가 대조구에 비하여 13.9%나 많이 섭취하였다고 하였다.

이와 같이 고에너지-고단백질 사료와 고Ca 사료를 별도로 급여함으로써 산란성적에 지장없이 사료와 에너지 및 단백질 섭취량이 감소한 것은 산란계의 1일중 주기적인 영양소 요구량 변화에 따라 단백질과 에너지

가 많이 필요한 오전과 Ca이 많이 필요한 늦은 오후에 각각 필요한 사료를 선택적으로 섭취한 결과라 보여진다. 그러나 두 가지 이상의 사료를 산란계에게 동시에 별도로 급여하는 것은 오늘날의 산란계 cage 사양형태에서 현실적으로 응용하기 어려우므로, 본 연구는 산란계의 계란 형성과정과 관련하여 영양소의 1일중, 주기적 변화에 효과적으로 대처하면서 동시에 산업현장에서 쉽게 응용할 수 있는 산란계의 오전용 사료와 오후용 사료를 개발하고 산란능력과 경제성에 미치는 영향을 조사하기 위하여 실시하였다.

재료 및 방법

1. 시험동물 및 기간

본 시험에는 '이사브라운' 갈색산란계 480수를 반복당 20수씩 6처리 4반복으로 완전임의 배치하였으며, 30~36주령과 50~56주령 및 70~76주령에 각각 2주간의 예비시험과 4주간의 본시험을 실시하였다.

2. 시험 설계 및 사료

다음 Table 1에서 보는 바와 같이 대조구(C)는 오전과 오후에 동일한 배합사료를 급여하고, 시험구(T₁~T₅)들은 오전과 오후에 에너지와 단백질 및 Ca 함량이 서로 다른 전용사료를 급여하였다. 처리별 오전사료와 오후사료의 ME, CP 및 Ca 수준은 Table 1과 같으며, 본 시험에 사용된 시험사료의 사료배합율과 영양성분 계산치는 다음 Table 2에서 보는 바와 같다.

3. 공시동물 사양관리

공시 산란계는 cage에 수용하고 04:00부터 21:00까지 17시간 고정점등 하였다. 오전사료와 오후사료는 13:00~14:00와 20:00~21:00에 교체 급여하였다. 처리별 오전사료와 오후사료는 각각 자유채식 시키고 별도로 섭취량을 조사하였으며, 물도 자유로이 마시게 하였다.

4. 조사항목과 조사방법

1) 산란율과 평균난중

각 시험기간 중 매일 14:00에 각 처리의 반복별 산란수와 총난중을 조사 기록하고, 산란율과 평균난중은 1주 간격으로 계산하였다. 산란율은 헨데이(hen-day) 산란율로 하고, 평균난중은 정상란의 평균난중을 계산하였으며, 산란율과 평균난중을 곱하여 1일 1수당 산란량을 계산하였다.

2) 사료 섭취량과 사료요구율

각 시험기간 4주간의 반복별 오전사료와 오후사료의 섭취량을 조사하고, 연간 공시수수로 나누어 각 기간별 1일 1수당 평균 섭취량을 계산하였다. 1일 1수당 사료섭취량을 1일 1수당 산란량으로 나누어 산란 kg당 사료요구율을 계산하였다.

3) 영양소섭취량

각 처리별 ME, CP 및 Ca 섭취량은 각 처리별 오전사료와 오후사료의 섭취량에 각 시험사료중의 ME, CP 및 Ca 함량을 곱하여 각 영양소의 1일 1수당 섭취량을 계산하였다. 1일 1수당 영양소 섭취량을 1일 산란량으로 나누어 산란 kg당 각 영양소 요구량을 계산하였다.

Table 1. ME, CP and Ca levels of experimental diets

Treatments	a.m. diets			p.m. diets		
	ME, kcal /kg	CP,%	Ca,%	ME,kcal /kg	CP,%	Ca,%
C	2,700	16.0	3.5	2,700	16.0	3.5
T ₁	2,810	16.5	2.0	2,590	15.5	5.0
T ₂	2,920	17.0	0.5	2,480	15.0	6.5
T ₃	2,920	17.0	0.5	2,370	14.5	8.0
T ₄	2,920	17.0	0.5	2,260	14.0	9.5
T ₅	2,920	17.0	0.5	2,150	13.5	11.0

