

饲料作物田间试验 实用指南

作者

Yvonne Cheng
与 Peter Horne

插图

Praseuth Banchongphakdy
与 Kongphat Luangrath



澳大利亚国际农业研究中心(ACIAR)

GPO Box 1571

Canberra, ACT 2601

Australia

电话: (61 6) 2170500

传真: (61 6) 2170501

澳大利亚国际开发署 (AusAID)

GPO Box 887

Canberra, ACT 2601

Australia

电话: (61 6) 2764703

传真: (61 6) 2764695

小农户饲料项目 (FSP)

PO Box 6766

Vientiane, Lao PDR

电话: (856 21) 222796

传真: (856 21) 222797

Cheng, Y.与Horne, P. 1997年, 饲料作物田间试验: 实用指南; vi+48页

版式设计: 老挝蓝草设计集团有限公司

ISBN 1 86320 280 3

中国—欧洲联盟农业技术中心 译

策划与翻译: 于戈

技术顾问: 易小琳

审校: 周启疆、黄育红、张莉

承印: 广东省农科院彩田印刷厂

目录

致谢	ii
作者简介	ii
为什么需要本手册	iii
术语解释	iv
1. 规划与组织试验	1
2. 挑选试验地	6
3. 下试验地之前	11
4. 小区设计	16
5. 试验管理	19
6. 收集数据	25
7. 收获	30
8. 从试验地返回之后	33
其它信息	36
田间常用工具	37
测试种子潜在的发芽率	38
处理种子以提高发芽率	40
豆科作物种子接种根瘤菌	43
检测清单	44
参考文献	48

致 谢

本实用手册由小农户饲料项目和老挝畜牧与渔业厅编写，并得到了东南亚各地许多研究人员和田间人员的支持。虽然我们无法在此向每个做出贡献的人一一致谢，但是由衷地感谢其慷慨无私的帮助。特别要感谢澳大利亚联邦科学工业研究组织（CSIRO）热带农业部门的 Dick Jones 先生，从一开始他就对本手册的内容给予支持。

本手册英文与老挝文的第一版得到了社会活动计划资金的支持，该资金来自澳大利亚国际开发署（AusAID）驻老挝办事处。澳大利亚国际农业研究中心（ACIAR）资助本书的出版发行。

Yvonne Cheng与Peter Horne
Vientiane, 老挝民主共和国
1997年1月

作者简介

Yvonne Cheng是西澳大利亚大学农业系的毕业生，曾作为澳大利亚海外志愿者供职于老挝民主共和国。Peter Horne是澳大利亚国际开发署资助的老挝小农户饲料项目的协调员。该项目在东南亚由澳大利亚联邦科学工业研究组织热带农业处和国际热带农业中心（CIAT）共同管理。有关小农户饲料项目或本书的进一步信息，可与澳大利亚国际开发署或澳大利亚国际农业研究中心联系。

为什么需要本手册？

发展中国家小农户的农业研究正发生着显著的变化。许多人现在认识到没有农民的参与，农业技术就不能得到开发。对于饲养动物的新草种、旱稻的新品种或作物管理的不同方法，农民所观察的角度也许与科学家的预期不尽相同。作为一个成果，许多的田间试验正在由研究室移向农户的地头，这样农民就能积极地参与对新技术的开发和评估。这样的技术开发有些涉及帮助和激励农民的创新，有些涉及更严格地管理农田的试验。这常常是因为农民在偏远的地区开展田间试验，他们可能缺乏操作正规试验的实践经验。

在这种情况下，大多数田间试验产生问题的共同原因不是试验设计不好，通常是由于忽视了重要而简单的步骤，如防止非试验对象的牲畜啃食试验作物，或确保试验田长期备有标牌。本手册为研究人员、田间人员和学生就如何避免这些常见的错误提供了实用的建议。本手册涉及的许多例子与饲料有关，但这些建议也适用于众多的农作物田间试验。

术语解释

开展田间试验经常是为了挑选最好和最适宜的相关技术。经过筛选的技术称为处理方法。处理方法是我們能看到和触摸到的物体，如不同种类的饲料品种或不同类型的肥料。处理也可能是我们无法看到和触摸到的东西，如不同的播种深度，不同的播种密度，不同的播种方法，或不同的松土方法。

实施处理的土地称为试验小区，一整套的所有处理称作一个重复试验区。田间试验一般有3个以上的重复试验区。重复试验区是必需的，因为一个试验小区也许会遭到损坏或破坏。重复试验区还能确认采用同样的处理，在一个试验小区观察的结果也会在其它的试验小区重现。如果每个重复试验区与其它的重复试验区相隔离，就称为区组试验。在试验场地的条件不一致时，非常需要使用区组（例如坡地）。

变量是为衡量某种处理效果而需测定的各种数据，例如植物的高度、鲜重量、干重量和种子产量。他们也可以是一些因素，如叶子的蛋白质成分或每株植物的蚜虫数量。

举个例子，有一个试验测试氮肥对旱稻产量的影响。试验包括5种氮的施用量（0、20、40、60、80公斤氮/公顷），各种氮的施用量都要在3个试验小区中重复。在每块试验地里，研究人员测量出苗数量、植株高度、杂草密度和谷物产量。

不同的施用氮量就是处理，研究人员测量的项目就是变量。

如果试验场地是坡地，而且预期在坡底生长的旱稻较好，试验布置应如图1所示，有3个区组。它称为随机完全区组设计。

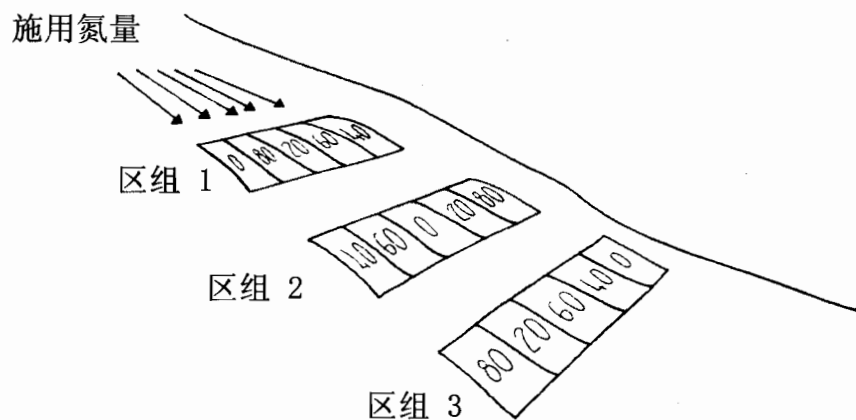


图 1：随机完全区组设计

1

规划与组织试验





定期记录并使用日志

单凭记忆是不可靠的。六个月以后还能记住播了多少种子吗？哪天播的？答案一定是否定的！所以在一开始规划与组织试验时就要做日志，记录下所有的计划、决定、行动和观测的情况，以及来自农民的信息反馈和所有的意外事件。

保持定期联系

在试验过程中经常发生意外事件。农民与田间人员需要知道他们可以与谁联系，以得到咨询和帮助来解决这些问题。定期的联系可以使问题和误解迅速地得以解决。

同所有的参与人员保持定期的联系。计划应该具有灵活性，以备需要时做出调整。

让尽可能多的农民参与试验

如果试验目标是鉴定并开发农民将要采用的饲料作物，就应该让农民积极地参与试验的各个阶段。农民是“天生的”研究人员，他们可以评估、比较各种处理，帮助了解为什么农民更喜欢这种处理。

解释试验的目标和步骤

发生问题时一般很难与负责试验的人员联系。可以通过准备及研讨试验大纲让每个人都完全理解试验的目标和步骤，他们将会更好地判断和解决问题。

主要包括：

- 试验名称（人们可能使用不同的试验名称。应采用每个人都了解的标准试验名称，以避免混淆）；
- 试验的目标与目的；
- 地点；
- 试验小区的大小与布局；
- 播种或种植日期；
- 试验设计（种植什么作物，地点、时间与方式）；
- 数据收集方法与时间；
- 收集、干燥和处理样品的方法；
- 每个人负责的工作；
- 试验管理（例如播种量、施肥量与时间、测量、除草、牲畜管理与病虫害防治）；
- 试验预期完成时间；
- 撰写报告负责人，数据送达地点。

试验设计要求简明扼要

简单的试验设计一般是最恰当的，便于管理和易于分析。请参阅有关试验设计案例的参考书（如Gomez与Gomez，1984年）。

提供充足的时间确保试验成功

试验可能因目标不同持续数月或几年的时间。不能完全实现其目标的试验是在浪费资源和时间。应该为试验安排足够的时间和资源以取得实现其目标的成果。



明确职责

开始一个试验之前，每个参与人员应该知道他们将要做的工作是什么，如何去做，他们将参与试验多长时间。一个简单、高效的方法是清楚地写出每个人的职责，并且在小组中讨论。然后每个人应向小组解释他或她的职责，使大家完全明白。

