

饲料添加剂 研究与应用新技术

SILIAO TIANJIAJI YANJIU YU YINGYONG XINJISHU

蔡辉益 王晓红 主编



 中国农业出版社

饲料添加剂研究 ⑤ 应用新技术

蔡辉益 王晓红 主编



中国农业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

饲料添加剂研究与应用新技术 / 蔡辉益, 王晓红主
编. —北京: 中国农业出版社, 2015. 12
ISBN 978-7-109-21143-8

I. ①饲… II. ①蔡… ②王… III. ①饲料添加剂-
研究 IV. ①S816.7

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 271673 号

中国农业出版社出版
(北京市朝阳区麦子店街 18 号楼)
(邮政编码 100125)

责任编辑 刘 伟 李文宾

北京中科印刷有限公司印刷 新华书店北京发行所发行
2016 年 1 月第 1 版 2016 年 1 月北京第 1 次印刷

开本: 700mm×1000mm 1/16 印张: 18.75

字数: 500 千字

定价: 98.00 元

(凡本版图书出现印刷、装订错误, 请向出版社发行部调换)



主 任：王俊勋

委 员：蔡辉益 齐广海 王晓红 魏宏阳
李大鹏 常碧影 常文环 刘国华
张 姝

主 编：蔡辉益 王晓红

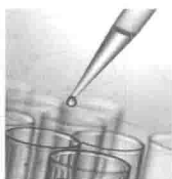
副 主 编：常文环 刘国华 张 姝

编写人员（按汉语拼音顺序排列）：

蔡辉益	柴建民	常文环	陈晓琳
陈志敏	丁建莉	董颖超	宫 宫
姜成钢	李艳玲	李 阳	刘丹丹
刘国华	娄瑞颖	马建爽	马 鸣
马书宇	马 涛	满 晨	乔 羽
束安新	滕 达	屠 焰	王海超
王金全	王 苑	武书庚	岳洪源
曾书秦	张 帆	张海军	张乃锋
张 姝	张晓宇	赵炳超	郑爱娟

序

Preface



改革开放 30 多年来,我国饲料工业从零起步,快速发展壮大,成为世界第一饲料大国,形成饲料机械、饲料原料、饲料添加剂和饲料加工等门类齐全的产业体系,为发展现代畜牧业、保障城乡居民动物产品稳定供应提供了有力的物质支撑。特别是饲料添加剂,最初除矿物质类外几乎完全依赖进口,如今维生素、氨基酸、酶制剂等主要品种基本实现国产。饲料添加剂产量不仅能够满足国内需求,而且在全球市场上也占有重要地位。饲料添加剂生产技术已经走过仿制为主的初级阶段,进入全面自主创新的新时期。这集中体现了我国饲料行业在科技创新、生产制造等各方面的巨大成就,已成为行业发展的极大特色和亮点。

饲料添加剂是现代动物营养与饲料科技成果的重要载体,在饲料生产中用量虽小,但作用巨大。我国主要畜禽水产养殖的饲料转化率能够大幅提高,与饲料添加剂平衡畜禽微量养分供给、改善畜禽健康状况、改善饲料加工储存品质等作用密不可分。当前,我国畜牧业正处于从传统向现代升级、从数量型向质量效益型转变的关键时期,进入了质量安全要求更高、资源环境约束更紧、提升竞争力需求更迫切的攻坚阶段。畜牧业应对这些困难和挑战,很多都离不开饲料工业,特别是饲料添

添加剂领域的创新发展。

我们欣喜地看到，我国广大饲料科技工作者和企业从10多年前就开始布局，以安全、环保和高效为努力方向，在新型饲料添加剂研究、开发与应用方面积极探索，不断创新，目前已经陆续结出硕果。饲用酶制剂、微生态制剂、植物提取物、有机微量元素等很多产品已经进入推广应用阶段，一些技术和产品的集成应用在应对饲料安全、食品安全和环境安全等挑战方面展现出了巨大潜力。

本书全面总结了近10年来我国在饲料添加剂领域的研究成果与进展，对发展趋势进行了展望。希望本书的出版能够进一步推动新型饲料添加剂的开发与应用，进一步促进与新型饲料添加剂相关领域的创新与创业。

农业部总畜牧师

王智才

2015年9月

前言

Foreword



当前，饲料安全、食品安全、生态环境安全成为全球普遍关注的焦点，也是我国急需解决的现实问题。饲料添加剂既是饲料工业的核心，又是保证畜产品安全的核心之一。因此，研发新型安全饲料添加剂及其应用新技术，改进传统添加剂产品的应用技术和安全规范，是改善我国现阶段所面临畜产品安全问题的主要出路。近 10 年来，我国饲料添加剂产业无论是新品种研发与生产还是传统产品的应用新技术都跃上了一个新台阶，正引领全球添加剂产业的健康发展。

