



高职高专“十二五”规划教材

★ 农林牧渔系列

饲料分析与质量检测技术

SILIAO FENXI

YU ZHILIANG JIANCE JISHU

曾饶琼 王中华 主编



化学工业出版社



高职高专“十二五”规划教材

★ 农林牧渔系列

饲料分析与质量检测技术

SILIAO FENXI
YU ZHILIANG JIANCE JISHU

曾饶琼 王中华 主编



化学工业出版社

· 北京 ·

内 容 提 要

本书依据饲料生产管理、生产作业一线的需要,在介绍饲料样品知识的基础上,重点阐述了饲料物理性状的测定,常规成分分析,热能、氨基酸、矿物元素、维生素和有毒有害物质、添加药物及违禁药物测定的基本知识和技能,并结合饲料厂生产过程,将配合饲料加工过程的质量监控知识单独作为一章详细讲授。书中融入了饲料分析与检测的新技术、新方法。书后附有饲料分析检测所需的试剂成分表、培养基配置表及饲料卫生标准等内容。本书实践性强,信息量大,较好地满足了高职高专教育和饲料生产岗位的实际需要。

本书可作为高职高专畜牧兽医类专业学生的教材,也可作为畜牧生产及饲料生产一线技术人员或从事相关工作的技术和管理人员的参考书和工具书。

图书在版编目(CIP)数据

饲料分析与质量检测技术/曾饶琼,王中华主编.
北京:化学工业出版社,2010.11
高职高专“十二五”规划教材★农林牧渔系列
ISBN 978-7-122-08617-4

I. 饲… II. ①曾…②王… III. ①饲料分析-高等学校:技术学院-教材②饲料-检测-高等学校:技术学院-教材 IV. S816.17

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第204406号

责任编辑:梁静丽 李植峰
责任校对:战河红

装帧设计:史利平

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)
印 装:三河市延风印装厂
787mm×1092mm 1/16 印张13 字数327千字 2011年2月北京第1版第1次印刷

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899

网 址:<http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价:25.00元

版权所有 违者必究

高职高专规划教材★农林牧渔系列 建设委员会成员名单

主任委员 介晓磊

副主任委员 温景文 陈明达 林洪金 江世宏 荆宇 张晓根
 窦铁生 何华西 田应华 吴健 马继权 张震云

委员 (按姓名汉语拼音排列)

边静玮	陈桂银	陈宏智	陈明达	陈涛	邓灶福	窦铁生	甘勇辉	高婕	耿明杰
官麟丰	谷凤柱	郭桂义	郭永胜	郭振升	郭正富	何华西	胡克伟	胡孔峰	胡天正
黄绿荷	江世宏	姜文联	姜小文	蒋艾青	介晓磊	金伊洙	荆宇	李纯	李光武
李彦军	梁学勇	梁运霞	林伯全	林洪金	刘莉	刘俊栋	刘蕊	刘淑春	刘万平
刘晓娜	刘新社	刘奕清	刘政	卢颖	马继权	倪海星	欧阳素贞	潘开宇	潘自舒
彭宏	彭小燕	邱运亮	任平	商世能	史延平	苏允平	陶正平	田应华	王存兴
王宏	王秋梅	王水琦	王秀娟	王燕丽	温景文	吴昌标	吴健	吴郁魂	吴云辉
武模戈	肖卫苹	谢利娟	谢相林	谢拥军	徐苏凌	徐作仁	许开录	闫慎飞	颜世发
燕智文	杨玉珍	尹秀玲	于文越	张德炎	张海松	张晓根	张玉廷	张震云	张志轩
赵晨霞	赵华	赵先明	赵勇军	郑继昌	朱学文				

高职高专规划教材★农林牧渔系列 编审委员会成员名单

主任委员 蒋锦标

副主任委员 杨宝进 张慎举 黄瑞 杨廷桂 胡虹文 张守润
 宋连喜 薛瑞辰 王德芝 王学民 张桂臣

委员 (按姓名汉语拼音排列)

艾国良	白彩霞	白迎春	白永莉	白远国	柏玉平	毕玉霞	边传周	卜春华	曹晶
曹宗波	陈传印	陈杭芳	陈金雄	陈璟	陈盛彬	陈现臣	程冉	褚秀玲	崔爱萍
丁玉玲	董义超	董曾施	段鹏慧	范洲衡	方希修	付美云	高凯	高梅	高志花
弓建国	顾成柏	顾洪娟	关小变	韩建强	韩强	何海健	何英俊	胡凤新	胡虹文
胡辉	胡石柳	黄瑞	黄修奇	吉梅	纪守学	纪瑛	蒋锦标	鞠志新	李碧全
李刚	李继连	李军	李雷斌	李林春	梁本国	梁称福	梁俊荣	林纬	林仲桂
刘革利	刘广文	刘丽云	刘振湘	刘贤忠	刘晓欣	刘振华	刘宗亮	柳遵新	龙冰雁
罗玲	潘琦	潘一展	邱深本	任国栋	阮国荣	申庆全	石冬梅	史兴山	史雅静
宋连喜	孙克威	孙雄华	孙志浩	唐建勋	唐晓玲	田伟	田伟政	田文儒	汪玉琳
王爱华	王朝霞	王大来	王道国	王德芝	王健	王立军	王孟宇	王双山	王铁岗
王文焕	王新军	王星	王学民	王艳立	王云惠	王中华	吴俊琢	吴琼峰	吴占福
吴中军	肖尚修	熊运海	徐公义	徐占云	许美解	薛瑞辰	羊建平	杨宝进	杨平科
杨廷桂	杨卫韵	杨学敏	杨志	杨治国	姚志刚	易诚	易新军	于承鹤	于显威
袁亚芳	曾饶琼	曾元根	战忠玲	张春华	张桂臣	张怀珠	张玲	张庆霞	张慎举
张守润	张响英	张欣	张新明	张艳红	张祖荣	赵希彦	赵秀娟	郑翠芝	周显忠
朱雅安	卓开荣								

