

특집

사료 배합의 설계와 전자계산기

윤 병 성

(서울사료 전무)

현대는 전자시대다. 전자기기는 사회 각 부문에서 많은 인력을 감소시켜주고 아무리 복잡한 계산이라도 거침없이 해낸다. 전자계산기는 사료 배합의 미량성분의 믹서에도 응용된다. 여기서 전자계산기를 이용한 사료 배합례를 실어보았다.

배합사료를 설계하는 데에는 몇 가지 갖추어야 할 기준에 의하여 자기가 추구하는 가장 저렴한 가격으로 닭이 필요로 하는 양분을 갖추게 하면서 생산능력을 최고로 발휘하여야 한다.

또한 사육기간 중 지방제가 되는 등의 개체에 나쁜 영향이 없는 합리적인 사료를 만드는 것이 목표인데 그 기준 설정 방법과 다음으로 기준 설정에 의한 전자계산기를 이용한 사료 배합의 한 예를 들고자 한다.

1. 기준의 설정

사료 배합에는 먼저 우리가 이용할 수 있는 각종 원료의 정확한 성분표가 있어야 하는데 전문가들에 의하여 이미 수집 정리된 원료의 성분표준과 축산시험장이나 연구기관에서 얻은 분석치와 가능한 한 구입시마다 분석한 각종 원료의 평균치를 기본으로 하되 언제나 이들 평균치보다 5% 정도의 오차를 두어 설정하여야 한다.

그 대표적인 몇 가지 원료의 성분은 표 1에서 보여주고 있는데 이 표에서는 생산에너지를 사용하고 있는 것이 특이하다.

둘째는 사양표준의 설정인데 이미 발표된 사양표준 중 어느 한가지를 택하여 계획하여야 될 것인데 최근 대표적인 것은 NRC 표준이며 이를 기초로 에너지수준과 조단백질수준을 설정하여야 한다.

즉 대사에너지 (M.E.)법을 사용할 것인가 생산에너지 (P.E.)법을 사용할 것인가를 결정하고 에너지수준은 어느 것을 택할 것이냐를 결정해



〈표 1〉 중요 원료의 성분표

| 원 료 명 | 조단백질 | 조 지 방 | 조 섭 유 | 칼 슷 | 이용성인 | 생산에너지 | 라 이 신 | 메치오닌 | 시스틴+ 메티오닌 |
|---------|------|-------|-------|------|------|-------|-------|------|--------------|
| 옥 수 수 | 9.0 | 4.0 | 2.5 | 0.01 | 0.08 | 1,140 | 0.24 | 0.22 | 0.39 |
| 옥수수구루펄 | 41.0 | 1.5 | 4.0 | 0.03 | 0.11 | 840 | 0.76 | 1.00 | 1.70 |
| 탈지강(추) | 14.0 | 1.5 | 14.0 | 1.10 | 0.33 | 700 | 0.55 | 0.25 | 0.35 |
| 소 맥 피 | 15.0 | 4.0 | 9.0 | 0.10 | 0.27 | 600 | 0.57 | 0.22 | 0.42 |
| 임 박(추) | 41.0 | 1.5 | 20.0 | 0.60 | 0.16 | 500 | 1.42 | 0.91 | 1.45 |
| 대두박(50) | 50.0 | 0.5 | 3.5 | 0.25 | 0.19 | 790 | 3.20 | 0.68 | 1.38 |
| 어 분(65) | 63.5 | 2.5 | 1.0 | 4.40 | 2.10 | 770 | 5.20 | 1.90 | 2.70 |

야 하는데 사료 중 에너지함량이 1파운드당 950 kcal에서 850kcal로 내려올 때 닭이 필요로 하는 사료의 소비량은 10%가 증가되기 때문이며 이것은 1일 100수당 1.1kg의 사료를 더 요구하게 되는데 어느 것이나 카로리 단백질은 맞추어야 한다.