Table 2. Formula and chemical composition of experimental diets

	a.m diets			p.m diets					
	C	T ₁	T ₂ ~T ₅	C	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅
Ingredients(%):									
Yellow corn	60.80	63.40	66.00	60.80	58.24	55.68	53.12	50.56	48.00
Wheat bran	12.55	14.35	16.15	12.55	10.77	8.99	7.21	5.43	3.65
Fish meal(60%)	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
Soybean meal(45%)	5.60	5.60	5.60	5.60	5.54	5.48	5.42	5.36	5.30
Corn gluten meal(60%)	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00
Limestone	8.80	4.40	—	8.80	13.20	17.60	22.00	26.40	30.80
Tricalcium phosphate	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80
Salt	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
Lysine(98%)	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
Choline chloride	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
Vit.-min. premix ¹	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Chemical composition ² :									
ME, kcal /kg	2706	2816	2926	2706	2596	2486	2376	2266	2156
CP, %	16.12	16.61	17.09	16.12	15.62	15.11	14.61	14.10	13.60
Ca, %	3.50	2.01	0.52	3.50	4.99	6.48	7.98	9.47	10.96
P, %	0.61	0.64	0.66	0.61	0.58	0.56	0.53	0.51	0.48
Methionine, %	0.37	0.38	0.39	0.37	0.36	0.35	0.35	0.34	0.33
Lysine, %	0.73	0.75	0.76	0.73	0.71	0.69	0.68	0.66	0.64
Feed cost, won/kg	153.2	157.5	161.9	153.2	148.8	144.5	140.1	135.7	131.3

¹ Contained per kg : vit. A, 8,000,000IU; vit. D₃, 1,600,000IU; vit. E, 1,000mg; vit. K₃, 2,200mg; vit. B₁, 400mg; vit. B₂, 3,800mg; niacin, 16,000mg; pantothenic acid, 7,600mg; biotin, 80mg; folic acid, 130mg; vit. B₆, 2,060mg; vit. B₁₂, 9,600 μ g; Ca, 12,000mg; Fe, 40,000mg; Zn, 45,000mg; Mn, 50,000mg; Se, 150mg; Co, 450mg; I, 1,000mg.

² Calculated values.

4) 경제성

시험기간 중 처리별 오전사료와 오후사료의 섭취량 및 시험사료 단가와 사료요구율로부터 1일 1수당 사료비와 산란 kg당 사료비를 산출하였다.

5) 시험성적의 통계처리

시험성적의 통계처리는 SAS[®](SAS Institute, 1992)의 GLM Procedure를 이용하여 5% 수준에서의 유의성을 검사하였고, 평균치간의 유의성 검정은 Duncan(1955) 방법에 의해 다중비교를 하였다.

결과 및 고찰

1. 산란율, 평균난중 및 1일 산란량

산란초기(32~36주령)와 산란중기(52~56주령) 및 산란말기(72~76주령)에 각각 4주간씩 사양시험을 실시한 결과 조사된 헨데이 산란율과 평균난중 및 1일 산란량은 Table 3, Table 4 및 Table 5에서 보는 바와 같다. Table 3에서 헨데이 산란율은 오전과 오후에 모두 단일 배합사료를 급여한 대조구에 비해 오전에 고에너지-고단백질-저Ca 사료를 급여하고 오후에 저에너지-저단백질-고Ca 사료를 별도로 급여한 시험구

Table 3. Effect of split diets for a.m. and p.m. on hen-day egg production(%)¹

Treatment	Laying period(wk of age)			Mean
	32~36	52~56	72~76	
C	84.54±1.26 ^c	87.28±3.51 ^a	60.78± 8.25 ^b	77.53±2.43 ^b
T ₁	85.76±4.97 ^c	88.23±2.32 ^a	66.54± 5.95 ^a	80.18±3.52 ^a
T ₂	90.79±3.80 ^a	85.60±3.16 ^{ab}	66.32± 3.88 ^a	80.91±1.45 ^a
T ₃	89.61±3.28 ^{ab}	85.83±2.81 ^{ab}	64.03±11.42 ^{ab}	79.82±5.27 ^a
T ₄	88.05±3.84 ^{ab}	84.60±2.39 ^{bc}	64.68± 4.88 ^{ab}	79.11±2.20 ^a
T ₅	87.55±6.23 ^b	82.65±3.96 ^c	63.90± 7.56 ^{ab}	78.03±2.73 ^{ab}

¹ Values(mean±SD) with different superscripts in the same column are significantly different (P<0.05).

Table 4. Effect of split diets for a.m. and p.m. on average egg weight(g)

Treatment	Laying period(wk of age)			Mean
	32~36	52~56	72~76	
C	57.56±0.41 ¹	61.95±0.78	66.90±1.76	62.14±0.77
T ₁	58.40±1.77	61.38±1.44	66.22±1.77	62.00±1.32
T ₂	59.73±0.82	61.86±1.06	66.08±0.53	62.56±0.71
T ₃	58.65±1.66	61.53±0.85	67.03±1.26	62.40±1.15
T ₄	58.47±1.81	61.51±1.43	65.71±1.78	61.90±0.78
T ₅	57.33±2.02	62.01±0.93	66.78±0.74	62.04±0.88

¹ Mean±SD.

