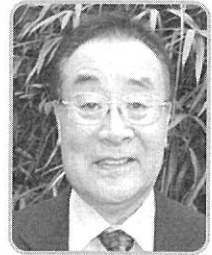


# 가금 사료중 최적 유기 미량미네랄 선정

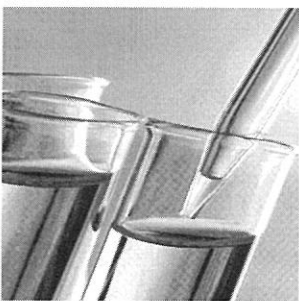


고 태 송

건국대학교 명예교수,  
닭 수출연구사업단 책임연구원

가금 사료 중 무기(無機) 미량 미네랄 (inorganic trace mineral) 급원 들을 소량의 유기(有機) 미량(微量) 미네랄 (organic trace mineral : OTM) 형(形)으로 대체하면 얻을 수 있는 생산성 향상은 매우 크다. 이를 위해서 정확한 OTM 선정시험법 사용이 불가결하다.

유기 미네랄들은, 과거 이십여년 넘게 서너 분야의 가금 생산성 향상을 위하여 미량 미네랄의 부분적 대체제로 사용되어 왔다.



유기 미네랄들은 종계의 수정율, 난각 강도, 그리고 도체 품질과 육질 향상을 위하여 사용되어 왔다. 최근 연구

에서, 무기 미량 미네랄 급원들을 이용성 높은 유기 미량 미네랄 형들 소량으로 대체하면, 미량 미네랄의 배설량 (排泄量)을 최소화하고, 무기질-관련 (無機質-關聯) 형질 (形質)들의 생산성을 적정화 할 수 있다는 것을 알게 되었다.

유기 미네랄 급원 사용시에, 시험 (테스트)으로 가금의 미네랄 흡수와 축적의 최적화 발현을 확인하면 가금 미량 미네랄 영양의 새로운 지평을 열게 될 것이다. 아마 보다 중요한 것은, 유기 미량 미네랄 급원들의 검정 시험 방법들의 성공적 적용이 가능한지 여부를 이해하는 것이다.

## ■ 애매(曖昧)한 용어 (用語)

착염화 혹은 킬레이트 형성 화학제품은, 동물산업에서 일반적으로 불명료한 점들이

있다. 금속 아미노산 착염 (metal amino acid complexes), 금속 아미노산 킬레이트 (metal amino acid chelates), 금속 다당류 착염 (metal polysaccharide complexes) 그리고 금속 결합 단백질염 (metal proteinates abound) 과 같은 용어들은 아직도 공식적 정의가 애매하고 그 생산성 향상 가치의 이해에 도움이 되지 않는다. 이에 “효능 좋은 또는 적은” 유기 미네랄 킬레이트를 구분하는 과학적 특성 테스트가 요구된다. 분석 가능한 기본 평가 값들은 : 총 무기질, 아미노산 조성, 질소 대 미네랄 비, 결합 무기질의 퍼센트, 분자량 크기, 용해도와 안정성이다.

생물학적 이용성을 흉내내는 인 비트로 (in vitro) 테스트가 고안되어 개발중이다. 사용중인 몇 개의 분석법은 개개 제품들에 관한 정의나 가치있는 정보들을 제공한다. 모든 유기미량 미네랄 (OTM) 부류들의 적절한 비교와 생물학적 이용성 대비 (對比) 를 위해서는 한가지 테스트만 사용해서는 불가능하다. 그 위에, 이들 기술들은, 지금까지는 무기질 급원으로서 동물의 위 장관 (胃腸管) 환경 밑에서 어떻게 작용 하는지 아무 정보도 제공하고 있지 않다.

<표 1> (번역자 붙임). AAFCO (1998)의 유기 미네랄 착염(錯鹽)들 정의

금속 아미노산 착염 (Metal Amino Acid Complex)는 수용성 금속염과 아미노산들의 착염화로 만들어진 제품.

금속 아미노산 킬레이트(Metal amino acid chelate) - 금속이온의 반응 결과 생성된 제품으로, 몰 (mole : 그램 분자) 비로 수용성 금속염 1몰과 아미노산 3 몰 (2몰이 많다)이 배위결합 (配位結合 : coordinate covalent bonds)하여 생성된다. 가수분해 아미노산들의 평균 분자량은 150 정도이고 형성 킬레이트들의 분자량은 800을 넘지 않아야 한다.

금속 다당류 착염 Metal Polysaccharide Complex-는 수용성 염과 다당류 용액이 착염화 하여 생성된 제품.

금속 단백질 착염 Metal Polysaccharide Complex-는 부분적으로 가수분해된 단백질/아미노산과 수용성 금속염이 킬레이트 반응하여 생성된 제품

AAFCO : The Association of American Feed Control Officials (1998)

(번역자 주 : 위키 백과) 모든 킬레이트들 chelates 은 착염들 complexes이다. 그러나 모든 착염이 킬레이트는 아니다. 킬레이트 반응 리간드 [배위자 (配位子) : chelating ligand] 는 금속이온과 화학결합이 가능한 두개의 원소들을 함유한다. 리간드는 고리의 잠금 멤버로서 금속과 복소환식(複素環式) 고리 (heterocyclic ring)를 형성하며, 미네랄과 리간드 비율은 안정성 유지를 위한 최소 필요 조건을 갖추어야 한다.

