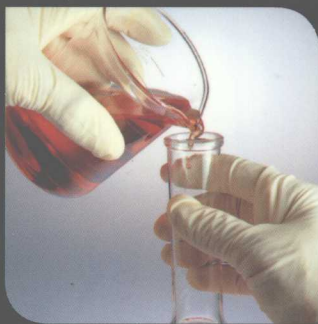


饲料质量与 安全检测技术

● 常碧影 张 萍 主编 ●



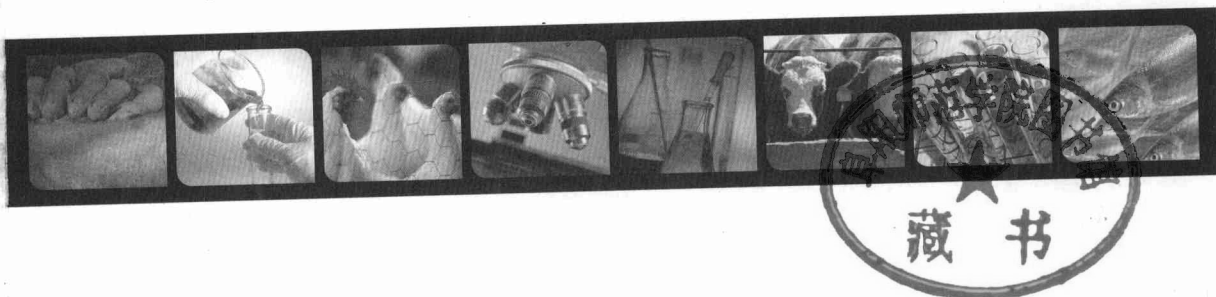
化学工业出版社

图书在版编目(CIP)数据

饲料质量与安全检测技术 / 常碧影, 张萍 主编. — 北京: 化学工业出版社, 2008.4
ISBN 957-3-355-1421-1

饲料质量与安全检测技术

● 常碧影 张萍 主编 ●



化学工业出版社

北京·

元 00.80 份 宣

图书在版编目(CIP)数据

饲料质量与安全检测技术/常碧影, 张萍主编. —北京:
化学工业出版社, 2008. 2
ISBN 978-7-122-02109-0

I. 饲… II. ①常…②张… III. ①饲料-检测②饲料
添加剂-检测 IV. S816

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 020928 号

责任编辑: 陈 蕾 杜进祥
责任校对: 郑 捷

装帧设计: 关 飞

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: 北京市兴顺印刷厂
787mm×1092mm 1/16 印张 26¼ 字数 683 千字 2008 年 5 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: 68.00 元

版权所有 违者必究

《饲料质量与安全检测技术》 编委会

主 任 秦玉昌

副 主 任 常碧影 张 萍

编 委 (按姓氏笔画排列)

刘庆生 李军国 李 俊 张丽英 张 萍
范志影 郑君杰 郭吉原 秦玉昌 常文环
常碧影

主 编 常碧影 张 萍

副 主 编 范志影 常文环 刘庆生

编写人员 (按姓氏笔画排列)

王金荣 王宗义 王培龙 石冬冬 田 园
刘庆生 杜红方 杨文军 李 兰 宋 荣
张丽英 张 萍 范志影 范 理 郑君杰
赵根龙 饶正华 郭吉原 常文环 常碧影

前 言

我国的饲料工业从 20 世纪 70 年代中末期开始,从无到有,曾以平均每年 25% 的增长速度迅猛发展,至今总产量已近亿吨,稳居世界第二。饲料工业的发展不仅带动了种植业和相关产业的发展,实现了粮食及其副产品的多项增值,也推动了畜牧业的发展和整个农业的战略调整。同时,人民生活水平的提高、现代科技发展和我国加入 WTO 也对饲料工业,特别是饲料的质量提出了更高的要求与挑战。

