

산란계를 위한 영양소의 균형

지 규 만 譯
(고려대학교 축산학과 교수)

Nutrient Balance For The Laying Hen

J. M. Vandepopuliere, Ph. D.

Associate Professor, Poultry Science Department
University of Missouri Columbia, Missouri

서 론

급격히 증가하는 세계의 인구수는 가축의 사료 자원을 질이 좋은 인간 식량으로 효율적으로 전환할 필요성을 절실케하고 있다. 산란계는 유전적인 선택에 의해 최소량의 사료로써 높은 산란율을 유지할수 있도록 개선되어 왔다. 배합사료의 생산에 사용될수 있는 단미사료의 종류와 품질은 어느 특정한 영양소의 요구량에 의하여 좌우된다. 산란계의 영양요구량은 오랜동안 연구되어 왔으며, 미국의 국립연구위원회(NRC)는 영양소 요구량을 정기적으로 검토, 요약하고 있다. 새로운 정보들은 출판되어 왔으며 본인은 여기서 제7차로 개정된NRC 사양표준(1977)에 발표된 요구량에 관해서 몇가지 분야를 검토하고자 한다.

가금류는 일반적으로 비타민, 광물질, 에너지, 단백질(아미노산)과 수분등으로 분류 될수 있는 영양소등을 요구한다.

비 타 민

비타민들은 지용성과 수용성의 두가지로 분류된다. 지용성 비타민은 비타민A, D₃, K와 E이며,

수용성 비타민은 B₁, B₂, B₆, B₁₂, 판토텐산, 바이오틴, 엽산, 나이아신 및 콜린등이다. 일반 사료 공장에서는 산란계의 요구량을 충족시킬수 있도록 배합되어 있는 'Vitamin pack'이라는 premix를 사료에 첨가하는 것이 보통이다.

광 물 질

광물질들은 가금에게 필수적으로 요구되는 성분이다. 가금의 사료에서 필요한 것으로 알려진 원소들은 Ca, P, Na, K, Mg, Cl, I, Fe, Mn, Cu, Mo, Zn 및 Se등이다. 사료의 배합시 충분한량의 Ca, P, Na, Cl, Mo, Zn, I, Mn, 및 Se들이 공급될수 있도록 유의해야 한다. 나머지 원소들은 가금에 의해 요구되지만 대개 일반 사료 내에 풍부히 들어있다. NRC(1977)표준의 닭에 대한Ca와 P의 요구량이 표1에 열거되었다. 이들 수치들은 성분의 가격과 또한 양계업에서의 계속되는 난각의 품질문제 때문에 연구기관들에 의해 계속 검토되고 있다. 보고에 의하면 생산된 계란중 난각질의 불량때문에 손실되거나 저등급으로 분류되는 계란이 8%나 된다고 한다(Hamilton 등, 1979).

표 1. 닭의 Ca과 P의 요구량

영양소	병아리 (0~8주)	중추 (8~18주)	산란계
칼슘 %	0.9	0.6	3.25
인 %	0.7	0.4	0.5

일반적으로 가금은 Ca의 함량이 낮은 사료를 주면 소장에서의 Ca의 흡수능력을 증가시켜 여기에 적응한다고 알려져 있다. 산란계에게 2.05%의 낮은 Ca사료를 182 또는 211일 동안 급여하였어도 계란의 비중이 개선되지 않았다(Hamilton 등, 1981). 산란계가 나아가 들수록 계란의 크기도 커진다는 것은 잘 알려진 사실이다. 그런데 Ca의 분비는 항상 일정하므로 따라서 더 큰 계란은 더 얇은 부서지기 쉬운 난각을 가게된다. 1980년에 Roland는 에너지 함량을 일정하게 유지한 사료에서 단백질을 20%에서 11.5%로 낮추었을때, 난중, 난각의 무게, 그리고 혈액내 Ca의 함량들이 감소됨을 관찰하였다. 사료내 Ca수준을 3.0%에서 4.25%로 높여도 난각무게의 감소를 방지할 수 없었다. 이때 난중의 감소는 난각과 알부민의 감소 때문이었다. 사료단백질, 아미노산, 에너지 및 Ca 등의 조절에 의하여 계란의 크기를 축소시키면, 이로인해 난각의 축적이 또한 감소되어 난각의 질이 개선되지 못하게 한다.

