

全国高等农业院校试用教材

家畜饲养实验指导

北京农业大学主编

畜牧专业用

农业出版社



全国高等农业院校试用教材

家畜饲养实验指导

北京农业大学主编

畜牧专业用

全国高等农业院校试用教材

家畜饲养实验指导

北京农业大学主编

农业出版社出版 (北京朝内大街 130 号)

新华书店北京发行所发行 农业出版社印刷厂印

787×1092 毫米 16 开本 6 印张 120 千字
1979 年 10 月第 1 版 1982 年 6 月北京第 4 次印刷
印数 22,801—31,800 册

统一书号 16144·1991 定价 0.66 元

主编 北京农业大学 杨 胜
编著 甘肃农业大学 彭大惠
北京农业大学 杜 伦
审定 东北农学院 许振英 韩友文
徐孝义
甘肃农业大学 杨诗兴 谢景文
山东农学院 方国玺
四川农学院 杨 凤
华中农学院 马承融
江苏农学院 陆治年
山西农学院 张婉如
贵州农学院 彭国华
西北农学院 金公亮 黄启贤
霍启光 李辉桃
张玉凤
沈阳农学院 王振兴
吉林农业大学 韩维中
云南农业大学 曹坤贤

内蒙古农牧学院 王守清
华 中 农 学 院 陈义凤
新疆八一农学院 梁其英
华南农学院 张 樾
黑龙江农垦大学 郭庆雨
长春兽医大学 胡坚 郭城
河南农学院 杨秋圃
山西大寨农学院 张淑贤
江西共大 傅月华
北京市畜牧局 芦冠声
北京市饲料研究所 李复兴
黑龙江畜牧所 王兴洲
宝鸡奶牛场 易治明
江苏淮阴种猪场 魏尔康
黑龙江阎家岗农场 庄庆士
锦州农校 吴孤樵
兰州军马总场 王光亚

几点说明

1. 根据家畜饲养学课程目前的要求，家畜饲养实验指导暂包括三部分内容：

第一章：饲料营养成分分析（包括热能测定）共十四个实验。

第二章：畜禽的消化代谢试验，共三个实验和一个饲养试验设计实习作业题。

第三章：畜禽的日粮配合与营养检查，共包括乳牛、猪和鸡方面的三个实习作业题。

2. 由于本课程学时数的规定，建议在安排第二章畜禽的消化代谢试验时，可以根据各院校的具体情况，采取集中两周时间的安排，先开始进行一或二种的畜禽消化代谢试验。然后结合进行采取日粮或饲料样本和粪、尿的样本。最后并结合进行：饲料、粪、尿等的营养成分分析的学习。

至于四个实习作业题，建议可安排在与课堂教学的相应部分一起进行。这样既巩固了课堂理论教学，也不致占用了实验时间。并且这部分实习作业题，各校还可以结合各自的具体情况，进行安排内容（如羊的，或马的，或肉用仔鸡的、生长肥育猪的等等），也不必强求一律。

3. 考虑到当前各院校在实验条件与实验手段的现实情况，本实验指导中所采用的一些分析方法与手段，也仍多沿用一般常用的与大家公认的方法。至于一些改进的和需应用近代先进的和自动化的分析仪器的方法，请参阅其它专门著作。

4. 本实验指导供畜牧系畜牧专业家畜饲养学教学时配合使用。由于我们的水平和编写时间上的短促，在内容取材和编排等方面还存在缺点，希望各院校老师、同学在使用后提出宝贵意见，供修订时参考。

