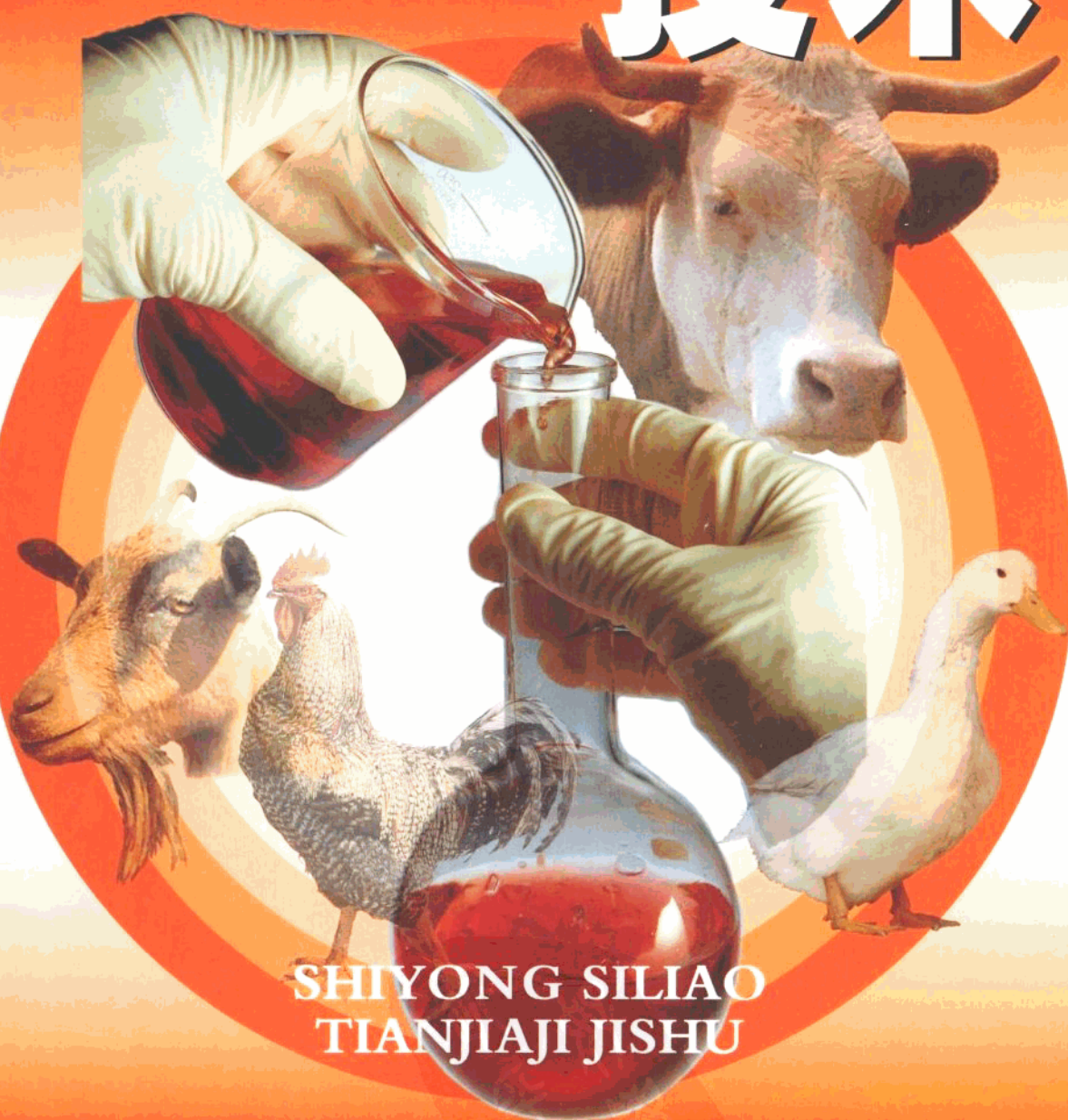


实用饲料添加剂 技术

主 编 梁明振

副主编 李 军 谢梅冬



SHIYONG SILIAO
TIANJIAJI JISHU

广西科学技术出版社

实用饲料添加剂技术

主 编 梁明振

副主编 李 军 谢梅冬

广西科学技术出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

实用饲料添加剂技术/梁明振主编. —南宁: 广西科学技术出版社, 2008.1

ISBN 978-7-80763-000-5

I. 实… II. 梁… III. 饲料添加剂 IV. S816.7

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 010390 号

实用饲料添加剂技术

主编 梁明振

副主编 李 军 谢梅冬

*

广西科学技术出版社出版

(南宁市东葛路 66 号 邮政编码 530022)

广西新华书店发行

广西民族语文印刷厂印刷

(南宁市望州路 251 号 邮政编码 530001)

*

开本 890mm×1240mm 1/16 印张 12 字数 360 000

2008 年 1 月第 1 版 2008 年 1 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-80763-000-5/S·191 定价: 42.00 元

本书如有倒装缺页, 请与承印厂调换

主 编：梁明振

副主编：李 军 谢梅冬

编 委（按姓氏笔画排序）：

韦良云	韦柳红	邓伟泉	宁向军	叶云锋	农英相
李 军	李 筠	李锦泉	杜 坚	余 莲	严 明
严 寒	罗玉琴	罗昭军	吴晓丹	吴礼洁	陈 文
陈 洪	何 琼	张春天	单乃荣	邹优敬	杨武宁
郑永娇	周振新	段亚丽	唐 建	梁 坤	梁明振
梁保新	梁晓曦	崔艳莉	黄桂花	黄忠勇	蒋 亮
蒋惠岚	覃雪斌	谢梅冬	黎书长	彭辉才	

前 言

随着人们生活水平的提高和世界动物性食品贸易的扩大,对动物性食品的需求越来越多,极大地促进了畜牧水产养殖规模的发展,也使养殖业的集约化和机械化程度大大提高,占养殖业生产成本约70%的饲料业更是得到了迅猛发展。据统计,2006年我国饲料工业产品总产量约达1.11亿吨,其中配合饲料8117万吨,浓缩饲料2456万吨,添加剂预混合饲料486万吨,饲料工业总产值2908多亿元。饲料工业已成为我国十大工业之一,我国成为世界第二大饲料生产国。

众所周知,饲料添加剂是配合饲料的核心,动物在能量、蛋白质、脂肪和常量矿物元素等营养素满足的情况下,各种添加剂的使用适当与否就成了现代养殖业生产取得效益和保证食品安全的关键所在。各种添加剂又常常是以添加剂预混合饲料的形式添加到配合饲料中发挥其作用的,因此了解各种添加剂的功能作用,掌握其科学的使用方法,掌握添加剂预混合饲料配方设计、生产工艺技术等是非常关键的。

本书是在吸取许多相关文献的精华,并在多方请教相关专家的基础上,结合作者在工作中的经验总结而编成的。

本书共分15章:第一章饲料添加剂工业的发展概况,第二章氨基酸添加剂,第三章非蛋白含氮物添加剂,第四章微量元素添加剂,第五章维生素添加剂,第六章抗生素添加剂,第七章微生态饲料添加剂,第八章酸化剂,第九章饲用中草药添加剂,第十章饲用酶制剂,第十一章小肽添加剂,第十二章卵黄抗体添加剂,第十三章其他饲料添加剂,第十四章添加剂预混合饲料的生产技术,第十五章添加剂预混合饲料合理使用技术。最后还有附录内容,特别是最新版的猪、鸡饲养标准。本书内容丰富、实用性强,可供各种预混合饲料生产企业、饲料生产企业、畜牧水产养殖企业、相关科研院所等的专业技术人员使用,亦可供有关院校的师生参考使用。

由于饲料添加剂的生产、使用涉及较多学科,各种饲料添加剂又在不断地发展,同时由于作者的知识、水平有限,在编写过程中错误和不足在所难免,欢迎读者给予批评指正。

本书在编写过程中,得到了广西汇杰科技饲料有限公司、广西彼得汉预混饲料有限公司、广西南宁骏威饲料有限公司、广西商大饲料科技有限公司、广西泽威尔饲料有限公司等企业以及许多朋友的大力支持与帮助,在此表示衷心的感谢!