계란이 방출되는 산란시각 자체가 난각의 질과 관계있다. 계란의 비중, 난각의 무게 및 난각의 무게(계란표면의 평방 cm 당의 mg 무게) 등은 오전 09:00에서 오후 1:00시 사이에 방출된 계란보다 오후 1:00시 이후에 나온 것들이 통계적으로 현저하게 더 높다. 오전중에 나온 계란이 가장 무거우며, 비록 평균 난중과 계란의 표면적은 시간의 진행에 따라 점차 감소 하지만 오후 1:00시 이후에 나온 계란의 난각 무게가 더 무거운 것은 무엇보다 이들 계란의 난각질이 현저히 개선되기 때문이다(Nordstrom, 1980).

Ca과 P의 요구량에 관련해서 P과 식염(NaCl)과의 상호관계에 대하여 상당히 많은 실험이 행해졌다. 최진호 등(1980)은 사료내 식염의 수준을 높이면 산란계에서 P의 요구량이 증가됨을 보였다. Damron과 Harms(1980)는 사료내 식염의 수준을 0.18, 0.35 및 0.70%로 하고, Ca은 2.25, 3.5 및 6.0% 수준으로 한 요인 분석 실험의 결과를 보고하였다. 식염의 수준을 높이면 산란율이 개선되었

으며, Ca수준이 3.5%, 식염이 0.35%였을때 가장 좋은 생산을 보였다. 즉 Ca수준의 10%에 해당하는 식염의 수준이 바람직한 식염:Ca의 비율이 된다.

상당히 많은 수의 산란계들이 강제적인 방법에 의해 환우되고 있다. P의 요구량을 충족시키는 것이 시판용 계란의 생산에 매우 중요하다. Holder가 1981년에 난각의 질을 비중과 난각의 두께로써 측정하였을때 사료내 전체 P의 함량이 0.5%보다 더 높은 수준에서 좋은 결과가 나타남을 보고 하였다.

기별사양(phase-feeding)제책은 잘 발달되어 있고 일반적으로 양계업자들에 의해 활용되고 있다. 사료배합업자들은 하루에 필요한 영양소 요구량, 닭의 나이 및 환경온도에 따른 사료섭취량의 변화등의 이점을 잘 활용하여 최소비용의 생산을 가능케 한다. 이보다 더 복잡한 컴퓨터 System은 에너지 수준에 따른 영양소 요구량을 고려하며, 이때 에너지 수준은 계절에 따라 달라진다.

기별사양에 대한 최근의 연구에서 Outerhost(1981)는 산란계에 12주 간격으로 단백질을 1% 낮추고 반면에 Ca을 0.5%높인 사료를 급여하였다. 그결과 대조구에 비하여 초기에는 난중이 더 무거웠으나 나이가 들에 따라서 난중 증가속도가 현저히 늦어졌음이 관찰되었다. 이러한 관찰은 Roland(1980)의 보고와 일치하는 것으로 그는 산란계는 하루에 정해진 일정한량의 탄산칼슘을 생산할 뿐이라고 하였다. 즉 알이 더 클수록 단위표면적당 난각의 무게는 감소한다.

난각의 질이란 관점에서 볼때 닭의 나이가 들에 따라서 계란의 크기를 제한 하는것이 바람직하다. Roland(1980)는 산란율과 난각질에 대한 영향을 조사하기 위해서 초산계 사료내의 단백질, 아미노산, 에너지 및 Ca수준을 달리하였다. 단백질 수준은 20에서 11.5%의 범위였고 Ca은 3.0에서 4.94%의 수준이었다. 단백질 11.5% 수준의 사료는 난중을 현저히 감소 시켰고, 산란율도 또한 저하되었다. 대란(大卵)에 축적된 난각의량은 작은 크기의 계란의 난각량과 비슷하였다. 그 외에도 나이에 따라 난중이 자연적으로 증가되는 속도를 제한하므로써, 난각의 질이 떨어지는 속도를 적어도 5개월 정도는 지연시킬수 있음이 밝혀졌다.

Se과 Cr의 두미량광물질은 최근에 많은 관심을 끌어왔다. 미국의 많은 지역에서는 생산된 사료내의 Se함량이 가축의 요구량을 충족시키기에 부족

한 상태이다. 미국에서는 여러종류의 가금 사료에 Se를 첨가하는것이 가능하나 산란계는 예외여서 Se를 첨가 할수 없다. 사료내 0.1내지 0.2ppm을 첨가하면 가금의 요구량을 충족 시키기에 충분하다.