试验时间安排

在试验开始之前和进行之中，为有助于安排需要做的事情，应把有关活动排出一个时间表。一般来讲最重要的事情是试验播种的时间。举个例子，也许是在第一个雨季后的一周。应该避免在非最佳的条件下种植，因为基础工作没有做好将影响未来的试验。不管是否做好准备，雨季一到老天都是要下雨的！需要完成所有的播种前期工作，如试验的规划、种子与化肥的准备，以确保准时播种。实施处理的日期、数据收集和试验地观察等活动应该包括在时间表内。如果日后需要对时间表作出调整，将其记录在日志中并确保所有的相关人员都了解该变化。

提前准备所需生产资料

在开始试验之前，列出所需要物品的清单（如种子、植物生产物资、化肥、劳力和工具），这样可做到心中有数。若为一个试验做了全部准备工作后，却发现还没有把种子备好，将令人感到灰心丧气。检查将要使用的所有设备是否能正常工作，如称量的秤（见37页“田间常用工具”一节，建议可能需要的部分工具）。

保护种子的质量

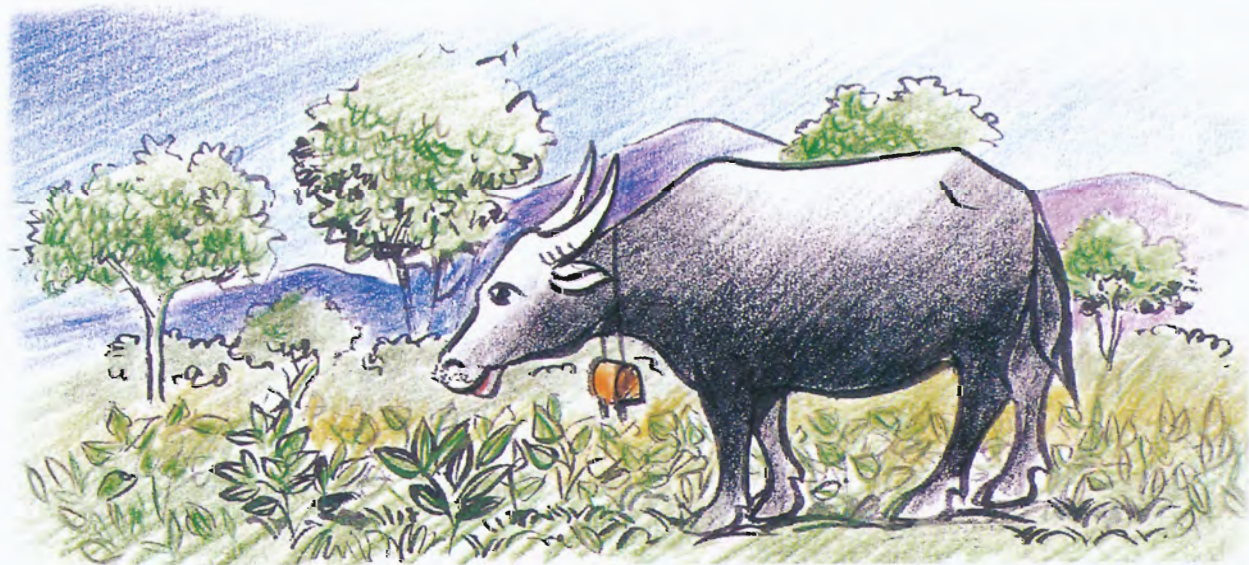
种子是宝贵而有生命的。如果保存不当，种子质量会明显下降（特别是草籽）。当收到试验所用种子时，应立即将它存放在低温干燥的地方。如果种子存放在湿热的地方，到播种时它也许已经死了。

包装干燥种子的一种简便方法是将其密封在塑料袋中。但是，不要把储存在塑料袋中的种子暴露在阳光下，因为这能杀死种子。

如果要长时间（3个月以上）储存大量种子，在储存前测试种子质量是有益的（发芽率和成活力）。储存坏死的种子不仅浪费时间，而且能够毁坏随后的试验。

2

挑选试验地



这是你感兴趣的理想地点吗？

挑选试验地最重要的步骤是确保所需地区的代表性。例如，如果想为拥有山地、沙地的农民试验饲料作物，就应该把试验放在那些地方，而非更方便于自己的地块。

试验地应该尽可能一致

避免在不同类型的土壤、岩层、不规则的坡地、或是紧邻公路、树林和建筑物的地方安排试验，因为这些因素会影响作物生长，而且没有规律。

当然，一般很难找到同样的地块。这时就应该设置区组，这样在每一个区组内的试验小区会尽可能一致，尽量减少每一个区组的差异。如果有一块坡地，坡底将比坡顶潮湿，安排区组时使区组隔离区1跨越坡顶，区组2紧接下面，等等（见“一些实用词汇解释”一节的案例）。如果土壤类型不同，安排区组时应使每一个区组内的土壤类型相同。



选择恰当的地方，避免试验地受到侵蚀

当土壤裸露时，容易受到侵蚀。要选用可能和恰当的地方，避免极易被侵蚀破坏的坡地和可能有坡地径流发生的地块。

选择恰当的地方，避免受到水淹

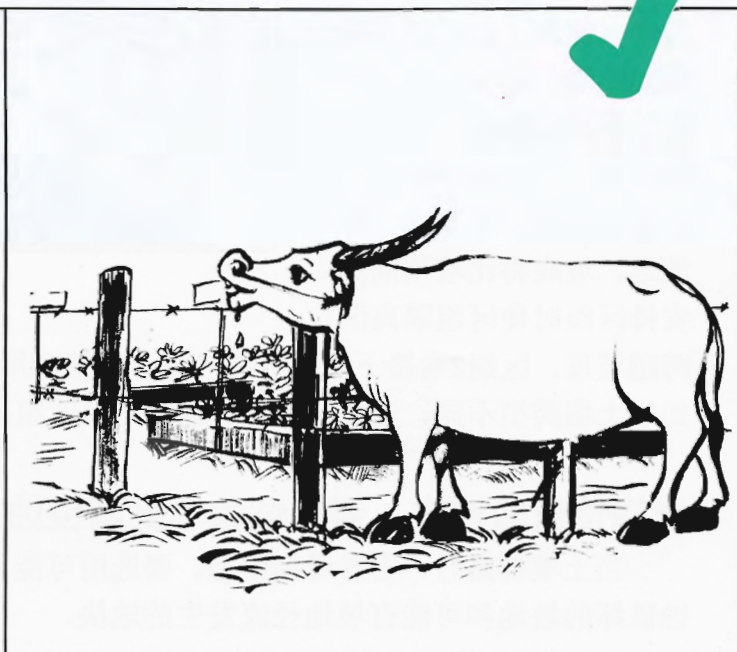
如果在旱季挑选地点，要确保这个场地不是倾斜的，在雨季时不会被水淹。淹水后很难进入试验地，也会毁坏试验。

确保使用试验地的时间能满足需要

不可能总是准确地掌握试验所持续的时间，所以一般有延长试验的可能性。

保护试验地以防家畜和野生动物的危害

田间试验遇到的一个共同问题是植物被游荡的动物所毁坏，特别是在早期。绿嫩的植物对鸡、鸭、水牛、山羊和绵羊极具诱惑力，所以要检查试验地的围栏以防止非试验动物进入。



尽量减少外界对试验的影响

选择试验地不应受到其它活动变化的影响。例如，如果试验地离果树太近，农民正在喷洒除草剂除草，农药也许会扩散到试验地，杀死一些植物。



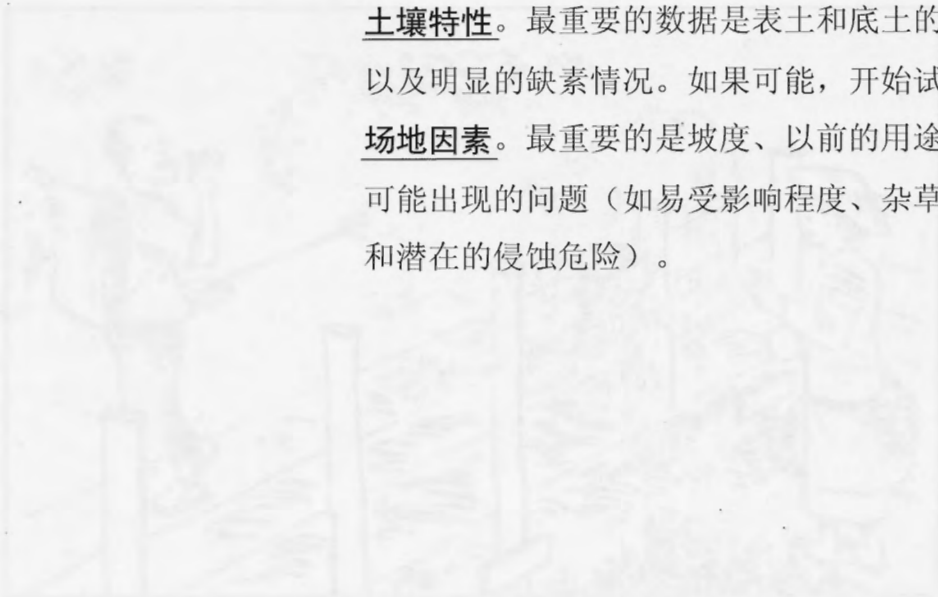
检查试验地以前的用途

以前在这块地从事的活动将影响试验。一条旧道，一栋古建筑，一块有烧过的树桩的地，或者施过化肥的地，可能对某些试验小区的作物生长有影响，因为背景因素不一致。如果已知该地块过去的用途，就可以通过安排区组或在设计中留出一些空闲的试验小区来减少这些影响。