提高和衡量饲料的质量必须从它的营养品质和卫生安全两个基本属性入手。由于饲料生产的根本目标是满足动物生产的需求、为动物快速生长提供营养均衡的食物,在考虑提高和衡量饲料的质量时,人们自然会首先研究、考察它的营养品质,即饲料中营养物质的充足程度与均衡配比,这确实是保证动物生产性能的充分发挥和肉蛋奶等动物产品的质量与产量的物质基础。然而,科学和实践证明,饲料质量还必须研究、考察它的卫生与安全属性,因为饲料原料和饲料在加工、贮藏过程中可能引入许多有毒有害物质,它们的存在或超标,不仅会对动物生长造成不利影响,还会在动物体内残留、蓄积,继而对人类健康和人类的生存环境造成不利影响。这两种质量属性缺一不可,既有区别,又相互关联。正如大家所知道的,饲料中不少“营养”物质的含量超过一定的限度,不仅对动物与动物生产“有害”,而且会对环境造成负面影响。而某些抗营养因子的破坏与消除,又能提高一些营养成分的利用效率。大量的事实说明,唯有饲料两种质量属性的协同提高,才能获得最大的经济效益以及饲料资源最有效的开发与利用。

我国政府十分重视饲料的质量问题。近年来,为保证饲料质量、规范饲料生产,不仅出台了一系列的政策、法规,还针对上述饲料属性制定了数百个关于饲养和饲料的国家标准和行业标准,建立了自上而下的饲料监控体系,同时在动物营养、饲料科学相关领域,特别是过去较为薄弱的饲料安全等科研领域加大了投入。然而,再多的法规和标准、再完整的监控体系以及再大的科研投入都必须有饲料分析和检测技术的有力支持,即必须掌握科学、可靠的饲料分析和饲料检测技术。因为只有通过科学的分析与检测,才能揭示饲料营养与安全的微观本质及变化规律,为新资源、新产品和新工艺开发打下基础,对饲料生产的每个环节实施有效的质量控制、质量保证(如检验饲料原料和饲料添加剂的优劣真伪、根据测定得到的原料各种养分的实际含量和动物的营养需求科学配方、掌控工艺参数实施加工生产和合理包装、贮藏、运输等)与最终产品的质量监督。同时也唯有科学的分析检测数据和结果才能作为采取重大法律行动和解决国内、国际贸易纠纷的重要依据。

为了更好地普及、传授饲料分析与检测技术,我们编写了《饲料质量与安全检测技术》一书,参加编写工作的全部是长期从事饲料分析的专业人员,并根据其经验、特长分工编写。本书第一章、第六章由常碧影、刘庆生完成,第二、第三章由范志影完成(王培龙参与了部分工作),第四章由张萍、范志影完成,第五章、第九章由郑君杰完成,第七章、第十章由张丽英完成,第八章、第十四章由常碧影完成(杨文军、王宗义等参加了部分编写),第十一章、第十五章由饶正华、宋荣完成,第十二章由刘庆生完成,第十三章由范理、宋荣完成,第十六章由杜红方完成,第十七章由郭吉原、张萍、石冬冬完成。全书以保持分析技术权威性、实用性和先进性为指导思想,汇集了截至 2007 年的有关饲料检测技术的国家标

准与行业标准,以及部分行业急需、已通过饲料标准化技术委员会终审但尚未颁发的标准方法。为了避免和标准汇编重复,拓宽视野,与国际先进标准接轨,本书对一些颁发多年的、常规成分分析标准方法的阐述做了不同程度的缩略、简化和必要的修正,同时吸纳了国际标准化组织(ISO)和国外公认的先进国家、地区及组织如美国公职分析化学家协会(AOAC)、欧盟的一些方法和国内外最新研究、开发并经过确认(validation)的方法。针对目前饲料原料市场的情况,本书特增加了一章“饲料原料掺假和伪劣识别”,由长期工作在生产一线的品质控制专家详细论述了近年来掺假最多的一些产品的快速识别方法,不仅可直接用于饲料厂的原料品质把关,也可开拓饲料监督检测人员应对掺假品的思路。

总之,本书较为完整地阐述了饲料质量与安全的检测技术,既有简单、快速的简易方法、筛选方法,又有能与国际接轨的、使用高级仪器的仲裁方法,特别是有关安全检测的确证方法。编写中强调了方法的可操作性,许多方法之后还有作者根据实际经验,对方法关键点控制和注意事项等给出的提示与说明。但由于编者的水平所限,书中难免存在错误和疏漏,恳请读者、同行批评指正。