编 者

目 录

第一章 饲料添加剂工业的发展概况	(1)
第一节 饲料添加剂的分类及其使用目的	(1)
第二节 饲料添加剂工业的发展概况	(2)
第二章 氨基酸添加剂	(7)
第一节 总论	(7)
第二节 常用氨基酸添加剂	(9)
第三章 非蛋白含氮物添加剂	(14)
第一节 概述	(14)
第二节 非蛋白含氮物种类	(15)
第四章 微量元素添加剂	(20)
第一节 概述	(20)
第二节 微量元素的一般功能	(20)
第三节 微量元素添加剂使用技术	(21)
第五章 维生素添加剂	(34)
第一节 概述及分类	(34)
第二节 影响维生素需要量的因素	(35)
第三节 常用维生素	(37)
第六章 抗生素添加剂	(49)
第一节 概述	(49)
第二节 抗生素的分类	(51)
第三节 抗生素饲料添加剂应用技术	(53)
第四节 常用抗生素添加剂预混料	(56)
第七章 微生态饲料添加剂	(76)
第一节 概述	(76)
第二节 微生态制剂的种类和作用机理	(76)
第三节 微生态制剂在饲料中的应用效果	(78)
第四节 微生态制剂的应用前景和存在的问题	(79)
第五节 常用微生态饲料添加剂	(79)
第八章 酸化剂	(87)
第一节 概述	(87)
第二节 酸化剂的作用机理	(88)
第三节 影响酸化剂添加效果的因素	(88)
第四节 酸化剂的开发问题	(89)
第五节 早期断奶仔猪日粮的酸化原理与应用	(90)
第六节 常用饲料酸化剂	(91)
第九章 饲用中草药添加剂	(96)
第一节 概述	(96)
第二节 中草药饲料添加剂的一般作用机理	(96)
第三节 中草药饲料添加剂的主要功用	(97)

第四节	中草药饲料添加剂的生产	(97)
第五节	中草药饲料添加剂的配伍原则	(98)
第六节	中草药饲料添加剂在使用中存在的问题	(99)
第七节	常用中草药饲料添加剂原料	(99)
第十章	饲用酶制剂	(103)
第一节	饲用酶制剂的研究与应用	(103)
第二节	饲用酶制剂的饲用效果及研究进展	(106)
第三节	酶制剂的促生长机理	(107)
第四节	影响饲用酶制剂效果的因素	(108)
第五节	饲用酶制剂的研究方向和需要解决的问题	(110)
第六节	常用饲用酶制剂	(111)
第十一章	小肽添加剂	(116)
第一节	肽的概念和理化性质	(116)
第二节	肽的功能	(117)
第三节	肽的生产方法及工艺	(118)
第四节	肽制品的应用前景	(120)
第十二章	卵黄抗体添加剂	(121)
第一节	概述	(121)
第二节	卵黄抗体的特点	(121)
第三节	卵黄抗体的生产方法	(122)
第四节	卵黄抗体在养殖业中的应用	(124)
第十三章	其他饲料添加剂	(126)
第一节	调味剂	(126)
第二节	黏结剂、抗结块剂、乳化剂及稳定剂	(132)
第三节	防霉剂	(138)
第四节	抗氧化剂	(142)
第五节	载体、稀释剂和吸附剂	(145)
第六节	着色剂	(149)
第十四章	添加剂预混合饲料的生产技术	(154)
第一节	添加剂预混合饲料的定义、特点、作用及分类	(154)
第二节	添加剂预混合饲料的配方设计技术	(155)
第三节	添加剂预混合饲料生产技术	(164)
第十五章	添加剂预混合饲料合理使用技术	(168)
第一节	添加剂预混合饲料的应用特点	(168)
第二节	添加剂预混合饲料的合理选择和应用	(169)
附录一	饲料和饲料添加剂管理条例	(171)
附录二	饲料添加剂和添加剂预混合饲料产品批准文号管理办法	(175)
附录三	猪、鸡饲养标准(2004版)	(178)
参考文献		(186)

第一章 饲料添加剂工业的发展概况

第一节 饲料添加剂的分类及其使用目的

饲料添加剂是指为满足饲养动物的需要而在饲料中添加的少量或者微量物质,包括一些维生素、氨基酸、矿物质、调味剂、保健剂、酸化剂等,目的是改善饲料的营养性、结构性等。根据《饲料和饲料添加剂管理条例》,可将饲料添加剂分为营养性饲料添加剂、一般饲料添加剂、饲料药物添加剂。

一、营养性饲料添加剂

营养性饲料添加剂是指用于补充饲料营养成分的少量或者微量物质,包括饲料级氨基酸、维生素、矿物质微量元素、非蛋白含氮物等。

常用的氨基酸添加剂有赖氨酸、蛋氨酸、苏氨酸和色氨酸等。畜禽日粮中添加氨基酸的目的主要是平衡日粮氨基酸组成,降低日粮粗蛋白质水平,节约蛋白质资源,同时降低环境中氮的污染程度。一般在畜禽日粮中添加的氨基酸主要是赖氨酸和蛋氨酸,但近年来苏氨酸和色氨酸的用量增加也很快。

常用的维生素添加剂有水溶性维生素(维生素 B_1 、维生素 B_2 、维生素 B_6 、维生素 B_{12} 、生物素、叶酸、烟酸、泛酸)和脂溶性维生素(维生素A、维生素E、维生素D和维生素 K_3)。日粮中添加维生素的主要作用是补充日粮中维生素的不足。因为饲料原料一般需经过干燥等加工过程,其所含的各种维生素不同,故制作配方时一般不考虑饲料原料中的维生素,而动物生长又需要维生素,所以日粮中必须添加外源维生素。

常用的常量元素及其化合物有磷酸氢钙、石粉、骨粉、硫酸镁、碳酸氢钠等,使用的目的主要是补充日粮中钙、磷、镁和钠等的不足。微量元素及其化合物有硫酸铜、硫酸铁、硫酸锰、硫酸锌、氯化钴、亚硒酸钠、碘化钾等,使用目的同样是补充日粮中某些微量元素的不足。

