

산란계의 육성 및 산란기간의 영양소 요구량



최진호
(전북대 농대 교수, 농학박사)

서론

지난 1960년대 후반부터 우리나라 축산이 고도성장을 시작할 때 원동력이 되었던 분야는 양계산업이었다. 이에 부응하여 함께 성장하게 된 것이 사료산업이었으며 초기에 우리나라의 배합사료 생산실적의 80-90%가 양계사료였음을 보더라도 우리나라 축산발전에 있어서 양계산업이 차지한 비중은 매우 큰 것이었다. 그러나 축산이 해마다 성장을 거듭함에 따라 축종별로도 어느 정도 균형을 이루게 되어 양계산업이 크게 성장하고 최근에 와서는 과거에는 극히 미미한 정도에 지나지 않던 낙농과 비육우산업이 괄목할만한 성장을 보이고 있다. 이러한 상황에서 전체 축산에 있어서 양계산업이 차지하는 비중은 점차 축소되어 최근에는 우리나라의 전체 배합사료 생산실적에서 양계사료의 비율은 50% 정도에 지나지 않게 되었다.

한국 축산발전의 중추적인 역할을 해온 양계산업이 최근에 와서는 수익성면에서 다른 축종에 비해 열세가 되어 다소 고전을 하고 있는 것은 사실이나, 그동안 규모적인 면에서 꾸준한 성장을 해온 것이 사실이다. 그러나 기술적인

면에서는 발전하지 못하고 거의 제자리걸음을 하고 있다고 해도 과언이 아니다. 초창기인 15년전의 사육방법이나 지금이나 별 차이가 없는 것이다. 우리나라 양계산업이 양적으로 크게 성장하면서도 기술적인 면에서는 발전을 이루지 못한데에는 여러가지 원인이 있겠으나, 그중의 하나는 그동안 우리나라 양계업의 수익성이 너무 높은 편이었다는 점을 들 수 있다. 이것은 양계산업이 양적으로 성장하는 데는 크게 기여했지만 기술적인 발전의 필요성을 둔화시키는 요인이 되기도 했다고 본다. 적당한 수익성을 가지고 안정된 가운데 자유경쟁체제하에서 수익성을 좀더 높이기 위해서 경영합리화와 기술개발을 추진하는 것이 합리적이라고 한다면, 지금까지도 우리나라 양계산업은 전반적으로 높은 수익성을 누리는 가운데 시장상황의 불안정속에서 투기화되어 왔으며 기술외적인 요인에 의해서 양계업의 성과가 크게 좌우되어 왔던 것이다. 이러한 상황에서 양계업자나 사료생산업자나 규모를 늘이는데만 급급했지 기술 개발을 위한 투자에는 너무나 인색했었다. 지난 1979년의 불황이래로 양돈이나 비육우의 수익성이 호전되고 정부의 축산정책도 그쪽으로 관심이 집

중되고 보니 상대적으로 양계업은 설움을 받고 있는 느낌이다. 그리고 보니 최근에는 양계업자들의 불평이 많아지는 듯하다. 축산정책에 대한 양계업자들의 불평에 일리가 있다고는 생각하지만, 그러나 우리 양계업자들은 불평을 하기에 앞서 우선 우리자신을 반성해 볼 여지도 있다고 생각한다. 양계업이 불황이라고 하지만, 그리고 현시점에서 양돈업에 비하면 불리한 것은 사실이지만 좀더 냉정하게 생각해 볼 때 그래도 축산외의 다른 업종에 비하면 훨씬 유리하다고 본다. 현재의 계란이나 육계시세로 볼때 충분히 경제성이 있다고 본다. 지금의 양돈업의 호경기도 언제까지 지속될지 모르는 일이 아닌가? 언젠가는 양계업과 균형을 이루게 될 것이다. 이런 관점에서 볼때 현재의 양계업의 수익성이 오히려 정상이라고 생각되며 다만 지금의 유통체제를 개선하여 안정된 가운데 경영 합리화와 기술개발을 통하여 양계산업의 내실있는 발전을 도모하면서 1990년대를 향하여 업계를 재정비할 때라고 생각한다.