编者

2008年1月于北京

目 录

第一章 概论	1
第一节 饲料营养、饲料安全与分析检验技术	1
一、饲料质量的重要性及其基本内涵	1
二、饲料质量与饲料分析检验	2
第二节 饲料分析检测的基本内容与方法	2
一、基本内容	2
二、基本方法	2
第三节 饲料检测方法标准与质量控制	7
一、衡量检测方法性能的主要指标	7
二、饲料检测的步骤与关键控制点	9
三、常用确证、定量方法的技术细节与质量保证要求	10
第二章 采样与制备	15
第一节 饲料样品采集	15
一、饲料采样	15
二、微生物样品采集	22
三、转基因样品采集	22
第二节 试样制备	24
第三章 概略营养成分及其组分分析	27
第一节 饲料中水分、灰分的测定	27
一、水分	27
二、灰分	30
第二节 饲料中蛋白和重要含氮化合物的测定	31
一、粗蛋白	31
二、真蛋白质	34
三、尿素	34
四、动物性蛋白质饲料消化率	35
第三节 饲料中碳水化合物的测定	36
一、总糖——改进的斐林溶液法	36
二、蔗糖	38
三、淀粉	39
四、戊聚糖	41
五、半乳聚糖	42
六、纤维素与木质素	43
第四节 饲料中脂肪和脂肪酸的测定	47
一、脂肪	47

二、游离脂肪酸总量	50
三、脂肪酸含量	52
第五节 饲料中能量和其他成分的测定	55
一、能量	55
二、可溶性氯化物	59
三、无氮浸出物	61
第四章 矿物质和微量元素分析	62
第一节 饲料中添加的矿物质	62
一、矿物元素的分类	62
二、矿物元素的测定技术	62
第二节 饲料中一些营养元素的测定	64
一、钙、铜、铁、镁、锰、钾、钠、锌——原子吸收光谱法	64
二、锌、锰、铁、钙、铜、镁、磷、钠、钾——电感耦合等离子体发射光谱法	66
三、钾、钠——火焰发射光谱法	67
第三节 饲料中磷和植酸磷的测定	69
一、总磷	69
二、植酸磷	70
第四节 饲料中碘的测定	71
一、硫氰酸铁-亚硝酸盐催化动力学法	71
二、氧化还原滴定法	73
第五节 饲料中硒的测定	74
一、荧光分光光度法	74
二、氢化物原子荧光光谱法	75
第六节 饲料中钴的测定	76
一、原子吸收光谱法	76
二、分光光度(或比色)法	77
第七节 矿物质添加剂的检测	78
一、磷酸氢钙	78
二、磷酸二氢钙	81
三、磷酸一二钙	81
四、磷酸二氢钾	82
五、轻质碳酸钙	83
六、硫酸镁	84
七、硫酸锰	85
八、硫酸铜	86
九、硫酸锌	87
十、硫酸亚铁	88
十一、氧化锌	89
十二、氯化钴	90
十三、硫酸钴	91
十四、亚硒酸钠	91

十五、碘化钾	92
十六、碘酸钾	93
十七、碘酸钙	94
十八、蛋氨酸铁(铜、锰、锌)螯合率	95
第五章 维生素分析	97
第一节 饲用维生素单制剂的检测	97
一、维生素 A 乙酸酯微粒	97
二、维生素 D ₃ 微粒	98
三、饲料添加剂维生素 A/D ₃ 微粒	101
四、维生素 E 原料与维生素 E 粉	102
五、维生素 K ₃ (亚硫酸氢钠甲萘醌)	104
六、维生素 B ₁ (盐酸硫胺)	105
七、维生素 B ₁ (硝酸硫胺)	106
八、维生素 B ₂ (核黄素)	107
九、烟酸	108
十、烟酰胺	109
十一、维生素 B ₆	110
十二、D-泛酸钙	111
十三、叶酸	113
十四、维生素 B ₁₂ (氰钴胺) 粉剂	114
十五、氯化胆碱	115
十六、维生素 C(抗坏血酸)	118
十七、L-抗坏血酸-2-磷酸酯	119
第二节 预混合饲料中的维生素的测定	121
一、烟酸、叶酸——高效液相色谱法	121
二、总泛酸——高效液相色谱法	122
三、氯化胆碱——分光光度法	123
四、d-生物素——分光光度法	124
五、维生素 B ₁ 、维生素 B ₂ 、维生素 B ₆ 联合测定	125
第三节 饲料中脂溶性维生素的测定	126
一、维生素 A、D ₃ 、E 联合测定——高效液相色谱法	126
二、维生素 K ₃ ——高效液相色谱法	129
第四节 饲料中水溶性维生素的测定	130
一、维生素 B ₁ ——荧光分光光度法	130
二、维生素 B ₂ ——荧光分光光度法	132
三、维生素 B ₁₂ ——高效液相色谱法	134
四、总抗坏血酸——邻苯二胺荧光法	135
第六章 氨基酸分析	138
第一节 单制剂的检测	138
一、L-赖氨酸盐酸盐	138
二、L-赖氨酸硫酸盐	139