做好试验地的情况描述

良好的试验地纪录条件描述将帮助试验人员更好地把握试验结果。试验地描述包括：

长期气候信息（如果可能，收集10年的资料）。最重要的信息是每月的降雨量、每月的降雨天数、月平均最高和最低温度、以及年最高和最低温度。



土壤特性。最重要的数据是表土和底土的质地、深度、排水、pH值、以及明显的缺素情况。如果可能，开始试验前应该分析土壤的肥力。

场地因素。最重要的是坡度、以前的用途、目前的自然植被类型和可能出现的问题（如易受影响程度、杂草、整块地条件的不一致性和潜在的侵蚀危险）。

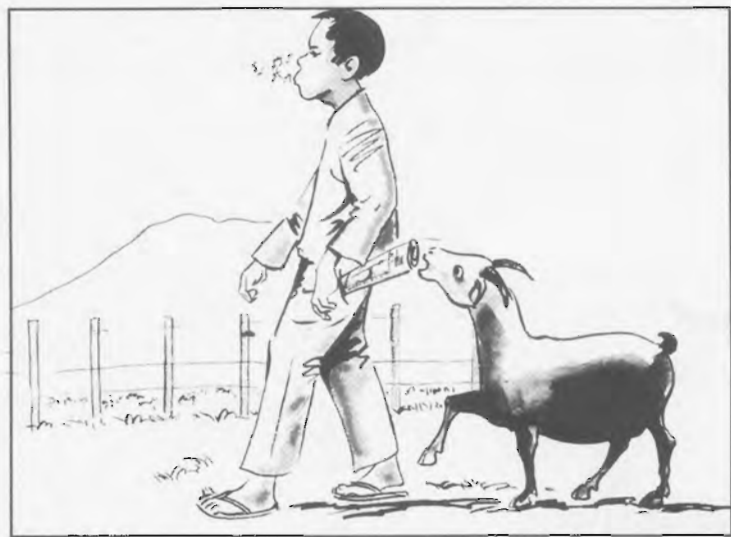
3

下试验地之前



准备一张试验地图

试验地图要标明试验地的确切位置，这将便于田间人员开展工作。地图上标明“北”，包括所有明显的标志，如马路、溪流和房屋。让参与试验的每个人都弄明白这张地图。



复制更多的地图

多准备几份地图非常重要，以防使用的地图被山羊吃掉，或被风吹跑，或是丢失。将复制件放在容易找到的地方，并且有一个复制件只有试验负责人自己能够拿到。地图一绘制好就立即做上述事情。

了解种子质量

播种劣质种子是在浪费时间和精力。也许针对这块地准备的品种是好的，

但如果种子坏死，则播种对于试验来说毫无意义。

在试验播种之前，做一个简单的发芽试验，检测每个要播品种的种子质量。可根据检测结果决定是否需要增加播种量、处理种子提高发芽率、或是换新种子。进行简单发芽试验和处理种子以提高发芽率的步骤见本手册38—39页。发芽试验应尽可能接近播种日期，因为如果种子没有在干冷的条件下存放，其质量可能急剧下降。如果你怀疑种子的发芽率低，只要有时间就要测试这些种子，若结果显示发芽率低，就应更换这些种子。

仔细称量每个试验小区处理所用物资，如种子或化肥

请其他人再次检查做过的计算。例如，在播种量由千克/公顷转换为克/平方米时，很容易计算出错。一旦试验播种完毕，像这样的简单错误是无法修正的。

如果施用肥料，要搞清楚所需数量是指肥料还是指肥料中元素的含量（例如，是每公顷100千克尿素还是含氮量）。

决定适当的播种量

如果比较不同的品种，根据种子的大小和质量来调整播种量将有助于使每个试验小区保持同样的植物密度。例如种植豆科饲料时，你可以使用每公顷5千克小种子如 *Stylosanthes*，每公顷10千克中等种子如 *Centrosema*，最多每公顷30千克大种子如 *Arachis*。草种的存活率（活种子的百分率）或发芽率低也许意味着需要增加播种量。

去试验地之前尽可能准备好标识

去试验地之前，在室内要准备好种子、植物种植物资、肥料和标记。在室外标记、称量种子时，如果突然发生风沙或暴雨，可能会造成惨重损失。

每个标签上的品种和试验小区标号与试验地图要相符合。如果使用悬挂式标签，它们应足够结实，不容易被扯掉或因湿软而损坏。每个袋子内要有第二个标签作为备份，以防外面的标签被毁坏，要使用防水墨水，这样不易被擦掉或冲刷。



使用防水袋

将处理所用的物资如种子、肥料置于防水袋中。纸袋放在潮湿的地方或遇上突然的暴雨可能溃烂。袋子的标识要清晰耐用，将每个区组的所有袋子集中放在一个大防水袋中，以防小袋子被毁坏或丢失。



多准备一份试验物资

处理所用物资如肥料、种子在使用时可能散漏或丢失。如果试验地远离物资存放地，试验就可能被延迟，所以要尽可能带上额外的物资去试验地。

如果有充足的处理所需物资，那么多带一份预先称量好的处理物资去试验场将极有益处。

豆科作物是否需要接种?

许多豆科作物在其根部具有称为根瘤菌的细菌，以便固定空气中的氮帮助其生长。许多饲用豆科作物在土壤中与天然的根瘤菌一起自由地结瘤。这可能是那些不能购买和储藏菌种的小农户的一大优势。但是，某些豆科作物也许必需接种特殊的根瘤菌组织。接种的简单步骤见本手册第43页。如果没有合适的菌种，可以使用健康的、有相同菌种结瘤植物周围的土壤。

4

小区设计



仔细计算试验的规模

在计算试验的整体规模时，别忘记在试验小区之间和边缘留出通道。在每个区组里应留出空闲的试验小区，以便后来决定是否要增加处理。

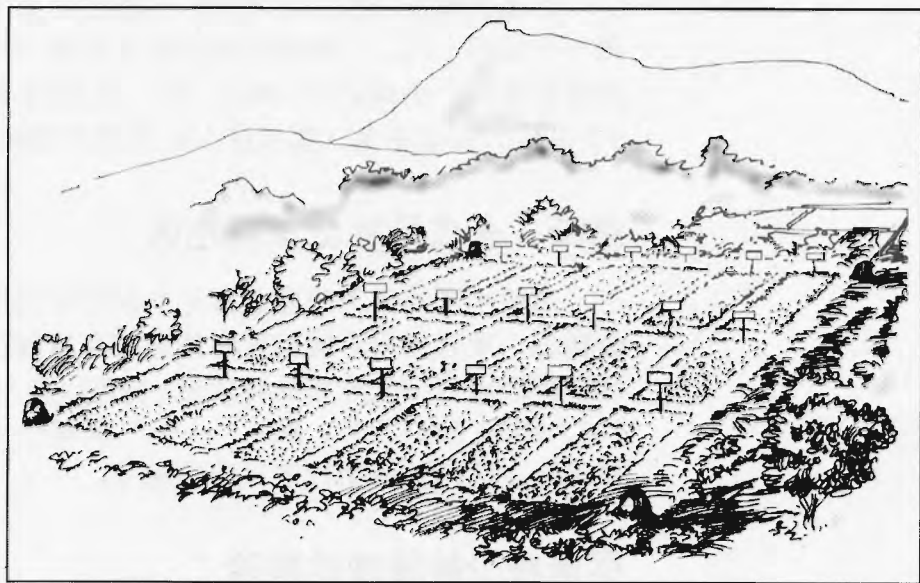
重复检查测量和计算

虽然试验者已经自己检查过许多次，但是其他人通常还是能找出错误。

清晰地标出试验地

使用容易辨认和经久耐用的标牌，如将贴有塑料标牌的小钢条、喷白漆的短桩或岩石放在试验地的边角，这样从远处就能够看见它们。木质短桩也许便宜，但它们容易被白蚁啃食。纸质标牌容易被雨水毁坏。