Jensen(1978)은 distiller's dried grains and solubles (DDGS) 을 사용한 실험에서 Cr은 DDGS 2.5%를 급여한것과 마찬가지로 계란의 Haugh Unit를 개선하는 효과가 있음을 보였다.

토양중의 양분의 계속된 소모는 영양학자들로 하여금 산란계 사료의 미량 광물질의 균형에 많은 주의를 요하게 하였다. Se은 식물체의 생산에는 영향을 주지 않으나 단미사료의 종류가 달라짐에 따라 때때로 가축에게 결핍증세를 일으킬수 있는 좋은 예중의 하나이다.

에 너 지

에너지는 신체내의 여러과정에서 필요하다. 사료 에너지 수준은 단미사료의 이용가능성과 가격에 따라 달라진다. 닭은 무엇보다도 그의 에너지 요구량을 만족하기 위하여 사료를 섭취한다. 하루에 필요한 에너지량은 여러가지 요인에 의하여 좌우된다. 이들은 주위온도, 활용성, 생산 정도, 체중 및 사료내 에너지의 이용성등이다. 닭은 주어진 조건하에서는 일차적으로 그의 에너지 요구량과사료의 에너지 함량에 따라 섭취량을 결정하므로 다른 영양소들을 사료의 에너지 수준에 맞추어 균형되게 하는것이 중요하다.

단 백 질

단백질과 아미노산의 요구량은 닭의 연령과 활동상태에 따라 변한다. 부표 1에 있는 대추의 아미노산 요구량은 사료의 에너지 수준이 고려된 것이다.

대추들은 에너지의 필요량을 먼저 충족시키기 위하여 사료를 섭취하므로 Calorie와 아미노산의 비율을 고려하는 것은 대추의 아미노산 요구량을 충족시키기 위한 합리적인 방법이다. 대추가 되기까지는 부화후 18내지 20주나 소요된다. 아미노산의 요구량이 나이틀 먹어감에 따라 감소하게 되는것은 당연하다.

대추의 성장율에 대한 실험은 대부분이 단백질의 요구량에 대한 것이며 아미노산의 필요량에 대한것

이 아니다. 대추들이 더 낮은 단백질 수준에서도 만족할 정도로 성장할 수 있다는 많은 보고들은 다시 말해 더 적은양의 필수 아미노산들로서 만족할만한 결과를 얻을 수 있다는 것을 의미한다.

Carlson과 Nelson(1981)이 10주령의 암탉에게 12와 16%의 단백질 사료를 급여 하였다. 두사료에서 20주령때의 평균 체중과 사료 섭취량은 모두 서로 유사하였다. 그러나 낮은 단백질 사료를 급여한 구에서는 그후의 산란율과 난중의 현저한 감소와 계란 12개를 생산하는데 필요한 사료 소비량의 증가 등이 나타났다. (표 2)

표 2. 사료의 단백질 수준이 생산능력에 미치는 영향

시험처리	산란율 ¹ %	사료섭취량		평균난중		폐사율 ² %
		g	kg	g	%	
증추사료						
12 % 단백질	67.8	102	1.78	62.1	16.9	
16 % 단백질	69.1	101	1.72	61.7	19.0	
산란사료						
12 % 단백질	68.6**	102	1.76	61.3**	16.1	
14 % 단백질	72.9	101	1.62	62.1	18.7	

1. Hen-Day Production

2. Hen-Housed Mortality

** 단백질 14%구와 현저히 다름(P<0.01)

Blair등(1970)이 비교적 낮은(11.5%)단백질 수준의 육성 사료를 급여한 결과 산란율, 사료효율및 폐사율등이 정상적임을 보였다. 난중은 약간 감소하였으나 평균 59g이상이었으므로 대란의 분류에 속하게 되어 경제적인 손실은 없었다. 그러나 계란을 kg 무게로 판매할 경우에는 다른 얘기가 된다. Christmas등(1974)은 단백질 9%의 육성사료가 단백질 14%수준의 사료에 비하여 산란율의 개선 효과가 있음을 보였다. 낮은 수준의 단백질 사료는 성성숙을 지연시키나 산란율 50% 수준때의 난중을 더 무겁게 하며 그후에도 더 높은 산란율이 더 오래 지속될 수 있게 해준다.

