

农业生物技术系列

新型饲料添加剂 开发与应用

石 波 主编
刁其玉 苏晓鸥 副主编



化学工业出版社
现代生物技术与医药科技出版中心

农业生物技术系列

新型饲料添加剂开发与应用

石 波 主编

刁其玉 苏晓鸥 副主编



化学工业出版社
现代生物技术与医药技术出版中心

· 北 京 ·

(京)新登字 039 号

图书在版编目 (CIP) 数据

新型饲料添加剂开发与应用/石波主编. —北京:化学工业出版社, 2005.6

(农业生物技术系列)

ISBN 7-5025-7295-3

I. 新… II. 石… III. 饲料添加剂-研究 IV. S816.7

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 065668 号

农业生物技术系列
新型饲料添加剂开发与应用

石 波 主编

刁其玉 苏晓鸥 副主编

责任编辑: 邵桂林 周 旭

责任校对: 蒋 宇

封面设计: 关 飞

*

化 学 工 业 出 版 社 出版发行
现代生物技术与医药科技出版中心

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

购书咨询: (010)64982530

(010)64918013

购书传真: (010)64982630

<http://www.cip.com.cn>

*

新华书店北京发行所经销
北京永鑫印刷有限责任公司印刷

三河市前程装订厂装订

开本 787mm×1092mm 1/16 印张 13½ 字数 309 千字

2005 年 8 月第 1 版 2005 年 8 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-7295-3

定 价: 39.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换

京化广临字 2005—22 号

前 言

我国的饲料工业起步于 20 世纪 80 年代初期,在 20 多年的时间里得到了飞速的发展,至 2004 年我国的饲料年总产量已达到 8000 多万吨,居世界第二位,有力地推动了养殖业生产水平的提高,促进了农村产业结构的调整,为农村经济发展、农民增收提供了有力的保障,为提高我国人民生活水平做出了积极的贡献。我国饲料工业已成为国民经济的重要组成部分之一。

饲料添加剂是配合饲料中的重要组成部分,是配合饲料的核心。饲料添加剂的优劣直接影响配合饲料的品质及其应用效果,同时也影响着饲料安全和食品安全。随着人们对饲料安全和食品安全以及环境安全的日益关注,各种安全、低残留、高效以及环境友好型新型饲料添加剂成为饲料工业健康稳步发展的一个重要保障。

我国的饲料添加剂行业是随着饲料工业的发展而逐步发展起来的。饲料工业和畜牧、水产养殖业的迅速发展,使得饲料添加剂的种类和生产技术得到了不断的更新和进步。生物技术、绿色化学合成技术、高效提取分离纯化技术等各种高新技术在饲料添加剂制备和生产上的应用,也给饲料添加剂的发展提供了强有力的科学保证。新型饲料添加剂的研制和开发,对当今乃至以后的饲料工业的发展起着决定性的作用,与配合饲料的推广应用和保障饲料安全、食品安全具有直接的关系。

为了适应饲料添加剂的发展趋势,提高人们对饲料添加剂的认知程度,应对加入 WTO 后我国饲料工业和畜牧水产养殖业面临的巨大压力和挑战,本书主编组织了从事生物技术、化学合成、动物营养、食品科学与饲料科学、饲料检测技术等方面的专家学者,在总结近十几年我国饲料添加剂研究发展状况的基础上,综合目前国外饲料添加剂的发展方向,并结合多年来的科研和生产实践,共同编写了《新型饲料添加剂开发与应用》一书。

本书共分八章,主要介绍了饲料添加剂的发展现状、饲用酶制剂的制备与检测、寡糖类饲料添加剂的制备与检测、氨基酸微量元素螯合物的制备与检测、合成氨基酸类饲料添加剂

的制备与检测、微生态制剂的制备与检测、天然植物饲料添加剂的制备与检测、益生菌类饲料添加剂的制备与检测，并介绍了所涉及的各种饲料添加剂的安全性和应用，突出新观念、新方法、新技术的特点。

本书旨在提高广大从事饲料工业和饲料添加剂生产、研究人员以及消费者对于饲料添加剂的理解和认识，力求能够帮助和指导相关人员进行科学研究和开发新型饲料添加剂产品，同时希冀本书的出版对推动我国饲料工业和畜牧水产养殖业的健康发展具有一定的意义。

本书由石波任主编，刁其玉、苏晓鸥任副主编。其中第一章由石波、苏晓鸥、程永强编写，第二章由江正强编写，第三章由石波、梁平、孙丽娜、李静梅编写，第四章由刁其玉、张乃峰编写，第五章由刁其玉、屠焰编写，第六章由江正强编写，第七章由赵炳超编写，第八章由程永强、石波编写。