高职高专规划教材★农林牧渔系列

建设单位

(按汉语拼音排列)

- 安阳工学院
保定职业技术学院
北京城市学院
北京林业大学
北京农业职业学院
长治学院
长治职业技术学院
常德职业技术学院
成都农业科技职业学院
成都市农林科学院园艺研究所
重庆三峡职业学院
重庆文理学院
德州职业技术学院
福建农业职业技术学院
抚顺师范高等专科学校
甘肃农业职业技术学院
广东科贸职业学院
广东农工商职业技术学院
广西百色市水产畜牧兽医局
广西大学
广西职业技术学院
广州城市职业学院
海南大学应用科技学院
海南师范大学
海南职业技术学院
杭州万向职业技术学院
河北北方学院
河北工程大学
河北交通职业技术学院
河北科技师范学院
河北省现代农业高等职业技术学院
河南科技大学林业职业学院
河南农业大学
河南农业职业学院
河西学院
- 黑龙江农业工程职业学院
黑龙江农业经济职业学院
黑龙江农业职业技术学院
黑龙江生物科技职业学院
黑龙江畜牧兽医职业学院
呼和浩特职业学院
湖北生物科技职业学院
湖南怀化职业技术学院
湖南环境生物职业技术学院
湖南生物机电职业技术学院
吉林农业科技职业学院
集宁师范高等专科学校
济宁市高新技术开发区农业局
济宁市教育局
济宁职业技术学院
嘉兴职业技术学院
江苏联合职业技术学院
江苏农林职业技术学院
江苏畜牧兽医职业技术学院
金华职业技术学院
晋中职业技术学院
荆楚理工学院
荆州职业技术学院
景德镇高等专科学校
昆明市农业学校
丽水学院
丽水职业技术学院
辽东学院
辽宁科技学院
辽宁农业职业技术学院
辽宁医学院高等职业技术学院
辽宁职业学院
聊城大学
聊城职业技术学院
眉山职业技术学院
南充职业技术学院
盘锦职业技术学院
- 濮阳职业技术学院
青岛农业大学
青海畜牧兽医职业技术学院
曲靖职业技术学院
日照职业技术学院
三门峡职业技术学院
山东科技职业学院
山东省贸易职工大学
山东省农业管理干部学院
山西林业职业技术学院
商洛学院
商丘职业技术学院
深圳职业技术学院
沈阳农业大学
沈阳农业大学高等职业技术学院
苏州农业职业技术学院
乌兰察布职业学院
温州科技职业学院
厦门海洋职业技术学院
咸宁学院
咸宁职业技术学院
信阳农业高等专科学校
杨凌职业技术学院
宜宾职业技术学院
永州职业技术学院
玉溪农业职业技术学院
岳阳职业技术学院
云南农业职业技术学院
云南省曲靖农业学校
云南省思茅农业学校
张家口教育学院
漳州职业技术学院
郑州牧业工程高等专科学校
郑州师范高等专科学校
中国农业大学烟台研究院

《饲料分析与质量检测技术》编审人员名单

主 编 曾饶琼 王中华

副 主 编 李进杰 周国彬 刘庆华

参 者 (按姓名汉语拼音排列)