二、一般饲料添加剂

一般饲料添加剂是指为保证或者改善饲料品质、提高饲料利用率而加入饲料中的少量或者微量物质,包括诱食剂、抗氧化剂、防霉剂、着色剂、酶制剂等。

在我国北方,由于气候比较干燥,饲料中不饱和营养物质容易氧化,一般需添加抗氧化剂。而在南方,由于气候潮湿,饲料容易发霉,需要添加防霉剂。日粮中添加这两种饲料添加剂的主要目的是保护饲料中的营养素不被破坏。

饲料中添加诱食剂的目的是引诱动物采食饲料。当然也有人认为,饲料中添加诱食剂的意义不大。有时饲料生产中使用添加剂,某些情况下可能仅仅是为满足饲养者对饲料的好恶,并未考虑动物的需求。饲料中添加着色剂的目的是增加畜禽产品的色泽,如增加蛋黄颜色、鸡肉色泽等。

饲料中添加的酶制剂本身的营养价值极低,其主要目的是改善动物对日粮中营养素的消化吸收。如植酸酶能改善日粮中磷的利用率,从而可有效降低日粮中磷的添加量,减少磷对环境的污染;在日粮中添加纤维素酶,可有效降低小麦型日粮中戊糖的抗营养作用,改善动物对小麦的消化利用率;在幼龄动物日粮中添加蛋白酶,可有效改善幼龄动物对日粮中蛋白质的消化和吸收。

三、药物饲料添加剂

药物饲料添加剂是指为预防、治疗动物疾病而加入载体或者稀释剂的兽药的预混物,包括抗球虫药类、驱虫剂类、抑菌促生长类等。饲料中药物性添加剂的使用一定要按照国家的有关规定执行,饲

料中常规添加的药物饲料添加剂主要起到预防疾病及促进动物生长的作用。

第二节 饲料添加剂工业的发展概况

一、发展过程

饲料添加剂工业是医药工业、化学工业派生的分支,饲料添加剂已经成为畜牧业、水产养殖业不可缺少的重要组成部分。早在 20 世纪 60 年代初,国外饲养业对各种饲料添加剂的使用就已经有了很大的发展,之后随着各种氨基酸、维生素、抗生素和新药物的合成以及根据动物营养需要的大量使用,全面促进了全价配合饲料生产的发展,形成了一个专门的行业,有不少饲料添加剂厂家已成为闻名世界的跨国企业,如罗氏公司、巴斯夫公司、拜耳公司、辉瑞公司等。我国饲料工业起步较晚,大概在 20 世纪 70 年代末期,但发展很快,带动了饲料添加剂工业的快速发展,国外的生产厂家也通过各种渠道进入我国市场。由于国外添加剂工业起步早、科技开发投入大,具有较大的竞争优势,而我国自己的添加剂产业则科技含量相对较低,竞争中处于劣势。为了提高竞争力,国内厂家亦纷纷通过各种渠道增加投入,提高产品的科技含量,使产品的质量不断提高,如长春大成生化工程有限公司、重庆民泰香料化工有限责任公司、广西彼得汉预混饲料有限公司、广西商大饲料科技有限公司、广西汇杰科技饲料有限公司、广西桂林万康公司等。

二、我国饲料添加剂生产的现状

我国饲料添加剂工业经过 20 多年的发展,为饲料加工业的发展起到了积极的支撑作用。截止到 2006 年底,已登记的添加剂预混料企业 3 500 多家、添加剂生产企业 1 300 多家。产品中饲用磷酸盐类产量最大,占饲料添加剂总产量的 70% 左右。饲用赖氨酸、维生素、酶制剂、饲料保藏剂(抗氧、防霉剂)、调味剂、矿物质微量元素等都具有一定的生产能力和产量。我国市场经济的发展、科技进步、国际交流的增加以及中国加入世贸组织,有力地促进了企业的快速发展和产品创新。我国的饲料添加剂产品在国际市场已有较强的竞争力,如磷酸氢钙、维生素、赖氨酸、抗氧化剂、微量元素等。

1. 维生素

目前我国各类维生素原料生产企业有 120 多家,饲料级维生素总生产能力约为 22 万吨,实际生产量约占总生产能力的 85%。来自中国饲料工业协会信息中心的统计分析认为:2006 年全国维生素产量为 20 多万吨,其中氯化胆碱 10 万多吨,维生素 C 约 6 万吨,其他维生素产量 2 万~3 万吨。由此可见,我国饲料级维生素的生产及需求已占世界总量的很大份额,每年饲料级维生素市场需求量约 12 万吨,占全球饲料级维生素市场需求量的 1/5,我国已成为世界维生素生产与需求的重要市场。国内 14 种维生素生产基本实现国产化,告别了饲料级维生素长期依赖进口的历史。

(1) 维生素 A:我国维生素 A 产品的产量约 5 000 吨,主要用于饲料行业和医药,80% 以上的产品用于动物饲料。生产厂家有巴斯夫(沈阳)维生素有限公司、罗氏泰山(上海)维生素有限公司、厦门金达威维生素有限公司、浙江新和成股份有限公司。

(2) 维生素 D₃:近几年,我国在维生素 D₃ 的生产技术和产业化上有很大的突破。厦门金达威维生素有限公司率先引进国际技术,进行维生素 D₃ 的生产。在此后,浙江花园生物高科技有限公司嫁接中国科学院研发的维生素 D₃ 高新技术产业化项目,使中国的维生素 D₃ 产品在国际市场上的竞争力得到进一步的提高。目前进行维生素 D₃ 生产的企业还有浙江台州海威化工有限公司、浙江新和成股份有限公司等。

(3) 维生素 E:维生素 E 是发展最快的维生素产品之一,自 20 世纪 80 年代以来一直是世界医药市场上的热销品种。随着人们崇尚天然食品浪潮的掀起,天然维生素 E 越来越受到人们的青睐,各生产厂家均认为必须扩大生产才能满足未来对天然维生素 E 的需求。我国的主要生产厂家有浙江医药股

份有限公司新昌制药厂、浙江新和成股份有限公司、罗氏泰山（上海）维生素有限公司、巴斯夫（沈阳）维生素有限公司等，维生素 E 的生产能力超过 4 万吨，实际生产量超过 3 万吨。从目前看，我国维生素 E 用于饲料中占 50%~70%，用于食品、化妆品中约占 10%，其他的则作为药用，有大量出口。国内合成维生素 E 生产随着中间体依赖进口发展到完全配套，技术水平逐渐提高，生产成本逐步降低。20 世纪 80 年代初期，我国维生素 E 与国外同品种相比较，无论产量、质量还是成本，其差距都是很大的。如今生产技术水平、产品质量与国外的相差不大，国内各生产厂家维生素 E 吸收率均在 95% 以上。因此，从产量、能力、质量、成本等方面来说，我国与国外已无太大差距。但是从品种上看，国外品种有 dl-a-游离维生素 E、d-a-游离维生素 E、dl-a-维生素 E 醋酸酯、d-a-维生素 E 醋酸酯，维生素 E 衍生物有维生素 E 烟酸酯、琥珀酸酯、亚油酸酯等，制剂品种有 23 种之多，其中有胶囊剂、粉剂、颗粒、微囊乳剂、针剂等。而我国 dl-a 型衍生物目前有维生素 E 醋酸酯，制剂仅有片剂、胶丸、50% 维生素 E 粉（饲料用）等品种，远远不及国外。