지금까지 우리나라의 사료회사에서 생산해온 사료의 종류나 규격은 주로 미국의 NRC 사양표준에 기초를 두고 있으나 사료의 수급사정이 다른 우리나라의 특수한 여건으로 인하여 NRC 사양표준을 그대로 활용하지도 못하면서 이를 적당히 수정해서 사용해 왔다. 이것이 가장 경제적이고 합리적이라는 보장도 없으면서 모든 사료회사가 비슷한 사료를 생산해왔다. 이제 배합사료에 대한 농수산부의 공정규격도 없어졌으며, 기타각종규제도 하나 둘 없어지고 있는 시점에서 우리나라 양계업계와 각 사료 회사는 우리나라 여건에 맞는 새로운 사양체제를 확립해 나가야 할 것이다. 그것도 남들이 하는 것을 결눈질해가며 책상위에서 주먹구구식으로 만들 것이 아니라 실험데이터를 토대로 확신할 수 있는 사양프로그램을 만들기 위해 과감한 연구투자를 하여야 할 것이다. 이러한 의미에서 앞으로의 우리나라 양계사료 발전을 위한 연구방향을 제시해 보고자 한다.

I. 육성계의 사양체계

1. NRC 사양표준

육성계 사양의 기본적인 목적은 장차 산란능력이 우수한 건강한 닭을 길러내는 데 있다. 육용계의 사양과는 달리 최대 성장을 추구하는 외에도 적당한 체중을 유지하며 체성장과 성성숙의 균형을 유지해야 한다. 따라서 미국의 NRC 사양표준의 기본 이론은 초기에는 빠른 성장을 위해서 비교적 고단백질 사료를 급여하고 육성 후기에는 성성숙을 지연시키기 위해 저단백질 사료를 급여하는데 있다. 병아리의 전육성기간을 3 단계로 나누어 단계별 사양(Phase feeding)을 권장하고 있는데 이러한 측면에서는 표 1에서 보는 바와 같이 1971년에 발표된 사양 표준이나 1977년도 사양표준에 차이가 없다. 그러나 각단계별 영양소요구량에는 변화가 있어 처음 6주간의 초생추기기간과 6~14주의 중추기기간에 있어서 단백질요구량은 1971년 사양표준에는 각각 20%와 16%였으나, 1977년 사양표준에서는 각각 18%와 15%로 낮추어졌다. 이에 따라 각종 필수아미노산의 요구량도 많은 변화를 보였다. 14~20주령의 대추기기간의 단백질 요구량은 12%로 변화가 없으나 여기에서도 아미노산의 요구량은 대체로 낮아진 것을 볼 수 있다.

현재 세계적으로 NRC 사양표준외에도 많은 종류의 사양표준이 제정되어 있으나 어느 것도 완벽한 것은 없다. NRC 사양표준만 하더라도 지금까지 평균 6년마다 한번씩 개정되어 왔지만 아직도 문제점은 남아 있다. 특히 지적할 만한 일은 병아리의 성성숙을 조절하기 위하여 조단백질 함량은 성장단계별로 감소되고 있지만 대사에너지함량 2,900kcal/kg 으로 일정하다는 것이다. 특히 단백질함량이 12%인 대추사료의 대사에너지 함량이 2,900kcal/kg 인 것은 아무래도 높은 감이 있다. 우리나라에서는 대추사료의 에너지를 이 정도로 높게 만들기도 어려울 것이다. 뿐만 아니라 최근에는 육종