由于参加编写的作者写作风格不同，加上编者水平所限，书中定有不足或疏漏之处，敬请读者批评指正。

编者

2005 年 2 月

目 录

第一章 饲料添加剂的发展现状	1
第一节 饲料添加剂的含义、特性及其重要性	1
一、饲料添加剂的含义	1
二、饲料添加剂的特性	1
三、饲料添加剂的重要性	1
第二节 饲料添加剂国内外现状及存在的问题	2
一、饲料添加剂国外发展现状	2
二、饲料添加剂国内发展现状	2
三、当前中国饲料添加剂存在的问题	2
第三节 转基因新型饲料添加剂	5
一、转基因新型饲料添加剂的含义	5
二、中国转基因新型饲料添加剂的发展状况	6
三、目前中国转基因新型饲料添加剂安全性评价方面存在的主要问题	6
第四节 饲料添加剂的发展趋势和未来	6
参考文献	8
第二章 饲用酶制剂	9
第一节 饲用酶制剂的定义和种类	9
一、饲用酶制剂的定义	9
二、饲用酶制剂的种类	10
三、常用饲用酶制剂简介	11
第二节 饲用酶制剂的制备和生产技术	14
一、饲用酶制剂的生产工艺	14
二、饲用酶制剂生产的发酵技术	15
三、酶液的提取	18
四、固体发酵的相应设备	18
五、饲用酶制剂的后处理	21
六、酶制剂的复配技术	22
第三节 饲用酶制剂的检测技术	23
一、饲用酶制剂的检测	23
二、常用饲用酶的测定方法	25
第四节 饲用酶制剂的应用和安全性	29
一、饲用酶制剂的功能	30
二、影响饲用酶制剂使用效果的因素	31

三、酶制剂在畜牧水产业上的应用	33
四、饲用酶制剂的安全性	35
五、饲用酶制剂应用存在的问题及发展方向和前景	37
参考文献	39
第三章 寡糖	41
第一节 寡糖的定义和种类	41
一、寡糖的定义	41
二、寡糖的种类	41
第二节 寡糖的制备和生产技术	42
一、果寡糖的制备与生产	43
二、大豆寡糖的制备与生产	44
三、异麦芽寡糖的制备与生产	45
四、木寡糖的制备与生产	46
五、壳寡糖的制备与生产	46
六、甘露寡糖的制备与生产	47
七、乳糖醇的制备与生产	48
八、半乳寡糖的制备与生产	49
第三节 寡糖的检测技术	49
一、寡糖的分离方法	50
二、寡糖的结构分析	51
三、寡糖常规分析检测实例	55
第四节 寡糖的应用和安全性	59
一、寡糖的主要生理功能	59
二、寡糖的应用	61
三、寡糖应用过程中应注意的主要问题	63
参考文献	64
第四章 氨基酸微量元素螯合物	66
第一节 氨基酸微量元素螯合物的定义和种类	67
一、氨基酸微量元素螯合物的定义	67
二、氨基酸微量元素螯合物的种类	68
第二节 氨基酸微量元素螯合物的制备和生产技术	68
一、氨基酸微量元素螯合物的制备原理	68
二、单体氨基酸微量元素螯合物的制备过程	68
三、复合氨基酸微量元素螯合物的制备过程	70
四、蛋氨酸螯合锌的制备与生产	71
五、蛋氨酸亚铁的制备与生产	72
六、甘氨酸螯合铁的制备与生产	73
七、甘氨酸螯合铜的制备与生产	73

八、氨基酸螯合物的制备与生产	74
九、复合氨基酸螯合亚铁的制备	75
十、复合氨基酸螯合锌的制备	75
十一、复合氨基酸螯合铜的制备	75
十二、复合氨基酸螯合铬的制备	76
第三节 氨基酸微量元素螯合物的检测技术	77
一、表观特征	77
二、结构测定——红外光谱法	77
三、水溶性测定	79
四、螯合常数的测定	79
五、螯合物溶液中 pH 的测定	80
六、氨基酸微量元素含量及螯合率的测定	80
七、螯合物产品中氨基酸含量及配位数的测定	82
第四节 氨基酸微量元素螯合物的应用与安全性	84
一、氨基酸微量元素螯合物的应用	84
二、氨基酸微量元素螯合物的安全性	90
参考文献	92
第五章 合成氨基酸	93
第一节 合成氨基酸的定义和种类	93
一、合成氨基酸的定义	93
二、合成氨基酸的种类	93
第二节 合成氨基酸的制备和生产技术	93
一、氨基酸生产技术	93
二、主要氨基酸的生产工艺	95
第三节 合成氨基酸的检测技术	104
一、饲料级 L-赖氨酸	104
二、饲料级 DL-蛋氨酸	105
三、饲料级苏氨酸	106
四、饲料级色氨酸	107
第四节 合成氨基酸的应用和安全性	107
一、氨基酸的功能	107
二、合成氨基酸的应用	110
三、合成氨基酸的安全性	112
参考文献	113
第六章 微生物制剂	114
第一节 微生物制剂的定义和种类	115
一、微生物制剂的定义	115
二、微生物制剂的种类	116