褚海义 河北北方学院

葛丽红 云南省玉溪农业职业技术学院

何 文 四川省南充职业技术学院

李进杰 河南省农业职业学院

刘 佳 信阳农业高等专科学校

刘庆华 郑州牧业工程高等专科学校

刘素杰 辽宁农业职业技术学院

刘泽敏 四川省宜宾职业技术学院

聂芙蓉 郑州牧业工程高等专科学校

孙 蕾 辽宁医学院动物科技学院

王 强 四川省宜宾市农业科学院

王中华 河南省商丘职业技术学院

杨加琼 四川省眉山职业技术学院

易宗容 四川省宜宾职业技术学院

曾饶琼 四川省宜宾职业技术学院

周国彬 四川省宜宾市农业科学院

朱德艳 湖北省荆楚理工学院

主 审 方希修 江苏畜牧兽医职业技术学院

序

当今，我国高等职业教育作为高等教育的一个类型，已经进入到以加强内涵建设，全面提高人才培养质量为主旋律的发展新阶段。各高职高专院校针对区域经济社会的发展与行业进步，积极开展新一轮的教育教学改革。以服务为宗旨，以就业为导向，在人才培养质量工程建设的各个侧面加大投入，不断改革、创新和实践。尤其是在课程体系与教学内容改革上，许多学校都非常关注利用校内、校外两种资源，积极推动校企合作与工学结合，如邀请行业企业参与制定培养方案，按职业要求设置课程体系；校企合作共同开发课程；根据工作过程设计课程内容和改革教学方式；教学过程突出实践性，加大生产性实训比例等，这些工作主动适应了新形势下高素质技能型人才培养的需要，是落实科学发展观，努力办人民满意的高等职业教育的主要举措。教材建设是课程建设的重要内容，也是教学改革的重要物化成果。教育部《关于全面提高高等职业教育教学质量的若干意见》（教高〔2006〕16号）指出“课程建设与改革是提高教学质量的核心，也是教学改革的重点和难点”，明确要求要“加强教材建设，重点建设好3000种左右国家规划教材，与行业企业共同开发紧密结合生产实际的实训教材，并确保优质教材进课堂。”目前，在农林牧渔类高职院校中，教材建设还存在一些问题，如行业变革较大与课程内容老化的矛盾、能力本位教育与学科型教材供应的矛盾、教学改革加快推进与教材建设严重滞后的矛盾、教材需求多样化与教材供应形式单一的矛盾等。随着经济发展、科技进步和行业对人才培养要求的不断提高，组织编写一批真正遵循职业教育规律和行业生产经营规律、适应职业岗位群的职业能力要求和高素质技能型人才培养的要求、具有创新性和普适性的教材将具有十分重要的意义。

化学工业出版社为中央级综合科技出版社，是国家规划教材的重要出版基地，为我国高等教育的发展做出了积极贡献，曾被新闻出版总署领导评价为“导向正确、管理规范、特色鲜明、效益良好的模范出版社”，2008年荣获首届中国出版政府奖——先进出版单位奖。近年来，化学工业出版社密切关注我国农林牧渔类职业教育的改革和发展，积极开拓教材的出版工作，2007年年底，在原“教育部高等学校高职高专农林牧渔类专业教学指导委员会”有关专家的指导下，化学工业出版社邀请了全国100余所开设农林牧渔类专业的高职高专院校的骨干

教师，共同研讨高等职业教育新阶段教学改革中相关专业教材的建设工作，并邀请相关行业企业作为教材建设单位参与建设，共同开发教材。为做好系列教材的组织建设与指导服务工作，化学工业出版社聘请有关专家组建了“高职高专规划教材★农林牧渔系列建设委员会”和“高职高专规划教材★农林牧渔系列编审委员会”，拟在“十一五”、“十二五”期间组织相关院校的一线教师和相关企业的技术人员，在深入调研、整体规划的基础上，编写出版一套适应农林牧渔类专业教育的基础课、专业课及相关外延课程教材。专业涉及种植、园林园艺、畜牧、兽医、水产、宠物等。

该套教材的建设贯彻了以职业岗位能力培养为中心，以素质教育、创新教育为基础的教育理念，理论知识“必需”、“够用”和“管用”，以常规技术为基础，关键技术为重点，先进技术为导向。此套教材汇集众多农林牧渔类高职高专院校教师的教学经验和教改成果，又得到了相关行业企业专家的指导和积极参与，相信它的出版不仅能较好地满足高职高专农林牧渔类专业的教学需求，而且对促进高职高专专业建设、课程建设与改革、提高教学质量也将起到积极的推动作用。希望有关教师和行业企业技术人员，积极关注并参与教材建设。毕竟，为高职高专农林牧渔类专业教育教学服务，共同开发、建设出一套优质教材是我们共同的责任和义务。

介晓磊

2008年10月

前言

我国饲料工业经过 30 多年的快速发展已取得了巨大的进步，近年来饲料年产量已达千万吨，技术也得到了极大的提高，饲料生产已位居世界前列，为我国农业产业结构调整、畜牧业的持续发展起到了重要作用，饲料产业已成为国民经济中的一个重要组成部分。

随着生活水平的逐渐提高，人们对食品的需求已从数量的保障转为质量的提高，因此畜牧业对饲料的要求更加注重营养、安全。进入 21 世纪以来，国内外发生的食物中毒事件中有不少是由于饲料的原因而引起的，饲料安全越来越得到了人们的重视，“饲料安全即食品安全”已成共识，饲料的分析和检测是保证饲料安全的重要手段，是畜牧兽医专业的主要课程之一。

本书编者来自全国各地的高等院校、科研院所和生产企业，在总结了畜牧教学、科研和饲料生产第一线的经验与成果，以培养应用型高级技术人才为目标，经过共同的努力编写而成。本书的特点是紧扣高职高专教育培养“实用型高级技术专门人才”的目标，以能力培养为本位，注重提高学生的职业素质和实践能力；密切联系饲料生产实际，注意与国家制定的饲料检验化验员职业资格标准相适应，突出实用性、适用性和实效性；注重选取饲料分析与检测方法的最新国家标准，以适应饲料分析与检测技术的更新与发展需要；内容上对重点章节设置了“操作关键提示”，增强了本书的实用性、针对性和适用性。

本书在编写过程中，参考了同行专家的相关文献资料及图表，并得到了四川农业大学动物营养分析专家贾刚教授的悉心指导，以及四川省宜宾市五粮液集团饲料公司营养分析师凌受军对书稿内容、文字、数据的修改建议，在此我们一并表示诚挚的谢意！