(4) 维生素 K₃：国内生产维生素 K₃ 的企业主要有浙江兄弟实业发展公司、鞍山市兽药厂、滑县化学工业有限公司助剂厂、焦作王封工业集团有限公司、荣成市东方精细化工厂等。目前年生产能力预计为 2 000 吨，2006 年维生素 K₃ 的生产量为 1 500 多吨。

(5) 维生素 B₁：鉴于人与动物的体内不能合成维生素 B₁，天然食品中的维生素 B₁ 在加工或烹调过程会大量被破坏，必须从体外摄入，因此维生素 B₁ 在食品和饲料工业中用量也逐年增加。国内目前维生素 B₁ 的生产厂家主要有湖北华中制药厂、东北制药总厂、中津制药股份有限公司、上海元森制药有限公司等，年生产能力超过 3 600 吨，生产量约为 3 000 吨。

(6) 维生素 B₂：国内维生素 B₂ 的生产厂家主要是湖北广济制药厂，生产规模在 1 000 吨以上，是仅次于罗氏、巴斯夫的世界第三大生产厂。国内的生产企业还有天津太河制药有限公司、上海迪赛诺维生素有限公司（上海永信）等。2006 年国内年生产能力 2 000 多吨，产量预计超过 1 500 吨，有批量出口。

(7) 烟酸与烟酰胺：目前国内进行烟酸生产的企业有北京第二制药厂、浙江富阳万洲化学有限公司、浙江兄弟实业发展公司、厦门第二制药厂等。这些企业虽然年生产能力较大，但实际产量较低，主要问题是上游的生产原料受控于国际市场，产品在价格上缺乏竞争力。在国内的烟酰胺生产企业中，广州龙沙有限公司是最大的企业，年生产能力超过 5 000 吨，此外还有天津市兽药二厂、天津河北制药厂三分厂等。

(8) 泛酸钙：近几年来，泛酸钙的生产得到了快速发展，生产技术不断提高，使生产成本降低。目前最大的生产企业是浙江鑫富生化股份有限公司，之外还有浙江湖州狮王精细化工有限公司、山东龙口市第二制药厂、浙江康裕制药有限公司、湖北仙桃市仙隆化工有限公司、上海第四制药厂徐行药厂等，年生产能力达到 4 000 吨。

(9) 维生素 B₆：维生素 B₆ 的主要生产企业有罗氏新亚（上海）维生素公司、湖北咸宁第二制药厂、江苏常熟顺德化工有限公司、江苏张家港市宏兴化学制药有限公司、上海辰福化工厂。年产量为 2 000 多吨。

(10) 叶酸：国内从事叶酸生产的企业有常熟市华港制药有限公司常熟市医药化工厂、常熟市康瑞化工有限公司、武进市牛塘化工厂、江苏镇江高鹏药业公司、衡水市冀衡药业有限公司等，年生产能力为 500 吨，实际产量为 400 多吨。

(11) 维生素 C：近年来，国内维生素 C 生产发展迅速，产量猛增，实际年产量由 20 世纪 80 年代的 5 794 吨扩大到现在的 6 万吨。通过这几年维生素 C 市场的激烈竞争，国内的一些小企业纷纷倒闭，目前年产量在万吨以上的仅有 3 家，依次为江苏华源药业有限公司（靖江葡萄糖厂）、东北制药总厂、石家庄制药集团。维生素 C 是出口创汇的拳头产品，出口量占国内总产量的 80% 以上，每年为国家创造上亿美元的外汇收入，创汇额居我国医药商品之首，在国际市场上占有十分重要的地位。近年来，我国维生素 C 外销市场峰回路转，出口由滞转畅。从 1998 年下半年开始，我国维生素 C 出口量呈稳步递增的良好势头。据有关方面统计数据显示，近年来我国维生素 C 出口量继续增长，主要销往美国和

欧洲。

(12) 维生素 B_{12} : 维生素 B_{12} 是结构最为复杂的一个维生素品种, 生产上采用生物发酵方法制备, 主要由美国 Glaxo、法国 Roussel-Uclaf、法国 Rhone-Poulenc、美国 Merck S&D、中国华北制药集团和匈牙利 Medimpex 等公司生产。国际市场维生素 B_{12} 的总用量中约 50% 为兽用。我国目前生产维生素 B_{12} 的主要厂家有威可达制药有限公司、石家庄制药集团、康欣制药有限公司等, 维生素 B_{12} 纯品的年生产能力为 6 吨。

(13) 氯化胆碱: 整体来讲, 氯化胆碱的生产工艺相对简单, 上游化工原料供应充足, 生产企业数量较多, 且生产能力都很强。目前在国内有影响力的企业主要有科明特氯化胆碱(上海)有限公司、阿克苏诺贝尔三原化学有限公司、济南华菱药业、陕西壮须集团(陕西渭南饲料添加剂厂)、吉林四平中信氯化胆碱有限责任公司、沧州宝利药业公司、天津渤海兽药厂、沧州亚东兽药有限公司、天津兽药二厂等, 氯化胆碱的年生产能力超过 15 万吨。

(14) 生物素(H): 生物素为中国维生素产品生产中最近两年实现产业化的品种。目前主要的生产企业有浙江医药股份有限公司新昌制药厂、上海迪赛诺维生素有限公司、浙江圣达药业有限公司、浙江新和成股份有限公司等, 生物素纯品的年生产能力超过 80 吨。

2. 氨基酸

(1) 赖氨酸: 中国赖氨酸产业起步于 20 世纪 90 年代初, 年产量由当初的几千吨发展到 2006 年的 15 万吨。主要的生产厂家有长春大成生化工程有限公司、四川川化味之素有限公司、福建泉州大泉赖氨酸有限公司、安徽丰源生化公司、牡丹江绿津生物公司、广西赖氨酸厂等。

(2) 蛋氨酸: 20 世纪 90 年代初天津化工厂从法国罗纳—普朗克公司引进 1 万吨/年蛋氨酸生产装置进行生产, 但产量一直未能满产。

3. 酶制剂

国内从事饲料用酶制剂生产的企业有 100 多家, 其中一些企业如广东溢多利生物科技股份有限公司饲用酶制剂的研发、生产和应用已达较高的水平。目前饲料用消化性酶种主要有蛋白酶(酸性蛋白酶和中性蛋白酶)、 α -淀粉酶和糖化酶, 非消化性酶种主要有非淀粉多糖酶和植酸酶, 其中非淀粉多糖酶主要包括阿拉伯木聚糖酶、 β -葡聚糖酶、纤维素酶、甘露聚糖酶和果胶酶等。经过多年的市场引导和技术推广, 饲料级酶制剂在畜牧生产中已广泛应用, 从幼龄动物发展到包括乳猪、仔猪、中大猪、肉鸡、蛋鸡、肉鸭、蛋鸭、鹅和反刍动物肉牛、奶牛、山羊、绵羊以及几乎所有的水产动物, 包括四大家鱼和对虾、甲鱼、鳗鱼等特种水产动物。此外, 一些动物园里的动物饲料和一些宠物饲料中也开始使用饲料级酶制剂。目前饲料用酶制剂的使用中, 肉禽和乳仔猪饲料应用最多, 反刍动物和水产动物应用较少; 就日粮类型而言, 玉米豆粕型日粮用酶占绝大多数, 其次是小麦型酶制剂, 杂粕型酶制剂也开始在市场上推广应用。就应用的饲料类型来说, 基本上都应用于全价配合饲料中, 浓缩料和预混料中极少使用。近年来, 我国畜牧业和饲料工业发展十分迅速, 饲料资源紧缺的矛盾日益突出。长期以来, 我国主要以豆粕作为蛋白质饲料原料, 造成豆粕供应日趋紧张, 价格不定期上涨波动。越来越多的厂家开始使用棉粕、菜粕等杂粕来替代豆粕以降低成本。但由于杂粕含有较高的纤维素等非淀粉多糖, 高杂粕饲料饲喂效果不尽如人意。国内外一些饲料酶制剂生产厂家根据这一情况, 相继推出了杂粕型日粮专用酶制剂产品。

