

배합 사료의 열량 수준(熱量水準)이

산란 양계에 미치는 영향과 경제성 문제



오 봉 국

(서울대 농대 교수·농학)

1. 머릿 말

우리 나라의 양계 사정은 한 마디로 표시하여 매우 불안한 여건 아래 놓여 있다. 그 첫째 이유는 양계 사료가 국민의 식량과 경합 상태(競合狀態)에 있고, 둘째는 사료의 자급도(自給度)가 매우 낮아서 도입 사료(導入飼料)에 의존하는 바가 크기 때문이다. 셋째는 사료의 수급 계획이 확립되지 못하고 원활한 유통과 적기 공급이 되지 못하여, 사료 가격의 큰 변동을 빈번히 초래하고 있다는 점이다.

이와 같이 불안한 요소를 항상 내포하고 있는 현실 아래서 무엇보다도 요망 되는 것은 확고한 사료 수급 정책(飼料需給政策)이라 하겠으나, 한편으로는 합리적인 좋은 사료를 값싸게 생산하는 방법이기도 하다. 불합리한 사료의 배합은 부족한 사료 자원을 낭비할 뿐만 아니라, 결과적으로 생산을 저하시키게 되므로서 첫째는 사료

난(飼料難)에 막차를 가하는 격이고, 둘째는 생산량을 저하시키므로서 계란 한개당 생산 가격을 인상시키는 셈이 되는 것이다.

이상과 같은 우리 나라 현실을 참작하여 볼 때 산란계 배합 사료 중 주종을 이루고 가격면에 큰 영향을 미치는 에너지 사료의 조절 문제를 중심으로 국내외에서 연구된 자료와 우리 나라 사료 조건을 참작하여 산란계 배합 사료의 에너지 수준이 양계 경영면(養鷄經營面)에 미치는 영향을 검토하고자 한다.

2. 에너지 사료의 종류 및 특성

사료의 에너지 공급원으로서의 곡류가 주종이고 다음이 강피류(糠被類)가 될 것이며, 여기에 에너지 공급원의 첨가제로서 동식물성 유지들을 들 수 있다.

지금 중요한 에너지 공급 사료의 종류와 특성을 살펴 보면 표 1과 같다.

<표 1> 중요 에너지 공급 사료의 종류와 특성

분 류	사 료 명	생 산 에너지	대 사 에너지	소 화 율 (T. D. N)	산란계 사료용		비 고	
					평 균	범 위		
곡 류	옥 수 수	Kcal/Lb 1,100	KCal/Lb 1,550	79%	45	30~50	} 평균 57% 범위 45~65%	일본, 미국 일본, 미국 미국
	밀	1,020	1,400	71	9	5~25		
	수 수	970	1,360	78	—	—		
	쌀 새 레 기	970	1,210	—	0.8	1.5~9		
강 피 류	밀 기 울	490	520	50.0	11	5~18	} 평균 17% 범위 12~20%	미국 일본, 미국, 일본
	쌀 겨 (生)	950	1,500	41~65.6	1.0	5~10		
	탈 지 쌀 겨	350	400	41.0	5.5	5~12		
기 타	콩 기 들	3,025	4,200	95	—	—	미국 미국 미국 미국	
	옥 수 수 기 들	—	3,950	90	—	—		
	소 기 들	2,900	3,200	76	—	—		
	돼 지 기 들	—	4,000	92	—	—		

※ 산란계 사료 배합을 실행 조사(1968년, 오봉국, 한인규)

표 1에서 보는 바와 같이 국내산 산란계 배합 사료의 에너지 공급 사료는 주로 곡류에 의존하고 있으며, 곡류와 강류의 배합율은 전체 배합율에 대하여 약 70~75%를 차지하고 있다. 그 중에서 곡류는 45~65%의 배합 범위를 차지하며 곡류 중에서는 옥수수 배합량이 제일 많아서 평균 45%를 차지하고 있다.

에너지 공급원의 보조 자료로서 강피류는 12~20%를 배합하고 있으며, 이 중에서 밀기울 배합율이 평균 11%로서 제일 높다. 다시 말하면 우리 나라 양계 사료의 에너지 공급원은 주로 옥수수와 밀기울에 의존한다고 하겠다.

