

黄泽元 主编

配合饲料及 饲料检验

下册 饲料检验



武汉大学出版社

512

配合饲料及饲料检验

下 册 饲 料 检 验

主 编 黄泽元

编写者：（按姓氏笔划排序）

刘丰林 刘伟中

吴 波 郑瑞英

黄泽元

内 容 提 要

本书分上、下两册。上册共九章，系统介绍饲料的基本知识，详述了畜、禽、鱼、虾营养需要特点、饲养标准（营养需要量）、配方设计方法，给出典型配方100多例；介绍了饲料质量管理、贮藏及饲养试验方法等。

下册共十章，介绍饲料检验的基本知识，以及饲料的营养成分、有毒物质、物理性状、能量及添加剂等方面的测定方法，饲料显微镜检测技术，鱼粉掺假的鉴别方法等。以国家标准分析方法为基础，既给出适合一般实验室设备条件的分析方法，还介绍了仪器分析法。

本书通俗实用，可供粮食、畜牧、水产、化工、医药等行业的相关工厂、畜牧场、养殖场、专业户、科研院所及饲料管理、经营部门的技术人员使用，可作有关院校教材。

配合饲料及饲料检验

主 编 黄泽元

武汉大学出版社出版发行

（武昌 珞珈山）

武汉市新洲印刷厂印刷

787×1092毫米 1/32 (上)9.0625印张 220千字
(下)11.875印张 252千字

1990年5月第1版 1990年5月第1次印刷

印数：1—4000

ISBN 7-307-00732-0/S·9

定价：(上)3.90元
(下)4.95元

S816.07

2:2

前 言

随着人民生活水平的不断提高，在膳食结构上势必要求越来越多的肉、奶、蛋、鱼、虾等动物产品，这就必须大力发展饲养业。饲料是发展饲养业的物质基础。配合饲料是随着机械化和畜、禽、鱼饲养标准化、专业化、科学化、商品化发展而兴起的一种新型工业商品饲料。发展配合饲料生产，用配合饲料饲养畜、禽、鱼可提高饲料利用率，节约粮食，提高经济效益，推动饲养业的发展。饲料的科学配合是发展饲料工业的技术核心，是取得生产效益和经济效益的关键环节之一。要配制和生产质优价廉的配合饲料，必须进行相应的饲料品质检验。饲料检验是保证配合饲料质量的重要手段。当前饲料检验是一个薄弱环节，急待加强。从事饲料分析检测的工作人员都感到缺少这方面的书籍。为适应饲料工业和饲养业的发展，为满足饲料厂（含添加剂厂）、畜牧场、水产养殖场、专业户、饲料管理部门、有关学校、科研单位技术人员的需要，特编写此书。

本书分上下两册，上册配合饲料，下册饲料检验。

上册共九章，介绍了饲料的成分及营养功能，饲料营养价值的评定；饲料的特性；饲料添加剂；畜、禽、鱼、虾营养需要特点，饲养标准（营养需要量），饲料配方设计方法及典型配方100多例；配合饲料质量的影响因素及质量标准；饲料贮藏；饲养试验。

下册共十章，介绍了饲料化验室建设；饲料的显微镜检测技术；饲料的物理性状、水分、粗蛋白质、粗脂肪、粗纤维、粗灰分、氨基酸、维生素、矿物质、能量、添加剂、有毒成分等方面的检测；还介绍了配合饲料及鱼粉掺假的鉴别方法。既有国家标准分析方法，又有其它分析方法；既介绍了适用于一般实验室设备条件的分析方法，也介绍了仪器分析法，以便于有条件的实验室加以选用。

本书标有“GB”的是引自国家标准。在编写此书时注意应用国家法定计量单位，但由于引用的国家标准、现用的饲料营养成分价值表及有关公式中使用的能量单位为“卡”，为方便读者，书中同时应用“焦耳”和“卡”作为能量单位，并注明“焦耳”与“卡”的换算关系。

本书第二篇（下册）第一章第一、二、三节，第六章，第十章（二、八、九节除外）由刘丰林编写。第二篇第一章第四节，第二章第一节部分内容，第五章，第十章第八、九节由郑瑞英编写。第二篇第三章，第九章第四节部分内容，第十章第二节由刘伟中编写。第二篇第七章由吴波编写。其余由黄泽元编写。全书由黄泽元统稿审定。