试验地用永久性标志是有益的，如大块岩石，在现场至少要设两个固定点。如果几年后重新回到这块试验地，它将帮助人们找到试验地的确切位置。



根据试验目的选择小区的大小和管理

试验小区的大小取决于处理的数量和试验的目标。在饲料作物试验中，试验小区的规模可以是小块试验地中单垄的原始品种测试，也可以是非常大面积的放牧试验。

采取能满足试验目标的方法管理试验小区。例如，如果正在评估一种用于旱稻休耕地的饲料品种，不要采用农民不使用的管理方法（如垫高苗床或试验地周围的垄沟）。

仔细测量试验小区

估测试验小区的大小和形状可能在面积上有很大差异。规划时要测量每一个试验小区。一种简单的方法是使用“3-4-5法则”测定直角。如果沿着直角的一侧标记3个单位，另一侧为4个单位，那么相隔的两点应该是5个单位。如果不是，那么这个角度就不是90度。

清晰、永久地标记试验小区

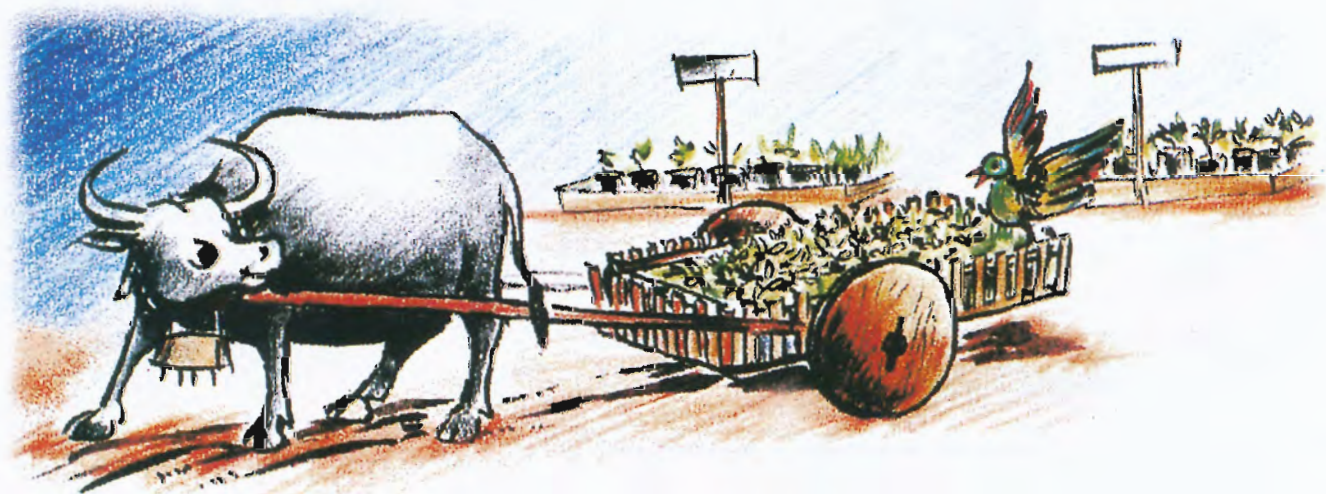
试验小区的常见问题是标记的耐用时间短。使用防水墨水在阳光下不会褪色，或者使用金属标牌将信息粘在或刻在其表面。如果方便，试验小区标牌应该包括处理和品种信息。也可以使用一种简单的数字系统，如101、102、103、201、202、203、……。其第一个数字代表区组隔离区或重复试验区，后两位数字代表试验田编号。

尽量减少被侵蚀的危险

试验经常要在雨季播种，这时易发生侵蚀损坏或毁灭试验。如果可能，应躲开这样的场地。另外，要评估所选地点发生侵蚀破坏的风险有多大，并采取措施减少这些风险，如沿等高线耕种、保持条状地面（如区组之间的通道）或使用排水沟。

5

试验管理

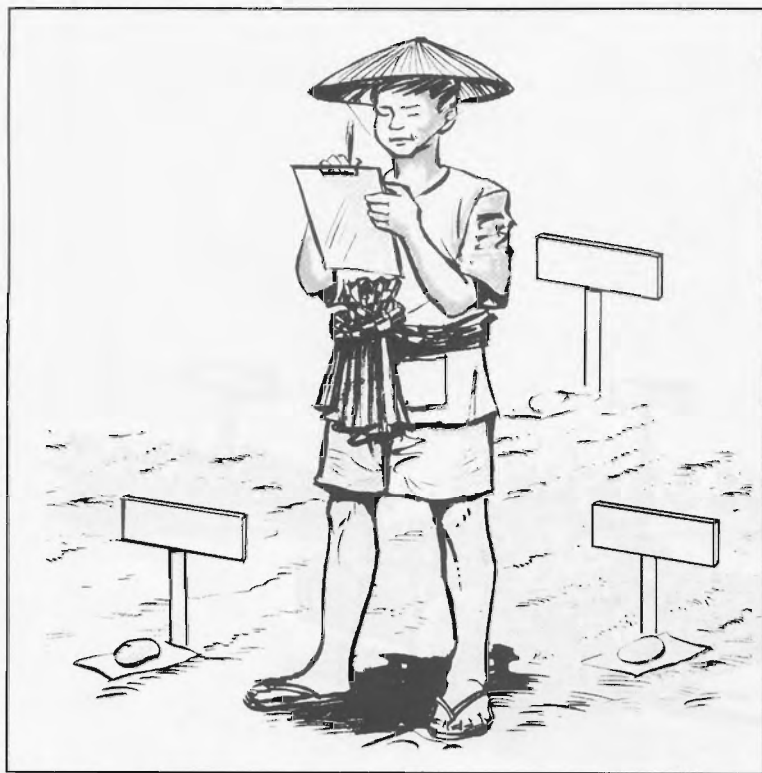


随身携带试验地图

如果标牌丢失，仍然能够通过试验地图区分试验小区。

在使用前，将所有处理所用物资放在各试验小区上，如种子袋

这样可以检查各处理所需物资是否置于正确的试验小区中。如果有小包装的种子和肥料，可用石头或土块压在袋子上以防止它们被风吹走。如可能下雨或在一天内工作不能完成处理，则将所有物资袋放在一个区组或重复试验区的各小区地块上，这些工作要一次完成。不要将种子袋长时间暴露在阳光下，因为这样做可能将种子杀死。



在采取处理之前检查每个试验小区的标牌

到试验地采取各种处理之前，确保正确标记每个试验小区。重复检查处理的标签与试验地图和试验小区的标识相符合。

选择合适的播种方法

播种太深意味着种子将无法从土壤中冒出，但在土表播种有使种子受到侵蚀和干旱的风险。小种子最好在土表撒播，然后轻轻地覆盖一些土（不超过0.5厘米深）。可以用手翻土或用树枝、扫帚前后推拉。要小心不要把土壤耙到别的试验地上。大点的种子可以播1—2厘米深。

如果对部分甚至全部播种品种不熟悉，则将试验品种播种在清晰标记的条垄上，或事先在试验小区里播一些种子，这样就能够鉴别所播品种的籽苗。若种子播满试验小区，而无法区分试验品种和野草，稍后就可能引起麻烦。

植物种植材料（枝条或切根）收集后就应该立即种植。关于草茎，每两到三株种在一个孔内，一茎节露出土面，另一茎节埋在土里。

需要除草吗？

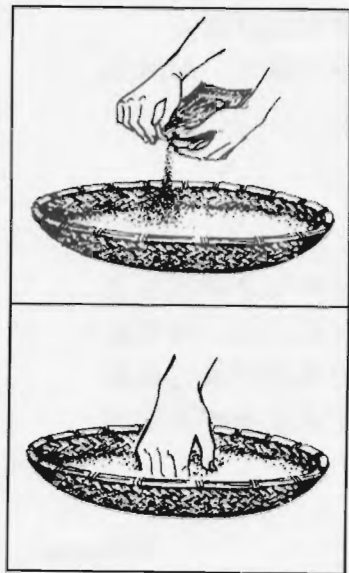
如果杂草不是一个严重的问题，那么通常最好是让所播品种与杂草相互竞争。如果在一个小试验中需要清除杂草，一般手工除草是最好的方法。如果在一些试验小区中杂草很严重，可以除掉部分杂草使这些地里的草情同其它试验小区一致。减轻杂草问题的一种简便方法是让其发芽，然后在试验播种前除掉它们。