三、DL-蛋氨酸	140
四、液态蛋氨酸羟基类似物	140
五、L-苏氨酸	142
六、L-色氨酸	142
第二节 饲料中常规氨基酸和含硫氨基酸的测定	143
一、离子交换色谱法	143
二、柱前衍生-高效液相色谱法	147
第三节 饲料中游离氨基酸的测定	150
第四节 饲料中色氨酸测定方法	151
一、高效液相色谱法	151
二、分光光度法	152
第五节 饲料中液态蛋氨酸羟基类似物的测定——高效液相色谱法	153
第六节 宠物饲料中牛磺酸的测定	155
第七节 饲料中有效赖氨酸的测定	156
第七章 饲料品质增强剂分析	158
第一节 防霉剂的检测	158
一、丙酸钠	158
二、丙酸钙	159
三、饲料中丙酸、丙酸盐的测定	160
第二节 抗氧化剂的检测	161
一、乙氧基喹（乙氧基喹啉）的检测	162
二、饲料中丁基羟基茴香醚、二丁基羟基甲苯和乙氧喹的测定	162
第三节 调味剂和着色剂的检测	164
一、鲜味剂——谷氨酸钠	164
二、糖精	165
三、 β -胡萝卜素	166
第四节 酶制剂活性的测定	167
一、木聚糖酶	167
二、 β -葡聚糖酶	169
三、纤维素酶	170
四、果胶酶	172
五、酸性蛋白酶	173
六、植酸酶	174
七、 α -半乳糖苷酶	177
第八章 药物分析	179
第一节 饲料中允许使用的药物添加剂的测定	179
一、金霉素	179
二、土霉素——高效液相色谱法	180
三、喹乙醇	181
四、杆菌肽锌	182
五、莫能菌素——高效液相色谱法	183

六、拉沙洛西钠——高效液相色谱法	184
七、盐酸氯苯胍——高效液相色谱法	185
八、盐酸氨丙啉——高效液相色谱法	186
九、盐霉素——高效液相色谱法	187
十、马杜霉素——高效液相色谱法	189
十一、甲基盐霉素——高效液相色谱法	190
十二、尼卡巴嗪——高效液相色谱法	191
十三、维吉尼亚霉素——高效液相色谱法	192
十四、阿美拉霉素——高效液相色谱法	194
第二节 饲料中混饲处方药物的测定	195
一、磺胺二甲基嘧啶和磺胺间甲氧嘧啶——高效液相色谱法	195
二、磺胺喹噁啉——高效液相色谱法	196
三、安普霉素——高效液相色谱法	197
四、诺氟沙星(氟哌酸)	198
五、泰乐菌素——高效液相色谱法	199
六、青霉素G——高效液相色谱法	200
七、泰妙菌素——高效液相色谱法	202
八、13种喹诺酮类药物的快速溶剂提取与同时测定——高效液相色谱法	203
第九章 饲料加工品质检测	205
第一节 物理指标	205
一、配合饲料粉碎粒度、颗粒饲料的硬度与粉化率的测定	205
二、饲料混合均匀度的测定	206
三、水产饲料的水中稳定性的测定	209
第二节 化学指标	209
一、大豆、豆粕及其他制品的脲酶活性的测定	209
二、豆粕蛋白溶解度的测定	211
三、热加工饲料(颗粒、膨化挤压饲料)中淀粉糊化度的测定	212
第十章 天然毒素分析	214
第一节 饲料中游离棉酚的测定	214
一、苯胺比色法	214
二、间苯三酚法(快速法)	215
第二节 饲料中异硫氰酸酯和噻唑烷硫酮的测定	216
一、异硫氰酸酯——气相色谱法	216
二、异硫氰酸酯——银量法	217
三、噻唑烷硫酮——紫外分光光度法	220
第三节 饲料中亚硝酸盐的测定	221
第四节 饲料中氰化物的测定	223
第五节 大豆胰蛋白酶抑制因子和脲酶活性的检测	224
一、大豆胰蛋白酶抑制因子活性的检测	224
二、大豆制品中脲酶活性的测定	227
第六节 植物凝集素的检测	229

