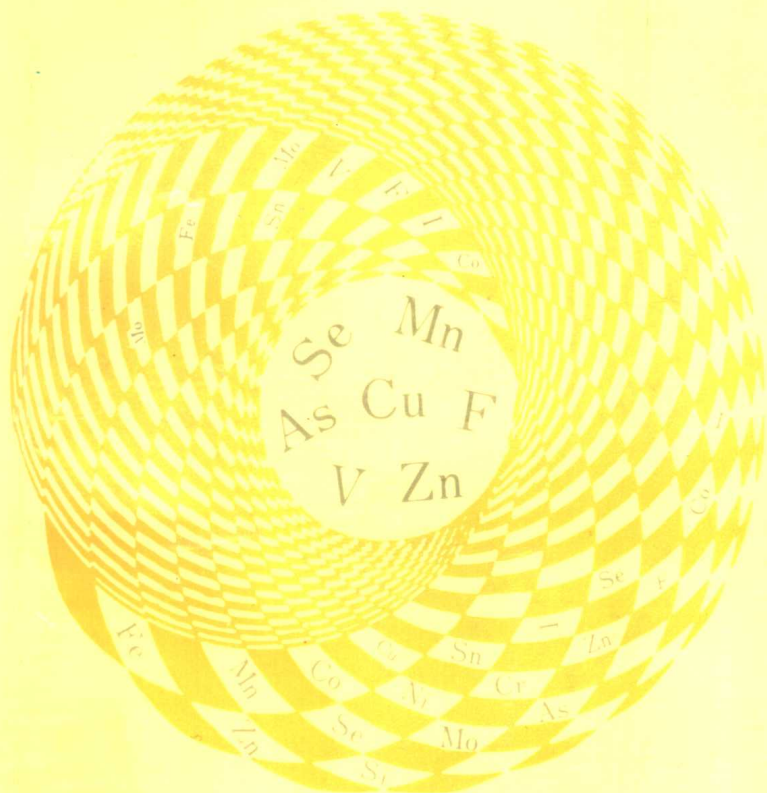


畜禽微量元素性疾病

李光辉 贺普青 编著



安徽科学技术出版社

李光辉 贺普霄 编著

畜禽微量元素性疾病

安徽科学技术出版社

1990年·合肥

责任编辑：汪卫生

封面设计：赵素萍

畜禽微量元素性疾病

李光辉 贺普霄 编著

*

安徽科学技术出版社出版

(合肥市九州大厦八楼)

安徽省舒城县印刷厂印刷

*

开本：787×1092 1/32 印张：9 字数：194,000

1990年11月第1版 1990年11月第1次印刷

印数：1—6,500

ISBN 7—5337—0575—0/R·92 定价：3.90元

前 言

微量元素与健康学是本世纪70年代初期兴起的一门边缘学科。微量元素与动、植物和人类健康有着十分密切的关系。它已受到医学、工业、农业、畜牧兽医、生理生化、营养、地质、化学以及环境科学诸方面专家的极大关注。

动植物性食物是人类微量元素的重要来源，而动物性食品——乳、肉、蛋中微量元素的含量比植物性食物高，且容易吸收，因而它是人体必需微量元素营养的主要来源。另一方面，动物性食品被金属污染或所含微量元素过多，又能直接危害人类健康。据此，保持与控制生产性家畜体内适量的微量元素，对人类健康具有重要意义。

微量元素是动物体内某些酶、激素和维生素的活性中心的组成部分，参与机体的正常代谢过程。大量试验证明，在畜牧业中正确地应用微量元素添加剂，对加速畜禽生长发育、提高生产性能(产奶、产蛋、产肉、产毛量)以及增进繁殖功能等均有重要作用。

畜禽微量元素病包括缺乏与过剩症(或中毒)，它具有发病率高和群发的特点，能引起畜禽生长发育缓慢、繁殖机能减退、生产能力和畜产品质量下降以及对疾病的抵抗力降低等，严重者造成大批死亡，如硒缺乏与氟中毒的危害。随着危害较大的传染病和寄生虫病逐步得到控制和消灭，集约化畜牧业与畜牧专业户的蓬勃发展，及工农业生产对环境污染