编 者

一九七九年三月于北京

目 录

目的要求	1
第一章 饲料营养成分分析（包括热能测定）	5
第一节 饲料（或畜产品）分析样本的采集和制备	5
实验一 样本采集方法	5
实验二 风干样本的制备	7
实验三 新鲜样本的制备	8
实验四 初水分的测定（半干样本的制备）	8
第二节 饲料（或日粮）营养成分分析	9
实验五 饲料中干物质的测定	9
实验六 饲料中粗蛋白质（ $N \times 6.25$ ）的测定——凯氏半微量定N法	11
实验七 饲料中粗脂肪（醚浸出物）的测定	16
实验八 饲料中粗纤维的测定	18
附：Van Soest 中性洗涤纤维（NDF）及酸性洗涤纤维（ADF）的测定方法	22
实验九 饲料中粗灰分（矿物质）的测定	23
实验十 饲料中无氮浸出物（NFE）的计算	24
实验十一 饲料中钙的测定（高锰酸钾法）	25
实验十二 饲料中磷的测定	29
实验十三 饲料中胡萝卜素的测定	33
第三节 饲料热能的测定	37
实验十四 饲料（或日粮）燃烧热、消化能或代谢能的测定	37
第二章 畜禽的消化代谢试验	52
第一节 畜禽消化代谢试验	52
实验十五 消化试验——饲料养分或能量消化率的测定	52
实验十六 物质代谢试验（一）——日粮中蛋白质代谢试验	63
附：尿中N的分析	66
实验十七 物质代谢试验（二）——日粮中钙、磷代谢试验	68
第二节 畜禽饲养试验设计	69
实习一 畜禽饲养试验设计	73
第三章 畜禽的日粮配合（作业题）	74
实习二 产乳牛平衡日粮的配合	74
实习三 猪的日粮配合与EAA营养的检查	81
实习四 家禽的日粮配合与营养检查	86

目的要求

根据家畜饲养学课程目前的要求, 家畜饲养实验暂包括三部分内容: 饲料营养成分分析 (包括热能测定); 畜禽消化代谢试验与饲养试验设计及畜禽的日粮配合。在学习实验内容时, 应明确这是一些基本的实验操作与训练。它是在结合家畜饲养学的理论学习与定量化学分析、生理与生物化学和生物统计与试验设计的基本训练与理论基础上进行的。

近代的家畜饲养学由于动物营养学、生物化学、家畜生理学等基础理论科学的进展, 它的实验课程内容在应用近代生物化学分析技术方面, 有不少新的进展。如氨基酸自动分析、气相、液相色谱分析、原子吸收光谱分析等。这些内容可参考有关的专门书籍。

关于畜禽的消化代谢试验和饲养试验是研究畜禽饲养、营养问题的一些常用方法。在本实验课程初学阶段, 应在一些基本要求方面, 得到严格的科学技术训练与操作上的亲自实践。

下面是关于实验室要求与实验工作的要求, 供参考。

一、对家畜饲养、营养实验室的要求 如上所述, 在进行家畜饲养实验课的教学工作时, 应建立两类实验室:

一类是营养分析实验室, 它包括可进行近代生化营养学和仪器分析方面的实验课程。

一类是动物营养实验室, 它包括可进行动物饲养试验和消化代谢试验方面的实验课程。

在营养分析实验室方面, 除要求具备进行饲料一般常规分析的设备外, 各校应创造条件把分析测定维生素、微量元素和氨基酸的实验室建立起来。并尽可能采用一些先进的自动化的实验手段, 以提高饲养、营养学的教学与科研质量。

在动物营养实验室方面, 可根据各学校的条件, 按动物种类 (猪、牛、羊或鸡) 建立专用的动物消化代谢实验室 (附屠宰试验设备条件)。同时, 在可能条件下, 应把小动物实验室 (如大白鼠) 建立起来, 作为营养实验的一种指示动物。这对学习营养知识和进行营养科研工作, 在节省人力、物力和时间等方面, 都有重要意义。

二、对同学进行家畜饲养实验工作的要求

1. 关于实验指导 本实验指导为结合课堂理论教学上的方便, 在内容的编排次序方面是:

饲料营养成分分析 (包括热能测定); 畜禽的消化代谢试验和 畜禽的日粮配合 (作业题)。

但由于目前各校畜牧专业家畜饲养学的学时数为: 课堂教学 80 学时、饲养实验 50 学

时。因之，在具体安排饲养实验课内容时，一些学校的经验是：采取集中两周的时间，先进行畜禽的消化代谢试验（用一或二种家畜）。结合采取日粮、饲料及粪、尿的分析样本，然后安排饲料分析实验课程的学习。

在这样安排学习时，就可把本实验指导中的第二部分：畜禽的消化代谢试验，提到前面来学习。由于目前各学校的具体情况不完全一样，这些有关实验课程的具体安排，可由各校自定。但本实验指导在学习内容上的要求则是完全一致的。

