

体蛋白質과 蛋白質營養



高 泰 松

(建國大學校 畜産大學 助教授)

머리말

양축가 혹은 사료업자를 막론하고 가축의 영양에 관심이 있는 사람들은 누구나 가축영양에 있어서의 단백질의 중요성을 이해하고 있다. 그러나 구체적으로 단백질이 어떻게 중요한가에 대하여 설명하려면 얼른 대답하기가 어렵다. 또한 여러가지 실험결과를 이해하는데 있어서도 기초적인 지식이 서로 이어지지 않아서 납득이 안가는 수도 많다.

즉 단백질은 여러종류의 아미노산이 여러개 이어붙은 펩티드 결합이라는 결합 방식에 의하여 이루어진 물질이다. 또한 단백질의 중요성은 이러한 여러종류로 구성된 아미노산을 가축에 보급하는데 있다는 것은 누구나 이해하고 있다. 그러나 실은 좀 더 구체적으로 세상에서 흔히 말하는 새로운 지식을 이해하려고 하면 단백질에 관한 지식이 빈약함을 느끼게 되는 경우가 많다고 생각된다.

따라서 本稿에서는 가축 특히 家禽類에서 단백질의 체내 움직임과 영양에 대하여

설명해보려고 한다. 本稿를 읽고 단백질에 관한 지식을 약간이라도 넓힐수 있다면 감사하겠다.

1. 단백질의 흡수로부터 배설까지의 경로

섭취된 단백질은 아미노산으로 분해되어 腸管으로부터 흡수된다. 흡수된 아미노산으로부터 단백질이 합성되며 한편으로는 단백질이 분해해서 가금류에서는 요산으로 합성되어 배설되는 경로를 취하게 되는데 그림 1에 설명한바와 같다. 그러나 포유류에서는 주로 요소로써 배설된다.

즉 단백질을 섭취하면 소장에서 체장과 장액을 통하여 분비된 여러가지 소화효소에 의하여 아미노산으로 분해되게 된다. 이렇게 분해된 아미노산은 장관을 통하여 흡수되며 흡수된 아미노산은 門脈을 통하여 우선 간장에 들어가게 된다. 여기서 혈액단백질과 기타 여러가지 다른 단백질이 합성되고 일부는 그대로 혈액에 나오게 된다. 이와같이 혈액에 나온 아미노산이나 혈장단백질은 조직 단백질의 공급원이 되

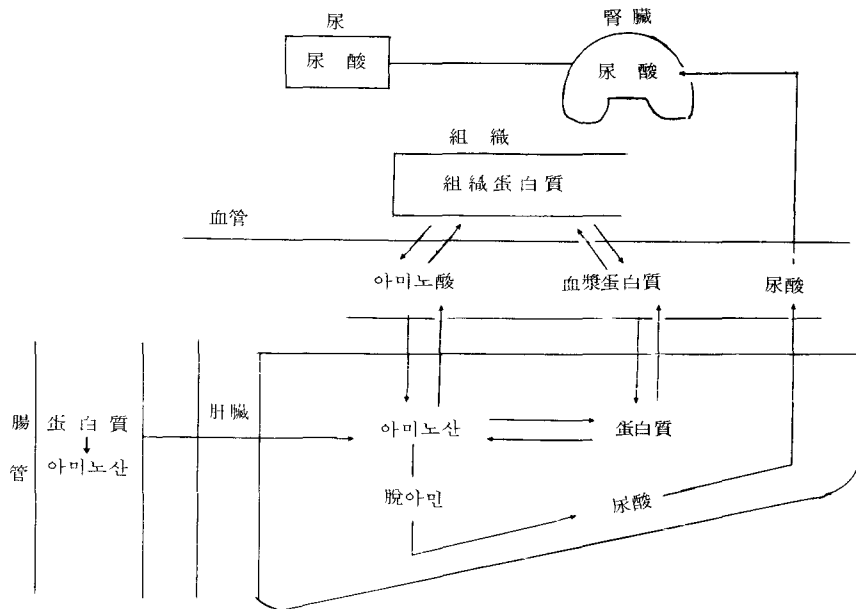


그림 1. 蛋白質의 吸收로부터 尿酸의 排泄까지의 經路

어 각조직에 운반된다.

한편 각조직의 단백질은 자체내에서 분해된 아미노산 혹은 단백질 자체로써 간장에 운반되어 여기서 분해되어 요산이 생성된다. 생성된 요산은 혈액을 거쳐서 신장에 운반되고 신장에서 요산은 尿로서 배설관을 통하여 体外로 배설된다. 물론 이와 같은 단백질중의 질소의 최종 대사산물은 요산이외에도 尿素, 암모니아, 크레아틴, 크레치닌등 여러가지 질소 화합물이 합성되어 배설된다. 또한 단백질의 구성元素중에서 탄소나 수소는 그대로 분해되어 체내에서 에너지源이 되거나 일부는 탄수화물이나 지방등 다른 영양소로 변환된다.