三、常见微生态制剂的品种	117
第二节 微生态制剂的制备和生产技术	122
一、微生态制剂产品的制备	122
二、生产菌种	123
三、生产工艺	125
四、影响活性制剂的因素	129
第三节 微生态制剂的检测技术	130
一、安全性和有效性检查方法	130
二、微生态制剂活菌数测定方法	131
三、鉴别微生态菌种的新方法	132
四、光合细菌水剂产品质量标准	132
第四节 微生态制剂的应用和安全性	135
一、微生态制剂应用的必要性	135
二、微生态制剂的作用	136
三、微生态制剂的饲用效果及影响因素	138
四、微生态制剂应用注意事项	140
五、微生态制剂的安全性	143
六、微生态制剂存在的问题、发展方向及趋势	144
参考文献	145
第七章 天然植物饲料添加剂	146
第一节 天然植物饲料添加剂的定义和种类	146
一、天然植物饲料添加剂的定义	146
二、天然植物饲料添加剂的种类	146
第二节 天然植物饲料添加剂的制备和生产技术	147
一、天然植物饲料添加剂的组方和剂型	147
二、天然植物中的化学成分及其生理活性	148
三、天然植物中化学成分提取分离的预实验	152
四、天然植物中化学成分提取与分离的常用方法	156
五、天然植物中几类主要化学成分的提取与分离方法	164
第三节 天然植物饲料添加剂的检测技术	173
一、天然植物饲料添加剂分析检测的意义、特点及发展趋势	173
二、天然植物饲料添加剂的定性鉴别及含量测定	173
第四节 天然植物饲料添加剂的安全性和应用	177
一、天然植物饲料添加剂的安全性和应用效果	177
二、天然植物饲料添加剂的研究进展、存在的问题和应用前景	179
参考文献	180
第八章 益生菌	181
第一节 益生菌的定义和种类	181

一、益生素的定义·····	181
二、益生素的种类·····	181
第二节 益生素饲料添加剂的制备和生产技术·····	182
一、制备益生素饲料添加剂的注意事项·····	182
二、制备益生素饲料添加剂使用的培养基、实验方法·····	182
三、各种益生素饲料添加剂的制备方法·····	185
第三节 益生素的检测技术·····	195
一、粪肠球菌益生素中菌群的确认和含量测定·····	196
二、尿肠球菌益生素中菌群的确认和含量测定·····	196
三、丁酸梭杆菌益生素中菌群的确认和含量测定·····	197
四、凝结芽孢杆菌益生素中菌群的确认和含量测定·····	197
五、枯草芽孢杆菌益生素中菌群的确认和含量测定·····	198
六、蜡样芽孢杆菌益生素中菌群的确认和含量测定·····	199
七、嗜热双歧杆菌益生素中菌群的确认和含量测定·····	200
八、假长双歧杆菌益生素中菌群的确认和含量测定·····	200
九、嗜酸乳杆菌益生素中菌群的确认和含量测定·····	200
十、唾液乳杆菌益生素中菌群的确认和含量测定·····	201
第四节 益生素应用中的注意事项·····	202
参考文献·····	203

第一章 饲料添加剂的发展现状

饲料添加剂是组成配合饲料产品最关键的因素之一，其品质的好坏既可直接影响配合饲料产品的质量及效果，又可影响饲料安全、食品安全和环境安全。因此，对新型饲料添加剂尤其是对使用安全、效果优良、体内残留率低、环境友好型新型饲料添加剂的研制与开发已成为国内外普遍关注的热点。从总体上目前可将这些新型饲料添加剂分为以下几大种类，即饲用酶制剂、寡糖、氨基酸微量元素螯合物、合成氨基酸、微生态制剂、天然植物饲料添加剂以及益生菌等。