4. 饲料级矿物质微量元素

我国矿物质资源比较丰富, 配合饲料所需的微量元素几乎都可生产。与其他类型的添加剂相比, 矿物质微量元素的生产工艺比较简单, 尽管国内的需求在不断增加, 但生产能力完全可以满足需要, 而且生产水平还在不断提高, 有些产品的结晶水已由七水减到一水, 如氧化锌、硫酸铜等, 氨基酸微量元素螯合盐的生产也在不断增加。

5. 饲料级微生态活菌添加剂

微生物添加剂过去多称为益生菌(Probiotics), 又叫微生态制剂 EM (Effective Microorganisms), 主要是通过添加有益活菌, 直接补充动物体内有益菌。应用最多的是乳酸杆菌、双歧杆菌、芽孢杆菌、

放线菌、光合细菌、酵母菌等多种有益微生物及其代谢物构成的一种活菌制剂，可以直接饲喂动物。它能够在数量或种类上补充动物肠道内减少或缺乏的正常微生物，调整或维持肠道内微生态平衡，增强机体的免疫能力和抗应激能力，减少动物疾病，提高生产性能，具有抗病、治病、促进生长等多种功能。我国微生态制剂的研究始于20世纪70年代，农业部批准使用的饲用微生物添加剂有12种，即干酪乳杆菌、植酸乳杆菌、粪链杆菌、屎链球菌、乳酸片球菌、枯草芽孢杆菌、纳豆芽孢杆菌、嗜酸乳杆菌、乳链球菌、啤酒酵母菌、产朊假约酵母、沼泽红假单胞菌。目前以芽孢杆菌、乳酸杆菌研制为主，产品多为单一菌剂。

我国生产饲料级微生态活菌添加剂的企业有400多家，如北京百林康源公司和北京好友巡天公司、北京东方联鸣公司、北京巴氏公司、山东宝来利来农牧科技公司、山东六和农牧科技公司、广东农业科学院畜牧研究所、广州希普公司、福建博大公司、上海创博公司、新疆天康集团、湖北安琪公司等，都有一定的生产规模。

6. 其他饲料添加剂

(1) 抗氧化剂：在饲料中添加抗氧剂即可防止饲料氧化变质。主要使用的是乙氧喹，它不仅用于配合饲料，还较大量地用于鱼粉生产。我国乙氧喹主要用做饲料抗氧化剂，少量用于水果保鲜及其他。二丁基羟基甲苯(BHT)则主要用做食品抗氧化剂，饲料中用量不大。乙氧喹生产企业有上海市长征第二化工厂、上海福达精细化工有限公司、广州天科科技有限公司、江苏中丹化工集团。BHT生产企业有上海向阳化工厂、辽宁滨河化工厂、上海益民食品四厂。

(2) 防腐(腐)剂：饲料在高湿、高温条件下，容易因微生物的繁殖而产生腐败霉变。因此，在雨季和夏季生产和贮存配合饲料都需加入防腐、防腐剂。我国已正式批准使用的防腐剂有5类13个品种：丙酸类包括丙酸、丙酸钠和丙酸钙，甲酸类包括甲酸、甲酸钠和甲酸钙，柠檬酸类包括柠檬酸钠，乳酸类包括乳酸、乳酸钙和乳酸亚铁，富马酸。目前配合饲料主要使用丙酸类，青贮饲料主要使用甲酸类。近几年来，双乙酸钠作为防腐剂有所发展。生产防腐剂产品的主要厂家有上海市浦东区三维饲料添加剂厂、上海科昌精细化学品公司、山东周平康复福利有机化工厂、青州市利龙饲料有限公司、昌邑市友详动物保健品厂、河南新乡石油化工厂等。

(3) 酸化剂：主要是用于调节饲料酸碱度。目前饲料生产中使用的主要有柠檬酸、延胡索酸、乳酸等有机酸，以及磷酸等无机酸和复合酸。目前国内市场销售的进口复合酸味剂有美国安肥1000、美国健宝、西班牙肥得乐，国内生产的酸味剂有珠海溢多利公司的溢酸肥、浙江东立事业公司的溢香酸、顺德市惠牧生物技术有限公司的得酸肥等产品。我国是世界上最大的柠檬酸生产国，年出口柠檬酸20万吨以上，生产能力完全可以满足饲料工业的需要。我国乳酸的生产近年来也取得了较大的进步，现有生产单位10多家，最大装置生产能力已达到5000吨/年，并且可以生产L型乳酸。其他无机酸的生产也完全可以满足需要。

(4) 着色剂：随着饲料工业的发展，各种饲料添加剂和加工助剂越来越多地被应用于配合饲料生产中，着色剂是其中的一种。在饲料中添加着色剂的目的是为了增加畜禽及水产养殖动物产品的色泽，如牛奶的黄色、禽蛋的卵黄与外皮增色、禽的羽毛增色等，从而提高产品价值。此外，还可通过着色剂改变饲料的颜色，刺激畜禽的食欲。目前我国批准使用的色素有 β -胡萝卜素、柠檬黄、辣椒红、叶黄素和斑蝥黄，主要用于颗粒饲料，特别是宠物饲料生产中，其中用量较大的品种是柠檬黄。由于 β -胡萝卜素、辣椒红等价格较高，难以在饲料生产中大量使用，特别是 β -胡萝卜素。

(5) 调味剂：随着饲料工业的发展，在注重饲料营养的同时，也越来越重视提高饲料的色、香、味等感官质量。调味剂对动物的饲养具有明显而积极的生物学作用，它可以改善饲料的诱食性和适口性，提高饲料的转化率。调味剂在我国的发展仅有10多年的历史，但发展速度很快，最盛时生产厂家多达100多家，年产量超过2万吨，曾经把约90%的进口产品挤出了国内市场。经过几年巅峰期的发展、调整，现在80%以上的调味剂产量集中在十几家颇具规模、有一定知名度的厂家，绝大部分是猪用调味剂，占总产量的70%~80%。

7. 新型饲料添加剂

抗生素作为一种饲料添加剂,能显著提高畜禽的饲料利用率、日增重及经济效益。但是随着抗生素产业的迅猛发展,滥用抗生素给人类带来了越来越大的副作用,主要表现在:①抗生素的使用在抑制病原微生物的同时也抑杀了动物机体内的生理性微生物,扰乱了微生物生态系中种群或群落之间相互的格局,破坏了微生态平衡,引起内源性感染或二重感染;②抗生素的大量使用,使病原微生物产生抗药性;③抗生素可引发动物发病甚至死亡;④抗生素在畜产品中有残留,人食入后对身体有害,不但影响食品安全,也影响畜禽产品的出口。因此,许多国家纷纷立法,越来越多的抗生素品种被禁止作为饲料添加剂使用,如欧盟已全面禁止抗生素添加剂的使用。