2. 체단백질량의 변동

체내에 흡수된 탄수화물이나 지방은 탄소, 산소, 수소등의 元素로 되어 있어서 분해하면 탄산가스와 물이 생성되어 肺 혹은 배설관을 통하여 배설된다. 그러나 단백질은 이러한 원소이외에 질소를 함유하고 있으며 제 1 절에 설명한바와 같이 배설된다.

그런데 이러한 질소화합물의 배설은 단백질을 함유하지 않은 사료를 급여했을때

나 혹은 절식시에도 끊임없이 배설된다. 이러한 현상에 대하여 실험이 계속되어 체성분중의 단백질은 동적상태에 있다는 것이 알려졌다.

동물에서 체중이 증가하지 않은 상태라고 하면 동물이 생산활동을 하지 않은 유지 상태에 필요한 양 만큼의 영양소를 급여했을때를 말한다. 이때는 급여한 질소량과 배설되는 질소량은 거의 비슷한 양이 된다.

즉 체중이 증가하지 않은 상태에 있는 흰 쥐에 방사성동위원소(N^{15})를 함유하고 있는 류신(Leucine)을 3일간 급여하여 그 동안에 배설되는 糞과 尿중의 N^{15} 를 측정해서 表 1에 나타낸 것과 같은 결과를 얻었다.

분중에는 흡수되지 않은 2.2%의 류신이 배설되었고 일단 흡수는 되었으나 즉시 대사되어서 尿中에 배설된 것이 27.2%였으나 체단백질중에는 56.5%나 출현하였다. 즉 급여한 N^{15} 의 반이상인 체단백질중에 존재하였다는 것을 알 수가 있다

이때 동물은 체중이 증가하지않은 상태이므로 체단백질의 전체량도 물론 증가하

表 1. 섭취아미노산(N¹⁵ -Leucine)의 체내에서의 움직임

| | N ¹⁵ 의 회수 % |
|---------------------|------------------------|
| 배설물 분뇨 | 2.2 27.2 |
| 체 비단백 N 단백질 N | 8.2 56.5 |
| 계 | 94.3 |

지 않은 상태이다. 그러나 급여한 N¹⁵를 함유한 아미노산이 체단백질이 되었으므로 사료를 통하여 흡수된 아미노산이 체단백질의 일부와 교체되는 한편 다시 체단백질의 일부는 계속 분해되어 배설되었다는 것을 나타내고 있다. 이와같이 체단백질이 끊임없이 합성분해를 계속하여 대사회전(Turn over)되는 상태를 체단백질이 동적상태(Dynamic state)에 있다고 말한다.

이렇게 단백질이 합성되고 분해되는 속도는 체단백질의 종류에 의해서도 틀린다. 혈장 단백질이나 간장단백질의 대사회전 속도는 빠르나 근육단백질은 보다 천천히 이루어진다. 또한 이와같은 대사회전의 속도는 단백질의 섭취량에 의해서도 다르다 즉 단백질함량이 다른 사료를 급여한 후에 그 대사회전 속도를 측정하면 알 수가 있다. 고단백사료를 급여하면 대사회전속도가 빠르고, 저단백사료를 급여했을때는 대사회전속도가 늦어진다. 말하자면 이것은 단백질 함량이 적은 사료를 급여 하였을때는 단백질이 소실되는 속도를 줄이도록 생체내에서 조절되고 있다는 것을 의미한다.

3. 단백질의 영양

단백질은 체의 구성성분으로써, 이미 설명한바와 같이, 질소를 함유하고 있으므로 다른 영양소인 탄수화물과 지방으로부터

체내에서 합성되지 않는다는. 따라서 체성분이 계속 증가해가는 성장기에는 단백질이 또한 계속 체내에 축적되어가는 과정이므로 단백질을 충분히 보급해야 될 필요가 있다는 것은 쉽게 이해가 될 것이다. 그러나 완전히 성숙한 닭이나 산란계에서 계란을 낳고있지 않은 경우라도 단백질을 계속 섭취하지 않으면 체중이 유지되지 않는다 이것은 제 1 절과 제 2 절에서 설명한바와 같이 체성분은 동적인 상태에 있기 때문이다. 즉 체단백질은 계속 분해되어가는 한편 사료를 통하여 흡수된 아미노산으로부터 합성이 계속되고있기 때문이다. 따라서 사료로부터 충분한 양의 단백질의 보급이 없으면 체단백질은 분해의 방향으로만 진행되어서 체중은 감소하게 된다

4. 단백질의 질과 영양

이와같이 체내에서 계속해서 분해되어가는 단백질을 보급하기 위한 사료중의 단백질은 모두 똑같은 효과를 가지고 있을까 이 문제에 대한 답으로 단백질영양이 발전하기 시작한 비교적 초기의 실험을 소개하면 다음과 같다.

