



全国高等农林院校“十一五”规划教材

饲料添加剂学

第二版

陈代文 吴 德◎主编



S
iliao
tianjiayi xue

中国农业出版社

全国高等农林院校“十一五”规划教材

饲料添加剂学

第二版

陈代文 吴 德 主编

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, 吴德主编. —2 版. —北京: 中国农业出版社, 2011. 1
全国高等农林院校“十一五”规划教材
ISBN 978-7-109-15305-9

I. ①饲… II. ①陈…②吴… III. ①饲料添加剂—高等学校—教材 IV. ①S816.7

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 251744 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 100125)

策划编辑 武旭峰

文字编辑 朱虹

北京机工印刷厂印刷 新华书店北京发行所发行

2003 年 7 月第 1 版 2011 年 1 月第 2 版

2011 年 1 月第 2 版北京第 1 次印刷

开本: 787mm×1092mm 1/16 印张: 15.75

字数: 373 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生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。

第二版编写人员

- 主 编** 陈代文 四川农业大学
 吴 德 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
 张克英 四川农业大学
 余 冰 四川农业大学
- 参 编** (按姓名笔画为序)
- 丁雪梅 四川农业大学
 车向荣 山西农业大学
 田 刚 四川农业大学
 杨在宾 山东农业大学
 宋代军 西南农业大学
 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
 曾秋凤 四川农业大学
 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

第一版编审人员

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

第二版前言

《饲料添加剂学》第一版为“面向 21 世纪课程教材”，尽管有许多不够完善之处，但得到了师生读者的鼓励和支持，并被评为 2005 年全国高等农业院校优秀教材。

本次修订，我们广泛征求了各兄弟院校在使用中发现的问题和修订意见；借鉴了各院校关于课程改革和课程建设的经验；同部分院校同行进行了座谈研讨；认真考虑了全国“面向 21 世纪动物生产类本科人才培养方案及教学内容和课程体系改革研究”课题组的有关建议；组织编写人员并结合高年级研究生的 Seminar，对国际知名大学、知名学者编写的最新《饲料添加剂学》本科教材的结构体系、内容、深度及广度进行了认真研讨，并形成具体意见指导本次修订。

《饲料添加剂学》是一门动物科学专业的专业基础课，在内容上，需尽量处理好与《动物营养学》和《饲料与饲养学》等相关教材的分工与衔接，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。本次修订对上一版的基本框架结构未做大的调整，但一些章节内容都有较大变动。

修订中，我们力求按照思想性、科学性、先进性、实用性的原则选编内容，尽量使教材好教易学，内容丰富，深入浅出，理论联系实际。由于学时数有限，本次修订仍然以饲料添加剂学的基本概念、基本原理、基本方法和基本技能为主，在深度上能满足本科人才培养的要求。

在这次修订过程中，衷心感谢审稿的专家及关心、支持本教材修订并提出宝贵意见的教师、同学和朋友们。特别感谢四川农业大学的贾刚教授、方正峰博士、白世平博士、何军博士、朱碧泉讲师等对书稿的逐句通读和纠正错漏。

虽然我们作了很大努力，但不足之处在所难免，欢迎广大师生在使用过程中提出批评和建议。

编者

2010 年 9 月

第一版前言

本书为全国高等农林院校面向 21 世纪规划教材之一，是动物科学专业本科学生的教学用书。为了适应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》的必要性和可能性已经成熟。在全国教材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一定教学经验和具有高级职称的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。四川农业大学博士生兰云贤、曾秋凤等十余名同学对全书进行了逐句通读，及时发现和纠正错漏。在此基础上，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

第二版前言

第一版前言

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	1
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	2
第三节 饲料添加剂及添加剂预混料的作用与意义	3
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	4
三、饲料添加剂工业的发展趋势	6
第五节 饲料添加剂学的内容	6
一、饲料添加剂学的概念与研究内容	6
二、饲料添加剂学在动物科学和动物生产中的地位与作用	7
本章小结	7
思考题	8
第二章 饲料添加剂生产技术	9
第一节 分离提取技术	9
一、材料来源	9
二、分离提取方法与步骤	10
三、微生物及其代谢产物的提取与分离	12
四、提取物纯度检测	13
第二节 化工技术	14
一、饲料添加剂生产中应用的化学工程技术	14
二、常用饲料添加剂原料化学法生产	14
三、化学法生产的特点	17
第三节 微生物发酵技术	17
一、微生物发酵法生产饲料添加剂的原理	17

