



国家示范性高职院校优质核心课程系列教材

田间试验与统计分析

■ 张力飞 主编

TIANJIAN
SHIYAN YU
TONGJI
FENXI



化学工业出版社

国家示范性高职院校优质核心课程系列教材

田间试验与统计分析

张力飞 主编



化学工业出版社

· 北京 ·

本书是按照高等职业教育的教学要求,以“为专业服务”和“够用”为原则,根据专业课的内容特点和要求确定内容,主要内容有:试验计划、方案和误差,调查取样,数据资料的整理,统计假设测验,试验设计与试验结果的方差分析,简单直线相关与回归,并增设了科技论文的撰写作为拓展选修内容。每章包括知识目标、技能目标,基本理论、实训、习题等部分,语言简练,条理清晰,书后附有相关附录。

本书可作为高等职业技术学院和中等职业技术学校园林工程技术、园艺技术、生物技术等专业的教材。

图书在版编目(CIP)数据

田间试验与统计分析/张力飞主编. —北京:化学工业出版社, 2012.10

国家示范性高职院校优质核心课程系列教材

ISBN 978-7-122-15292-3

I. ①田… II. ①张… III. ①田间试验-统计分析-高等职业教育-教材 IV. ①S3-33

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第210912号

责任编辑:李植峰
责任校对:洪雅姝

文字编辑:吕佳丽
装帧设计:史利平

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:北京云浩印刷有限责任公司

787mm×1092mm 1/16 印张9 $\frac{3}{4}$ 字数246千字 2012年11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: 20.00 元

版权所有 违者必究

“国家示范性高职院校优质核心课程系列教材” 建设委员会成员名单

主任委员 蒋锦标

副主任委员 荆宇 宋连喜

委员 (按姓名汉语拼音排序)

蔡智军	曹晶	曹军	陈杏禹	崔春兰	崔颂英
丁国志	董炳友	鄂禄祥	冯云选	关秀杰	郝生宏
何明明	胡克伟	贾冬艳	姜凤丽	姜君	蒋锦标
荆宇	雷恩春	李继红	梁文珍	钱庆华	乔军
曲强	宋连喜	田长永	田晓玲	王国东	王庆菊
王润珍	王雅华	王艳立	王振龙	相成久	肖彦春
徐凌	薛全义	姚卫东	俞美子	张广燕	张力飞
张淑梅	张文新	张秀丽	赵希彦	郑虎哲	邹良栋

《田间试验与统计分析》编审人员

主 编 张力飞

副 主 编 于红茹 夏国京 梁春莉

编写人员 (按汉语拼音排列)

梁春莉 刘淑芳 夏国京 衣冠东

于红茹 于立杰 张力飞 张荣凤

主 审 蒋锦标

序

我国高等职业教育在经济社会发展需求推动下，不断地从传统教育教学模式中蜕变出新，特别是近十几年来在国家教育部的重视下，高等职业教育从示范专业建设到校企合作培养模式改革，从精品课程遴选到双师队伍构建，从质量工程的开展到示范院校建设项目的推出，经历了从局部改革到全面建设的历程。教育部《关于全面提高高等职业教育教学质量的若干意见》（教高〔2006〕16号）和《教育部、财政部关于实施国家示范性高等职业院校建设计划，加快高等职业教育改革与发展的意见》（教高〔2006〕14号）文件的正式出台，标志着我国高等职业教育进入了全面提高质量阶段，切实提高教学质量已成为当前我国高等职业教育的一项核心任务，以课程为核心的改革与建设成为高等职业院校当务之急。目前，教材作为课程建设的载体、教师教学的资料和学习依据，存在着与当前人才培养需要的诸多不适应。一是传统课程体系与职业岗位能力培养之间的矛盾；二是教材内容的更新速度与现代岗位技能的变化之间的矛盾；三是传统教材的学科体系与职业能力成长过程之间的矛盾。因此，加强课程改革、加快教材建设已成为目前教学改革的重中之重。

辽宁农业职业技术学院经过十年的改革探索和三年的示范性建设，在课程改革和教材建设上取得了一些成就，特别是示范院校建设中的32门优质核心课程的物化成果之一——教材，现均已结稿付梓，即将与同行和同学们见面交流。

本系列教材力求以职业能力培养为主线，以工作过程为导向，以典型工作任务和生产项目为载体，立足行业岗位要求，参照相关的职业资格标准和行业企业技术标准，遵循高职学生成长规律、高职教育规律和行业生产规律进行开发建设。教材建设过程中广泛吸纳了行业、企业专家的智慧，按照任务驱动、项目导向教学模式的要求，构建情境化学习任务单元，在内容选取上注重了学生可持续发展能力和创新能力培养，具有典型的工学结合特征。