由于编者水平有限，更有饲料分析检测技术及手段的不断发展，书中难免有不足之处，诚请广大读者提出宝贵的意见和建议，以便再版时修订。

编者
2010 年 11 月

参 考 文 献

- [1] 王秋梅. 动物营养与饲料. 北京: 化学工业出版社, 2009.
- [2] 夏玉宁, 朱丹. 饲料质量分析检验. 北京: 化学工业出版社, 1999.
- [3] 邓勃. 应用原子吸收与原子荧光光谱分析. 北京: 化学工业出版社, 2002.
- [4] 张丽英. 饲料分析及饲料质量检测技术. 北京: 中国农业大学出版社, 2003.
- [5] 陈桂银. 饲料分析与检测. 北京: 中国农业大学出版社, 2008.
- [6] 农业部人事劳动司, 农业职业技能培训教材编审委员会. 饲料检验化验员. 北京: 中国农业出版社, 2004.
- [7] 饲料工业职业培训系列教材编审委员会. 饲料加工工艺. 北京: 中国农业出版社, 1998.
- [8] 武书庚. 饲料加工与调制问答. 北京: 中国农业出版社, 2008.
- [9] 杨久仙, 宁金友. 动物营养与饲料加工. 北京: 中国农业大学出版社, 2006.
- [10] 王加启, 于建国. 饲料分析与检验. 北京: 中国计量出版社, 2003. 12.
- [11] 杨胜. 饲料分析及饲料质量检测技术. 北京: 北京农业大学出版社, 1999.
- [12] 佟建明. 实用饲料检验手册. 北京: 中国农业大学出版社, 2001. 8.
- [13] 农业部畜牧兽医局. 饲料工业标准汇编. 北京: 中国标准出版社, 2002.
- [14] NY 438—2001.
- [15] NY/T 725—2003.
- [16] NY/T 726—2003.
- [17] GB/T 19542—2007.
- [18] GB/T 9841—2006.
- [19] GB/T 7301—2002.
- [20] GB/T 7303—2006.
- [21] GB/T 7296—2008.
- [22] GB/T 7297—2006.
- [23] GB/T 7300—2006.
- [24] GB/T 7302—2008.
- [25] 农业部人事劳动司. 饲料检验化验员. 北京: 中国农业出版社, 2006.
- [26] 农业部畜牧兽医局. 饲料工业标准汇编. 北京: 中国标准出版社, 2002.
- [27] 中国饲料工业协会. 饲料工业标准汇编. 北京: 中国标准出版社, 2000.
- [28] 李详明. 饲料质量评价选择适用误区. 山东畜牧兽医, 2000 (2).
- [29] 张子仪. 中国饲料学. 北京: 中国农业出版社, 2000.
- [30] 周德庆. 微生物教程. 北京: 高等教育出版社, 2002.
- [31] 王加启, 于建国. 饲料分析与检验. 北京: 中国计量出版社, 2001.
- [32] 梁邢文. 饲料原料与品质检测. 北京: 中国林业出版社, 1999.
- [33] 贺建华. 饲料分析与检测. 北京: 中国农业大学出版社, 2005.
- [34] 杨凤. 动物营养学. 第2版. 北京: 中国农业出版社, 1993.
- [35] 北京农业大学主编. 家畜饲养实验指导. 北京: 农业出版社, 1988.
- [36] 杨诗兴. 饲料营养价值评定方法. 兰州: 甘肃人民出版社, 1982.
- [37] FNCPSL0080.
- [38] 顾君华, 胡广东. 饲料检验化验员. 北京: 中国农业出版社, 2004.
- [39] 黄一石. 仪器分析. 北京: 化学工业出版社, 2004.

目 录

第一章 绪论 1	四、采样工具 17
第一节 饲料分析与质量检测的意义 1	五、采样的步骤和基本方法 18
一、简介 1	六、不同饲料样品的采集 19
二、饲料工业的标准化 2	七、样品和样品容器的包装、封口及 发送 22
三、构建饲料质量安全体系,提高饲料 质量安全水平 3	八、采样报告 23
第二节 饲料质量检测的方法 3	第二节 样品的制备 23
一、感官鉴定 4	一、风干样品的制备 23
二、化学分析 4	二、半干样品的制备 24
三、显微镜检测 7	三、绝干样品的制备(饲料干物质 测定) 25
四、点滴试验与快速试验 7	第三节 样本的登记与保存 26
五、近红外光谱分析技术 8	一、样品的登记 26
第三节 饲料分析检测的仪器 8	二、样品的保存 26
一、体视显微镜 8	【操作关键提示】 26
二、生物显微镜 9	【复习思考题】 26
三、水浴锅 9	第三章 饲料物理性状检测 27
四、快速水分测定仪 10	第一节 饲料的鉴定方法 27
五、凯氏定氮仪 11	一、感官鉴定法 27
六、粗脂肪测定仪 11	二、物理鉴定法 28
七、粗纤维测定仪 11	三、显微镜检法 30
八、高温电炉(马弗炉) 11	第二节 掺假鱼粉的鉴别 36
九、能量测定仪 12	一、感官鉴定法 36
十、氨基酸分析仪 13	二、物理鉴定法 36
十一、旋转蒸发器 13	三、显微镜检法 36
十二、高效液相色谱仪 13	四、化学分析 36
十三、原子吸收分光光度计 14	第三节 蛋氨酸和赖氨酸的真假鉴别 39
十四、近红外光谱分析仪 15	一、DL-蛋氨酸的鉴定方法 39
【复习思考题】 15	二、L-赖氨酸的鉴定方法 40
第二章 饲料样品的采集与样品 制备 16	【操作关键提示】 41
第一节 样品的采集 16	【复习思考题】 41
一、采样的目的 16	第四章 饲料中常规成分分析 42
二、采样的原理 16	第一节 概述 42
三、采样的要求 16	第二节 饲料中水分含量的测定 43