第一节 饲料添加剂的含义、特性及其重要性

一、饲料添加剂的含义

饲料添加剂 (feed additives) 是指在饲料加工、制作、使用过程中添加的少量或微量物质，包括营养性饲料添加剂和一般性饲料添加剂。

纵观饲料添加剂的发展历史，饲料添加剂的由来经历了一个认识、发展、再认识的科学过程。最初的饲料添加剂是英国科学家在 20 世纪初提出的饲料补充物。当时的动物营养学者们发现，在饲料中添加微量的维生素和无机盐等营养成分，可填补饲料中某些营养物质的不足，平衡饲料的营养，并获得良好的饲养效果。随着科技的进步以及畜牧、水产养殖业向集约化、规模化、专业化和工厂化方向发展，饲料补充物的种类和功能不断增加，其功能和作用机理已超出动物营养理论范畴，饲料补充物的概念显得不再科学和全面。美国科学家在 20 世纪 40 年代首先提出了饲料添加剂这一概念，很快得到了国际公认并沿用至今。

二、饲料添加剂的特性

动物营养学家们通常将饲料添加剂分为营养性饲料添加剂和一般性饲料添加剂。营养性添加剂是指用于补充饲料营养素不足而使用的饲料添加剂，如维生素、微量元素、氨基酸等；而一般性添加剂则是指为保证或改善饲料品质、改善和提高动物生产性能、保障动物健康、提高饲料利用率而使用的饲料添加剂，如抗生素、酶制剂、益生菌、防霉剂、酸化剂、中草药及其提取物、风味改良剂等。中华人民共和国农业部在所发布的《允许使用的饲料添加剂品种目录》公告中将目前中国的饲料添加剂划分为饲料级氨基酸、饲料级维生素、饲料级矿物质和微量元素、饲料级酶制剂、饲料级微生物添加剂、饲料级非蛋白氮、抗氧化剂、防腐剂和电解质平衡剂、着色剂、调味剂和香料、黏结剂、抗结块剂和稳定剂、其他共 12 个大的品种。随着科学技术的进步和饲料工业、养殖业的发展，一些新的饲料添加剂品种将会出现并得到人类的认同。

三、饲料添加剂的重要性

饲料添加剂是实现养殖动物全价营养不可缺少的重要物质，是配合饲料的重要组成部分

分,是配合饲料的核心。它与能量饲料和蛋白质饲料一起构成了配合饲料的三大支柱。饲料添加剂在整个配合饲料的组成中所占的比例很小,一般不会超过10%,往往是以一种或几种具有不同生物活性的特殊物质的形式另行添加到各种配合、混合饲料中,但是其所起的作用相对而言却是巨大的。它对于改善饲料品质、平衡和完善动物营养供给、节省饲料、降低饲养成本、提高动物生产性能和动物产品质量、防治多种动物疾病、促进动物生长发育,有着不可替代的重要作用。因此,可以说没有饲料添加剂,就不可能很好地满足养殖动物的营养需求,也就不可能存在高产优质的现代化养殖业。

第二节 饲料添加剂国内外现状及存在的问题

一、饲料添加剂国外发展现状

饲料添加剂是伴随着饲料工业和畜牧、水产养殖业的发展而发展的一种产业。在国外,欧盟、美国、日本等发达国家和地区的饲料添加剂生产是在20世纪40年代后期发展起来的。目前全球使用的饲料添加剂品种数以百计。至2004年欧盟法定登记的饲料添加剂已有250多种,每年消耗各种饲料添加剂达580多万吨;美国国内饲料生产企业使用的饲料添加剂有260多种,其中仅生长促进剂和驱虫保健剂就有60多种,经国家认可的微量元素添加剂达46种之多,每年消耗饲料添加剂多达650万吨;日本饲料添加剂生产的发展速度也十分迅猛,其饲料添加剂品种从1974年的44种增加到目前的130多种。

二、饲料添加剂国内发展现状

中国的饲料工业起步于20世纪80年代,与欧盟、美国、日本等发达国家相比,中国饲料工业发展起步较晚。在20世纪70年代末中国才开始出现现代意义上的配合饲料生产。

中国饲料工业的发展主要经过手工作坊式、简单机械生产和现代化加工生产三个主要阶段。在发展的过程中推动了饲料添加剂、饲料药物、饲料加工机械等相关领域的进步和发展。同时也促进和提高了与饲料工业有关的科学研究和技术,如动物营养科学、饲料生物技术、饲料添加剂、兽药等的整体水平。在20多年的时间里,中国的饲料工业取得了举世瞩目的成就,到2002年,其总产值达到1905.5亿元,饲料总产量达到8319万吨,居世界第二位(见图1-1)。据农业部全国饲料工业办公室统计数据表明,2003年中国配合饲料的年产量为8711.55万吨,添加剂预混料为325.84万吨。饲料工业已成为国民经济的重要支柱之一,为中国国民经济的发展和社会稳定做出了巨大的贡献。

