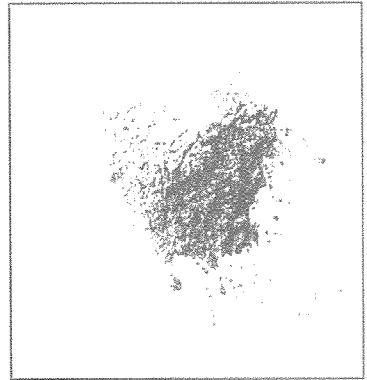
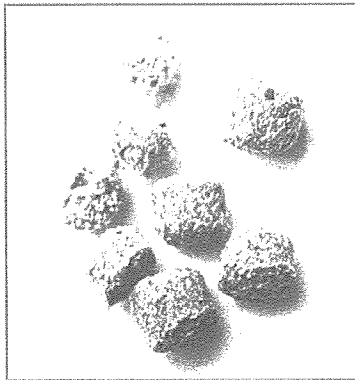


# 배합비의 탄생, 그리고 그 역사

가축의 건강을 유지시켜면서 고기, 젖, 알 등의 생산능력을 최대한으로 발휘시키려면 그들이 공급받는 사료 속에 가축이 필요로 하는 영양소가 부족하지 않아야 한다. 단미사료에는 완전한 영양균형이 되어 있는 것이 없기 때문에 이것만으로는 필요로 하는 모든 영양소를 공급시킬 수 없으므로 사양표준에 의하여 가축이 요구하는 영양소를 몇 종류의 사료로 배합하여 급여해야 한다.

그렇게 하기 위해서는 먼저, 여러 가지 원료사료의 영양소함량을 알아야하며, 각종 단미사료의 특징, 즉 기호성, 부피, 유독성 물질의 함유 여부, 배합공정상의 입자도 등을 고려하여 사료를 잘 배합하여야 한다. 이때 어떤 원료 사료를 얼마만큼씩 배합할 것인가를 결정하는 계산과정을 사료배합(feed formulation)이라하며 계산에 의하여 나온 결과를 사료배합비(feed formula)라고 한다. 최첨단의 사육 및 사료배합기술에 의해 현대의 축산업은 그 어느 때보다 완벽한 사료를 사용하며 생산량을 증대해 왔다. 그래서 본 글에서는 오늘날의 사료가 있도록 한 배합비의 탄생과정에 대해 간단히 설명하고자한다.



# Planning special [1]

## 기획특집

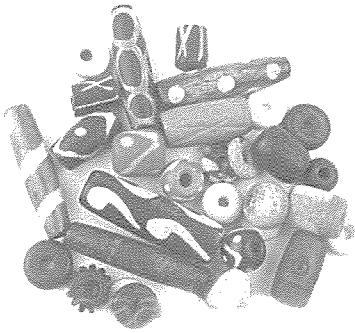


김창현 교수  
국립한경대학교  
동물생명환경학부

### 영양학의 발전으로 '배합비' 탄생

배합비의 탄생 및 그 발전과정은 영양학의 그것과 같다고 볼 수 있다. 최초의 영양학에 대한 증거로는 BC 3000년 경 중국문헌에 갑상선종에 대하여 설명되었으며 환자에게 미역과 태운 해면을 권장하고 있어 요오드의 중요성을 이미 설명하였다. 의학의 선조이며 영양에 관심을 기울인 최초의 의학자는 히포크라테스(400~317 BC)이다. 그는 "아이들은 어른보다 많은 열을 발생하고 또 보다 많은 음식을 필요로 한다. 그리고 뚱뚱한 사람은 홀쭉한 사람보다 일찍 죽기 쉽다"라고 하였다. 그러나, 고대 희랍 철학자들은 과학에 관심을 가졌지만, 어떤 실험에 기초하기 보다는 논리적 근거에 중점을 두었다. 그러므로 18세기 전까지는 영양을 과학적으로 생각하고 처리한 것은 거의 없었다. 프랑스의 위대한 화학자인 Antoine Laurent Lavoisier(1743~1794)는 밀폐된 용기내의 기니아피그에 대하여 온도계와 천평을 사용하여 체열손실량, 산소소비량 및 이산화탄소배출량을 측정하여 과학적으로 최초의 영양학을 연구하였다. 그가 창시한 화학과 생리는 오늘날 과학으로서의 영양학의 기초가 되었다.