本实验指导的每个实验大体上包括下列几部分：目的、原理、操作步骤、结果记录与计算、仪器设备、试剂及材料、思考题等。在实验开始前必须把实验指导认真作好预习。

每个实验首先叙述实验的目的。在进行实验之前，必须清楚了解实验的目的，及预期从中学到的知识。

其次是实验的原理部分都作了扼要和简短的介绍。同学必须在进行实验工作之前认真学习，确切理解有关实验的理论知识，然后才能着手进行实验工作。

开始实验之前，须仔细阅读操作步骤，并把一切准备工作做完（包括准备工作的检查在内）。要养成严格的科学技术训练。避免忙乱，浪费时间。

在实验开始以前，应清楚地知道你要做什么和为什么要这样做。因之，同学应结合课堂理论教学和有关资料、文献的参考学习，加深对实验工作的理解。

在实验室中应注意以下各点：

（1）在进行主要操作的间隙，应利用时间完成一些零星工作，如洗涤仪器、计算结果等。有计划的操作和细致、认真的观察是实验工作成功的关键，必须注意不要在实验室中无事可做。

（2）在工作时要使用清洁的仪器，并保持实验台整洁。

（3）如发生问题时，在问教师以前应先自己试行分析与答疑。

实验记录与结果计算必须认真对待，这是实验的最后成果。有些实验要进行一些运算，这时应理解计算公式的原理。

仪器设备、试剂及材料部分只列举出实验所需要的主要仪器、试剂与材料等。实验开始之前，应负责检查这些仪器设备及材料是否齐备。然后再安排实验。

实验所附的思考题应在细致思考后，予以扼要、明确的解答。以加深对实验过程及实验所得结果的理解。

2. 关于实验报告 在实验过程中要做好每一个操作步骤，并随时将观察情况或实验数据记录在实验笔记本上。实验记录数据，不要随便涂改。实验完毕应即整理记录、计算结果写成书面报告。一份好的实验报告其主要特点是：它应当写得十分详尽和具有科学性，文字通顺。这样，别人或自己以后可以根据它重做这些实验，并得到同样的结果或结论。在实验报告中一般应包括下列内容：

（1）实验日期。

（2）实验题目。

(3) 实验目的——应清楚扼要地叙述本次实验所要说明的问题。

(4) 操作步骤——应详尽地叙述实验的操作过程和所观察到的一切情况，便于在重复此项实验时的参考。

(5) 结果——详细记录所得数据，并将计算结果列成表格或绘成曲线，便于作进一步的分析与讨论。

(6) 讨论及结论——应简要总括所得结论，可能时，应与文献资料或课堂学习材料，进行比较与分析。

(7) 思考题——应作简单扼要的回答。

三、关于实验室规则

(1) 实验室须保持清洁整齐，这是进行实验工作的必要条件。在饲养、营养分析实验工作中，必须做好“清洁”工作。凡是定量、生化分析工作所应注意的事项，在本实验工作中也应同样注意。例如，前一个试验疏忽遗留在试管或容器中的化学药品痕迹，会使以后的试验得到错误，甚至失败的结果，这点必须引起特别注意。

仪器药品的放置应有次序，试剂药品不要洒在桌面或地面上。玻璃仪器每次用过后，应随时洗净、烘干。饲料、粪、尿、血液、乳、肉等材料，在采取样本完毕后，立即弃去。实验室、实验工作服、抹布等应经常保持清洁整齐，揩净桌面，物归原处，才能离开实验室。

(2) 使用的玻璃仪器必须清净。实验时产生的废液应倒入水槽中，放水冲走；强酸强碱溶液须先用水稀释，然后倒入废液缸内，切勿倒入水槽，以免腐蚀水管。固体物如滤纸、火柴头、残渣及其它废物亦须倒入废液缸中，不得投入水槽。

(3) 凡发生烟雾，或有毒、有臭味气体的操作或实验，都须在通风橱中进行。避免妨碍实验室工作的进行。

(4) 要注意安全，在使用煤气灯时，应先将火柴划着，一手执火柴近火口，一手慢慢开煤气截门。切勿先开气门，而后再点火柴。这样容易出危险。熄灯时，先关闭气门，火焰自灭。一切按操作规程进行。

在使用易燃药品时，如乙醚、丙酮、石油醚、酒精等，应远离明火，以防着火，引起火灾；在使用煤气、电炉、酒精灯、石油液化气时，人不得远离，以防意外。用毕应及时关闭、灭火。在使用高温电熔炉时，一般不超过 650°C （特殊情况例外），夜间使用时，须有值班人员负责。

通常，实验室中应备有必要的急救箱，贮备各种护理用器材及药品。

(5) 使用恒温箱或冰箱时，应注意保持恒温箱或冰箱的严密。取放物体样本时，须随手轻开轻关，切勿随意开闭。在恒温箱或冰箱内存放物品，必须注明存放人姓名、日期等，以免混淆。要爱护这些仪器设备。