Table 5. Effect of split diets for a.m. and p.m. on daily egg mass production(g)¹

Treatment	Laying period(wk of age)			Mean
	32~36	52~56	72~76	
C	48.66±0.56 ^c	54.07±2.39 ^a	40.60±4.81	47.78±1.45 ^b
T ₁	50.11±3.89 ^b	54.18±2.61 ^a	44.02±3.44	49.44±2.90 ^a
T ₂	54.25±2.96 ^a	52.93±1.25 ^b	43.82±2.49	50.33±1.09 ^a
T ₃	52.59±3.09 ^{ab}	52.81±1.86 ^b	43.03±8.44	49.47±4.18 ^{ab}
T ₄	51.53±3.80 ^b	52.07±3.47 ^b	42.56±4.29	48.72±1.86 ^{ab}
T ₅	50.28±5.23 ^b	51.23±1.80 ^b	42.70±5.27	48.07±1.60 ^{ab}

¹ Values(mean±SD) with different superscripts in the same column are significantly different (P<0.05).

들이 산란초기와 산란말기에는 더 높았으나 산란중기에는 반대로 더 낮아 산란기 별로 경향이 일정하지는 않았다. 3개 산란기의 산란율을 평균한 전기간 평균 산란율에서는 대조구에 비해 시험구들이 유의적으로 높았고(P<0.05), 시험구들간에는 유의차는 없었으나 대조구 오전사료의 Ca 공급제한 석회석을 모두 오후사료로 옮겨 Ca 함량 0.5%의 오전사료와 6.5%의 오후사료를 별도로 급여한 T₂ 처리가 가장 높았으며,

오후사료의 Ca 수준이 그 이상 높아질수록 산란율은 감소하는 경향이였다. 평균난중은 Table 4에서 보는 바와 같이 산란초기, 중기 및 말기와 전 산란기간 평균 난중에서 모두 처리간에 유의적인 차이를 보이지 않았으며, 평균난중에 차이가 없었으므로 1일 1수당 산란량도 Table 5에서 보는 바와 같이 산란율과 같은 경향을 보여 산란기별로 일정한 경향을 보이지는 않았다. 그러나 3개 산란기의 1일 산란량을 평균한 전기간 평

균 산란량에서는 단일 배합사료를 급여한 대조구에 비해 오전사료와 오후사료를 별도로 급여한 시험구들이 많았으며 ($P < 0.05$), 시험구들간에는 오후사료의 Ca 함량이 6.5%였던 T₂처리가 가장 많았고 오후사료의 Ca 수준이 그 이상으로 증가함에 따라 점차 감소하는 경향이였다.

본 시험에서 고에너지-고단백질-저Ca의 오전사료와 저에너지-저단백질-고Ca의 오후사료를 별도로 급여한 시험구들이 오전과 오후에 단일 배합사료를 급여한 대조구에 비해 평균난중은 차이가 없었으나 산란율이 높았던 결과는, Chah(1972)가 에너지 사료(옥수수)와 단백질사료(대두박) 및 Ca사료(패분)를 동시에 급여하고 산란계에게 선택채식을 하게 한 결과 단일 배합사료를 급여한 대조구에 비해 산란율과 난중이 비슷하였다고 한 보고나, Leeson과 Summers(1979)가 산란계에서 고에너지(3065 kcal/kg)-고단백질(19.1%)-저Ca(0.47%)사료와 저에너지(1740 kcal/kg)-저단백질(10.7%)-고Ca(13.1%)사료를 동시에 급여하고 선택채식을 시킨 결과 단일 배합사료(ME 2794 kcal/kg, CP 17.1%, 칼슘 3%)를 급여한 대조구에 비해 산란율은 차이가 없었으나 난중은 더 무거웠다는 보고와 비교해 볼 때 차이가 있다고 하겠다. 그러나 이것은 선택채식 사료의 구성(단미사료와 배합사료)과 선택채식 사료의 영양수준 및 급여방법(동시급여와 오전 오후 별도 급여)등 시험방법이 서로 달랐던 점을 감안하면 있을 수 있는 차이라고 하겠다. 고에너지-고단백질-저Ca의 오전사료와 저에너지-저단백질-고Ca의 오후사료를 별도로 급여한 결과 단일 배합사료를 급여한 대조구보다 산란율이 높았던 것은 에너지와 단

백질이 많이 필요한 오전에 고에너지-고단백질사료를 급여하고 난각형성이 시작되면서 Ca 요구량이 많아지는 오후에 고Ca사료를 급여한 결과로 보인다.

결론적으로 산란계에게 오전과 오후에 별개의 사료를 급여할 때 오전사료는 정상적인 산란계 배합사료(예, ME 2,000 kcal/kg, CP 16%, Ca 3.5%)에서 칼슘공급제인 석회석(예, 8.8%)을 모두 제외시켜 ME 2,920 kcal/kg, CP 17%, Ca 0.5%로 하고 오후사료는 산란계 배합사료의 석회석 배합량을 2배로(17.6%)하여 ME 2,480 kcal/kg, CP 15%, Ca 6.5%로 하는 T₂처리의 방법이 산란능력에 가장 유리할 것으로 생각된다.

