



面向 21 世纪 课 程 教 材
Textbook Series for 21st Century

饲料添加剂学

陈代文 主编

动物科学专业用

中 国 农 业 出 版 社

面向 21 世纪课程教材

Textbook Series for 21st Century

饲料添加剂学

陈代文 主编

动物科学专业用

中国农业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

饲料添加剂学/陈代文主编. —北京: 中国农业出版社, 2003.6

面向 21 世纪课程教材

ISBN 7-109-08363-2

I. 饲... II. 陈... III. 饲料添加剂—高等学校—教材 IV. S816.7

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 042632 号

中国农业出版社出版

(北京市朝阳区农展馆北路 2 号)

(邮政编码 100026)

出版人: 傅玉祥

责任编辑 叶 岚

中国农业出版社印刷厂印刷 新华书店北京发行所发行

2003 年 7 月第 1 版 2003 年 7 月北京第 1 次印刷

开本: 787mm×960mm 1/16 印张: 21.25

字数: 375 千字

定价: 28.00 元

(凡本版图书出现印刷、装订错误, 请向出版社发行部调换)

内 容 简 介

本书是按照动物科学专业本科学子应具备的饲料添加剂基础理论和专门知识编写的教学用书。全书共十章，分别介绍了饲料添加剂及添加剂预混料的概念、种类和国内外发展现状与趋势；饲料添加剂原料的生产方法；各类营养性添加剂的理化性质、商品形式和营养功能；非营养性添加剂的种类、性质、作用及其可能机理，以及存在的问题；载体和稀释剂的概念、种类、一般要求及使用方法；各类添加剂预混料产品设计的原则、方法、条件、步骤及设计示例；预混料的生产设备与加工工艺、添加剂原料预处理技术及添加剂的贮存与保管要求；饲料添加剂的应用原理与方法；添加剂预混料的质量控制与管理；添加剂与畜产品的食用安全及环境保护的关系等内容。

本教材为动物科学专业及相关专业本科学生的教学用书，也可作为畜牧兽医科研人员、饲料管理部门管理人员、饲料和养殖企业技术人员的参考用书。

主 编 陈代文 四川农业大学
副主编 冯定远 华南农业大学
刘建新 浙江大学

参 编 (按姓氏笔画为序)

车向荣 山西农业大学

杨在宾 山东农业大学

宋代军 西南农业大学

张克英 四川农业大学

周 明 安徽农业大学

贺建华 湖南农业大学

袁 纓 沈阳农业大学

譙仕彦 中国农业大学

瞿明仁 江西农业大学

审 稿 王康宁 四川农业大学

霍贵成 东北农业大学

前 言

本书为全国高等农林院校“面向 21 世纪课程”教材之一，是动物科学专业本科学生的教学用书。为了适宜国内外养殖业和饲料工业不断发展以及现代动物科学学科不断进步的需要，国内不少高校早在几年前就在动物科学本科专业和以前的动物营养与饲料加工本科专业开设了“饲料添加剂学”课程，积累了一定的教学经验。但由于缺乏统编教材，给本课程的规范教学带来一定影响。因此，编写出版《饲料添加剂学》的时机已经成熟。在全国高等农业院校教学指导委员会和中国农业出版社的指导下，我们组织了国内十余所农业大学的富有教学经验教师编写了这本教材。

编写组首先研讨了学科和生产发展的现状与趋势，总结交流了几年来在“饲料添加剂学”课程教学上的经验和问题，形成了本教材编写的指导思想。在编写过程中，力图体现“思想性、科学性、先进性和实用性”原则，做到既反映学科和生产发展的现实成就和未来需要，又把握好本科层次学生应具有的知识水平和业务技能，使教材的知识体系和深度适合本科学生的需要。在内容上，尽量处理好与《动物营养学》和《饲料与饲养学》等相关课程的分工与衔接，力求反映《饲料添加剂学》作为一门独立课程的基本理论、基本知识、基本技术，并尽可能保持各编者的写作风格和学术观点。为便于学生的学习，每章进行了小结，并根据教学内容列出了复习思考题；书后附有主要术语和添加剂的中英文对照索引、参考文献及饲料添加剂的有关法规和基础参数。