131 一、红细胞凝集反应——半定量法	229
131 二、间接抑制酶联免疫吸附测定法	230
61 第七节 大豆皂甙的检测	231
731 一、定性鉴别	231
681 二、定量分析	231
01 第八节 饲料中单宁的检测	232
101	
第十一章 霉菌和霉菌毒素分析	234
11 第一节 饲料中霉菌总数的测定	234
2 第二节 饲料中黄曲霉毒素的测定	236
041 一、黄曲霉毒素 B ₁	236
001 二、黄曲霉毒素总量	242
51 第三节 饲料中赭曲霉毒素 A 的测定	244
891 一、薄层色谱法	244
891 二、酶联免疫吸附法	245
005 三、高效液相色谱方法	247
2 第四节 饲料中玉米赤霉烯酮的测定	249
202 一、定性测定	249
二、薄层色谱法	252
三、酶联免疫吸附法	254
21 第五节 饲料中脱氧雪腐镰刀菌烯醇的测定	256
202 一、薄层色谱法	256
202 二、气相色谱法	258
01 第六节 饲料中伏马毒素的测定	259
902 一、高效液相色谱法	259
902 二、酶联免疫吸附法	261
112	
第十二章 重金属与其他有毒有害元素分析	263
第一节 饲料中铅的测定	263
11 第二节 饲料中镉的测定	265
11 第三节 饲料中汞的测定	266
11 第四节 饲料中铅、镉、汞的测定——双硫脲比色法	269
51 第五节 饲料中铬的测定	270
31 第六节 饲料中钼的测定	273
61 第七节 饲料中总砷的测定	274
11 第八节 饲料中氟的测定——离子选择性电极法	279
022	
第十三章 外源性有毒有害物质分析	281
21 第一节 饲料中多环芳烃、多氯联苯和二噁英的测定	281
121 一、苯并[a]芘——高效液相色谱法	282
022 二、多氯联苯——气相色谱法	283
722 三、二噁英	284
02 第二节 饲料中农药残留量的测定	289

一、六六六、滴滴涕——气相色谱法	290
二、有机磷农药——气相色谱法	293
三、氨基甲酸酯类——气相色谱法	296
四、除虫菊酯类——气相色谱法	297
第十四章 违禁药物和其他违禁品分析	300
第一节 饲料中促进组织代谢类药物的检测	300
一、己烯雌酚	300
二、雌二醇——高效液相色谱法	301
第二节 饲料中 β -激动剂的检测	302
一、沙丁胺醇、莱克多巴胺和盐酸克仑特罗的同时测定——高效液相色谱-质谱联用法	302
二、齐帕特罗	304
第三节 碘化酪蛋白——高效液相色谱-质谱联用法	305
第四节 饲料中氯霉素的测定——气相色谱法	308
第五节 饲料中硝基呋喃类药物的检测	310
一、呋喃唑酮——高效液相色谱法	310
二、呋喃唑酮、呋喃他酮、呋喃西林和硝呋烯腙	312
第六节 饲料中二甲硝咪唑的测定——高效液相色谱法	314
第七节 饲料中镇静类药物的检测	315
一、地西泮——高效液相色谱法	315
二、异戊巴比妥	316
三、盐酸异丙嗪、盐酸氯丙嗪、地西泮、盐酸硫利达嗪和奋乃静的同步测定	317
第八节 饲料中苏丹红染料的测定	320
第九节 饲料中三聚氰胺的检测	321
一、高效液相色谱法	321
二、气相色谱-质谱联用法(确证法)	323
第十五章 致病微生物和其他生物致病因子分析	324
第一节 饲料中沙门菌的检测	324
第二节 饲料中志贺菌的检测	329
第三节 饲料中 β -葡萄糖苷酸酶阳性大肠埃希菌的检测——平板计数法	334
第四节 饲料中大肠埃希菌 O157 的检测——平板检测法	336
第五节 饲料中产气荚膜梭菌的检测——平板计数法	340
第六节 饲料中耐热弯曲杆菌的检测——平板检测法	342
第七节 饲料中凝固酶阳性葡萄球菌(金黄色葡萄球菌和其他种)的检测——平板计数法	348
第八节 饲料中牛羊源性成分定性检测——PCR 方法	350
第十六章 转基因成分的检测	355
第一节 转基因植物及其产品中 DNA 的提取和纯化	355
第二节 转基因大豆与豆粕的检测	357
第三节 转基因玉米检测	360

