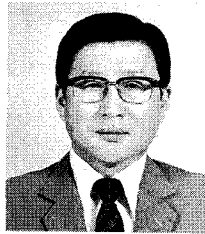


# 축우의 미량광물질 결핍증상과 급여요령 (1)



신 형 태

성균관대학교 낙농학과 교수

## 1. 철의 생리적 기능, 공급원과 이용율, 요구량 및 결핍증상

### 1) 생리적 기능

축우의 부위별 철(Fe)함량은 성(性), 연령, 영양상태 및 건강상태등에 따라 다른데 일반적으로 혈액에 60~70%, 간·골수와 비장에 26%, 근육에 3% 그리고 여러가지 효소에 1% 들어 있으며 (Underwood, 1977)철의 중요한 생리적 기능은 다음과 같다.

- ① 체내 산화과정에 필요한 산소의 운반(hemoglobin, myoglobin), 이용 및 세포 호흡작용(cytochrome)에 관여한다.
- ② 여러가지 효소(xanthine oxidase, succinate dehydrogenase, NADH-cytochrome reductase, aodehyde oxidase)의 구성물질로서 체내대사작용에 관여한다.

### 2) 공급원과 이용율

알팔파 건초 및 옥수수사일레지의 철(Fe) 함량은 초중, 토양조건에 따라 각각 10.0~2,599.0PPM (평균 260PPM)과 56~4,750PPM (평균 192PPM)이며 (표 1), 곡류에는 26~85PPM (표 2), 대두박에는 150PPM, 그리고 어분에는 270PPM이 함유되어 있다.

철 공급원과 생물학적 이용율은 표3과 같은데 그중 산화철( $Fe_2O_3$ )에는 납(Pb), 알루미늄(Al)이 다량 함유되어 있어 (표 4) 위험 하므로 순도가 높은 것을 사용하여야 한다.

### 3) 요구량과 결핍증상

미국 NRC(1989)의 3개월령 이하 젖소송아지의 철요구량은 100PPM이고, 3개월령 이상의 젖소 철요구량은 50PPM이다. NRC(1976)의 육우 철요구량은 10PPM이었으며 1984년도에 개정된 육우 철요구량은 50PPM이었다. 그리고 영국 ARC(1980)의 철요구량

표1. 주요조사료의 미량광물질 함량(mg/kg)

구분	국제사료번호	철	코발트	구리	망간
건초					
알팔파	1-00-059	192	0.16	11	31
켄터기블루그래스	1-00-776	293	-	10	70
라디노클로버	1-01-378	413	0.16	10	95
레드클로버	1-01-415	184	0.16	11	73
오차드그이스	1-03-428	84	0.30	20	168
이탈리안라이그래스	1-04-065	320	-	-	-
티머시	1-04-884	157	-	5	-
고간류					
벗짚	1-03-925	-	-	-	346
보릿짚	1-00-498	201	0.07	5	17
밀짚	1-05-175	157	0.05	4	41
사일리지					
옥수수	3-28-250	260	0.06	10	30

자료 : NRC(1984)

표2. 곡류 및 강피류사료의 미량광물질 함량(mg/kg)

구분	국제사료번호	철	코발트	구리	망간
곡류사료					
보리	4-00-549	85	0.10	9	18
카사바	4-09-598	9	-	-	20
옥수수	4-02-931	26	0.04	4	6
귀리	4-03-309	85	0.06	7	42
호밀	4-04-047	69	-	8	66
수수	4-20-892	50	-	-	-
밀	4-05-211	61	0.14	7	42
강피류사료					
쌀겨	4-03-928	210	-	15	415
밀기울	4-05-190	128	0.11	14	125

자료 : NRC(1984)

은 체중에 따라 각각 다른데 150kg이하인 소는 40PPM, 150kg이상인 소는 30PPM이며 분만 2개월전 임신우의 철요구량은 40PPM이다. 철의 중요 결핍증상은,

- ① 빈혈이 주증상이며 사료섭취량이 감소되고
- ② 영양소의 소화율이 저하되므로서 증체가 되지 않는다.

- ③ 위점막이 퇴화되므로 설사에 대한 감수성이 높아지면서 감염성에 대한 저항성이 낮아진다. (Poy, 1980)
- ④ 번식장에 증상으로서는 기형의 송아지를 분만한다.