教材编写是一项科学性和思想性极强的工作。为了确保教材质量，编写组多次开会研讨编写提纲和内容。初稿完成后，主编和副主编进行了交叉审阅和修改。四川农业大学的王康宁教授和东北农业大学的霍贵成教授对书稿进行了认真审阅，提出了宝贵的修改意见。编写组一并对上述同志的辛勤劳动和支持表示衷心感谢。

鉴于教材编写的难度大，本书又是国内第一本《饲料添加剂学》统编教材，加上知识水平的限制，书中错漏在所难免。恳请读者和用书单位及时指正，以便尽早修订完善。

编 者

2003 年 3 月

目 录

前言

第一章 绪论	1
第一节 饲料添加剂及其分类	1
一、饲料添加剂的概念	1
二、饲料添加剂的分类	2
第二节 添加剂预混料及其分类	2
一、添加剂预混料的概念	2
二、添加剂预混料的分类	3
第三节 饲料添加剂及添加剂预混料的作用与意义	4
第四节 饲料添加剂工业的发展概况	4
一、饲料添加剂工业的发展历史	4
二、饲料添加剂工业的发展现状	5
三、饲料添加剂工业的发展趋势	7
第五节 饲料添加剂学的内容与任务	9
一、饲料添加剂学的概念与研究内容	9
二、饲料添加剂学在动物科学和动物生产中的地位与作用	9
本章小结	10
思考题	11
第二章 饲料添加剂原料的生产方法	12
第一节 化学法	12
一、饲料添加剂原料生产中应用的化学工程技术	12
二、常用饲料添加剂原料化学法生产	13
第二节 微生物发酵法	15
一、添加剂原料微生物发酵法生产的发展历程	15
二、微生物发酵工程特点	16
三、微生物发酵与饲料添加剂原料生产	17

四、微生物发酵生产添加剂原料的工艺	18
第三节 分离提取	23
一、天然物中饲料添加剂有效成分提取与分离	23
二、化工或生物发酵制品的提取与分离	25
第四节 基因工程技术的应用	27
一、基因工程的基本方法	27
二、基因工程技术应用	28
本章小结	30
思考题	31
第三章 营养性添加剂	32
第一节 氨基酸添加剂	32
一、氨基酸添加剂的一般作用	32
二、氨基酸的生产方法	33
三、饲料用氨基酸添加剂	35
四、其他含氮化合物	39
第二节 维生素添加剂	40
一、维生素添加剂的一般作用	40
二、脂溶性维生素添加剂	41
三、水溶性维生素添加剂	48
第三节 矿物元素添加剂	56
一、矿物元素添加剂的一般作用	57
二、常量元素补充料	57
三、微量元素添加剂	62
第四节 其他营养性添加剂	71
一、牛磺酸	71
二、肌醇	71
三、异位酸	72
四、核酸	72
五、甜菜碱	73
六、肉毒碱	73
本章小结	73
思考题	74

第四章 非营养性添加剂	75
第一节 药物饲料添加剂	75
一、抗生素	75
二、驱虫保健剂	84
第二节 饲用酶制剂	91
一、饲用酶制剂的主要种类	91
二、饲用酶制剂的作用及其机理	93
三、复合酶制剂的应用效果	94
四、酶制剂的发展方向	96
第三节 益生菌	96
一、益生菌的菌种及制剂	96
二、寡糖	98
三、益生菌的作用及其机理	98
四、益生菌的应用效果	100
五、存在的问题	100
第四节 饲料酸化剂	101
一、常用酸化剂的种类及特性	101
二、酸化剂的作用机制	102
三、影响酸化效果的因素	104
第五节 中草药及植物提取成分	105
一、中草药及植物提取成分的活性物质	106
二、中草药和植物提取成分的生物学作用	106
三、中草药添加剂的特点	108
四、典型中草药及植物提取成分	109
五、中草药和植物提取成分在动物生产中的应用	110
六、存在的问题	112
第六节 饲料保存剂	112
一、饲料防霉剂	113
二、饲料抗氧化剂	117
第七节 饲料调制剂与调质剂	122
一、饲料调制剂	122
二、饲料调质剂	129
第八节 其他饲料添加剂	139