二、微生物发酵法生产添加剂的工艺	20
三、微生物发酵法的特点	22
第四节 基因工程技术	23
一、基因工程技术生产添加剂的原理	24
二、基因工程技术生产添加剂的工艺流程	24
三、基因工程技术的应用	25
四、基因工程技术生产添加剂的特点	27
本章小结	27
思考题	28
第三章 营养性添加剂	29
第一节 氨基酸添加剂	29
一、氨基酸添加剂的概述	29
二、饲料用氨基酸添加剂	31
第二节 维生素添加剂	34
一、维生素的一般作用	35
二、维生素的生产技术	35
三、脂溶性维生素添加剂	36
四、水溶性维生素添加剂	41
第三节 矿物元素添加剂	47
一、矿物元素的一般作用	48
二、常量元素补充料	48
三、微量元素添加剂	52
第四节 其他营养性添加剂	59
本章小结	61
思考题	62
第四章 非营养性添加剂	63
第一节 药物饲料添加剂	63
一、抗生素	63
二、驱虫保健剂	69
第二节 饲用酶制剂	75
一、饲用酶制剂的主要种类	75
二、饲用酶制剂的作用及其机理	77
三、影响酶制剂作用效果的因素	79
四、酶制剂的发展前景	80
第三节 益生菌	80
一、益生菌	80
二、益生元	81
三、益生菌的作用及其机理	82
四、益生菌的发展前景	83

第四节 饲料酸化剂	84
一、常用酸化剂的种类及特性	84
二、酸化剂的作用效果及机制	85
三、影响酸化剂作用效果的因素	87
第五节 中草药及植物提取物添加剂	88
一、中草药及植物提取物添加剂的特点	88
二、中草药及植物提取物的活性成分	89
三、中草药及植物提取物添加剂的作用效果及机制	89
四、中草药及植物提取物添加剂的发展前景	92
五、典型中草药及植物提取物	92
第六节 饲料保存剂	93
一、饲料防霉剂	94
二、饲料抗氧化剂	97
第七节 饲料调制剂与调质剂	100
一、饲料调制剂	100
二、饲料调质剂	104
第八节 其他饲料添加剂	111
本章小结	113
思考题	114
第五章 预混料的载体与稀释剂	116
第一节 载体与稀释剂概述	116
一、载体与稀释剂的概念	116
二、载体与稀释剂的基本要求	116
三、载体和稀释剂的分类	118
四、常用载体和稀释剂的比较	120
第二节 载体与稀释剂的应用	122
一、应用范围	122
二、载体和稀释剂的选择	123
本章小结	125
思考题	125
第六章 添加剂预混料产品设计	126
第一节 设计的原则与方法	126
一、设计的基本原则	126
二、设计添加剂预混料的条件	128
三、添加剂原料的选择原则	128
四、添加剂用量的确定原则	129
五、添加剂预混料配方设计的基本步骤	131
第二节 维生素预混料产品设计	131
一、维生素预混料原料的选择	131

二、影响维生素添加剂添加量的因素	132
三、维生素添加剂预混料产品设计的步骤	136
四、维生素预混料产品设计实例	137
第三节 微量元素预混料产品设计	138
一、微量元素原料的选择	138
二、设计微量元素预混料时应考虑的因素	139
三、微量元素预混料产品的设计步骤和方法	140
第四节 复合添加剂预混料产品设计	142
一、氨基酸添加量的确定	142
二、药物使用和配合	143
三、微量组分的稳定性	143
四、复合预混料设计和配方实例	144
本章小结	146
思考题	147
第七章 饲料添加剂预混合饲料的生产	148
第一节 预混料的生产设备	148
一、原料接收与清理设备	148
二、粉碎设备	150
三、料仓	151
四、配料计量装置	153
五、混合机	154
第二节 预混料原料预处理技术	159
一、预混料原料预处理的必要性	159
二、微量元素原料的预处理	159
三、维生素原料的预处理	161
四、酶制剂和微生物制剂的预处理	163
第三节 预混料产品的生产工艺	164
一、配料工艺	164
二、混合工艺	167
三、预混料生产工艺举例	168
四、包装工艺和成品检验	173
第四节 预混料的贮存	174
一、微量元素预混料的贮存	174
二、维生素预混料的贮存	174
三、复合预混料的贮存	175
本章小结	175
思考题	176
第八章 饲料添加剂的应用	177
第一节 营养性饲料添加剂的应用	177