우리 나라에서는 아직 에너지 공급원으로서 동식물성 유지(動植物性油脂)를 사료에 이용하지 않고 있는데, 그 이유는 국내에서 이러한 사료 자원을 얻기도 어렵거니와 가격이 비싸서 곡류 사료 대용으로 사용하기가 어려운 실정이다.

에너지 공급원으로서 곡류와 강피류의 에너지 열량가와 소화율을 견주어 볼 때, 1 파운드(454g)의 곡류 사료에는 대사 에너지가 약 1,400 Kcal가 들어 있는데 강류에는 약 460Kcal가 들어 있어, 곡류는 강류에 비하여 약 3배에 해당하는 열량을 가지고 있다. 그리고 섬유질이 적어 소화율도 양호하다.

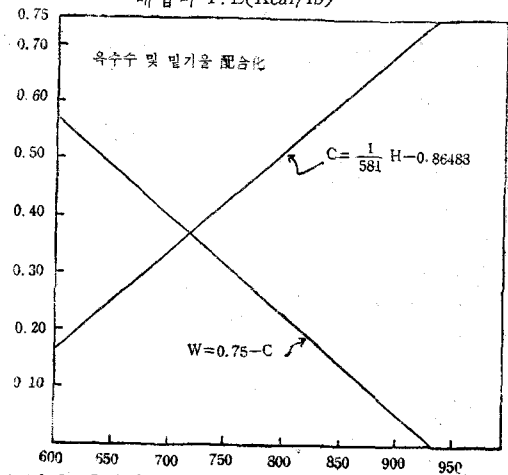
그러나 강류 사료는 곡류 사료에 비하여 조단백질 함량이 높고 비타민 B군과 일부 무기물 함량이 많은 장점도 있다.

3. 영양상으로 본 사료의 적정 가격(適正價格)

지금 옥수수를 곡류의 대표 사료로 하고 밀기울을 강류의 대표 사료로 하여, 이 두 가지 사료의 시세 변동에 따르는 적정 가격을 산출해 보면 표 2와 같다.

적정 가격 산출 방법은 피-터슨씨 방법을 사용하였으며, 옥수수 가격과 콩깻묵 가격을 변화시켰을 때 밀기울의 적정 가격을 산출하였다.

(그림 1) 에너지 수준에 따르는 옥수수와 밀기울의 배합비 P.E(Kcal/lb)



(표 2.) 밀기울 적정 가격 추산치

옥수수 kg 당 가격	콩 개 목 Kg 당 가 격 (원)										
	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70
24(원)	15.44	16.44	17.04	17.84	18.64	19.44	20.24	21.04	21.84	22.64	23.44
26	16.46	17.26	18.06	18.86	19.66	20.46	21.26	22.06	22.86	23.66	24.46
28	17.48	18.28	19.08	19.88	20.68	21.48	22.28	23.08	23.88	24.68	25.48
30	18.50	19.30	20.10	20.90	21.70	22.50	23.30	24.10	24.90	25.70	26.50
32	19.52	20.32	21.12	21.92	22.72	23.52	24.32	25.12	25.92	26.72	27.52
34	20.54	21.34	22.14	22.94	23.74	24.54	25.34	26.14	26.94	27.74	28.54
36	21.56	22.36	23.14	23.96	24.76	25.56	26.36	27.16	27.96	28.76	29.56
38	22.58	23.38	24.18	24.98	25.78	26.58	27.38	28.18	28.98	29.78	30.58
40	23.60	24.40	25.20	26.00	26.80	27.60	28.40	29.20	30.00	30.80	31.60
42	24.62	25.42	26.22	27.02	27.82	28.62	29.42	30.22	31.02	31.82	32.62
44	25.64	26.44	27.24	28.04	28.84	29.64	30.44	31.24	32.04	32.84	33.64
46	26.66	27.46	28.26	29.06	29.86	30.66	31.46	32.26	33.06	33.86	34.66
48	27.68	28.48	29.28	30.08	30.88	31.68	32.48	33.28	34.08	34.88	35.68
50	28.70	29.50	30.30	31.10	31.90	32.70	33.50	34.30	35.10	35.90	36.70

보기를 들면 옥수수는 kg 당 26 원이고, 콩깨묵 시세가 kg 당 55 원일 경우, 밀기울 kg 당 적정 가격 추산치는 22.06 원이 된다.