우리 나라의 경우 배합은 주로 도입 곡류(옥수수)와 탈지강·소맥피로서 비교 가격면으로 볼 때 강류를 최대한으로 이용하여야 되고 곡류의 가격이 비싸므로 중단백질 중에너지 사료가 대체적으로 무난할 것이고 원료 가격의 변동에 따라 변화되어야 한다.

여기에는 반드시 환경 요인에 따른 계절성을 참고하여야 할 것이다.

셋째는 각종 원료의 배합 범위를 미리 설정해야 한다. 원료에 따라서 일반적으로 최고 사용 한계가 정하여진 것과 또 자기가 보유하고 있는 원료의 수량과 생산하고자 하는 수량에 따라 단미사료의 배합 범위를 미리 정하여 설계하여야 하는데 예를 들면 부로일러 사료의 경우 체중박을 4% 이내 사용하고 대두박의 경우 최저 5% 이상을 이번 배합에 사용하여야 되겠다는 설정

〈표 2〉 카로리와 단백질(생산에너지)

| 사료의 종류 | 카로리 단백질 |
|----------------|---------|
| 초 생 추 (0~6) | 42~45 |
| 중 추 (7~12) | 51~54 |
| 대 추 (13이후) | 55~58 |
| 산 란 계 | 57~60 |
| 부로일러 초기 (0~5) | 42~43 |
| 부로일러 후기(5주 이후) | 49~52 |

일정 성분인 식염이나 첨가제를 각각 0.3% 0.5% 등 첨가를 미리 정하여 설계에 임하여야 한다.

식염의 경우 국산 어분을 사용할 때는 이 어분에 포함되어 있는 식염의 수준을 미리 조사 분석하여 여기서 오는 함량을 계산, 부족량을 일정 성분으로 책정해야 한다.

필자는 가끔 일부 양계장에서 식염을 소홀히 다루는 경향을 가끔 발견하는데 한가지 경우는 초과 사용하는 분과 다른 한 경우는 너무 부족한 양을 주고 있는 것이다. 이것은 단백질이나 에너지와 같이 직접적인 영양보급 이상으로 생물체내에서 큰 역할을 하고 있다.

2. 배 합

이상 말한 기준을 확정시킨 다음 당시의 원료 가격과 재고량을 참작하여 일반적으로 사용하는 계산표에 의한 방법이나 체이아(Theyer)씨에 의한 4연립방정식 또는 선형계획법(Linear Programming)에 의한 방법 중 택일하여 계산하며 이중 선형계획법은 전자계산기를 사용하여야 되는 것으로 어느 것이나 배합 설계자의 경험과 지식 정도에 따라 설계된 배합사료의 품질이 좌우되는 것이다. 즉 배합 설계자에 따라 고에너지 고단백질의 사료를 택할 때와 중단백 중에너지의 사료를 택하는 경우 고에너지 때가 사료 단가가 비싸게 되며 반대로 사료소비량은 줄게 마련인데 많은 곡류와 단백질 사료로 인하여 단위 용적당 중량이 많아 상품 가치가 있을 것이다. 어느 때나 비타민·무기물 기타 첨가제의 완전 보충에 미스가 없어야 할 것이다. 단지 고열량 사

*** 특집 : 배합사료 ***

료일 경우 카로리 단백질의 불균형과 사양관리 기술의 미비로 도매계 발생 등의 피해를 초래할 우려가 있다.

3. 전자계산기에 의한 사료 배합례

이상 기술한 방법에 의하여 1968년도 우리나라 사료가격을 가지고 전자계산기를 이용하여 부로일러 초생추 사료를 설계한 것을 실례를 들어 설명하고자 한다.

(1) 성분의 제약조건

우리가 요구하는 모든 조건에 적합하며 최저 사료가격 산출에 목적이 있는 것으로 표 3에서 보여주는 모든 제약조건에 당시의 사료 가격(표 5)을 가지고 산출한 배합율과 이 배합사료가 최저가격을 유지하기 위한 원료의 가격 범위를 나타내주고 있다.