산란계에 대해 단백질 요구량을 연구하기 위하여 Doral등(1980)은 2×2의 단백질:에너지 요인 실험을 실시 하였다. 사료 성분과 시험결과는 표 3에서와 같다. 단백질 15.1% 수준의 사료는 Lysine과 함유황 아미노산등이 제한 되도록 제한 되었으나 이들은 NRC(1977)의 산란계의

최소 요구량은 충족 시켰다. 단백질 수준과 칼로리 수준이 높아짐에 따라 산란율과 난중도 증가하였다. 이때에 또한 제란한개당 소요되는 사료량은 감소되었고, 반면에 체중은 증가하였다. 최적의 이윤을 얻기 위해서는 개선된 생산 능력이 보다 나은 수입과 연결되어야 한다.

지난 20년동안의 문헌들에 의하면 산란율 위한 Lysine의 일일 요구량이 산란계 한마리당 494에서 900mg까지의 범위를 갖고 있다. 옥수수, 그루텐박과 대두박 사료에서의 최근의 연구결과는 하루의 Lysine 요구량이 700mg이었다 (Nathanael과 Sell, 1980). 이 수치는 부록 1의 NRC 사양표준과 잘 일치한다.

사료의 배합표를 작성할 때는 첨가할 아미노산의 수준 못지 않게 이들 아미노산들의 상호 비율을 고려하는 것이 중요하다 (Almquist, 1949). 아미노산의 imbalance는 여러가지 방법으로 나타

난다. 이것은 아미노산이 부족하거나 또는 매우 과량으로 있을때에 나타날 수 있다. Florentino와 Pearson은 1962년에 분해 촉진 작용설 (catabolic theory)을 뒷받침할 수 있는 증거를 제시하였다. 즉 아미노산의 imbalance시에는 아미노산의 분해 산물과 함께 잉여 아미노산이 체외로 배설되면서 부족 아미노산의 결핍 정도를 더 심하게 한다. 좋은 예는 Lysine과 Arginine의 1 : 1 비율 관계이다. Lysine이 과잉되어 있고 Arginine이 부족할때는 콩팥의 Arginase효소의 활성이 증가한다. (Nesheim, 1968). Arginase는 Arginine을 Urea와 Ornithine으로 분해하며 후자는 Urea Cycle에서 다시 이용되어 Lysine으로 부터 과잉의 질소를 제거함으로써 그 결핍 정도를 심화시킨다.

모든 아미노산의 요구량이 충족되어 있는 상태에서 imbalance를 일으키는데 필요한 아미노산의 양은 매우 많아서 단백질 함량과 해당되는 아미노산의 종류에 따라 사료의 4%부터 10%까지의 범위를 보인다. Harper (1959) 및 Harper 등 (1970)은 사료내 모든 필수 아미노산들이 양적으로 그들의 요구량을 초과할 경우 어떤 아미노산을 첨가하여 이 사료의 아미노산 균형이 무너지더라도 이로 인해 부작용이 초래되지 않는다고 보고 하였다. 다시 말해 하나 또는 그 이상의 아미노산이 결핍되어 있을 때에는 아미노산의 imbalance는 동물의 능력을 억제할 수 있으나, 모든 아미노산들이 요구량보다 풍부할때에는 아미노산의 imbalance가 생산능력의 저하를 초래하지 않을 수 있다는 것이다.

표 3. 시험사료 배합표 및 시험결과

	사 료 번 호			
	1	2	3	4
	%			
옥수수 (황색)	20.00	20.00	20.00	20.00
수 수	46.525	43.175	39.275	35.975
대두박 (45%)	7.90	9.60	13.80	15.50
가금부산물 박 (58%)	5.00	5.00	5.00	5.00
Dried distillers solubles	2.00	2.00	2.00	2.00
건조 알팔파분 (17%)	7.70	5.00	7.75	5.00
패각분	6.00	6.00	6.00	6.00
탈블소인광석 (18%)	2.00	2.00	2.00	2.00
DL-methionine	0.075	0.075	0.025	0.025
지 방	0	4.35	1.35	5.70
광물질, 비타민, 항생제	2.80	2.80	2.80	2.80
계산치				
단백질 (%)	15.1	15.1	17.2	17.2
ME (Kcal/kg)	2,270	3,010	2,770	3,010
Lysine (%)	0.65	0.67	0.81	0.83
Methionine (%)	0.31	0.31	0.29	0.29
Cystine (%)	0.23	0.23	0.26	0.26
Calcium (%)	3.33	3.30	3.34	3.31
Phosphorus (%)	0.75	0.74	0.76	0.76
시험결과				
Hen-Day 산란율 (%)	73.40 ^c	74.38 ^{bc}	75.61 ^{ab}	76.55 ^a
난 중 (g)	59.33 ^c	59.60 ^{bc}	59.85 ^b	60.28 ^a
사료효율 (kg 사료/kg 계란)	2.81 ^a	2.71 ^b	2.70 ^b	2.61 ^c
체 중 (kg)	1.70 ^a	1.76 ^b	1.77 ^b	1.80 ^c

