

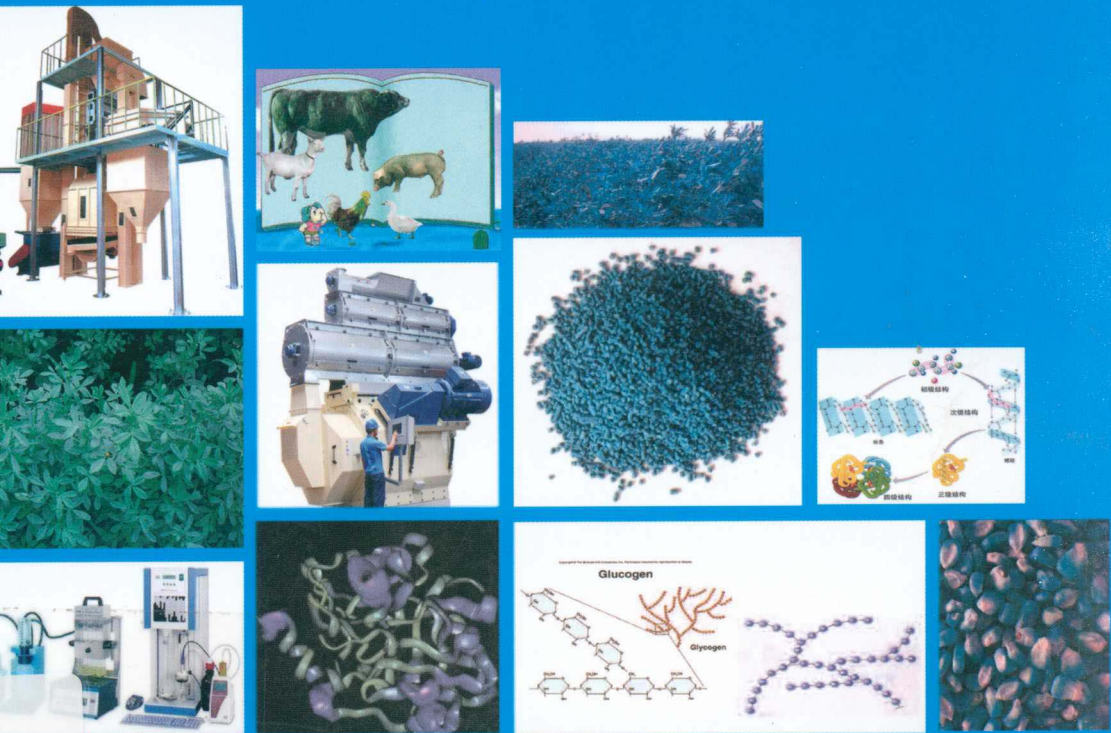
高等院校动植物类本科专业实验指导系列教材（之七）

Animal Nutrition and Feed Science Experiment Manual

动物营养与饲料学 实验指导

主 编：张 晶 赵 云 史旭东

主 审：沈景林



吉林大学出版社

高等院校动植物类本科专业实验指导系列教材(之七)

动物营养与饲料学实验指导

(第一版)

主 编 张 晶 赵 云 史旭东

主 审 沈景林

动物科学及相关专业用

吉林大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

动物营养与饲料学实验指导/张晶,赵云,史旭东主编.—长春:
吉林大学出版社,2010.1

(高等院校动植物类本科专业实验指导系列教材之七)

ISBN 978-7-5601-4421-4

I. ①动… II. ①张… ②赵… ③史… III. ①动物营养—实
验—高等学校—教学参考资料 ②饲料—实验—高等学校—教
学参考资料 IV. ①S816-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 016872 号

书 名:高等院校动植物类本科专业实验指导系列教材(之七)