过一段时间需要移苗吗？

如果估计种植基础有问题，并有条件移植，就建一个小苗圃与大田试验同时播种同一品种。如果试验地出现问题，就可以从苗圃移植籽苗，不致于延误试验。

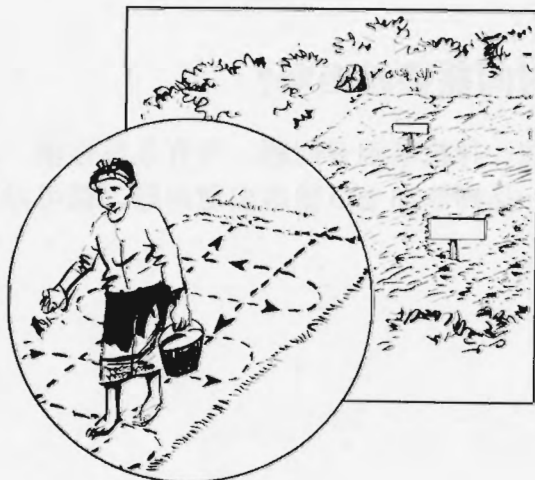
保持各试验地之间的方法相一致

如果处理要求在土表播种，就要确保所有的试验小区都采取同样的处理。如果处理要求在垄内播种，就要在所有的试验小区里都采取同样的处理。为保持各项工作的一致性最好由同一个人操作整个试验。如果做不到这一点，则要确保每个区组或重复试验区由一个人完成。



每个试验小区内的处理要均一方法

很难将少量的种子播撒均匀。可以把沙子、木屑、稻壳与种子充分混合，以达到较均匀地播撒。种子与沙子混合后，将此混合物分成相同的两堆。横穿试验小区前后走动播撒第一堆，然后沿着与第一堆播撒成直角的方向走动播撒第二堆。如果是沿着条垄播种，则根据每个试验小区条垄的数量均分种子。



一个区组或重复试验区的处理要一次完成

有时不可能在一天之内完成整个试验的处理。无论是在一天的上午或下午，还是持续需要几天时间，所采取的处理对植物基础的影响不可能相同。当完成处理需要一天以上的时间（例如夜间降雨），土壤的水分和温度可能会显著地变化。只要每个区组或重复试验区是一次性完成，不让区组或重复试验区的一部分处理留在另一天完成就没有关系。例如，若通过播种试验来比较许多玉米品种，对一个区组或重复试验区一次播种，比在所有区组或重复试验区播每个玉米品种更好。

对整个试验而言，如果某一个品种没有充足的种子，通常一次性完成一个区组或重复试验区的播种，并空出一些区组或重复试验区，这样做比减少所有区组的播种量更好。另外，如果品种自身容易繁殖或传播，可以先在每个试验小区的中心地带播种，以后再在周边地区播种。如果能够移苗，可以先在管理良好的苗圃播种，然后逐个将籽苗移进试验地，以便大大增加植物定植的成功性。

减小不同处理间的相互影响

如果某种处理中的植物快速生长，它们就可以快速传播。为阻止它们传播到其它试验小区或遮挡其它品种，也许需要将其隔断，或在试验小区之间留出通道。

如果进行肥料试验，要清楚肥料从一个小区向另一个小区的流动方向，特别是在坡地。减少这种影响的一种方法是在大的试验区划出小试验区施用不同肥料或种植不同品种的处理，这种方法称为分块试验设计。另一种方法是在不同的种植处理的试验小区之间留出大片的空地，并栽种植物屏障。

如果对某些试验小区采用喷洒杀虫剂的处理，而其它试验小区里不需要，则要小心喷洒的农药不要飘散到其它试验小区去。避免在刮风天喷洒和施用肥料。



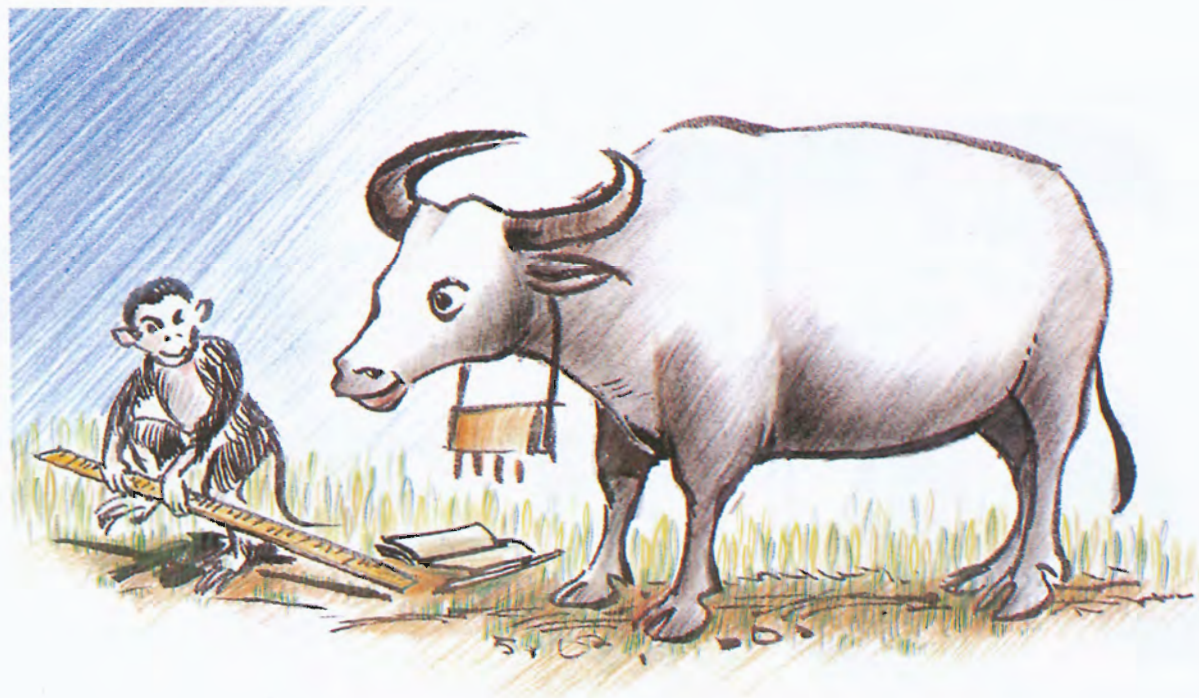
立即记录所有错误

任何人都会偶然出错！如果一个小区的处理错了，立即记下这些变化，并且确保每个人都知道。也不要忘记在试验地图上做记录。

不要忽视所发生的任何问题！如果试验被昆虫或洪水毁坏，不要认为试验已经无用，并且没有数据可以收集了，仍然可能从貌似已被毁坏的试验中得到有意义的结果。与其他人一起讨论这些问题，他们或许能够提出解决这些问题的最佳建议。