的加剧，加强对畜禽微量元素病的预报与防治(制)研究，是摆在我们面前的一项刻不容缓而又责无旁贷的艰巨任务。

有鉴于此，编者根据生产及临床需要，结合多年来的积累和研究，参阅国内外大量的有关文献，撰写了《畜禽微量元素性疾病》一书，供农业院校师生、广大畜牧兽医工作者和从事微量元素与动物、人体健康研究人员参考。

由于微量元素与动物健康是一门新兴的科学，涉及的面广，许多问题至今尚无定论，或尚在深入研究之中，加上编者的水平有限，书中不妥与错误之处在所难免，恳请专家和读者批评指正。

编著者

目 录

第1章 概 论	(1)
1.1 微量元素的概念与分类	(1)
1.2 研究畜禽微量元素病的重要性	(7)
1.3 微量元素和各营养素的相互作用	(10)
第2章 微量元素的生物学作用	(21)
2.1 铁(Fe)	(24)
2.2 铜(Cu)	(26)
2.3 锌(Zn)	(29)
2.4 锰(Mn)	(32)
2.5 钴(Co)	(34)
2.6 碘(I)	(35)
2.7 硒(Se)	(37)
2.8 氟(F)	(39)
2.9 钼(Mo)	(40)
2.10 镍(Ni)	(42)
2.11 铬(Cr)	(44)
2.12 钒(V)	(45)
2.13 硅(Si)	(46)
2.14 砷(As)	(47)
2.15 锡(Sn)	(48)
第3章 肉、乳、蛋中的微量元素营养	(50)

3.1	肉类中的微量元素营养	(53)
3.2	蛋类中的微量元素营养	(54)
3.3	乳类中的微量元素营养	(58)
3.4	金属毒物对动物性食品的污染	(66)
第4章	畜禽微量元素病的监测	(71)
4.1	样品的采集、制备与保存	(73)
4.2	样品的预处理	(76)
4.3	生物样品微量元素测定的基本方法	(77)
4.4	血液中微量元素含量	(78)
4.5	乳汁中微量元素含量	(81)
4.6	毛发中微量元素含量	(84)
4.7	肝脏中微量元素含量	(91)
第5章	微量元素缺乏症	(95)
5.1	铁缺乏症	(95)
5.2	铜缺乏症	(100)
5.3	锌缺乏症	(108)
5.4	锰缺乏症	(117)
5.5	钴缺乏症	(122)
5.6	碘缺乏症	(129)
5.7	硒缺乏症	(136)
5.8	大骨节病	(157)
5.9	镁缺乏症	(161)
5.10	硫缺乏症	(169)
第6章	微量元素中毒症	(172)
6.1	硼中毒	(172)
6.2	铜中毒	(175)

6.3	镍中毒	(182)
6.4	硒中毒	(187)
6.5	钼中毒	(196)
6.6	氟中毒	(206)
6.7	砷中毒	(227)
6.8	镉中毒	(233)
6.9	汞中毒	(239)
6.10	铅中毒	(246)
附 录		(260)
1.	畜禽微量元素需要量	(260)
2.	畜禽日粮内微量元素最大容许量	(263)
3.	食品中微量元素最大容许量	(264)
4.	微量元素添加剂中元素的含量	(265)
5.	饲料中微量元素含量	(267)
参考文献		(271)