즉 표 4의 성분상 제약조건은 예를 들면 부로일러 초생추의 경우 성분에 따라서 직접 상한선과 하한선을 표시한 것과 성분 기준을 생산에너지를 1,000으로 기준했을 때 양을 정하는 2가지로 구분되는데 단백질의 함량을 최저 22%에서부터 최고 25% 미만으로 설정하고 조성유의 경

〈표 3〉 원료별 배합의 한계

| 품명 | 배합율 (%) | 비고 |
|-------|----------|----|
| 옥수수 | 20~100 | |
| 구루밍 | 0~5 | |
| 탈지강 | 0~10 | |
| 등외소맥분 | 0~5 | |
| 밀기울 | 0~10 | |
| 채종박 | 0~4 | |
| 호마박 | 0~3 | |
| 대두박 | 5~50 | |
| 어분 | 2.5~17.5 | |
| 꿀분 | 0~5 | |
| 패분 | 0~5 | |
| 임박 | 0~15 | |

우 최고 5%를 초과할 수 없으며 생산에너지의 경우도 마찬가지로 최저 1파운드당 950kcal 이상이어야 하며 총 곡류가는 최저 40% 이상이어

야 한다.

또한 라이신의 경우 생산에너지를 1,000으로 기준했을 때 0.85%가 소요되는데 이 사료는 에너지의 하한선을 950kcal/lb로 설정했으므로 배합하여 최종적으로 배합사료의 함량이 계산되어 표시된다.

즉 1,000일 때 0.850%였으니까 950kcal일 때는 전술한 바와 같이 $0.807\% (0.850 \times \frac{950}{1,000})$ 이상이 되어야 한다.

(2) 원료의 사용한계와 제약조건

여기서 사용하고자 하는 각종 원료의 사용 한계와 제약조건을 설정하였다. 표 3에서는 이번 배합사료의 경우 옥수수의 적용한계를 최저 20%부터 최고 100%로 두었고 구루밍은 5% 이내이어야 하며 탈지강 10% 이내 채종박도 4% 이내를 설정하였으며 대두박의 경우 최저 5%에서 최고 50%까지 사용할 수 있도록 설정하였다.

〈표 4〉 성분상 제약 조건

| 성분 | 상한선 | 하한선 | 1,000P.E. 기준 |
|----------|------|-----|--------------|
| 조단백질% | 25 | 22 | — |
| 조지방% | 50 | 3 | — |
| 조섬유% | 5 | 0 | — |
| 칼슘% | 0.25 | 0 | 0.95 |
| 인 | 0.9 | 0 | — |
| 이용성인 | 0.24 | 0 | 0.48 |
| 생산에너지 | 100 | 95 | — |
| 키산토피 | 30 | 0 | 3.0 |
| 알기닌 | ∞ | — | 0.95 |
| 이소루신 | ∞ | — | 0.90 |
| 라이신 | ∞ | — | 1.20 |
| 메치오닌 | ∞ | — | 0.425 |
| 시스틴+메치오닌 | ∞ | — | 0.85 |
| 스레오닌 | ∞ | — | 0.85 |
| 트립토판 | ∞ | — | 0.235 |
| 염화코린ppm | ∞ | — | 1.160 |
| 나이아신ppm | ∞ | — | 0.43 |
| B-12 ppm | ∞ | — | 0.189 |
| 총곡류 | 100 | 40 | — |
| 총량 | 100 | | |

(3) 계산된 배합사료와 가격

다음 설정에 따라 전자계산기에 의하여 계산된 배합율과 가격 범위는 표 5와 같다.

첨가제를 제외한 배합사료의 총 원료 가격이 톤당 25,677원이 된다.

다음은 단미사료별로 나타난 가격의 최고·저한계 가격과 어떤 원료의 사용 수준을 무리하게 제한하였을 때에 사료가격에는 얼마나 손실을 보는가 하는 것을 나타내는 잠재가격(벌금가격)에 대하여 설명하고자 한다.

예를 들면 옥수수의 경우 당시의 수입가격이 톤당 23,500원인데 표에서 나타난 최고 가격은 톤당 28,768원이고 최저 가격은 18,438원이다.