사양표준의 효시는 1810년 독일 Thaer



영양학의 발달과 함께 가축이 유지, 번식 및 생산에 요구하는 영양소의 요구량을 충족시키는 균형된 사료를 결정하기위하여 학자들은 사양표준을 만들었다. 균형된 사료는 가축의 조직체를 형성할 수 있는 또 조직체의 분해에 대체할 수 있는 영양소를 충분히 공급할 수 있어야 하며 기호성이 높아 가축의 식욕을 높이고 섭취량과 사료효율이 높은 것이어야 한다. 이러한 사료를 계산하

기 위해서는 여러 가지 사양표준 중에서 적당한 표준을 선택하고, 배합하고자 하는 동물의 종류, 체중 등을 조사하여 그 가축의 영양소요구량을 찾아야 한다. 다음은 배합하고자 하는 사료의 종류와 그 사료의 영양소함량을 조사하여 기본성분을 알고 경제적인 면을 고려하여 배합비를 작성하는 것이 기본이다. 사양표준의 효시는 1810년 독일학자인 Thaer가 발전시켰다. 그는 건초가(hay equivalent)를 고안하여 건초 100 kg이 가지는 영양가와 똑 같은 가치를 나타내기 위해, 다른 사료 몇 kg을 가져야 하는가를 동물시험결과에 의하여 정하였다.

그 후 1859년 또 다른 독일학자 Groven은 가축의 사양표준을 위하여 단백질, 지질 및 탄수화물 분석치를 사용하였고, 1864년 독일학자 Wolff는 사양시험을 통한 가소화영양소량에 기초하여 사양표준을 고안해 내었다. 다시 1897년 독일의 Lehmann은 Wolff의 사양표준을 개정하였으며, 오늘날의 사양표준과 유사한 건물량, 가소화 조단백질, 가소화 조지방, 가소화탄수화물 및 영양물 등으로 각 가축의 여러 가지 상태에 필요한 영양소량을 정하였다. 미국 Wisconsin대학의 Henry는 가소화영양소 총량(TDN)법을 제시, 그의 저서인 Feed and Feeding 제2판에 수록하였다. 1898년 독일학자 Kellner는 가소화 순단백질과 전분가를 중심으로 하여 요구량을 표시하였고, 각 가축의 비육과 역용에 적절히 이용되었다.

1907년 스칸디나비아사료단위법(Scandinavian feed unit system: Woll, 1919)과 1914년 미국 Minnesota대학 Haeaker의 젓소사양표준이 제시되었다. 1915년 Pennsylvania대학의 Armsby가 가소화 순단백질과 정미에너지요구량을 제시하였으며, 1915년에는 미국의 Morrison이 Wolff-Lehmann의 사양표준을 개정하여였고, 그 후 1939년에 이것을 다시 개정하여 각종 가축에 대하여 건물량, 가소화 조단백질, TDN으로 요구량을 표시하였다. 이것은 다시 1948년과 1951년에 개정되어 칼슘, 인, 카로틴, 정미에너지 등의 요구량이 추가되었으며, 한때 미국을 비롯한 각국에서 널리 쓰였으나, 차츰 미국 국립학술원(National Academic Society)에서 출판된 NRC(National Research Council) 사양표준에 의하여 대체되었다. 그 외의 사양표준에는 1939년 덴마크 Mollgaard가 발전시킨 생산가(productive unit), 1937-1941년 텍사스 시험장 Fraps가 계산한 생산에너지가(productive energy value) 등이 제시되었다.

