

균형잡힌 뉴클레오타이드 공급의 효과

(A balanced nucleotide supply makes sense)

가축 사료에 유리 뉴클레오타이드의 사용은 질병의 유무와 상관없이 가축 성장 단계에 있어 발생하는 스트레스에 상당히 효과적이다. 양돈 및 양계 사료에 이미 접목 중인 DNA와 RNA의 합성을 위해 필요한 핵산은 양어 산업에도 효과적이다.

뉴클레오타이드(Nucleotides)는 핵산(DNA, RNA)의 기초 구성 물질로 세포 복제에 있어 절대적으로 필요하다. 분자 구조는 당당류 합성체를 근간으로 하고 있으며, 여기에 한 개의 질소 베이스(Nitrogen Base)와 하나 내지 세 개의 인산군(Phosphate group)이 결합되어 있다(그림 1).

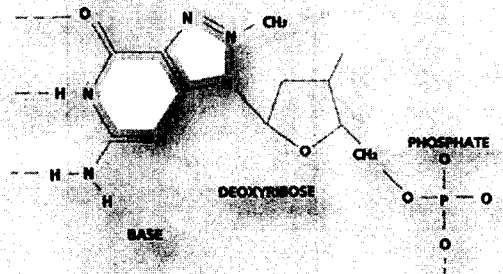
당 부분이 Ribose일 경우 RNA로 Deoxyribose일 경우 DNA가 된다.

또한, 베이스 부분이 퓨린(Purine)이나 아니면 피리미딘(Pyrimidine)이나에 따라 두 개의 서로 다른 합성 과정을 갖는 집합으로 구분된다. 그러나, 합성 과정 중에 요구되는 대사 에너지는 두 개 과정 모두 많은 양이 요구된다(그림 2)와 (그림 3)).

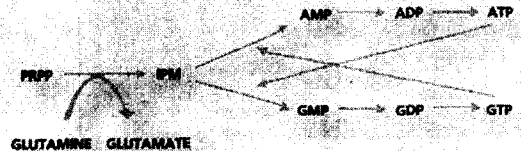
자연 상태에서 뉴클레오타이드를 얻는 방법에는 2가지가 있는데 하나는 많은 에너지를 소모하면서 합성하는 방법이 있고 다른 하나는 섭취를 통해 얻는 방법이 있다.

음식물을 통한 뉴클레오타이드의 섭취는 사료 원료에 존재하는 핵산의 분해에 의해 얻어질 수 있거나 직접적으로 유리 뉴클레오타이드를 공급함으로써 얻을 수 있다.

<그림 1> Molecular structure of a nucleotide

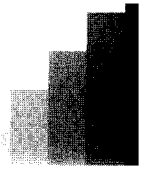


<그림 2> Purine synthesis



<그림 3> Pyrimidine synthesis





그러나, 비 유리 상태의 뉴클레오타이드나 핵산 형태로 존재하는 뉴클레오타이드는 매우 안정하기에 소화가 용이하지 않다는 문제가 있다.

유리 뉴클레오타이드들이 적정 비율로 구성된 카테일 제품은 매우 유용한데 특히 스트레스 상황을 이겨나갈 때 매우 효과적이다.

뉴클레오타이드가 요구되는 시기

특정 스트레스 상황에서는 이를 극복하기 위해 세포 재생율이 매우 빠르게 증가하게 되며 이로 인해 많은 양의 뉴클레오타이드가 요구된다. 이와 같은 스트레스 상황을 나열해보면 다음과 같다.

- 소화기관내 질병이 발생하게 되면 장점막내 Enterocytes의 교체가 활발하게 일어난다.
- 질병은 일반적으로 면역기관의 세포 재생률을 증가시킨다.
- 소화기관과 면역기관이 덜 발달한 어린 가축에 있어 더욱 심각한데 이는 소화 기관이 덜 발달함에 따라 섭취물로부터 뉴클레오타이드를 공급받기가 더욱 어렵기 때문이다.
- 사료 구성이 주로 식물성 원료로 구성되어 있는 경우, 뉴클레오타이드를 얻기 위한 소화나 이용성이 떨어진다.
- 다른 동물과 비교해 볼 때 어류와 갑각류의 초기 성장 단계에서의 체세포 복제는 매우 왕성하다.