(6) 一些精密仪器如分析天平、离心机、光电比色计、氧弹测热计、氨基酸自动分析仪等应特别爱护。使用前必须熟读使用方法，并须在教师指导下严格按操作规程使用。

遇有问题,应随时请教教师,不得任意拆弄。

(7) 取用试剂或标准溶液,用毕须立即将原瓶塞盖严,放回原处。自瓶中取出的试剂如未用尽,切勿倒回瓶内,以免掺混。

在量取有毒、有害试剂时切勿用口吸,可用滴定管或量筒,并可借助洗耳球吸取。

配制的试剂,必须贴上标签,注明试剂名称、浓度、配制日期。其它样本瓶上亦应贴注明细标签。

(8) 进行实验时必须注意节约电、水、试剂、药品等。不要浪费滤纸及其它消耗物品。应养成节约的良好习惯。

不要损坏仪器,遇有损坏仪器时,应立即报告教师,说明情况。遇有任何意外,应保持冷静,采取应急措施。

(9) 在实验室不准吸烟。使用电学仪器应先检查线路是否正确、电压是否相符。用毕即行拔掉插销。

管理实验动物必须认真负责。饲养、清扫等一切工作,须按实验动物室要求进行。严格执行交接班制度。

四、实验记录及分析误差 实验记录按实验指导书中规定进行。分析误差的规定,按一般要求列示如下:

1. 关于采样误差的规定

(1) 平均试样的水分含量须控制在 7—12% 之间,以免水少时吸水,水多时发霉。

(2) 平均试样必须保存在磨口广口瓶内,盖严。贮存日期一般不超过三个月。

(3) 在进行平均试样的常规成分分析时,一般规定应在二周内把全部成分分析完毕。否则样品因吸水或失水,会影响分析结果。

2. 关于分析误差范围的规定 根据实际应用上的要求及可能达到的精确度,对各项成分分析结果的偶然误差的允许范围,作如下规定:

成 分	允许两次重复测定的相对偏差
一 般 成 分	< 5 %
钙、磷	10% ±
胡 萝 卜 素	10%

例如:胡萝卜素的两次测定结果是:每 100 克样本中含胡萝卜素 4.3mg 及 4.7mg。两者平均值为 4.5mg。

$$\text{其相对偏差} = \frac{4.7 - 4.3}{4.5} \times 100 = 8.8\% < 10\%$$

因此,平均值认为合格。

第一章 饲料营养成分分析（包括热能测定）

第一节 饲料（或畜产品）分析样本的采集和制备

实验一 样本采集方法

（一）采集样本的目的和要求 由一种物品中采集供给分析的样本称之为采样。饲料分析的第一步是采集样本。饲喂家畜的饲料容积和容量都很大，而分析时所用的样本仅为其中的一部分。所采用供分析的样本是否能代表该饲料全部品质问题与采样的方法有很大关系。因此，采样技术在饲料分析工作中占有重要地位。

各种饲料的营养成分由于饲料的品种、生长的土壤、气候、农业栽培技术、收获季节、加工处理、贮藏等情况的不同而有显著的差别。因之，在采样时应根据分析要求，遵循正确地采样技术，并详细注明饲料样本的情况，使所得的分析结果能为生产实际所参考和应用，这就必须考虑到采来的样本，应具有足够的代表性，使它们所引起的误差减至最低限度。

（二）样本采集方法和原则 虽然采样的方法随不同的物品而有不同，但一般说来可根据物品均匀性质分为下列两类：

1. 均匀性质的物品 单相的液体或是搅拌均匀的籽实或粉末（如磨成粉末的各种糠麸、鱼粉、血粉等饲料），它们每一小部分的成分与其全部的成分完全相同。因此，这类物品可以采取其任何一部分作为分析的样本。在通常情况下，粉末或研碎的物品，可用“四分法”来采样。此法操作程序如下：

籽实或粉末置于一张大方形纸或漆布、帆布、塑料布上，提起纸的一角，使粉末流向对角，随即提起对角使籽实或粉末流回，如法将四角反复提起，使粉末反复移动混合均匀。然后将籽实或粉末铺平，用药铲、刀子或其它适当器具，从当中划一“十”字，将样品分成四份，除去对角两份，将剩余两份如前法混合后，再分成四份。重复以上操作手续，直至剩余量与测定用量相近为止。