2. 1일 1수당 사료 및 영양소 섭취량과 사료비

각 산란기별 오전사료와 오후사료의 섭취량을 합한 1일 1수당 사료섭취량은 Table 6에서 보는 바와 같이 32~36주령의 산란초기에는 일정한 경향이나 큰 차이가 없었으나, 52~56주령의 산란중기 및 72~76주령의 산란말기에는 단일 배합사료를 급여한 대조구에 비해 고에너지-고단백질-저Ca의 오전사료와 저에너지-저단백질-고Ca의 오후사료를 별도로 급여한 시험구들이 유의하게 적었다. 시험구들간에서는 T₂ 처리가 가장 적었고 오후사료의 Ca 수준이 T₂ 처리보다 높아질수록 증가하는 경향이였다. 3개 산란기의 사료섭취량을 평균한 섭취량에서도 대조구에 비해 시험구들이 모두 4.0~6.3% 정도 적게 섭취하였으나 ($P < 0.05$), 오후사료의 ME, CP 및 Ca 함량이 서로 다른 시험구들간에는 유의적인 차이가 없었다.

각 산란기별 오전사료 섭취량과 오후사료 섭취량에

Table 6. Effect of split diets for a.m. and p.m. on daily feed consumption(g)¹

Treatment	Laying period(wk of age)			Mean
	32~36	52~56	72~76	
C	117.7±5.64 ^a	148.5±6.79 ^a	105.8±7.44 ^a	124.0±3.42 ^a
T ₁	115.4±4.32 ^{ab}	137.7±3.79 ^b	95.6±1.46 ^b	116.2±2.82 ^b
T ₂	118.5±2.00 ^a	137.6±3.28 ^b	92.8±1.51 ^b	116.3±1.73 ^b
T ₃	118.2±4.01 ^a	139.3±4.75 ^{ab}	95.7±1.37 ^b	117.7±1.68 ^b
T ₄	117.4±5.84 ^a	142.4±4.59 ^{ab}	96.8±10.5 ^b	118.9±6.00 ^b
T ₅	113.7±2.80 ^b	142.7±2.82 ^{ab}	98.4±1.6 ^{ab}	118.2±2.41 ^b

¹ Values(mean±SD) with different superscripts in the same column are significantly different ($P < 0.05$).

각각 처리별 오전사료와 오후사료의 ME, CP 및 Ca 함량을 곱하여 얻어진 1일 1수당 ME, CP 및 Ca 섭취량은 Table 7, Table 8 및 Table 9와 같다. 즉 ME 섭취량은 산란초기에는 일정한 경향이나 큰 차이가 없었으나 산란중기와 산란 말기에는 오전사료와 오후사료를 별도로 급여한 시험구들이 모두 단일 배합사료를 급여한 대조구보다 적었으며 ($P < 0.05$), 3개 산란기의 ME 섭취량을 평균한 전기간 평균 1일 ME 섭취

량도 시험구들이 대조구에 비해 5.0~7.6% 적었다 ($P < 0.05$). 1일 1수당 CP 섭취량도 산란초기에는 처리간에 큰 차이나 일정한 경향을 보이지 않았으나 산란중기 및 산란말기에는 오전사료와 오후사료를 별도로 급여한 시험구들이 단일 배합사료를 급여한 대조구보다 적었다($P < 0.05$). 전 산란기간 평균 CP 섭취량도 대조구에 비해 시험구들이 유의하게 적었고, 시험구들간에는 유의적인 차이가 없었다. 한편, 1일 1수당

Table 7. Effect of split diets for a.m. and p.m. on daily ME intake(kcal)¹

Treatment	Laying period(wk of age)			Mean
	32~36	52~56	72~76	
C	318.4±15.3 ^a	401.8±18.4 ^a	286.3±20.1 ^a	335.5±24.4 ^a
T ₁	315.9± 4.32 ^{ab}	375.6±10.3 ^b	260.0± 4.10 ^b	317.2± 8.56 ^b
T ₂	326.6± 2.00 ^a	378.5± 9.01 ^b	254.0± 4.84 ^b	318.7± 5.39 ^b
T ₃	322.4± 4.01 ^a	376.8±12.8 ^b	257.2± 3.98 ^b	318.8± 9.65 ^b
T ₄	315.4± 5.84 ^{ab}	379.1±12.2 ^b	258.4±26.4 ^b	317.6±20.6 ^b
T ₅	301.4± 2.80 ^b	373.5± 7.37 ^b	255.0± 4.69 ^b	310.0±16.2 ^c

¹ Values(mean±SD) with different superscripts in the same column are significantly different ($P < 0.05$).