4. 사료의 에너지 함량이 산란계에 미치는 영향

미국의 스콧트와 메타슨, 그리고 신젠(1947) 씨 등이 고열량 사료(高熱量飼料)가 부로일러 생산에 있어서 성장을 빠르게 하고, 사료 효율(飼料効率)을 개선시켜 준다는 보고에 따라 에너지에 대한 중요성이 재인식 되어(과거 10년간의 연구로 이 방면에 대한 대체적인 결론을 얻게 되었다. 이들 연구에 의하면 사료의 열량 증가와 아울러 단백질 수준도 함께 높여줌으로서 닭의 성장과 산란, 그리고 사료 효율을 개선할 수 있다고 하였다. 그러므로 각종 사료에는 일정 수준의 카로리-단백비(C/P 율)를 유지할 것을 주장하였으며, 이들의 결론을 요약하여 소개하여 보면 다음의 표 3과 같다.

〈표 3〉 카로리와 단백질(C/P 율)

사료의 종류	카로리·단백비	
	생산에너지	대사에너지
초생주 (0~6 주)	42~45	60~64
중 주 (6~12 주)	51~54	73~77
부로일러 (0~6 주)	42~43	60~62
" (6주~이후)	49~52	70~74
헛알 닭 (12~20 주)	56~63	80~90
" (20~이상)	63~71	90~100
산란계의 종류 50 % 산란	64~66	91~94
70 % "	59~61	84~87
90 % "	56~58	80~83
22~48 주령 (겨울)	53~54	75~77
" (여름)	50~51	71~72
40주령 이상 (겨울)	60~61	85~87
" (여름)	56~58	80~82

표 3에서 카로리·단백비를 검토하여 보면 산란율이 높을수록 단백질 요구량이 높아 C/P 율은 좋아지고, 초산계는 경산계(經産鷄)에 비하여 단백질 요구량이 높아서 역시 C/P 율이 좋다. 즉 산란율이 증가되고 산란계 연령이 적을수록 카로리 요구량보다는 단백질 요구량이 높아진다.

겨울철은 여름철에 비하여 같은 산란율이라도 에너지 요구량이 높아 C/P 율이 넓어진다.

사료의 에너지 수준이 산란율(産卵率)과 사료 효율(飼料効率)에 미치는 영향에 관한 연구 중 대표적인 보고를 소개하면 표 4 와 같다. 실험에 사용된 닭은 미국의 대표적인 일대 잡종(콤머셜, 칩크)으로 4월에 부화한 닭으로서 1년간 실험한 성적이다.

표 4. 사료의 에너지 수준이 산란 및 사료 소비량에 미치는 영향(터크, 버드 등 1954)

함량, 에너지 (생산에너지)	단백질	C/P 율	산란율	계란 12개 생산에 소요된 사료량
Kcal/Lb			%	Lb
697	15.9	44	71.6	4.7
836	16.4	51	68.0	4.7
937	15.3	61	71.7	4.3
1,005	15.4	65	65.2	3.9
1,082	16.7	65	68.9	4.1
1,162	17.8	65	77.4	3.3
1,240	18.9	65.6	7.00	3.2

표 4에서 보는 바와 같이 에너지 증가에 대하여 산란율의 증가는 찾아 보기 어려우나, 계란 12개 생산에 소요된 사료량은 현저하게 줄어들었다. 이 문제에 관련된 많은 연구 보고를 종합하여 보면 다음과 같다.

- (1) 산란계의 적당한 C/P 율은 55~60이 좋다.
- (2) C/P 율에 균형이 이루어진 사료에 있어서는 에너지 증가에 따라 산란율 증가에는 큰 효과가 없으나, 겨울철에는 다소 산란율의 증가를 가져올 수 있다.
- (3) 에너지 증가는 사료 효율 개선에 효과가 있다. 즉 배합 사료 1 파운드 당 100Kcal의 에너지를 증가시키면, 알 생산에 필요한 사료량은 약 10% 절약할 수 있다.
- (4) 에너지 함량을 높일 때는 비타민·무기물 또는 필수 아미노산의 보급에 주의하여야 한다.