■ 미네랄 농도

OTM중의 미네랄 총량의 정확한 정량은 모든 사료 제조업자들이 사용하는 근본적 품질 관리 방법이다. OTM들 사이의 가치를 비교하여 판단할 때 여러 제품들의 가격 비용을 비교 할 것이다. 그러나, 총 미네랄

함량은 개개 제품들의 생물학적 이용성에 관한 정보는 제공하지 않는다는 것을 기억하는 것이 중요하다. 이와 같이 미네랄 함량과 가격만으로 미네랄 제품의 진정한 가치의 비교 판단은 한계가 있다.

#### ▣ 아미노산 조성(組成) (성분비 : 成分比)

아미노산 성분비 측정은 아미노산-기반 및 단백질-기반 제품인 경우에 사용된 결합기 형과 조성을 아는데 사용 가능하다. 정의된 아미노산 제품들에서, 아미노산 성분비로, 어떤 담체(擔體)가 사용되고 있는지 그리고 착염 단백질 급원들의 함량이 어느 정도 인지 알 수 있다. 개개 아미노산의 비율은 쉽게 식물성 및 동물성 단백질 급원들의 확실한 구분을 판단하게 할 것이다.

#### ▣ 질소 대 금속 원소 비

미네랄 (금속)에 대한 질소의 분자 비율 감정은 글리신-기반 킬레이트 제품들과 같은 특징있는 아미노산 제품들의 판단에 쓸모 있는 방법이다. 아미노산 제품들에서 질소 (아미노기)는 미네랄과 배위결합하는 주역할 (리간드: 배위자)을 한다. 일반적으로, 이 반응 비율이 질소 대 미네랄이 1 대 1 또는 더 크면, 그 제품은 전하 (電荷)한 착염 (錯鹽) (킬레이트가 아님)과 같이 미네랄과 결합 가능한 충분한 글리신을 함유한다. 1 대 1보다 작으면, 아미노산 제품은 금속과의 결합에 충분 하지 않은 질소(아미노기)를 함유한다. 명확히 질소 대 미네랄비가 2 대 1 또는 그보다 높은 질소 비율이 글리신

과 같은 간단한 아미노산들의 경우에는 바람직하다. 단백질염들과 같은 보다 복잡한 제품들의 평가에는 질소 대 미네랄비가 미네랄 결합 가능성이 있는 리간드 양을 정확히 반영하지 않을 것이다. 시스템인, 히스티딘, 아스파라긴 및 글루타민산과 같은 아미노기는 금속 원소들과 그들의 측쇄를 통해 유황 (S) 또는 산소 (O) 원소들을 거쳐서 결합할 수 있다. 이러한 측쇄 결합에는 질소 (N)가 관여하지 않으므로, 질소 대 미네랄 비만 참작 하면 결합 잠재력을 낮게 평가해 버릴 수 있다. 제품들은 한편 노소 같은 질소 화합물을 첨가하여 질소 함량을 인위적으로 부풀려서 높은 질소 대 미네랄 비 라고 거짓 강조 할 수 있다.

#### ▣ 화학 결합 미네랄 퍼센트

화학 결합 미네랄인지 결정하기 위하여, 전형적으로, 미네랄 총량의 결정 전에, OTM 수용액 또는 현탁액은 저 분자량 막 (膜)으로 여과 한다. 여지(濾紙)에 남아있는 물질은 높은 분자량 성분에 결합된 것으로 본다. 여액 (용액) 중의 미네랄은 결합되어 있지 않거나 단일 아미노산에 결합된 것 또는 매우 저 분자량의 펩프타이트로 간주한다. 부가적으로, 이온-특이 전극을 사용하여 여액 속의 미네랄이 자유형 또는 결합형 인지를 판단한다.

그러나 이온-특이 전극법은 리간드 (ligand)와 미네랄 사이에 형성가능한 화학 결합 친화력 크기를 나타내는 것은 아니다. 중요한 사항으로, 이 방법론은 단지 동

(銅)-기반 OTM들에만 적용할 수 있다. 여과 기반 기술은 미네랄 급원들이 동물의 위장관 내의 변화하는 pH조건 밑에서 어떻게 반응하는지에 대한 정보는 제공하지 않는다.

#### ■ 수용성

미네랄 착염 또는 킬레이트가 수용성이려야 생물학적으로 이용된다고 한다. 그러나, 이것은 잘못된 것이다. 전문가-고찰 보고서들은 불용성 OTM들의 잠재 생물학적 이용 가능성이 수용성 대응물의 이 값들 보다 더 높다는 증거가 대부분이다. 위장관 내의 pH 환경 변화 상태와 OTM의 생물학적 이용성에 미치는 소화과정들의 작용성을 참작하지 않은 OTM 수용성 평가는 별로 의미가 없다.