즉 23,500원은 18,438원과 28,768원 중간에 있으므로 이 사료에는 50.91%가 안전한 배합율이라는 것을 나타내고 있다. 만일 수입 가격이 28,768원 이상이면 배합율이 50% 이하로 떨어질 것이고 18,438원 이하가 되면 50% 이상으로 올라간다는 것을 의미한다.

〈표 5〉 전자계산기에 의하여 계산된 P회사의 부로일러 초생주 사료 가격

| 원 | 료 | 배 | 합 | 율 | 시중 | 이 배합사료의 최저가격을 유지 | | 잠재 | | | | |
|---------------|---|-------|-------|---------|-----------|------------------|-----|----|----|----|----|---|
| | | | | | | 이 | 위 | | | | | |
| | | | | | 키 | 위한 | 원료의 | 적정 | 가격 | 범위 | 범위 | |
| | | | | | 최 | 고 | 가 | 격 | 최 | 저 | 가 | 격 |
| 옥 | 수 | 수 | 50.91 | 23,500 | 28,768 | 18,438 | — | | | | | |
| 구 | 루 | 빙 | 1.45 | 32,500 | 34,746 | 29,543 | — | | | | | |
| 탈 | 지 | 강 | 4.69 | 17,500 | 20,550 | 15,034 | — | | | | | |
| 등 | 외 | 소 | 5.00 | 20,000 | 23,315 | 0 | 33 | | | | | |
| 소 | 맥 | 분 | 10.00 | 13,000 | 15,941 | 0 | 29 | | | | | |
| 밀 | 구 | 루 | 1.97 | 45,000 | 50,376 | 38,289 | — | | | | | |
| 채 | 종 | 박 | 4.00 | 11,500 | 28,276 | 0 | 167 | | | | | |
| 호 | 마 | 박 | 3.00 | 17,500 | 34,606 | 0 | 171 | | | | | |
| 대 | 두 | 박(50) | 5.00 | 41,000 | 0 | 36,137 | 48 | | | | | |
| 어 | | 분(65) | 11.46 | 51,000 | 60,567 | 47,051 | — | | | | | |
| 글 | | 분 | 0.856 | 24,000 | 41,790 | 2,008 | — | | | | | |
| 식 | | 염 | 0.20 | 11,000 | 0 | 3,103 | — | | | | | |
| 마이크로(첨가제) | | | 1.00 | 0 | 22,643 | 0 | — | | | | | |
| 비타민 A (2,000) | | | 0.180 | 38,000 | 0 | 11,650 | — | | | | | |
| 비타민 B-12(132) | | | 0.006 | 221,000 | 6,013,578 | 3,129 | — | | | | | |
| 엽 화 코 린(37.5) | | | 0.020 | 97,000 | 0 | 3,103 | — | | | | | |
| 나 이 아 신 (10) | | | 0.008 | 98,200 | 0 | 3,103 | — | | | | | |
| 광 | 물 | 질 | 0.25 | 7,500 | 0 | 3,103 | — | | | | | |
| | | | 100 | 25,677 | | | | | | | | |

소맥피의 경우 배합율이 10%이며 최고 가격이 15,941원으로 나타나고 있다. 배합율 10%는 제약조건의 상한선에 도달하여 있는고로 만일 상한선을 1% 증가시켜 11%로 한다면 1% 증가시키는데 배합사료 톤당 29원이 절약된다(잠재가격).

반대로 대두박의 경우는 시중 가격이 41,000원으로서 최저 가격이 36,137원이며 잠재가격이 48원으로 만일 시중 가격이 톤당 36,137원 이하

가 될 때까지 대두박을 하한선인 5%를 사용하게 된다.

만일 우리가 원료 사정에 변화가 있어 이 하한선을 1% 내려서 4%로 한다면 1% 내리는데 배합사료 톤당 48원이 절약된다. 또 시중 가격이 급속히 변하여 톤당 36,137원 이하가 되면 대두박의 사용한계가 5% 이상으로 올라간다.