**표3. 철 공급원별 철 함량 및 축우에 대한 생물학적 이용율**

철 공급원	철 함량(%)	생물학적이용율(%)
염화철(Fe Cl <sub>3</sub> )	34.43	80
산화철(Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	61.95	10
탄산철(Fe Co <sub>3</sub> )	40.00	60
황산철(Fe So <sub>4</sub> ·H <sub>2</sub> O)	32.96	100
화분과 목초		48~63
두과 목초		47~57

자료 : Fritj 등 (1970)과 NRC(1982)

## 2. 코발트의 생리적 기능, 공급원과 이용률, 요구량 및 결핍증상

### 1) 생리적 기능

젖소는 혈액내 코발트(Co) 함량은 3~5ug/100ml이고, 간장내에 0.19PPM, 그리고 정상적인 우유에는 0.4~1.1ug/l이고 초유에는 정상유보다 4~10배 정도 더함유되어 있다. 중요한 코발트의 생리적 기능은 다음과 같다.

**표4. 각종 옥사이드(Oxide)제품에 포함된 유해광물질**

광 물 질	함량(%)	중독 광물질			
		납	비소	알루미늄	수은
철					
탄산철	47.79	20	1	960	-
황산철①	19.81	15	<1	18	-
황산철②	20.22	16	<.15	28	-
산화철①	63.03	70	30	6,050	-
산화철②	61.66	4,630	23	290	-
망간					
산화망간①	56.29	660	213	-	-
산화망간②	45.86	2,180	1,400	15,200	.009
산화망간③	53.30	1,280	119	-	-

자료 : Ammerman 등 (1977).

- ① 비타민 B<sub>12</sub>의 구성성분.
- ② 철과 구리와 함께 헤모글로빈(hemoglobin)합성
- ③ 혈장에 함유되어 있는 효소(peptidase, arginase, phosphoglucomutase)의 활성화제

### 2) 공급원과 이용률

코발트의 사료내 함량은 표1및 표2와 같은데 토양조건에 따라 함량이 크게 달라진다. 코발트 공급원의 Co 함량과 생물학적 이용율은 표5와 같이 산화코발트가 Co 함량이 가장 높다. 현재 많이 사용되고 있는 Co공급원은 탄산코발트(CoCo<sub>3</sub>)와 황산코발트(CoSO<sub>4</sub>)인데 물리적 특성 때문에 탄산코발트가 더 많이 사용되고 있다.

축우에게 Co공급제를 급여할 때에는 정기적으로 빈번한 Co의 공급이 필요한데 그 이유는

- ① 코발트는 철이나 구리와는 달리 간장등의 조직에 쉽게 저장되지 않으며,
- ② 만약 조직에 저장된다 하더라도 조직내의 Co가 비타민 B<sub>12</sub>의 합성이 이루어지는 반추위(1:2위)로의 이동이 용이하지 않다.

**표5. 코발트 공급원별 코발트 함량 및 축우에 대한 생물학적 이용율**

코발트 공급원	코발트함량 (%)	생물학적이용율 (%)
탄산코발트(CoCo <sub>3</sub> )	46.00	100
염화코발트(CoCl <sub>2</sub> )	24.77	100
산화코발트(CoC)	71.06	100
황산코발트(CoSo <sub>4</sub> )	20.97	100

자료 : Ammerman과 Miller(1972), NRC(1982).

### 3) 요구량과 결핍증상

반추가축의 코발트 요구량은 반추위내 미생물의 비타민 B<sub>12</sub>합성능력에 따라 다른데, 섭취한 코발트의 3%정도가 비타민 B<sub>12</sub>로 합성되며 반추위 미생물에 의해 생성된 비타민 B<sub>12</sub>의 흡수율은 1~3%이다 (NRC, 1989). 젖소의 코발트 요구량은 0.10PPM이며 (NRC, 1989) 결핍증상은 다음과 같다(풍토병).

- ① 식욕부진에 의하여 사료섭취량이 감소되므로서 폐사율이 높다(송아지).
- ② 체중감소 및 산유량감소(우유내의 코발트 함량 : 0.4~1.1ug/l).
- ③ 거친피모
- ④ 근육조직이 훼손되며 보행실조 증상이 나타난다.
- ⑤ 골수내 적혈구 생성조직이 부전에 의하여 헤모글로빈(hemoglobin)이 감소되어 빈혈이 생긴다.
- ⑥ 간의 메틸트랜스퍼라제 (methyltransferse)의 역가 감소에 의하여 지방간이 생성된다.
- ⑦ 번식장애 : 코발트 부족시에는 에너지 부족시와 같은 번식장애 즉 성숙이 지연되고 태아의 정상적인 발육이 되지 않아 사산(死産)되는 경우가 많다.