Table 8. Effect of split diets for a.m. and p.m. on daily CP intake(g)¹

Treatment	Laying period(wk of age)			Mean
	32~36	52~56	72~76	
C	18.96±0.91 ^{ab}	23.93±1.10 ^a	17.06±1.20 ^a	19.98±0.55 ^a
T ₁	18.75±0.65 ^{ab}	22.31±0.61 ^b	15.45±0.24 ^b	18.84±0.44 ^b
T ₂	19.15±0.18 ^a	22.43±0.53 ^b	15.07±0.28 ^b	18.88±0.26 ^b
T ₃	19.14±0.53 ^a	22.41±0.76 ^b	15.32±0.23 ^b	18.96±0.26 ^b
T ₄	18.79±0.82 ^{ab}	22.63±0.73 ^b	15.46±1.56 ^b	18.96±0.78 ^b
T ₅	18.01±0.41 ^b	22.39±0.44 ^b	15.32±0.27 ^b	18.58±0.10 ^b

¹ Values(mean±SD) with different superscripts in the same column are significantly different ($P < 0.05$).

Table 9. Effect of split diets for a.m. and p.m. on daily Ca intake(g)¹

Treatment	Laying period(wk of age)			Mean
	32~36	52~56	72~76	
C	4.12±0.20 ^{bc}	5.20±0.24 ^c	3.70±0.26 ^{ab}	4.34±0.12 ^b
T ₁	3.55±0.30 ^{cd}	4.41±0.12 ^e	3.16±0.07 ^b	3.71±0.15 ^c
T ₂	3.33±0.12 ^d	4.00±0.10 ^f	2.86±0.12 ^b	3.40±0.05 ^c
T ₃	3.80±0.50 ^{cd}	4.88±0.17 ^d	3.57±0.08 ^b	4.08±0.17 ^{bc}
T ₄	4.44±0.60 ^{ab}	5.84±0.19 ^b	4.33±0.45 ^{ab}	4.87±0.32 ^b
T ₅	4.82±0.36 ^a	6.70±0.13 ^a	4.95±0.31 ^a	5.49±0.23 ^a

¹ Values(mean±SD) with different superscripts in the same column are significantly different ($P < 0.05$).

Ca 섭취량은 산란초기, 산란중기 및 산란말기와 3개 산란기간의 평균 Ca 섭취량에서 모두 대조구(C)로부터 T₁, T₂까지는 점차 감소하다가 다시 T₃, T₄, T₅순으로 점차 증가하는 경향을 보이고 있다. 여기서 C와 T₁, T₂의 오전사료 Ca함량은 각각 3.5%, 2.0%, 0.5%이고 오후사료의 Ca함량은 각각 3.5%, 5.0%, 6.5%로서, 오전사료와 오후사료의 평균 Ca함량은 모두 3.5%로 같았다. 그러나 오후사료 섭취량에 비해 오전사료 섭취량이 많았기 때문에 오전사료의 Ca함량이 높은 C로부터 오전사료의 Ca함량이 가장 낮은 T₂까지 1일 Ca 섭취량이 감소한 것이며, T₂부터 T₅까지는 오전사료의 Ca함량이 0.5%로 같은 반면 오후사료의 Ca함량은 6.5%, 8.0%, 9.5%, 11.0%로 높아졌기 때문에 Ca 섭취량이 점차 증가한 것이다.

이상에서 고에너지-고단백질-저Ca의 오전사료와 저에너지-저단백질-고Ca의 오후사료를 별도로 급여한 결과 단일 배합사료를 급여한 대조구에 비해 사료 섭취량이 4.0~6.3%, ME 섭취량이 5.0~7.6%, CP 섭취량이 5.1~7.0% 정도 적게 섭취한 것은 Chah(1972)가 산란계에게 옥수수(에너지사료)와 대두박(단백질사료) 및 패분(Ca사료)을 동시에 주고 선택채식시킨 결과 배합사료를 급여한 대조구에 비해 1일 ME 섭취량(325.8→299.1 kcal)과 CP 섭취량(21.6→19.2 g)이 감소했다는 보고와, Leeson과 Summers(1978)가 Ca 수준이 다른 두 가지 사료를 선택채식시킬 때 산란계의 사료섭취량이 7% 정도 감소했다는 보고 및 Leeson과 Summers(1979)가 고에너지-고단백질-저Ca 사료와 저에너지-저단백질-고Ca의 두 가지 사료를 산란계에게 동시에 주고 선택채식시킨

결과 단일 배합사료를 급여한 대조구보다 1일 사료 섭취량(118.4→110.78 g)과 ME 섭취량(331→301 kcal) 및 CP 섭취량(20.2→18.7 g)이 모두 감소했다는 보고 등과 시험방법은 다르나 비슷한 결과라고 하겠다. 이러한 결과는 계란의 형성과정과 관련된 산란계의 주기적인 영양소 요구량 변화에 보다 효과적으로 대처하여 단일배합사료 급여시의 영양적 불균형으로 인한 사료 및 영양소의 과잉 섭취를 방지한 결과라고 생각된다.