이상 배합율은 표 4에서의 성분상 제한조건을

☞ p88에 계속

| | | | |
|-------------------|---------|-------|-------|
| 마그네슘 | 2,500 | 2,200 | 5,400 |
| 유 황 | 4,620 | | |
| 칼슘 | 12,300 | 5,500 | |
| 철 | 220 | 77 | |
| 코발트 | 3.3 | 0.04 | |
| 아연 | 43 | | |
| 비타민류 | — | — | — |
| 비타민B ₁ | 6~8 | 3.6 | |
| " B ₂ | 6 | 1.4 | |
| " B ₃ | 0.004 | | |
| " C | 200~400 | | |
| " D | 4 | | |
| " E | 70 | 449 | |
| " K | 10 | | |
| 판토텐산 | 3 | 13.2 | |
| 나이아신 | 70 | 95.1 | |
| 카로틴 | 42 | 1.2 | |
| 엽산 | 0.2 | 0.8 | |
| 콜린 | 275 | 49 | |

광물질은 풍부한 반면 비타류는 다른 단미사

로 피강류보다 떨어지고 있는 것이 있다. 특히 미량 광물질은 함량에서 뿐만 아니라, 그 종류에 있어서도 수십종에 이르고 있다.

그러므로 위에 제시한 여러 표에서 나타난 분석표 중의 비타민류와 미량 광물질 자체의 효과 이외에 풍부한 미지성장인자의 효과를 인정하지 않으면 안 된다. 즉 조성분 함량으로서는 피강류와 비교될 수 있으며 가격면에서의 차이는 미지성장인자의 효과로서 인정하여야 한다.

사용량은 국내 실험 보고에 의하면 3~5% 수준이 효과적이라고 하며 이는 곧 피강류의 대체 효과를 의미하는 것이다.

다만 이와 같은 해조분의 가치 이상으로 과대 선전되었다가 그 효과가 만족스럽지 못한 결과로 그 가치를 부정할 수 없으며 국내시장 나아가서 수출의 전망을 감안한다면 국내 사료자원개발이라는 점에서도 적극 개발되어야 하겠다. *

☞ p37에서 계속

충족하여 주었는데 그 중 단백질의 경우는 제한한계가 22%에서 25%사이로 정해 주었던 바 계산된 단백질은 22%가 되었고 잠재 가격은 톤당 335원을 나타내고 있다. 이것은 만일 단백질의 최저한계를 1% 내려서 21%로 한다면 1% 내리는데 배합사료 1톤당 335원이 절약된다는 뜻이다.

또 이용성 인(Au, P)은 0.1% 내리는데 톤당 271원이 절약되고 생산에너지의 경우 파운드당 950kcal에서 1kcal를 내리는데 톤당 241원이 절약된다는 것을 나타내고 있다.

이것은 우리 나라의 원료 사정에서는 가격과 수량으로 볼 때 대체적으로 단백질원과 에너지원이 부족되고 있으며 인의 공급 가격이 비싸게 된다는 것을 말해준다.

이외에 당시 제한한 원료의 가격 중에서 비교 가격에 의하여 전자계산기에서 택하지 않은 몇

〈표 6〉 배합율에 채택되지 않은 원료명과 가치

| 원료명 | 톤당 가격 | 가치 | 배합의한계 |
|-------|--------|--------|--------|
| 수수 | 품절 | 22,641 | 0~100% |
| 아카시아 | 품절 | 11,648 | 0~5 |
| 임박(추) | 품절 | 22,904 | 0~15 |
| 소맥 | 26,500 | 22,904 | 0~100 |
| 패분 | 5,000 | 3,103 | 0~5 |

가지 원료의 종류와 가치에 대한 내용이 표 6에 나타나고 있다.

소맥의 경우 시중 가격이 톤당 26,500원인데 비교 가치로서는 22,904원이기 때문에 배합율 작성에 채택되지 않았으며 임박의 경우는 시중에 품질이었는데 톤당 26,215원의 가치가 있었다.

이 비교 가치는 배합사료의 종류에 따라 차이가 있는데 이는 각 사료별로 원료와 성분상의 제한조건이 다른 데 기인한다. *