이와 같은 부족 증상은 세 가지 면에서 보다 쉽게 정리해서 이해할 수 있다.

- 장에 문제가 발생하면 Enterocytes의 교체율을 증가시킨다.

- 또한, 면역 기관의 세포 재생 속도를 증가시킨다.
- 일반적으로 성장 초기단계때 세포 재생율이 높다.

이와 같은 경우, 회복 대사를 위해 뉴클레오타이드의 내생 합성이 세포 재생율이 높은 시기에 필요량 이상으로 높아지기 때문에 준필수영양소로 고려할 수 있다.

지난 몇년간 가축과 인간을 대상으로 음식물내 뉴클레오타이드를 첨가하여 위 장관과 면역기관에 미치는 효과에 대한 수많은 실험이 실시되었다.

장 발달

사료내 뉴클레오타이드가 장의 발달과 성장에 중요한 역할을 한다는 사실은 이미 널리 알려져 있다.

이런 가설은 Uauy 등(1990)의 연구를 많이 인용하였는데 이들 실험에 의하면, 이유시기에 쥐 사료에 뉴클레오타이드를 첨가한 결과, 장의 단백질과 DNA 수준이 증가하고 주로 소장 전반부에서 장 용모 길이가 증가하고 말타아제(Maltase)의 역가가 증가하였다.

이유 시기는 사료 섭취량이 저하되는 특징이 있는데, 이로 인해 직접적으로 장벽 발달에 반하는 에너지 균형을 초래한다. 따라서, 이와 같은 매우 심각한 시기에 뉴클레오타이드를 공급하게 되면, Enterocytes의 재생에 도움이 된다.

소화 이상

가축 사료에 뉴클레오타이드를 첨가할 경우 유당으로 인한 전해질 차에 의해 발생하는 설사를 줄여

주요 장의 형태학적 변화도 개선할 수 있다(Bueno 등, 1994).

설사가 시작되면 소화관의 영양소 흡수 용적이 감소하게 되어 가축은 저 영양 상태가 된다.

영양소 부족에 따라 enterocyte와 같은 세포의 재생이 가장 먼저 영향을 받게 되어 장벽이 본연의 모습을 상실하게 된다.

장벽의 형태 변화로 인해 방어 장벽의 기능이 감소하게 되어 박테리아 감염이 쉽게 일어나게 되고 결국 소화 이상으로 이어지게 된다.

장점막이 제 형태로 복구되기 위해 enterocytes는 뉴클레오타이드와 같은 특수한 영양소의 요구량이 증가하게 된다.

왜냐하면 새로운 뉴클레오타이드를 합성하는데 제한이 따르기 때문에 장 관강으로부터 유입되는 뉴클레오타이드의 양에 따라 enterocytes의 복구가 결정되기 때문이다.

그러나, 점막이 제대로 회복되기 위해서는 뉴클레오타이드가 균형을 이룬 형태로 공급되어야 하며, 개별적으로 각각의 뉴클레오타이드가 공급될 경우 효과가 없다(Adjei 등, 1996).

훼손된 장벽을 고치는데 도움을 주는 것과 별개로 뉴클레오타이드를 공급하였을 경우 장 건강을 유지할 수 있는 방어 효과가 있다.

뉴클레오타이드가 함유된 식품을 아이에게 먹었을 경우 장내 미생물 균총의 변화가 있었는데, 비피더스 균이나 젖산균과 같은 유익균의 균총이 안정화되었고 이로 인해 장 문제가 감소하였다(Uauy, 1995).

면역 기능

뉴클레오타이드가 부족한 사료를 섭취하였을 때 림프구의 유사분열 속도가 감소하게 되어 interleukin-2의 생산이 감소하고 체액성 면역 수준이 저하된다(Chandra와 Kumarsi, 1994).

이와 같은 면역체의 반응 능력 감소로 인해 질병 감염에 대한 저항성이 감소하게 된다.

이 경우 뉴클레오타이드는 쥐를 대상으로 한 실험에서 *Staphylococcus aureus*에 대한 감염 저항에 긍정적인 효과를 나타냈다(Kullkarni 등, 1986).

그러나, 이제까지 면역 체계에 작용하는 뉴클레오타이드의 효과는 정확하게 이해되지 않고 있다.

영양적 역할 이외에 뉴클레오타이드는 면역 세포의 발생에도 영향을 미친다.

