

미네랄 킬레이트(Mineral Chelate)가 양계의 생산성에 미치는 영향

1. 미네랄 킬레이트(Mineral Chelate)의 특징

지금까지 항생제 대체제로서 유기산, 중쇄지방산, 생약제, 에센셜 오일, 생균제, 면역증강제 - 렉틴, 베타글루칸, 만난올리고당 등에 대하여 연재하였다. 이번호는 마지막으로 미네랄 킬레이트 대하여 기술하려고 한다. 반세기 전만해도 토양 및 식물에는 가축에게 필수적인 미네랄이 많이 함유되어 있었지만 해를 거듭할수록 끊임 없이 계속되는 작물의 대량재배 등에 의해 많은 양의 미네랄이 토양으로부터 빠져나갔다. 그 결과로 가축용 사료작물은 미네랄이 매우 부족하게 되었다.

근래에 와서 아연(Zn)과 구리(Cu)는 생산성의 개선을 목적으로 영양소 요구량 이상 고수준 즉 약리적 수준으로 사용하게 되었다. 이는 과다사용-과다배설로 환경오염이 우려되고 있는데 이용성이 높고 면역증강 기능이 있는 미네랄 킬레이트(mineral chelate)에 대한 관심이 높아지고 있다.

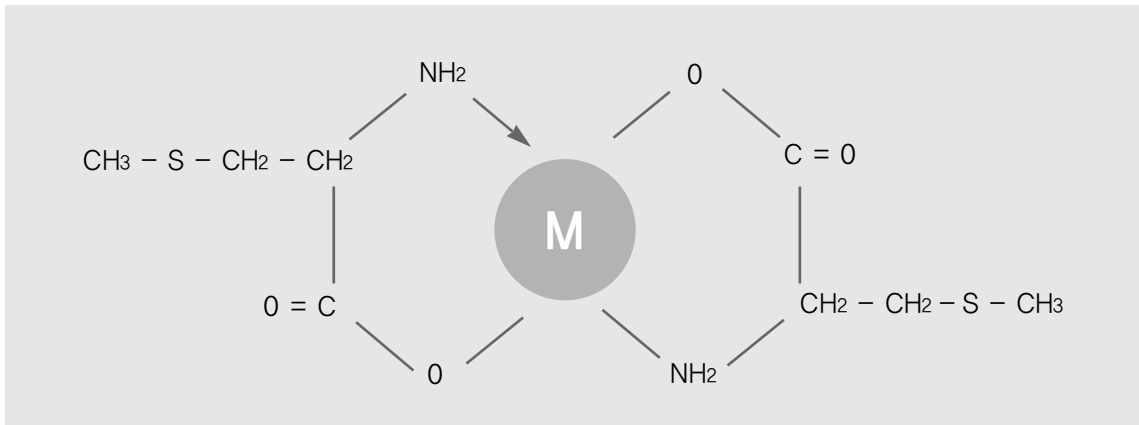
Chelate는 claw(게)라는 뜻을 지닌 그리스어의 chele에서 유래된 용어로서 미네랄 금속이 양이온 금속과 결합되는 방법을 말한다. 미네랄



우 경 천

(주)피드윈 대표이사/농학박사

킬레이트는 소화기관 장벽에서 미네랄을 이온형, 킬레이트 상태로 흡수되는 화합물질인데 불용성 화합물로 전변되는 것을 예방하고 불용성 콜로이드에 흡착되는 것을 방지하여 소화흡수를 용이하게 한다. Chelated mineral은 1)체내의 생물학적 이용성이 높고, 2)아미노산과 결합되어 안정성이 높으며, 3)분자량이 적어 소장벽을 쉽게 투과할 수 있는 장점이 있는 반면에 무기태 미네랄보다 가격이 보통 10배 이상 고가인 단점이 있다.



〈그림 1〉 미네랄 킬레이트의 화학구조식

1) 아연(Zn)

비타민 A와 비타민 B군, 필수지방산에 대사에 관여하며 특히 Kidd등(1996)은 효소의 면역 체계에 관여한다고 보고하였다. 아연(Zn)이 결핍되면 성장지연, 관절의 비대, 우모발생 불량, 사료요구율 저하, 식욕감퇴 등이 있다.

Kratzer 등(1959)은 대두박에 EDTA를 첨가하면 아연의 이용성이 개선된다고 보고하였는데 킬레이트 자체가 장에서 흡수되어 대사가 되고 헤모글로빈(hemoglobin)을 형성하여 킬레이트 금속물질이 세포벽을 통과할 수 있는 기능이 있기 때문이라고 하였다. 또한 킬레이트는 조골세포(osteoblast)의 칼슘과 인의 반응을 조절하기도 한다. 즉 혈액내 용해성 칼슘의 양을 조절하고 인의 농도를 조절한다. 이외에도 칼슘이 고농도인 경우 항생제의 적용을 억제한다.