在本书编写过程中，承蒙马承融教授指导，对上册初稿提出了宝贵的修改意见，高级畜牧师方银元审阅了上册，高级实验师阎中一审阅了下册，馆员陈文玲收集提供了部分资料，李玲萍同志做了部分文字工作，还有许多同志给予了帮助和支持，在此一并致谢。

鉴于本书涉及学科较多，更限于编者水平，书中错漏之处在所难免，敬请读者不吝赐教。

编 者 1990年1月

目 录

第二篇 饲料检验

第一章 饲料检验的基本知识	1
第一节 概述.....	1
第二节 化验室的建设及管理.....	4
第三节 检验误差与数据处理.....	16
第四节 饲料样品的采集与制备.....	25
第二章 饲料物理性状的检测	33
第一节 饲料的鉴定.....	33
第二节 配合饲料粉碎粒度的测定.....	38
第三节 配合饲料混合均匀度的测定.....	39
第四节 颗粒饲料的测定.....	43
第三章 饲料的显微镜检测	47
第一节 饲料显微检测的原理及意义.....	47
第二节 饲料显微检测的准备工作.....	49
第三节 饲料显微检测的基本步骤.....	51
第四节 饲料原料的显微特征.....	54
第五节 鱼粉掺假物的鉴别及含量分析.....	66
第四章 饲料概略养分分析	72
第一节 饲料水分的测定.....	72

第二节	粗脂肪的测定	78
第三节	粗纤维的测定	83
第四节	粗蛋白质的测定	88
第五节	粗灰分的测定	96
第六节	饲料无氮浸出物的计算	100
第五章	饲料矿物质的分析	101
第一节	磷、钙、镁的测定	101
第二节	氯、钠、钾的测定	118
第三节	铁、硒、碘，铜等元素的测定	128
第六章	饲料维生素的分析	141
第一节	水溶性维生素的测定	141
第二节	脂溶性维生素的测定	166
第七章	饲料中氨基酸的分析	188
第一节	赖氨酸的测定	188
第二节	蛋氨酸、胱氨酸的测定	191
第三节	色氨酸的测定	195
第四节	利用高效液相色谱仪进行氨基酸全分析	200
第八章	饲料能量的测定	205
第一节	总能测定	205
第二节	消化能、代谢能的测定	210
第九章	饲料添加剂的分析	213
第一节	氨基酸添加剂的分析	213
第二节	维生素添加剂的分析	216
第三节	矿物质添加剂的分析	242
第四节	非营养性添加剂的分析	262
第十章	饲料中有毒物质的分析	278

第一节	概述	278
第二节	饲料微生物检测	279
第三节	饲料中黄曲霉毒素的测定	293
第四节	菜籽饼粕及高粱中有害物质的测定	311
第五节	棉酚的测定	318
第六节	亚硝酸盐和氢氰酸的测定	324
第七节	储粮杀虫剂残留量的测定	327
第八节	有害元素的测定	338
第九节	大豆制品中尿素酶活性的测定	353
主要参考资料		356
附录一	鱼粉标准及有毒有害物质允许量标准	358
附录二	不含过氧化物乙醚的制备	360
附录三	滴定液	361
附录四	指示剂的配制	370
附录五	度量衡单位及符号	371

第二篇 饲料检验

第一章 饲料检验的基本知识

第一节 概 述

饲料是畜牧业发展的物质基础，饲料工业水平的高低是衡量畜牧业发展状况的一个重要尺度。大力发展饲料工业，努力提高饲料产品的质量，更有效地促进畜牧业的发展，已成为加快经济建设进程，改善我国人民膳食结构，提高人民生活水平的一个重要措施。

饲料检验是饲料工业生产中的重要环节，主要任务是研究饲料原料和产品的物质组成及含量，即采用物理或化学等手段，对饲料原料及产品的物理特性、各种营养成分、抗营养成分、有毒物质、添加剂等进行定性或定量测定，从而对所检验的对象进行正确的、全面的品质评定。

饲料检验的内容比较广泛，按检验的对象可分为两类，一是对饲料原料，如农产品、工业副产品、添加剂等的检验；二是对饲料加工成品，如添加剂预混料、浓缩饲料、配合饲料等的检验。如按检验的项目可分为四类，一是对原料