中国的饲料添加剂工业是随着饲料工业的发展才开始兴起的。在从20世纪80年代初到21世纪初短短的二十多年中,中国的饲料添加剂工业从开始仅生产一些用量较大的饲用维生素预混料、矿物质微量元素等,到目前可生产饲用氨基酸、维生素、各种微量元素、饲用促生长剂、防霉剂等品种众多的产品,实现了饲料添加剂生产的系列化和规模化,极大地促进了中国饲料工业和畜牧、水产养殖业的发展。

三、当前中国饲料添加剂存在的问题

中国饲料添加剂生产起步晚,对饲料添加剂的基础研究积累少,技术水平和储备量低。

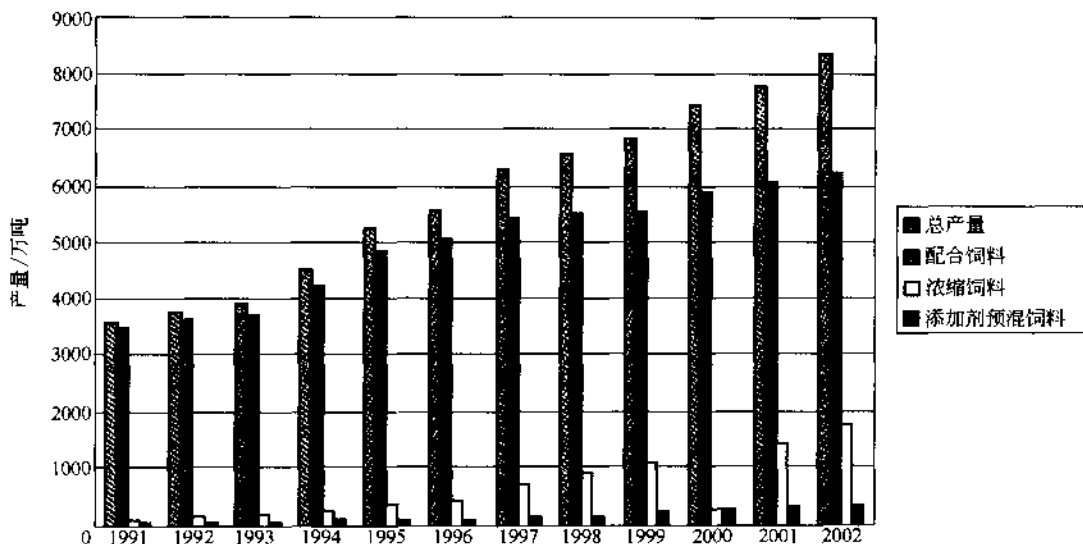


图 1-1 中国饲料年产量图

与国外相比，中国的饲料添加剂品种少、产量小、价格高，尤其是一些用量较大的必需氨基酸、维生素等单体产品还大部分或全部需要进口，严重制约了中国饲料工业和畜牧、水产养殖业的可持续性发展。

食品安全和饲料安全问题一直是全球关注的焦点问题。在科技全球一体化、工业化发达的今天，为了人类的生存和健康，促使人们必须重新审视饲料添加剂的安全性。目前，在饲料中添加各种防病促生长剂是一个普遍性问题。饲养者为了追求经济效益往往忽视了畜产品和水产品的食用安全性。一些饲料添加剂尤其是矿物质微量元素的超量添加对人类的生存环境构成了极大的威胁。饲料中大剂量添加抗生素类生长促进剂，有可能增加病原微生物的耐药性。抗生素在动物体内的残留问题，已经引起一些发达国家的关注。欧盟已通过相应法规，定于2006年在饲料中全面禁止使用抗生素类促生长剂。美国、日本等国也已通过制定法律法规的方法限制在饲料中添加某些对人类不安全的抗生素类促生长剂。中国对饲料添加剂的安全性十分重视，对各类允许使用和禁止使用的饲料添加剂品种和应用范围做了严格的规定。

科学技术的进步和发展，使得各种饲料添加剂中的科技含量日益增加，尤其是生物技术已成为推动人类进步的重要手段。如何通过生物技术研制开发及生产新型饲料添加剂，已成为世界各国科研工作者广泛研究和关注的热点。但是通过一些新技术制备和生产的饲料添加剂产品（如转基因酶制剂等）的安全性问题也是人们争论的话题。

虽然中国的饲料添加剂已成为饲料加工业和畜牧养殖业的一个重要的支撑点，但是目前在中国饲料添加剂的生产和使用中依然还存在许多各式各样的问题，具体体现在以下几个方面。

1. 一些重要的饲料添加剂的产需矛盾十分突出，已成为制约饲料工业发展的主要障碍

氨基酸和维生素是配合饲料生产过程中不可缺少的两大类饲料添加剂。中国自主生产的一些氨基酸和维生素产品主要用于作为制备和生产人用保健品和药品，而饲料工业大量使用的如维生素A、蛋氨酸等产品几乎全部需要进口。尽管维生素C、维生素B₂、维

