

动物营养与饲料科学

论文选编

浙江农业大学畜牧兽医系动物营养研究室

一九九二年九月

动物营养与饲料科学 论文选编

浙江农业大学畜牧兽医系动物营养研究室
一九九二年九月

前 言

在全国高等院校院系调整后的 1958 年,我校畜牧专业恢复招生。而家畜饲养卫生教研室,几经分合的反复,于 1981 年才单独成立。党的十一届三中全会以来,由于畜牧业生产和饲料工业的迅猛发展,促进了动物营养学科教学和科研的较快发展,教师队伍迅速扩大,课程门类不断增加,科研项目逐年增多。在上级领导的支持下,通过全体教师的共同努力,于八十年代初建立了动物营养研究室,1983 年招收动物营养学硕士研究生,并在 1986 年被批准为动物营养学科硕士学位授予点。迄今已毕业并授予硕士学位的研究生有 6 名,在读研究生有 7 名。同时,在 1986 年秋季设立了动物营养与饲料加工专业(专科三年制),迄今已招收五届学生,已毕业 130 余名。

在保证教学质量、完成教学任务的同时,积极争取研究项目开展科研,并已取得了显著成绩。目前承担着各级课题 10 项,共有科研经费 30 多万元。据不完全统计,近十年来荣获省、部级以上科研成果奖 5 项,发表有关论文 60 多篇。近两年通过鉴定的 4 项成果已在生产上大面积推广应用,取得了显著的社会效益和经济效益。

一门学科之所以能够迅速发展,除了领导重视、社会需要外,强大的师资队伍和必要的仪器设备等是学科进一步巩固和发展的物质基础。当学科发展到一定阶段后,还得检测它有无生命力——如师资梯队的形成、毕业生质量、科研成果等,其中科研成果是最重要的,因为这不仅反映了师生们在业务上的成果和学术水平,而且又能为社会创造物质财富和推动学科本身的不断发展。为了回顾过去,激励将来,抛砖引玉,相互交流,特把近十年来的有关论文选编成册,展示出来,以求得到各方面的支持和同行们的批评指正。

蒋兆江

1992 年 8 月 31 日

目 录

专题论述

- 微量元素在今后动物营养学发展中的作用..... 蒋兆江(1)
- 改善低质粗饲料饲用价值的方法与途径..... 刘建新(7)
- 环境温度与蛋鸡生产 汪思真(12)
- 高温对产蛋鸡影响的研究进展 邵庆均(15)
- 浙江省饲料资源开发利用和饲料生产现状 刘建新(19)

猪

- 硒对仔猪水肿病的防治试验 蒋兆江等(23)
- 浙农 PMS-1 肉猪矿补剂的研究..... 陈安国等(28)
- 浙农 PCS-1 肉猪分离型复合添加剂的研究 陈安国等(32)
- 不同能量和蛋白水平对浙农 PCS-1 肉猪复合添加剂饲喂效果的影响 陈安国等(37)
- 浙牧 201 乳猪全价料研究初报 陈安国 闻尧祥(41)
- 猪日粮中鸡粪添加量及有关问题的探讨 汪思真 方惠英(44)
- 肉猪饲粮中添加“仿生”稻草饲料饲喂效果验证试验 蒋兆江等(48)

家 禽

- 不同饲粮粗蛋白水平对公绍鸭肉用性能的影响 楼梦良 蒋兆江(52)
- 不同饲粮蛋白质水平对绍鸭早期生长的影响 陈安国 蒋兆江(58)
- 不同粗蛋白水平对绍鸭生长期氮存留率的影响 陈安国 蒋兆江(63)
- 绍鸭产蛋期日粮蛋白质水平的研究 尹兆正等(69)
- 绍兴麻鸭胸、腿肌和鸭蛋中粗蛋白及氨基酸含量的测定..... 蒋兆江等(76)
- 茶多酚对家禽生理生化指标的影响 詹 勇等(78)
- 茶多酚对家禽免疫功能的影响 詹 勇等(82)
- 肉鸡日粮中鱼粉用量探讨 吴天星(85)
- 华家肉鸡复合预混合饲料饲喂效果研究 吴天星等(88)
- 应用肉鸡 90 系列华家复合预混料配制全价料试验报告..... 吴天星等(92)
- 三种矿补剂对肉用仔鸡的饲养效果试验 汪思真等(94)

反刍动物

- 稻草饲料通过绵羊瘤胃的速度及改善方法 刘建新等(96)
- 稻草饲料采食量与纤维物质瘤胃内消化的关联 刘建新等(99)
- 氨化处理对稻草在瘤胃的消化动态及其养分利用的影响..... 刘建新 吴耀明(103)

氨用量、含水量、温度和时间对碳铵氨化效果的影响·····	徐宁迎等(108)
碳铵氨化稻草的养分消化率和增重效果·····	吴耀明等(113)
碳酸氢铵处理稻草的技术研究·····	刘建新等(119)
添加不同瘤胃降解度蛋白源对青贮饲料消化率、氮利用和能量代谢的影响·····	刘建新(124)
甲醛处理对菜籽饼蛋白瘤胃降解和氮利用效率的影响·····	姚 军等(127)
甲醛处理菜籽饼对湖羊蛋白质利用效率和血浆游离氨基酸的影响·····	吴耀明 刘建新(130)
不同饲养水平下三种青贮饲料的营养价值(英文)·····	刘建新等(136)
蛋白补充料的瘤胃降解度对青贮牧草、青贮玉米随意采食量的影响(英文)·····	刘建新等(143)
稻草与麦秸、干草采食量和营养价值的比较(英文)·····	刘建新等(148)
秸秆和干草的随意采食量与瘤胃内纤维消化的关联(英文)·····	刘建新等(153)
豆粕添加对稻草纤维消化和采食量的影响(英文)·····	刘建新等(159)
碱处理和豆粕添加对稻草纤维消化和采食量的影响(英文)·····	刘建新等(164)
碱处理和豆粕添加对稻草消化、利用的影响(英文)·····	刘建新等(169)
食道瘻管法和人工法采集牧草标样养分的比较·····	吴天星等(174)
测定中国美利奴母羊放牧采食量的研究·····	吴天星等(176)
羊粪液代替瘤胃液两极离体消化试验的探索·····	吴天星等(180)
用食道瘻管测定放牧绵羊日采食牧草干物质质量·····	吴天星等(183)