【操作关键提示】	44	【操作关键提示】	79
第三节 饲料中粗蛋白质含量的测定	44	二、饲料中总磷的测定(光度法)	79
【操作关键提示】	48	【操作关键提示】	81
第四节 饲料中粗脂肪的测定	48	第二节 饲料中微量元素的测定	81
【操作关键提示】	49	一、饲料中微量元素的测定方法	81
第五节 饲料中粗纤维的测定	49	二、预混料中微量元素的定性测定	83
【操作关键提示】	51	【操作关键提示】	84
第六节 饲料中粗灰分的测定	51	三、预混料中微量元素的定量测定	85
【操作关键提示】	52	【操作关键提示】	87
第七节 饲料中无氮浸出物的计算	52	四、饲料级矿物质添加剂的测定	87
第八节 饲料常规分析的局限性	52	【操作关键提示】	89
【复习思考题】	53	【操作关键提示】	90
第五章 饲料热能的测定	54	【操作关键提示】	91
第一节 概述	54	【操作关键提示】	92
一、饲料燃烧热	54	【复习思考题】	92
二、饲料的消化能、代谢能和净能	54	第八章 饲料中维生素的测定	93
第二节 饲料总能的测定	55	第一节 维生素添加剂中维生素的测定	93
第三节 消化能和代谢能的测定	60	一、维生素 A 乙酸酯微粒的分析测定	93
一、消化能的测定	60	二、维生素 D ₃ 微粒的分析测定	95
二、代谢能的测定	62	三、维生素 E 的分析测定	98
【复习思考题】	62	四、维生素 K ₃ (亚硫酸氢钠甲萘醌) 的 分析测定	99
第六章 饲料中氨基酸的测定	63	五、维生素 B ₁ (硝酸硫胺) 的测定	101
第一节 概述	63	六、维生素 B ₂ (核黄素) 的测定	103
一、氨基酸的种类	63	七、维生素 B ₆ 的测定	104
二、主要氨基酸的重要生理功能	64	八、维生素 B ₁₂ (氰钴胺) 粉剂的测定	105
三、理想蛋白质与饲料的氨基酸平衡	65	九、维生素 C 含量的测定	108
四、提高饲料蛋白质转化效率的措施	66	十、烟酸的测定	109
第二节 饲料中氨基酸的测定方法	66	十一、烟酰胺的测定	110
一、离子交换树脂法氨基酸自动分析	66	第二节 饲料中维生素的测定	111
二、氨基酸高效液相色谱分析	67	一、饲料中维生素 A 的测定	111
第三节 饲料中有效氨基酸的测定	68	【操作关键提示】	114
第四节 饲料添加剂中氨基酸的测定	70	二、饲料中维生素 D ₃ 的测定(HPLC 法)	114
一、饲料添加剂中氨基酸(DL-蛋氨酸和 L-赖氨酸盐酸盐)的质量标准	70	【操作关键提示】	117
二、饲料级 DL-蛋氨酸的测定	71	三、饲料中维生素 E 的测定(HPLC 法)	117
三、饲料级 L-赖氨酸盐酸盐的测定	72	【操作关键提示】	119
四、饲料级色氨酸的测定	73	四、饲料中维生素 K ₃ 的测定(HPLC 法)	120
【操作关键提示】	74	【操作关键提示】	121
【复习思考题】	74	五、饲料中维生素 B ₂ 的测定(荧光分光 光度法-仲裁法)	122
第七章 饲料中矿物元素的测定	75	【操作关键提示】	124
第一节 饲料中常量元素的测定	75	第三节 维生素预混料中维生素 B ₁₂ 的测定 (高效液相色谱法)	124
一、饲料中钙的测定	75	【操作关键提示】	125
【操作关键提示】	77	【复习思考题】	126

第九章 饲料中有毒有害物质的测定

第一节 无机元素类有毒有害物质的测定	127
一、饲料中总砷含量的测定	127
二、饲料中铅含量的测定	128
【操作关键提示】	128
三、饲料中镉含量的测定	128
四、饲料中铬含量的测定	130
【操作关键提示】	130
五、饲料中氟含量的测定	131
六、饲料中汞含量的测定	132
第二节 天然有毒有害物质的测定	133
一、饲料中氰化物的测定	133
【操作关键提示】	134
二、饲料中亚硝酸盐的测定	134
三、饲料中游离棉酚的测定(分光光度计法)	135
四、饲料中异硫氰酸酯(ITC)和噁唑烷硫酮(OZT)的测定	136
五、大豆制品中脲酶活性的测定	137
第三节 次生性有毒有害物质的测定	138
一、饲料中黄曲霉素 B_1 的测定——微柱层析法	138
二、黄曲霉素 B_1 的定量检验——薄层色谱法	139
【操作关键提示】	142
第四节 饲料中微生物的检验	142
一、饲料中微生物检验的意义	142
二、饲料中细菌总数的检验	143
【操作关键提示】	145
三、饲料中霉菌的检验	146
【操作关键提示】	147
四、饲料中沙门氏菌的检验	148
【操作关键提示】	154
【复习思考题】	154