2) 구리(Cu)

철(Fe)과 함께 헤모글로빈 합성에 필요한 미네랄이다. 구리(Cu)는 산소대사에 작용하는 효소 체계에서 중요한 역할을 하며 사료에

200~250ppm/kg 첨가하여 성장촉진제로 사용되고 있다. 구리(Cu)가 결핍되면 빈혈, 성장부진, 골격이상, 우모의 탈색 등이 나타난다. 육계에서 구리(Cu)의 요구량은 약 8ppm/kg 정도(NRC, 1994)이지만, CuSO₄ 형태로 사용시 성장촉진 효과가 있기 때문에 구리(Cu) 기준으로 100~300ppm까지 높은 수준을 사료에 첨가하고 있다(Fisher, 1973). 약리적 수준으로 구리(Cu)를 이용한 시험은 황산태가 대부분이었지만 Cu-sulfate 보다 Cu-methionine chelate(Cu-Met) 형태로 육계에 공급하는 것이 극소량으로도 뚜렷한 성장개선 효과를 기대할 수 있다(Paik 등, 1999). 육계사료내 구리(Cu) 125~250 ppm/kg을 첨가하면 혈액과 가슴근육 콜레스테롤의 함량을 감소시킨다(Pesti와 Bakalli, 1996). Hawbaker 등(1961)과 Stahly 등(1980)에 의하면 구리는 세균발육 저지능력과 살균능력을 가지고 있다고 하였다.

3) 철(Fe)

잘 알려진 대로 헤모글로빈(hemoglobin) 합

성에 절대적인 미네랄이다. 철(Fe)은 세포대에 필수적이며 심장근육 등에 필요한 마이오글로빈은 철분을 필요로 한다. 철(Fe)이 부족하면 빈혈, 우모의 착색이 탈색되며 아플라톡신에 감염된 사료를 섭취하면 철분흡수를 감소시킨다.

위와 같이 아연(Zn), 구리(Cu), 철(Fe)은 사료내 요구량도 많고 서로 길항작용이 있어 이용성이 높은 형태로 공급되어야 한다. 따라서 최근에는 무기태인 oxide 형태나 sulfate 형태보다 효과적으로 장에서 흡수되는 metal-amino acid 형태로 유기태 광물질이 많이 연구되고 있다(Wedekind 등, 2001).

2. 미네랄 킬레이트의 종류

1) 금속이온을 운반하거나 저장하는 킬레이트

- (1) 아미노산, 시스틴, 히스티딘은 효과적인 금속결합 물질인 리간드(ligand)이며 체내에서 혈액으로 운반하고 세포막을 통과하고 금속이온을 저장한다.
- (2) EDTA(혈액응고제로 쓰이는 에틸렌디아민 사초산)은 아연 및 기타 광물질의 이용성을 증진시키며 납중독증에 효과적으로 사용된다.

2) 대사에 필수적인 킬레이트

동물 체내에 존재하고 예를 들면 헤모글로빈(hemoglobin), 사이토크롬(cytochrome) 효소, 비타민 B₁₂는 미네랄 킬레이트 이온대사에 필수적이다.

3) 필수 양이온의 이용을 억제하는 킬레이트

피틴산-아연 킬레이트는 생물학적 가치도 없

으며 정상적인 킬레이트 이온대사를 억제한다. 킬레이트의 안정성 즉, 안정상수는 구리, 니켈, 아연, 코발트, 철, 망간, 마그네슘 순서로 안정성을 이루고 있다.

3. 실험결과

임 등(2002)의 육계의 구리, 아연, 구리+아연 킬레이트 사양시험 결과는 다음과 같다. 0~5주령 전 기간동안의 증체량은 대조구에 비해 미네랄 킬레이트 처리구들이 유의적으로 높았다(P<0.05). 특히 구리+아연 킬레이트 처리구가 가장 높은 증체율을 보였지만 처리구간의 유의적인 차이는 없었다. 사료섭취량은 대조구에 비해 미네랄 킬레이트 처리구가 다소 높았다. 사료요구율은 대조구보다 처리구가 유의적으로 낮았다(P<0.05). 폐사율은 전 사양기간중 처리구간의 유의적인 차이는 없었다. 육계의 생산성을 종합적으로 나타내는 생산지수는 대조구보다 미네랄 킬레이트 처리구의 생산지수가 유의적으로 높았으며(P<0.05) 미네랄 킬레이트 처리구간에는 구리+아연 킬레이트 처리구가 가장 높았다. 미네랄은 유기태로 킬레이트하면 안정성과 이용성이 높아져 육계의 생산성에 효과적이었다.