欧盟从 1999 年开始部分限制使用抗生素类的生长促进剂，截至 2006 年 1 月 1 日，所有的饲用药物促生长剂已全部禁用。同时，也在积极开发其他替代方法，包括强化良好生产行为规则（CGMPs）、调整饲料生产工艺参数、广泛应用酶制剂、应用免疫系统调节剂等，使用专一的饲料添加剂来提高饲料转化率，开发环境友好型添加剂和寻求抗生素替代品等。此外，积极开发饲料生物技术，提高产品科技含量，从而提高饲料添加剂的竞争力。

基于消费者对食品安全和环境安全的需求，饲料行业对饲料添加剂提出了更高的要求。科学家在减少或部分取代抗生素的安全高效饲料添加剂研发和应用新技术方面，开展了卓有成

效的工作。目前,我国饲料添加剂的主流发展趋势由一系列生物技术性新产品的生产与应用主导,包括饲料酶制剂、微生态制剂、植物提取物、发酵饲料、转基因饲用作物等。在饲料添加剂的类型方面,随着畜牧水产业发展的需求,传统的产品类型不能满足现实需求,出现了诸如动物保健类添加剂、畜产品品质改良类添加剂、畜禽营养分配剂、环境改进类添加剂等新品种。在管理方面,积极推行饲料质量安全管理规范,同时出台了《饲料添加剂安全使用规范》,强化政府监督管理,不断提高了我国饲料和饲料添加剂工业的总体生产效率和水平。鉴于我国添加剂工业的快速发展,有必要从不同方面来总结近10年来的科研成果和应用技术,以推动我国饲料工业和养殖业的健康与可持续发展。

在农业部畜牧业司(全国饲料工作办公室)的倡导和大力支持下,编委会召集了中国农业科学院饲料研究所33位青年科研人员,基于各自从事饲料添加剂的研究进展,并总结了国内外相关研究成果和应用技术,历时两年多时间编写了《饲料添加剂研究与应用新技术》一书。

本书编写的着重点在于新的科研进展和应用技术,共分6章。分别为:第一章总论,对添加剂的定义、分类方法、安全使用、政府管理等进行了概述,并指出了添加剂领域存在的问题和未来总体发展趋势;第二章营养性添加剂,包括了氨基酸、非蛋白氮、维生素;第三章动物保健添加剂,阐述了多糖与寡糖、电解质平衡调节剂、天然植物提取物、微生物添加剂和酸度调节剂;第四章畜产品品质改进添加剂,涉及畜产品风味改良剂、改善畜禽产品货架期的饲料添加剂、着色剂;第五章饲料品质改进添加剂,总结了酶制剂、物性改进剂、抗氧化剂、

防霉剂和诱食剂；第六章环境改进添加剂，包含了除臭饲料添加剂和甲烷抑制剂。对不同添加剂的作用机理、生产工艺、应用技术方法和相应的发展趋势进行了总结。

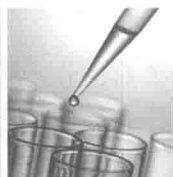
由于编写人员水平有限，尽管编写过程中多次进行协调，但不妥之处仍然难免。真诚希望同行专家、学者和企业应用技术人员提出宝贵意见。

本书编委会

2015年9月于北京

目 录

Contents



序 前言

第一章 总论	1
第一节 饲料添加剂的定义	1
第二节 饲料添加剂的分类	1
第三节 饲料添加剂的管理	2
第四节 饲料添加剂的安全使用	3
一、明确了禁止使用物质的种类	3
二、规范了养殖者的使用行为	3
三、加强了对自配饲料的管理	4
第五节 存在的问题和应对措施	4
一、存在的问题	4
二、应对措施	5
第六节 饲料添加剂的发展趋势	6
一、在饲用酶制剂方面	6
二、在饲用微生态制剂方面	6
三、在益生元应用技术方面	7
四、在天然植物提取物应用技术研发方面	7
五、在发酵饲料方面	7

第二章 营养性添加剂	8
第一节 氨基酸	8
一、概述	8
二、赖氨酸	9
三、蛋氨酸	12
四、色氨酸	16
五、苏氨酸	18
第二节 非蛋白氮	20
一、概述	20
二、尿素	21
三、碳酸氢铵	29
四、硫酸铵	30
五、液氨	32
六、异丁叉二脲	33
七、磷酸二氢铵	35
八、磷酸氢二铵	37
九、磷酸脲	38
十、氯化铵	41
第三节 维生素	42
一、概述	42
二、维生素 A	43
三、维生素 D	50
四、维生素 E	56
五、维生素 K	60
六、B 族维生素	64
第三章 动物保健添加剂	76
第一节 多糖与寡糖	76
一、概述	76

二、多糖	76
三、寡糖	82
第二节 电解质平衡调节剂	86
一、概述	86
二、电解质生理功能	87
三、常用电解质平衡调节剂	89
第三节 天然植物提取物	93
一、概述	93
二、杜仲叶提取物	94
三、苜蓿提取物	97
四、大豆黄酮	103
五、植物甾醇	107
第四节 微生物添加剂	111
一、概述	111
二、芽孢杆菌	114
三、乳酸菌	118
四、酵母菌	122
五、光合细菌	126
第五节 酸度调节剂	127
一、概述	127
二、乳酸	128
三、柠檬酸类	131
四、苹果酸	134
五、磷酸	136
六、碳酸氢钠	138
七、氯化钾	140
第四章 畜产品品质改进添加剂	143
第一节 畜产品风味改良剂	143
一、概述	143