표 1. 1971년과 1977년의 미국 NRC 사양표준에 나타난 육성계의 영양소 요구량

| 영 양 소 | 1971년 사양표준 | | | 1977년 사양표준 | | |
|----------------------------|------------|---------|----------|------------|---------|----------|
| | 0 - 6 주 | 6 - 14주 | 14 - 20주 | 0 - 6 주 | 6 - 14주 | 14 - 20주 |
| 대사에너지 (kcal/kg) | 2,900 | 2,900 | 2,900 | 2,900 | 2,900 | 2,900 |
| 단 백 질 (%) | 20 | 16 | 12 | 18 | 15 | 12 |
| Arginine (%) | 1.2 | 0.95 | 0.72 | 1.00 | 0.83 | 0.67 |
| Glycine+serine (%) | 1.0 | 0.8 | 0.6 | 0.70 | 0.58 | 0.47 |
| Histidine (%) | 0.4 | 0.32 | 0.24 | 0.26 | 0.22 | 0.17 |
| Isoleucine (%) | 0.75 | 0.6 | 0.45 | 0.60 | 0.50 | 0.40 |
| Leucine (%) | 1.4 | 1.1 | 0.84 | 1.00 | 0.83 | 0.67 |
| Lysine (%) | 1.1 | 0.9 | 0.66 | 0.85 | 0.60 | 0.45 |
| Methionine+Cystine (%) | 0.75 | 0.6 | 0.45 | 0.60 | 0.50 | 0.40 |
| Methionine (%) | 0.4 | 0.32 | 0.24 | 0.32 | 0.27 | 0.21 |
| Phenylalanine+tyrosine (%) | 1.3 | 1.05 | 0.78 | 1.00 | 0.83 | 0.36 |
| Phenylalanine (%) | 0.7 | 0.55 | 0.42 | 0.54 | 0.45 | 0.26 |
| Threonine (%) | 0.7 | 0.55 | 0.42 | 0.56 | 0.47 | 0.37 |
| Tryptophan (%) | 0.2 | 0.16 | 0.12 | 0.17 | 0.14 | 0.11 |
| Valine (%) | 0.85 | 0.7 | 0.5 | 0.62 | 0.52 | 0.41 |

에 의한 품종개량으로 초산일령이 빨라지는 경향이 있으므로 너무 오래까지 저단백질의 대추사료를 급여하는 것은 바람직하지 못하다. 이 문제에 관해서는 뒤에 다시 상세히 설명하기로 한다.

2. 성장단계별 단백질요구량

최근까지 미국에서 널리 이용되어 온 대표적인 육성계 사양프로그램은 그림 1에서 보는 바와 같이 단백질함량에 있어서 0~4주에 21%, 4~7주에 17%, 7~14주에 14%, 14~20주에 12%의 4단계로 되어 있다. 그러나 이 밖에도 미국남부의 더운 지방에서는 처음 8주령까지 21%를 급여하고 그후 8~20주령의 기간에는 18% 단백질을 급여하는 것이 권장되기도 하였다(그림 2). 이를 뒷받침하는 시험결과로 처음 8주령까지 단백질 21%인 사료를 급여하고 8~20주령에 단백질함량을 각각 9, 14, 18%로 달리하여 급여한 결과, 육성기간의 사료에 단

백질 함량이 높을수록 산란기간의 체중이 무거웠으며 난중과 산란율도 높았다는 보고가 있다.

한편 미국 Florida 대학교 Harms 교수는 병아리의 육성기간에 단백질요구량은 그림 3에서 보는 바와 같이 21%에서 12%까지 계속적으로 감소한다는 가정하에, 표 2에서 보는 바와 같이 거의 매 2주마다 단백질함량을 낮춰주는 8단계 사양프로그램을 제시하기도 하였다. 보다 최근의 미국과 캐나다의 육종회사들은 각기 자기네 회사에서 개발한 계통의 병아리에 대한 사양프로그램에 의하면, 처음 6주령까지 단백질함량 19~20%의 사료를 급여하고 7~18주령의 기간에는 15~16%를 급여하는 2단계 프로그램을 권장하고 있다.

위에서 소개한 바에 의하면 여러가지 종류의 사양프로그램이 있으며 지금도 계속해서 새로운 방법이 개발되고 있으므로 어느 방법이 가장 우수하다고 한마디로 말하기는 매우 어려운 형편이다. 따라서 가장 바람직한 것은 우리나라