a, b, c, 다른 알파벳으로 표시된 평균치들은 서로 유의하게 다르다 (P < 0.05)

사 료

산란계의 필수 아미노산 요구량을 만족시킬 수 있는 배합표를 작성할때는 새로운 것이나 또는 예전부터 사용해 오던 사료일지라도 분석 평가를 늘 계속하는 것이 필수적이다. 1960년대 후반에 5% 이상의 유채박을 함유한 산란 사료는 산란율과 사료 효율을 저하 시켰다. 이러한 불량한 성적은 유채박내의 Erucic acid, Glucosinolate 및 조섬유의 함량때문이었다.

Hulan과 Proudfoot는 1968년에 두개의 새로운 변종들을 시험하였다 (표 4). Brassica Campestris cv. Tower라는 Erucic acid 및 Glucosinolate의 함량이 낮은 유채박과 B. Napus cv. Candle이라는 Erucic acid,

표 4. 산란계 사료의 배합표

사 료	대조구	Tower	Candle
		유채박	유채박
		%	
옥 수 수	34.35	32.45	32.75
소 맥	34.3	33.8	33.8
대두박 (44%)	16.6	1.6	1.6
Tower 유채박	-	15.0	-
Candle 유채박	-	-	15.0
어 분	4.0	5.4	5.1
가금지방	0.2	0.55	1.0
석 회 석	8.3	8.95	8.5
제 2 인산칼슘	1.0	1.0	1.0
식 염	0.25	0.25	0.25
미량 영양소	1.0	1.0	1.0
계산치			
조단백질 (%)	17.2	17.2	17.2
ME (MJ/kg)	11.55	11.50	11.50

Glucosinolate 및 조섬유 함량이 낮은 유채박이었다. 그 결과 Tower와 Candle은 초생추 사료에서 대두박의 75%를, 중추 사료에서는 100%를 대체하여도 폐사율이나 사료 섭취량에 나쁜 영향을 미치지 않았다. Tower와 Candle 유채박 15%를 산란계에 497일간 급여하여도 체중, 산란율, 사료효율 및 Haugh Unit에 아무런 영향을 미치지 않았으나, 난중과 계란의 비중이 현저히 감소 하였다(표5).

표 5. 산란계에서의 유채박 급여 시험 결과

사료	사료	체 중	난 중	산란율	사료효율	비 중
유성기	산란기	(g)	(g)	(Hen Hous ed)	(kg/doz.)	($\times 10^{-1} + 1.0$)
Ct	Ct	1843°	63.51°	231.1°	2.12°	86.28°
Ct	T(15)	1807°	61.38°	247.6°	2.13°	81.42°
T(20)	T(5)	1800°	60.89°	249.6°	2.12°	82.17°
C(20)	C(5)	1798°	61.03°	234.9°	2.09°	83.33°
Ct	C(5)	1785°	61.29°	237.3°	2.10°	85.69°

Ct - 대조구

T - Tower 유채박

C - Candle 유채박

() - 내의 숫자는 사료중의 유채박 %임

a, b - 동일 알파벳의 평균치는 유의한 차이가 없음(P < 0.05).

산란 사료에서 Tower 유채박 (단백질 39%) 으로서 대두박 (단백질 47.1%) 을 대체하였다 (March 와 Amin, 1981). 이 두가지 사료구에서 난중과 난자

의 무게는 서로 비슷하였으나 1g의 계란을 생산하는데 소요되는 사료의 양은 대두박구에서 더 많이 필요하였다. 대두박, Tower 및 Candle 유채박의 아미노산 이용성이 24시간-TME 분석 방법에 의하여 조사되었다 (Muztar 등 1980). 대두박, Tower 유채박, Candle 유채박 및 가공하지 않은 Candle과 Tower 유채박등의 아미노산 이용성은 각각 90~97, 82~94, 84~95 및 86~96%의 수준이었다. 대두박의 아미노산 이용성이 다른것들에 비해 약간 높았다.