生素 D₃、维生素 K₃ 等产品的生产已基本可以满足饲料工业的需要,同时饲料级赖氨酸的生产能力也得到了极大的发展,但是由于畜牧、水产养殖业的快速发展,一些氨基酸和维生素饲料添加剂产品的进口额度依然呈现逐年上升的态势。就饲料级赖氨酸而言,中国目前已是世界第二大赖氨酸消费国,赖氨酸的年需求量达 8 万~10 万吨,其近几年进口量趋势如图 1-2 所示。预计今后中国赖氨酸年均增长率将维持在 16% 左右,2005 年,中国赖氨酸需求量将达 15 万吨左右。

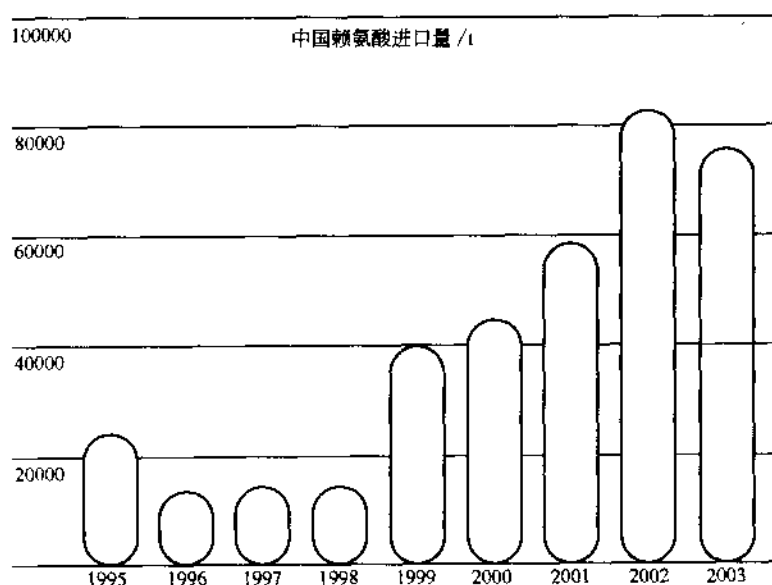


图 1-2 中国饲用赖氨酸年进口量

国际赖氨酸市场处于高度垄断状态,价格主要由美国 DM 公司、日本味之素公司、日本协和发酵公司、巴斯夫公司等控制。目前拥有全套成熟赖氨酸生产工艺的只有美国、日本、中国等少数国家。中国虽然掌握了赖氨酸生产技术,但有时候受国外赖氨酸产品倾销的影响。2004 年国际市场赖氨酸价格的暴涨,给中国饲料工业和畜牧养殖业造成极大的冲击。

面对不利的局面,国内一些企业加大了对饲料级赖氨酸生产的研制开发力度。随着国内赖氨酸生产企业的不断增加,使得进口赖氨酸所占比例正逐年下降,已由 2001 年的 71% 降至 2003 年的 54%。据海关总署统计,2003 年全年累计进口赖氨酸 75487.836t,比 2002 年度减少了约 7000t;而国产赖氨酸则由 2001 年的 29% 升至 2003 年的 46%。目前中国赖氨酸的年生产能力已达到 36 万吨,但是由于技术水平,尤其是受高产赖氨酸优良菌种的制约,同国外一些跨国公司相比,中国一些赖氨酸企业的国际市场竞争能力还不是很强,要成为赖氨酸生产强国还有一段很长的路要走。

中国在“八五”开始就进行蛋氨酸国产化生产技术的研究,但是由于受到生产原料和主要辅助原料的制约,使得蛋氨酸国产化生产至今还停留在研究阶段。饲料级蛋氨酸真正实现国产化已成为饲料工业需要解决的一个瓶颈问题。

2. 饲料添加剂品种单一,技术含量相对较低,缺乏真正拥有自主知识产权的产品

目前中国饲料工业使用的饲料添加剂产品的种类繁多,然而国内自主制备和生产的饲料

添加剂产品的品种却很单一，绝大多数产品还属于国外发达国家饲料工业应用的最初级产品，加工制备工艺简单，资源消耗大，添加剂量高，对环境的危害较为严重。尽管很少数量的饲料添加剂产品的技术含量相对较高，但是其制备和生产工艺或其中的某一个关键环节或化合物多为仿制，而真正拥有自主知识产权的饲料添加剂产品极少。