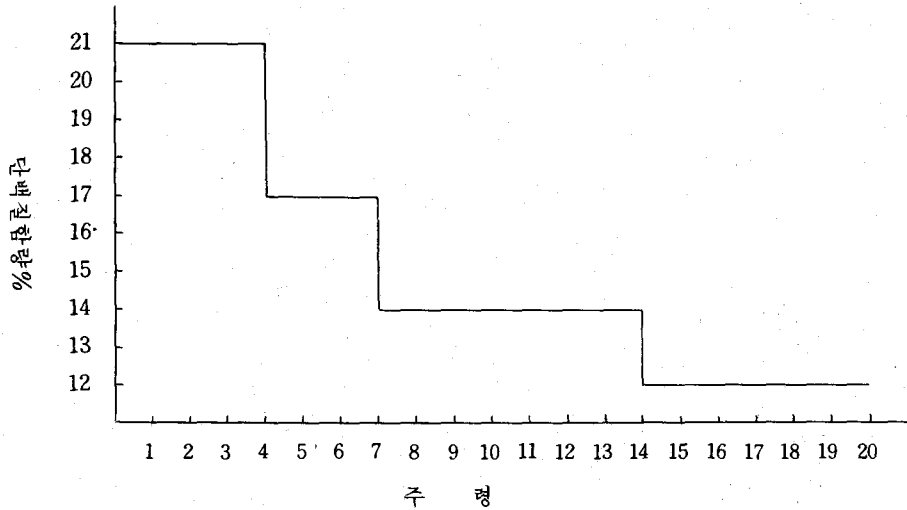


그림 1. 전통적인 미국의 육성계 사양 프로그램

에서도 여러가지 가능한 방법에 대하여 직접 사양시험을 통해서 비교해 보고 우리나라의 기후 풍토와 여건에 맞는 사양프로그램을 개발해야 할 것이다.

3. 산란예비사료의 개발 필요성

앞에서도 언급하였듯이 최근에 산란계의 초산일령이 빨라지고 있는데 비하여 우리 나라의

양계업자들은 재래식 사양방법에 의하여 너무 오래까지 대추사료를 급여하는 경향이 있다.

닭이 초산을 시작하여 최고산란에 도달할 때까지의 기간은 보통 약 2개월 정도 걸린다. 이 기간에는 한 계군의 모든 닭이 비슷한 속도로 산란능력이 향상되는 것이 아니라 개체별로 초산의 시기가 다르기 때문에 나타나는 현상이다. 따라서 어느 닭은 아직 산란을 시작하지 않는