### 3. 구리의 생리적 기능, 공급원과 이용율, 요구량 및 결핍증상

#### 1) 생리적 기능

축우의 구리(Cu) 주저장 장소는 간장이며, 심장, 뇌 등에도 상당량 분포되어 있다. 가축의 혈액내 Cu 형태는 적혈구내의 에리트록유프레인(erythrocuprein), 혈장내의 세루로프라스민(Ceruloplasmin)인데 세루로프라스민은 간장에서 합성된다. 성우의 간장내 Cu함량은 건물 기준으로 100~600PPM(평균 200PPM)이며 간장내 Cu 농도로서 Cu 결핍증을 판단할 수 있다(Huber 등, 1971), 그리고 중요한 Cu의 생리적 기능은 다음과 같다.

- ① 구리는 생체내의 주요 효소(tyrosinase, uricase, cytochrome oxidase, catalase, ascorbic acid oxidase)의 구성성분이며 또한 이들 효소의 활성제 역할을 한다(Evans, 1973).
- ② 구리는 철의 흡수율과 철의 조직으로부터 혈장으로의 이동을 도와 주므로서 헤모글로빈(hemoglobin)의 생성을 증가 시킨다.
- ③ 뼈의 형성과 신경계통에 있는 척수를 유지 한다.
- ④ 우모색을 좌우하는 타이로사나제(tyrosinase)의 구성성분으로서 우모색이 탈색되지 않고 윤기가 있게 한다.

#### 2) 공급원과 이용율

조사료내 구리 함량은 4~20PPM이며 (표1)곡류내 구리 함량은 4~9PPM(표 2)이다.

mills(1958)의 보고에 의하면 목초에 포함된 구리를 반추위내 미생물들이 잘이용할 수 있다고 하였는데 조사료내 구리 이용성을 비교하여 보면 생초내 구리 이용성이 가장 낮고, 그 다음이 사일레지에 포함된 구리이고, 곡류와 건초에 포함된 구리의 이용성이 가장 높았다.

그리고 각종 구리 공급체는 표6과 같은데 황산구리 (Cu So<sub>4</sub>)와 탄산구리(Cu Co<sub>3</sub>)가 가장 많이 이용되고 있다.

**표6. 구리 공급원별 구리 함량 및 축우에 대한 생물학적 이용율**

구리 공급원	구리 함량(%)	생물학적이용율(%)
탄산 구리(CuCO <sub>3</sub> )	56.12	100
염화 구리(CuCl <sub>2</sub> )	37.27	-
제1산화구리(CuO)	79.88	<100
제2산화구리(Cu <sub>2</sub> O)	88.82	<100
황산구리(CuSO <sub>4</sub> )	25.40	100

자료 : Ammerman과 Miller(1972), NRC(1982).

### 3) 요구량과 결핍증상

젖소의 구리 요구량은 10PPM이며 몰리부덴(Mo) 및 황(S)과 같은 길항물질이 많이 함유되어 있는 조사료를 섭취하는 젖소의 경우에는 10PPM 이상이 필요하다.

그리고 육우의 구리 요구량은 4PPM(NRC, 1976)이었는데 NRC(1984)는 이 양의 2배인 8PPM을 권장하고 있다. 젖소의 경우와 마찬가지로 육우에게 몰리브덴과 황(S) 함량이 높은 청초를 급여할 때에는 구리 요구량이 2~3배 증가된다 (perry, 1980). 구리의 중요 부족증상은 다음과 같다.

- ① 식욕부진에 의하여 생후 2~3개월령후부터 성장이 저하된다.
- ② 피부에 심한 주름이 생긴다.
- ③ 거친 피모.
- ④ 모색(毛色)이 탈색된다.
- ⑤ 보행실조증(neantal ataxia), 또는 척추만곡증(Swayback)이 생긴다.
- ⑥ 걸음걸이가 부자연스럽고, 특히 늙은소는 관절이 굳어져서 뒷다리를 못쓴다.
- ⑦ 혈액소 감소에 의하여 빈혈이 생긴다(표 7).
- ⑧ 우유 생산량 감소.
- ⑨ 심한 설사 : 축우에게 구리가 부족한 사료 또는 몰리브덴이 많은 사료를 급여하면 심한 설사가 생기는데, 그 원인은 구리가 부족하면 소장 상피세포와 용탈될기의 기능이 저하되고 또한 소장의 상피세포내 싸이토크롬 옥시다제(cyt-

ochrome oxidase)의 역가가 감소되어 영양소의 흡수가 잘 이루어지지 않기 때문이다(Fell 등, 1975).

- ⑩ 번식장애 : 구리가 부족한 젖소는 발정지연 때문에 수태율이 낮고 (Howell, 1968), 분만우의 경우 난산을 하기 쉽고, 후산정체가 생기며 생식기관에 염증이 생긴다. 임신시 구리가 부족하면 태아에 영향을 미치는데 태아의 뇌 및 척추가 퇴화되며 기형 및 약한 뼈를 지닌 허약한 송아지(선천성 구루병)가 태어나고, 또한 송아지가 빈혈에 걸리기 쉬우며, 심장약화에 의하여 폐사하게 된다.