第1章 概 论

1.1 微量元素的分类

1.1.1 微量元素的概念

微量元素(Trace element),通常是指生物体内含量不足万分之一(0.001%)的元素,它用一般方法不能检测出来。不久前,地球化学家发现地壳中各种化学元素的丰度(即平均含量)曲线,与人血液相应元素的丰度曲线有惊人的相似性。而且发现,不同地质环境中的人群,在健康状况、疾病发生方面都有明显的区域性,许多地方性疾病似与所在地区微量元素水平有着非常密切的关系。随着分析方法和测试手段的进步,目前在人和动物体内已发现50多种微量元素,其中,已被公认的必需微量元素有15种,它们是:铁(Fe)、铜(Cu)、锌(Zn)、锰(Mn)、钴(Co)、碘(I)、硒(Se)、氟(F)、钼(Mo)、硅(Si)、钒(V)、砷(As)、铬(Cr)、锡(Sn)、镍(Ni)。随着分子生物学和临床化学的发展,进一步证明了微量元素是构成生物体内一系列酶、激素和维生素等生物活性物质的重要组成部分,对机体的正常代谢和生存,有着重要的作用。微量元素与人和动物的健康密切相关。微量元素的缺乏、过剩或比例不当,都会引起人和动物的疾病。例如,

在低硒地区引起克山病、白肌病；在高氟地区引起地方性氟中毒等。这类疾病，一般称为生物地球化学性疾病。此外，由于人们的生产过程给自然环境增添了额外的化学污染物，影响了人类和动物生存条件，人、畜健康会受到直接或间接的危害。例如铅中毒、汞中毒等，这类疾病一般统称为环境污染病，严重时称为公害病。

1.1.2 微量元素的分类

1.1.2.1 按机体内微量元素含量分

有的学者将其分成两大类

(1) 常量元素(或称宏量元素)：即占机体总重量万分之一以上的元素，如碳、氢、氧、氮、氯、钾、钠、钙、镁、硫、磷等11种，这类元素约占体重的99%以上。

(2) 微量元素：即占机体总重量万分之一以下的元素，如铁、铜、锌、钴、锰、碘、硒、铬、钼、钒、硅、镍、氟、锡、砷等，这类元素约占体重的0.05%。

正常人和动物体内必需元素的含量如下表(表1-1)。

苏联学者将微量元素分为三类(表1-2)。

(1) 常量元素：即在体内含量为0.01~1%的元素。

(2) 微量元素：即在体内含量为0.001~0.00001%的元素。

(3) 超微量元素(UTE, ultrace element)：即在体内含量不超过0.00001%的元素。

但在实际上，微量元素和超微量元素都称作微量元素。

表1-1 人和动物体内必需元素的正常含量

常量元素			微量元素		
名 称	含 量(%)		名 称	含 量(ppm)	
	人	动 物		人	动 物
Cu	2.0	1.5	Fe	40	20~80
F	1.0	1.0	I	0.2	0.3~0.6
K	0.35	0.20	Cu	1.0	1~5
Na	0.15	0.16	Mn	0.2	0.2~0.5
Cl	0.15	0.11	Zn	33	10~15
S	0.25	0.15	Co	0.05	0.02~0.1
Mg	0.05	0.04	Mo	0.1	1~4
			Se	0.2	1.7
			Cr	0.2	0.03
			Sn	—	—
			V	0.3	—
			F	37	—
			Si	—	—
			Ni	0.1	—
			As	0.1	—

表1-2 动物体内矿物质含量(平均量)

类 别	元 素	含 量(%)
常量元素	Ca	1~9
	P, K, Na, S, Cl	0.1~0.9
	Mg	0.01~0.09
微量元素	Fe, Zn, F, Sr, Mo, Cu	0.001~0.009
	Br, Si, Cs, Y, Mn,	0.0001~0.0009
	Al, Pb, Cd, B, Rb	0.00001~0.00009
超微量元素	Se, Co, V, Cr, As, Ni Ba, Ti, Ag, Sn, Be, Ge, Hg, Sc, Zr, Bi, Sb, Li, Th, Rh	0.000001~0.000009