一、氨基酸类添加剂的应用	177
二、维生素类添加剂的应用	181
三、微量元素添加剂的应用	184
第二节 非营养性饲料添加剂的应用	187
一、抗生素饲料添加剂的应用	187
二、饲用酶制剂的应用	191
三、益生菌的应用	192
第三节 添加剂在青贮饲料和粗饲料调制中的应用	193
一、添加剂在青贮饲料调制中的应用	193
二、添加剂在粗饲料调制中的应用	196
本章小结	198
思考题	199
第九章 添加剂预混料的质量控制与管理	200
第一节 原料的质量控制	200
一、营养性饲料添加剂原料的质量控制	200
二、非营养性饲料添加剂原料的质量控制	206
第二节 预混料生产过程的质量控制	209
一、饲料添加剂原料的优选	209
二、各种原料的合理组合	210
三、预混料加工工艺及其技术参数的优选	210
第三节 预混料产品的检测	211
第四节 标准化质量控制技术在预混料质量管理中的应用	213
一、全面质量控制技术在预混料质量管理中的应用	213
二、危害分析与关键控制点体系在预混料质量管理中的应用	215
三、ISO 国际标准在预混料质量管理中的应用	216
第五节 饲料添加剂法规	217
一、饲料法规的概念及意义	217
二、饲料法规的基本内容	217
三、主要国家和地区饲料法规简介	218
本章小结	218
思考题	219
第十章 饲料添加剂与畜产品的食用安全及环境保护	220
第一节 饲料添加剂与畜产品的食用安全	220
一、饲料添加剂造成畜产品食用不安全的因素及其危害	220
二、研究饲料添加剂安全性的方法	224
三、确保畜产品食用安全的措施	225
第二节 饲料添加剂与环境保护	227
一、饲料添加剂对环境的不利影响	228
二、饲料添加剂对环境的保护作用	229

三、环境管理标准简介	231
本章小结	232
思考题	232
附录 饲料和饲料添加剂管理条例	233
主要参考文献	238

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称为添加剂预混料(additive premix),简称预混料。在生产实践中,人们也习惯于将添加剂预混料称为添加剂。它是配合饲料的一种原料,在配合饲料中的用量通常是0.5%~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%~10%。

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。一般有四种分类方法:

(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、氨基酸等称为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. 由同类原料组成的预混料 如复合维生素预混料(vitamin premix),微量元素预混料(trace mineral premix)。

3. 由不同的原料组成的预混料 由两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,又称复合添加剂预混料。

为了便于区别,一般以单一原料或同类原料组成的预混料称为添加剂预混剂,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

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的原料。产品规格可为通用型或定制型。通用型广泛适用于某类地区或某些饲养条件;定制型也称用户型、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,有效成分含量较低,效果中等。

3. 低档添加剂预混料 原料种类少,以微量元素添加剂为主,有效含量只能预防动物的缺乏症,使用效果不明显。

第三节 饲料添加剂及添加剂 预混料的作用与意义

添加剂及添加剂预混料的作用是提高饲料利用效率,保证或改善饲料品质,促进动物生产,保障动物健康,提高产品质量。添加剂及添加剂预混料的这些作用与下列因素有关:

(1) 畜禽品种改良和饲养技术的发展使动物生产性能明显提高,天然饲料中的各种微量养分已不能满足生产需要。

(2) 动物生产潜力的提高使机体代谢强度增加,必须依靠某些外源“代谢调节剂”来维持机体的正常代谢。

(3) 饲养方式向集约化、工厂化转变,动物失去了直接接触日光、土壤、青饲料的机会,所需一切养分只能靠人为供给。

(4) 家畜健康不断受到应激和病原微生物的威胁,提高动物免疫力、抗病抗应激能力需要不断使用各种药物添加剂。

因此,现代畜牧业中,在畜禽能量、蛋白质及矿物质得到满足的条件下,添加剂及添加剂预混料的使用成了提高生产水平和经济效益的关键因素。添加剂的应用可提高动物生产成绩5%~20%,减少饲料消耗5%~15%,降低生产成本10%~30%。

添加剂预混料的生产对实现添加剂的上述功效意义重大。由于添加剂种类多,发挥作用的条件各不相同,非专业人员或生产厂家难于掌握。不合理使用必将使添加剂失去活性。同时添加剂用量小,直接加入配合饲料难于混匀,导致部分动物可能摄入过多而出现中毒,而另一些动物可能根本吃不上。由专业生产厂家按科学的用法用量,采用一定的工艺流程,将添加剂与适宜的载体或稀释剂混合生产出添加剂预混料,就可以克服上述问题,充分发挥添加剂的功效。因此,添加剂预混料的生产是添加剂应用的必需环节,其技术要求高于饲料工业的其他环节,已成为现代饲料工业的重要组成部分。