动物营养与饲料学实验指导

主 编:张 晶 赵 云 史旭东 主编

责任编辑、责任校对:矫正

吉林大学出版社出版、发行

开本:787×1092 毫米 1/16

印张:17.875 字数:310 千字

ISBN 978-7-5601-4421-4

版权所有 翻印必究

社址:长春市明德路 421 号 邮编:130021

发行部电话:0431-88499826

网址:<http://www.jlup.com.cn>

E-mail:jlup@mail.jlu.edu.cn

封面设计:杨 举

吉林省金山印务有限公司 印刷

2010 年 1 月 第 1 版

2010 年 1 月 第 1 次印刷

定价:37.00 元

编写委员会

主任委员	曾凡勤			
编委	张乃生	潘洪玉	刘静波	王忠东
	张嘉保	赵志辉	王庆钰	张梅
	王守宏	柳增善	丁洪浩	常晓宏

编审人员

主 编	张 晶	赵 云	史旭东	
副主编	李玉梅	唐鸿宇	丁雪梅	
主 审	沈景林			
编 者	丁洪浩	丁雪梅	房恒通	李玉梅
	牛淑玲	饶家辉	史旭东	唐鸿宇
	王宏娟	邢沈阳	张 晶	赵 云

序

培养学生实践动手能力和创新能力,是高等学校人才培养的主要目标之一,是本科教学质量与教学改革工程的重要内容。而大力加强实验教学,建设一批具有科学性、系统性、先进性和可操作性的实验教材,是不断提高实验教学水平和人才培养质量的有效保障。

吉林大学农学部历来重视通过实验教学培养学生的动手技能和创新能力。目前,在加强实验教学条件建设的同时,为适应人才培养目标和教学内容改革,加强实验教材建设,现以本校为主体,联合相关院校,编写了这套《高等院校动植物类本科专业实验指导系列教材》,涵盖了动物类专业、植物类专业和食品类专业等实验课程,计划出书二十余部,与高水平实验教学示范中心建设相匹配,从而使实验教材建设规范化、配套化、系列化,进一步规范实验教学,对相关专业实验教学起到示范和带动作用。这套实验教材有三个比较突出的特点:

一是系统性。丛书涵盖了高等院校动植物类的动物医学、动物科学、生物技术、农学、园艺、植物保护、农业资源与环境、食品科学与工程、食品质量与安全等专业主要学科基础和专业必修课程,与每门课程的理论教材相配合,完善了教材体系建设。每本实验指导既单独成册、自成体系,同时又按专业分类规划、成型配套。这种实验教材编写方式,在其它学科专业领域有过成功范例,但在动植物类专业尚不多见。

二是实用性。参加丛书编写的教师,既有具有较高学术造诣的专家学者,又有长期从事实验教学的行家里手,均具有较强的教学内容选择和把握能力,在编写过程中注重了简洁明快,宜学宜用。每本教材对实验关键仪器设备的使用方法、注意事项给予了介绍,对每个项目的实验目的、材料、方法进行了说明,对实验内容、原理、操作、仪器设备的使用等进行了规范,加强了实验准备、基本规范、标准操作、参数测定、数据合成、误差分析、实验报告写作等训练,书中图例丰富,示范方法准确,着力强化基本实验操作能力的规范培养。丛书适用于全日制动植物类专业的本科生及研究生实验教学,也可作为相关专业科研人员的参考书

和技术人员的培训教材。

三是创新性。教材依据动植物类专业实验课程的教学基本要求,融合专业改革和课程改革成果,结合理论教学的需要和实验条件的改进,以广受认可的高水平专业理论教材为蓝本,有计划地调整实验内容,对经典实验项目进行了改造,引入了本专业最新相关科研成果和国外高水平教材内容。在编写体例上,每本教材将实验项目划分成了演示性实验、验证性实验、综合性实验、设计性实验和研究性实验等类型,分章节安排编写,部分课程的综合性、设计性实验项目所占比例达到了30%以上,并安排了一定数量的由学生自主完成的综合性实验项目,引导学生自主设计、自主实验,加强了学生科学研究能力和团队协作精神培养,推进学生自主学习、合作学习、研究性学习。