5. 사료의 에너지 함량에 따르는 경제성 분석
앞에서 본 바와 같이 학자들의 연구 결과 보고서에서 산란계 사료의 에너지 함량을 증가시켰을 때 현저한 효과를 얻은 것은 계란 1개당 생산에 필요한 사료가 절약되었다는 점이다. 그러나 사료의 에너지 함량을 증가시키기 위하여는 에

너지의 주된 공급 자원인 곡류의 배합율이 높아져야 하고 상대적으로 밀기울의 배합율이 낮아지므로 사료 단가(飼料單價)는 비싸지게 된다. 따라서 에너지 함량을 증가시키므로써 높아지는 사료 가격과 사료가 절약되므로써 얻는 이익이 양계 경영면(養鷄經營面)에 어떠한 영향을 주느냐를 검토해 보고자 한다.

(1) 에너지 수준에 따르는 옥수수과 밀기울의 배합 비율

1968년도에 오봉국, 한인규 등이 실시한 산란계 사료 배합을 실태 조사에 나타난 것을 보면, 곡류와 강류를 제외한 사료의 배합 비율은 약 25%로서 배합을 당 생산 에너지는 약 135Kcal/Lb이고, 현실태로 본 배합을 당 가격은 9.75 원에 달한다.

이제 곡류와 강류가 차지하는 75%를 옥수수와 밀기울로 대체하였을 때, 배합된 사료의 에너지 수준(P.E Kcal/Lb)을 달리함에 따라 옥수수와 밀기울의 배합 비율은 다음과 같이 결정된다.

$$C = \frac{1}{531} H - 0.86488 \dots \dots \dots (1)$$

$$W = 0.75 - C \dots \dots \dots (2)$$

여기서 C=옥수수의 배합 비율
 W=밀기울의 배합 비율
 H=사료의 에너지 수준
 (P.E Kcal/lb)

예를 들어 보면 사료의 에너지 수준을 800Kcal/Lb일 때, 옥수수와 밀기울의 배합비를 구하려고 하면, 그림 1에서 800Kcal와 교차(交叉)되는 C선에서 옥수수 배합비 51%를 찾고, W선에서 24%를 찾는다. 그러면 옥수수 51%+밀기울 24%+기타 사료 25%=100%로서 약 800Kcal의 산란계 배합 사료를 만들 수 있게 된다.

(2) 에너지 수준에 따르는 사료 가격

먼저 배합된 사료의 단가(원/kg)를 다음과 같이 정하고, 이를 산출 근거로하여 공식을 유도하여 보면 P₁, P₂와 같이 된다.

① 1968년도 평균 사료 가격을 사용했을 경우

옥수수 : 30.29 원/kg

밀기울 : 12.50 원/kg

$$P = 0.03062 H + 3.738 \dots \dots \dots (3)$$

② 1968년 12월 1일 현시가를 사용했을 경우

옥수수 : 24.00원/kg

밀기울 : 12.00원/kg

$$P_2 = 0.020654H + 8.37 \dots \dots \dots (4)$$

여기서 P₁과 P₂=배합 사료 시기 별 단가(원/kg)

H=사료의 에너지 수준(P.E. Kcal/Lb)

예를 들면 배합 사료의 에너지 수준을 800Kcal/lb로 한다면 이 배합 사료의 kg 당 단가는 생산 에너지 800 Kcal를 기점으로 하는 P₁, P₂선의 교차점은 P₁에서 (1968년도 평균 사료 가격) 28.10원이 되고 P₂에서는 24.90 원이 된다. 그리고 배합 사료의 에너지 수준이 높을수록 옥수수 배합비가 높아지고 대신 밀기울 배합비가 낮아지므로써 배합 사료 kg 당 단가는 높아지게 된다.