第四节	转基因油菜籽和油菜籽粕检测	363
第五节	转基因棉籽粕的检测	366
第六节	饲料中转基因成分的检测	369
第七节	饲料用油脂中转基因成分的检测	370
第八节	转基因马铃薯的检测	375
第十七章	饲料原料的掺假与伪劣品识别	379
第一节	饲料原料掺假的现状、发展趋势与基本对策	379
一、	饲料原料掺假的现状和发展趋势	379
二、	饲料原料掺假识别的基本方略	380
第二节	饲料原料的识假实例	380
一、	玉米蛋白粉	380
二、	大米蛋白粉	381
三、	鱼粉	382
四、	DDGS	384
五、	双低菜籽粕的判定	386
第三节	添加剂掺假品识别和质量检测实例	388
一、	磷酸氢钙	388
二、	硫酸锌	390
三、	氯化胆碱	390
四、	甜菜碱盐酸盐	391
五、	肌醇	392
六、	酸化剂	393
第四节	油脂掺假的识别与检测	394
一、	油脂 TBA 值的测定方法	394
二、	皂化值的测定	395
三、	油脂含皂量测定	396
四、	油脂中矿物油的定性检测	396
五、	油脂中石油醚(乙醚)不溶物的检测	396
六、	油脂中生物柴油的检测	397
第五节	添加剂近红外识假——产品指纹图谱鉴别技术	397
一、	技术原理	397
二、	技术流程	398
三、	仪器设备	398
四、	鉴别应用实例	398
参考文献		405

第一章 概 论

第一节 饲料营养、饲料安全与分析检验技术

一、饲料质量的重要性及其基本内涵

饲料作为动物的食料，是养殖动物赖以生存的基础，其成本约占畜牧业总成本的70%，在动物生产中占有极其重要的地位。饲料质量的好坏，不仅直接关系到动物生产性能的发挥和畜牧、水产养殖业的经济效益，关系到肉、蛋、奶等动物产品的数量与质量，关系到环境保护和资源的有效利用，而且还关系到动物和人类的安全与健康。随着畜牧和水产养殖业的不断工业化和集约化，饲料的质量问题比以前任何时候都更为突出，受到了国内外科研、生产乃至政府部门普遍关注。

现代饲料生产的根本目的是满足动物生产的需求，为快速生长的动物提供生长发育、维持、做功、繁殖所必需的全部营养，并要求各种营养素有充足的数量、最佳的比例和最好的利用效率。因此，高营养品质的饲料是一直人们普遍关注和孜孜以求的质量目标。多少年来，从单一饲料到配合饲料，从钙、磷、维生素、微量元素、氨基酸的添加到酶制剂、抗氧剂、防霉剂和益生素等许多新型添加剂的应用，从饲料抗营养因子的控制、破坏和营养素的生物有效性考虑到计算机配方技术和制粒、挤压膨化工艺的运用，无一不是人们围绕提高饲料营养品质做出的努力，有人统计，现代畜牧业与50年前相比，已将猪的日增重提高了160%，而饲料消耗降低了25%，肉鸡8周龄的体重增加了550%，饲料消耗降低了50%。如此巨大的进步与良种选育、饲养管理水平的提高有关，同时也与饲料营养品质的提高分不开。