大量的籽实或粉末也可在洁净的地板上堆成锥形，然后，用铲将堆移至另一处。移动时将每一铲籽实倒于前一铲籽实之上。铲粉末时用相同方法，这样使籽实或粉末由顶向下流至周围。如此反复将堆移动数次，即可混合均匀。

2. 不均匀的物品 许多粗饲料、块根、块茎饲料，家畜屠体等属于这一类。此类物品需要复杂的采样技术，其复杂程度随物品体积的大小和不均匀性质的情况而定。采取代表样

本的原则是,应尽可能地考虑到采取被检物品的各个不同部分,并把它磨碎至相当程度,以使混合均匀,从而再以“四分法”采取分析用样本。在实际情况下,应用上述原则还应根据实用与准确度的要求,对采样技术作下列各点的考虑:

①可能达到的或要求的准确程度;②全部物品均匀程度;③时间、人力、物力的范围;④分析的目的。

凡是大量不均匀的物品,例如一堆干草或一批块根、块茎饲料,其分析样本在送往实验室之前,往往须采取多量样本;然后由取出的样本中重复取样多次,得出一连串逐渐减少的样本,叫做初级、次级、三级……等样本。分析用的样本可以最末一级样本中制备。为了使每一级样本都能代表全部物品。所采用的取样方法称为“几何法”。其操作步骤如下:

所谓“几何法”是把整个一堆物品看成为一种有规则的几何立体(立方形、圆柱形、圆锥形等)。取样时首先把这个立体分为若干体积相等的部分(虽然,不便实际上去作,但至少可以在想象中把它分开),这些部分必须在全体中分布得均匀,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本,这些部分的样本称为支样,再把这些支样混合,即得初级样本。

现今多数法定的取样手续都以这种取样方法为根据,当对某一项物品全部的性质不了解时,必须用这种方法采取样本。

(三) 取样方法在各类不同物品上的应用

1. 谷实类、糠麸、油粕类饲料——可先用“几何法”采样,缩小至500—1,000克样本时,携回实验室。再经“四分法”采样至适当数量后,进行分析样本的制备手续。

2. 青饲料、青贮干草、藁秆可先用“几何法”采取样本,然后缩小至1,000克左右。水分多的青饲料应及时称其鲜样重量,然后携回实验室再完成样本的制备手续。干草的叶子容易脱落,影响其营养成分的含量,采样时必须注意采取完整或具有代表性的样品。

3. 块根、块茎和瓜类饲料——这些都是由不均匀的大体积单位组成的样品,应由多个单独样本中取样以消除每个样本间差异。样本个数之多少,根据样本的种类和成熟之均匀与否,以及所要测定的营养成分而定。一般情况约取10—20个个体(马铃薯取50个,胡萝卜取20个,南瓜取10个),先以水洗净,洗涤时注意勿损伤样本的外皮,洗净后用布拭去表面的水分。然后再以适当的方法由每一个样本上纵切具有代表性的适当部位与数量,切碎后,用“四分法”采样。再进行分析用的样本的制备手续。

(四) 肉类 肉类采样有两种方法,一种是为分析试畜整体的成分,另一种是为分析试畜某一种肌肉的成分。目的不同,采样方法亦有差异。

1. 为家畜整体成分分析的采样法

(1) 以猪为例 将一头猪屠宰、放血,收集全部血液,排尽内脏污物。再将屠体精确地对剖为两片。将内脏(排空的消化道与膀胱)与血液混合为一部分;猪屠体的左侧片为另一部分。两者分别在1—1.25大气压下,蒸煮2—3小时与7—8小时。在蒸煮前后,

两个部分均需分别称重。趁热将蒸煮过的两部分切碎磨成浆，以免脂肪分离。磨碎时应注意，避免损失。以免影响分析结果。由上述两部分各取 2 公斤初级样本，用绞肉机与打浆机更进一步地磨细成为次级样本，立即称样分析其中干物质、粗蛋白质、粗脂肪与灰分量。猪毛另行采样，分别分析。由分析结果可计算试畜消化道中粪尿等污物排空后，屠体的化学成分。值得注意的是根据试验结果，样本的粗蛋白质、粗脂肪与灰分含量的总和几乎等于样本的干物质含量。猪屠体的热价或者是畜体增重的热价可采用下列方法计算：