(3) 에너지 수준에 따르는 사료 효율

사료 효율을 계란 1개당 생산에 소요된 사료량으로 계산할 때, 터크셔 등(1954)과 헐씨 등(1955, 1959)의 시험 결과를 기초로 계산한 사료 효율은 다음과 같다.

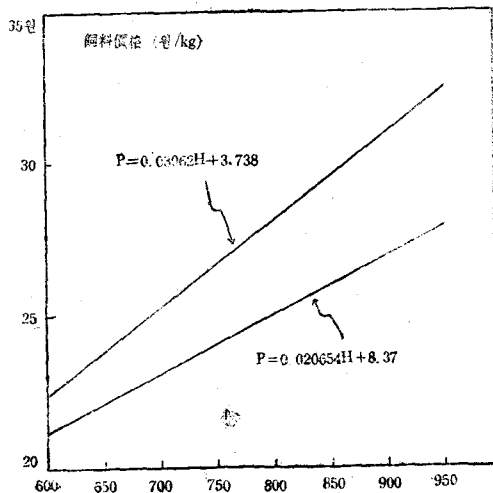
$$Y = 0.00015 H + 0.30872 \dots \dots \dots (5)$$

여기서

Y : 계란 1개 생산에 소요된 사료량 (kg)

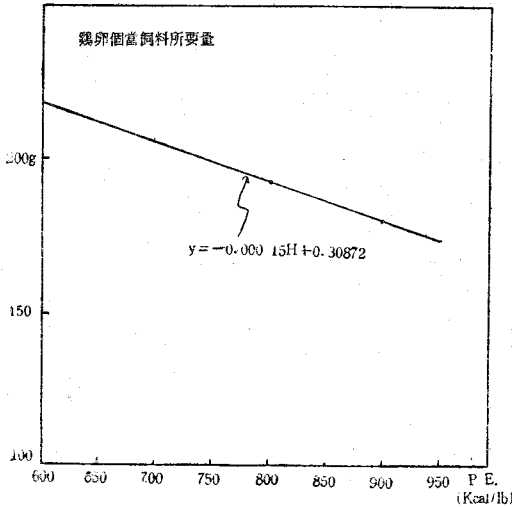
H : 사료의 에너지 수준(P.E. Kcal/lb)

<그림 2> 에너지 수준에 따르는 사료 가격
 P·E (kcal/lb)