系列化出版这样一套动植物类专业实验教学指导教材,在高等农业教育中还属于一个尝试。相信这套系列实验指导教材的出版和推广应用,能为提高学生的实践动手能力,为创新型人才培养起到应有的推动作用。



二〇〇九年五月二十八日

前 言

《动物营养与饲料学实验指导》第一版,全书分为五个章节,主要包括动物营养学、饲料学、配合饲料学、家畜环境卫生学等实习的应用配套教材,以适用于动物科学专业大学本科教学为主,兼适用于相关多种专业。营养成分分析方面,以掌握与熟悉常规和快速测定技术为主,兼了解微量营养成分分析技术简况,可用作院校教材,兼可供于相关科研与生产工作者应用。全书共含有 51 个实验实习项目,附有我国饲养标准、饲料原料营养成分表及附有动物饲养实验室常用试剂配制和仪器使用技术资料,便于实际应用。

本书由吉林大学动物科学系的老师编写,由张晶、赵云、史旭东三位为主编,李玉梅、唐鸿宇、丁雪梅为副主编及丁洪浩、牛淑玲、邢沈阳、房恒通等为编委成员,受到沈景林教授的精心审阅和修改,在此表示诚挚谢意。

本书适于高等院校的动物科学、水产、实验动物和饲料工程等专业以及高等农业职业教育、电大、函授等有关专业的大学本科和大专等实验教材,并可供从事相关教学、科研与科技工作者作参考用书。书中不足之处,敬请指正。

编 者

2009 年 4 月

目 录

第一章 饲料营养成分分析	1
实验 1 饲料分析检验的基本要求	1
实验 2 饲料样品的采集	3
实验 3 饲料样品的制备	11
实验 4 新鲜饲料游离水的测定	13
实验 5 饲料中吸附水的测定——烘干法	15
实验 6 饲料中粗灰分的测定——灼烧法	16
实验 7 饲料中粗脂肪的测定——浸提法	18
实验 8 饲料中粗蛋白质的测定——凯氏定氮蒸馏法	21
实验 9 饲料中粗纤维的测定——酸碱法	26
实验 10 饲料中无氮浸出物的计算	31
实验 11 饲料中钙含量的测定——滴定法	32
实验 12 饲料中总磷含量的测定——比色法	35
实验 13 饲料中水溶性氯化物测定——硝酸银法	37
实验 14 样品能值的测定	41
实验 15 饲料中氨基酸的测定	46
实验 16 原子吸收光谱分析法测定饲料中微量元素	55
实验 17 现代近红外光谱分析在饲料工业中的应用	60
实验 18 饲料中维生素的检测	65
第二章 饲料质量安全检测	77
实验 19 掺假鱼粉的鉴别	77
实验 20 脲酶活性快速测定——酚红法	79
实验 21 蛋白溶解度的测定	83
实验 22 配合饲料混合均匀度的测定	84
实验 23 油脂酸价的测定	87
实验 24 饲料中黄曲霉毒素 B ₁ 的测定——薄层层析法	88

实验 25	饲料中亚硝酸盐的测定——盐酸萘乙二胺法	94
实验 26	饲料中游离棉酚的测定	97
实验 27	饲料中三聚氰胺的测定——气相色谱质谱联用法	101
实验 28	饲料总砷含量的测定	104
实验 29	饲料中汞含量的测定	111
实验 30	饲料中霉菌总数的测定	113
第三章	动物饲养试验	117
实验 31	畜禽饲养试验设计	117
实验 32	饲料中某养分消化率的测定——全收粪法	122
实验 33	家禽饲料代谢能的测定	131
实验 34	氮碳平衡实验	135
第四章	配合饲料的配制和加工	138
实验 35	全价配合饲料配方设计(一)	138
实验 36	全价配合饲料配方设计(二)	142
实验 37	浓缩饲料的配制	147
实验 38	添加剂预混料的配制	150
实验 39	饲料加工厂参观与见习	155
实验 40	粉状饲料粒度的测定	158
实验 41	饲料设备测绘	159
实验 42	制粒实验	160
实验 43	颗粒饲料的粉化率测定	161
第五章	家畜环境卫生	163
实验 44	气象因素的测定	163
实验 45	辐射热、照度、畜舍采光和噪声的测定	174
实验 46	散热量的测定	179
实验 47	空气卫生状况的测定	182
实验 48	畜舍隔热和换气量的计算	192
实验 49	畜牧场设计图的识别	200
实验 50	水质检验	206
实验 51	饮水氯化消毒有关指标的检验	231
附录		237
参考文献		276