其 它

对虾配合饵料的研究及配方筛选·····	黄志川等(186)
用牧草(paragrass)作为基础饵料饲喂两种草鱼的比较研究(英文)·····	邵庆均 Gartner(193)
浙江主要饲料的含硒量及其分布的调查研究·····	蒋兆江等(201)
墨西哥玉米引种试验·····	吴 瑛(206)
使用稀土元素对墨西哥玉米和俄勒岗黑麦草产量及品质的影响·····	吴 瑛(209)
农户生态系统的效益分析·····	汪思真 严久四(213)
生态牧业及其效益评价·····	邵庆均 纪孙瑞(218)

微量元素在今后动物营养学发展中的作用

蒋兆江

一、概 述

动物营养学的研究对象从传统的观念讲,无非是对天然饲料中的六大营养成分的研究和利用。多年来经营养科技工作者努力探索的结果,对水分、蛋白质、碳水化合物、脂肪和维生素五个方面的研究工作,可说已达到相对深入的地步,唯对矿物质元素的研究工作,特别是对微量元素的研究,还处于较初级的阶段,为什么会这样呢?其主要原因不外如下:

1. 广大科技工作以往对微量元素在营养上的重要性认识不足。

2. 由于科学技术手段的落后,研究微量元素的作用机制比较困难,特别过去在测试手段方面非常不足,对极微量元素定量工作无法进行研究。

3. 微量元素在整个营养成分中比重太小。例如,全部矿物质元素无论在畜禽体组织中或饲料中只占 3~5%的比例,其中常量元素占矿物质的 99.95%,微量元素只占到 0.05%含量,大有微不足道之概。回忆在 60 年代我在教课时,自己就是这样认识的,认为需要量太少不会有缺乏感的。

4. 微量元素中不少元素有毒性,人们在思想上不是怕不足只怕中毒。

由于上述种种原因长期未被重视,在国外虽重视得早些,但比之其他五大成分的研究仍是落后的。

从 1957 年对硒的作用机制被发现后,对微量元素的研究进入了一个崭新的阶段。美国的一位著名动物营养学家 Combs 曾这样说过:“微量元素需要量极少极少,而其作用却极大极大,真好象原子弹一样。”在饲养标准中所列的 6 种微量元素中,其中硒和碘的需要量只要零点一到零点三毫克就够了。若饲料达不到这个水平,就会引起很大的麻烦。如果碘不足,可使畜禽的新陈代谢降低,甲状腺会肿大,四肢发生寒战,人的眼球会突出等等症状,硒不足,中国北疆严重的克山病就源于此。近年来通过在食盐中补硒后克山病地区的人对该病已基本控制了。在畜禽由于饲料缺硒而引起多种的疾病:如猪、鸡的水肿病、所有动物的肝坏死、白肌病、胰坏死、脑软化等。

澳大利亚微量元素研究方面的权威 E. J. 恩德伍特所著“人和动物营养中的微量元素”一书中启示了他在过去已确定的 15 种必需微量元素对人和动物的作用机制看,表明了它们的影响之大都是十分惊人的。因此,今后从事动物营养的研究工作者,应当特别重视微量元素的研究。

二、微量元素在动物营养学发展中的作用

如前所述,必需微量元素是动物体内代谢过程中不可缺少的活性物质之一,而且现在人们对它的认识还很肤浅。因此,今后应提高它在动物营养学研究中的地位,而且这又不是人为的原因,恰恰有它客观的重要性。其理由如下:

1. 微量元素中可挖的潜力很大,大就大在未知数太多,可说是动物营养学研究领域的一个宝库。

2. 微量元素的作用机制不但有其本身不可代替的重要性,还有其横向联系的重要作用,即它们相互间的协同和拮抗作用,比其他营养成分复杂得多。

3. 当前全世界对微量元素的实际应用范围还远不及我国古代已应用过的 1/3,如二千年前的“神农本草经”上已记载了 41 种金属及其矿物与疾病治疗的关系;明代李时珍所著的“本草纲目”上又发展到 161 种,并对金属矿石的性质及其与疾病的关系都作了比较深入的论述。

4. 很多微量元素已在动物体液中、多种器官组织中发现了,但是否都是必需微量元素,尚待作深入艰苦的研究来确定。因为一个必需微量元素根据 Cotzias(1967)提出的必需符合下列六个条件(Hennig 等在 1978 年亦提六条判定条件原则,基本一致)。
①它存在于所有生命物质的全部健康组织里。
②其浓度在同类动物中相当恒定。
③如机体缺乏该种微量元素后,可重复出现同样生理上和结构上的异常。
④动物给予这些元素就可预防或治疗这些异常。
⑤缺乏所引起的异常总会出现(或伴有)特异的生化改变。
⑥当缺乏现象得到预防或治愈时,这些生化改变亦同时得到预防和治愈。

从很多专家学者在论述和实际研究工作中,可发现很多值得我们思考和借鉴的问题,如在进行微量元素研究和操作过程中,存在一种很易发生污染和造成测试结果不正确的问题。例如有一位专家在测定组织中铬(Cr)含量时,用同一种组织一个样品用不锈钢刀切取,另一个用钛刀切取,分析结果,前者铬的含量比后者要超过十倍。这说明用镍铬合金的不锈钢会严重污染组织的含铬量。说明在试验中受器具污染的问题必须避免,否则便是无效劳动。