第十章 配合饲料加工过程的质量监控

第一节 配合饲料加工工艺流程简介	155
一、原料接收与初清	155

二、粉碎	156
三、配料	156
四、混合	156
五、制粒	156
六、成品包装	157
【操作关键提示】	157
第二节 配合饲料粉碎粒度的测定	157
【操作关键提示】	158
第三节 配合饲料混合均匀度的测定	158
一、氯离子选择性电极法	158
二、甲基紫法	160
【操作关键提示】	160
第四节 微量元素预混合饲料混合均匀度的测定	160
【操作关键提示】	162
第五节 颗粒饲料硬度的测定	162
第六节 颗粒饲料淀粉糊化度的测定	163
【操作关键提示】	165
第七节 颗粒饲料粉化率及含粉率的测定	165
第八节 渔用配合饲料水中稳定性的测定	166
【复习思考题】	167

附录

附录 1 相对原子质量表	168
附录 2 常用酸碱指示剂	169
附录 3 混合酸碱指示剂	169
附录 4 普通酸碱溶液配制	170
附录 5 常用基准物质的干燥条件	170
附录 6 筛号与筛孔直径对照表	171
附录 7 缓冲溶液的配制	171
附录 8 培养基和试剂的成分及制备	172
附录 9 饲料卫生标准(GB 13078—2001)	173
附录 10 中华人民共和国化学试剂滴定分析(定量分析)用标准溶液的制备	176
附录 11 微量元素饲料添加剂原料质量标准	191
附录 12 饲料检验化验员国家职业标准	192

参考文献

195

第一章 绪 论

[知识目标]

1. 了解饲料分析与质量检测的意义。
2. 了解饲料工业标准化的分类、等级。

[技能目标]

1. 能正确进行饲料分析与检测的操作。
2. 能正确使用在饲料分析与检测中常用的仪器设备。

第一节 饲料分析与质量检测的意义

一、简介

饲料是动物的食物，是维持动物生长和健康的物质基础，影响着动物产品的质量与人类的健康。饲料分析与质量检测就是利用物理学、化学或生物手段对饲料原料或饲料产品的生产、加工、贮存、运输、销售及其使用过程进行卫生监督和分析检验，以保证动物的安全；防止动物疫病的传播和保障动物性食品安全的综合性应用学科。

我国的饲料工业起步于20世纪70年代中后期，1978年全国配合饲料、混合饲料产量仅为几十万吨，不及欧洲共同体一个小国家。改革开放以后，党和政府非常重视我国饲料工业的发展，1984年，国务院批准了国家计委《1984~2000年全国饲料工业发展纲要（试行草案）》，将饲料工业正式纳入国民经济发展计划；1985年，国家经济委员会饲料工业办公室成立；1989年国务院在《关于当前产业政策要点的决定》中，把饲料工业列为重点支持和优先发展的产业。在短短的十几年时间里，我国饲料工业从无到有，从小到大，走完了国外几十年走完的路，已初步建成了完整的饲料工业体系，2008年我国的饲料总产量已达1.31亿吨以上。1992年起，我国已成为列美国之后的世界第二大饲料生产国。饲料工业在整个国民经济结构调整中，对增加农业总产值中养殖业的比重，活跃并推动农业和农村经济的发展，发挥了越来越重要的作用，成为国民经济中的一个重要支柱产业。当前我国饲料工业中主要存在的两大问题是饲料资源匮乏和饲料安全性问题，特别是饲料安全问题不容忽视。

饲料产品的安全不仅关系到饲喂动物的安全和健康，更间接影响人的卫生安全。1991年我国已经发布了部分饲料卫生标准，对常见的16种有毒有害物质在饲料中的允许量作了规定。农业部在1989年公布的20种畜禽饲料中允许使用的药物添加剂及其使用方法的基础上，1998年又调整为30种。这些标准和规定对保证畜禽饲料的卫生安全起了重要作用，但是饲料卫生标准还很不完善，远不能满足对饲料安全管理的需要。有些有毒有害物质在饲料中的允许含量还没有制定标准，即使已制定的卫生标准也仅限于畜禽饲料，对水产饲料没有涉及，水产饲料的卫生标准至今还是空白。调查显示，部分企业为了商业目的，在饲料产品中长期使用一些国家明令禁止的药物或化学药品，导致药物和化学药品残留增加；更有甚者，在水产饲料中添加国家在20世纪80年代就已经禁用的敌百虫；有些人为了牟取暴利，

在饲料中添加绒毛膜促性腺激素、甲基睾丸酮、雌二醇等激素类药物，导致动物产品安全问题时有发生。例如，1998年5月香港发生食用大陆供港活猪引起的 β -兴奋剂中毒事件，就是某些饲料企业片面追求瘦肉率，在饲料中添加了激素类添加剂造成的严重后果。英国疯牛病传播的重要途径之一，是在饲料中使用了动物加工副产品制成的肉骨粉；比利时发生的“二噁英”事件是由于在饲料中使用了受污染的工业用油引发的。另外还有一些企业饲料原料配置不合理，重金属和有毒有害物质残留严重。由于药物等残留和卫生指标超标，造成我国畜禽及其产品出口困难，更增加了人们对动物性食品卫生质量的怀疑，消费受到抑制，导致肉、蛋、鱼产品库存增加，销售不旺。活畜禽及其产品内、外销不旺，给养殖场（户）、饲料企业和国家带来巨大经济损失。