즉 Osborne 과 Mendel은 여러종류의 단백질을 동물에 급여하여 단백질의 종류에 따라서 영양적으로 차가 있는가 없는가에 대한 동물실험을 하였다. 시험방법은 사료중에서 단백질 이외의 성분은 똑같은 양이 되도록하고 여기에 여러가지 단백질을 각각 똑같은양을 첨가한 사료를 만들어서 흰쥐를 사육한 후에 성장의 정도를 비교하는 것이다. 이때 사료에는 탄수화물, 지방 등의 에너지源은 충분히 함유될 필요가 있다. 그렇지 않으면 급여한 단백질의 일부가 에너지源으로 이용되어서 실험결과가 독적인대로 나오지 않기 때문이다. 이와같이 단백질이외의 영양소를 충분히 함유한 사료에 15~16%의 단백질을 첨가해서 어린쥐를 30일간 사육하여 그동안의 체중의 변화를 측정된 결과는 그림2와 같

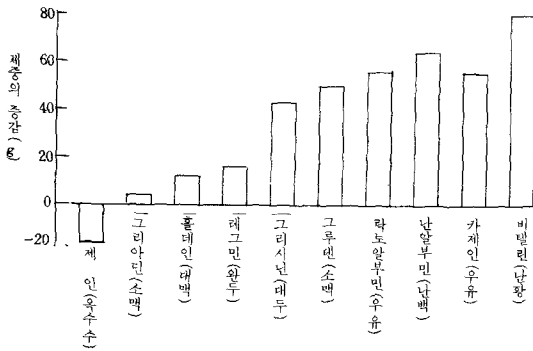


그림 2. 동물의 성장에 미치는 단일단백질의 효과다.

그림 2에서 보는바와같이 옥수수의 단백질인 제인을 단일단백질로 급여했을때는 오히려 체중이 감소하였으며, 다른 단백질들도 체중의 증가량은 종류에 따라 크게 달랐다. 일반적으로 우유나 卵중에 함유되는 단백질은 체중을 비교적 크게 증가 시켰으며 그 다음으로는 소맥이나 대두에 함유된 그루텐 혹은 그리시닌 이었다. 사료중의 단백질 이외의 성분에는 변화가 없고 또한 단백질 함량이 같음에도 불구하고 단백질의 종류에 따라서 성장의 속도가 달랐다. 즉 단백질은 그 종류에 따라서 영양적인 차이가 있다는 것이 확실시되었다.

5. 단백질 영양과 아미노산

또한 Osborne 과 Mendel 은 단백질영양가의 비교 측정에 관한 연구를 계속하는 동안에 다음과 같은 사실을 발견하게 되었다. 그것은 그림 2에서 보는바와 같은 성장이 좋지않은 단백질에 어떤종류의 아미노산을 첨가하면 성장이 좋아진다는 것이었다. 즉 소맥단백질인 그리아딘에는 리진 우유단백질인 카제인에는 시스틴을 첨가하면 체중증가량이 더 커졌다. 옥수수단백질인 제인에는 리진과 트립토판을 同時に 첨가해야만 성장이 좋아졌다. 이와같은 단

백질을 이용한 성장시험에 의하여 다음과 같은 사실이 명확해졌다.

사료에 함유되는 개개의 단백질은 각각 체중증가량 즉 영양소로서의 가치에 차가 있으며 사료중의 단백질의 함량을 증가해 가면 어느정도 까지는 체중증가량은 증가한다. 또한 영양가가 낮은 단백질이라도 여기에 특정의 아미노산을 첨가하면 체중증가량은 증가한다. 이러한 사실은 영양가가 낮은 단백질은 어떤 종류의 아미노산이 부족하다는 것을 나타내는 것이다. 따라서 단백질의 영양가에 차가 생기는 원인은 이것을 구성하고 있는 아미노산의 종류와 양에 의한 것이라고 생각된다.