각 산란기별 오전사료와 오후사료의 섭취량에 각 처리별 오전사료와 오후사료의 단가를 곱하여 처리별 1일 1수당 소요된 사료비를 계산한 결과는 Table 10과 같다. 즉, 처리별 1일 1수당 사료비는 산란초기에는 처리간에 일정한 경향을 보이지 않았으나, 산란중기와 산란말기에는 대조구에 비해 오전사료와 오후사료를 별도로 급여한 시험구들이 모두 적게 소요되었으며(P<0.05), 3개 산란기의 1일 1수당 사료비를 평균한 전기간 평균 사료비도 대조구에 비하여 시험구들이 4.9~6.7% 정도 적게 소요되었다(P<0.05).

3. 산란 kg당 사료와 ME, CP, Ca 요구량 및 사료비

각 산란기별 1일 1수당 사료섭취량을 1일 1수당 산란량으로 나누어 산란 kg 사료요구량(kg)을 계산한 결과는 Table 11에서 보는 바와 같이 각 산란기에서 모두 오전사료와 오후사료를 별도로 급여한 시험구들이 단일 배합사료를 급여한 대조구에 비해 적었으며(P<0.05), 각 산란기의 산란 kg당 사료요구량을 평균한 전기간 평균 사료요구량에서도 시험구들이 대조구에 비해 5.0~11.5% 적었고(P<0.05), 시험구들

Table 10. Effect of split diets for a.m. and p.m. on daily feed cost(won)¹

Treatment	Laying period(wk of age)			Mean
	32~36	52~56	72~76	
C	18.03±0.86 ^{ab}	22.75±1.04 ^a	16.21±1.14 ^a	18.99±0.52 ^a
T ₁	17.82±0.62 ^{ab}	21.21±0.58 ^b	14.69±0.23 ^b	17.91±0.42 ^b
T ₂	18.39±0.32 ^a	21.32±0.51 ^b	14.33±0.26 ^b	18.01±0.28 ^b
T ₃	18.21±0.52 ^{ab}	21.33±0.73 ^b	14.58±0.22 ^b	18.04±0.25 ^b
T ₄	17.89±0.79 ^{ab}	21.56±0.70 ^b	14.73±1.49 ^b	18.06±0.75 ^b
T ₅	17.16±0.39 ^b	21.35±0.42 ^b	14.62±0.25 ^b	17.71±0.09 ^b

¹ Values(mean±SD) with different superscripts in the same column are significantly different(P<0.05).

Table 11. Effect of split diets for a.m. and p.m. on feed(kg) consumed per kg egg mass¹

Treatment	Laying period(wk of age)			
	32~36	52~56	72~76	Mean
C	2.42±0.09 ^a	2.75±0.12 ^{ab}	2.64±0.39 ^a	2.60±0.08 ^a
T ₁	2.31±0.11 ^{ab}	2.54±0.07 ^c	2.18±0.16 ^b	2.34±0.08 ^b
T ₂	2.19±0.11 ^b	2.60±0.08 ^{bc}	2.12±0.10 ^b	2.30±0.06 ^b
T ₃	2.25±0.18 ^b	2.64±0.09 ^{abc}	2.29±0.45 ^b	2.39±0.17 ^b
T ₄	2.29±0.22 ^b	2.74±0.13 ^{ab}	2.33±0.43 ^{ab}	2.45±0.08 ^{ab}
T ₅	2.28±0.25 ^b	2.79±0.14 ^a	2.33±0.31 ^{ab}	2.47±0.11 ^{ab}

¹ Values(mean±SD) with different superscripts in the same column are significantly different (P<0.05).

중에서는 T₂가 가장 적었으며, 오후사료의 Ca 수준이 높아질 수록 많아지는 경향이였다.

각 산란기별 1일 1수당 ME 섭취량(kcal)을 1일 산란량으로 나누어 산란 kg당 소요된 ME 요구량을 계산한 결과도 Table 12 와 같이 각 산란기에서 모두 대조구에 비해 오전사료와 오후사료 별도 급여구들이 적게 소요되었으며 (P<0.05), 3개 산란기의 평균 ME 요구량도 대조구에 비해 시험구들이 적었고 (P<0.

05), 시험구들 중에서는 유의차는 없으나 T₂가 가장 적었으며 오후사료의 Ca 수준이 높아질수록 증가하는 경향이였다.

