


实用饲料调味剂学

Practical Feed Flavoring

喻麟 主编

曾凡坤 吕继蓉 副主编

 中国农业出版社

实用饲料调味剂学

喻 麟 主编

曾凡坤 吕继蓉 副主编

中国农业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

实用饲料调味剂学/喻麟主编. —北京: 中国农业出版社, 2012. 4

ISBN 978-7-109-16658-5

I. ①实… II. ①喻… III. ①饲料—调味剂学 IV. ①S816.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 057391 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)

责任编辑 肖 邦

北京通州皇家印刷厂印刷 新华书店北京发行所发行
2012 年 12 月第 1 版 2012 年 12 月北京第 1 次印刷

开本: 700mm×1000mm 1/16 印张: 12.5

字数: 192 千字

定价: 60.00 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

本书系统地阐述了香料的历史，饲料调味剂的发展历史与趋势、理论基础、原料特性、调香调味技术、加工工艺、生产设备、检测方法、动物试验方法和使用效果，并详细地介绍了饲料调味剂中的香味剂和甜味剂。

本书紧密结合世界饲料调味剂的发展现状，及时反映了饲料调味剂的国内外最新进展。内容系统丰富、图文并茂，理论与实践紧密结合，既可供从事香精生产、开发的调香师参考，又可作为饲料调味剂企业、高等院校畜牧专业师生的培训教材和参考书，对饲料和养殖企业正确认识和正确使用饲料调味剂具有指导意义。

编写人员名单

主 编 喻 麟

副 主 编 曾凡坤 吕继蓉

编写人员 包清彬 李松柏 赵华修

代 勇 雷 燕 刘 超

徐 林

主 编 简 介

喻 麟

成都大帝汉克生物科技有限公司、加拿大汉克农场董事长。

1958年，出生于中国四川。

1978—1982年，就读于四川农业大学畜牧专业，获得学士学位。

1984—1987年，就读于吉林农业大学遗传育种专业，获得硕士学位。

2002—2007年，就读于四川大学遗传学专业，获得理学博士学位。

1975年高中毕业后上山下乡，大学毕业后分配到四川省养猪研究所工作，从事养猪综合技术的推广。硕士毕业后分配到四川省粮油研究所，从事动物营养研究、饲料和饲料添加剂的开发和咨询服务，在此期间开展了饲料调味剂的研究。1992年3月创办了专业从事饲料调味剂研究、开发、生产与销售的企业——成都大地饲料有限公司（现名为成都大帝汉克生物科技有限公司）。

1988年，论文《猪的同工酶及其屠宰性状的研究》荣获四川省科学技术协会优秀论文奖；1989年4月，在《四川粮油科技》上发表中国第一篇关于饲料调味剂研究的综述《各种用途的饲料香料》；1992年1月，在《商业科技》上发表中国第一篇关于饲料调味剂的研究报告《饲料香料对仔猪嗜好性和生产性能的影响》；2006年2月，论文“Cloning, expression, and biological activity of growth hormone in bullfrog (*Rana catesbeian*)”发表在美国 *General and Comparative Endocrinology* 杂志上，该杂志属于SCI收录期刊，影响因子1.8。迄今为止，喻麟已在国内外杂志上发表论文20篇以上。

他带领下的大帝研发团队，从基因水平上对香气物质进行研究，对动物采食量调控机制及不同动物饲料的适口性进行探讨。通过与国内外专家合作，在饲料调味剂领域不断取得进展。他们以矮牵牛为模型，成功完成了花香基因BSMT的克隆和表达，试图从分子水平上揭示天然花香物质产生的秘密。

序

壬辰年初，收到成都大帝汉克生物科技有限公司董事长喻麟及其团队共同编写的《实用饲料调味剂学》一书，并邀请我作序。

我国现有 13.47 亿人口，随着生活水平的不断提高，人们对肉、蛋、奶等畜产品的需求将不断加大，保证畜产品的供应关系国计民生。饲料工业是现代养殖业的基石。

我国饲料工业在 20 世纪 70 年代末期才得到重视和发展，而饲料调味剂的开发和应用则起步更晚，90 年代初才有中国自主调味剂品牌问世。虽然我国的调味剂仅仅只有 20 年的发展历史，但其在改善饲料的适口性、提高动物（特别是幼龄动物）生产性能，有效利用地方性原料及非常规饲料原料，如杂粕等农副产品方面起到了积极的作用。