6

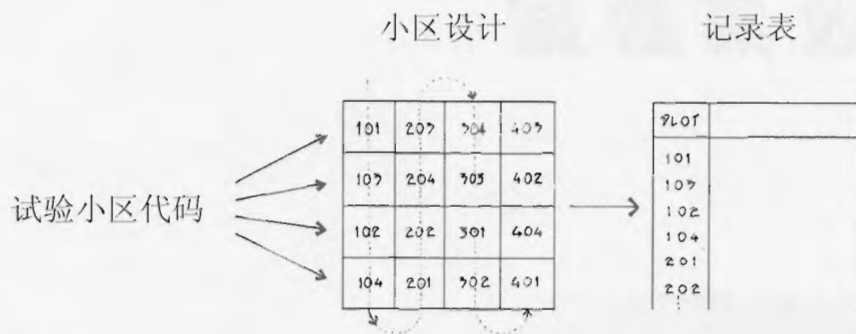
收集数据



记录表要清楚、明了

减少错误的一个好方法是使用记录表，其横排为试验小区，纵列为将测量的变量。到试验地之前准备好记录表。

为方便使用，记录表上试验小区代码的排列应保证在试验地收集数据时的灵活性和一致性。这会减少数据记在错误地方的危险。



在每张记录表的上方留出空白以记录日期和收集数据人员的姓名。

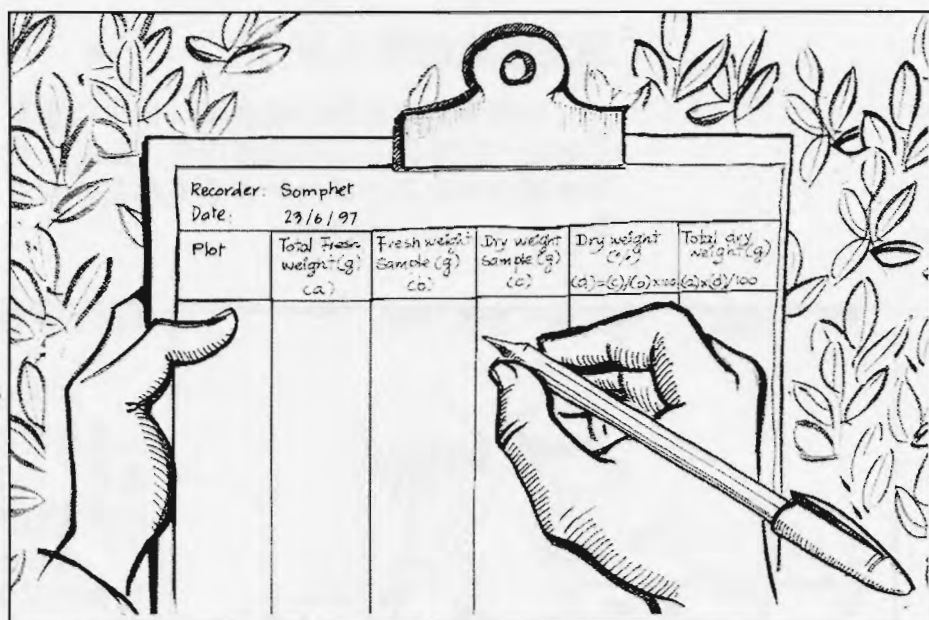
记录表应该书写清楚、详尽，使没有参与试验的人员能够明白测量的是什么，并能够读懂数据。

就是在旱季，也可能弄湿记录表，应使用铅笔或防水笔。在试验地，把记录表装在塑料袋中。

在记录表上留出空白以便注释、评论和计算

在试验中经常发生意外的事情，如洪水或虫害，这些都可能影响试验的结果。在记录表上留出位置以记录发生的事情。记录意外事件及其发生时间对以后解释试验结果会有帮助。

把数据从一张表复制到另一张表上可能会发生错误。可以在记录表中增加纵列用于计算，以此来减少这类错误。举个例子，收获大面积的试验小区时，也许要在试验地记录总鲜重和子样本的鲜重，然后通过子样本的干重来计算总干重。如图所示，田间数据和计算的结果可以列在同一记录表上。



一个区组或重复试验区的数据应一次收集完成

从一个区组重复试验区一次收集数据将确保在同样的条件下测量区组或重复试验区的所有处理。如果可能，先完成一个区组或一个重复试验区，再开始下一个，完成整个区组或重复试验区后再休息。

收集数据时要一致

确保一致性的方法是由同一个人实施或监督收获并进行测量（如果测量依赖于记录者的判断时，就更是如此）。例如，在饲料作物试验中，导致不一致的通病是不同的人在收割作物时割的高度不同，因为他们采用不同的方法。

测定移栽的成功率

如果不测定移栽的成功率（如出苗数量、成株数量），那么就不可能了解低产的原因是由作物密度低、还是生长条件差引起的。甚至快速估测每块试验地每平方米的秧苗数量都是非常有用的方法（如每平方米秧苗数量0.1, 1, 10, 20或30）。



可否评估处理的作用？

不需要机械地测量所有的数据。可以通过观察植物和按评价指标，如颜色、播种、开花、抗虫性和产量对这些植物排序来收集数据。

这种做法不但对定期测定有益，而且如果发生意外就更有帮助（如洪水或虫害）。

不要认为试验被毁坏了，从受损的植物中就没有什么数据可以收集。其实仍然可以从貌似毁坏的试验中得到信息，并做出一些具有重要意义结论。例如，如果饲料作物品种评估试验被游荡的动物啃食了，可以从中估测一下动物偏爱哪些品种。

可以使用下列体系比较试验小区：

- 0 = 没有啃食
- 1 = 轻微啃食
- 2 = 中度啃食
- 3 = 严重啃食

如果要评估试验小区，建立评估体系标准常常是非常重要的。例如，在评价新玉米品种的叶茂度时，范围可以从1（低叶茂）到5（高叶茂）。在此情况下收获每次评估的一些样品有助于测量样品中叶子的百分率，因而了解叶茂度1, 2, 3, 4, 5的真实含义。

试验期间收集有关气象数据

在试验地测定简单的气候变化（特别是日降雨量和极端温度）是帮助把握试验结果的基础。

定期检查试验地

如果定期与其他田间人员和农民检查试验地，会更清楚地了解在试验期间发生的变化。记录下特殊事件，如开花期，有助于更好地理解最后的试验结果。

定期检查试验地还能挽救可能发生的灾祸，如把山羊赶出试验地、维修护栏、移栽不好之后重新栽培或修复丢失的标记。



7

收 获



懂得如何处理收获物资

如果已收获了所有的植物，仅仅用以比较不同处理的总产量，那么样品收获后只要在烘箱中或在太阳下干燥即可。如果要收获种子并想测试其质量（见 Partridge, 1996年），或者想要测试所收获物质的化学成分，那么就需要用不同的方式处理样品（例如，可能需要特殊的干燥设备，或需要分析植物的特殊部分）。

不要收获边缘作物

由于试验地边缘的作物或多或少地与毗邻地块的作物产生竞争，它们的生长常常不同于试验地中间的作物，故不要收获试验地边缘的作物。

避免雨后立即收获试验地中的作物

样品中水分含量高可能导致测量误差，大雨后叶子样本上泥土的沾污也会导致化学分析的偏差。

所收获的样品应该代表整个试验小区的情况

如果试验小区较小，可能要收获整个试验小区（沿边界地带30—50厘米宽除外）。但如果试验小区很大，就要选择一小块地来收获。

可能很难决定应该收获哪里的样品才能代表整个试验小区，特别是在试验小区生长状况不一致的情况下。要确保采用的取样方法所采样品能代表整个试验小区的情况。根据试验小区的均一性和大小，有许多种方式可供选择。一种方法是沿着试验小区对角线行走两次，隔几米取1平方米的样品（相隔米数取决于试验小区的大小）。事先计划好取样的方式，并在所有的试验小区采取同样的方法。

取样后收获试验小区的所有作物

如果试验小区相当大，就必须先收获取样区，然后收割整个试验小区，以保证下一茬植物的生长条件一致。

计算收获样品中的杂草

如果收获的样品包含杂草和试验植物应将其分开，或者至少要估算杂草的重量百分比成分。

采用简单无偏差的方法抽取收获物的子样本

收获物抽样的最简单的方法是“四分之一法则”。将所有收获物分成两份，然后再将这两份分成四堆，舍弃对角线相对的两堆，再将保留的两堆合并起来，并多次重复上述过程，直到得到所需要的样品数量。

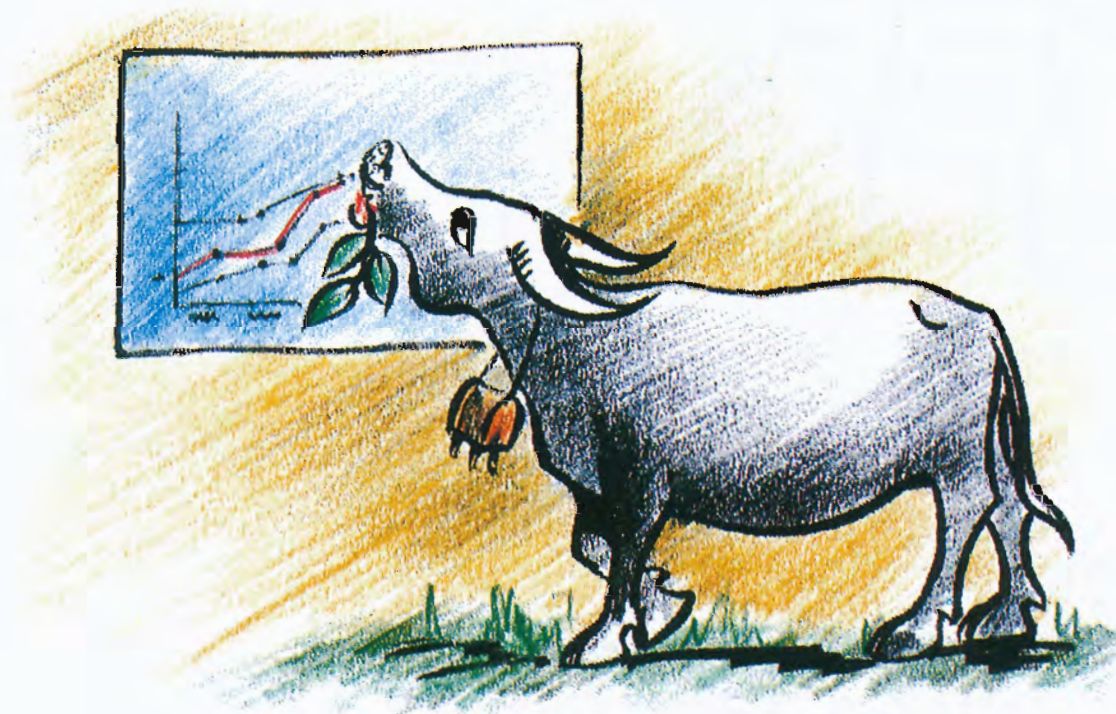
收获时在试验地称量子样本的鲜重

收获的作物一般要经干燥以计算干物质产量。但是，通常需要干燥的收获物太多，所以需要先在试验地称量所有的收获物，然后取一些子样本来干燥。然而，植物收割后其水分可能会迅速变化。因此，在称量全部收获物的同时，要称量子样本的鲜重。有必要在样品袋上书写收获数据（如样品的鲜重），以便减少后来分析结果时的误差。