三、研究微量元素的方法论问题

微量元素的系统研究必须运用系统论的方法论。在现代科学中,系统的概念主要是反映客观世界整体性的一个范畴。所谓系统论概括起来说,其核心就是整体论。所谓系统方法主要就是把研究对象作为整体加以认识和改造的方法。这在微量元素研究中是非常重要的,因为任何一个微量元素的作用都不是孤立的,各元素之间都存在着协同与拮抗作用,都是处在一定的系统中,最明显的可从元素周期表中看出来,各个元素不是孤立的,例如在铜系元素中现在可预测到的还有 104 和 105 号元素尚未发现,总之原子序数相近的元素总有它相应的联系,必需微量元素 I 与 Fe 是拮抗的,Cu 与 Zn、Fe、Cd、Mo 等有互相作用,对猪补充 250ppm 的 Cu 在饲料中如无一定量 Zn、Fe、Cd 和 Mo 伴在就会出现 Cu 的中毒症。但目前猪饲料中额外补充 300 或 300 以上 ppm 的 Cu 不单没有中毒症状,还能促进猪的生长增重,这里面是药理作用还是毒理作用还不知道。其他象 Se 补充与猪饲料中的 As、Hg、Ag、Cu 和 Cd 含量不同会发生很大变化,如 As 可减少猪、狗、鸡、牛对 Se 的中毒,这是 Hill(1974)曾证明了的。这种例子可以举得很多,现不一一而述。

虽然系统的概念是整体,但系统并不等于整体,系统论也并不等于整体论。现在把系统论的方法论运用于微量元素的研究中时,要对系统和整体进行全面的理解。因系统范畴,除反映客观事物的整体性外;它还反映了整体和局部、整体和层次、整体和结构、整体和环境的辩证关系。所以系统的完整定义应当是:“系统是由部分组成的具有一定层次和结构并与环境发生联系的整体。”微量元素正处在这样的系统中。因此,这种方法论对于微量元素的系统研究是有指导意义的。

1. 系统有很多属性

(1)系统作为一个有机整体而存在,这个整体表现为内部(各)要素之间的互相联系和外部

与环境之间的联系总和。因此,在研究任何一个微量元素时,都不要忽视它们之间的相互影响,以及它们和环境的关系。

(2)结构具有一定的层次,各种水平的层次之间的联系是借助于控制来实现的,以保证系统的最优化。例如微量元素生物活性中的隔室封闭理论与此是极相吻合的。

2. 系统构成的原则也很多,和微量元素系统研究有关的原则有下列三项:

(1)整体性原则

系统的整体功能并不等于组成它的诸要素的简单相加。

系统论的先驱者生物学家贝奥驱塔郎菲从对生物界的研究中提出了著名的“整体大于各孤立部分总和”的定律,这个定律对于微量元素的系统研究是有很强指导意义的。

(2)要素有用性原则

要素在系统中总是要起作用,要研究系统,就要很好地认识系统中每个要素的作用。

(3)动态相关原则

世界上的万物,静止是相对的,而运动却是绝对的。任何绝对静止的系统实际上是不存在的。系统发展的根本原因,在于系统内诸要素的动态相关。过去微量元素研究中运用这些原则是比较不够的,有时强调某一微量元素而忽视其他微量元素的作用,即忽视了微量元素的整体作用。

3. 微量元素的系统研究还应注意下列二个问题:

(1)必须进行学科的综合研究

因为微量元素的系统研究涉及的面很广,所用的手段也是多种多样的。单独一个单位一个学科有时是很难完成这个任务的,故必须多学科综合研究。最好要做到生产、基础理论、和相关专业学科的三结合方式。这样才可促进微量元素的系统研究向纵深发展。

(2)应当进一步阐明微量元素的理论本质和作用机制。

在上述一些原则的指导下进行微量元素的系统研究时,还要结合本单位本部门的具体条件进行选题,因这种研究选题可大可小,研究内容可宽可窄。因为微量元素既作为一个系统而存在,系统中不但有大小系统之分,而且系统中还有大小层次之分。故订计划时,以系统为前提,再实事求是根据条件进行,既不冒进,也不要保守求稳,只要有计划做小题目也可做到集小成大,集少成多。

四、微量元素的生物学效应

近年来世界上一些科学发达的国家。对微量元素的研究进展很快。我国在农牧业、医学和环境保护事业中,也开始重视这一领域的研究,虽然我们起步较晚,但起点却较高。中国的科技人员注意发挥我们自己的优势,进行多学科的协作研究和推广应用。因此,在短短的时间内也取得了一些成就。现在,微量元素作为饲料食品和肥料的补充剂的应用,已在国内显示了强大的生命力,主要用它们提高动、植物产品的产量和质量、防治地方病,改善环境、提高人民和畜禽的健康水平等方面,都起着积极的作用。因为这与人们的认识、利用和控制微量元素的生物学效应是分不开的。为了更好地发挥它们有利于对人类的生物学效应,能有效地控制其不利的因素,有深入探讨微量元素生物学效应和规律的必要性。

至今所发现的生物体内的微量元素已超过 50 种(也有人说在周期表上有的元素都在生物体中发现过)。各种元素在不同的环境条件下,对于不同的生物体产生的效应是各不相同的。与

生物体有关的微量元素的生物学效应更是多种多样、形形色色的。但为了研究方便,可将它们归纳为营养学、毒理学和荷尔蒙学三大效应。

1. 营养学效应

微量元素营养学效应,是指微量元素与生物体互相作用而表现出具有营养性效果的生物学效应。这种效应反应出它们有助于维持生物的正常生长、发育、修复老化和损伤的组织,以及完成其他生命过程。由于缺乏一些必需元素或其他原因干扰或抑制了这种效应,生物体就会出现一些不良反应或明显的微量元素缺乏症,而在补给相应的元素或有关物质后,通常可使机体的异常现象得以部分或完全好转。

微量元素所以具有营养学效应,是因为它们在生物体内有一定的生物学功能。这些功能可概括为两个方面,即结构性功能和调节性功能。

就家畜和人体而言,微量元素具有结构功能的典型例子的硅(Si)和氟(F)元素在结缔组织和骨、牙的构成中的重要作用。硅可在一些氨基多糖物内见到,它以硅酸酯($R_1-O-Si-O-R_2$)醚桥($R_1-O-Si-O-Si-O-R_2$)的形成与多糖形成多价结合。在透明质酸、硫酸软骨素、硫酸皮肤素、硫酸角质素、肝素等氨基多糖类物质。硅的含量大约为 $105\sim 1892\mu\text{g/g}$,其结合率为 $47\sim 92.9\%$ (Schwarg,1974)。以上说明硅对结缔组织基质的结构形成具有重要作用。并且硅还是结缔组织胶原的一种成份,在胶原的交联过程中还需要它增强有关酶的活性,此外,硅还分布于成骨细胞中,说明它也参与了骨化过程。