3. 技术创新力度不够，对新型饲料添加剂的研究深度不够，发展理念滞后

饲料工业和畜牧养殖业的快速发展，推动了中国饲料添加剂生产和制备技术的进步。但是由于中国饲料工业起步和发展的时间都相对较短，对新型饲料添加剂的研究还缺乏深入、系统的科学研究。与国外发达国家相比，无论是在饲料添加剂产品技术创新方面还是在研制和开发方面都存在着不小的差距。

4. 对饲料添加剂，尤其是一些新型饲料添加剂缺乏科学认识

动物营养学研究决定着饲料添加剂产品的应用与发展。同样，人类的健康和环境的要求也是决定饲料添加剂产品的应用与发展的极为重要的前提。饲料添加剂是配合饲料的核心，但是饲料添加剂并不是添加越多效果越好，对饲料添加剂的应用效果应该进行较为全面的评价。以硫酸铜为例，高铜饲料会提高动物的生产性能，但是从对环境所造成的污染以及对畜产品品质不良影响进行综合评价，高铜饲料应该不是提倡和发展的方向。动物营养学研究的深入会提出一些新的营养学理论和方法，一些新型饲料添加剂产品也会逐步进入人们的视线。无论在饲用效果，还是在安全性等方面，对其应采用科学的认知观，既看到其缺点，又要具有发展的眼光，以促进新型饲料添加剂的健康发展。

5. 片面追求经济利益，违反中国国家禁令，添加和使用国家禁止使用的一些饲料添加剂产品

近几年来，一些饲料生产企业为了片面追求经济利益，置国家利益和人们的健康于不顾，在饲料中添加国家严禁使用的一些饲料添加剂产品，给国家和人们造成了极大的危害，也严重影响了饲料添加剂的健康发展。

6. 对饲料添加剂的合理配制和使用所需的科学试验依据还不是十分完善

饲料产品是按照动物营养的需求，通过科学的配伍，采用一定的加工方式生产制备出来的，不同的饲料添加剂具有各自不同的理化特性。为了最大地发挥不同饲料添加剂的功效，首先必须对饲料添加剂进行合理的配制，由于中国目前对饲料添加剂的理化特性以及配制后各自成分的变化情况缺乏监控方法和标准，因此，如何才能配制好饲料添加剂产品已成为困扰饲料工业的一个难点问题。饲料添加剂的正确使用同样是一个极其关键的问题。饲料添加剂尤其是一些药物饲料添加剂的使用是一把双刃剑，如果没有科学细致的研究和评价，往往会对饲料添加剂的发展造成一定的危害。总体来看，中国目前对饲料添加剂的合理配制和使用所需的科学试验还处在待完善阶段。

第三节 转基因新型饲料添加剂

一、转基因新型饲料添加剂的含义

转基因饲料添加剂一般是指采用分子生物学中的转基因技术生产制备出来的应用于饲料加工业和畜牧、水产养殖业中的添加剂产品。目前转基因饲料添加剂的研究、生产主要集中

在酶制剂和抗菌肽等方面。

二、中国转基因新型饲料添加剂的发展状况

酶制剂被誉为是具有巨大发展前景的朝阳饲料添加剂产品。多年来,酶活性低以及生产成本较高一直是制约酶制剂在饲料工业中广泛应用的最大障碍。近年来,生物技术尤其是分子生物学中的转基因技术的快速发展,使得酶活性低以及生产成本较高这两大难题得到根本性的解决。饲用酶制剂已被饲料工业和畜牧养殖业普遍接受,并成为饲料添加剂产品家族中的重要成员。

中国饲料工业现在使用的转基因新型饲料添加剂主要是植酸酶和木聚糖酶等酶制剂产品。其主要制备过程是首先将具有特异功效的基因从相应的微生物菌株中克隆出来,然后将其导入相应的生物反应器中,构建成适合的工程菌株,最后通过工业化发酵的手段制备生产出相应的酶制剂产品。

转基因饲用抗菌肽目前仍然处在研究阶段。

三、目前中国转基因新型饲料添加剂安全性评价方面存在的主要问题

尽管转基因技术给饲料添加剂的发展开辟了崭新的空间,但是有关转基因饲料添加剂的安全性评价仍是一个十分引入关注的问题。中国在转基因饲料添加剂产品的安全性评价方面主要存在以下几个问题。

1. 系统监测与评价资料缺乏

食源性(生物性与化学性)危害是目前中国食品安全和饲料安全的主要问题,中国现在缺乏食源性危害的系统监测与评价背景资料。在转基因饲料添加剂是否造成食源性危害方面,中国目前尚缺乏定点主动监测网络,缺乏系统的监测数据。