第一章 饲料营养成分分析

实验 1 饲料分析检验的基本要求

【水质要求】

在一般分析检验项目中,无论是试剂配制还是检验过程,均使用蒸馏水。

由于普通蒸馏水中含有二氧化碳、挥发性酸、氨和微量金属离子,所以在进行微量物质分析检验时往往还需将蒸馏水进行特殊处理。一般可用硬质全玻璃蒸馏器重蒸一次,制得重蒸水,或用离子交换纯水器处理制得去离子水,也可用超滤膜纯水器处理得高纯度水,以满足微量物质分析对水质的要求。

【试剂要求】

化学试剂分为四级。一级为优级纯,又称保证试剂,简称 GR 试剂,用作基准物质。二级为分析纯,简称 AR 试剂,为饲料分析检验常用试剂。三级为化学纯,简称 CP 试剂,作为要求较低的分析用。四级为实验试剂,简称 LR 试剂,纯度较低,饲料分析很少采用。

本实验指导分析用的试剂,除特别指明者外,均为“分析纯”试剂;未指明浓度的试剂如盐酸、硝酸、氯仿、氨水等均指原装化工试剂产品。

本实验指导所用溶液,除注明溶剂者外,均为水溶液。

溶液的浓度常用下列表示方法:

1. 比例浓度

系指液体溶质体积与溶剂体积之比,在试剂名称前或后附注(1+2)符号者,第一个数字系表示溶质的体积,第二个数字系表示溶剂的体积。

2. 物质 B 的体积分数

常用于表示溶质为液体的溶液浓度。

3. 质量浓度

ρ 以 100 毫升溶液中所含固体溶质的克数表示的浓度。

4. 物质 B 的摩尔浓度

系指 1 升溶液中含有物质 B 的物质的量。

标准溶液,均要求有准确的浓度,需按规定的标准配制方法配制并进行标定。

【常用分析器皿的洗涤】

实验室最常用的玻璃器皿必须经常清洗保持洁净,其污染原因主要是粘附了油脂等有机物质。没有洗净的玻璃器皿,用水冲淋时,玻璃表面附着水滴,洗涤时,可用毛刷、海绵蘸上洗涤剂洗刷。光学器皿(如比色皿)和计算容器不允许用含摩擦料的擦净剂,洗涤可用化学洗剂如浓硝酸、有机溶剂(乙醚、苯、醇)等。在特殊情况下,可用重铬酸钾-浓硫酸混合洗液,或王水,它们都是氧化性极强的洗净剂。重铬酸钾-浓硫酸混合洗液配方:称取 100 克研细的工业重铬酸钾,加水约 350 毫升,加热溶解成饱和溶液后,徐徐加入浓硫酸至 1 000 毫升。

【安全要求】

分析检验人员应该安全操作,严防事故发生。基本的安全要求如下:

1. 精密仪器应安放在防震、防尘、防潮、防蚀、防晒、有良好的地线及温度变化不大的室内,专人保管、专人使用,操作时应严格按照操作规程进行。地线要专门设置,切勿与水管、煤气管、暖气管相连。