影响饲料质量的主要因素有：原料的质量、饲料配方、饲料添加剂是否科学使用；饲料加工工艺设计、设备选型是否符合产品生产要求；管理人员、技术人员和操作人员的素质；贮存条件能否满足饲料原料、产品质量稳定不变的要求。在饲料生产过程中，不管控制何种影响因素，都必须通过饲料分析与检测这一基本手段来评定饲料的质量。我国2001年12月29日公布实施的《饲料和饲料添加剂管理条例》中第九条明确规定：设立饲料、饲料添加剂生产企业，把有必要的产品质量检验机构、检验人员和检验设施作为必备条件之一。从2001年3月1日起，我国对从事饲料的原料、中间产品及最终产品检验、化验分析的人员实行就业准入制度。从业人员就业前必须经过职业培训和职业技能鉴定，取得饲料检验化验员资格证书方能受聘上岗。在此基础上，农业部组织实施了饲料安全工程项目，完善了饲料检测体系，加强了监管手段。通过饲料质量检测体系的建设，有力地促进了我国饲料质量安全水平的提高，为饲料工业的健康发展创造了良好的发展环境。

二、饲料工业的标准化

饲料工业标准化主要包括原料标准、产品标准、饲料卫生标准、检测方法标准、通用技术要求标准和管理标准等几个方面。

1. 标准等级

我国饲料工业标准分为四级，即国家标准、行业标准、地方标准和企业标准。

(1) 国家标准 是由国务院标准化行政主管部门制定，要在全国范围内统一的技术要求。如GB 10648—1999《饲料标签》标准和GB 13078—2001《饲料卫生标准》等。

(2) 行业标准 是由国务院有关行政主管部门制定，并报国务院标准化行政主管部门备案，是在没有国家标准的情况下，需要在某个行业范围内统一的技术要求。如国家医药管理局颁发的YY 0037—91《饲料添加剂维生素预混料通则》等。当公布了国家标准时，相应的行业标准即行废止。

(3) 地方标准 是在没有国家标准和行业标准的情况下，需要在省、自治区和直辖市范围内统一的工业产品安全、卫生要求，并报国务院标准化行政主管部门和国务院有关行政主管部门备案。地方标准在本地区是强制性标准。

(4) 企业标准 是企业依据已有国家标准或行业标准，制定的严于国家标准或行业标准，或在没有国家标准或行业标准的情况下，企业制定的标准，主要包括产品标准和检测方法标准，仅适用于企业内部。

2. 标准性质

国家标准或行业标准按照其性质又可分为强制性标准、推荐性标准和指导性技术文件。

(1) 强制性标准 保障人体健康，人身、财产安全的标准和法律、行政法规规定强制执行的标准为强制性标准，如《饲料标签》（GB 10648—1999）和《饲料卫生标准》（GB

13078—2001), 这些标准一般为国家标准。国家强制性标准代号为 GB。

(2) 推荐性标准 一般为行业标准和非强制性国家标准, 如《饲料用玉米》(GB 17890—1999)、《饲料粉碎粒度测定 两层筛筛分法》(GB/T 5917.1—2008) 等。推荐性标准为指导性技术文件, 是行业为满足规范生产, 对产品生产技术和生产管理中的过程、程序、方法和参数等内容规定统一要求的一类标准。推荐性标准和指导性文件代号分别为 GB/T 和 GB/Z。我国现行的饲料产品标准大部分是推荐性标准。

(3) 指导性技术文件 是由国务院标准化行政主管部门编制计划, 组织草拟, 统一审批、编号、发布, 它是为仍处于技术发展过程中(如变化快的技术领域)的标准化工作提供指南或信息, 供科研、设计、生产、使用和管理等有关人员参考使用而制定的标准文件, 如《出口鳊鱼制品质量安全控制规范》(GB/Z 21700—2008)、《出口蔬菜质量安全控制规范》(GB/Z 21724—2008) 等。

3. 标准的执行

强制性标准, 企业必须按标准严格执行, 对于不符合强制性标准的产品, 是严格禁止进入市场的。地方性标准和行业标准在一定地区和相应行业中也是企业必须严格执行的, 企业生产的产品, 必须按标准严格组织生产, 按标准严格进行检验, 并且经检验合格的产品, 由质量检验部门签发合格证书后方可出厂销售。

三、构建饲料质量安全体系, 提高饲料质量安全水平

建设以国家级饲料质量监测中心为龙头, 部省级饲料监测中心为骨干的饲料监测体系。建立国家饲料安全工程技术研究中心和饲料安全评价中心, 改善饲料监测机构的基础设施条件, 逐步把饲料监测机构建设成产品质量检测评价中心、技术咨询服务中心和专业人才培训中心, 提高饲料监测体系的整体水平。建立饲料安全预警体系, 通过对各种因素的综合研究与分析, 对饲料安全性进行预警预报, 为政府和企业提供防范预案和防范措施, 为政府进行战略性决策及政策调整提供决策依据。