## 유럽, AFRC(1993) 및 BBSRC(1998) 미국, NRC 사양표준 대표적

그 후 수많은 학자들에 의해 지속적인 발전을 거듭해 영국에서는 농수산성 농업연구회의(Agricultural Research Council: ARC)가 1965년에 사양표준을 발표하였으며 그 후 개정을 거듭하여 AFRC(1993) 및 BBSRC(1998)로 개정 발표되어 이용되고 있다. 미국에서 가장 널리 이용되고 있는 것은 국립학술원(NAS)의 국립연구회의가 출판하는 NRC 사양표준이다.

1944년에 모든 가축에 대한 영양소의 급여적량(recommended nutrient allowance)이 발표 되었으며, 그 후 1953년에 영양소의 급여적량을 영양소요구량으로 표시하기로 하여 개정 되었으며, 이 후 정기적으로 계속하여 개정 및 증보되고 있으며, 가장 최근에 NRC 젖소사양표준(2001)이 출판되었다. 그 이외에도 미국 Cornell대학에서 개발한 CNCPS가 이용되고 있고 프랑스의 INRA연구소에서 제시한 PDI시스템, 호주의 SCA, 덴마크의 AAT-PBV 시스템 등 유럽의 각 국에서는 자체개발한 사양표준을 이용하고 있다. 그리고 우리나라에서도 최근 2002년에 한우, 젖소, 돼지 및 닭에 대한 사양표준을 개발하여 보급 및 이용되고 있다. 현재에는 국내외의 각 배합사료회사들은 기 개발된 사양표준을 중심으로 업체의 배합프로그램을 개발하여 사료 배합에 이용하고 있다.

## 우리나라 1982년 서울대학교에서 한국사료성분표 출판

사료배합을 위해서는 각 동물의 필요한 영양소 요구량을 제시하는 사양표준과 함께 각 원료사료들의 배합을 위한 사료성분표가 필수적이다. 이것의 개발은 1896년 Wilbur Atwater가 식품의 영양적 가치에 관한 성분표를 출판함으로써 시작되었고 그는 탄수화물, 지질 및 단백질 1g당 각각 4, 9 및 4 Kcal로 추산하였다.

사료성분표는 각국의 사양표준에 주로 함께 제시되어 왔으며 우리나라는 1982년에 서울대학교에서 한국사료성분표가 출판되었고 농촌진흥청 축산연구소에서도 1981년에 시험성적을 근거로 하여 한국 사료성분표 초판을 작성하였고, 1988년에는 국내에서 이용되고 있는 사료를 대상으로 제 2 개정판을 발간한 바 있으며, 그 이후에 연구한 시

험성적과 관련기관의 자료를 수집 정리하여 2002년에 제 3 개정판을 발간하였다. 또한 Cyber검색 프로그램은 한글과 영문, 국제사료번호로



검색이 가능하고, 단어 입력이나 주어진 목록을 클릭 함으로써 검색이 가능토록 하였다.

## 최초 배합비 이용사료는 1875년 영국 Leicester의 John Barwell의 송아지용 사료

이러한 사양 표준과 사료성분표의 제시 등과 함께 각 가축의 영양소 요구량과 원료들의 성분치, 가격 등을 종합하여 균형 잡힌 사료를 배합하는 기술도 발전하게 되었다. 최초로 배합비를 이용한 배합사료는 1875년 영국 Leicester의 John Barwell 배합사료회사가 송아지용 사료를 제조함으로써 시작되었다. 미국 최초의 배합사료 회사는 Blachford이며 이와 비슷한 시기에 Wisconsin주의 Fond du Lac의 내셔널식품회사가 젓소, 송아지사료를 제조하기 시작했다.

가축생산비 중에서 사료비가 차지하는 비중이 가장 높기 때문에 가축사양가로서는 생산효율이 높은 동시에 저렴한 가격의 사료를 구입하는 것이 경영합리화의 첩경이며 사료제조업자로서는 사료제조원가 중에서 원료비가 차지하는 비중이 가장 높기 때문에 양질의 원료를 저렴한 가격으로 구입하여 가축의 영양소요구량을 충족시키는 동시에 가장 저렴한 가격의 사료배합표를 작성하여 사료를 제조하는 것이 가장 핵심적인 업무라고 할 수 있을 것이다.