或产品物理性状的检验，如对饲料粒度、混合均匀度、容重、颗粒饲料的硬度和粉化率的测定；二是对原料或产品营养成分的检验，即对一般概略养分（水分、灰分、粗蛋白质、粗脂肪、粗纤维、盐分等），矿物质元素（钙、铁、铜、锌、钴、磷、碘、锰、硒等），各种维生素（A、D、E、K、C、B族等），氨基酸等的测定；三是对某些添加剂的检验，如对维生素添加剂、氨基酸添加剂、某些抗氧化剂、驱虫剂等测定；四是对有害物质的检验，如对霉菌致病菌、农药残留、黄曲霉毒素、3,4-苯并芘、重金属、砷、棉酚、尿素酶活性、菜籽甙等的测定。

饲料检验从分析手段上可分为化学分析法和仪器分析法。化学分析法是以物质的化学反应为基础的分析方法，主要包括容量法和重量法，如络合滴定法测定钙的含量、沉淀滴定法测定盐分等。虽然这些方法操作复杂、速度慢，但对于高含量组分的测定具有较高的准确度和重现性。另外，这些分析方法的仪器设备成本低，技术方法易于掌握，基层推广应用方便，因此对于一般成分的分析具有很大的应用价值。

随着饲料科学的不断进步，化学分析法已不能满足饲料检验的要求，仪器分析的广泛应用开辟了饲料分析的新领域。这种方法是根据饲料中某种物质的物理性质或物理化学性质（如物质的光、电、热、在两相间的分配），采用特殊的仪器来测定的，它具有简便、快速、灵敏、选择性好、自动化程度高的特点。目前，饲料中许多较难测定的组分，都可以用仪器分析方法测定，如有机农药残留量的气相色谱分析法，黄曲霉毒素、3,4-苯并芘的薄层扫描法、荧光法测定

维生素、高效液相色谱测定氨基酸、原子吸收法测微量元素、氧弹式热量计测能量等。当然，仪器分析仍存在一定的局限性，因为它是相对的分析方法，测定某一组分时，常常需要标准品，而这些标准品的含量常常要用经典的化学分析法来确定，并且仪器法的设备复杂、价格高、较难普及，故而，化学分析法是饲料检验的基础，仪器法是发展的方向。

近年来，显微镜检测技术的不断提高以及在饲料分析上的应用，使饲料的微生物分析法和生物鉴定法有了新的发展，大大改进了饲料的物理检验。如显微镜对鱼粉掺杂的检验，直接给分析检验人员带来了方便，但在定量测定方面仍需进一步探索。综上所述，无论哪一种分析方法，都有自己的特点和局限性，故而，在实际应用时，都应加以恰当的选择，对于高含量组分尽量考虑用化学分析法，对于低含量（化学分析很难测定）的组分考虑用仪器分析。

饲料检验是饲料科学的眼睛，对推进饲料科学的发展有着极其重要的作用。对饲料原料进行检测，可使我们知道原料中各种物质的含量，了解原料品质的优劣，直接给原料供应部门提供购买的决策依据，或给配方设计人员提供所必需的数据，以便在生产中扬长避短，最合理地利用原料，获得最大的经济效益。对产品进行科学的分析测定，可以帮助我们及时地调整配方，合理改进加工工艺，较好地控制产品的质量。

饲料新资源的开发日益重要，研究发现新的原料，新的饲料品种，必须首先全面地分析其物质组成和含量，只有依据分析所得到的结果，才能清楚地知道其含有哪些营养物

质，哪些有害物质，含量如何，有害物质通过处理后能否除去，从而评定其应用价值。总之，饲料检验对制订合理的配方设计方案、控制饲料产品的质量、加快畜禽的生长速度、促进饲料工业发展都具有十分重要的意义。

饲料检验有较强的实践性，学习时，必须理论联系实际，在饲料分析检验过程中，一些基本概念、基本操作的应用是极为广泛的，它是饲料检验的基础，对这些基本的知识和技能，在实践中必须认真领会，反复练习，熟练掌握，如容量分析的基本操作，天平、分光光度计、酸度计、荧光光度计等的原理、使用、维护等。只有这样，在实际检验样品时，才能事半功倍。

第二节 化验室的建设及管理

化验室是饲料分析检验人员工作的重要场所，合理设计和布置化验室，正确制订仪器、药品等购置计划，掌握一定的化验室安全管理知识，对出色地完成分析检验任务，提高化验室的管理水平是十分重要的。

一、化验室的位置选择及室内布置

在饲料行业中，除根据需要在某一地区建立一大型中心化验室外，一般皆为生产厂家自身建立的中小型化验室，主要从事日常的工业生产分析，故而，在工厂设计时，应根据需要，合理安排化验室的设计面积。