뉴클레오타이드는 장 림프 조직 내 T림프구의 분화에 있어 조절인자로 활동한다. 또한, 뉴클레오타이드의 수준에 따라 CD4 림프구와 마크로파지의 활력이 증가되는 것이 발견되었다.

뉴클레오타이드의 이로운 효과는 체액성 면역의 경우 잘 설명할 수 있다. 항 *Haemophilus influenzae*와 항 diphtheria 백신을 주입한 후 뉴클레오타이드가 첨가된 사료를 급여한 결과 항체 생산이 증가됨을 알 수 있었다(Pickering 등, 1998).

양어 사료에 적용

최근 영양학 분야에 있어 준 필수영양소로 명명된 일부 영양소들은 일본, 미국, 유럽 그리고 브라질의 아동들을 위한 식품에 이용되고 있다.

그러나, 이 들 영양소들은 아직까지 가축 영양에

폭넓게 접촉하지는 않고 있으며, 이는 효과를 입증할만한 실험들이 부족하기 때문이다. 이런 면에서 볼 때 보다 훌륭한 효과를 기대할 수 있는 분야 중 하나가 양어 사료에, 특히 스트레스 시기에 뉴클레오타이드를 급여하는 것이라 할 수 있다.

최근 연어과 물고기를 대상으로 실시하였던 실험에서 뉴클레오타이드를 급여한 결과 건강 상태가 호전되고 바이러스와 세균 감염에 대한 저항성이 증가하였으며, 체외 기생충의 심각한 체내 침입 정도도 감소하였다(Burrells등, 2001a).

동시에 뉴클레오타이드가 첨가된 사료를 급여한 결과 백신 주입 기간 동안 처리나 바닷물로 이동할 때 나타나는 성장 지체가 어느 정도 해결되었음을 보여주었다(Burrells등, 2001b).

뉴클레오타이드는 어류와 갑각류의 생산성이나 생존율에 매우 중요한 역할을 하는 것으로 알려져 왔다.

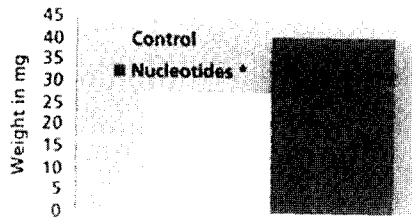
이 글에 제시된 CA-IRTA의 Estevez 박사의 흥미로운 실험을 보면, 비육 전 단계의 도미를 대상으로 뉴클레오타이드를 급여할 경우 도미의 생존율, 생산성 그리고 장 형태 변화가 있는지 확인하는 것이 주 실험 목적이었다.

이 실험은 균형 잡힌 뉴클레오타이드를 급여할 경우 도미 유충의 체중과 크기가 증가하는 것으로 보여주고 있다(<그림 4>).

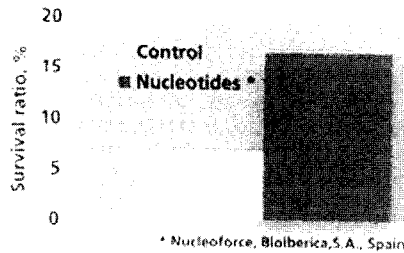
또한 뉴클레오타이드를 급여한 군의 생존율이 높았으며(<그림 5>) 장 용모의 수도 증가하였다(<그림 6>).

이는 뉴클레오타이드의 섭취로 인해 장과 면역 체계가 증진되었기 때문이다. ㉟

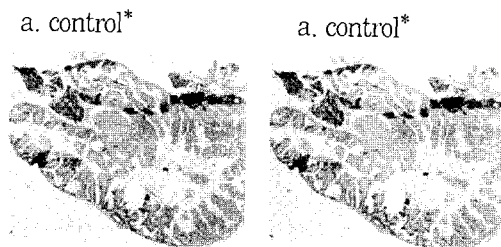
<그림 4> Weight at 36 days after beginning the trial in sea bream that started with the same initial weight of 0.664mg.



<그림 5> Results of survival in sea bream 36 days after beginning the trial.



<그림 6> intestinal lining of sea bream at 76 days of age.



출 | E. Borda, D. Martinez-Puig and X. Cordoba(Feed Mix, Vol.11, No.6, 2003)