人类食品安全问题日益得到各国的重视,政策的调整引发产业研究方向的变革与创新。世界各国学者开展了克服抗生素上述弊端、无毒副作用、无残留的绿色饲料添加剂——新型饲料添加剂的研究。如低聚糖、小肽和卵黄抗体等新型发酵饲料,另外还有味精行业综合利用饲料酵母和菌体蛋白粉以及啤酒酵母等。应用范围涉及猪、鸡、牛、羊和水产等多个领域,因其在促进动物生产性能和提高动物健康水平方面有明显的效果,已受到养殖业的普遍关注,具有良好的市场前景。

与调节微生态平衡有关的另一种饲料添加剂是低聚糖。低聚糖又称寡糖(Oligosaccharide),与益生菌相对应,低聚糖等产品称为益生原(Prebiotics),它是为消化道已有的有益细菌直接提供可发酵底物,作为益菌—双歧杆菌增殖因子(bifidus factor),促进双歧杆菌大量增加,以调节消化道的微生态平衡。低聚糖主要指异麦芽低聚糖、大豆低聚糖、低聚果糖、低聚甘露糖、低聚半乳糖和低聚木糖等,有增强动物机体免疫力的作用,又有低热、稳定、安全无毒等良好理化性质。

三、我国饲料添加剂科研与技术进步

为了缩小我国饲料添加剂工业与世界的差距,国家及各省、市、自治区一直非常重视科技投入和人才培养,对“八五”期间列入的重大科技攻关项目进行认真督察,使之均提前完成。同期科技部专用化学品专项办公室列入的饲料添加剂专题都取得了可喜成果:16个专题中有14个提前完成,达到国际先进水平的9项、国际领先水平的2项、国内领先水平的3项;申请中国专利15项、国外专利2项;建立了中试或工业化生产线14条。饲料级D-泛酸钙一直依赖从国外进口,经过我国科技人员几年的努力,在完成中试的基础上,国家发改委列入的500吨/年饲料级D-泛酸钙工业性试验项目已在运作。广西赖氨酸厂是采用国内的菌种和发酵技术建立的,经过“八五”科技攻关,不断对菌种进行选育和对发酵、提取技术进行改进,使其产酸率和赖氨酸提取总收率均接近于世界以糖蜜为原料生产的赖氨酸技术水平。山东鲁抗医药股份有限公司对20世纪90年代初引进的泰尔菌素经过5年的消化吸收,年产量已达300吨以上。浙江省承担的国家级火炬项目——异植物醇,经过企业的认真组织实施,已形成年产1200吨的异植物醇生产规模,产品的总收率由76.5%提高到88%。该产品的投产对国内维生素E的生产及后续产品的发展将产生深远影响。云南省承担的1万吨/年饲料级脱氟磷酸钙工业性试验技术,经试运转获得了成功。湖北省引进的国外维生素B₂实验室技术,经过深入再研究,缩短了生产周期,提高了维生素B₂含量,使产量由以前的120吨/年增至400吨/年,成为世界上第一家把克隆技术成功地用于工业化生产维生素B₂的生产厂家。同期研制出的一些新产品,如马杜霉素、盐霉素、改性大蒜素、甜菜碱、吡啶甲酸铬等陆续上市。还开发了一批更新换代产品,如饲用微量元素完成了由无机盐经有机酸盐向氨基酸(或多糖)微量元素络合物的转变;饲用硒酸盐由亚硒酸钠(钙)转成硒酵母(还有硒酸酯多糖),提高了消化吸收率,减少了毒副作用和由此造成的环境污染。维生素C从包被到制成抗坏血酸多聚磷酸酯(抗坏血酸磷酸酯镁),提高了产品稳定性,解决了产品中有效成分损失的问题。“九五”国家重点科技攻关项目已实施完成,如维生素新剂型、饲用酶制剂及鱼、虾诱食剂新品种的开发等,大豆黄酮、喹啉醇、微生物脲酶抑制剂等技术,微量元素氨基酸螯合物、缓释尿素制剂等产业化技术。“十五”期间开发的植酸酶、益生菌、寡糖、卵黄抗体、寡肽、抗菌肽、免疫增强剂、纳米微量元素等新产品不断推出。“十一五”期间,国家又安排了多项新型添加剂的攻关,为行业发展注入了新的活力。

第二章 氨基酸添加剂

第一节 总 论

一、蛋白质与氨基酸

蛋白质是生命的重要物质基础。蛋白质和氨基酸是构成一切细胞的重要成分。动物在生长发育、新陈代谢、繁殖过程中,需要大量蛋白质来满足细胞组织的组成、更新、修补等要求,蛋白质是不能用其他种类的养分代替的主要养分之一。

蛋白质的功能复杂多样,化学成分也十分复杂。无论是简单的蛋白质还是复杂的蛋白质,用酸、碱或蛋白水解酶水解后,都可获得基本结构氨基($-\text{NH}_2$)和羧基($-\text{COOH}$)两种基团相结合的化合物——氨基酸。

除甘氨酸外,氨基酸均依其立体异构物区分为D型和L型,天然氨基酸多属L型,化学合成氨基酸以DL型居多,其生物活性与天然的并不一定完全相同。

已知的组成蛋白质的氨基酸有30多种,在动物蛋白质中比较常见的有20多种。组成蛋白质的氨基酸的种类、数量和排列顺序的不同,决定了蛋白质的不同营养特性和营养价值。

饲料中的蛋白质经胃、胰腺和小肠内的酶降解,最终分解成氨基酸,这些氨基酸通过快速传递过程被小肠吸收,再经血液分送到动物体组织细胞,它们可以合成新的不同功能的蛋白质以满足动物的维持、生长和实现其生产和调节生理过程等需要。由此可见,饲料中的蛋白质首先分解成氨基酸,再由氨基酸重新合成动物所需的蛋白质。所以,动物真正需要的是氨基酸而不是蛋白质。换言之,蛋白质的营养实际上就是氨基酸的营养。

二、氨基酸的分类

根据氨基酸的结构式中侧链基团“R”的特征,可以把氨基酸分为脂肪族氨基酸、芳香族氨基酸和杂环类氨基酸三大类;从动物营养角度来划分,氨基酸又分为必需氨基酸与非必需氨基酸。在构成动物蛋白质的20多种氨基酸中,有一部分氨基酸可以在动物体内合成,并且可以满足动物各种功能的需要,称为非必需氨基酸;另一部分氨基酸,动物机体本身不能合成或者合成量很少,不能满足动物的需要,必须从饲料中摄取,这类氨基酸被称为必需氨基酸。必需氨基酸又可分成两类,一类在饲料中含量较多,同时比较容易满足动物对该氨基酸的营养需要;另一类则含量较少,且不容易满足动物对该氨基酸的营养需要,被称为限制性氨基酸,其中依它们缺乏的程度,又分为第一、第二或第三限制性氨基酸,依此类推。幼年动物饲料中的必需氨基酸有蛋氨酸、赖氨酸、精氨酸、色氨酸、苏氨酸、亮氨酸、异亮氨酸、组氨酸、缬氨酸和苯丙氨酸。