从子样本中分拣出无用的物质（如杂草、秆茎和坏死的叶子），并应该分别称量各种成分的重量。

8

从试验田间 返回之后



不要将新样品随地乱放

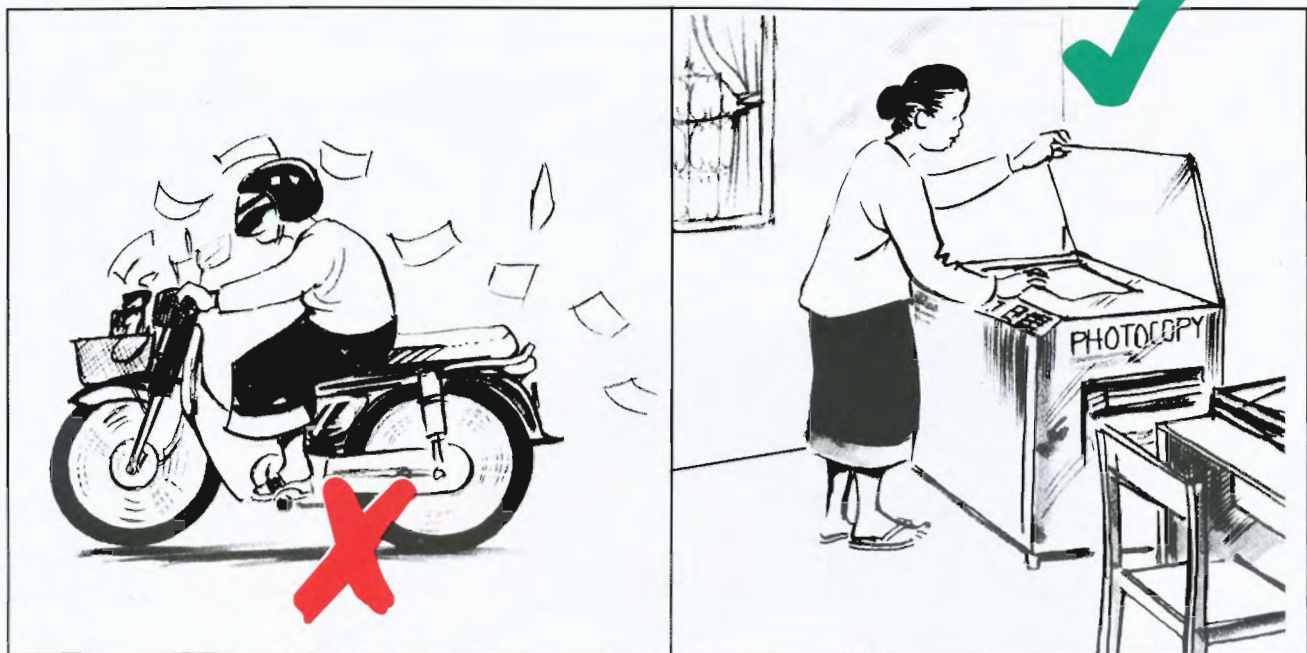
称重之前要尽可能快地在阳光下或在烘箱里干燥样品。如果样品需要进行化学分析，烘箱的温度不应高于70℃。不要将烘箱装得太满，这样干燥起来较慢，样品的化学成分也可能发生变化。样品要在烘箱中放72小时。



干燥后的样品储存在不漏气的防虫袋或内侧有标识的容器中，容器外侧也要有永久标识。

复制所收集的数据

文件较易丢失，办公室也可能发生火灾。要尽快将数据至少复制一份，并将原件和复印件存放在不同的地方。避免手工抄写复制数据，因为这可能增加错误。



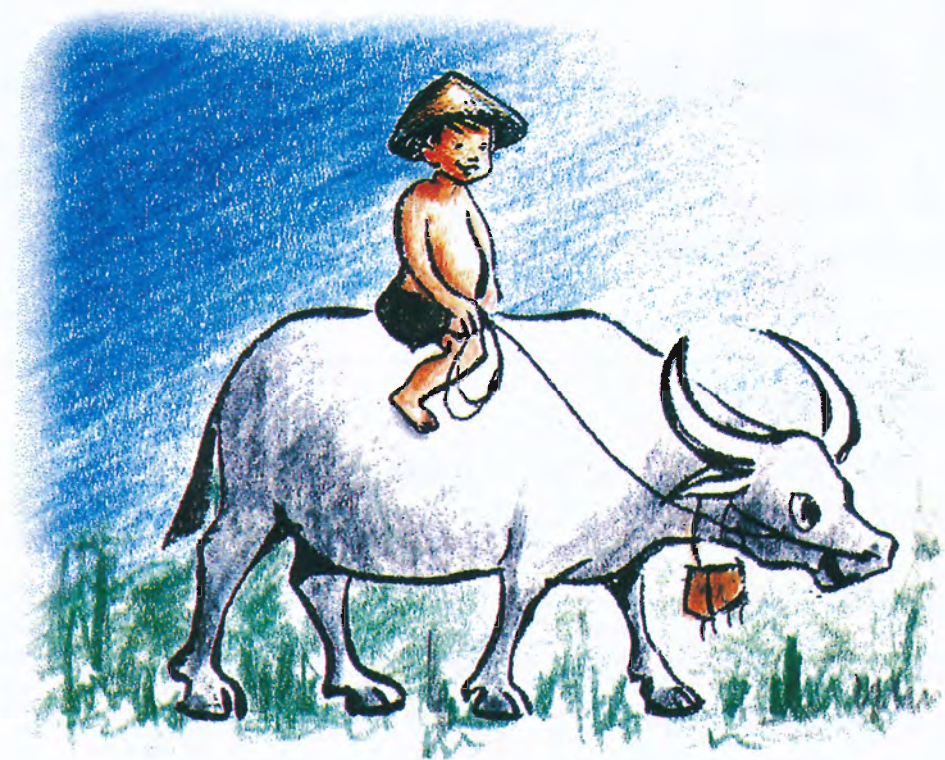
收集完毕后应尽快分析数据

如果收集完数据后能马上加以浏览或分析，就能够尽快发现错误。如果一直到试验结束都没有检查数据，在数据收集过程中出现的错误就很难修正。

建立数据文档系统

记录表很容易丢失在抽屉底层。建立了文档就很容易找到信息。使用文件夹来存放数据，可以更方便地找到信息。

其它信息



田间常用工具

常规工具

- 尺子
- 钢笔和铅笔
- 防水笔
- 白纸书写板
- 纸夹
- 锋利的刀子
- 卷尺
- 修复围栏的铁丝等材料
- 试验地图
- 日志

规划试验小区用具

- 细绳（每米打个结以便测量）
- 短桩
- 标牌
- 锤子

抽样及收获用具

- 镰刀
- 纸袋、棉袋、塑料袋、网袋
- 称量样品用的防水帆布
- 地秤（弹簧、杠杆）
- 装在塑料袋中的数据记录表

测试种子潜在的发芽率

有两种简单的方法可以测试种子潜在的发芽率：试验室发芽测试和出苗测试。这两种方法都仅提供了种子潜在发芽率的粗略指标。

一、试验室发芽测试

- 1 将吸水纸（如餐巾纸）放在盛有洁净水的盘子中。倒掉过量的水。
- 2 将数好的种子（至少100粒）放在纸上，并在上面盖上透明的盖子（防止水分损失，并且每天有一定光照，因为一些品种的种子发芽需要光线）。不要置于强烈的阳光下。
- 3 每天检查盘子，如果需要就添加些水。纸应该保持湿润，但不要浸透，否则种子要发霉。纸不能干透。
- 4 在热带地区，无须将盘子放入培养器中，因为25—30℃ 的发芽温度基本上适宜于许多热带品种。
- 5 每2—3天数一下发芽的种子，豆科作物种子总共需要 14天，草种需要21天。
- 6 移出并丢弃数过的发芽种子，以防其根缠绕在一起。
- 7 完成发芽测试之后，累加共有多少发芽的种子被移出盘子，并计算发芽率，对于豆科作物要清点出硬实、未膨胀的种子，以计算出硬实种子的百分率。