一、尿酶抑制剂	139
二、脱毒剂	140
三、除臭剂	141
四、吸湿剂	141
五、缓冲剂	141
六、甲烷抑制剂类	141
本章小结	142
思考题	143
第五章 预混料的载体与稀释剂	144
第一节 载体与稀释剂概念及要求	144
一、载体与稀释剂的概念	144
二、载体与稀释剂的基本要求	145
三、载体和稀释剂的分类	147
四、常用载体和稀释剂的比较	149
第二节 载体与稀释剂的应用	151
一、应用范围	151
二、载体和稀释剂的选择	152
本章小结	154
思考题	155
第六章 添加剂预混料产品设计	156
第一节 设计的原则与方法	156
一、设计的基本原则	156
二、设计预混料的条件	158
三、添加剂原料的选择原则	159
四、添加剂用量的确定原则	160
五、配方设计的基本步骤	161
第二节 维生素预混料产品设计	162
一、维生素预混料原料的选择	162
二、影响维生素添加剂添加量的因素	163
三、维生素添加剂预混料产品设计的步骤	167
四、维生素预混料产品设计实例	169
第三节 微量元素预混料产品设计	170

一、微量元素原料的选择	170
二、设计微量元素预混料时应考虑的因素	171
三、微量元素预混料产品的设计步骤和方法	173
第四节 复合添加剂预混料产品设计	175
一、氨基酸添加量的确定	175
二、药物的使用和配合	176
三、微量组分的稳定性	176
四、复合预混料设计和配方实例	177
本章小结	179
思考题	180
第七章 饲料添加剂预混料的生产	181
第一节 预混料的生产设备	181
一、原料接收与清理设备	181
二、粉碎设备	183
三、料仓	184
四、配料计量装置	186
五、混合机	188
第二节 预混料原料预处理技术	193
一、微量元素添加剂原料的预处理	193
二、维生素原料的预处理	195
三、酶制剂和微生物制剂	198
第三节 预混料产品的生产工艺	198
一、原料选择	198
二、配料工艺	199
三、混合工艺	202
四、预混料生产工艺举例	203
第四节 预混料的贮存与保管	208
一、微量元素预混料的贮存与保管	208
二、维生素预混料的贮存与保管	209
三、复合预混料的贮存与保管	210
本章小结	210
思考题	211

第八章 饲料添加剂的应用	213
第一节 饲料添加剂的应用原理	213
一、合成氨基酸添加剂的应用原理	213
二、维生素添加剂的应用原理	217
三、微量元素添加剂的应用原理	221
四、非营养性添加剂的应用原理	224
第二节 营养性饲料添加剂在配合饲料中的应用	225
一、氨基酸添加剂的应用	225
二、维生素添加剂的应用	225
三、微量元素添加剂的应用	226
第三节 非营养性饲料添加剂在配合饲料中的应用	226
一、抗生素饲料添加剂的应用	226
二、饲用酶制剂的应用	231
三、益生菌的应用	233
第四节 添加剂在青贮和粗饲料调制中的应用	234
一、添加剂在青贮饲料调制中的应用	234
二、饲料添加剂在粗饲料调制中的应用	237
本章小结	240
思考题	241
第九章 添加剂预混料的质量控制与管理	242
第一节 原料的质量控制	242
一、营养性饲料添加剂原料的质量控制	242
二、非营养性饲料添加剂的质量控制	252
第二节 预混料生产过程的质量控制	257
一、饲料添加剂原料的优选	257
二、各种原料的合理组合	258
三、预混料加工工艺及其技术参数的优选	258
第三节 预混料产品的检测	259
一、产品包装袋的检查	259
二、产品标签的检查	260
三、产品说明书的检查	260
四、产品合格证的检查	260