今年是成都大帝汉克生物科技有限公司成立 20 周年，为了感谢来自政府、客户、大专院校、各位朋友长期的支持和帮助，他们集思广益，认真考证，为行业献上饲料调味剂研究和应用专著——《实用饲料调味剂学》。

《实用饲料调味剂学》一书展示了饲料调味剂历年发展所积累起来的知识。纵览此书，发现其目的明确、内容严谨充实、理论与实践结合紧密，为饲料和养殖企业正确认识、选择、使用、评价饲料调味剂提供了专业参考，同时也为从事调味剂和调香的技术人员提供了一本工具书。

专门研发、制造饲料调味剂的成都大帝汉克生物科技有限公司的各位作者，利用自己的知识和经验，下了很大的功夫编

写《实用饲料调味剂学》一书，这种精神值得赞扬，并希望他们继续对该领域做出奉献。

A handwritten signature in black ink, appearing to read '李辉' (Li Hui), with a period at the end.

2012年9月20日

前 言

采食是动物获取营养物质的前提。采食量不足是影响动物生长发育和生产性能的最大限制因素，特别在工业化养殖中，饲料、环境、管理及疾病等诸多因素会给动物带来多方面的应激，导致采食量下降。人类食品方面的成就促进了高质量、适口性良好的动物日粮的开发。民以食为天，食以味为先。饲料调味剂本身属于非营养性饲料添加剂，但它能够改善饲料的风味和适口性，让动物感受到食物的可口、舒适，促进营养的摄入，充分发挥动物的生产潜能，为人类提供更多畜产品。

在风味剂化学和食品技术方面，动物比人复杂。因为动物不能直接评价食品，所以对于动物食品风味的研究需要营养学、生理学、行为学、生物化学、分析化学、食品加工等学科的结合。

饲料调味剂的开发和应用已有 60 多年的历史，在我国也有 20 年的历史。但目前仍没有一本对饲料调味剂的理论和实践进行系统总结和阐述的书籍。在选择和应用饲料调味剂的过程中，依然存在很多不尽如人意的地方甚至使用误区。为使饲料调味剂在饲料生产和动物养殖业中更加有效和规范地使用，成都大帝汉克生物科技有限公司依据 20 年在饲料调味剂研发、生产和销售过程中的探索和沉淀，编写了《实用饲料调味剂学》。该书共 10 章，其内容包括饲料调味剂的理论基础、原料选择及其要求、调香调味技术、加工技术及生产设备、检测技术、动物试验研究方法、应用试验技术、饲料调味剂在动物生产中的应用效果和生物技术在饲料调味剂中的运用。本书从实

战的角度，经过总结、归纳、提炼，力求使读者对饲料调味剂形成系统的认识。该书可作为饲料调味剂生产企业、动物科学专业师生教学的参考书，同时也有助于饲料和养殖企业全面认识和正确应用饲料调味剂。

共有 10 位专家参与本书编写，他们长期致力于饲料调味剂研发、生产、检测、评估、动物试验和应用推广等。初稿完成后，刘晋宇、张元宇、邓虹对部分内容进行了修改。崔小霞、王红亮协助制作了书中的图片，赵剑萍在书的出版方面做了大量协调工作，最终完成了《实用饲料调味剂学》的编著和出版。

本书在编写过程中，得到众多行界专家、朋友的支持和帮助，编者在此深表谢意。由于编写人员的水平和时间有限，书中难免存在不完善甚至疏漏之处，恳请各位读者批评指正。

编 者

2012 年 09 月于成都

目 录

序 前言

| | |
|----------------------------|----|
| 1. 绪论 | 1 |
| 1.1 香源 | 1 |
| 1.1.1 《凤凰之巢》 | 1 |
| 1.1.2 读华夏史, 识香变迁 | 3 |
| 1.1.3 国际国内香精香料市场 | 6 |
| 1.1.4 食品香精的风味发展趋势 | 6 |
| 1.2 饲料调味剂的发展历程 | 7 |
| 1.2.1 概述 | 7 |
| 1.2.2 世界和中国饲料工业的发展历程 | 7 |
| 1.2.3 饲料调味剂的发展历程 | 8 |
| 1.3 饲料调味剂的发展趋势 | 10 |
| 1.3.1 深化饲料调味剂应用基础研究 | 10 |
| 1.3.2 现代生物技术运用于生产香原料 | 11 |
| 1.3.3 功能性饲料调味剂的开发 | 11 |
| 1.3.4 饲料调味剂生产的安全和规范 | 12 |
| 2. 应用饲料调味剂的理论基础 | 13 |
| 2.1 动物识别香味物质的理论基础 | 13 |
| 2.1.1 嗅觉基因的发现 | 13 |
| 2.1.2 嗅觉产生的过程 | 14 |
| 2.1.3 不同动物嗅觉的灵敏度 | 14 |
| 2.1.4 嗅觉的功能 | 15 |
| 2.2 动物识别甜味物质的理论基础 | 16 |
| 2.2.1 动物的味觉 | 16 |
| 2.2.2 味觉感受器——味蕾 | 17 |