猪体粗脂肪量（克） $\times$ 9.46（千卡/克）= 猪体粗脂肪热价（千卡）

猪体粗蛋白质质量（克） $\times$ 5.79（千卡/克）= 猪体粗蛋白质热价（千卡）

猪体总热价（千卡）= 猪体粗脂肪热价（千卡）+ 猪体粗蛋白质热价（千卡）

（2）以鸡为例 称活鸡重。用手指盖住鸡口腔和鼻腔，将鸡闷死，或用氯仿麻醉（不放血）。半小时后（待血液凝固），取出内脏，排尽内脏中污物。称屠体重。如鸡屠体较重，可将鸡屠体精确地对剖为两片。取其中一片作为试验样本。内脏亦平均分为两份，取其一一份，将半片鸡屠体上的毛剪下，并剪碎。再用刀剥碎屠体（包括头、胴体、内脏、爪、翅膀）。上述各部分混在一起后再用绞肉机绞 2—3 次，使毛、肉、骨等绞碎，并混合均匀，代表鸡屠体的一半。按一定比例，称取绞碎与混匀的样本，分别测定其中干物质、粗蛋白质、粗脂肪和灰分。此法较为简便，适用于鸡的比较屠宰试验。试验结果证明，鸡体中粗蛋白质、粗脂肪与灰分总量几乎等于干物质质量，鸡体中热能量可按体中粗蛋白质与粗脂肪量进行计算，公式如下：

鸡体脂肪量（克） $\times$ 9.35（千卡/克）= 鸡体粗脂肪热价（千卡）

鸡体粗蛋白质质量（克） $\times$ 5.66（千卡/克）= 鸡体粗蛋白质热价（千卡）

鸡体总热价（千卡）= 鸡体粗脂肪热价（千卡）+ 鸡体粗蛋白质热价（千卡）

2. 为家畜体同一部位肌肉成分分析的采样法 例如，猪群经不同饲养方法或用不同日粮饲喂后，须评定各组猪肉的品质，则可割取各组猪的同一部位的肌肉，如背长肌或二头肌或其它肌肉来测定其中干物质、粗蛋白质、粗脂肪和灰分的含量，进行比较。这种分析方法可供测定不同日粮或不同饲喂方法对肉质的影响。

实验二 风干样本的制备

凡饲料原样本中不含有游离水，仅含有一般吸附于饲料中蛋白质、淀粉等的吸附水，其吸附水的含量在 15% 以下的称之为风干样本。例如，籽实、糠麸、青干草、藁秕、干草粉、乳粉、血粉、肉骨粉等。这类风干样本的采样可按照“四分法”取得分析用的样本。分析样本经用饲料粉碎机磨细，通过 1 毫米孔筛（即 40 号网筛）。粗料磨碎时在粉碎机中所剩留极少量难以通过筛孔的残渣，亦需将粉碎机打开，用剪刀仔细剪碎后，混匀在细粉中。这样制备的风干样本约需 200 克，装入磨口广口瓶。将瓶置于干燥而不受直射光照的柜内，供作营养成分分析用。瓶面贴上标签，注明样本名称、采样地点、采样日期、制样日期和分析日期。记录本上应详细描述样本，注明下列内容：①样本名称（包括一般名称、

学名、俗名); ②生长期; ③收获期及茬次; ④调制、贮存条件; ⑤外观性状; ⑥混杂度; ⑦采集部位; ⑧原料或辅料的比例; ⑨加工方法; ⑩出厂时间; ⑪等级及容量; ⑫成熟程度; ⑬分析人和采样人。

实验三 新鲜样本的制备

新鲜样本含有多量的游离水和少量的吸附水, 两者的总水量约占样本重 70—90%; 例如, 青饲料、多汁饲料、青贮饲料、鲜肉、鲜蛋、畜类等都属于水分多的新鲜样本。按照“四分法”和“几何法”, 由新鲜样本中取得分析样本, 再将分析样本分为两部分, 一部分分析鲜样约 300—500 克, 用作初水分的测定, 得出半干样本。半干样本经饲料粉碎机磨细, 通过 1 毫米孔筛, 装入磨口广口瓶中。瓶上贴标签, 标签内容与风干样本同。另一部分分析鲜样供作胡萝卜素的测定用 (详见饲料中胡萝卜素的测定)。

实验四 初水分的测定 (半干样本的制备)

新鲜饲料即水分多的饲料或鲜粪和鲜肉不能被粉碎, 亦不宜保存。为此, 新鲜样本必须先测定其中的初水分, 得到半干样本, 再将半干样本 (与风干样本同样) 制备成分析用的样本。