五、产品标签和说明书上某些内容科学合理性的评价	260
六、产品感官指标与含水量的测定	261
七、产品营养成分或有效成分的鉴别与测定	261
八、产品粒度与混合均匀度的测定	261
九、产品卫生质量的检测	262
十、产品的应用试验	262
第四节 标准化质量控制技术在预混料质量管理中的应用	262
一、全面质量控制技术在预混料质量管理中的应用	263
二、危害分析与关键控制点 (HACCP) 系统在预混料质量管理中的应用	265
三、ISO 国际标准在预混料质量管理中的应用	267
第五节 饲料添加剂法规	268
一、饲料法规的概念及意义	268
二、饲料法规的基本内容	268
三、主要国家饲料法规简介	269
本章小结	270
思考题	271
第十章 饲料添加剂与畜产品的食用安全及环境保护	272
第一节 饲料添加剂与畜产品的食用安全	272
一、饲料添加剂造成畜产品食用不安全的因素及其危害	273
二、研究饲料添加剂安全性的方法	277
三、确保畜产品食用安全的措施	278
第二节 饲料添加剂与环境保护	281
一、饲料添加剂对环境的不利影响	281
二、饲料添加剂对环境的保护作用	283
三、环境管理标准简介	286
本章小结	287
思考题	287
附录一 畜禽氨基酸、维生素及矿物质的需要量	288
一、猪的氨基酸、维生素及矿物质的需要量	288
二、鸡的氨基酸、维生素及矿物质的需要量	291
三、鸭的氨基酸、维生素及矿物质的需要量	294

四、火鸡的氨基酸、维生素及矿物质的需要量	297
五、日本鹌鹑的氨基酸、维生素及矿物质的需要量	298
六、狗、猫的氨基酸、维生素及矿物质的需要量	299
七、兔的氨基酸、维生素及矿物质的需要量	300
八、马及其他特种动物的维生素需要量	301
九、牛的维生素、矿物质元素的需要量	302
附录二 饲料添加剂的有关法规	305
一、饲料和饲料添加剂管理条例	305
二、允许使用的饲料添加剂品种目录	309
三、药物饲料添加剂使用规范	310
四、禁止在饲料和动物饮水中使用的药物品种目录	314
五、食品动物禁用的兽药及其他化合物清单	315
附录三 名词术语中英文对照	316
主要参考文献	322

绪 论

第一节 饲料添加剂及其分类

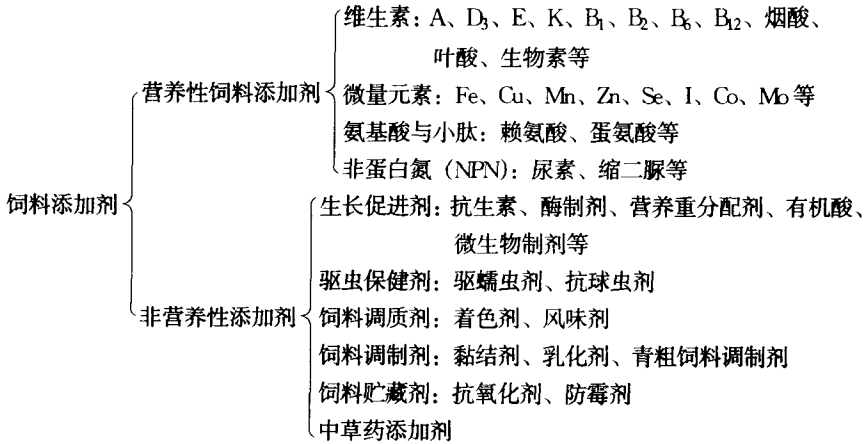
一、饲料添加剂的概念

饲料添加剂是指为了某种目的而以微小剂量添加到饲料中的物质的总称。使用饲料添加剂的目的包括：改善饲料的营养价值，提高饲料利用率，促进动物生产；改善饲料的物理特性，增加饲料耐贮性；增进动物健康，改善畜产品品质等；最终达到提高动物生产性能，降低生产成本的目的。饲料添加剂的使用剂量通常以 mg/kg 或 g/t 计，部分添加剂的添加量按百分含量计。

随着养殖业和饲料工业的迅速发展，对饲料添加剂的认识已发生了一些变化。一方面，添加剂的应用从“可有可无”到“必需”的变化。在 20 世纪七八十年代，动物生产水平不高，配合饲料的使用不普遍，添加剂的生产技术落后、产品质量不高、使用效果不明显，人们把添加剂看成是“额外添加”的物质，是饲料中可有可无的成分。而在现代，动物生产潜力显著提高、生产方式发生了根本变化，同时饲料添加剂的生产技术明显改进，产品质量更加稳定，应用效果更加突出。一些饲料添加剂已成为保障动物健康、发挥动物营养生理功能、促进营养物质的充分消化利用、改善饲料质量所“必需”的物质，是全价配合饲料中不可缺少而不是“可有可无”的组成部分。另一方面，一些添加剂的不合理使用可能影响畜产品品质，或者导致环境污染，或者危害人畜健康。随着生活水平的提高，人们更加注重生活质量，在养殖业中继续使用饲料添加剂已不能被大多数人接受，这给饲料工业和养殖业的健康发展带来挑战。鉴于以上变化，有人建议将饲料添加剂称为“营养促进素（pronutrients, nutrines）”。但这一术语目前尚未被大多数人接受，国内外的文献中仍沿用饲料添加剂一名。