一般情况下，化验室应建在离生产车间、锅炉房稍远的地方，以排除有害气体及大量的工业灰尘对化验室的危害，

消除生产震动给分析检验带来的影响。如果确有困难，可选择在机器震动对其影响最小的地方。

化验室的房间设置应根据具体情况而定，大型饲料工业企业有较大的建筑面积，化验室的房间可以多一些，根据工作的性质、仪器的用途，相互间的影响，分门别类的安放仪器设备，便于管理。较大的化验室可设置物检室（用于物理检验）、化验室（用于样品的处理及常规化学检测用）、天平室（用于样品的称量）、精密仪器室（放置较精密的仪器，如比色计、酸度计、荧光光度计等）、大型精密仪器室（根据仪器数量品种等设置，如气相色谱室、液相色谱室、薄层扫描室等）、电加热室（放置马福炉、烘箱、电加热板、恒温培养箱等）、药品储藏室。对于中小型企业，化验室可能受到建筑面积的限制，但至少应设置检验室、仪器室。检验室要大，可将电加热设备安放其中，其平面示意图于图1-1。

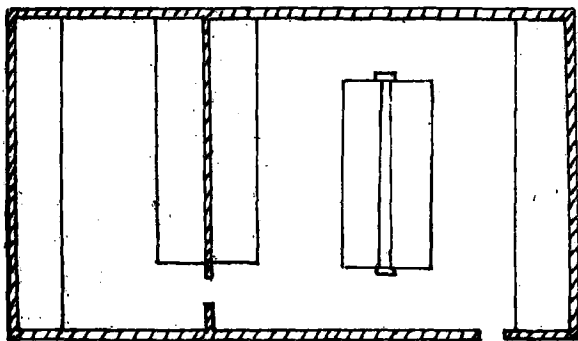


图1-1 化验室平面布置图

化验室的地面多为水泥或水磨石平面，也可用耐酸瓷砖

铺地或用过氯乙烯涂料地面。墙面可刷油漆，减少毒物及灰尘的吸附。仪器室内的实验台最好采用钢筋混凝土结构的水磨石台面，可防止仪器因工作台不稳定而给测定带来误差。台高通常为800mm，宽为750~800mm，可依次放置天平、酸度计、比色计、荧光光度计等。工作台下方可做成储柜，放置其它仪器，在放置显微镜的地方，可安装一照明灯。仪器室和检验室的地面应设地漏，以减轻跑水事故的危害。

检验室的中间可设置木质实验台，实验台上装置药品架（一层或二层），放置常用试剂。药品架下方应架设水管及尖嘴水龙头、下水管道，以便在测定粗蛋白、粗脂肪等时接冷凝水用。实验台的两侧（至少一侧）应安装水盆，便于洗涤仪器。试剂架的支架上可安装一些插座，以便蒸馏时有较近电源。

实验台面可刷生漆，增加其耐酸性。瓷砖台面虽有良好的耐酸性，但易碰坏玻璃器皿，实验台还可铺塑料板或橡皮板，但不耐热、油和溶剂。实验台的下方可做成形式多样的柜和抽屉，以放置一些常用玻璃仪器等。

检验室的一侧可安装通风柜及电加热台，通风柜可根据室内的大小设置，尺寸可灵活变动。一般的通风柜长1.5~1.8米，深800毫米，空间高度大于1.5米，前门及侧壁安装玻璃，前门可灵活开关，柜内可装置加热、冷却水、下水道等设施，下水道可用耐酸及耐有机溶剂的材料做成。通风柜最下层可放置酸、碱、有机溶剂。排气管最好用不燃性材料制作，内壁用防腐涂层，排气口应高于屋顶2米以上，通风机应有减震和减少噪音的措施。通风柜简图如图1-2。

如因条件所限，可用简易排风罩代替通风柜，即适当缩小通风柜尺寸，选用一定功率的排风扇代替风机，通过管道将有害气体排出。加热台上要放置烘箱、高温炉等，故应用钢筋水泥结构，台面可用水磨石或瓷砖。

检验室的另一侧可根据检验室所剩下的面积进行设置，如较小，可放置药品柜（储备常用的非危药品）、仪器柜、凉干柜等，如较大，可安装水泥实验台，台面铺设瓷砖，以放置一些常用非精密仪器，如电炉、水浴锅等。