| | | |
|-----------|----------------------|-----------|
| 2.2.3 | 哺乳动物味觉受体及甜味受体的研究进展 | 19 |
| 2.2.4 | 味觉产生的过程及传导途径 | 21 |
| 2.2.5 | 肠道味觉受体及其甜味感受 | 22 |
| 2.2.6 | 味觉的作用及甜味剂的应用 | 23 |
| 2.3 | 嗅觉和味觉在动物识别食物过程中的相互作用 | 24 |
| 2.3.1 | 嗅觉和味觉交互作用 | 24 |
| 2.3.2 | 风味的多样性及不同动物对风味的喜好 | 24 |
| 2.4 | 动物先天采食行为与风味的关联 | 26 |
| 2.5 | 风味剂提高采食量的机理研究 | 26 |
| 2.5.1 | 风味与消化液分泌 | 26 |
| 2.5.2 | 风味与采食调控因子 | 27 |
| 2.6 | 饲料调味剂应用的基础研究趋势 | 28 |
| 3. | 饲料调味剂原料选择及其要求 | 30 |
| 3.1 | 香味及其原料 | 30 |
| 3.1.1 | 香料的相关概念 | 30 |
| 3.1.2 | 香料的分类及作用 | 30 |
| 3.2 | 饲料用香味剂的特点及原料选择 | 32 |
| 3.2.1 | 饲料用香味剂 | 32 |
| 3.2.2 | 原料选择 | 33 |
| 3.3 | 甜味及甜味物质 | 33 |
| 3.3.1 | 甜味与甜味特征 | 34 |
| 3.3.2 | 主要甜味物质 | 34 |
| 3.4 | 饲料甜味剂的特点及原料选择 | 39 |
| 3.4.1 | 畜牧生产中常用的甜味剂 | 39 |
| 3.4.2 | 畜牧生产中使用单体甜味剂的优缺点 | 40 |
| 3.4.3 | 复合甜味剂的优点 | 41 |
| 3.4.4 | 饲料甜味剂原料的选择 | 42 |
| 3.5 | 饲料调味剂原料选择的法规 | 42 |
| 3.5.1 | 饲料香味剂原料选择的法规 | 42 |
| 3.5.2 | 饲料甜味剂原料选择的法规 | 43 |
| 4. | 调香调味技术 | 45 |
| 4.1 | 饲料调味剂的调香调味理论基础 | 45 |
| 4.1.1 | 饲料香味剂的调香理论 | 45 |
| 4.1.2 | 饲料甜味剂的调味理论 | 51 |

| | | |
|-------|---------------------|----|
| 4.2 | 饲料香味剂的香气和调配 | 53 |
| 4.2.1 | 饲料香味剂的香气与香气特性 | 53 |
| 4.2.2 | 生产加工对饲料香味剂香气的影响 | 57 |
| 4.2.3 | 调香师的素养 | 58 |
| 4.2.4 | 饲料香味剂的调香艺术 | 58 |
| 4.3 | 饲料甜味剂的甜味和复配 | 60 |
| 4.3.1 | 饲料甜味剂的复配技术 | 60 |
| 4.3.2 | 影响饲料甜味剂使用效果的内部因素 | 62 |
| 4.3.3 | 影响饲料甜味剂使用效果的外部因素 | 63 |
| 4.3.4 | 饲料甜味剂的研发方向 | 64 |
| 5. | 饲料调味剂加工技术及生产设备 | 66 |
| 5.1 | 饲料香味剂加工工艺及技术 | 66 |
| 5.1.1 | 饲料香味剂加工工艺及工艺要求 | 66 |
| 5.1.2 | 饲料香味剂加工技术 | 67 |
| 5.2 | 饲料甜味剂加工工艺及技术 | 69 |
| 5.2.1 | 甜味剂加工工艺及工艺要求 | 69 |
| 5.2.2 | 饲料甜味剂加工技术 | 70 |
| 5.3 | 饲料调味剂的典型生产设备 | 73 |
| 5.3.1 | 前处理设备 | 73 |
| 5.3.2 | 搅拌与混合设备 | 77 |
| 5.3.3 | 专用设备 | 82 |
| 5.3.4 | 输送设备、计量设备、包装设备 | 85 |
| 5.3.5 | 成套生产线及自动控制设备 | 86 |
| 5.3.6 | 环保设备 | 88 |
| 5.4 | 生产质量要求与质量管理 | 90 |
| 5.4.1 | 生产质量要求 | 90 |
| 5.4.2 | 生产质量指标的分解 | 90 |
| 5.4.3 | 生产质量管理的基础工作 | 90 |
| 5.4.4 | 生产过程监督 | 90 |
| 5.4.5 | 关键质量控制点和关键危害点控制指标检测 | 91 |
| 5.4.6 | 6S管理 | 91 |
| 6. | 饲料调味剂检测技术 | 92 |
| 6.1 | 饲料香味剂检测技术 | 92 |
| 6.1.1 | 样品的收集和保存 | 92 |