**표7. 가축젖 송아지 혈액내의 구리함량(PPM)에 따른 빈혈증상**

항 목	송아지	미경산우	경산우
정 상	0.70-1.00	0.65-1.00	0.75-1.20
약한빈혈		0.50-0.65	0.60-0.75
빈 혈	<0.50	0.30-0.50	0.40-0.60
심한빈혈		<0.30	<0.40

자료 : Netherlands Committee on Animal Nutrition(1973).

## 4. 망간의 생리적 기능, 공급원과 이용율, 요구량 및 결핍증상

### 1) 생리적 기능

망간(Mn)은 체내에 0.3PPM 정도 포함되어 있는데(Miller, 1979) 혈액내에서 트랜스망그민(transmangnin)형으로 이동되고 있다. 그리고 중요한 망간의 생리적 기능은 다음과 같다.

- ① 효소의 활성제로서 산화적 인산화과정, 탄수화물 대사, 지방대사 및 단백질 대사에 관여한다.
- ② 망간은 뼈의 간질(間質)의 발육에 필요하다.
- ③ 망간은 반추위내에서 셀룰로스의 소화율을 증가시킨다(Chamberlain 과 Burroughs, 1962).

## 2) 공급원과 이용률

사료내 망간 함량은 식물의 종류, 토양 및 시비량등에 따라 다른데 주요 사료의 망간 함량을 보면 표1 및 표2와 같다.

그리고 망간 공급원의 망간 함량은 표8과 같은데 산화망간(MnO)을 사용 때에는 표4에 표시된 바와 같이 유해광물질 함량에 주의해야 한다.

**표 8. 망간 공급원별 망간함량 및 축우에 대한 생물학적 이용률**

망간 공급원	망간함량 (%)	생물학적 이용률 (%)
이산화망간(MnO <sub>2</sub> )	63.19	-
탄산망간(MnCO <sub>3</sub> )	47.80	-
염화망간(MnCO <sub>2</sub> )	27.76	100
산화망간(MnO)	77.45	-
인산망간(MnHPO <sub>4</sub> )	62.80	-
황산망간(MnSO <sub>4</sub> )	32.50	100

## 3) 요구량과 결핍증상

젖소의 망간 요구량은 40PPM이며 특히 임신우에게 망간이 부족하지 않도록 각별한 주의를 해야 한다. 망간이 부족할 때의 주요 결핍증상은 다음과 같다.

- ① 식욕부진
- ② 지방대사작용의 이상 : 망간은 지방과 콜레스테롤(Cholestarol) 대사에 관여하는데 망간이 부족하면 간장에 지방이 침윤되고 간농양이 생긴다(표9).
- ③ 골격형성의 이상 : 망간이 결핍되면 골격이 짧아지고 다리가 뒤틀리고 발목과 관절이 약해진다. 왜냐하면 망간은 글리코실트랜스퍼라제(glycotranferase)의 활성화에 관여하는데 이것이 부족하면 연골조직의 성분인 뮤코포리사카라이드(muco-polysccharide)의 합성이 저하되기 때문이다.

**표9. 망간결핍이 젖소의 번식 및 간농양 발생에 미치는 영향**

항 목	사료내 망간 함량(PPM)	
	대조구(10)	30
첫 발정시기(개월)	9.56	7.44
첫종부시 수태율(%)	52.6	59.0
송아지 생시체중(kg)	88.5	88.8
발급이 허약한 송아지(%)	44.4	5.6
임신우의 간농양 발생률(%)	33.3	0

자료 : Bentley와 Phillips(1951).

- ④ 번식장애 : 성장중인 축우는 생식 기관의 발달이 불완전하며 성숙이 지연된다(표9). 그리고 발정지연, 미약 발정, 수태율 저하, 유산 및 송아지의 출생 비율이 암송아지의 비율보다 높으며(표10) 또한 자궁내막염의 발병율이 높다.

망간이 부족한 사료를 공급받은 임신우가 분만할 송아지는 기형이며, 외부의 자극에 민감하여 몸의 균형을 유지하지 못해 걸을 수도 없으며, 성장이 지연 된다.

**표10. 산양과 젖소의 망간결핍이 번식에 미치는 영향**

항 목	망간 함량(PPM)	
	5~20	100
산 양	28	27
공시축 두수	23	0
유산(%)	1:1.3	1:1.5
암수비율	2.6	3.3
새끼양 체중(kg)	43	18
어미양 폐사율(%)	-	-
젖 소(송아지 498두)	-	-
암수 비율	1:1.3	1:1

자료 : Anke와 Groppe(1970).