三、氨基酸的平衡

饲料中蛋白质要被畜禽充分利用,其氨基酸组成必须平衡。其中只要有一种氨基酸不足,其他氨基酸的效力便大打折扣。有人用木桶作了形象的比喻:木桶中每条木板就犹如某种氨基酸在畜禽营养上的作用;木桶的容水量犹如各种氨基酸组成的蛋白质的生产水平,若饲料中缺乏某种限制性氨基酸,就好像木桶上一个木板条很短,其他氨基酸再多,木桶装的水也只能达到最短木板的顶端。即生产水平只能停留在这种短缺的氨基酸的水平上,其余氨基酸再多也无用,造成蛋白质资源的浪费。因此,配合饲料中要补充那些限制性氨基酸,平衡各种氨基酸,提高饲料中蛋白质的利用率,以改善生产水

平。然而,要真正达到氨基酸平衡并不是一件很容易的事。由于氨基酸之间的相互作用,对氨基酸的需求量以及在体内的利用率有很大影响,从实际应用出发,不仅要满足蛋白质以及必需氨基酸的需要,还要使氨基酸的平衡达到最佳状态,这样才能避免引起氨基酸之间的相互负面作用。这在饲料配方中应给予足够的重视,以达到充分利用蛋白质及氨基酸的目的。

四、使用氨基酸添加剂的意义

1. 促进畜禽生长,提高饲料效率,节省蛋白质资源

天然饲料由于受到原料品种和来源的影响,所含的氨基酸一般不可能达到饲养动物所需要的理想的平衡状态。饲料中最容易缺乏的是第一限制性赖氨酸和第二限制性蛋氨酸,如果缺乏,就不可能与饲料中其他的氨基酸平衡合成动物体内所需的蛋白质,多余的氨基酸只能作为低能物质参与能量代谢,大大降低了饲料的营养价值而白白浪费。由于缺乏一两种氨基酸而损失其他多种氨基酸,不但影响了畜禽体内更多蛋白质的合成,而且延缓了畜禽生长的速度。现代科学饲养畜禽,就是要有效地利用蛋白质,尽量减少氨基酸的浪费,适量添加饲料中所缺的氨基酸,配制出氨基酸平衡的优质配合饲料。这是最科学、最经济的办法,这样才能达到促进畜禽生长,提高饲料效率,节约蛋白质资源的目的。

2. 提高瘦肉率

据报道,在配合饲料中适当添加赖氨酸可以改善猪肉质量,提高瘦肉率(20%~30%的赖氨酸都是为了这个目的而使用的)。研究试验证明,在饲料中添加适量赖氨酸,确实可以改善肉质,提高瘦肉率。其理由是,在没有达到赖氨酸需要量的配合饲料中补足了赖氨酸,就会提高蛋白质的生物学价值,结果使体内蛋白质的积蓄增加,体内脂肪相对减少,从而改善肉的质量。另外,试验结果也表明,除赖氨酸以外的其他任何氨基酸缺乏时,畜禽采食量都会下降;而赖氨酸缺乏时,畜禽采食量不下降,反而上升。这就说明,赖氨酸缺乏所造成的肉质差是由于体内蛋白质合成与吸收热能的平衡被破坏所引起的。

3. 促进钙的吸收

钙代谢对畜禽是非常重要的。据研究,添加维生素D可增加钙的吸收量,但增加赖氨酸的含量也可进一步提高钙的吸收量,这可能是钙与蛋白质特异地结合起来,构成钙结合蛋白质(CaBP, Calcium-Binding Protein)。这种CaBP会在肠黏膜上起传递作用,促进钙的吸收。而CaBP中含有大量赖氨酸(雏鸡的CaBP中含赖氨酸11%左右)。所以,赖氨酸不足,CaBP的生成量少,结果小肠吸收的钙就少;反之,赖氨酸添加到足够的量,就会生成足够的CaBP,从而促进钙的吸收。

4. 提高某些饲料的营养价值

有些饲料原料(如小麦),氨基酸的有效利用率低,就会使饲料的蛋白质利用效率低下。而在这些原料中添加氨基酸,例如在小麦中添加0.25%的赖氨酸,就可以使小麦蛋白质的利用率提高。

5. 保证饲料质量的稳定

各种饲料原料中的氨基酸含量不是一成不变的,会随着产地、收获时间、气候、施肥情况和加工条件等多种因素而变化。这种变化幅度有时高达50%以上,这样就很难保证饲料的质量。在大型饲养场,如果饲料质量不稳定,饲料效率下降,会造成很大的经济损失。而根据每次所使用的饲料原料分析的情况,添加所缺乏的氨基酸,就可以保证饲料质量的稳定,避免损失。

6. 增强对应激源刺激的抵抗力

据国外研究,畜禽尤其是猪患应激综合征(Porcine Stress Syndrome)较多,该病简称为PSS,属于遗传性疾病。

Stress可译成应力、压力、紧张、敏感、激动、骚扰等意思,近几年来译为“应激”一词较为普遍。所谓应激,是指有机体对不利外界刺激的非特异性的应答反应。导致应激反应的刺激称应激源(stressor)。猪的应激源很广泛,如猪之间互斗、圈群中突然闯入其他家畜、兴奋、恐惧、环境急剧改变、过冷或过热、运输途中颠簸碰撞、圈栏内拥挤或缺氧、发情、交配、防疫注射、噪声甚至光度变化等,都能成为应激源。

猪患 PSS 后的主要症状不尽相同,有的猪会发生肌肉负担过重现象而突然死亡,有的则表现神经过敏和肌肉抽搐,尾巴颤抖或肩部肌肉震颤,呼吸困难,体温升高达 42℃ 以上,皮肤充血出现不规则的红色斑点,心率提高,几分钟内出现衰竭,休克而死,且迅速尸僵。有的患病母猪不仅尾部或肩部肌肉发生震颤,眼珠滚动,甚至出现疯狂地咬死自己哺育的仔猪等歇斯底里症状。凡具有 PSS 基因的猪都能遗传给后代,且无论怎样周到护理,迟早都会发生。PSS 症与其肌肉遗传功能的特异性相关,因此大多导致猪肉品质低劣。

应激源也可能成为一种诱因,能诱使有机体内早已存在但尚未致病的原生物、病毒或细菌暴发。只是在未受应激源刺激前没有暴发和出现明显症状,在常规饲养管理下又不易被发现,或者当有机体抵抗力降低后,病源可能乘机扩散发生破坏作用;遇到应激源则诱发急性死亡。

其他家畜、家禽也常有应激发生。如马匹突然惊群,个别马无休止地奔驰最后倒地死亡;羔羊的白肌病;蛋鸡在没有任何伤害条件下突然停止产蛋;兔子在 60 分贝噪声干扰下,有的竟会被吓死等。目前,对引起上述情况的机制还不完全了解,但与受应激源刺激而大量分泌肾上腺素有关。据研究,在饲料中适当添加氨基酸,可以减轻应激综合征;同时应添加包括维生素 C 在内的多种维生素,这样可以抵抗因应激源刺激而导致应激综合征的暴发。据报道,以白鼠进行试验,白鼠在断食期间会互相攻击残杀,但注射色氨酸后攻击频度减少,减少程度与色氨酸注射量成正比,被认为是由于血液中和脑中色氨酸含量的增加使得脑中的神经传导物质与 5-羟色氨酸增加从而抑制了应激,这是色氨酸通过它的代谢物 5-羟色氨酸起到了这种生理作用。同样,猪因断奶、密饲而产生的咬尾等应激,也可以通过添加色氨酸得到解决。另外,添加蛋氨酸可以减轻禽的啄毛症和啄肛症。