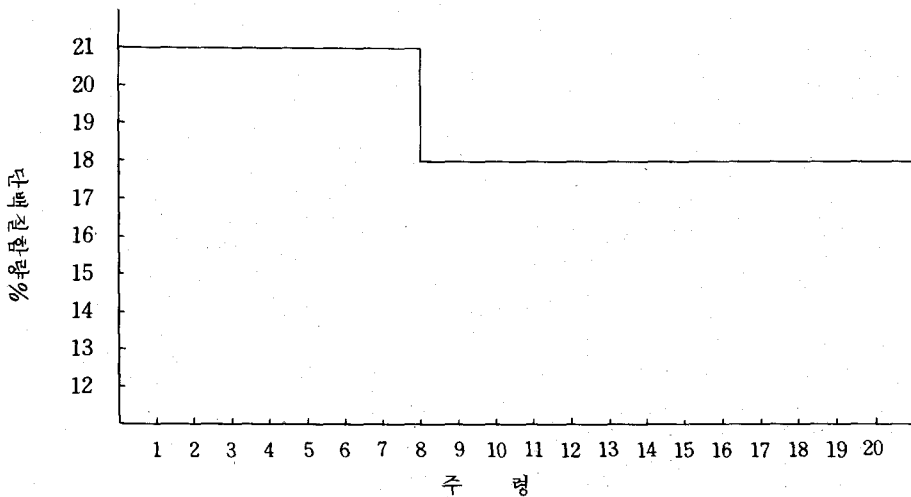


그림 2. 미국 남부지방에서의 육성계 사양프로그램

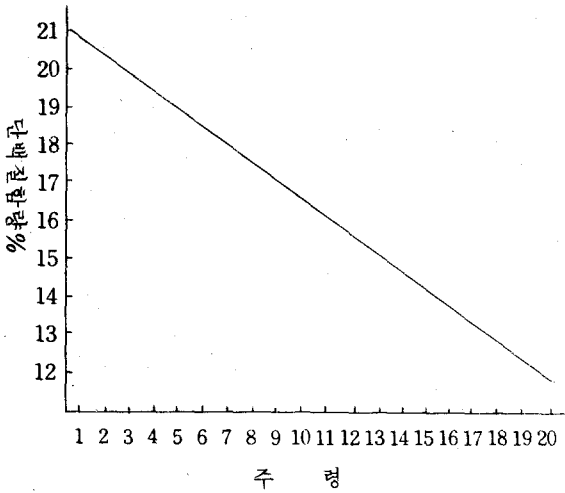


그림 3. 육성기간중의 이론적인 단백질 요구량

표 2. Harms교수가 제시한 육성계 사양프로그램

| 주령 | 단백질요구량 (%) |
|---------|------------|
| 0 - 5 | 21 |
| 6 - 8 | 19 |
| 9 - 10 | 17 |
| 11 - 12 | 16 |
| 13 - 14 | 15 |
| 15 - 16 | 14 |
| 17 - 18 | 13 |
| 19 - 20 | 12 |

동안에도 일찍 산란을 시작한 닭은 계속해서 산란하고 있는 것이다. 따라서 지금까지의 관례대로 계군의 산란율이 5%에 달할 때 대추사료에서 산란사료로 바꾸어 줄 경우 일찍 산란을 개시한 닭의 입장에서는 이미 여러개의 알을 낳은 후가 되므로, 그동안에 단백질 12%인 대추사료를 먹고 있었다면 체내의 단백질이 상당히 고갈될 것이다.

뿐만아니라 대추말기에는 난관이 급속도로 성숙하는 시기이므로 난관의 성장을 위한 단백질의 공급이 요구된다. 또한 이 시기에는 곧이어 시작될 산란을 위한 단백질과 칼슘을 체내에 비축하는 시기이므로 이만큼의 단백질과 칼슘이

추가로 요구된다. 따라서 장래의 최대 산란을 위해서 대추기간의 말기인 19~20주령에는 단백질 17~18%, 칼슘 2.0% 및 인 1.0% 정도의 산란예비사료를 급여하는 것이 바람직하며 최근 미국에서는 이미 실용화되고 있다.

한편 18주령까지는 어느 정도 저단백질 사료로써 성성숙을 억제하면서 체성장을 유도하고 초산전 2주간 고단백질 사료를 급여하여 성성숙을 촉진함으로써, 모든 닭의 초산일령이 비교적 균일해 질 것으로 생각된다. 이와같이 우리나라에서도 하루빨리 산란예비사료가 개발되어야 할 것이며 산란예비사료가 없는 경우에는 19주령부터 산란사료로 바꾸어 주는 것이 바람직하다. 특히 산란이 상당히 진행되고 있는 동안까지 대추사료를 계속 급여하는 것은 닭에게 큰 부담을 줄 수 있다는 점을 명심해야 할 것이다.

II. 산란계의 사양체계

1. 산란계의 에너지 요구량

미국의 NRC (1977) 사양표준에 의하면 하루에 110g의 사료를 섭취하는 산란계사료의 대사 에너지 요구량은 2,850 kcal/kg 이고 단백질요구량은 15%이다. 이것을 산란계 1수당 하루에 요구하는 대사에너지와 단백질로 환산하면 각각 313.5kcal와 16.5g이 된다. 여기에는 산란단계별 체중의 변화나 산란율의 변화에 따른 영양소요구량의 차이를 인정하지 않았다. 미국의 Scott (1976) 박사는 백색 Leghorn계통의 고능력 산란계에 있어서 보통정도의 기온(21°C)에서는 1일 1수당 297 kcal, 더운 지방(30°C)에서는 1일 1수당 265kcal의 대사에너지가 필요하다고 하였다. 한편 이들은 육용종계에 있어서는 보통 정도의 기온에서 1일 1수당 420kcal, 더운 지방에서는 380 kcal가 요구된다고 하였다. 이와같이 우리나라의 평균기온을 보통정도로 간주한다면, NRC의 에너지요구량은 Scott의 요구량에 비해서 일반채란계의 경우에는 너무 높고 육

용중계의 경우에는 너무 낮음을 알수 있다.