然而，从20世纪60年代起，一系列恶性事件的发生，如英格兰10万火鸡的黄曲霉毒素中毒死亡、英国的疯牛病、比利时的二噁英、西班牙等国发生的 β -激动剂中毒以及许多国家发生的儿童性早熟和世界范围内致病菌对抗生素抗性菌株的出现与扩大等，都是通过饲料引发的，让人们深切地感到饲料安全、食品安全和生态环境安全是密不可分的，提高饲料质量绝不能不考虑其卫生与安全方面的属性。饲料原料中固有的、次生的或外来污染的许多有机的、无机的或生物的有毒有害物质，或是作为添加剂超量、超范围使用或滥用等，不仅会造成动物的急性中毒，更为大量地是表现为对动物食欲、健康、正常生长等产生长期的慢性负面影响，其对动物生产的效果、效益和资源的利用方面造成的影响和损失，常常比急性中毒来得更大、更严重。同时这些物质还会在动物体内残留、蓄积，通过食物链对人类健康和生存环境造成威胁。饲料的营养性能和卫生、安全品质是饲料质量的两个基本属性，它们缺一不可，相互区别，但又不能完全割裂，这不单是由于两者对动物代谢和实际生产中的交互作用，而且因为“营养素”和“有毒有害物质”并不总是具有清晰界限的，在此，且不提像硒这样动物生长所必需，却安全使用范围很窄的营养素，也不提不同形态的铬（三价铬和六价铬）对动物截然不同的作用，就是大家公认的动物所必需的营养元素如氮、磷、锌等，当用量超过一定的限度，也会对环境造成负面影响，目前已成了西方先进国家饲料安全指标的控制对象。饲料营养品质强调营养素的均衡关系也是出于这个道理。

二、饲料质量与饲料分析检验

提高饲料的营养品质和卫生、安全质量需要政府部门的法律、法规、条令和标准的严格规范与监督,需要科技成果的有力支撑,也需要生产部门的诚信、自律和 HACCP (危害分析和关键点控制, Hazard analysis and critical control point) 的认真实施。然而,这一切都离不开科学可靠的分析检测技术。首先,饲料是最典型的原料依赖性产品,饲料原料(包括能量原料——谷物、农副产品等,蛋白原料——饼粕或鱼粉等和各种饲料添加剂)的好坏很大程度上决定了饲料产品的质量。原料的真伪、优劣,营养成分的含量、杂质和有害物质的存在与否或是否超标,必须靠分析检测来完成;其二,产品的配方设计的技术核心与实质是在最低成本的约束条件下,使原料中各种营养素的“实际有效的”含量满足动物营养需求求解过程,无论是原料的营养素实际含量、营养素的生物有效性或动物的营养需求也都离不开分析检测技术,再看加工,加工过程中任何工艺条件和操作参数的选择、确定,也都是通过对原料、中间产品直至成品进行一系列分析检测,和对所得数据的分析研究来完成的。所以,饲料生产的每个关键环节的质量保证、质量控制和最终产品的质量监督都必须伴随、依赖分析检测,分析检测技术水平的高低决定着饲料质控效果。生产如此,科研更是如此。因为动物营养和饲料科学的每个具体领域的研究,或新资源、新产品和新工艺开发,都首先要阐明各种物质(营养物或有害物)代谢途径、相互作用及其与免疫、疾病的关系,或是揭示这些物质在加工、贮藏或在整个生物链中量与质的变化规律等,其研究过程就是完成大量的饲料和各种生物材料的分析检测和对检测数据精心统计、分析,发现内在规律、提升为理论的过程。历史证明,许多学科的进步都会受到实验技术和实验手段的制约,而实验技术、实验手段的每个突破,都会带来科学技术新的繁荣与飞跃。20 世纪有 27 项诺贝尔奖直接与检测仪器和技术有关,约占物理学奖项的 68.4%,化学奖的 74.6%,生物、医学学科奖项的 90%。饲料的分析与检测在社会经济领域同样起着十分重要的作用,科学可靠的分析检测结果不仅是社会采取重大法律行动和解决国内、国际贸易纠纷的重要依据,也是政府制定政策、法律的科学基础和重要依据。

第二节 饲料分析检测的基本内容与方法

一、基本内容

饲料的分析检测目标与内容都是围绕着饲料的基本功能与属性进行的,对饲料质量的要求明确了,分析检测内容自然也就清晰了,现将饲料分析检验的主要成分或目标化合物列于表 1-1。