2. 饲料分析用的天平、量器等须按照国家有关规定及规程进行校正,定期校验。

3. 剧毒药品必须由专人保管,使用时切禁用嘴吸或与伤口接触。氨水及过氧化氢等应放在阴凉地方或冰箱中。开启乙酸及氨水绝不能将瓶口对着自己与别人。

4. 试验时若产生酸、碱有腐蚀性和有毒有害气体和蒸气时,如氮氧化物、溴、氯、硫化氢等,应在通风柜中进行操作。

5. 使用易燃易爆的有机试剂时要远离火源,禁止用火焰或电炉直接加热。要注意保持实验室通风良好。

6. 每天工作结束时,一定要检查水、电、煤气、气瓶、窗、门等是否关好,养成习惯,以防事故发生。

7. 实验室要有防火的措施,如灭火器、灭火砂,以备急用。

8. 实验室应备有简单的卫生药品。

【分析结果的表示方法】

饲料分析中,每个试样应称两份进行平行测定,以其算术平均值表示分析结

果。若进行多次测定,其结果用标准偏差、平均标准偏差等表示测定数据的离散程度(精密度)。

饲料分析要求报告的分析结果既反映数据集中的趋势,又反映分析的精密程度。通常饲料分析中,化学组分一般是以对新鲜物、风干物、无水物的百分率表示,报告的常量组分如水分、蛋白质、淀粉、纤维素、糖分、灰分、脂肪等项的分析结果,常以质量分数表示,即每 100 克样品中含该组分的克数之比的百分数;维生素、矿物元素、添加剂等微量组分,常采用毫克/千克或微克/千克表示。

实验 2 饲料样品的采集

【实验原理】

从待测饲料原料或产品中获取一定数量、具有代表性部分的过程称为采样,所采集的部分饲料称为样品或样本(sample)。采样的原理是利用各种采样工具,根据待测饲料的种类、特性(如形态、均匀度、颗粒大小等)和数量,利用数学原理,按照科学方法来采集样品,使采集的样品具有代表性。

【实验目的和要求】

1. 采样的目的

采样的根本目的是通过对样品的理化指标的分析,客观反映受检饲料原料或产品的品质。样品的分析结果有不同的用途。对饲料工业而言,采样左右着许多方面的决策,并且这种影响面很广泛,具体主要表现在以下 8 个方面:

- (1)为饲料配方选择原料。
- (2)选择原料供应商。
- (3)接收或拒绝某种饲料原料。
- (4)判断产品的质量是否符合规格要求和保证值,以决定产品出厂与否或仲裁买卖双方的争议。
- (5)判断饲料加工程度和生产工艺控制质量。
- (6)分析保管贮存条件对原料和产品质量的影响程度。
- (7)保留每一批饲料原料或产品的样品,以备急需时用。
- (8)分析测定方法的准确性和实验室或人员之间操作误差的比较。

由权威实验室仔细分析化验的样品可作为标准样品。将标准样品均匀分成

若干平行样品,分别送往不同实验室或人员进行分析,比较不同实验室或人员测定结果的差异,用于校正或确定某一测定方法或某种仪器的准确性,规范实验分析操作规程,提高分析人员的操作水平。

2. 采样的要求

(1) 样品必须具有代表性

受检饲料容积和质量往往都很大,而分析时所用样品仅为其中的很小一部分,所以样品采集的正确与否决定分析样品的代表性,直接影响分析结果的准确性。因此,在采样时,应根据分析要求,遵循正确的采样技术,并详细注明饲料样品的情况,使采集的样品具有足够的代表性,使采样引起的误差减至最低限度,使所得分析结果能为生产实际所参考和应用。否则,如果样品不具有代表性,即使一系列分析工作非常精密、准确,无论分析了多少个样品的数据,其意义都不大,有时甚至会得出错误结论。

(2) 必须采用正确的采样方法

正确的采样应该从具不同代表性的区域取几个样点,然后把这些样品充分混合成为整个饲料的代表样品,然后再从中分出一小部分作为分析样品用。采样过程中,做到随机、客观,避免人为和主观因素的影响。

(3) 样品必须有一定的数量

不同的饲料原料和产品要求采集的样品数量不同,主要取决于以下三个因素:

① 饲料原料和产品的水分含量。水分含量高,则采集的样品应多,以便干燥后的样品数量能够满足各项分析测定要求;反之,水分含量少,则采集的样品可相应减少;