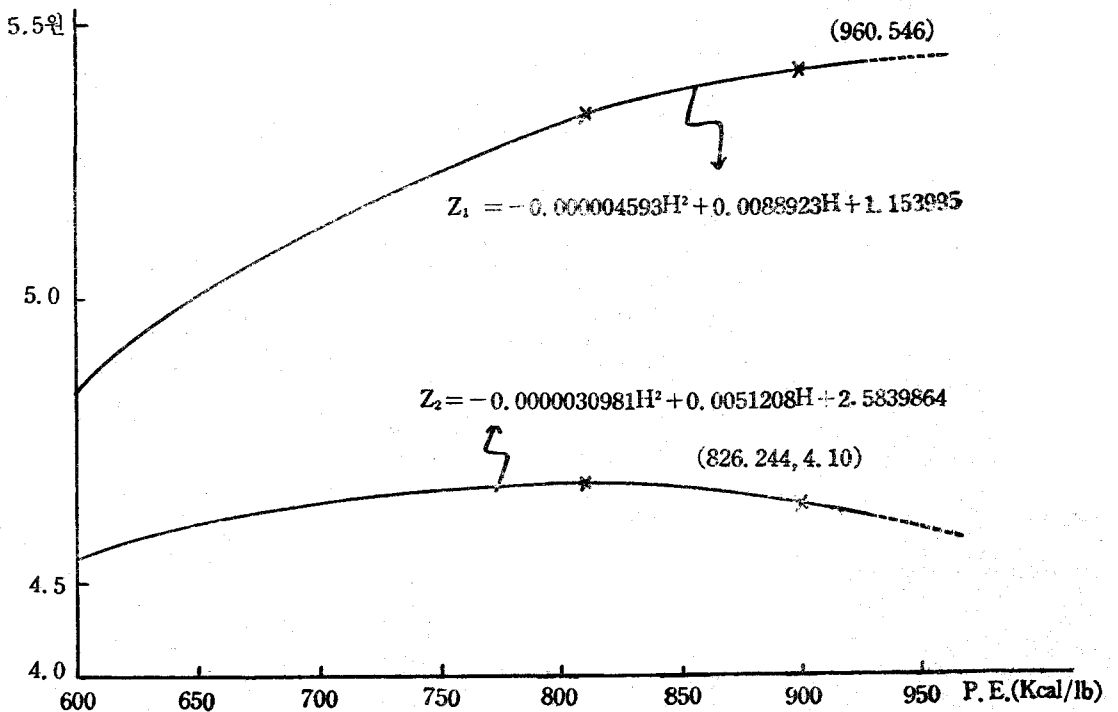


예를 들면 배합 사료의 에너지 수준을 800 Kcal/lb와 900 Kcal/lb의 2개 사료를 산란계에 주었을 때, 같은 산란율에 대하여 전자는 알 1개 생산에 소요된 사료량은 약 190 gr인데 비하여 후자는 173 gr을 필요로 하였다. 그러므로 생산에

<그림 3> 에너지 수준에 따르는 사료 효율



<그림 4> 계란 생산에 소요된 사료비



너지 100 Kcal/lb 증가시킴으로서 알 1개 생산에 소요된 배합 사료는 약 17gr이 절약된 셈이다.

(4) 계란 생산에 소요된 사료비

사료의 에너지 수준에 따라서 계란 1개 생산에 소요되는 사료비를 계산하여 보면 다음과 같다.

① 1968년도 평균 사료 가격을 기준했을 경우
 $Z_1 = P_1 \times Y = -0.000004593 H^2 + 0.008923064 H + 1.15399536$

② 1968년 12월 1일 현시세일 때
 $Z_2 = P_2 \times Y = -0.000003098 H^2 + 0.0051208029 H + 2.5839864$

Z_1 과 Z_2 는 계란 1개 생산에 소요된 사료비(원)

$Y =$ ③의 사료 효율(kg/egg)

P_1 과 $P_2 =$ ②의 사료 단가(원/kg)

위의 수식에 의하여 계산된 계란 개당 사료비를 그림 4로 표시하였다. 사료비 계산은 사료의 에너지 수준에 따른 사료 단가에 동일 에너지 수준의 계란 개당 사료 소요량을 곱하여 구한 것이다.

예를 들면 1968년도 사료 가격을 기준으로 하

여 에너지 수준 800 Kcal/lb와 900 Kcal/lb의 경우 전자는 계란 개당 사료비는 5.33 원이고 후자는 5.44원으로 에너지 수준이 높아짐에 따라 계란 개당 사료비가 증가되는 경향을 보이고 있다. 그러나 1968년 12월 현재 사료 가격을 기준으로 상기 2개 에너지 수준에 따르는 사료비를 계산하여 보면 800 Kcal/lb의 경우는 4.70 원인데 900 Kcal/lb인 때에는 4.67 원으로써 825 Kcal/lb를 중심으로 하여 에너지 함량이 낮거나, 높을수록 계란 개당 사료비는 저하되는 경향을 보인다.

(5) 계란 1개당 조수입

1968년도 평균 계란 가격은 1개당 9.581 원이었으므로 조수입을 계란 개당 가격과 계란 1개 생산에 소요된 사료비의 차로써 계산할 때 에너지 수준에 따른 계란 1개당 조수입은 다음과 같다.

① 1968년도 평균 사료 가격일 때

$$I = 9.581 - Z_1 = 0.000004593 H^2 - 0.0088923064 H + 8.427$$

여기서 I=계란 1개당 조수입(원)

Z₁= " 사료비(원)

H=사료의 에너지 수준(P.E. Kcal/lb)