二、饲料添加剂的分类

符合上述概念的物质种类繁多，性能各异，按其作用分类如下：



第二节 添加剂预混料及其分类

一、添加剂预混料的概念

由于添加剂种类很多，用量极少，很难直接向全价配合饲料中添加。实践中，通常以饲料添加剂为原料，选择合适的载体或稀释剂，通过一定的加工工艺，在向配合饲料中添加之前预先将添加剂与载体或稀释剂混合，以增大体积，提高在配合饲料中的添加量，使微量的添加剂能够在配合饲料中均匀分布。这种由一种或多种添加剂与载体和（或）稀释剂均匀混合后的混合物叫添加剂预混料，简称预混料。在生产实践中，人们也习惯于将添加剂预混料叫做添加剂。它是配合饲料的一种原料，在配合饲料中的用量通常是1%~4%。

目前实践中大量生产和使用的“料精”是一种扩展了的添加剂预混料，其核心成分除了各种添加剂外，还包括钙、磷、食盐等常量矿物元素，这些成分与蛋白质饲料及部分谷物饲料混合即成料精，其中，钙、磷、食盐等的含量能完全补充基础饲料中的不足，蛋白质含量通常为30%~35%。料精在配合饲料中的用量一般为5%。

二、添加剂预混料的分类

添加剂预混料的种类很多,为了生产和使用的方便,有必要进行分类。一般有4种分类方法。

(一) 按原料种类分类 所谓原料,广义地讲,指组成添加剂预混料的各个组分,包括活性成分和载体。其中的活性成分,如维生素、微量元素、氨基酸等叫活性原料或简称原料,通常所讲的添加剂预混料的原料是指其中的活性原料。添加剂预混料按原料的种类可分为以下三类:

1. 由单一原料制成的预混料 如维生素A预混料、维生素B₁₂预混料、硒预混料、钴预混料等。

2. 由同种原料组成的预混料 如复合维生素预混料、微量元素预混料。

3. 由不同原料组成的预混料 由二类或多类添加剂组成,如由维生素、微量元素、氨基酸、抗生素、防霉剂等组成的预混料,又叫复合添加剂预混料。

为了便于区别,一般以单一原料或同类原料组成的预混料叫添加剂预混剂,如维生素A预混剂、微量元素预混剂,以区别于由多类添加剂组成的复合预混料。“剂”即同质物质,形如饲料中的某种养分;“料”即原料,是由多种养分组成的复合体。因此,添加剂预混剂既可作为配合饲料的原料,也可作为添加剂预混料的原料。

(二) 按生产渠道分类 按此方法可分为两种。

1. 由医药、化工等企业生产的单一商品添加剂预混料 如商品维生素A预混料、饲料级亚硒酸钠预混料、蛋白酶制剂、抗生素制剂等。其产品通常作为添加剂预混料或预混料专业生产厂家的原料。

2. 由预混料(剂)生产厂生产的预混剂或复合预混料 其产品作为配合饲料厂原料。产品规格可为通用型或定制性。通用型广泛适用于某类地区或某些饲养条件;定制型也叫用户型、专业型,是按用户的要求专门设计生产,只适用于该用户。通用型可直接加入配合饲料中,而定制型在饲料厂家使用时有时还需加入其他活性成分。

(三) 按使用对象分类 即根据动物种类和生理阶段来分,如猪用预混料(剂)、禽用预混料(剂)等。

(四) 按使用效果分类

1. 高档添加剂预混料 原料种类齐全,配比合理,加工工艺先进,使用效果明显。

2. 中档添加剂预混料 原料种类少,主要以营养型添加剂为主,有效成