② 原料或产品的颗粒大小和均匀度。原料颗粒大,均匀度差,则采集的样品应多;

③ 平行样品的数量。同一样品的平行样品数量越多,则采集的样品的数量就越多。

(4) 采样人员应有高度责任心和熟练的采样技能

采样人员应明白自己是饲料厂管理及产品质量的“眼睛”,应具有高度的责任心,在采样时,认真按操作规程进行,不弄虚作假和谋取私利,及时发现和报告一切异常的情况。

采样人员应通过专门培训,具备相应技能,经考核合格后方能上岗。

(5) 重视和加强管理

主管部门、权威检测机构和饲料企业必须高度重视采样和分析的重要性,加强管理。管理人员必须熟悉各种原料、加工工艺和产品;对采样方法、采样操作规程和所用工具提供相应规定;对采样人员提供培训和指导。

【仪器设备】

采样工具种类很多,但必须符合要求:

1. 能够采集饲料中的任何粒度的颗粒,无选择性;
2. 对饲料样品无污染。如不增加样品中微量金属元素的含量或引入外来生物或霉菌毒素。目前使用的采样工具主要有以下几种:剪刀、刀、取样铲、组织捣碎机、中药粉碎机(40~60 目)、采样器(适用颗粒料)、套管采样器(适用于粉状饲料)、扦样玻璃管、扦样筒(适用于散状液体饲料)。

【实验方法】

1. 采样的步骤

(1) 采样前记录。采样前,必须记录与原料或产品相关的资料,如生产厂家、生产日期、批号、种类、总量、包装堆积形式、运输情况、贮存条件和时间、有关单据和证明、包装是否完整、有无变形、破损、霉变等。

(2) 原始样品采集。也叫初级样品,是从生产现场如田间、牧地、仓库、青贮窖、试验场等的一批受检的饲料或原料中最初采取的样品。原始样品应尽量从大批(或大数量)饲料或大面积牧地上,按照不同的部位即深度和广度来分别采取一部分,然后混合而成。原始样品一般不得少于 2 千克。

(3) 次级样品。也叫平均样品,是将原始样品混合均匀或简单的剪碎混匀,从中取出的样品。平均样品一般不少于 1 千克。

(4) 分析样品。也叫试验样品。次级样品经过粉碎、混匀等制备处理后,从中取出的一部分即为分析样品,用做样品分析用。分析样品的数量根据分析指标和测定方法要求而定。

2. 采样基本方法

虽然采样的方法随不同的物品而不同,但一般来说,采样的基本方法有 2 种:几何法和四分法。

(1) 几何法:指把整个一堆物品看成一种具有规则的几何立体,如立方体、圆柱体、圆锥体等。取样时首先把这个立体分成若干体积相等的部分(虽然实际不

便去做,但至少可以在想像中将其分开),这些部分必须在全体中分布均匀,即不只是在表面或只是在一面。从这些部分中取出体积相等的样品,这些部分的样品称为支样,再把这些支样混合即得样品。几何法常用于采集原始样品和大批量的原料。

(2)四分法:是指将样品平铺在一张平坦而光滑的方形纸或塑料布、帆布、漆布(大小视样品的多少而定)上,提起一角,使饲料流向对角,随即提起对角使其流回,使饲料反复移动混合均匀,然后将饲料堆成等厚的四方形体用药铲、刀子或其他适当器具,在饲料样品方体上划一“十”字形,将样品分成 4 等份,任意弃去对角的 2 份,将剩余的 2 份混合,继续按前述方法混合均匀、缩分,直至剩余样品数量与测定所需要的用量相近时为止,见图 2-1。

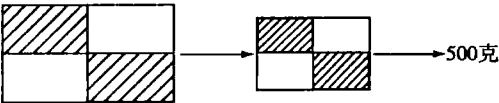


图 2-1 四分法示意图

对粉末状、均匀度高的样品,可直接通过四分法采集分析样品,一般在 500 克左右。对颗粒大、均匀度不好的饲料如子实饲料,通过四分法可从原始样品中采集次级样品。次级样品至少在 1 千克左右。