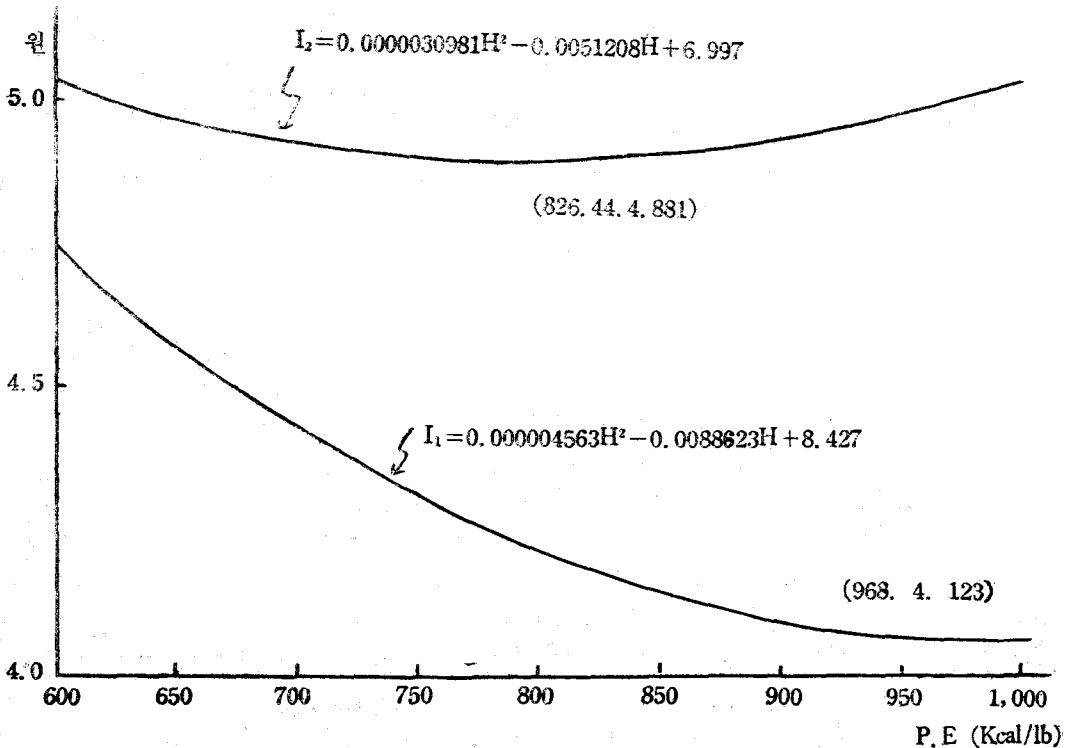
따라서 계란 1개당 조수입(I₁)은 사료의 에너지 수준 968Kcal/Lb일 때 가장 낮아서 4 원이 되며, 이보다 에너지 수준이 낮아지면 조수입은 증가하게 된다.

② 1968년 12월 1일 현시가격일 때

$$I_2 = 9.581 - Z_2 = 0.0000030981 H^2 - 0.0051208029 H + 6.997$$

여기서 I₂=계란 1개당 조수입(원)이다.

<그림 5> 계란 개당 조수입



6. 옥수수과 밀기울의 상호 대차 한계(相互代 替限界) 및 적정 배합을 규정

옥수수와 밀기울의 시세 변동으로 초래되는 사료의 배합비의 변화는 배합 사료의 에너지 수준에

직접적으로 영향하여 이러한 배합비가 생산성과 경영 경제면에 미치는 영향을 2가지 대표적인 경우를 들어 고찰하였다. 이러한 우리 나라 사료 조건과 여러 가지 경우를 종합하여 검사할 때, 다

음과 같이 요약된다.

(1) 사료의 에너지 수준을 증가시키기 위하여는 밀기울의 사료 특성으로 보아 옥수수 배합비를 높여야 한다. 즉, 매 50Kcal/Lb 증가에 대하여 옥수수 약 7%를 밀기울 대신 늘려야 한다.

(2) 이에 따라 사료 가격도 상승되나 배합 당시의 옥수수와 밀기울 시세에 따라 차이가 있으며 옥수수 가격이 상대적으로 쌀 경우, 사료 가격계수는 저하된다.

(3) 사료의 에너지 수준에 따라 계란 개당 생산에 소요된 사료는 저하되는데, 매 100 Kcal/Lb 증가에 따라 약 17 gr의 사료가 절약되었다.