각 산란기의 1일 1수당 CP 섭취량을 1일 산란량으로 나누어 산란 kg당 CP 요구량을 계산한 결과는 Table 13과 같다. 즉 산란 kg당 CP 요구량도 산란초기, 중기, 말기에서 모두 대조구에 비해 시험구들이 적었고 (P<0.05), 3개 산란기의 평균 CP 요구량도 시

Table 12. Effect of split diets for a.m. and p.m. on ME(kcal) consumed per kg egg mass¹

Treatment	Laying period(wk of age)			
	32~36	52~56	72~76	Mean
C	6540±242 ^a	7434±323 ^a	7140±464 ^a	7038±228 ^a
T ₁	6320±318 ^{ab}	6940±200 ^b	5932±453 ^b	6397±240 ^b
T ₂	5977±334 ^c	7154±231 ^{ab}	5807±282 ^b	6312±166 ^b
T ₃	6148±405 ^b	7139±233 ^{ab}	6157±224 ^b	6481±488 ^b
T ₄	6151±596 ^b	7297±359 ^{ab}	6150±167 ^b	6532±242 ^b
T ₅	6043±631 ^c	7300±367 ^{ab}	6051±855 ^b	6465±283 ^b

¹ Values(mean±SD) with different superscripts in the same column are significantly different (P<0.05).

Table 13. Effect of split diets for a.m. and p.m. on CP(g) consumed per kg egg mass¹

Treatment	Laying period(wk of age)			
	32~36	52~56	72~76	Mean
C	389.6±14.4 ^a	442.9±19.3 ^a	425.4±63.4 ^a	418.4±10.3 ^a
T ₁	375.2±18.7 ^{ab}	412.3±11.8 ^b	352.6±26.9 ^b	381.7±14.0 ^b
T ₂	353.9±19.9 ^b	423.9±13.7 ^{ab}	344.5±16.8 ^b	375.3±10.5 ^b
T ₃	365.0±24.5 ^{ab}	424.6±13.9 ^{ab}	366.7±72.8 ^b	384.9±26.7 ^b
T ₄	366.5±36.2 ^{ab}	435.7±21.4 ^{ab}	367.9±69.3 ^b	389.3±10.4 ^b
T ₅	361.2±38.3 ^{ab}	437.6±22.1 ^{ab}	363.5±50.7 ^b	386.8±14.1 ^b

¹ Values(mean±SD) with different superscripts in the same column are significantly different (P<0.05).

Table 14. Effect of split diets for a.m. and p.m. on Ca(g) consumed per kg egg mass¹

Treatment	Laying period(wk of age)			Mean
	32~36	52~56	72~76	
C	84.60 ± 3.13 ^{ab}	96.16 ± 13.8 ^c	92.35 ± 13.8 ^b	91.03 ± 2.95 ^b
T ₁	70.83 ± 2.49 ^{bc}	81.46 ± 2.35 ^d	71.98 ± 4.30 ^c	74.76 ± 1.57 ^{cd}
T ₂	61.55 ± 3.88 ^c	75.65 ± 2.45 ^d	65.41 ± 5.17 ^d	67.54 ± 2.21 ^d
T ₃	72.51 ± 11.8 ^{ab}	92.45 ± 3.02 ^c	85.39 ± 16.1 ^{ab}	83.45 ± 6.19 ^{bc}
T ₄	86.96 ± 13.7 ^{ab}	112.4 ± 5.53 ^b	102.6 ± 15.9 ^a	100.6 ± 3.40 ^b
T ₅	97.10 ± 15.9 ^a	131.0 ± 6.60 ^a	116.9 ± 9.90 ^a	115.0 ± 6.56 ^a

¹ Values(mean ± SD) with different superscripts in the same column are significantly different (P < 0.05).

Table 15. Effect of split diets for a.m. and p.m. on feed cost(won) required per kg egg mass¹

Treatment	Laying period(wk of age)			Mean
	32~36	52~56	72~76	
C	370.3 ± 13.7 ^a	420.9 ± 18.3 ^a	404.3 ± 60.3 ^a	398.5 ± 12.9 ^a
T ₁	356.6 ± 17.7 ^b	391.9 ± 11.3 ^b	335.3 ± 25.5 ^b	361.3 ± 13.4 ^c
T ₂	339.6 ± 16.5 ^c	403.0 ± 13.1 ^{ab}	327.6 ± 16.0 ^b	356.7 ± 9.71 ^d
T ₃	347.1 ± 32.0 ^b	404.1 ± 13.2 ^{ab}	349.1 ± 69.3 ^b	366.8 ± 26.1 ^b
T ₄	349.0 ± 33.3 ^c	415.1 ± 20.4 ^{ab}	350.7 ± 66.0 ^b	371.6 ± 17.1 ^b
T ₅	344.2 ± 36.6 ^c	417.3 ± 21.0 ^{ab}	346.8 ± 48.2 ^b	369.4 ± 12.4 ^b

¹ Values(mean ± SD) with different superscripts in the same column are significantly different (P < 0.05).

험구들이 대조구에 비해 유의하게 적었다. 시험구들간에 유의차는 없었으나 T₂가 가장 적었고 오후사료의 Ca 수준이 높을수록 증가하는 경향을 보였다.

