

畜牧兽医技能培训丛书



饲料分析与畜禽环境监测 实验指导

齐德生 齐智利 编
王艳青 张妮娅

 中国农业出版社

畜牧兽医技能培训丛书

饲料分析与畜禽 环境监测实验指导

齐德生 齐智利 王艳青 张妮娅 编

中国农业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

饲料分析与畜禽环境监测实验指导/齐德生等编. --北京: 中国农业出版社, 2008. 10
(畜牧兽医技能培训丛书)
ISBN 978-7-109-13006-7

I. 饲… II. 齐… III. ①饲料分析-实验②畜禽-养殖场-环境监测-实验 IV. S816.17-33 S815-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 152145 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 颜景辰

中国农业出版社印刷厂印刷 新华书店北京发行所发行
2008 年 10 月第 1 版 2008 年 10 月北京第 1 次印刷

开本: 787mm×1092mm 1/16 印张: 9.25

字数: 152 千字 印数: 1~5 000 册

定价: 20.00 元

(凡本版图书出现印刷、装订错误, 请向出版社发行部调换)

丛书编委会名单

主 任 毕丁仁

副主任 程国富 刘兴斌

编 委 (以姓氏笔画为序)

兰之祥 齐德生 孙永虎 杨利国

李育林 吴 斌 陈顺友 郭定宗

彭克美 熊家军

序

当今中国经济飞速发展，人民生活正步入小康，对肉蛋奶等动物源性食品需求量越来越大，对品种和质量的要求日益增高。虽然畜牧业总产值的比例已超过农业总产值的三分之一，但畜牧业总体生产水平仍相对低下。主要表现在专业从业人员数量偏少，技能水平跟不上发展需要；畜禽传染病频发，防制十分困难；畜产品价格波动剧烈，行业抗风险体系不完善，供求矛盾仍较突出。

行业要发展，科技和人才是关键。针对上述问题，华中农业大学动物科技学院和动物医学院除了大力培养动物科学专业和动物医学专业本科、研究生人才，还举办了“畜禽规模场关键养殖技术培训班”、“猪病临床诊断实用技术培训班”、“人工授精实用技术培训班”、“饲料营养检验检测技术培训班”、“农村养殖能手培训班”等系列短期技术培训，实施了动物科学与动物医学行业高级人才培养计划（简称“MY计划”），面向养殖业传授畜牧兽医技术，以满足畜禽规模场和广大养殖户的需求。培训过程中，学员对专家的讲义十分喜爱，纷纷建议将讲义整理出版，以助大家更好地学习和掌握专业技术。因此，该院组织教师编写了《畜牧兽医技能培训丛书》。

这套丛书共7册，内容丰富，通俗易懂，理论阐述深入浅出，技术指导性强，实用性强，既可作为畜牧兽医行业技能培训专用教材，也可作为畜牧兽医基层工作者自学用书，是一套不可多得的好书。

我国畜牧业发展至今日，面临前所未有的机遇和挑战。如何抓住机遇，迎接挑战，使畜牧业更好更快发展，需要各界人士共同努力。华中农业大学具有110年办学历史，是我国著名的农业

高等学府。动物科技学院和动物医学院是华中农业大学的优势学院，致力于畜牧兽医科学技术的创新与传播，为我国畜牧业健康发展提供智力支持。学院师资雄厚，科研实力强劲，学术水平高，已获得一批实用性强的高新技术成果。在长期的办学实践和社会服务中，该院教师开创和积累了丰富、实用、新颖的畜牧兽医专业技术。这些技术在丛书里有详细的阐述，我相信养殖业界的朋友们一定能从这套丛书中获得相应的帮助，我也相信该套丛书的出版发行能为社会主义新农村建设做出更大的贡献。

中国工程院院士
中国畜牧兽医学会理事长

陈焕春

2008年10月

前 言

本课程是动物医学、动物科学等专业的重要专业基础课。本书是为配合动物医学、动物科学高级培训班学员技能培训而编写。本书也可作为畜牧行业专业技术人员培训教材及生产参考用书。

通过系统的实验教学可以加深学生对相关课程基本理论的认识和理解，提高学生的学习积极性，提高学生实际动手和独立解决问题的能力，培养学生实事求是的科学态度和吃苦耐劳的科学作风。通过本课程的学习，学员能够掌握饲料中常规营养成分、常见抗营养因子及畜禽主要环境因素测定的原理和方法，为今后从事饲料科学配制、饲料品质控制、养殖管理等工作打下坚实基础。

全书共分三部分。第一篇：饲料营养成分分析；第二篇：饲料中常见有毒有害成分的测定；第三篇：畜禽主要环境因素测定。三部分内容密切相关但又各自独立成篇，教学过程中，主讲教师可根据教学进度和培训计划适当调整教学内容的先后顺序。