微量元素生理生化过程的调节作用,主要是通过有关的酶激素、维生素来实现的。它们直接参与了这些生物活性物质的生物合成,或在与这些物质的活性有关。微量元素与酶的关系尤为密切,在动物体内发现的 1100 多种酶中,含有微量元素的酶约占 $1/3$ 。在这些酶的结构中,它们必然发挥重要作用。美国的著名科学家 Schroedr 所说“在生命的化学过程中,微量元素的作用就象火花塞”。现将几个具有代表性的微量元素的调节功能简述于下:硒为谷胱甘肽过氧化物酶的必需成分,此酶是机体抗氧化剂防御系统的主要成员,它对于破坏过氧化氢和有机过氧化物,防止细胞膜免受氧化破坏的机制上具有重要意义。有人测定了人体红细胞中 GSH—PX,发现每分子酶蛋白含有 3.5 个硒原子(Awathi 等 1975)也有人说含有 4 个硒原子。同时证实了硒元素是以低分子量有机辅基形式存在于酶的活性中心。此外在动物体内还发现另一种含硒的蛋白质。患白肌病的动物则缺乏这种蛋白质,根据报导,美国、加拿大、新西兰等国的调查表明,低硒地区的癌症死亡率明显偏高。我国研究发现仔猪和鸡的渗出性素质病和白肌病及人的克山病的流行与食物链中缺硒有关。当补加硒后对防治某些病有一定的效果。

锌是已知与酶关系最为广泛的一种微量元素。目前已发现含锌的酶已达 70 余种,其中包括碳酸酐酶、碱性磷酸酶、醇脱氢酶、乳酸脱氢酶、谷氨酰胺酶、过氧化物歧化酶、羧基肽酶……等,值得注意的是锌对 DNA 和 RNA 聚合酶的正常活性也是必需的。锌直接或间接参与了核酸和蛋白质的合成、内分泌功能、创伤愈合、味觉维持、维生素 A 的代谢,以及免疫过程等,动物及人等缺锌时可导致生长发育受阻,免疫反应明显低下、味觉异常等不良反应,植物和微生物对缺锌的反应也十分明显,这些在生产和临床上可能具有实际意义。

钴是维生素 B_{12} 的必需成分, B_{12} 是至今在动物和人体内所发现的唯一含钴的物质,故钴与 VB_{12} 同样具有营养学意义,动物缺乏 VB_{12} 会发生恶性贫血。

碘也是人类最早发现与动物体健康有密切关系的微量元素,它们主要功能参与甲状腺腺

的合成,通过这种内分泌激素调节机体生理功能。

就当前情况看动物和人体的必需微量元素有 15 种,即 Fe、Cu、Zn、Mn、Se、Co、I、Si、F、Cr、Sn、Ni、V、As、Mo。

2. 毒理学效应

微量元素与任何生物体相互作用,使生物体产生不良的或中毒反应者,称为微量元素的毒理学效应。微量元素的毒性作用,可能是由于它们与生物体内蛋白质和酶的相互作用而使其变性、沉淀或变构,也可能是它们与 DNA 相互作用而导致突变;或者是它们与细胞膜或其它细胞器相互作用而产生的不利影响。结果,可使动物的生理和代谢过程受到干扰,乃至生态系统发生改变。

判定微量元素对动物和人体所产生的中毒反应,要特别提倡现代流行病学的方法,进行全面分析。除了要注意死亡现象,明显的急性中毒症状外,还应注意到生长受阻,生产性能或劳动能力降低,健康或智力水平下降,性功能与生殖力减弱或繁殖循环中断,肿瘤与其他慢性病症的出现以及寿命的缩短等。通常应当对环境和食物链进行仔细的调查和测试分析。微量元素毒性作用对动物和人体健康的主要威胁并不在于偶然。个别、狭小范围的急性中毒病例的发生,而往往是由于环境的污染,食物链的富集作用所造成大群的或大范围的,影响深远的慢性中毒事件。

著名的历史学家 Glifillen 曾说过:“罗马帝国是亡于铅的”。这是他根据当时的历史事实作出的推断。在古罗马时期,人们所用餐具为铅制的,做酒的设备铅制,饮水是铅管引送的,妇女擦脸用的粉是含铅的物质(碱式碳酸铅),有人还喜欢在食品中加有甜味醋酸铅的物质。结果造成大群人的长期慢性铅中毒。皇帝贵族们吃得多,中毒的情况也就严重得多。因此,他们的行为异常、脾气暴躁,不能思考问题,其后代如能幸存,也多半是低能儿。

镉和汞这二个元素在目前也称是对动物威胁较大,影响较广的微量元素,它们是具有与巯基和咪唑基的配位体整合的能力,也可以与白蛋白, α -球蛋白和 α -糖蛋白形成金属络合物。当过量的 Cd 和 Hg 进入机体后,可与含有必需元素锌的酶和金属蛋白质中的锌发生竞争,并在酶的活性部位发生不可逆的结合而破坏酶的活性,干扰和破坏正常的代谢过程,它一旦进入机体后就难于排出。

除上述一些元素外,任何微量元素,当剂量过大时,也会产生毒性效应。在生产上补加微量元素时,须重视每种元素最高量和中毒量,不然不但无益反为造成危害。

各种微量元素和其化合物的毒性高低是不一致的,一般来说,必需微量元素毒性相对要低一些。目前判定元素及其化合物的毒性高低的主要依据,是利用实验动物进行毒理实验所计算出的半数致死量(LD₅₀),其大体标准是:LD₅₀(mg/kg)在 1—10 的范围内为高毒,10—100 为中毒,100—1000 为低毒,1000 以上为相对无毒(Bowen,1966 年)[LD₅₀(Median lethaldose)半数致死量]。