닭 사료에 보통의 면실박을 사용해 보았으나 좋은 결과들을 얻지 못했다. 그러나 Gossypol의 함량이 낮은 면실박이 옥중되어서 이것이 성계 사료에 사용될 수 있었다. Waldroup 등 (1980)은 대두박과 면실박을 여러 비율로 혼합하여 NRC (1977)의 아미노산 요구량에 맞는 중추 사료를 만들었다(표6).

대두박과 Gossypol의 함량이 낮은 면실박의 혼합물은 대두박만을 급여한 구에서와 비슷한 결과를 보였다.

아미노태의 질소를 구연산 제 2 암모니움 (diammonium citrate) 같은 비단백태 질소 화합물로 대체하는 가능성에 대해 상당히 많은 관심이 집중되었다. 산란계에서의 비단백태 질소 화합물의 이용에 대하여 수년간 많은 논란이 있었다. Keshavarz 등 (1980)에 의해 검토된 보고에 의하면 노소나 구연산 제 2 암모니움을 급여하여 그 중의 질소 성분이 비필수 아미노산의 합성에 사용되도록 하였을때 그 반응은 전혀 부정적인 것에서 긍정적일 것까지 여러 가지로 나타났다. 이 실험의 결과(표7)에 의하면 기초 사료에 필수 아미노산들이 적절히 함유되어 있는 것으로 간주 되었으나 실제 산란율의 결과는 단백질 12%의 사료의 총 질소량 또는 이용 가능한 필수 아미노산들이 결핍되어 있음을 보였다. 기초 사료에 노소를 첨가한 결과 산란율이 현저히 증가 되었으나 이것 역시 대두박을 15% 수준으로 첨가한 사료구 보다는 못하였다. 구연산 제 2 암모니움을 첨가한구는 산란율이 감소 되었으며 이는 그 물질이 산란계에 의해 이용되지 못함을 뜻한다.

선형설계방법 (Linear Programming)은 대추와 산란계용 사료를 만드는 현대적인 수단이다. 최소 가격을 위한 선형설계는 영양과 사료 배합의 여러가지 면들이 고려된다. 이 방법에 의하여 영양소의 이용성, 단미 사료의 확보 가능량 및 가격등을 잘

표 6. 대두박 및 면실박 급여 시험 결과

항 목	대두박+AA*	대두박 2	대두박 1	면실박	면실박+AA*
		면실박 1	면실박 2		
산 란 율 (%)	74.0 ^a	73.9 ^a	70.4 ^b	72.4 ^{ab}	71.3 ^{ab}
난 중 (g)	65.4 ^b	56.3 ^b	57.7 ^a	56.4 ^b	57.1 ^{ab}
일당섭취량 (g)	119 ^a	118 ^a	121 ^a	118 ^a	123 ^a
사료kg / doz, 계란 (kg)	1.92 ^a	1.93 ^a	2.09 ^b	1.97 ^a	2.08 ^b

* NRC의 아미노산 표준요구량.

표 7. 시험사료 성분과 시험결과 (산란계)

사 료	치 리 별			
	1	2	3	4
	%			
황색옥수수	69.18	63.96	69.18	65.25
대두박 (49%)	4.03	11.64	4.03	4.71
가금거방	-	-	-	1.45
섬유소	2.10	-	1.03	-
노 소	-	-	1.07	-
구연산 제 2 암모니아	-	-	-	3.88
Arginine-Hcl	0.05	-	0.05	0.05
Lysine-Hcl	0.15	-	0.15	0.14
Methionine (DL)	0.08	-	0.08	0.09
Leucine	0.01	-	0.01	0.03
기 타	24.40	24.40	24.40	24.40
합 계	100.00	100.00	100.00	100.00
대사에너지 (Kcal/kg)	2,850	2,850	2,849	2,850
조단백질 (%)	12	15	15	15
시험결과				
산란율 (%)	76.0 ^c	87.7 ^a	82.0 ^b	68.7 ^a
사료섭취량 (g)	105 ^{ab}	116 ^a	111 ^a	95 ^a
사료:계란 (kg)	2.29 ^{ab}	2.17 ^b	2.30 ^{ab}	2.34 ^{ab}
체중의 증감 (g)	-111 ^{ac}	+50 ^a	-106 ^{ac}	-166 ^c

기타성분은 퀴리9.3, 가금 부산물4.0, 알팔파2, 식염0.4, 인광석1.55, 석회석6.85, 비타민첨가제0.25, 미량광물질0.05
a, b, c, d. 동일한 알파벳의 평균치는 서로 유의한 차이가 없음(P<0.05).