한편 Hurwitz와 Bornstein (1977)은 닭의 대사 체중(체중(kg)의 0.67승($W^{0.67}$))당 유지에 필요한 대사에너지 요구량은 145kcal이며 체중 1g 증체하는데 2 kcal가 요구된다고 하였다. 또한 산란하는 계란 1g당 1.8kcal가 요구된다고 보고 1 일수당 대사에너지요구량을 산출하는 추정공식을 다음과 같이 제의하였다.

$$\text{대사에너지요구량} = 145 W^{0.67} + 2G + 1.8EM$$

(1 일수당 kcal)

여기에서 W=체중, kg

G = 일당증체량, g

EM = 산란량, g/일

이에 의하면 닭의 평균체중과 산란율 및 평균 난중을 알면 그 닭의 1 일 대사에너지요구량을 추정할 수 있다. 만일 체중 1.4kg이고 1일평균 1.5g씩 체중이 증가하며 난중 60g, 산란율 80%인 계군의 대사에너지 요구량은 다음과 같이 추정할 수 있다.

$$145(1.4)^{0.67} + 2 \times 1.5 + 1.8 \times 60 \times \frac{80}{100}$$

$$= 145 \times 1.25 + 3.0 + 1.8 \times 48$$

$$= 181.25 + 3.0 + 86.4$$

$$= 270.65 \text{ (1 일 수당 kcal)}$$

위의 계산에 의하면 Hurwitz와 Bornstein의 추정식에 의하여 산출한 대사에너지 요구량은 Scott가 제의한 297 kcal보다도 낮게 산출된다.

이밖에도 산란계의 에너지 요구량을 추정하는 공식은 많은 연구자들에 의하여 발표되었는데, 발표된 공식에 의하여 실제 추정치를 산출해 보면 많은 차이를 보이고 있다. 이것을 여기에서 모두 소개할 필요는 느끼지 않는다.

2. 산란계의 단백질요구량

Scott 등 (1976)은 산란계의 단백질요구량을 용도별로 3 부분으로 나눌 수 있다고 하였다.

즉, (1)계란을 생산하는데 소요되는 단백질 (2)유지에 요구되는 단백질 (3)체중증가와 깃털의 생산에 요구되는 단백질이 그것이다. 이들은 산란기간을 2 단계로 나누어 초산후 42주령까

지를 phase I로, 42~72주령의 기간을 phase II로 하여 산출한 결과 산란계의 단백질요구량은 산란단계에 관계없이 1 일수당 17.0g이라고 하였다. 용도별 단백질요구량의 산출근거는 다음과 같다.

(1) 계란을 생산하는데 요구되는 단백질

계란의 단백질함량은 12%이며 평균난중은 phase I에는 52g, phase II에는 56g으로 볼 때 계란 1개에 함유되는 단백질은 각각 phase I에는 6.7g, phase II에는 7.4g이다. 한편 닭의 단백질 이용효율을 55%로 보고 계란 1개를 생산하는데 요구되는 사료단백질은 phase I에는 $6.7 \div 0.55 = 12.2g$, phase II에는 $7.4 \div 0.55 = 13.5g$ 이다. 단 여기에서는 산란율은 100%로 간주되었다. 실제로 평균산란율은 100%에 미달하겠지만 개체별로는 100%에 가깝게 산란하는 닭도 있을 것이므로 산란을 촉진하기 위해서 충분한 양의 단백질을 공급하는 것이 바람직하다고 보았다.

(2) 유지에 요구되는 단백질

닭이 하루에 배설하는 내생질소의 양은 대사 체중(체중(kg)의 0.75승($W^{0.75}$))당 201mg이라고 하였다. 따라서 체중 1.5kg인 닭의 내생질소 배설량은 $201 \times 1.5^{0.75} = 273mg/일$ 이 된다.

이것을 단백질의 양으로 환산하기 위하여 6.25를 곱하고 단백질의 이용효율 55%를 적용하면 닭의 유지에 요구되는 단백질은

$$0.273 \times 6.25 \div 0.55 = 3.0g/일$$

이다. 그리고 phase II에서는 체중의 증가를 고려하여 3.4g으로 보았다.

(3) 체중증가에 요구되는 단백질

초산을 개시할 때 (21주령)의 Leghorn 계통의 평균체중을 약 1350g으로 보고, 36주령까지 꾸준히 체중이 증가한다고 할 때 105일 동안 약 450g의 체중이 증가하는 것으로 보고 체중의 18%가 단백질이라 하면 $0.18 \times 450 = 81g$ 의 단백질이 증가하는 것이다. 이것은 일당 0.77g에 해당하며, 단백질이용효율 55%를 적용하면 증체에 소요되는 일당 단백질요구량은 1.4g이 된다.