许多微量元素的毒性效应对动物和人类来说,是一个威胁,我们必须重视它们和设法加以控制,也就是说避免对有毒元素的环境污染。

3. 荷尔蒙学效应(Hormology)

微量元素的荷尔蒙学效应即微量元素与生物体相互作用,对生物体所产生的刺激或兴奋性的生物学效应。这里所用的荷尔蒙学(Hormology)(同质性类同性)这个词与内分泌学(Hor-

monology)(内分泌学)是有所差别的。它是美国生物化学家 Luckey 教授 1974 年为恰当地总结以往的发现并建立生物刺激效应规律的研究中才提出的。荷尔蒙学认为任何作用物不论是多种化学物质还是物理因素,当其作用于生物的量比其有害量(中毒量)要小一些的时候,就有可能对生物产生兴奋和刺激作用,如果受到作用的生物处于环境、营养条件不良的情况下则容易呈现刺激效应。换句话说,在一个不足于有害量而可能有害的因素作用下,生物体更容易对刺激环境起反应。

大量的实验研究表明,无论是必需微量元素和非必需的微量元素,它们大多数在低于其有害(中毒)量 10~100 倍稀释度的情况下,对于一些生物学参数可产生刺激性效应。这些事实构成了微量元素荷尔蒙学研究的基础。

一些毒性较高的微量元素在一定条件下,对生物可产生刺激作用,对于它们的荷尔蒙效应有待进一步的研究。例如汞在稀释为 10^{-8} M 时,对微生物发酵有刺激作用。动物实验发现含有 1ppm 甲基汞的饮水能刺激小鼠的生长(Schroedr,1976)。低水平的铅具有刺激血液生成的作用,对大鼠肾脏组织 DNA 的合成也有刺激作用(Choie 等,1972)。有人还发现,含有 25ppm 铅的饮水可使纯系大白鼠的产仔数多达对照组的二倍(Schroeder,1972)。但有人认为这是铅中毒的结果,它说明了刺激作用和毒性作用的密切关系。镉也可以刺激动物、植物的生长,当然必须是在低剂量下的情况下,更有意义的发现是镉可以促进抗体的生成。有人把一定量的镉注入大鼠体内,7 天后再注射抗原,结果见到抗体生成明显地增强 Jones(1971)指出:这种刺激作用是由于镉先使一些细胞致死,死亡细胞的核酸被释放出来后,反过来刺激机体的抗体生成。这进一步说明了微量元素的刺激作用与毒性作用相互密切作用的关系,也提出了一些特殊刺激效应的机制问题。

铜的荷尔蒙效应在畜牧业方面所发挥的积极作用尤为显著,把铜作为生长猪、兔和家禽的饲料补充剂,可以促进生长,提高增重和饲料的利用率,还可以预防火鸡的动脉破裂症。通常作生长促进剂的用量为 100—250ppm,这个量大大地超过了动物对铜的营养需要量。但不至于引起这些动物发生铜中毒。如果饲料中钼和硫酸含量较高,铜的补充量还可加大 2~3 倍。(钼、硫与铜有拮抗作用)。英国用铜作为猪的生长促进剂已有十余年的历史了。现在欧洲一些国家已经推广应用。日本在 1979 年也报导用铜(250ppm)作为生长猪的补充剂获得良好的效果,我国在 1980 年也开始用复合硫酸铜作为肥猪补充剂。当铜用量为 112—168ppm 时,试验前期增重提高 17.2%,后期增重提高 11%,平均提高增重 15.1%,同时饲料蛋白质的利用率提高 45~50%。

在农业上利用微量元素(钼酸铵)肥使稻米和大豆都获得增产;浙江、湖南、四川等省对盛花期的柑桔喷施适量的钼酸铵后使柑桔增产 40~70%,同时还控制了柑桔的黄斑病,桔子的质量也有所提高。因钼是生物体内多种钼酶的成分(固氮酶、硝酸还原酶、甲酸脱氢酶、黄嘌呤氧化酶等),这些酶对生物固 N、氨基酸及蛋白质的合成、核酸代谢、生物氧化等生物化学过程中起极重要的生物体催化作用,钼的营养和刺激性效应正是它们巨大的生物潜能(Biopotential)的体现。

从上所述,我们可以得出这样一个概念:微量元素的生物学效应是由其营养学、毒理学和荷尔蒙学效应所组成的一个统一的整体,这三大效应既有区别、又有联系,它们也会发生相互作用,有时甚至很难严格区分。

(参考文献略)

改善低质粗饲料饲用价值的方法与途径

刘建新

我国人均占粮仅 350 千克,低于世界平均水平。随着人口不断增加和耕地面积逐渐减少,维持这一水平也将很困难。因此,如何发挥反刍家畜消化纤维物质的特征,充分有效地利用粗饲料特别是秸秆类低质粗饲料,对于稳定发展我国畜牧业具有重要的战略意义。

一、低质粗饲料的营养学特征

粗饲料的饲用价值应该从随意采食量、消化率和消化吸收后的利用率等方面加以评定。低质粗饲料含氮量、可溶性碳水化合物、矿物质及胡萝卜素含量低而纤维质含量高,一般采食量少、消化性差。由于动物个体间采食量和利用效率差异很大,实践上常用消化率作为评定粗饲料饲用价值的指标,而影响消化率的最大因素是纤维质含量。国外有用细胞壁成分(CWC)表示粗饲料总纤维含量、并以此替代现行粗纤维体系的趋势。CWC 主要包括纤维素、半纤维素、木质素等,从干物质中减去 CWC 则为细胞内容物,包括蛋白质、淀粉、糖、脂质、有机酸及可溶性灰分等。CWC 中的各个成分互相错综复杂地结合在一起,不但本身消化率低,而且也妨碍细胞内容物的消化。因此,有时候就以 CWC 含量来大致地判断粗饲料的消化性和营养特征。

纤维素和半纤维素可在瘤胃微生物作用下分解,最终成为反刍家畜的能源。它们与木质素结合在一起,其消化性与木质素含量有很大关系,木质化程度越高则消化性越差;反之亦然。例如,大豆壳木质素含量较低,其纤维素的消化率就较高。某些粗饲料的 CWC 中含有大量硅酸盐和角质等,这些物质也影响饲料的消化性,例如,妨碍稻草消化的主要因素常常是硅酸盐而不是木质素。