(4) 계란 개당 사료비는 옥수수 가격이 상승함에 따라 에너지 수준을 증가시킬수록 높아지는 경향이 있고, 반대로 옥수수 가격이 하락함에 따라 에너지 수준에 어느 한계점을 중심으로 에너지 수준이 낮거나 높아짐으로써 사료비의 감소가 가져오는 경향이 있다.

(5) 조수입은 계란 개당 사료비를 계란 개당 가격에서 제한 계산가로 (4)항의 증가와 반대되는 현상을 나타낸다. 즉 1968년도 평균 사료 시세를 기준으로 하였을 경우에는 에너지 증가에 따라 조수입이 저하되는 경향을 보이나, 1968년 12월 현재 시세로는 826Kcal/Lb 수준에서 최저 수입이 되고, 이보다 에너지 수준이 낮거나 높음에 따라서 조수입은 증가되는 경향을 보였다.

이상의 요약에서 얻어질 수 있는 결론은 옥수수와 밀기울의 상대적 시세 또는 각각의 사료 시세에 따라서 그때 그때 대처 한계를 결정지을 것이나, 1968년도 평균 사료 시세에 기준을 둘 경우, 즉 옥수수 단가 kg당 30원을 초과할 경우에는 수익성으로 보아 최대한 밀기울의 활용이 요망되지만, 그의 한계점은 사료의 영양 균형을 고려한다면 700Kcal/Lb 이하로 사료의 에너지 분량을 저하시키면 곤란할 것이다. 만일 옥수수의 가격이 kg당 20원 선을 기준으로 한다면 사료 효율로 보아 820Kcal/Lb를 넘는 에너지 수준을 권장할 수 있으며 최고 옥수수의 사용 한도는 950Kcal/Lb 까지도 가능하나, 우리 나라 실정으로

보아 920Kcal/Lb 정도로 보는 편이 적당하다.

7. 결 론

그러므로 우리 나라 현 실정으로 보아서 배합 사료에 배합될 곡류(穀類)와 당류(糖類)의 배합 비율은 최저 40% : 35%(약 700Kcal/Lb)에서 최고 70% : 5%(약 925Kcal/Lb)로 측정할 수 있다.

곡류 사료의 대부분을 수입에 의존하고 있는 우리나라 실정으로서는

① 미국과 같이 곡류가 풍부하고 그 가격이 저렴하며 나아가서는 에너지 공급원으로 우지(牛脂)와 같은 사료 자원을 비교적 싸게 이용할 수 있는 여건에서는 고열량 사료(高熱量飼料; 900 Kcal/Lb) 이상의 산란계 사료를 권장할 수 있으나, 우리 나라 사료 사정 하에서 경제성(經濟性)을 고려할 때 부로일러용 사료와 같이 특수 사료를 제외하고는 고열량 사료를 권장하기 어렵다.

② 우리 나라 산란계의 산란 능력(産卵能力)을 평균 60% 산란하는 것으로 보고 우리 나라 사료 사정을 고려할 때, 권장할 수 있는 산란계 배합 사료의 에너지 수준은 중단백 : 중카로리, 즉 조단백질 14~16%, 카로리는 750~850Kcal(P.E)/Lb의 범위가 적당하다고 본다. 이러한 범위에서 그 당시의 옥수수와 밀기울의 상대적 시세에 따라, 비교적 옥수수가 쌀 때는 높은 에너지 수준으로 배합하고, 그 반대인 경우에는 낮은 수준으로 배합함이 좋을 것이다.

③ 어느 에너지 수준을 취하던지 적정(適正) C/P율을 유지할 것이며, 다른 영양분에 대하여 즉 비타민 아미노산 및 광물질 등이 모자라지 않고 균형을 이룬 사료라야 할 것이다.

④ 이상 기술한 사실을 기초로 사료 배합을 하되 닭의 연령(年令)·영양 상태(營養狀態)·계절(季節)·산란 능력 등에 따라 에너지 수준을 다소 가감할 필요가 있을 것이다. 특히 수입계종(輸入鷄種) 중 산란계 체중이 1.8kg 이하로서 60% 이상 산란하는 닭은 C/P율을 좁히고, 양질의 곡류로서 에너지 수준을 약간 올려 주는 것이 현명할 것이다.