3. 不同饲料样品的采集

不同饲料样品的采集因饲料原料或产品的性质、状态、颗粒大小或包装方式不同而异。

(1)粉状和颗粒饲料

①散装:散装的原料应在机械运输过程中的不同场所(如滑运道、传送带)取样。如果在机械运输过程中未能取样,则可用探管取样,但应避免因饲料原料不均而造成的错误取样。

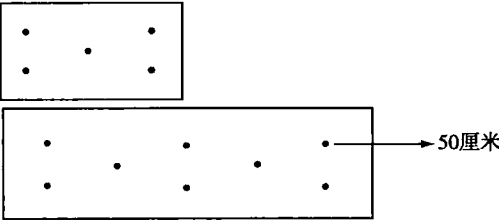


图 2-2 散装取样示意图

取样时,用探针从距边缘 50 厘米的不同部位分别取样,然后混合即得原始样品。取样点的分布和数目取决于装载的数量,见图 2-2。也可在卸车时用长柄勺、自动选样器或机器选样器等。间隔相等时间,截断落下的料流取样,然后混合得原始样品。

②袋装:每批采样的袋数取决于总袋数、颗粒大小和均匀度,取样袋数至少为总袋数的 10%,也可以按计算得出, $\sqrt{\text{总袋数}/2}$ 为中小颗粒饲料。玉米、大麦等取样的袋数不少于总袋数的 5%;粉状饲料取样袋数不少于总袋数的 3%。总袋数在 100 袋以下,取样不少于 10 袋,每增加 100 袋需增加 1 袋。

取样时,用口袋探针从口袋的上下两个部位采样,或将袋平放,将探针的槽口向下,从袋口的一角按对角线方向插入袋中,然后转动器柄使槽口向上,抽出探针,取出样品。大袋的颗粒饲料在采样时,可采取倒袋和拆袋相结合的方法取样,倒袋和拆袋的比例为 1 : 4。倒袋时,先将取样袋放在洁净的样布或地面上,拆去袋口缝线,缓慢放倒,双手紧握袋底两角,提起约 50 厘米高,边拖边倒,至 1.5 米远全部倒出,用取样铲从相当于袋的中部和底部取样,每装各点取样数量应一致,然后混匀。拆袋时,将袋口缝线拆开 3~5 针,用取样铲从上部取出所需样品,每袋取样数量一致。将倒袋和拆袋采集的样品混合即得原始样品。

③仓装:一种方法是当原始样品在饲料进入包装车间或成品库的流水线或传送带上、贮塔下、料斗下、秤上或工艺设备上时采集。具体方法是:用长柄勺、自动或机械式选样器,每相同间隔时间截断落下的饲料流。间隔时间应根据产品移动的速度来确定,同时要考虑每批选取的原始样品的总量。对于饲料级磷酸盐、动物性饲料粉和鱼粉应不少于 2 千克,而其他饲料产品则不低于 4 千克。另一种方法是针对储藏在饲料库中的散状产品的原始样品。具体方法是:按高度分层采样,即采样前将层表面划分为 6 个等份,在每一部分的四方形对角线的四角和交叉点 5 个不同地方采样。料层厚度在 0.75 米以下时,从 2 层中选取,即从距料层表面 10~15 厘米深处的上层和靠近地面的下层选取;当料层厚度在 0.75 米以上时,从 3 层中选取,即从距料层表面 10~15 厘米深处的上层、中层和靠近地面的下层选取,采集时从上而下进行。料堆边缘的点应距边缘 50 厘米处,底层距底部 20 厘米。

圆仓可按高度分层,每层分内(中心)、中(半径的一半处)、外(距边缘 30 厘米左右)3 圈。圈仓直径在 8 米以下时,每层按内、中、外分别采 1,2,4 个点,共 7