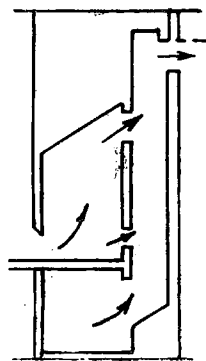


图1-2 通风柜简图

二、化验室常用药品及仪器购置

应根据检验项目所需要的仪器、药品有计划地购置，切不可盲目。

1. 常用试剂

(1) 常用指示剂：百里酚兰、甲基橙、甲基红、甲基黄、石蕊、酚酞、溴甲酚蓝、中性红、甲基紫、二苯胺、二苯磺酸钠、邻苯氨基苯甲酸、淀粉、铬酸钾、铁氰化钾、铁铵钒、二苯氨基脒、铬黑T、紫脲酸铵、磺基水杨酸、邻苯二酚紫、邻苯三酚红、溴甲酚绿等。

(2) 常用有机试剂：无水乙醚、无水乙醇、95%乙醇、石油醚、丙酮、三氯甲烷、甲醇、乙腈、苯、正己烷、

间苯三酚、对苯二酚、四氯化碳、甘油等。

(3) 常用无机试剂：硫酸、盐酸、硝酸、冰醋酸、硼酸、高氯酸、草酸、甲酸、氢氧化钠、氢氧化钾、氨水、氢氧化钙、氢氧化钡、各种钠盐、钾盐、铵盐、邻二氮菲、盐酸羟胺、EDTA、二氯化钡、硫酸钙等。

(4) 常用基准物：硝酸银、三氧化二砷、邻苯二甲酸氢钾、碳酸钠、碳酸钙、溴酸钾、碘、氯化钾、重铬酸钾、碘酸钾、草酸钠、碳酸镁、锌、铜、各种维生素标准、氨基酸标准、黄曲霉毒素 B_1 、 B_2 、 G_1 、 G_2 标准等。

2. 常用玻璃仪器及用具

(1) 玻璃仪器：烧杯、三角烧瓶、碘量瓶、圆(平)底烧瓶、圆底蒸馏烧瓶、量筒、容量瓶、微量滴定管、自动滴定管、滴定管、移液管、吸量管、称量瓶、试剂瓶、广口瓶、滴瓶、漏斗、分液漏斗、试管、比色管、吸收管、冷凝管、抽气管、抽滤瓶、砂蕊玻璃漏斗、表面皿、布氏漏斗、布氏坩埚、砂蕊玻璃坩埚、干燥器、蒸发皿、坩埚、研钵、塑料洗瓶、层析槽、标本瓶(或层析缸)、凯氏烧瓶等，以上玻璃仪器有各种规格型号，应根据具体需要选用。饲料分析中常用成套玻璃仪器如索氏脂肪抽提器、半微量凯氏定氮仪等。有些玻璃仪器还可自己设计，到玻璃仪器厂订做。

(2) 用具：铁架台、铁环、铁夹、铁三角架、万能夹、烧瓶夹、泥三角、石棉网、烧杯夹、坩埚夹、搪瓷盘、滴定台、滴定管夹、移液管架、漏斗架、试管架、螺丝夹、弹簧夹、打孔器、橡皮塞、滴管、橡皮管、钥匙勺、玻璃管、玻璃棒、玻璃珠、快中慢定量定性滤纸等。

3. 常用仪器见表1-1和表1-2。

表1-1 常用仪器设备

仪 器 名 称	规 格	用 途
架盘药物天平	500g、1000g等	物品粗称
半机械加码电光天平	TG-328B	物品准确称量
全机械加码电光天平	TG-328A	物品准确称量
单盘电光天平	TG-429等	物品准确称量
微量天平	TG-332A	微量分析
单盘精密天平	DT-100	物品准确称量
万用电炉	0.5-1kW	加 热
电热板		处理样品
恒温干燥箱	1.2kW、5kW等	基准物、样品干燥
电热鼓风干燥箱	101-I型、101-II型	基准物、样品干燥
电吹风	450W	薄层分析
远红外快速干燥箱	766型	物品的快速干燥
真空干燥箱	DT-402、758mmHg ($1.01058 \times 10^5 \text{Pa}$)	真空干燥热处理
培养干燥两用箱	HW·B-2型	培养干燥两用
电热恒温培养箱	450×550×550	低温培养
蒸馏水发生器	20升/小时	制蒸馏水
离子交换纯水器	70型 背包	制去离子水
样品粉碎机	XWD-70型 SF-170型	粉碎样品