Appendix Table 1. Protein and Amino Acid Requirements of Egg-Type Chickens (NRC-1977)

Nutrient	Replacement pullets ^a						Laying hens	
	0~6 Weeks		6~14 Weeks		14~20 Weeks		% of Diet ^b	Daily Intake per hen ^c (mg)
	%	g/Mcal	%	g/Mcal	%	g/Mcal		
Protein	18	...	15	...	12	...	15	16,500
Arginin.	1.00	3.45	.83	2.86	.67	2.31	0.80	880
Glycine+Serine	0.70	2.42	.58	2.00	.47	1.62	0.50	550 ^d
Histidine	0.26	0.90	.22	0.76	.17	0.59	0.22	240 ^d
Isoleucine	0.60	2.07	.50	1.73	.40	1.38	0.50	550
Leucine	1.00	3.45	.83	2.86	.67	2.31	1.20	1,320
Lysine	0.85	2.93	.60	2.07	.45	1.55	0.60 ^e	660 ^d
Methionine+ Cystine	0.60	2.07	.50	1.73	.40	1.38	0.50	550
Methionine	0.32	1.10	.27	0.93	.21	0.72	0.27	300
Phenylalanine+ Tyrosine	1.00	3.45	.83	2.86	.67	2.31	0.80 ^d	880 ^d
Phenylalanine	0.54	1.86	.45	1.55	.36	1.24	0.40 ^d	440 ^d
Threonine	0.56	1.93	.47	1.62	.37	1.28	0.40	440
Tryptophan	0.17	0.59	.14	0.48	.11	0.38	0.11	120
Valine	0.62	2.14	.52	1.79	.41	1.41	0.50 ^d	550 ^d

^a The requirements shown are for reasonable growth and development at 20 weeks of age when rations are fed on an ad libitum basis. Most of the values are not determined but are based on values for young birds and extrapolated for older birds. Values under percent are based on 2,900 Kcal of metabolizable energy/kg.

^b Based on 2,850 Kcal of metabolizable energy/kg diet.

^c Based on feed consumption of 110 g per day.

^d The values are estimates.

^e Determined with corn-soybean meal diets. The requirements may be higher on Wheat-based diets.

고려하여 배합하는 것이 가능해진다. 최소 가격의 배합표를 작성하는데 가장 중요한 점은 단미사료의 질과 영양소의 이용성이다.

계절별 계획도 선형설계방법으로 작성될 수 있어서, 요구되는 생산수준이나 환경온도등에 맞춘 적절한 에너지-영양소의 균형이 가능하다. 그외에도 조절된 또는 제한된 사양계획에 의하여 영양소가 최

종 생산물로 전환되는 비율을 최적화할 수 있는 체제도 가능하다. 요구되는 영양소는 닭이 성장 또는 산란을 위해서 그들을 필요로 할때 적기에 공급되어야 한다. 균일한 영양소의 조정과 이용성을 갖고 있는 양질의 사료를 사용함으로써 생산업자는가축의 예정된 능력을 최대한으로 활용할 수 있는 좋은 기회를 갖게 된다.