认真实施和不断完善生产许可证制度, 逐步实施对饲料与饲料添加剂生产、经营和使用实行全程监控, 积极推行危害分析关键控制点(HACCP)管理体系和饲料产品认证在饲料企业的应用, 尽快使我国饲料行业质量管理与国际接轨, 确保饲料质量和卫生。

不断完善饲料管理法规, 修改完善并颁布实施《饲料生产企业审查办法》等法规。配合立法机关积极推进《饲料法》的起草, 进一步完善饲料安全监管制度。建立健全饲料安全标准体系, 包括饲料和饲料添加剂质量安全标准、动物性饲料检测方法标准、禁止在饲料和动物饮用水中使用的药物检测方法标准、各类违禁药品和限量使用的各种抗生素的速测方法标准等。

加强饲料安全监管, 实行生产、经营和使用全方位质量安全检测, 强化源头管理和生产监控。加大饲料和畜产品中瘦肉精等违禁药品专项整治工作力度, 对危及饲料安全的各类生产、经营企业和产品予以曝光。稳定饲料执法队伍, 提高执法人员素质, 更新执法手段, 提高执法水平, 加大对假冒伪劣饲料的打击力度。加强饲料安全的舆论宣传, 大力宣传和普及科学饲料配方和健康养殖技术, 提高饲料从业人员的能力和信心, 为饲料工业的健康发展创造良好的环境。

第二节 饲料质量检测的方法

饲料质量检测的常用方法主要有五种: 感官鉴定法, 化学分析法, 显微镜法, 点滴试验与快速试验法, 近红外光谱分析技术。

一、感官鉴定

感官鉴定是借助人感觉器官的功能,如视觉、味觉、嗅觉和触觉等来检查饲料的色泽、滋味、气味、质地、形状和组织结构等从而对饲料进行检验的方法。感官检验方法简单、快速,不需要特殊器材,容易实施,但带有一定的人为性和主观性,主要适用于饲料的现场检验。

二、化学分析

化学分析是应用化学试剂对饲料进行分析、检验和鉴别的方法,包括定性分析和定量分析两种,是饲料分析与质量检测中最常用的方法。

定性分析是应用化学试剂对饲料进行分析、检验和鉴别的方法,是根据被测物质和某试剂由于发生化学反应而出现的沉淀、颜色变化等现象判断饲料优劣的分析方法。这种方法简单、快速、灵敏,易于操作,是饲料常规分析中最常用的方法。如间苯三酚与木质素反应呈红色,据此可检测出饲料中是否混有锯末、花生皮粉末、稻壳粉末等。

定量分析是对饲料中某种成分的含量进行准确的测定,如饲料中水分、粗蛋白质、粗纤维等含量的测定。这种方法可测得具体含量,灵敏度高,但定量分析仅能提供某种成分的含量,如用凯氏定氮法测定饲料中的蛋白质,以粗蛋白质($N \times 6.25$)表示所得结果不能揭示氮的真实来源,因此在应用定量分析时,可结合其它检验方法做出综合判断。

化学分析常规的操作主要包括以下几个方面。

1. 称量

称量是指将物体和砝码在天平上进行比较以求得物体的质量的过程,也叫称衡,是分析化学实验的重要操作步骤。要取得准确的称量结果,操作者必须遵守天平使用规则,化学药品和试样的称量都要在专用的容器中进行。称量方法主要有两种。

(1) 增量法 先将容器(如称量皿、称量纸等)的质量称出,然后调整砝码至所需质量,再将称物加入容器中,调整天平使处于平衡状态即称得其质量。

(2) 减量法 被称物体置于专用称量瓶中,先称出总质量,然后取出称量瓶,按规定操作倾倒入适量被称物后再做称量,通过几次倾倒,最后称得一份符合预定要求质量的样品。被称物的准确质量由最初一次质量减去最后一次质量求得。这一方法适用于称量不能暴露于空气中的物体(如易吸潮的物体和挥发性液体等),定量分析中的试样和基准物质大都用此法称量。采用此法,可以连续称出多个样品,操作简便。

2. 干燥

在化学工业中,常指借热能使物料中水分(或溶剂)气化,并由惰性气体带走所生成的蒸气的过程。例如干燥固体时,水分(或溶剂)从固体内部扩散到表面再从固体表面气化。干燥可分自然干燥和人工干燥两种。自然干燥是指通过自然蒸发达到干燥的方法;人工干燥是指通过人工方法使物料中的水分(或溶剂)蒸发的方法,又分为真空干燥、冷冻干燥、气流干燥、微波干燥、红外线干燥和高频率干燥等方法。

3. 消煮

消煮是对样品的消化处理,是测定样品粗蛋白质和粗纤维的重要步骤,通常使用消煮炉或电炉,一般要在通风柜中进行。

4. 蒸馏

将液体加热至沸腾,使液体变为蒸气,然后使蒸气冷却再凝结为液体,这两个过程的联合操作称为蒸馏。蒸馏可将易挥发和不易挥发的物质分离开来,也可将沸点不同的液体混合物分离开来。但液体混合物各组分的沸点必须相差很大(至少 30°C 以上)才能得到较好的