#### ■ 분자량

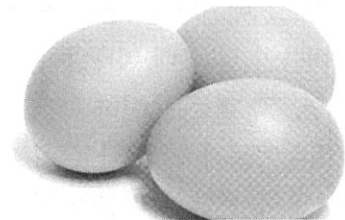
분자량 크기를 기초로 한 OTM들의 비교는 여러가지 장점들이 있다고 한다. 대부분, 낮은분자량의 화학결합기는 안정성이 높고 생물학적 이용성이 높은 OTM이라 주장한다. 펩프타이드나 단백질염 기반 OTM들은 일반적 개념의 분자량 크기가 너무 넓어서 효과적 판단기준이 되기 어렵다. 지금으로서는 OTM들의 분자량이 생물학적 이용성의 좋은 평가기준은 아니다.

분자량과 성질이 정의된 아미노산 또는 펩프타이드 같은 리간드(ligand)와 미네랄의 반응은 안정성 상수로서 표현된다. 미네랄과 리간드(화학결합기) 사이의 화학반응 평형 상수의 대수(log) 값이 안정성 상수

(stability constant: SC)이다. 분자량 크기에 비하여 OTM을 생성하는 리간드 형의 안정성 상수가 결정적으로 중요하다는 것은 명확하다. 분자량 크기에 관한 논의는 산업에서 주로 유통 설명서 때문에 지속되는 것 같다.

#### ■ 생물학적이용성 Bioavailability

지난 수년간 실험실 기반의 인 비트로 (in vitro) 평가법으로 생물학적 이용성을 판단하려고 노력해 오고 있다. 대부분 세포(細胞) 배양(培養) 기반의 평가 시스템을 채택하여, 세포막을 통과한 미네랄의 이송(移送)과 흡수(吸收)를 판단한다. 이러한 세포막 통과는 자유 또는 결합 미네랄의 직접적 측정이나 간접적으로 미네랄의 세포 내 섭취 중 또는 뒤에 세포 내 일련의 자극된(활성화한) 반응 측정으로 평가가 가능하다. 인공 세포막이나 분리세포 배양기술들 사용의 위험은 측정 OTM이 위장관 통과할 때에 이루어지는 소화과정들을 정확히 반영하지 않은 값으로, 여러가지 제품들을 비교할 때는 한계가 있는 값들이다.



미량 미네랄의 부분적 대체물로서 유기 미네랄 공급은 난각 강도와 같은 가끔 생산성을 개선할 수 있다.

#### ■ 안정성

OTM의 안정성을 말 할 때, 일반적으로 화학결합기와 미네랄 사이의 배위결합 친화성을 인용한다. 배위결합 친화성 (안정성 상수)이 클수록, 제품 안정성은 더 높다. 그렇지만 (EDTA 착염들/킬레이트의 경우와 같이) 생물학적 이용성에 부정적인 안정성 상수의 상부 한계가 있다. 유기 미량 미네랄들의 안정성이나 화학결합 친화성 평가의 표준 시험법으로 매우 복잡한 순서이지만 폴라로그래피 활용이 가능하다. [통제 점증 수는 전극(controlled growth mercury electrode)을 사용한 폴라로그래피 (Polarography:전압전류법)는 잘 확립된 물리 화학적 기술.] 폴라로그래피 기술은 용액 중 용해된 테스트 용질 (물질)들에만 적용이 가능한 것이 하나의 주요한 단점이다. 따라서 폴라로그래피 기술은 유기 미네랄 제품들의 수용성 분획만 검정 할 수 있다. 시판중인 대부분의 OTM들은 제품에 따라 다양한 농도의 불용해성 분획들을 함유한다. 인 비보 위장관 (胃腸管) 조건들 밑에서는, 근본적으로 불용해성 분획은 점차 용해 되어 갈 것이다. 그리고 미네랄 그 자체의 용해도가 신뢰 가능한 킬레이트 품질 지표가 아니라는 것은 연구 문헌에서 인정되고 있다. 따라서, 폴라로그래피 테스트 성적들을 이용한 화학결합 친화성 해석 만으로 유기미네랄 제품들의 생물학적 이용성 판단은 조심 (操心)하여야 한다.

■ 결론

여러 제조업자들은 미네랄 총량, 질소 대 미네랄 비, 결합/자유 미네랄 퍼센트, 수용성, 안정성 및 분자량 기반의 간단한 테스트로 유기 미량 미네랄(OTM)의 가치를 결정하고 있다. 단지 (但只) 개개 제품들에 관해 제공된 제한된 정보 만으로는 여러 제품 군들의 비교에는 적당하지 않을 수 있다. 실제 정확한 평가는 OTM 제품의 생물학적으로 작동하는 이용성을 검정하고, 동물 생산성을 측정하는 것이다. 모든 상황에서 여러 OTM 군들의 비교에 적용 가능한 간단한 검정법은 아직도 개발 중 이다. 따라서, 단순한 인 비트로 테스트만으로 얻은 결과들의 해석은 주의하여야 한다.

출처 : Feed International WATTAgNet.com |  
 January/February 2012  
 저자 : Richard A. Murphy, Ph.D., Alltech European  
 Bioscience Centre.