用普通天平在已知重的搪瓷盘中称出 200—300 克含水多的鲜样, 将瓷盘与鲜样放入 60—70℃ 烘箱中, 5—6 小时后取出搪瓷盘。在此有两种方法表示新鲜样本中半干样本的百分数。

第一种方法: 将搪瓷盘由烘箱中取出, 放于室内空气中冷却 24 小时, 使半干样本中水分与室内湿度取得平衡, 而后称搪瓷盘与半干样本重。由此得出鲜样中空气干燥干物质 %。

$$\text{鲜样中空气干燥干物质 \%} = \frac{\text{空气干燥干物质重 (克)}}{\text{鲜样重 (克)}} \times 100$$

第二种方法: 将搪瓷盘由 70℃ 烘箱中取出, 移入干燥器内 (以 CaCl_2 为干燥剂), 冷却 30 分钟后, 称重。再将搪瓷盘放入烘箱内, 烘 1/2—1 小时取出, 移入干燥器内, 冷却 30 分钟后称重。依此直至前后两次重量相差不超过 0.5 克, 根据 70℃ 干物质重, 得出鲜样中 70℃ 干物质 %。

$$\text{鲜样中 70℃ 干物质 \%} = \frac{\text{70℃ 干物质重 (克)}}{\text{鲜样重 (克)}} \times 100$$

(一) 仪器名称及需要数量

(1) 一个学员做 2 个测定所需仪器数量

搪瓷盘	20×15×3 厘米	2 个
干燥器	30 厘米直径	1 个
坩埚钳		1 个

(2) 公用仪器

鼓风烘箱	60—70℃	1 具
普通天平	百分之一克感量	5 架
标准铜筛	40 号、60 号	1 套
样本粉碎磨	电动	1 架
剪刀		8 把

(二) 药品名称及需要量（一个学员所需药品数量）

CaCl ₂	工业用	500 克
凡士林	普通	2 克

以上均为干燥器用。

第二节 饲料（或日粮）营养成分分析

实验五 饲料中干物质的测定

(一) 目的 测定饲料中干物质量。

(二) 原理 饲料中营养物质，包括有机物质与无机物质均存在于饲料的干物质中。饲料中干物质含量的多少与饲料的营养价值及家畜的采食量均有密切关系。风干饲料例如各种籽实饲料、油饼、糠麸、藁秕、青干草、鱼粉、血粉等可以直接在 100—105℃ 温度下烘干，烘去饲料中蛋白质、淀粉及细胞膜上的吸附水，得到风干饲料的干物质量%（注 1）。含水分多的新鲜饲料如青饲料、青贮饲料、多汁饲料以及畜粪和鲜肉等均可先测定初水分后制成半干样本，再在 100—105℃ 温度下烘干，测得半干样本中的干物质量，而后计算新鲜饲料或鲜粪或肉中干物质量%。

测定尿中干物质法，系将定量的尿液吸收于已知重量的滤纸上，烘干滤纸，再吸收一定量的尿，再烘干，重复数次。吸收尿液的烘干滤纸重量减去原滤纸重量即为吸收尿液总量中的干物质量。

(三) 仪器名称及需要量

1. 一个学员做 2 个测定所需仪器数量

称量瓶：铝质、带盖、容量为 30 毫升	2 个
干燥器：30 厘米直径	1 个
坩埚钳	1 把
精密天平	1 架
药匙	1 个
小毛刷	1 个

2. 公用仪器

鼓风烘箱	100—105℃	1 具
------	----------	-----

(四) 药品名称及需要量

氯化钙	工业用品	500 克
-----	------	-------

凡士林 普通

10克

以上均为干燥器用。

(五) 操作步骤

1. 将洗净的称量瓶放在100—105℃的鼓风烘箱内，开盖烘1小时。用坩埚钳取出称量瓶，并移入干燥器中冷却约30分钟后，称重（称量瓶放入烘箱时须启盖，冷却和称重时须严盖）。

2. 在称量瓶中称取2克风干样本或半干样本（如用已测定过70℃干物质%的半干样本）。则在称样时，须将半干样本重新放入70℃烘箱中烘1小时，而后移入干燥器中冷却30分钟，再称样，这样可减少半干样本在磨碎制样过程中由于吸收空气中水分而引起的误差。为便于以后的计算，称准2克较为合适。