6. 성장과 필수아미노산

자연계에 존재하는 단백질에는 20종류의 아미노산이 존재한다. 이 후에는 이와 같은 20종류의 아미노산이 동물의 성장에 미치는 효과에 관한 실험이 계속되었다. 즉 어떤 한종류의 아미노산만을 제외하고 다른 아미노산은 전부함유되었을 경우의 동물의 성장에 관한 실험을하게 되었다. 그 결과 닭에서는 알지닌, 히스티딘 이소류신, 류신, 리진, 메치오닌,시스틴, 스테오닌, 케닐알라닌, 티로신, 트립토판, 발린, 그리신과 같은 아미노산이 부족했을 때는 잘자라서 않는다는 것을 알게 되었다. 또한 사료중에 상기의 아미노산들이 충분히 함유되었을때는 잘 자란다는것을 알게 되었다.

이것들은 不可欠아미노산 (Indispensable amino acids) 혹은 必須아미노산 (Essential amino acids)라고 불리워진다. 즉 필수아미노산이 사료에 함유되지 않으면 동물이 잘 자라지 않으므로 사료중에 함유되지 않으면 안되는 아미노산을 의미한다. 체단백질에 함유되는 아미노산은 위에서 설명한 아미노산 이외의 다른 아미노산도 함유되는데, 이 이외의 아미노산은 체내에서 합성되기 때문에 따로 필요량을 정하지 않아도 된다.

상기 필수아미노산 중에서 메치오닌과 시스틴 혹은 케닐알라닌과 티로신은 서로 대체할 수 있다는 것이 알려졌다 또한 그리신은 체내에서 합성이 되나 충분한양이 존재하지 않으면 성장이 느리다는 것이 알려졌다. 즉 단백질의 최종대사산물인 요소산의 합성에는 그리신이 관여하므로 정상적인 단백질의 대사를 돕기위하여서는 충분한양의 그리신이 보급될 필요가 있는것으로 이해되고 있다. 上記에서 지적하지않은 필수아미노산중에서 어떤 아미노산이 사료중에서 부족해도 체중이 감소하고 또한 식욕이 감퇴되어서 결국은 폐사하게 된다.

7. 성숙한 동물과 필수아미노산

성숙한 동물에서도 어린동물과 똑같은 아미노산을 필요로 할 것인가 아닌가에 문제가 된다. 어린 동물에서는 성장기에 있기때문에 체중이 증가하므로 필수아미노산은 체중의 증가를 기준으로 해서 정하여져왔다. 성숙한 동물에서는 체중이 일정하므로 체중을 유지하는데 필요한 아미노산을 찾으면 된다. 그러나 체중의 측정보다도 질소출납법(N-balance technique)이 이용되어왔다. 이미 앞節에서 설명한 바와같이 체단백질은 동적인 상태에 있으므로 성숙한 동물에서도 체단백질을 계속 합성하지 않으면 안된다. 합성되는 체단백질은 그 동물에 특이한 아미노산組成을 가지고 있다. 즉 사료중의 단백질은 소화 흡수, 同化의 과정을 거쳐서 자기 특유의 아미노산조성을 가진 단백질로 교체해 가

는 것이다. 그 때문에 체내에서 합성할수 없는 아미노산 즉 필수아미노산중의 하나라도 모자라게 되면 체단백질을 합성할수 없기 때문에 체단백질의 분해를 보상할수 없는 없다. 이때 흡수된 체단백질을 합성하는 양 보다도 체단백질이 분해되는 양이 많아질 수도 있다. 배설되는 단백질은 요소산 등 다른 질소화합물을 이루므로 질소양으로 나타내면 단백질의 흡수량과 배설량을 비교할 수가 있다. 이와같이 질소의 出入을 비교하는 것을 질소출납법 이라고 하며 흡수량이 많을 때는 正(+), 배설량이 많을 때는 負(-)의 부호를 부친다. 필수아미노산이 결핍되면 질소출납은 (-)가 된다. 이와같은 상태가 계속되면 체중이 감소하며 필수아미노산을 판정하기 위하여 질소출납법을 사용하는 것은 보다직접적이라 할 수 있다. 성숙한 가금류에서의 필수아미노산은 성장중의 가금류의 필수아미노산과 그 종류가 같다.

맺 음 말

체단백질은 동적상태에 있어서 흡수된 아미노산으로부터 계속 합성되는 한편 계속 분해되어 간다. 성장중의 가축은 체단백질이 계속 증가되며 필수아미노산 중의 하나라도 결핍했을 때는 성장이 되지 않는다. 성숙된 가축에서는 필수아미노산중의 하나라도 결핍되면 합성되는 단백질양에 비하여 분해되어 배설되는 단백질양이 많아진다. 단백질의 질소 구성 필수 아미노산의 종류와 함량에 의하여 결정된다.