二、维生素	144
三、矿物质元素	147
四、其他类型添加剂	150
五、存在的问题及应用前景	151
第二节 改善畜禽产品货架期的饲料添加剂	151
一、概述	151
二、维生素类添加剂	153
三、微量元素类添加剂	158
四、其他饲料添加剂	161
第三节 着色剂	164
一、概述	164
二、着色剂的分类	165
第五章 饲料品质改进添加剂	175
第一节 酶制剂	175
一、概述	175
二、饲料酶制剂	176
三、饲料酶制剂的作用机理	179
四、饲料酶制剂的生产工艺	181
五、饲料酶制剂的应用	183
六、饲料酶制剂的合理选择	185
七、酶制剂的发展趋势	188
第二节 物性改进剂	188
一、概述	188
二、黏结剂	189
三、抗结块剂	196
四、稳定剂和乳化剂	197
五、其他	199
六、存在的问题及应用前景	200

第三节 抗氧化剂	200
一、概述	200
二、饲料中常用抗氧化剂	201
三、饲料中新型抗氧化剂	203
第四节 防霉剂	204
一、概述	204
二、主要防霉剂产品	206
三、使用防霉剂应注意的事项	220
第五节 诱食剂	221
一、概述	221
二、甜味剂	222
三、鲜味剂	225
四、酸味剂	226
五、香味剂	228
六、大蒜素	229
七、应注意的问题	230
八、前景展望	230
第六章 环境改进添加剂	231
第一节 除臭饲料添加剂	231
一、概述	231
二、丝兰提取物	233
三、樟科提取物	236
四、载铜硅酸盐	237
第二节 甲烷抑制剂	239
一、概述	239
二、莫能菌素	241
三、溴氯甲烷	244
四、延胡索酸	244

五、苹果酸	246
六、茶皂素	249
七、丝兰提取物	252
八、大蒜油	253
参考文献	257



第一节 饲料添加剂的定义

按照我国《饲料和饲料添加剂管理条例》定义：饲料添加剂，是指在饲料加工、制作、使用过程中添加的少量或者微量物质，包括营养性饲料添加剂和一般饲料添加剂。

饲料成本约占养殖业成本的 2/3，饲料核心技术是添加剂技术。因此，研制能促进动物生产性能、安全无害的新添加剂一直是畜牧业和饲料业的重要课题。近年中国饲料添加剂产业发生质的变化，主流产品基本实现了国产化，由进口国成为出口国。添加剂主流发展趋势由一系列生物技术新产品所组成，包括抗生素替代品、饲用酶制剂、微生态制剂、植物提取物等。

第二节 饲料添加剂的分类

传统的添加剂分类为营养性饲料添加剂和一般饲料添加剂两大类，包括氨基酸、维生素、矿物质、酶制剂、微生物添加剂、非蛋白氮、抗氧化剂、防腐剂、防霉剂和酸度调节剂、着色剂、调味剂、香料、黏结剂、抗结块剂和稳定剂、多糖和寡糖等 10 余种。

随着消费者对畜产品品质需求的提升，饲料业的部分功能也随之改变。因此，本书特将添加剂分类修改为以下几类：

一般性添加剂（营养、非营养）：氨基酸、维生素、矿物质、非蛋白氮；

动物肠道健康添加剂：多糖和寡糖、微生物添加剂、酸制剂；

环保类添加剂：酶制剂；

畜产品风味改良添加剂：中草药、天然提取物；

畜产品品质改良添加剂：营养分配剂、中草药、天然提取物、货架期延长保护剂；

抗生素替代类添加剂：抗菌肽、酸制剂、微生物添加剂；

饲料产品质量改进剂：黏结剂、抗结块剂和稳定剂、着色剂、抗氧化剂；

饲养环境改进剂：消毒剂、粪臭消除剂。

这一分类方法显示了我国添加剂功能的扩充和消费者需求的变化。

第三节 饲料添加剂的管理

1999年5月29日，中华人民共和国国务院令第266号发布，根据2001年11月29日《国务院关于修改〈饲料和饲料添加剂管理条例〉的决定》进行了第一次修订；2011年10月26日，国务院第177次常务会议修订通过；根据2013年12月7日《国务院关于修改部分行政法规的决定》进行了第二次修订。

为什么要对现行条例进行修订？现行条例自1999年公布施行以来，对加强饲料、饲料添加剂的管理，提高饲料、饲料添加剂的质量，促进饲料工业和养殖业的发展，保护人民身体健康发挥了重要作用。但是，随着人民群众生活水平的提高和食品、农产品质量安全意识的日益增强，特别是食品安全法、农产品质量安全法的出台，进一步完善了我国食品、农产品的质量安全管理制度，对饲