二、改善低质粗饲料饲用价值的方法

如前所述,粗饲料 CWC 中的潜在可消化成分(纤维素和半纤维素等)常与木质素、硅酸盐等共存,并具有高度结晶性。因此,改善细胞壁成分消化性的方法,主要着眼于破坏组织构造、降低纤维成分结晶性、改变分子结构以及除去妨碍消化的木质素、硅酸盐等物质。目前为止,有关改善低质粗饲料营养价值的研究报道很多,有实验室内进行的研究,也有从生产实践获得的结果。方法论上,大致可以分成物理性的、化学性的、生物学的处理等几类。

三、物理处理法

1. 切短(Chopping)、粉碎(Grinding) 这是处理粗饲料的最简便而又重要的方法之一。各种秸秆和粗老干草,经过切短或粉碎处理,将便于家畜咀嚼,减少能耗,同时也可减少饲料浪

费,且宜于和其它饲料配合,为生产实践上常用。

一般认为,通过切短和粉碎可以增加粗饲料的采食量,但也容易引起纤维质消化率的下降和瘤胃内挥发性脂肪酸(VFA)生成比率发生变化。用体外法测定,切短或粉碎对粗饲料消化率有正的效果。这主要是由于破坏了纤维素晶体结构,部分地分离了纤维素、半纤维素与木质素的结合,从而使饲料更易受消化酶作用而致。用动物试验,粉碎能增加饲料采食量,但由于缩短了饲料在瘤胃内停留时间,常常引起纤维质消化率降低;同时粉碎处理将加速VFA的生成速度、增加丙酸含量和减少反刍次数,引起瘤胃pH值下降等。

如上所述,粗饲料的切短和粉碎不但影响粗饲料本身的结构,而且对动物的生理机能具有重要影响。因此,在什么情况下进行切短或粉碎处理,应根据使用目的和家畜种类的不同而定。例如,粉碎粗料喂肥育牛,由于乙酸/丙酸生成比的变化也许能期待较好的肥育效果,但饲料喂奶牛则将导致乳脂率的下降。目前,粗饲料的粉碎处理常作为颗粒成型处理或化学处理的前处理。

2. 浸泡(Soaking) 浸泡后的秸秆质地柔软,可提高适口性。将粗饲料切碎后加水浸泡拌精料,可以改善饲料利用性。Holzer等曾进行了在含有低质粗饲料25%或45%的配合饲料中加水至75%后喂牛的试验。结果表明,浸泡处理可改善饲料采食量和消化率,并提高代谢能利用效率,增加体脂中不饱和脂肪酸比例。这些现象与瘤胃发酵的变化有关,因为浸泡处理将减弱瘤胃内的氢化作用,增加VEA生成速度,并减低乙酸/丙酸生成比。

3. 蒸煮(Steam pressure)、膨化(Explosion) 蒸煮处理的效果根据处理条件不同而异。Hart等报道,在压力21.1千克/厘米²下处理稻草1.5分钟,可获得最佳的体外消化率,而更强度的处理将引起饲料干物质损失过大和消化率下降。动物试验也表明,过强的处理条件反而会引起饲料消化率的下降,这也许是由于处理引起木质素大量游离而妨碍了养分消化所致。降低压力而同时增加处理时间,也可获得较佳的处理效果。

膨化处理,是高压水蒸气处理后突然降压以破坏纤维结构的方法,对秸秆甚至木材都有效果,近年有不少报道。日本研究者在进行大量试验研究后,已制订了处理木材饲喂肉牛的手册,例如处理白桦树的最佳条件是:温度183℃、压力10千克/厘米²、时间15—20分。膨化处理的原理是使木质素低分子化和分解结构性碳水化合物,从而增加可溶性成分。国内也有一些研究,但成本似乎还成问题。

4. 射线照射(Irradiation) 射线等照射低质粗饲料以提高其饲用价值的研究由来已久。处理材料的不同,处理效果不尽相同,但一般可以增加体外消化率和瘤胃VFA产量,主要是由于照射处理增加了饲料的水溶性部分,后者被瘤胃微生物有效利用而致。

5. 其它 从广义来讲,粗饲料的干燥(Drying)、颗粒化(Pelleting)和添加精料(Supplementation)等也属于物理处理。干燥的目的是保存饲料,处理条件对养分影响很大,国外采用人工法调制干草以尽量减少养分损失。颗粒化处理可使粉碎粗饲料通过消化道速度减慢,防止消化率的下降。添加精料可以改善粗饲料的利用效率,但添加精料后瘤胃微生物将适应可溶性碳水化合物,并引起瘤胃pH值下降,因此精料添加量过多会导致粗饲料消化率的下降。

四、化学处理法

1. 碱化处理(Alkali treatment) 碱类物质能使饲料纤维物质内部的氢键结合变弱,使纤

纤维素分子膨胀,而且能皂化糖醛酸和乙酸的脂键,中和游离的糖醛酸,使CWC中的纤维素与木质素间的联系削弱,溶解半纤维素,这样就适于反刍动物前胃中的微生物更易起作用。电镜观察也证实了碱处理使粗饲料的组织结构发生变化,更易为瘤胃微生物附着和消化。因此,碱处理的主要作用是提高消化率,从处理效果及实用性看,有氢氧化钠处理和石灰水处理。

(1)氢氧化钠处理 最初采用“湿法”,即配制相当于秸秆10倍量的氢氧化钠溶液,将秸秆放入浸泡一定时间后,用水洗净余碱,然后饲喂家畜。这种处理方法可大大提高秸秆消化率,但水洗过程养分损失大,而且大量水洗易形成环境污染,故没有广泛应用。后来提出了“干法”,即将高浓度的氢氧化钠溶液喷洒于秸秆,通过充分混合使碱溶液渗透于秸秆,处理后不需水洗而将处理秸秆直接饲喂动物。最近,挪威等国采用一种取消水洗工序的“浸渍法”,效果良好。