3. 将称量瓶和样本放入100—105℃烘箱内，将瓶盖揭开少许。

4. 样本在烘箱内烘5—6小时后紧盖瓶盖，移入干燥器中，冷却30分钟，进行第一次称重。

5. 按照上述方法，继续将称量瓶放入烘箱内，烘1小时后，进行第二次称重，直至前后两次称重的差数在0.002克。

6. 干物质计算值采用数次称重中的最低值。

7. 称量瓶中的干物质保留作测定粗脂肪和粗纤维之用。

8. 测定尿中干物质时可将定量的尿液吸收于已知重量的滤纸上，滤纸与尿液中干物质一并在100—105℃烘箱中烘干，直至恒重为止。

(六) 结果与计算方法

1. 风干样本（或半干样本）中105℃干物质%*

$$= \frac{105^\circ\text{C干物质重 (克)}}{\text{风干样本重 (克)}} \times 100 = \frac{W_3 - W_1}{W} \times 100 = \frac{W_3 - W_1}{W_2 - W_1} \times 100$$

式中：W₁ = 称量瓶重 (克)

W₂ = 称量瓶重 (克) + 风干样本重 (克)

W = W₂ - W₁ = 风干样本重 (克)

W₃ = 称量瓶重 (克) + 105℃干物质重 (克)

第一次称重 (克) =

第二次称重 (克) =

$$\text{尿中干物质 \%} = \frac{\text{浸过尿液的烘干滤纸重 (克)} - \text{原来滤纸重 (克)}}{\text{尿总重 (克)}} \times 100$$

2. 新鲜样本中干物质%计算法

(1) 新鲜样本中干物质% = 新鲜样本中70℃干物质% × 半干样本105℃干物质%

* 风干样本（或半干样本）中105℃干物质含量%计算至小数1位，其后四舍五入。

例如:多汁饲料 70℃干物质% = 26%; 多汁饲料半干样本 105℃干物质% = 86%

∴新鲜多汁饲料的干物质% = 26% × 86% = 22.4%

(2) 新鲜样本中干物质% = 新鲜样本中空气干燥干物质% × 半干样本 105℃干物质%

例如:多汁饲料空气干燥干物质% = 25%

多汁饲料半干样本 105℃干物质% = 86.5%

∴新鲜多汁饲料的干物质% = 25% × 86.5% = 21.6%

(七) 注解

注 1: 本试验所用鼓风烘箱测定饲料样本中干物质的方法, 并不是绝对正确的。有以下几个可能, 会引起测定结果的误错。

①加热时样本中挥发性物质可能与样本中水分一起损失, 例如, 青贮料中的挥发性脂肪酸。②样本中有些物质如脂肪, 在加热时可能在空气中氧化, 使样本重量不但不减少, 反而会增加。在这种情况下, 测定样本中干物质需在真空烘箱或装有二氧化碳的特殊烘箱中进行。③有些饲料, 在 105℃ 时可能发生某些化学变化。例如, 含糖分高的糖浆。这类饲料应在较低温度和减压条件下进行干燥。

思 考 题

1. 某种饲料半干样本 105℃干物质% 为 90%, 该饲料空气干燥干物质% 为 30%, 计算该种新鲜饲料的干物质%。

2. 某种饲料半干样本 105℃干物质% 为 90%, 该饲料 70℃干物质为 32%, 计算该种新鲜饲料的干物质%。

实验六 饲料中粗蛋白质 (N × 6.25) 的测定——凯氏半微量定 N 法(注 1)

(畜体、畜产品、粪、尿中粗蛋白质的测定, 用同一方法)

(一) 目的 掌握饲料中粗蛋白质测定法, 并测定各种样本的粗蛋白质含量。

(二) 原理 饲料中含氮物质包括纯蛋白质和氮化物(氮化物有氨基酸、酰胺、硝酸盐及铵盐等), 两者总称为粗蛋白质。凯氏定氮法的基本原理是用浓硫酸分解样本中蛋白质与氮化物, 使它们含氮物都转变成氨气, 氨气被浓硫酸吸收变为硫酸铵。硫酸铵在浓碱的作用下放出氨气。通过蒸馏, 氨气随汽水顺着冷凝管流入硼酸溶液(注 2), 与之结合成为四硼酸铵, 后者用盐酸或硫酸标准液滴定, 即可测定放出的氨氮量。根据氮量, 乘以特定系数, 一般为 6.25(注 3), 即可得出样本中粗蛋白质含量。上述过程中的化学反应如下:

