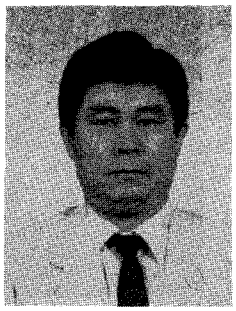
단 백 질 (I)



최 진 호
최진호 연구소

단백질은 동물체 조직의 구성성분으로서 중요한 기능을 가지는 영양소이며 탄수화물이나 지방과 함께 에너지를 발생하는 물질이지만 그 분자 구조내에 질소(N)를 함유하고 있다는 점에서 탄수화물이나 지방과 다르다. 단백질은 사료 중에서 비교적 많은 양을 차지하는 영양소이며 상대적으로 가격도 비싸서 일반적으로 사료내에서 가장 비용이 많이 드는 영양소이다. 따라서 여러가지 영양소 중에서 가장 많은 관심을 끄는 영양소이기도하다.

1. 단백질의 원소별 구성비율

단백질은 종류에 따라 구성 원소의 비율이 일정하지 않으나 일반적으로 탄소(C)가 51.0~55.0%, 수소(H)가 6.5~7.3%, 질소가 15.5~18.0%, 산소가 21.5~23.5% 정도이며 그외 유황(S)이 0.5~2.0%, 인이 0~1.5% 정도 함유되어 있다. 단백질의 질소 함량 역시 단백질의 종류에 따라 차이가 있으나 평균 16% 정도로 간주된다. 따라서 사료의 단백질 함량을 분석할 때 총 단백질 함량을 실제로 분석하는 대신 질소의 함량을 분석하는 것이 보통이다. 단백질의 평균 질소 함량을 16%로 볼 때 질소 1g은 단백질 6.25g에 해당된다(100/16=6.25). 따라서 사료의 질소함량을 분석해서 여기에 6.25라는 계수를 곱함으로써 단백질함량을 추정하고 있으며 이러한 방법으로 추정된 단백질을 조단백질(粗蛋白質)이라 한다.

실제로 사료의 단백질 함량을 계산할 때 순수 단백질 함량은 분석하기가 어려운 점도 있지만 많은 경우에 순수 단백질 함량

보다 질소의 함량이 더욱 중요한 의미를 가지는 경우가 많다. 따라서 순수 단백질 함량보다 조단백질 함량이 훨씬 널리 쓰이고 있으며 실제로 더 큰 의미를 가지기도 한다.

2. 단백질의 중요성

단백질은 다음과 같은 중요성을 가진다.

① 단백질은 동물세포의 중요한 구성성분이며 생명체의 기본 물질이다.

② 단백질은 체내에서 각종 화학반응에 촉매작용을 하는 효소와 몇가지 호르몬의 주성분으로 생명체내에서 각종 화학반응을 조절함으로써 생명현상에 관여하는 기본물질이다.

③ 단백질은 세포핵내의 핵단백질의 구성성분으로 세포의 유전물질의 운반체이기도 하다.

3. 단백질의 화학적 구조

단백질은 아미노산이라고 하는 기본 단위로 구성되어 있다. 아미노산이란 한 분자내에 알칼리성인 아미노기($-NH_2$)와 산성인 카복실기($-COOH$)를 동시에 가지고 있는 화합물을 말한다. 따라서 하나의 분자가 알칼리로도, 산으로도 작용할 수 있어서 양성물질(兩性物質)이라 한다.

아미노산 중에는 한분자내에 하나의 아미노기와 하나의 카복실기를 가지고 있어서 분자 전체로는 대략 중성을 이루고 있는 중성아미노산이 있는가 하면, 하나의 아미노기와 2개 이상의 카복실기를 가지고 있는 산성아미노산, 또는 하나의 카복실기와 2개이상이 아미노기를 가지는 알칼리성 아미노산도 있다. 한편 아미노산 중에는 메치오닌(methionine)과 씨스틴(cystine)처럼 분자내에 유황(S)을 함유하고 있는 것이 있어서 이들을 함유황 아미노산이라 한다.

자연계에서 단백질을 이루고 있는 아미노산에는 20여 가지가 있는데 한 아미노산의 아미노기와 다른 아미노산의 카복실기는 서로 알칼리와 산이므로 쉽게 반응하여 펩타이드 결핍을 형성하면서 연결된다. 단백질의 기본구조는 20여가지 종류의 아미노산이 펩타이드 결합에 의해서 마치 염주알을 실에 꿰듯 연결되어 있다. 이때 연결되는 아미노산의 종류와 수 및 순서는 단백질의 종류에 따라 다르며 바로 아미노산의 종류와 연결된 순서에 의해서 단백질의 성질이 결정되는 것이다. 한 분자의 단백질을 구성하는데 사용되는 아미노산의 수는 작게는 수십개에서 크게는 수만개에 달하는 것도 있다.

여러개의 아미노산이 펩타이드 결합에 의해서 연결된 화합물을 펩타이드라 하는데 2개의 아미노산으로 된 것을 다이펩타이드(dipeptide), 3개의 아미노산으로 된 것을 트리펩타이드(tripeptide)라 하며 10개 미만의 소수의 아미노산으로 된것을 올리고펩타이드(oligopeptide), 그이상 많은 수의 아미노산으로 된것을 폴리펩타이드(polypeptide)라 한다. 단밸질의 구조를 다른말로 표현한다면 단백질의 기본 구조는 폴리펩타이드라 할 수 있다. 펩타이드는 아미노산들이 일렬로 연결된 것인데 실제 구조는 똑바른 직선모양으로 된것이 아니고 코일모양으로 꼬여 있다. 코일모양으로 꼬인 펩타이드는 다시 크게 구부러지고 꼬여서 입체 공간에 독특한 모양을 만든다.

하나의 단백질은 반드시 하나의 펩타이드로 되는 것은 아니다. 어떤 단백질은 여러개의 폴리펩타이드로 구성되어 있으며 여러개의 덩어리가 모여서 하나의 큰 단백질을 이루기도 한다.

4. 필수 아미노산

대부분의 아미노산은 그 구조중에서 질소를 함유하고 있는 아미노기를 떼어내면 탄수화물이나 지방의 대사과정에 형성되는 중간 생성물과 같은 화합물이 된다. 이것은 다시 말하면 탄수

화물이나 지방대사 과정에서 생성되는 어떤 형태의 중간 대사물에 아미노기를 결합시키면 아미노산이 되는 것이다. 실제로 아미노산의 아미노기는 해당되는 탄소화합물 사이에서 쉽게 이전된다. 따라서 많은 수의 아미노산은 이러한 방법으로 체내에서 합성된다.

앞에서 언급한 바 사료내의 순수 단백질 함량보다는 질소함량에 6.25라는 계수를 곱한 조단백질함량이 실제로 더 큰 의미를 가진다는 것은 바로 이 때문이다. 만일 하나의 아미노기가 탄소화합물 사이를 이전할 때 아미노산의 숫자는 변함없이 하나이지만 아미노산의 종류가 달라질 때마다 분자량이 다르므로 아미노산의 양이 달라지는 것이다. 따라서 이 때 순수 단백질의 함량은 달라지지만 조단백질 함량에는 변동이 없이 일정하므로 이러한 경우를 보면 사료의 단백질 함량을 계산할 때 순수 단백질보다는 조단백질 함량으로 따지는 것이 편리하다는 것을 알 수 있다.

그러나 어떤 아미노산은 그에 해당되는 탄소 화합물이 탄수화물이나 지방대사과정에서 만들어지지 않는다. 이러한 아미노산은 체내에서 합성이 불가능한 것이다. 가축이 섭취한 단백질은 소화기관에서 일단 아미노산으로 분해되어 흡수한다. 체내에서는 이들 아미노산으로부터 자신이 필요한 단백질을 다시 합성한다. 체단백질을 합성할 때 그 단백질을 구성하는데 필요한 아미노산이 모두 그 자리에 있어야 단백질 합성이 진행될 것이다. 만일 필요한 아미노산중 어느것 하나라도 없으면 단백질 합성은 진행될 수 없다. 이 때 여러가지 종류의 아미노산 중에서 어느 것은 많고 어느 것은 적은 것이 있게 마련인데 이때 부족한 아미노산이 체내에서 쉽게 합성될 수 있는 것이면 별문제가 없다. 그러나 부족한 아미노산이 체내에서 합성될 수 없는 것이면 단백질 합성은 지장을 받게 될 것이다. 따라서 이러한 아미노산은 반드시 사료를 통해서 공급되어야만 가축체내에서 단백질대사가 원만하게 이루어질 것이다. 이와같이 체내에서 합성될 수 없거나 합성된다 하더라도 충분한 양이 합성되지 않아서 반드시 사료를 통해서 공급되어야만 하는 아미노산을 필수아미노산이라 한다.

표1. 닭의 필수 아미노산

아지닌	(arginine)
라이신	(lysine)
트립토판	(tryptophan)
히스티딘	(histidine)
페닐알라닌	(phenylalanine)
루신	(leucine)
아이소루신	(isoleucine)
드레오닌	(threonine)
메치오닌	(methionine)
발린	(valine)
글라이신 또는 쎄린	(glycine or serine)

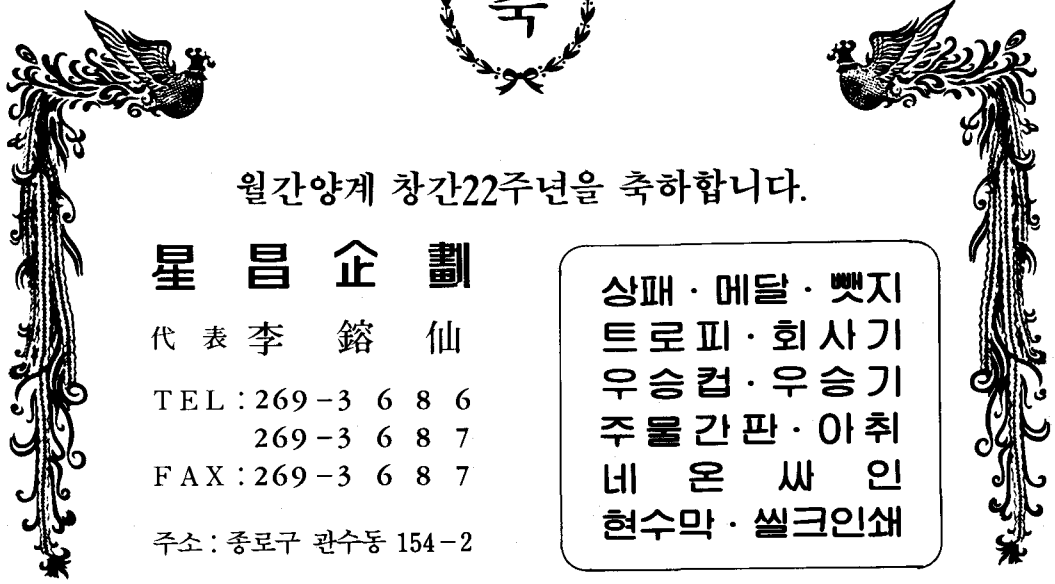
닭에서 필요한 필수아미노산은 표 1에서 보는 바와 같이 11가지이다. 이중 함유황 아미노산인 메치오닌은 같은 함유황 아미노산인 씨스틴(cystine)에 의해서 어느정도 대치될 수 있다. 사실은 메치오닌과 씨스틴을 모두 필수아미노산으로 간주할 수도 있으나 메치오닌으로 부터는 씨스틴을 합성할 수 있으나 씨스틴으로부터는 메치오닌을 합성할 수 없으므로 메치오닌만을 필수 아미노산으로 간주하는 것이다. 이와 비슷한 관계를 가지는 것이 페닐알라닌과 타이로신(tyrosine)의 관계이다. 페닐알라닌으로 부터는 타이로신을 합성할 수 있지만 타이로신으로부터는 페닐알라닌을 합성할 수 없다.

한편 글라이신(glycine)과 쎄린(serine)은 피차간에 서로 상호

전변이 가능하므로 어느것 하나만을 필수라고 할 수는 없으나 두가지 아미노산을 합한 양으로 어느 정도는 공급해야 하므로 이렇게 표현한다.

이들 필수 아미노산 중에서 글라이신 또는 쎄린을 제외한 나머지 10가지는 포유 단위가축에서도 필수이지만 글라이신 또는 쎄린은 조류에서만 필수이다. 이것은 질소의 노폐물을 배설하는 기전이 다르기 때문이다. 포유동물에서는 체내에서 이용되고난 질소의 노폐물을 요소의 형태로 합성해서 배설하는데 비해서 조류의 경우에는 요산으로 합성해서 배설한다. 질소를 배설하기 위해서 요산을 합성하는데는 글라이신이 필요하게 되며 요산 한분자를 합성하는데 글라이신 한분자씩 소요된다. 글라이신은 체내에서 합성되므로 포유동물에서는 필수아미노산이 아니지만 조류에서는 합성된다 하더라도 앞에서 설명한 이유로 소모량이 많으므로 체내에서 합성되는 양만으로는 충분치 못하고 반드시 사료를 통해서 공급되어야 하므로 필수아미노산으로 분류된다.

5. 단백질의 대사

동물체내의 단백질은 한번 합성되면 그대로 있는 것이 아니고 끊임없이 분해되어 새로 합성된 것과 교체된다. 체단백질이 분해되면 아미노산이 되고 이들 아미노산은 사료로부터 새로 흡수된 아미노산과 섞여서 새로운 단백질을 합성하는 원료로 이용된다.

아미노산중에서 체단백질 합성에 이용되지 못한 아미노산은 체내에 오래 저장될 수 없으므로 곧 분해된다. 아미노산의 분해과정은 일차적으로 아미노기가 떨어져 나가는 것으로 시작된다. 여기서 떨어져 나온 아미노기는 요산으로 합성되어 배설된다. 아미노기가 떨어져 나간 아미노산의 탄소화합물은 탄수화물이나 지방의 대사과정과 같은 경로를 거치면서 산화되어 에너지를 발생하기도 하고 체지방 합성에 이용되기도 한다. 양계