二、出苗测试

- 1 在一个小托盘中放入潮湿、肥沃、结构良好的土壤。如果没有现成的这类土壤，可以将相同数量的土壤、沙子和粪肥混合起来。
- 2 从大批种子中挑选有代表性的种子样本，并且在土壤中播种一定数量的种子（至少100粒），播种深度恰好在土表之下。
- 3 将托盘置于温度适宜的阴凉处（不要太冷或太热）。保持土壤湿度但不要淹水。
- 4 每2—3天计算出苗的种子数量，豆科作物种子总共需要14天，而草种需要21天。移出并丢弃已数过的种苗。

处理种子以提高发芽率

种子的低发芽率可能是坏死种子百分率高的结果，或者虽然一些种子是好的（能生长发育），但不具备发芽条件（休眠状态）。

豆科作物的休眠经常是由于不透水的硬种皮引起的。草种的休眠原因很复杂，既有物理因素，也有化学因素。

标准发芽试验结束时，没有发芽的、表面正常的硬质种子的百分率可用来测定豆科作物的硬皮种子。取标准发芽试验中表面正常的、在尚未发芽的种子用氯化三苯四氮唑染色，可测定草种的生活力（以及休眠）。氯化三苯四氮唑法与胚胎中的活细胞反应形成鲜红色的化合物。

低发芽率和高休眠率的草籽一般是在鲜种子中（如Brachiariaspp.）。解决它最简单的办法是让种子在干冷的条件下放4—6个月以上时间。

如果种子的发芽率低，则可以通过在播种前进行种子处理来改进发芽状况。其主要步骤见41—42页。

休眠草籽的处理方法

1. 酸处理

草籽一般不用酸处理方法，除非需要立即播种未成熟的种子。例如，可把 *Brachiaria* 种子浸入浓硫酸中（可从电瓶中得到）持续10分钟，步骤如下：

- i. 在浓硫酸中混入种子，持续10分钟并不停地搅动。要小心别把酸溅到人的皮肤或衣服上。如果发生这种情况，马上用冷水清洗。种子的外衣（“颖片”）将被酸腐蚀掉。
- ii. 把酸倒掉并用水冲洗种子直到无酸为止。冲洗几遍后把种子完全摊开来干燥。
- iii. 测试处理后的种子发芽率。如果发芽率仍然较低，大多数种子仍然坚硬没有膨胀，就再次在酸中浸泡种子。种子每次在酸中浸泡的时间不要超过30分钟。

2. 预干法

种子在温度为40—60℃的热空气中加热7天以上。

豆科作物硬粒种子的处理方法

1. 浸泡

在80℃度的热水中浸泡种子2—10分钟，或在100℃度的水中浸泡3—5秒。这有利于一些豆科作物种子张开其硬种皮（如*Leucaena*）。

2. 酸处理（如*Stylosanthes hamata*）

将种子混合在硫酸中持续10分钟，并不停地搅拌（如同草籽的酸处理）。

3. 机械法去硬种皮

种子量少可以使用解剖刀、指甲刀或砂纸来进行。在操作时要小心，避免损伤胚胎。大堆种子可以使用碾磨机，但对于不同种子需要用专门的筛子。

提示：种子是有生命的。上述方法如果使用不当，很容易伤害种子。首先用少量的种子对各种方法进行测试。通过比较已处理的和未处理的种子发芽测试结果，确认处理是否成功。

参考文献

Harty, R.L. (1996). Seed testing. In: TROPICAL PASTURE SEED PRODUCTION A TRAINING MANUAL. I.J. Partridge (ed.). Department of Primary Industries. Queensland, Australia. 110pp.

豆科作物种子接种根瘤菌

如果需要接种豆科作物种子，可将浆体或干粉状的接种剂施在种子上。

1. 浆体

- i. 将接种剂和种子与少许水混合制成浆体。
- ii. 种子要完全湿透并包裹上浆液，但不要太湿。最好把种子放入烧杯、桶或其它容器旋转搅动即可完成。
- iii. 播种前将种子置于阴冷的地方干燥。
- iv. 在24小时之内播种已接种的种子。可以选择在晚上接种种子，经通宵干燥，次日早上进行播种。

2. 干粉

播种前立即将干粉接种剂与种子混合。

注意：接种剂一般应该保持冷藏，决不能暴晒或冰冻。

检测清单

设计该检测清单是用以强调本手册中所涉及的实际操作建议。复制这些清单并随身带到试验地。

试验设计

- 开始记试验日志
- 向参与试验的每个人解释试验的目的和程序
- 试验设计尽可能简单
- 保证有足够的完成试验的时间
- 确保每个人了解他们的职责
- 为试验准备一个时间表
- 检查所需要的任何东西都能准时供应
- 将种子存放在干冷的地方
- 确保试验地是所需的典型区域
- 了解试验地以前的用途
- 确保试验地的条件尽可能一致
- 避免试验地倾斜发生侵蚀
- 确保试验地可根据需要长时间使用
- 检查环绕试验地的护栏以防动物进入
- 检查试验地不会受到其它农业活动或试验的影响
- 制作试验地的介绍材料

试验开始前的准备工作

- 准备一个试验地图以标明试验小区的位置
- 复制额外的试验地图
- 测试种子的发芽率（考虑是否需要处理种子）
- 仔细称量每个试验小区的种子和肥料
- 选择每个品种适当的播种量
- 下地之前尽可能做好准备和标识工作
- 将所有处理所需物资放入防水袋中
- 准备处理所需物资的备份
- 检查你的豆科作物是否需要接种
- 仔细计算试验的规模并重复检查核算
- 清晰标记试验地
- 选择能满足试验目的的恰当小区面积
- 制作清晰而长久的试验小区标识
- 尽可能减少侵蚀的风险

管理试验

- 在试验地总是随身携带一份试验地图
- 预先将所有处理与相应的试验小区对号入座
- 实施处理之前检查每个试验小区的标牌
- 选择适当的播种方法
- 选择适当的除草方法

- 也可建立一个小苗圃用以补栽
- 每个试验小区实施的处理应保持均衡一致
- 不同试验小区之间的方法要一致
- 对每个区组或重复试验区的处理要一次完成
- 确保各种处理之间不会相互影响
- 记录任何错误和问题

收集数据

- 制作明了、简易的记录表
- 在记录表上留出备注和计算的位置
- 一个区组的数据一次收集完成
- 收集数据的方法要一致
- 测定植物移栽的成功性
- 定期评估处理的有关效果
- 在整个试验期间测量相关的气象资料
- 定期观察试验

收获

- 知道如何最佳处理和干燥收获的样品
- 收集整个试验小区最具代表性的样品
- 先收获样品再收割整个试验小区
- 计算收获样品中的杂草
- 选取无偏差子样本（例如使用“四分之一法则”）
- 收获后尽可能快地称量样品和子样本的重量

从试验地返回之后

- 在储存之前适当地干燥子样本
- 至少复制一份所收集的数据
- 数据收集之后应尽快分析
- 将数据保存在系统化的文档系统中

参考文献

- Ashby, J.A. (1990). EVALUATING TECHNOLOGY WITH FARMERS : A HANDBOOK. CIAT Publication No.187. Cali, Colombia. 93pp
- Cameron, A. and Gibson, T. (1994). FIELD TECHNIQUES OF FORAGE EXPERIMENTATION AND EVALUATION . CSIRO Division of Tropical Crops and Pastures . Brisbane, Australia. 30pp.
- Gomez K.A. and Gomez A.A. (1984). Statistical procedures for agricultural research . International Rice Research Institute, Los Banos , Philippines. 680pp.
- McIntyre, G.A. (1982). Statistical aspects of vegetation sampling . In MEASUREMENT OF GRASSLAND VEGETATION AND ANIMAL PRODUCTION. L.'t Mannelje, editor. CSIR Division of Tropical Crops and Pastures. Brisbane, Australia. pp.821
- Morton, J.R. (1994). HOW TO LAY OUT, MAINTAIN AND RECORD A RANDOMISED BLOCK TRIAL. Pacific Regional Agricultural Programme , European Union. Suva, Fiji.
- Partridge, I.J. (1996). TROPICAL PASTURE SEED PRODUCTION A TRAINING MANUAL . Department of Primary Industries. Queensland, Australia. 110pp.
- Tarawali, S.A., Tarawali, G., Larbi, A. and Hanson , J . (1995). METHODS FOR THE EVALUATION OF FORAGE LEGUMES , GRASSES AND FODDER TREES FOR USE AS LIVESTOCK FEED . International Livestock Research Institute, Nairobi, Kenya.