| | | |
|-------|------------------------|-----|
| 6.1.2 | 饲料香味剂感官指标 | 93 |
| 6.1.3 | 饲料香味剂香气感官评定方法 | 94 |
| 6.1.4 | 饲料香味剂仪器分析方法 | 96 |
| 6.2 | 饲料甜味剂检测技术 | 100 |
| 6.2.1 | 饲料甜味剂感官分析技术 | 100 |
| 6.2.2 | 饲料甜味剂仪器分析技术 | 103 |
| 7. | 饲料调味剂动物试验研究方法 | 109 |
| 7.1 | 动物嗅觉功能评估方法 | 109 |
| 7.1.1 | 行为学方法 | 109 |
| 7.1.2 | 客观评估方法 | 111 |
| 7.2 | 味觉功能评估、味蕾细胞生物学研究方法 | 114 |
| 7.2.1 | 味觉功能评估方法 | 114 |
| 7.2.2 | 味蕾细胞分子免疫标记 | 114 |
| 7.2.3 | 味蕾组织染色 | 114 |
| 7.2.4 | 味蕾细胞分离 | 115 |
| 7.2.5 | 味蕾组织培养 | 115 |
| 7.2.6 | 下丘脑模型建立 | 115 |
| 7.2.7 | 昆虫模型 | 116 |
| 7.3 | 自由选择法试验 | 116 |
| 7.3.1 | 完全自由采食试验 | 116 |
| 7.3.2 | 定时定量自由选择法试验 | 119 |
| 7.3.3 | 摄像机监控的自由选择法试验 | 121 |
| 7.3.4 | T-迷宫试验法 | 124 |
| 7.4 | 生长试验 | 125 |
| 7.4.1 | 分组试验法 | 125 |
| 7.4.2 | 交叉试验法 | 126 |
| 7.4.3 | 自动采食测定系统在饲料调味剂研究中应用 | 126 |
| 8. | 饲料香味剂应用试验技术 | 128 |
| 8.1 | 饲料香味剂及其在不同饲料中应用的试验方法 | 128 |
| 8.1.1 | 颗粒饲料中添加饲料香味剂的应用试验 | 128 |
| 8.1.2 | 预混料添加饲料香味剂的应用试验 | 130 |
| 8.1.3 | 浓缩料和全价粉状饲粮添加饲料香味剂的应用试验 | 131 |
| 8.1.4 | 宠物食品添加饲料香味剂的应用试验 | 131 |
| 8.2 | 饲料香味剂在饲料中的应用试验结果评价体系 | 132 |