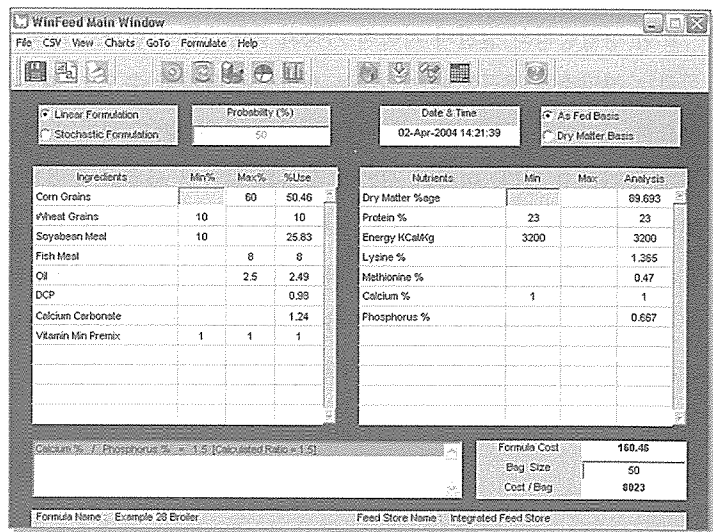
## 컴퓨터의 발전으로 상당히 정밀한 사료 배합비 가능

사료의 배합비 작성을 위해서는 첫째로, 생산 단계별로 영양소요구량이 확립되어야 하며, 둘째로 원료의 성분분석표가 준비되어야 하고, 셋째로는 원료의 사용가격이 제시되어야 한다. 위의 세 가지 자료가 주어지면 영양소요구량을 최소가격으로 충족시킬 수 있는 최소가격배합비(least cost formula)의 작성이 가능하데 과거에는 이러한 배합비를 작성하는데 수작업을 통한 지루한 시행착오법을 사용하였으나 지난 50년 동안 급속한 컴퓨터산업의 발달로 사료 산업도 예외 없이 컴퓨터를 도입하여 다양한 원료를 사용하여 수많은 영양소 요구량을 충족시키면서 가장 적은 비용을 계산하는 최소 비용 사료배합표(Least cost formula; LCF)를 작성하며 이 LCF를 작성하기 위해서 전산처리 방법으로 선형계획법(Linear Programming; LP)이 보편적으로 적용되고 있다. 사료 배합비는 현대 컴퓨터의 방대한 성능으로 말미암아 상당히 정밀하게 되었으며, 또한 각 단미사료의 물리적 특성을 나타내는 자료와 주어진 단미사료의 제한량 및 현재의 가격 등의 요인들이 상세하게 처리될 수 있게 되었다. 선형계획법(linear programming)을 이용한 최저가격배합비(least cost formula)는 사료공업에서 알려진 가장 중요한 과학적 진전 중의 하나이다.

미국 농무성 소속 Waugh는 1951년 최저가격낙농사료를 개발하였으며, 이것은 전통적으로 유지되어온 사양개념에 대한 도전이었다. 1957년까지 여러 개의 회사가 이것을 실험하였고, 1958년 Pennsylvania주립대

학 Robert F. Hutton 박사가 “사료제조에 있어서의 선형계획법의 이용”에 관하여 일련의 논문을 발표하였다. “최저가격” 사료를 배합하는데 있어서 선형계획법의 이용은 이를 사용할만한 충분한 물량과 훈련된 인원을 가진 주요 사료회사에 쉽게 보급되었다. 전산자료 처리장비의 폭넓은 이용 가능성은 컴퓨터를 모든 사료제조업자들이 이용토록 하였으며, 각각의 취향에 따라 서로 다른 원료에 고유 번호를 지정하여 사료배합을 정교하게 하기위한 노력이 경주되어 왔다. 거의 모든 미국 내 주의 사료법이 개정되어 원료의 집단표시가 가능하게 되었기 때문에 사료배합 기술자들은 시판 사료 배합에 더 많은 융통성을 가지게 되었으나 이러한 개정 전에는 한 원료를 빼거나 또는 사료에 새로운 원료를 첨가할 때는 새로이 등록과 표시가 요구되었다. 선형계획법에 있어서는 원료성분 측정치의 변이도(variability)가 고려되지 못하고 평균치나 평균치에서 편차를 보정한 보정치 중 한 가지 숫자를 사용하여 배합률을 계산하게 된다. 이러한 제한을 극복하기 위해서 통계적 개념 즉, 원료내의 영양소의 분산(variance)과 오차의 한계를 최소화하기 위한 신뢰도(confidance level) 개념을 도입한 통계식 프로그래밍(stochastic programming; SP)을 써서 배합율을 계산하는 시도가 있었다. 미국의 Pennsylvania 주립대학 연구팀(D’Altonso 등, 1992)에 의해서 개발되고 실제 적용시 잇점이 증명됨으로써 사료배합 기술의 새로운 발전으로 많은 관심을 모으고 있다.

근래에는 가축의 modeling을 통한 배합비의 작성이 이용되고 있다. 이것은 영양소 요구량의 변화에 영향을 미치는 요인들을 고려하고 어느 특정 사육환경이나 축산물 출하시 경제성에 맞추어 가장 적절한 영양수준을 요구량으로 설정하여 사료배합표를 작성한다면 보다 경제성이 있는 축산이 될 것이다. 즉 표준화된 영양소 요구량에 따라 사료배합비를 작성하는 것이 아니라 가축의 생산 modeling의 기술 발전으로 비표준화된 사료배합비를 작성하는 방법이다. 가축의 생산성과 생산성에 영향을 미치는 각 요인 즉 성별, 환경온도, 사육밀도, 사료의 영양수준간의 관계를 통하여 수학적으로 계량화 시키는 것을 modeling이라고 한다. 이 modeling은 수 많은 수학 공식을 동원하여 가축에 주어진 여러 가지 유전 및 환경 변수에 따른 생산능력을 예측 가능하게 한다. 역으로 주어진 여러 가지 유전 및 환경 조건에서 예상되는 생산성을 얻기 위해서 필요로 하는 영양





소 요구량을 결정하고 이 요구량을 충족할 수 있는 사료 배합표를 작성 할 수 있을 것이다.

## 안전한 친환경 식품 요구 증가, 자가배합 사료 증가 등 어느 때보다 올바른 배합비 이용 중요

인구의 증가에 따른 식품 수요의 증가와 더불어 국내에서는 안전한 친환경 식품에 대한 요구가 증가하고 있다. 이러한 요구에 충족시킬 수 있는 사료를 공급하여 축산물을 생산하는 것이 앞으로의 주요한 과제일 것이다. 그러기 위해서는 안전한 원료사료의 선택과 이용이 중요하며 또한 가축의 복지를 고려한 영양소를 공급할 수 있는 적절한 배합비의 작성 또한 중요할 것이다.

또한 생명공학의 발달과 지속적 가축의 육종개량의 결과로 가축의 생산성은 나날이 증가하고 있고 이에 부합하는 영양소를 공급해야 기대하는 생산성을 유지할 수 있기 때문에 이것을 충족시키는 배합비의 작성 또한 중요한 시기이다. 최근에는 배합사료회사를 이용하기도 하지만 자가배합한 사료를 공급하는 농가 및 영농단체가 증가하고 있다. 이러한 시기에 올바른 원료의 사용이 무엇보다도 중요하며, 부적절한 사료원료 사용에 의한 BSE와 같은 사고의 발생을 방지해야 할 것이며, 최대의 생산을 위한 최적의 배합비를 이용하는 것이 중요하다는 것을 양축농가는 충분히 인식해야 할 것이다. 배합비를 작성하는 자는 배합비를 작성할 때 영양학적 지식은 물론 기업의식과 고객에 대한 서비스정신 그리고 무엇보다도 축산업 전체 발전에 기여하고자 하는 사명감 등을 가지고 더욱 저렴하고 더욱 생산성이 높은 사료배합비를 작성하는 것이 중요할 것이다. ㉟