本书由齐德生、齐智利、王艳青、张妮娅四位同志编写。各位编者已经尽力，但因水平和认识有限，书中定有不少不妥之处，欢迎使用者批评指正，以便再版时加以完善。

本书编写过程中得到了华中农业大学动物科技学院、动物医学院程国富教授、刘兴斌博士、孙永虎副研究员的指导，得到了华中农业大学动物科技学院、动物医学院动物营养与饲料科学系全体老师的支持，在此一并表示衷心感谢。

编 者

2008年10月

目 录

序 前言

第一篇 饲料营养成分分析

第一章 基础知识	1
一、试剂的要求.....	1
二、一般器皿要求.....	1
三、器皿的洗涤.....	2
四、蒸馏水的要求.....	3
五、标准溶液的配制.....	3
六、分析结果的表示与数据处理.....	3
第二章 饲料样品的采集与制备	5
一、样品采集方法.....	5
二、样品的制备.....	11
三、样品的登记与保管.....	13
第三章 饲料常规成分分析	14
第一节 饲料水分的测定	14
一、原理.....	14
二、主要的仪器设备.....	14
三、样品的选取和制备.....	14
四、测定步骤.....	14
五、计算.....	15
六、注意事项.....	15
第二节 饲料粗蛋白质的测定	15
一、原理.....	15
二、主要的仪器设备.....	15
三、试剂.....	16
四、操作步骤.....	16

五、结果计算	17
六、注意事项	17
第三节 饲料粗脂肪含量的测定	17
一、原理	17
二、主要的仪器设备	17
三、试剂	18
四、分析步骤	18
五、计算	18
六、注意事项	18
第四节 饲料中粗纤维的测定	19
一、原理	19
二、主要仪器	19
三、试剂	19
四、测定步骤	19
五、计算	20
六、注意事项	20
第五节 饲料粗灰分的测定	20
一、原理	20
二、主要的仪器设备	20
三、测定步骤	21
四、计算	21
五、重复性	21
六、注意事项	21
第六节 饲料钙的测定	22
一、原理	22
二、主要的仪器设备	22
三、试剂	22
四、测定步骤	23
五、计算	24
六、注意事项	24
七、重复性	24
附 乙胺四乙酸二钠络合滴定快速测定饲料中的钙含量	24
一、原理	24
二、试剂	24
三、测定步骤	25
四、计算	25
五、重复性	26
第七节 饲料总磷的测定	26

一、原理	26
二、主要的仪器设备	26
三、主要的试剂	26
四、试样制备	27
五、测定步骤	27
六、计算	27
七、重复性	28
第八节 饲料燃烧热的测定	28
一、实验目的	28
二、实验原理	28
三、仪器、设备	28
四、操作步骤	29
五、结果与计算	31
第九节 饲料盐分的测定	32
一、适用范围	32
二、方法原理	32
三、试剂	32
四、仪器设备	33
五、样品的选取和制取	34
六、测定步骤	34
七、测定结果的计算	34
八、允许差	34
附录 水溶性氯化物快速测定方法	35
一、原理	35
二、步骤	35
三、计算	35
四、允许差	35
第十节 饲料中铜、锌、铁、锰的测定	35
一、实验原理	36
二、仪器、设备	36
三、试剂	36
四、测定步骤	37
五、结果与计算	37
六、注意事项	37
第十一节 饲料中维生素的测定	38
一、饲料中维生素 A 的测定-高效液相色谱法	38
二、饲料中维生素 B ₁ 的测定	42
三、饲料中维生素 B ₂ 的测定	46

四、饲料中维生素 B ₆ 的测定	48
第十二节 饲料中氨基酸的分析	50
一、常规酸解法	51
二、碱解法	53
三、游离氨基酸的测定	54
四、饲料中有效赖氨酸的测定	55
五、饲料中含硫氨基酸的测定	58
六、饲料中色氨酸的测定	61
第四章 配合饲料的配方设计	65
第一节 配合饲料概述	65
一、配合饲料 (Formula feed) 的概念	65
二、配合饲料的特点	65
三、配合饲料的分类	66
第二节 设计饲料配方的原则	68
一、有关概念	68
二、设计饲料配方的原则	69
三、设计饲料配方应注意的问题	71
第三节 配合饲料配方的设计方法	74
一、四角法	74
二、公式法	77
三、试差法	78
四、以可消化氨基酸为基础配制饲料	81
五、用计算机设计配方	82
参考文献	91

第二篇 饲料中常见有毒有害成分的测定

第一节 饲料中亚硝酸盐含量的测定	92
一、实验目的	92
二、方法的适用范围	92
三、方法原理	92
四、试剂	92
五、仪器与设备	93
六、试样的制备	93
七、测定步骤	94
八、结果与计算	94

第二节 大豆及大豆饼粕中尿素酶活性的测定	95
一、实验目的	95
二、实验内容	95
第三节 棉子饼粕中游离棉酚含量的测定	98
一、实验目的	98
二、实验内容	98
第四节 鱼粉内掺加尿素含量的测定	102
一、实验目的	102
二、方法原理	102
三、仪器与器皿	103
四、试剂	103
五、操作步骤	103
六、结果与计算	104
七、注意事项	104
第五节 菜籽饼粕中噁唑烷硫酮的测定	105
一、实验目的	105
二、方法原理	105
三、试剂和溶液	105
四、仪器、设备	105
五、试样制备	106
六、操作步骤	106
七、结果与计算	107
第六节 饲料中单宁含量的测定	107
一、实验目的	107
二、方法原理	107
三、试剂	108
四、仪器、设备	108
五、测定步骤	108
第七节 配合饲料中脱氧雪腐镰刀菌烯醇的测定——薄层色谱法	109
一、实验目的	109
二、方法的适用范围	109
三、方法原理	109
四、试剂	110
五、仪器和设备	110
六、测定步骤	111
第八节 饲料毒物的急性毒性试验	113
一、实验目的	113
二、实验方法	113

三、等容积法测定亚硝酸钠小白鼠经口 LD ₅₀	115
参考文献	117

第三篇 家畜主要环境因素测定

第一节 气象因素的测定	118
一、实验目的	118
二、气温的测定	118
三、气湿的测定	120
四、气流的测定	121
五、气压的测定	124
六、实验讨论	125
第二节 空气中氨含量测定—纳氏比色法	125
一、实验目的	125
二、方法原理	125
三、试剂	125
四、仪器	126
五、操作步骤	126
六、结果与计算	127
七、实验讨论	128
第三节 水中砷含量的测定—砷斑法	128
一、实验目的	128
二、实验原理	128
三、仪器	128
四、试剂	128
五、水样的采集和保存	129
六、测定步骤	129
七、结果与计算	130
八、实验讨论	130
第四节 土壤中水溶性氟含量的测定	130
一、实验目的	130
二、氟离子选择电极法测定氟的原理	130
三、仪器	130
四、试剂	131
五、操作步骤	131
六、结果与计算	132
七、实验讨论	132
参考文献	133

1

第一篇

饲料营养成分分析

第一章 基础知识

一、试剂的要求

化学试剂一般分为三级。

1. 优级纯 一级试剂，绿色标签，相当于进口试剂 G. R.。
2. 分析纯 二级试剂，红色标签，相当于进口试剂 A. R.。
3. 化学纯 三级试剂，蓝色标签，相当于进口试剂 C. R.。

还有一些特殊规格的试剂：光谱纯 S. P (spectrum)、层析纯 ch. p (chromatography)、指示剂 Ind (indicator)、生物染色剂 B. S、生物试剂 B. R 等均应按国家试剂规定要求，根据分析对象、项目和方法所规定的具体要求，正确合理使用。

二、一般器皿要求

1. 玻璃器皿 按照材料又分为软质玻璃、硬质玻璃、石英玻璃。

(1) 软质玻璃 普通玻璃，膨胀系数大，骤热与剧冷易破裂，可用作试剂瓶、量筒、漏斗。

(2) 硬质玻璃 硼硅玻璃，膨胀系数小，耐热，耐温差 (300℃)，耐腐蚀，可作烧杯、试管、烧瓶、冷凝管和一些精密量器。

(3) 石英玻璃 膨胀系数小，耐高温 (1 050℃)，耐腐蚀，可溶性杂质少，对紫外光吸收少，可作比色皿和双重蒸馏器的加热管。

玻璃器皿使用时应注意以下问题。

(1) 不能与氢氟酸接触，因能生成挥发性的四氟化硅，反应式为： $4\text{HF} + \text{SiO}_2 = 2\text{H}_2\text{O} + \text{SiF}_4$ 。

(2) 磷酸在加热的情况下对玻璃器皿有腐蚀作用。

(3) 玻璃器皿不耐碱。

(4) 玻璃塞长期不用应在磨口处涂上凡士林或用纸隔开；盛碱的试剂瓶用胶塞。

2. 瓷、玛瑙器皿

(1) 瓷 抗机械撞击力、耐高温 (1 410℃)，对酸碱的稳定性均优于玻璃，可作坩埚、瓷盘、漏斗、点滴板和研钵。

(2) 玛瑙 属于石英的一种，硬度大，可作分析天平刀口、研钵。

3. 塑料器皿 普通塑料制品是聚乙烯、聚丙烯或聚氯乙烯的热塑制品。化学性质稳定，机械性能比较好，高温 (55℃) 变形，易受浓酸、氧化剂、有机溶剂的侵蚀。可作洗瓶、一次性离心管、试管等。

聚四氟乙烯有较强的耐热性和抗腐蚀能力，可作烧杯、搅棒等。

4. 金属器皿 铝盒。

三、器皿的洗涤

(一) 洗液的种类及配制

1. 重铬酸钾 100g 重铬酸钾 + 350mL 蒸馏水 + 浓 H_2SO_4 至 1 000mL，溶液为深褐色，用久会变成绿色，此时氧化性下降，可用少量 $KMnO_4$ 再生。

2. $NaOH - KMnO_4$ 洗液 4g $KMnO_4$ 溶于少量水中 + 100mL 10% $NaOH$ ，可清洗油脂和有机物。

3. 碱性酒精 酒精 + 等体积 30% $NaOH$ 。

4. 当器皿内吸附金属离子时，可以用 HCl 或 HNO_3 洗涤，1 : 3 HNO_3 可以用来清洗比色皿，5% ~ 10% HNO_3 可洗瓷器。

5. 还原性洗液 草酸—稀硫酸、亚硫酸钠—稀硫酸、硫酸亚铁—稀硫酸。

6. 肥皂水、洗涤剂

(二) 洗涤方法

1. 新的玻璃器皿 先用水冲，然后用重铬酸钾洗液浸泡，最后用水冲洗干净。

2. 一般器皿 可先肥皂水、洗衣粉或去污粉洗净，再用蒸馏水冲洗数次。量器、用于精密分析的器皿、比色杯不可用去污粉。

3. 油污较多或长期不用的器皿 用水冲洗干净，然后用重铬酸钾、碱性酒精、 $NaOH - KMnO_4$ 洗液浸泡，再按一般器皿的清洗办法清洗。

4. 塑料器皿 一般不用重铬酸钾洗涤浸泡，可用 1 : 3 硝酸或 1 : 2 氨水浸泡，再按一般器皿的清洗办法清洗。

5. 有 $AgNO_3$ 污染的器皿 可用 1 : 3 的硝酸浸泡，再按一般器皿的清

洗办法清洗。

6. 铁锈、钙盐、金属氢氧化物污染的器皿 可用 1 : 3 盐酸, 再按一般器皿的清洗办法清洗。

四、蒸馏水的要求

普通蒸馏水中含有二氧化碳、挥发性酸、氨和微量金属离子, 当有特殊要求时要对水进行特殊处理, 重蒸或去离子, 可用电导率 (0.1mS/m) 判断水的离子数量, 但不可以表示出有机物的污染。

五、标准溶液的配制

(一) 直接配制法

准确称取一定量基准物质, 用水溶解后再稀释至一定体积。可以作基准物质时, 应满足以下的条件。

1. 纯度高 含量大于 99.95%, 杂质少 (0.01%~0.02%)、不干扰测定。
2. 实际组成与分子式相符, 尤其在含结晶水时。
3. 稳定, 在固态、液态中均不发生变化, 不吸潮、不分解、不挥发、不吸收二氧化碳。
4. 有较高的摩尔质量。

(二) 间接配制法 (标定法)

该物质不符合基准物质的条件时, 不能直接配制, 只能配成近似所需浓度的溶液, 然后标定其准确浓度。

六、分析结果的表示与数据处理

(一) 有效数字

1. 记录数据时, 只保留一位可疑数字。
2. 可疑数字后的数字可根据四舍五入, 奇进偶不进的原则保留。
3. 在加减运算时, 应以参加运算的各数据中绝对误差最大 (即小数点后位数最少) 的数据为标准决定结果 (和或差) 的有效位数。例如: $4.3\text{g} + 0.054\text{g} + 1.263\text{g}$, 其结果只能表达达到小数后一位, 即 5.6g, 而不是 5.6174g。

(二) 分析结果的误差

误差: 测定值与实测值之间的差值叫误差, 可分为系统误差和偶然误差。

1. 系统误差 系统误差是由固定的、经常性的因素引起的, 如方法误

差、仪器和试剂误差、操作误差，系统误差具有单向性，可以测定，也叫可测定误差。

2. 消除系统误差的方法

(1) 对照实验 用已知含量的标准样品在相同条件下测定，求得校正系数，对分析结果进行校正。

校正系数 = 标准样品含量 / 标准样品分析结果

(2) 回收实验 在分析样品中加标准物质后与原样品同时测定。

回收率(%) = (加入标准物质后的测定值 - 试样测定值) /
实际标准物质质量 × 100%

(3) 空白试验 不加样品的情况下，按样品分析的方法、条件、步骤进行测定，其结果是空白值。

(4) 校准仪器

3. 偶然误差 偶然误差是由某些不固定的偶然因素引起的。