〈 参 考 文 献 〉

- Almquist, H. J., 1949. *Amino Acid Balance at Super-Normal Dietary Levels*. Proc. Soc. Exp. Biol. Med. 72:179.
- Blair, R., W. Bolton and R. M. Jones, 1970. *Egg Production of Light and Medium Hybrids Given Diets Varying in Protein Level During Rearing and Laying Stages*. Brit. Poultry Sci. 11:249-258.
- Carlson, C. W. and R. A. Nelson, 1981. *Grower Diets and Their Effects Upon Subsequent Performance of Layer Diets*. Poultry Sci. 60:1272-1281.
- Choi, J. H., R. D. Miles and R. H. Harms, 1980. *Interaction of Dietary Phosphorus and Sodium Chloride Levels on Blood Phosphorus and Egg Production of Hens*. Poultry Sci. 59:1897-1900.
- Christmas, R. B., C. R. Douglas, L. W. Kalch and R. H. Harms, 1974. *The Effect of Low Protein Pullet Growing Diets on performance of Twelve Strains of Laying Hens*. Poultry Sci. 53:1910.
- Damron, B. L. and R. H. Harms, 1980. *Interaction of Dietary Salt, Calcium and Phosphorus Levels for Laying Hens*. Poultry Sci. 59:82-85.
- Doran, B. H., J. H. Quisenberry, W. F. Krueger and J. W. Bradley, 1980. *Response of Thirty Egg-Type Stocks to Four Layer Diets Differing in Protein and Caloric Levels*. Poultry Sci. 59:1082-1089.
- Florentino, R. F. and W. N. Pearson, 1962. *Effect of Threonine-Induced Amino Acid Imbalance on the Excretion of Tryptophan Metabolites by the Rat*. J. of Nutr. 78:101.
- Hamilton, R. M. G. and J. D. Ciper, 1981. *Effects of Dietary Calcium Levels During the Brooding, Rearing and Early Laying Period on Feed Intake, Egg Production and Shell Quality of White Leghorn Hens*. Poultry Sci. 60:349-357.
- Harper, A. E., 1959. *Amino Acid Balance and Imbalance. I. Dietary Level of Protein and Amino Acid Imbalance*. J. of Nutr. 68:405.
- Harper, A. E., N. J. Benevenga and R. M. Wohlhueter, 1970. *Effects of Ingestion of Disproportionate Amounts of Amino Acids*. Physiol Rev. 50:428.
- Holder, D. P., 1981. *Dietary Phosphorus Requirements of Force-Molted Leghorn Hens*. Poultry Sci. 60:433-437.
- Hulan, H. W. and F. G. Proudfoot, 1980. *The Nutritional Value of Rapeseed Meal for Layer Genotypes Housed in pens*. Poultry Sci. 59:585-593.
- Jensen, Leo S., 1978. *Distillers Feeds as Sources of Unidentified Factors for Laying hens*. Distillers Feed Research Council 33:17-22.
- Keshavarz, K., N. M. Dale and H. L. Fuller, 1980. *The Use of Nonprotein Nitrogen Compounds, Sugar Beet Molasses and Their Combinations in Growing Chick and Laying Hen Rations*. Poultry Sci. 59:2492-2499.

- March, B. E. and Mahmoud Amin, 1981. *Limestone Versues Extra-Dietary Oyster Shell as Calcium Supplements to Different Layer Diets*. Poultry Sci. 60:591-597.
- Muztar, A. JABBAR, S. J. Slinger, H. J. A. Likusi and H. A. Donell, 1980 *True Amino Availability Values for Soybean Meal and Tower and Candle Rapeseed and Rapeseed Meals Determined in Two Laboratories*. Poultry Sci. 59:605-610.
- Nathanael, Antis and Jerry Sell, 1980. *Quantitative Measurements of the Lysine Requirement of the laying Hen*. Poultry Sci. 59:594-597.
- National Research Council, 1977 (Seventh Edition.) *Nutrient Requirement of Poultry*. Washington, D. C., National Academy of Science.
- Nesheim, M. C., 1968. *Kidney Arginase Activity and Lysine Tolerance Requirements of Arginine*. J. of Nutr. 95:79.
- Nordstrom, Jon O., 1980. *Limited Access to Feed Dur ng Egg Formation and the Shell Quality of Eggs Laid in the Afternoon*. Poultry Sci. 59:2749-2753.
- Ousterhout, L. E., 1981. *The Effects of Phased Feeding Protein and Calcium on Egg Weight and Shell Quality with Four Strains of White Leghorn Hens*. Poultry Sci. 60:1036-1042.
- Roland, D. A., Jr., 1980a. *Egg Shell Quality, Effect of Dietcry Manipulctions of Protein, Amino Acid, Energy and Calcium in Aged Hens on Egg Weight, Shell Weight, Shell Quality and Egg Production*. Poultry Sci. 59:2038-2046.
- Roland, David A., Jr., 1980b. *Egg Shell Quality. II. Effect of Dietary Manipulations of Protein, Amino Acids, Energy and Calcium in Young Hens on Egg Weight, Shell Weight, Shell Quality and Egg Production*. Poultry Sci. 59:2047-2054.
- Waldroup, P. W., W. D. Bussell and A. B. Burke, 1980. *Lysine and Methionine Needs of Growing Egg-Type Pullets*. Worlds Poultry Sci. J. 36:85-102.