一般碱化饲料的适口性不是很好,但合适处理能改善粗饲料消化,促进消化道内容物排空,所以也能提高饲料采食量。笔者用4%的氢氧化钠溶液等量处理稻草,改善了其CWC的瘤胃内消化速度和潜在消化率,加快了稻草残渣从瘤胃的排空速度,不但改善了消化率,也显著增加了采食量;在此基础上添加氮源,消化率和采食量的改善更大,可消化物质的采食量相当于原料草的二倍以上。

氢氧化钠处理的效果,体外法与体内法评定有较大差异。前者评定时,处理效果随碱用量增加而增加,但体内法结果表明较佳的碱用量在4%—6%。引起这种差异的主因是碱(Na)对动物生理的影响。据报道,采食碱化秸秆的动物,饮水量和瘤胃pH将增加,特别是采食过量的Na将影响瘤胃渗透压、降低粗饲料在瘤胃的停留时间和纤维质消化率等。笔者曾测定了氢氧化钠处理稻草中的残余碱,几乎全呈碳酸氢钠状态存在。因此,残余碱本身似乎不会对动物体产生大的影响。

(2)石灰水处理 一般方法是将100千克切碎秸秆用1千克生石灰或3千克熟石灰,加水200—250公升。为了增进适口性,可在石灰水中加入0.5%的食盐。处理后在水泥地上摊放1天以上即可饲喂家畜。也可将熟石灰制成石灰膏,在室温条件下将切碎秸秆浸入石灰乳(水200升加石灰膏9千克)中,压实秸秆浸泡24小时,不需冲洗即可饲喂。为了简化手续和设备,可在铺有席子的水泥地上铺上切碎秸秆,再以石灰水喷洒数次,然后堆放、软化,1—2天后就可饲喂。

2. 氨化处理(Ammonia treatment) 这一方法研究较多,应用广泛,故重点加以叙述。氨化处理的研究始于40年代,但最初仅注目于非蛋白氮利用上,到60、70年代才转向处理各种粗饲料以提高其饲用价值。低质粗饲料含氮量较低(<1%),与氨相遇时,其有机物就与氨发生氨解反应,即破坏木质素与多糖间的脂键结合,并形成铵盐,铵盐则成为牛羊瘤胃内微生物的氮源。获得了氮源后的瘤胃微生物,活力将大大提高,对饲料的消化作用也将增强。另一方面,氨溶于水形成氢氧化铵,后者对粗饲料具有碱化作用。因此氨化处理通过碱化与氨化的双重作用提高低质粗饲料的营养价值。氨化处理的效果表现在以下方面:

(1)增加含氮量和降低纤维质含量 经过氨化处理可使低质粗饲料的含氮量增加一倍以上。笔者用碳酸氢铵(简称碳铵)或尿素处理,使稻草和麦秸的粗蛋白含量从4%—5%提高到8%—10%,达到或超过了青干草。据报道,氨化饲料中的结合氮虽为非蛋白氮,但不象尿素或其它非蛋白氮一样在瘤胃内快速分解而造成浪费。碱化作用破坏粗饲料纤维的内部结构,溶解半纤维素,因此氨化处理也能降低纤维质含量。笔者用碳铵处理使稻草的中性洗涤纤维含量下

降了 8%—10%。

(2)增加采食量 高水分秸秆经氨化处理后适口性可能会降低,但多数试验证明,秸秆经氨化处理后质地柔软、气味糊香,适口性改善,且瘤胃消化得以改善,消化道内容物排空加快,因此采食量增加,增加程度则取决于其他日粮成分的量 and 质。笔者用碳铵处理稻草和麦秸,使牛羊的采食量提高 30%—40%。

(3)提高消化率 氨处理过程中的碱化作用使秸秆类更易消化,加上含氮量增加利于提高瘤胃微生物活力,因此氨化处理能提高秸秆的消化率。笔者用羊测得的结果,氨化处理使稻草干物质、有机物、粗蛋白、CWC 的消化率从 43.1%、47.9%、20.6%、68.2%分别提高了 23%、24%、43%、12%,超过了收购干草。

(4)提高生产性能 采食量和消化率的增加,导致氨化秸秆的生产性能(日增重、产奶量)优于原料。Rissanen 等用氨化秸秆和未处理秸秆饲喂奶牛,日产 FCM 分别为 19.4 和 19.0 千克,而两组牛的精料和甜菜渣采食量分别为 8.8+1.8 和 9.3+2.0 千克,即氨化处理降低了料奶比。笔者用氨化稻草饲喂湖羊、培育牛和产奶牛,增重效果和产奶量大大优于原料稻草,达到或超过干草。

(5)降低饲养成本 据笔者用碳铵试验的结果,每千克稻草氨化成本(包括碳铵、塑料薄膜、人工等费用)约需 4—5 分钱。各地情况虽不尽相同,但秸秆费加上氨化成本一般比干草要便宜。以杭州近郊价格算,每吨氨化稻草可比干草节约饲料费 60 元左右。此外,氨化稻草饲喂损失少于干草。据在浙江农业大学牧场测定,青干草的粗灰分含量高达 26%,可食部分低于稻草 10%以上。

氨化处理的效果,受处理原料、氨源、含水量、处理温度和时间等多种因素影响。理论上,液氨、尿素、氨水、碳铵甚至尿都可作为氨源,但液氨处理需一定设备,成本较高,一般地方难以推广。尿素处理,按目前价格成本也不低。碳铵作为氨源的处理效果十分理想(如上所述),并且具有价格低廉、分解比尿素快、使用比氨水安全、操作简便、氨化效率高等优点。在我国使用液氨条件不具备的地方,碳铵是一种理想的氨源,据笔者试验研究,气温在 20—30℃时,碳铵处理稻草的最佳用量为 8%—12%,含水量 35%左右。

3. 酸处理(Acid treatment) 酸处理常用的试剂有硫酸、盐酸、磷酸和甲酸等,前两者多用于秸秆和木材加工副产品,后者则多用于保存青贮饲料。酸处理低质粗饲料的原理,基本上与碱处理相同。酸能破坏饲料纤维物质的结构,提高动物的消化利用性。由于成本问题,这一方法不很实用。