二、基本方法

饲料分析检验常用的方法有感官分析法、物理分析法、显微镜检法、化学法、近红外光谱分析法和生物学方法。这些方法各有特点,在饲料分析检验中,可以互相配合,相互补充。

(1) 感官分析法 是利用人的视觉、嗅觉和触觉,通过饲料原料、饲料或饲料添加剂的外观,如颜色、形状、气味、性状特征或一致程度以及是否结块、霉变等,对其真、伪以及是否掺杂、变质等质量状况做出初步判断,虽然简单,却是人们接受待检样品后,第一个必须进行的检验步骤。

表 1-1 饲料分析检测的基本内容^①

目标属性	分 类	检测的主要内容与目标
营养性能品质	概略组分分析	水分、灰分 蛋白质(粗蛋白质、真蛋白质)与其他含氮化合物 脂肪:粗脂肪、油脂的酸值、碘值、不皂化值、过氧化值、磷脂等 碳水化合物:糖、淀粉、非淀粉多糖、粗纤维、ADF 纤维、NDF 纤维、木质素 能量 无氮浸出物
	重要营养素分析	矿物质元素 ^② :常量元素:钾、钠、钙、镁、磷、氯等 微量元素:铁、铜、锌、锰、钴、铬、硒、碘等 维生素:脂溶性——维生素 A、D ₃ 、E、K ₃ 水溶性——维生素 B ₁ 、B ₂ 、B ₆ 、B ₁₂ 、C、生物素、泛酸、叶酸、烟酸(烟酰胺)、氯化胆碱等 氨基酸:蛋白氨基酸 游离氨基酸 脂肪酸
	营养增强剂分析	防腐剂、抗氧化剂 调味剂、着色剂 酶制剂 保健促长剂:抗微生物制剂 抗寄生虫制剂
	加工品质分析 ^③	豆粕的尿酶活性与蛋白溶解度 饲料粒度与混合均匀度 颗粒饲料的硬度、糊化度、粉化率 鱼虾饲料的水中稳定性
	卫生、安全品质	天然有机有害物质:抗营养因子 游离棉酚、氰化物、亚硝酸盐、单宁、 异硫氰酸酯、噻唑烷硫酮、组胺、生物碱等 无机有毒有害元素:铅、砷、汞、镉、氟 工业污染物(3,4-苯并芘、多氯联苯)和二噁英 农药残留:有机磷、有机氯、氨基甲酸酯、拟除虫菊酯等 违禁或滥用的药物: β -激动剂、同化激素、氯霉素、硝基呋喃类药物、安定等镇静剂类药物等
	生物有毒有害因子	霉菌毒素:黄曲霉毒素、赭曲霉毒素、玉米赤霉烯酮等 致病微生物:沙门菌、弯曲菌、大肠杆菌 转基因植物:玉米、大豆、油菜籽……

① 表中列出的是分析检验的目标项目、化合物或元素,其检验对象,即具体的样品可包括饲料原料、饲料(如配合饲料、浓缩饲料、预混合饲料)或添加剂等,不同的样品特别是添加剂中目标化合物或元素的分析方法可能不同。

② 氟、砷等元素也是动物生长所必需的,但通常在饲料检验中将其划归有毒有害之列。

③ 有些书籍将饲料质量分为:营养品质、加工品质和卫生、安全品质,鉴于许多加工品质直接影响营养性能的发挥,所以本书将其归为营养性能品质。

(2) 物理分析法 是通过分析检验饲料或饲料添加剂的某一或某些物理特性,如粒度、容重、硬度、熔点、旋光度等,对饲料或饲料添加剂质量做出判断,某些在检测过程中不伴随发生任何化学变化的方法如显微镜检和近红外光谱分析也可列为物理分析法。但由于当今的显微镜检大多与点滴或其他快速化学鉴别试验相结合,加之它们在饲料分析检测中的重要地位或发展势头,本书将它们分别作为单独的方法做一概略的介绍。

(3) 显微镜检 可视作视觉感官分析的延伸,但可定性也可定量。定性检验是通过体视显微镜(放大倍数 7~40 倍)检测的外表特征或生物(复式)显微镜(放大倍数 40~500 倍)检测的细胞形态对单一或混合的饲料原料做出鉴别或评价。定量则是对成品饲料组分或原料中掺杂物或污染物比例做出测定。经过几十年的发展、完善和标准样(或图鉴)积累,加之与点滴试验和一些简单化学鉴别试验的结合,显微镜检已发展成为饲料分析必不可少的