1.1.2.2 按对器官和组织的亲和性分

(1) 第一类, 主要局限在骨组织内的元素, 如钙、镁、锶、铍、钡、钛、镭、铅等。

(2) 第二类, 局限在网状内皮系统内的元素, 如铁、铜、锰、银、铬、镍、钴等。

(3) 第三类, 无组织亲和力特殊性的元素, 如硫、锂、铷、铯等。

1.1.2.3 按对机体是否为必需元素分

必需微量元素 这一类是对机体具有特殊生理功能的必

需微量元素，目前一般公认的有15种(表1-3)。

表1-3 必需微量元素的功能

元 素	功 能	缺 乏 时 的 症 状	
		畜 禽	人
Fe	氧和电子的转运	贫血，生长迟缓	贫血
Cu	含铜金属酶	贫血，骨化障碍	贫血，骨化障碍，血清胆固醇升高
I	甲状腺素的主要成分	甲状腺肿大，甲状腺功能降低	甲状腺肿大，甲状腺功能降低，克汀病
Mn	促进粘多糖代谢，是超氧歧化酶等的组成部分	生长迟滞，骨骼畸形	不明
Zn	涉及能量代谢及转化的许多酶	食欲不振，异食癖，生长受阻，生殖功能衰退	生长抑制，性发育受阻，味觉异常
Co	维生素B ₁₂ 的成分	贫血，生长不良	贫血
Mo	黄嘌呤氧化酶等的重要成分	生长阻碍，产仔困难	不明
Se	谷胱甘肽过氧化物酶成分	白肌病，脑软化，渗出性素质，营养性肝病	克山病
Cr	胰岛素活化	抗胰岛素性	抗胰岛素性，葡萄糖耐受不良，血脂升高
Su	促进蛋白质和核酸反应，与黄素酶的活性有关，可促进动物的生长	生长阻碍	不明
V	促进造血功能，抑制体内胆固醇的合成	生长抑制，脂质代谢异常，生殖能力低下	不明
F	动物组织的正常成分	龋齿，生长低下	龋齿
Si	钙化，可能对结缔组织有功能作用	生长抑制，骨骼畸形，羽毛发育不良	不明

续表

元 素	功 能	缺 乏 时 的 症 状	
		畜 禽	人
Ni	和铁的吸收相互作用	生长抑制, 贫血, 生殖功能损害	不明
As	具有某些生血刺激作用, 促进组织细胞生长	生长、繁殖减弱	不明

非必需微量元素 这一类为对机体没有特殊生理功能, 也不是必需的异常微量元素。异常微量元素又可分为毒性元素和惰性元素两类。

(1) 毒性元素: 即在畜禽体内微量存在时就能引起毒性反应的元素。汞、镉、铅、铍、铊、铀、钷等都被证明是毒性元素; 其中铍、镉、钷已由实验证明可能致癌。

(2) 惰性元素: 惰性元素不是必需元素, 但微量存在时一般也不引起有害反应。它们在生理上和生化过程中是相对呈惰性的元素。如溴、硼、铝、铯、铷、锂、锆、铪、金、铂、银、铀、钼、钨、钛等30多种元素。目前既没有肯定它们的生理功能, 又未发现微量存在时有毒性反应, 则暂时列入惰性元素之列。

实际上, 毒性元素与非毒性元素是不可能绝对划分的。任何元素, 尽管已明确为必需微量元素, 如铜、钴、锰、氟、硒等, 如摄入过量, 也会引起中毒; 而汞、铍、铅等毒性元素, 即便毒性很强, 但如在体内含量极微, 一般仍可无害。为此, 在畜牧业中制定各种元素在饲料和饮水中的安全含量标准, 是一项极其重要的工作。

畜禽体内各种微量元素的上述分类, 是根据目前人们对

这些元素的知识水平而制定的。随着人们对微量元素代谢研究的进一步深入，可以预料，目前认为是非必需微量元素中的一部分，将有可能进入必需微量元素的行列。上述分类方法肯定会得到不断地修正和完善。

1.2 研究畜禽微量元素病的重要性

1.2.1 微量元素是动物的生命元素

1.2.1.1 微量元素与生长发育

微量元素是动物机体的主要组成成分，它们与酶、激素、维生素等生物活性物质有密切关系，并参与机体的代谢过程，对动物的生长发育有重要作用。已知，铁、铜、钴、锌、锰、碘等都有促进生长发育和提高生产能力的作用。缺乏时，会引起消瘦、贫血、生产性能降低等。为此，各国都在积极研究应用微量元素添加剂来提高乳、肉、蛋及其他畜产品的数量和质量。美国自1967年开始对猪、鸡采取补硒措施，显著地提高了畜产品的生产效益，创造了几亿美元的价值。国内外大量试验证明，正确地给动物补充微量元素添加剂，可显著地提高其生产率：犊牛体重增加10~15%，肥育猪体重提高10~20%，羔羊断奶时体重提高2.5kg，乳牛产奶量提高15%，鸡产蛋率提高10~20%，肉鸡体重增加3~15%。据秦礼让(1987)报告，将161头试验仔猪分为血多素组和对照组。给3~5日龄仔猪肌注血多素1 ml(含铁元素200mg)后，在