4. 碱—酸处理(Acid-alkali treatment) 用苛性碱处理秸秆类后,再用盐酸中和。苏联的方法,先将切碎秸秆放进碱溶液中浸泡,将浸泡好的秸秆转入水泥窖内压实,存放 1—2 天。然后再将这些秸秆放入 3%的盐酸溶液中浸泡,除去用过的溶液即可饲喂动物。也有酸的后处理没有什么效果的报道。

5. 化学处理脱木质素(Delignification) 普通的碱处理,基本上没有脱木质素作用。提高碱用量或增加处理温度和压力时,可除去秸秆的部分木质素,从而使秸秆消化率提高幅度更大。已研究过的用于脱木质素的化学物质有亚氯酸钠、二氧化氯、高锰酸盐、过氧化氢、臭氧、亚硫酸盐、二氧化硫等。有机溶剂如乙醇、丁醇、丙酮配之以适当的催化剂也可脱木质素,且溶剂可以回收;乙二胺脱木质素的效果也很好。这些方法离实用还有一定距离。

五、生物学处理法

1. 青贮(Ensiling) 青贮的原理是通过乳酸菌发酵产生酸性条件,抑制和杀死其它微生物的繁衍,从而达到保存饲料的目的。为了满足乳酸菌发酵,除了保证密闭、水分等条件外,还需要一定的可溶性糖分存在。因此含糖分高的原料如玉米秆、青草等,容易青贮成功;反之就难以青贮成功,如稻草、麦秸等。对这些原料青贮,可采用添加可溶性糖分或苛性碱处理后青贮。日本阿部等用苛性碱喷洒于稻草后青贮二周,然后将青贮稻草与配合饲料混合(4:6)饲喂山羊,日粮消化率显著提高。将秸秆类与块根(茎)类混合青贮,为秸秆类提供糖分的同时,又可防止后者的养分随水流失。如浙江省乔司农场将大头菜与稻草混合青贮,取得了良好效果。

2. 发酵(Fermentation) 通过有益微生物的发酵作用,可使粗饲料软化,体积缩小,改善适口性,并提高利用率。但粗饲料发酵处理的效率不是很高。

3. 酶解(Enzyme) 将纤维素分解酶溶于水后喷洒粗饲料,可以提高粗饲料的消化率,但成本较贵目前还难以实用。

生产实践上,各种方法常常结合使用,如碱处理后制成颗粒或草块、切碎后碱化或氨化等方法,是化学和物理处理的结合,添加精料的青贮法是物理处理与生物学处理法的结合。究竟采用何种方法为好,各地应根据具体条件因地制宜地选择。目前,切碎等方法已为人们广泛采用;粉碎一般作为颗粒化的前处理,粉碎后直接饲喂的方法往往得不偿失;成本问题如能解决,膨化处理是一种有前途的方法;化学处理中,从成本、处理效果等判断,以氨化处理为最佳。

(参考文献略)

环境温度与蛋鸡生产

汪思真

产蛋鸡与其他恒温动物一样,对环境温度的适应能力是有一定限度的,温度过高或过低,或作用时间过长,将导致机体热平衡破坏,引起体温升高或降低,从而对健康与生产力带来危害。

气温与蛋鸡的体热平衡

在多变的环境温度下,蛋鸡为了保持体温基本不变,就要通过自身的热调节,使体内的产热量与散热量保持相对平衡。其中热的发散在体热调节上具有重大意义。散热的方式有两种,一种是可感散热,包括辐射、对流和传导;另一种是非可感散热,即蒸发散热。

对蛋鸡来说,有一个环境温度范围对它是最适宜的,这个温度范围就称为适温区(或舒适区)。在该范围内,机体的产热刚好等于散热,不需调节;蛋鸡的生产力最高,抗病力较强,在饲养上是最经济的。

当气温升高时,机体开始进行散热调节。即通过反应,加强外周血液循环和皮肤毛细血管舒张等方式来增加散热量。当气温接近或超过皮温时,非蒸发散热所起的作用就逐渐减少甚至消失,而主要依靠蒸发散热。鸡的皮肤无汗腺且覆盖着较厚密的羽毛,所以在高温时以呼吸道蒸发散热为主。蛋鸡通过增加呼吸频率和热喘息来增加蒸发散热量,当深部体温升高至 $41^{\circ}\sim 43^{\circ}\text{C}$ 时,就开始热喘息;当体温达 44°C 时,最高呼吸频率可增至200次/分以上。出现热喘息是过热的预兆,此时必须采取降温措施,否则,体热平衡破坏,蛋鸡将患热射病而死亡。在增加散热量的同时,蛋鸡还将减少体内热的产生,为此,采食量减少或拒食,生产力下降。

环境温度降低时,通过中枢神经系统的调节,末梢毛细血管的收缩,血流量减少,皮温下降等途径,使辐射、对流和传导散热减少;鸡体蜷缩、聚集在一起,以减少体表面积,使散热减少。低温时,鸡的采食量增加,加强体内氧化以增加产热量,维持热平衡。

温度对产蛋的影响

环境温度对鸡的产蛋量、蛋壳厚度、饲料利用率以及性成熟均有显著影响。气温过高,产蛋率增加。蛋形变小,蛋壳变薄变脆,表面粗糙,破蛋率增加,饲料利用率下降。Oliver和Smith(1972)将白莱航母鸡养于 21°C 、 32°C 和 38°C ,在8周试验中,日产蛋量分别为79%、72%和41%,养于 32°C 和 38°C 的小母鸡所产的蛋平均比养于 21°C 的分别轻4.6%和20%。Payne(1967)研究发现养于 30°C 的产蛋鸡比养于 $18\sim 20^{\circ}\text{C}$ 的饲料利用率低20%;并指出,影响鸡产蛋量的高温界限,相对湿度75%时为 28°C ,相对湿度为50%为 31°C ,相对湿度为30%时为 33°C ,高于此,不论饲料配方如何,产蛋数都可能受到不良影响。此外,在适宜温度(21°C)下,两