2. 危险性评估控制技术未广泛采用

中国现行的食品安全和饲料安全技术措施与国际水平不接轨的原因之一就是没有广泛采用危险性评估技术,对转基因饲料添加剂未进行充分的暴露评估和定量危险性评估,缺乏全行业的有关转基因饲料添加剂的指导原则和评价标准。

3. 对转基因饲料添加剂新产品安全性评估欠缺

与发达国家相比,中国在采用新技术、新工艺、新资源加工生产转基因饲料添加剂产品的安全性研究与评估方面存在较大差距。欧美发达国家对饲用酶制剂尤其是转基因酶制剂所用菌株的管理和审批非常严格,对菌种的使用历史、分类鉴定、耐药性、遗传稳定性、有效性等都有明确的要求并建立了数据库,建立了完善的菌种档案和安全性评价、检验方法,而中国在这方面的研究才刚刚开始,还不十分健全,缺乏系统研究与评估。

总体而言,转基因技术在饲料添加剂研制和开发上的应用,极大地促进了饲料添加剂产品和饲料工业的发展,为饲料工业和畜牧养殖业开辟了一条崭新的路径。

第四节 饲料添加剂的发展趋势和未来

饲料工业的发展与提升,加速了饲料添加剂学科领域的进步。饲料添加剂生产已形成一

个较为系统的工业体系，是饲料工业的重要组成部分，体现着饲料工业的未来。现在的饲料添加剂已融合了动物营养学、动物生理学、化学、生物化学、饲养学、药学、微生物学、分子生物学、饲料加工学以及计算机学等多种学科，同时也采用了许多崭新的科学技术，使得饲料添加剂的资源、种类、功能和应用范围得到了极大的拓展。目前饲料添加剂资源已包括植物、动物、化工产品、药物、矿物质和生物制品等，其功能也由原来的作为动物营养成分的补充逐步发展到防治疾病、提高饲料利用率、改善饲料内外在品质、改善动物产品品质以及某些特殊需求等，并且应用范围也已涵盖各类畜禽、水生动物以及特种经济动物养殖业。因此，当前及今后一段时间内饲料添加剂特别是新型饲料添加剂的发展，将呈现以下几种发展趋势。

1. 高科技化

随着科学技术的进一步发展，特别是生物工程、微生物学、动物营养学、动物生理学、饲料加工工程、化学工程、制药工程学等学科的进一步完善和进步，饲料添加剂的科技含量将会不断提高，高科技化将成为饲料添加剂的一个重要标志，饲料添加剂行业势将进入高新技术领域。随着饲料添加剂行业科技化进程不断进展，将出现一批高科技含量的饲料添加剂品种，从而带动饲料工业向高科技化方向发展，提高配合饲料的整体技术水平，促进饲料工业、畜牧业向更高层次上发展。

2. 高度专业化

目前中国的饲料添加剂还没有形成一个较为独立的行业，而是附属于饲料工业以及化学工业、轻工业和制药业等相关行业，其专业化程度不高。随着畜牧水产等规模养殖业的不断发展，对配合饲料的需求和质量要求也将会不断提高，因此会对饲料添加剂提出新的要求，从而将有力地推动饲料添加剂行业向前发展，使之逐渐从饲料工业及其他相关行业分离，成为一个独立的行业。

3. 饲料添加剂产品系列化

随着饲料添加剂行业向高科技化和高度专业化方向发展，饲料添加剂的品种和种类将会进一步系列化和细分化。根据动物的不同种类、不同生长阶段、不同地域、不同饲养环境以及不同季节天气而系列化、细分化的饲料添加剂，将有利于提高作用效果，进而提高经济效益。

4. 饲料添加剂产品更加环保化、安全化

随着人们对食品安全和环保意识的提高以及可持续发展的需要，饲料添加剂的安全、环保绿色化将是未来研发的重中之重。特别是饲用抗生素促生长剂等一些对人类生存构成危害的饲料添加剂将逐步淘汰，新一代饲料添加剂产品的安全性和环保性将成为明显的特征。未来新型的饲料添加剂，将实现能够合理利用资源、对环境无污染、畜禽等农产品中不存在药物残留、对人类健康不构成威胁等目的。

5. 饲料添加剂产品标准化、法制化

美国、欧盟、日本等发达国家和地区十分重视饲料添加剂产品的标准化和法制化研究，对各种饲料添加剂的来源、用法用量、适用范围、使用年限等都制定了严格的标准。中国自1985年开始陆续颁布各类饲料添加剂质量标准，到2004年底，共完成近300项相关各类国家标准和行业标准的制定修订工作。其中1991年公布的《饲料卫生标准》和1993年公布的