| | | |
|------------|-------------------------|------------|
| 8.2.1 | 评价指标 | 133 |
| 8.2.2 | 评香过程及结果统计 | 135 |
| 8.3 | 影响饲料香味剂应用效果的因素及使用中的注意事项 | 135 |
| 8.3.1 | 影响调味剂应用效果的因素 | 135 |
| 8.3.2 | 饲料调味剂使用中的注意事项 | 139 |
| 8.3.3 | 猪饲料香味剂的使用 | 139 |
| 9. | 饲料调味剂在动物生产中的应用效果 | 141 |
| 9.1 | 饲料调味剂在动物生产中的作用 | 141 |
| 9.1.1 | 改善饲料适口性,提高动物食欲 | 141 |
| 9.1.2 | 掩盖饲料异味,扩大饲料资源的利用 | 141 |
| 9.1.3 | 缓解应激和争斗,维持采食量 | 142 |
| 9.1.4 | 印迹效应 | 143 |
| 9.1.5 | 刺激消化液分泌 | 143 |
| 9.1.6 | 商品完整性 | 143 |
| 9.2 | 饲料调味剂在养猪生产上的应用效果 | 144 |
| 9.2.1 | 饲料调味剂在仔猪饲料中的应用效果 | 144 |
| 9.2.2 | 饲料调味剂在生长猪饲料中的应用效果 | 146 |
| 9.3 | 饲料调味剂在家禽生产上的应用效果 | 147 |
| 9.3.1 | 饲料调味剂在肉禽饲料中的应用效果 | 147 |
| 9.3.2 | 饲料调味剂在蛋禽饲料中的应用效果 | 148 |
| 9.4 | 饲料调味剂在食草动物生产上的应用效果 | 148 |
| 9.4.1 | 饲料调味剂在幼龄食草动物日粮中的应用 | 149 |
| 9.4.2 | 饲料调味剂在成年食草动物日粮中的应用 | 149 |
| 9.5 | 饲料调味剂在其他动物生产上的应用效果 | 150 |
| 9.5.1 | 饲料调味剂在水产动物饲料中的应用效果 | 150 |
| 9.5.2 | 饲料调味剂在特种经济动物饲料中的应用效果 | 152 |
| 9.5.3 | 饲料调味剂在宠物食品中的应用效果 | 152 |
| 9.6 | 饲料调味剂在动物生产应用中面临的问题和挑战 | 153 |
| 10. | 生物技术在饲料调味剂中的应用 | 154 |
| 10.1 | 发酵工程在饲料调味剂中的应用 | 154 |
| 10.2 | 酶工程在饲料调味剂中的应用 | 157 |
| 10.3 | 基因工程在饲料调味剂中的应用 | 161 |
| 10.4 | 细胞工程在饲料调味剂中的应用 | 163 |
| 10.5 | 蛋白质工程在饲料调味剂中的应用 | 165 |

| | |
|-------------------------|-----|
| 10.6 技术发展趋势和存在的问题 | 166 |
| 10.7 分析与展望 | 168 |
| 参考文献 | 170 |

1. 绪论

科学研究发现，生物界的动物、植物、微生物的进化与气味有着千丝万缕的联系。动物依靠嗅觉、味觉等感官寻找和鉴别食物、识别环境、繁殖和避害；植物释放气体以驱赶害虫、进行自我保护和与其他植物进行交流；一种微生物可以释放香味物质来抑制或杀灭另一种微生物。人类感觉系统中，嗅觉的记忆能力是视觉的3倍，故气味的感知能力是人类最突出的感官特性。

1.1 香源

1.1.1 《凤凰之巢》

拉丁诗《凤凰之巢》描绘了凤凰栩栩如生的筑巢活动：凤凰收集亚述人、富有的阿拉伯人所采集的香料，那些香料生长在塞巴人那柔软而广袤的土地上；她采集肉桂，香气飘逸的香料，混合着椴树叶子的油脂，同时还有一片桂皮、树胶和晶莹的乳香胶；她还给巢中增加了毛茸茸的甘松嫩尖和没药树脂。在这不长的诗句中概述了世界上主要采香之人、原始香料的产地、香料的种类和主要的香气成分。该诗借助凤凰对香气的执著追求，抒发了人类对奇妙香气的渴望，揭开了香的神秘面纱。

早在古代的埃及和中国，香味就深深影响着人们的生活。特别是女子出于对美的追求，都喜欢用鲜花花瓣沐浴，用含香植物的花瓣、籽实或叶片制成不同形式的香包或含香饰物随身佩带，由此出现了最原始的香气形式。随着社会的进步、科学技术的发展以及宗教的传播，人类用香的形式、用香的目的、使用领域和香产品也发生了巨大变化，由古老的佩香、浴香、烧香、熏香到喷香、食香、创香……

地球上居住着不同地理位置的不同民族。虽然他们肤色不同，生活习惯不同，但他们的好奇心理驱使他们去获得自己家园里稀缺的东西。随着陆地和海洋交通运输业的兴起，产生了跨国的交易。那时尽管困难重重，交通不便，商品昂贵，他们都努力渴望得到新奇的食物、饰物。