7. 提高抗病能力

在饲料中添加某些氨基酸可以提高畜禽的抗病能力,例如色氨酸就具有这种作用。这是由于色氨酸使得动物中的 γ -球蛋白的含量增加,从而加强了产生抗体的能力。这一点是很值得注意的,因为它不是靠药物提高抗病力,而是靠强化营养提高了抗病力。这有待于进一步研究。

8. 防止畜禽腹泻

防止畜禽腹泻是兽医工作者长期以来研究的一个课题。在夏天,由于气温影响,动物采食量下降,为了保证动物能获得适当的各种营养素,一般采用增加饲料营养浓度的方法饲养动物。这时由于动物代谢加快而加大发热量,分泌增多,随之饮水量增加,氮排泄量增大,因而造成软便。为了解决蛋白质营养和高蛋白浓度腹泻问题,使用低蛋白饲料再添加赖氨酸和蛋氨酸是解决这个问题的理想对策之一。再如仔猪腹泻包括痢疾,是国内外养猪业和兽医工作者碰到的一大难题。发生腹泻的原因很复杂,当小猪从采食母乳转为采食人工饲料时,碱盐类及蛋白质的摄取量增加,需排出的盐类和尿素量急剧增加,这使得发育中的肾脏负担加大,饮水量增多,水分储留量加大,构成了腹泻的基础。要解决这个问题,就要尽量降低饲料的蛋白质含量,同时使人工乳或前期饲料尽量接近母乳的氨基酸平衡,而母乳中的赖氨酸含量很高,所以添加赖氨酸可以防止仔猪腹泻。另外,在饲料中添加谷氨酸也可以使仔猪腹泻减少。甘氨酸还可以减轻仔猪和犊牛的腹泻及脱水症状。

9. 缓和由于氮造成的增重抑制

当饲料中含氮量高时,会使雏鸡生长受到抑制,影响增重。这是由于赖氨酸与精氨酸有拮抗作用,而氮使这种拮抗作用更加激化,所以对动物生长产生了抑制作用。而添加精氨酸就缓和了这种抑制,不至于影响畜禽的增重。

10. 引诱鱼群

甘氨酸和丙氨酸多用于鱼饲料,除作为氮源之外,还有可以引诱鱼群的特殊作用。

第二节 常用氨基酸添加剂

1. DL-蛋氨酸

【英文名】DL-Methionine

【别名】甲硫氨酸、甲硫基丁氨酸

【化学名称】2-氨基-4-甲硫基丁酸

【性状】外观为白色或淡黄色结晶或结晶性粉末，略带硫化物的特殊气味。

【理化特性】分子式为 $C_5H_{11}NO_2S$ ，相对分子质量为 149.2。易溶于水、稀酸、稀碱，微溶于乙醇，不溶于乙醚；熔点为 $281^{\circ}C$ （分解），密度为 $0.48\sim 0.65kg/L$ 。蛋氨酸纯品一般为白色、淡黄色结晶或结晶性粉末，在正常光线下有反射光发出，具有较浓的特异气味，且具有轻微甜味，易溶于水、稀盐酸及氢氧化钠溶液。假蛋氨酸一般呈粉末状，纯白色或浅白色，无刺激性气味，难溶于水及稀盐酸中。

【有效成分】DL-蛋氨酸。

【功用】蛋氨酸是含硫氨基酸，在各种配合饲料中，蛋氨酸是必需氨基酸之一。蛋氨酸在动物体内几乎都被用于体蛋白质的合成，也有少部分在体内代谢分解，转化成与动物发育有关的重要物质。例如蛋氨酸可较快地转变成胱氨酸；蛋氨酸可提供活性甲基基团，以补充胆碱或维生素 B 的部分作用。

【使用方法】本品适用于所有动物。但用于反刍动物饲料时，须经化学或物理方法进行保护。配合饲料中添加量一般根据饲料中其他原料的含量情况及动物需要情况决定。

【注意事项】本品添加过量会导致日粮氨基酸组成失衡，降低饲料蛋白质利用率，严重时会导致中毒。雏鸡采食含 3% 蛋氨酸的日粮可引起死亡，产蛋鸡摄入的蛋氨酸不得超过 $0.6g/d$ 。日粮中添加氯化胆碱和维生素 B_{12} 时，动物对蛋氨酸的需要量可降低 $10\%\sim 15\%$ 。蛋氨酸与甘氨酸之间存在拮抗，应注意维持两者在日粮中的适当比例。

【规格】含蛋氨酸 98%。

【贮存方法】密闭贮存于阴凉、干燥处。

2. 蛋氨酸羟基类似物

【英文名】DL-Hydroxyl Methionine Analog

【别名】羟基蛋氨酸、MHB

【化学名称】2-羟基-4-甲硫基丁酸

【来源】丙烯醛在催化剂的作用下与甲硫醇反应生成甲硫基丙醛，再与氢氰酸在催化剂作用下合成 2-羟基-对-甲硫基丁腈，再在硫酸作用下水解制得。

【性状】深褐色黏稠液体，有硫化物特有的气味。

【理化特性】分子式为 $C_5H_{10}O_3S$ ，相对分子质量为 150.19；pH 值为 $1\sim 2$ ；相对密度（ $20^{\circ}C$ ）为 1.23；凝固点为 $-40^{\circ}C$ ；含水量约为 12%。它是以单体、二聚体和三聚体组成的平衡混合物，其含量分别为 65%、20% 和 3%，主要是因羟基和羧基之间的酯化作用而聚合。

【功用】由于羟基蛋氨酸不含氨基（ $-NH_2$ ），在高温高湿的气候下，氮转化成尿素（酸）的过程中产生的余热也就减少了，因而减缓了畜禽的应激反应，减少了损失，饲养效果（增重和饲料转化效率）优于 DL-蛋氨酸。

【使用方法】适用于所有动物，尤其适用于反刍动物。本品为液体，在配合饲料中添加时要有液体添加设备，或者用吸附剂吸附制成固体再添加到饲料中使用。本品在配合饲料中添加量一般为 $0.05\%\sim 0.2\%$ 。据报道，如果以 $1/3DL$ -蛋氨酸 + $1/3$ 羟基蛋氨酸 + $1/3$ 胱氨酸的比例添加到饲料中，可获得高于任何一种单独使用的效果。

【注意事项】本品添加过量会导致日粮氨基酸组成失衡，降低饲料蛋白质利用率，严重时会导致中毒。

【规格】含羟基蛋氨酸单体、二聚体和三聚体化合物分别为 65%、20% 和 3%。

【贮存方法】密闭贮存于阴凉、干燥处。避免与强酸、强氧化剂接触，黏度可随温度下降而增加。应密闭，勿直接接触皮肤。

3. DL-羟基蛋氨酸钙

【英文名】DL-Hydroxy Methionine Calcium