임 등(2003)의 산란계의 아연, 구리, 구리+망간, 아연+구리+망간 킬레이트 사양시험결과는 다음과 같다. 헨데이 산란율은 구리 킬레이트 처리구가 가장 높았으며 반면에 아연 처리구가 가장 낮았다(P<0.05). 아울러 아연+망간 킬레이트 처리구는 산란율에 효과적이지 못하였으나 아연+망간+구리 킬레이트는 대조구보다 산란율이 높았다. 난중은 산란율이 가장 낮은 아연 킬레이트 처리구가 가장 높았으며(P<0.05)

실험 1

표1. 구리, 아연, 구리+아연 킬레이트 처리가 육계의 생산성에 미치는 영향

구분	주령	처리구			
		대조구	구리 킬레이트	아연 킬레이트	구리+아연 킬레이트
증체량 g/수	0~3	684.9 ^b	725.2 ^a	729.0 ^a	738.5 ^a
	4~5	960.3 ^b	971.5 ^{ab}	980.3 ^{ab}	1,001.9 ^a
	0~5	1,645.2 ^a	1,696.6 ^a	1,709.3 ^a	1,740.4 ^a
사료섭취량 g/수	0~3	1,004.9	1,026.2	1,023.3	1,030.5
	4~5	1,688.2	1,679.1	1,696.4	1,709.9
	0~5	2,693.1	2,705.2	2,719.6	2,740.5
사료 요구율	0~3	1.457 ^a	1.415 ^b	1.403 ^b	1.395 ^b
	4~5	1.758	1.729	1.731	1.707
	0~5	1.637 ^a	1.595 ^b	1.591 ^b	1.575 ^b
폐사율 %	0~3	0.40	1.20	0.40	0.8
	4~5	0.00 ^b	0.00 ^b	0.00 ^b	1.22 ^a
	0~5	0.40	1.20	0.40	2.00
생산지수	0~5	285.98 ^b	300.17 ^{ab}	305.69 ^{ab}	309.36 ^a

구리 킬레이트:100ppm

아연 킬레이트:100ppm

구리+아연 킬레이트:100ppm+100ppm

실험 2

표2. 아연, 구리, 구리+망간, 아연+구리+망간 킬레이트 처리가 산란계 (96주-103주령)의 생산성에 미치는 영향

구분	처리구				
	대조구	아연 킬레이트	구리 킬레이트	구리+망간 킬레이트	아연+구리+망간 킬레이트
헨데이산란율(%)	69.97 ^{ab}	67.13 ^c	72.57 ^a	68.37 ^{bc}	71.67 ^a
난 중(g)	70.27 ^{bc}	70.77 ^a	69.33 ^c	69.72 ^{bc}	70.04 ^{abc}
사료섭취량(g)	127.94 ^{ab}	127.31 ^{ab}	129.18 ^{ab}	126.87 ^b	130.44 ^a
사료 요구율	2.62 ^{ab}	2.7 ^a	2.58 ^b	2.68 ^{ab}	2.60 ^{ab}
난각강도(kg/egg)	3.49 ^c	3.52 ^{bc}	3.70 ^a	3.63 ^{ab}	3.63 ^{ab}
비 중	1.0845 ^b	1.0851 ^b	1.0864 ^a	1.0847 ^b	1.0851 ^b
난각두께(mm)	0.366	0.375	0.374	0.376	0.369
호우유닛	74.96	74.55	75.46	74.63	75.77

아연 킬레이트:100ppm

구리 킬레이트:100ppm

구리+망간 킬레이트:100ppm+100ppm

아연+구리+망간 킬레이트:100ppm+100ppm+100ppm

사료요구율은 구리 킬레이트 처리구가 가장 낮았다. 난각강도는 대조구보다 모든 미네랄 처리구가 높았으며 비중은 구리 킬레이트 처리구가 가장 높았다. 난각두께와 호우유닛는는 처리구간 유의적인 차이는 없었다. 결론적으로 미네랄 킬레이트 중 구리 킬레이트 처리구가 산란계의 생산성에 가장 효과적이었다.

지금 우리 양계업계는 과일생산으로 인한 축산물 가격하락, 국제곡물가 상승로 인한 사료비 인상, 소비자들이 안전한 축산물에 대한 관심, 한미FTA 등 여러가지 어려움에 직면해 있다. 이러한 어려움도 양계농장에서 위생적이고 안전한 축산물을 생산한다면 소비자들이 우리 축산물을 다시 찾게 될 것으로 믿는다. 부족한 지면을 통해 항생제 대체제에 대한 고찰이 양계농가에 조금이나마 도움이 되었으면 하는 마음이며 그동안 관심을 가져 주셔서 감사드립니다. **양계**