표 3. Harms가 제시한 산란단계별 영양소 요구량(1일수당)

| 영 양 소 | 주 | | | | | 폐계처분전 6주간 |
|--------------|-------|-------|-------|-------|-------|-----------|
| | 20-27 | 28-35 | 36-43 | 44-51 | 51주이후 | |
| 함유황 아미노산(mg) | 610 | 600 | 590 | 580 | 570 | 550 |
| 라 이 신(mg) | 730 | 720 | 706 | 693 | 680 | 656 |
| 트립토판(mg) | 180 | 177 | 174 | 171 | 168 | 162 |
| 아르기닌(mg) | 920 | 905 | 890 | 875 | 860 | 830 |
| 칼 슈(g) | 2.90 | 3.20 | 3.40 | 3.50 | 3.60 | 3.80 |
| 인 (mg) | 650 | 600 | 550 | 500 | 450 | 425 |
| 나 트 른(mg) | 170 | 170 | 170 | 170 | 170 | 170 |

단 phase II의 기간에는 더이상의 체중증가는 없는 것으로 간주하였다.

3. 사료섭취량에 의한 배합비 작성

최근 미국 Florida대학교 Harms교수는 산란계사료는 사료섭취량에 근거하여 배합하여야 한다고 주장하였다. 닭의 사료섭취량은 반드시 에너지요구량에 의해서 결정되는 것이 아니고 날씨가 추울 때는 닭은 요구량 이상의 더 많은 에너지를 섭취하며, 더울 때는 식욕이 떨어지고 식욕이 만족되는 정도까지만 사료를 섭취하므로 충분한 영양소를 섭취하지 못한다고 하였다.

따라서 합리적인 사료는 그 계군의 사료섭취량을 측정하여 그만큼의 사료에 모든 필요한 영양소를 함유시킬 수 있도록 배합비를 작성해야 한다고 하였다. 그는 또한 닭의 산란기간을 표 3에서 보는 바와 같이 6단계로 나누고 각 단계별로 필수아미노산과 몇가지 광물질의 요구량이 달라진다고 하였다. 그리고 매단계마다 사료섭취량에 맞춰서 그만큼의 사료에 표 3에서 제시한 영양소를 함유시킬 수 있도록 배합비를 작성하여야 한다고 하였다.

따라서 그는 6단계에 9가지 수준의 사료섭취량에 대해서 54가지의 산란계사료를 배합하게 된다고 하였다.

4. 결 언

위에서 많은 학자들에 의해 제외된 영양소요구량(또는 사양프로그램)에 대해 일부만을 소개하였다. 위에서 본바와 같이 산란계의 영양소요구량은 닭의 체중, 산란율, 난중, 환경온도 등 많은 요인에 따라 달라지며, 더구나 영양소의 사료 중의 함량으로 계산할 때 단백질 하나만 하더라도 13%에서 19%에 이르기까지 많은 변이를 보이게 된다. 따라서 외국에서는 실제로 여러가지 종류의 산란사료가 만들어지고 있으며 각각의 계군에 알맞는 사료를 선택하여 급여하고 있다. 이에 비하여 우리나라의 경우에는 어느 사료회사에서나 조단백질 15~16% 정도, 대사에너지 2,750~2,800kcal/kg정도의 범위내에 비슷한 사료 1~2종을 생산하고 있는 실정이다. 양계업자들의 입장에서도 영양소요구량에 대한 구체적인 지식이 없으므로 무조건 좋은 사료를 찾고 있는 실정이다. 그러나 객관적으로 어느 사료가 좋은 사료인가는 좀더 검토되어야 할 것이다. 어느 한 계군에게 좋은 사료가 다른 계군에도 반드시 좋다고는 할 수 없기 때문이다. 따라서 앞으로 우리나라 사료회사에서 실제 사양가들의 사양실태를 좀더 면밀히 파악하여 여러가지 규격의 사료를 폭넓게 개발하여 특정한 계군에 알맞는 특정한 사료를 권장하는 방법을 연구하여야 할 것으로 생각한다.