1일 1수당 Ca 섭취량을 1일 산란량으로 나누어 산란 kg당 Ca 요구량을 계산한 결과는 Table 14와 같이 각 산란기 및 전기간 평균 Ca 요구량에서 모두 대조구(C)로부터 T₁, T₂ 순으로 감소하여 T₂가 가장 낮았으며 다시 T₃, T₄, T₅ 순으로 오후사료의 Ca 수준이 증가할수록 많아졌다(P < 0.05).

1일 1수당 사료비를 1일 산란량으로 나누어 산란 kg당 소요된 사료비를 계산한 결과는 Table 15와 같다. 산란 kg당 사료비도 산란 kg당 사료, ME 및 CP 요구량에서와 같이 각 산란기에서 모두 시험구들이 대조구보다 적게 소요되었으며(P < 0.05), 각 산란기별 산란 kg당 사료비를 평균한 전기간 평균 산란 kg당 사료비도 시험구들이 대조구에 비해 유의하게 적었고, 시험구들간에서는 T₂가 가장 적었다.

적 요

본 시험은 산란기에 대한 오전사료와 오후사료의 별도 급여가 산란능력과 경제성에 미치는 영향을 구명하기 위해 ISA Brown 산란계 480수를 공시하여 32~36주령, 52~56주령 및 72~76주령에 각각 4주간씩 실시되었다. 대조구(C)는 관행적인 산란계 단일 배합사료를 급여하였고 시험구들(T₁, T₂, T₃, T₄ 및 T₅)은 고에너지-고단백질-저Ca의 오전사료와 저에너지-저단백질-고Ca의 오후사료를 별도로 급여하였다. 시험결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 평균난중은 처리간에 유의적인 차이가 없었으며, 산란율과 1일 산란량은 대조구(C)에 비해 오전사료와 오후사료를 별도로 급여한 시험구(T₁~T₅)들이 유의하게 높았고(P < 0.05), 그 중에서도 관행적인 산란계 배합사료에서 Ca 공급제를 제외한 사료를 오전에 급여하고 Ca 공급제

를 두 배로 첨가한 사료를 오후에 급여하는 T₂ 처리가 가장 높았다.

2. 1일 1수당 사료, ME 및 CP 섭취량은 대조구(C)에 비해 시험구들(T₁~T₅)이 유의하게 적었다.
3. 산란 kg당 소요된 사료, ME 및 CP 요구량도 대조구(C)에 비해 시험구들(T₁~T₅)이 적었다(P<0.05).
4. 1일 1수당 사료비는 대조구(C)에 비해 시험구(T₁~T₅)들이 낮았으며(P<0.05), 산란 kg당 사료비도 시험구들이 대조구보다 낮았고(P<0.05), 시험구들 중에서는 T₂가 가장 낮았다.

결론적으로 관행적인 산란계 배합사료에서 Ca공급제를 제외한 사료를 오전에 급여하고 Ca공급제를 두 배로 첨가한 사료를 오후에 급여하는 T₂ 처리로 사양하면 난중에는 차이가 없으나 산란율이 4.3% 향상되고, 1일 1수당 사료 ME 및 CP 섭취량을 각각 6.2%, 5.0%, 5.5% 감소시킬 수 있으며, 산란 kg당 사료, ME 및 CP 요구량은 각각 11.5%, 10.3%, 10.3%가 감소되어, 1일 1수당 사료비와 산란 kg 당 사료비를 각각 5.2% 와 10.5% 씩 절감할 수 있었다.

(색인 : 오전오후 별도사료, 산란능력, 사료, 대사에너지, 조단백질, 칼슘, 사료비)

인용문헌

- take as it relates to egg formation. MSc. Thesis, Univ of Guelph.
- Dove, WF 1935 A study of in the instincts, and of the causes and effects of variation in the selection of food. Amer Naturalist 69:469-544.
- Duncan, DB 1955. Multiple range and multiple F tests. Biometrics 11:1-42.
- Lesson S, Summers JD 1978 Voluntary food restriction by laying hens mediated through dietary self-selection. Brit Poultry Sci 19:417-424.
- Lesson S, Summers JD 1979 Dietary self-selection by layers. Poultry Sci 58:646-651.
- SAS Institute 1992 SAS User's Guide : Statistics. SAS Inst Inc, Cary, NC.
- Snetsinger, DC, Zimmerman RA 1974 Limiting the energy intake of laying hens. Pages 185-199 in: Energy requirements of poultry. Morris TR, and Freeman BM ed. Brit Poultry Sci Ltd, Edinburgh, UK.
- Summers JD, Lesson S 1985 Poultry nutrition handbook. Univ of Guelph. Guelph, Canada.
- 이규호, 이덕수 1994 난용계 산란기의 선택채식에 관한 연구. 한국가금학회지 21:41-48
- Chah, CC 1972 A study of the hens nutrient in-