两月断奶时，血多素组较对照组平均每头增重2320g ($P < 0.01$)。徐文豪等(1982)用微量元素对仔猪白痢病进行了治疗试验，结果仔猪贫血显著改善，白痢病发病率大大下降。口服硫酸亚铁组治愈率达89.5%，口服铁铜复方合剂组治愈率达87%，仔猪直接注射铁钴针组治愈率达100%。通过补铁等微量元素试验的122头仔猪，双月断奶头重平均13.25kg，此对照组(66头，平均头重10.6kg)提高2.65kg，即平均提高25%。

1.2.1.2 微量元素与乳、蛋、毛

根据日粮内微量元素短缺情况，适宜地添加微量元素盐，能增加乳牛的产奶量、母鸡的产蛋量以及绵羊的产毛量。据报道，宁夏农学院等单位给奶牛补充钴、碘，试验期为60天，结果试验组产奶量比对照组增加5.16%。许多研究者证明，当日粮和机体内缺乏铜、锌、锰、钴和碘时，单纯补喂一种所短缺的元素或多种元素配合饲喂，都能使产奶量提高8~15%以上。试验也证明，在日粮中添加硫酸铜(按每头一昼夜8mg)和维生素A(3500ED)，提高产毛量14%。补硒和铜能提高母鸡产蛋率达75%以上。

1.2.1.3 微量元素与繁殖机能

微量元素是提高畜禽繁殖力和生产力的重要营养物质。微量元素营养对动物生殖细胞的形成、受精、妊娠及至产仔，都有很大的影响。日粮内微量元素缺乏时，能引起性周期紊乱、不发情、不孕、死胎、流产、胎衣不下以及新生畜虚弱等。许多试验研究证明，硒、铜、锌、锰、钴、碘、镁

等元素对动物的繁殖机能都有重要作用。并发现,日粮内镍、钴、溴、氟、钼、钒等含量过少或过多时,也能影响动物的繁殖机能。

1.2.1.4 微量元素与产科疾病

产后疾病如乳房炎、胎衣不下、子宫炎、卵巢囊肿等,都与某些营养因素密切相关。当硒、铜、碘缺乏时,能引起奶牛胎衣不下。据报道,奶牛分娩后,4小时取洁净初乳30—50ml,在奶牛颈部两侧分两点皮下注射,并按牛体重每50kg在日粮内添加亚硒酸钠2~3mg,每10天一次;或在产前20天注射硒0.1mg/kg体重,并每日向日粮内添加维生素E0.74g,能有效地防治胎衣不下的发生。补硒对乳房炎、子宫炎和卵巢囊肿也有明显效果。据李光辉、黄碧霞、商常发(1989)资料,调查发现隐性乳房炎牛毛中锌、钙、铜的含量显著低于健康牛,而毛中铁、铅、砷和硒的含量无显著差异。初步认为隐性乳房炎与牛毛中的锌、钙和铜的缺乏有关。

1.2.1.5 微量元素与尿石症

据Underwood(1977)资料,在某些情况下,尿中的硅能部分地沉积在肾、膀胱或尿道中而形成结石。在西澳大利亚的放牧阉羊、加拿大西部和美国西北部的放牧阉牛中,二氧化硅尿石病都是一个严重问题。Мельнишников等(1986)检测了71块牛的肾结石,共查出了10种最重要的元素(硅、钾、氯、硫、磷、铝、钙、镁、钠和铁),并发现有65块结石含二氧化硅高达96~99%。作者认为,硅参与牛确定型结石的晶核形成和增长的所有阶段,是占优势的元素。