本套以工学结合为主要特征的系列化教材的正式出版，是学院不断深化教学改革，持续开展工作过程系统化课程开发的结果，更是国家示范院校建设的一项重要成果。本套教材是我们多年来按农时季节工艺流程工作程序开展教学活动的一次理性升华，也是借鉴国外职教经验的一次探索尝试，这里面凝聚了各位编审人员的大量心血与智慧。希望该系列教材的出版能为推动基于工作过程系统化课程体系建设和促进人才培养质量提高提供更多的方法及路径，能为全国农业高职院校的教材建设起到积极的引领和示范作用。当然，系列教材涉及的专业较多，编者对现代教育理念的理解不一，难免存在各种各样的问题，希望得到专家的斧正和同行的指点，以便我们改进。

该系列教材的正式出版得到了姜大源、徐涵等职教专家的悉心指导，同时，也得到了化学工业出版社、中国农业大学出版社、相关行业企业专家和有关兄弟院校的大力支持，在此一并表示感谢！

蒋锦标
2010年12月

前言

Preface

田间试验与统计分析是园艺技术专业的一门主干课，也是一门理论性和实践性较强的基础性课程。通过本课程的学习，不仅可以培养学生独立地进行园艺植物生物学性状、果实经济性状、苗木质量调查与鉴定，还可以开展小型应用性农业科学试验，并能针对收集、整理的资料进行分析，得出合理结论，为进一步提高学生分析园艺植物遗传与育种特性、栽培与技术推广，以及毕业后从事农业应用性试验与调查工作奠定坚实的基础。

为使具备上述能力，本教材以“应用”和“技能”教育为主线，按岗位要求构建教材内容体系，明确了知识目标和技能目标。实训内容上突出实践技能操作的阐述与展示，同时也体现出 Excel 2003 统计功能的强大。理论内容以“必需、够用”为度，突出理论知识的应用性和为实践的服务性。

全书遵循高职学生认知规律，尊重个体需要，并注重学生的可持续发展。全书主要内容有：试验计划、方案和误差，调查取样，数据资料的整理，统计假设测验，试验设计与试验结果的方差分析，简单直线相关与回归，并增设了科技论文的撰写作为拓展选修内容。每章包括知识目标、技能目标，基本理论、实训、习题等部分，语言简练，条理清晰，书后附有相关附录。

本教材由张力飞任主编，于红茹、夏国京、梁春莉任副主编。具体编写分工如下：绪论、第一章、第二章、第三章、拓展选修、附录由张力飞编写；第四章、第六章由夏国京编写；第五章第一节、第二节、第八节、第九节、实训 5-1、实训 5-3 由于红茹编写；第五章第三节、第四节由刘淑芳编写；第五章第五节、第六节、第七节，实训 5-2、实训 5-4 由梁春莉、于立杰编写。此外，张荣风、衣冠东参与了部分内容的整理工作。全书由张力飞统稿，蒋锦标教授审稿。

本教材是高等职业教育园艺技术专业核心课程教材之一，也可作为高职相近专业及中等职业、成人继续教育相关专业教材。

在编写过程中，本教材参考了有关单位和学者的文献资料，在此一并致以衷心的感谢。

由于编者水平有限，教材中难免出现疏漏，恳请各校师生批评指正。

编者

2012 年 5 月

绪 论

[知识目标] 了解生物统计的意义；熟悉田间试验的特点；掌握田间试验的基本要求、试验研究的方法。

[技能目标] 能够复述试验研究的方法、田间试验的基本要求。

果蔬产品是人们生活中不可缺少的食品。随着人们生活水平的不断提高，果蔬产品作为营养源越来越被重视。深入进行科学研究工作，为市场提供优质而多样化的果蔬产品已成为果蔬生产中的重要目标。世界上各先进国家十分重视果蔬生产的技术革新，在品种培育更新、丰产优质高效栽培、采后处理、贮藏加工及供销等一系列技术方面的进展日新月异。中国素有“园艺之母”的称号，栽培历史悠久、资源非常丰富。新中国成立后，果蔬生产在原来十分薄弱而落后的基础上迅速恢复发展，特别是近十余年来，果蔬生产呈现了一片蓬勃发展的形势，发展果蔬已成为农民脱贫致富的重要途径。农民对科学种树、种菜的渴求日益迫切。科学研究、先进技术的推广已成为广大群众的要求。在国际市场的竞争中，更要求高产、优质、低耗，为了满足周年供应的需要，要求迅速提高果蔬产品的保鲜、贮藏、加工、运销等技术水平。这一切，都要求科研工作者积极地试验为果蔬生产服务。

在田间自然条件下，以果蔬植物生长发育的各种性状、产量和品质等作指标，研究果蔬植物与环境之间关系的农业科学试验方法称为田间试验。它的基本任务是在大田或保护自然或保护地条件下研究新品种、新产品、新技术的增产效果，客观评定具有各种优良特性的高产品种及其适应区域，评定新产品的增产效果及对环境的反应，正确地评判最有效的增产技术措施及其适用范围，使农业科研成果合理地应用和推广，发挥其在农业生产上的重要作用，并为各级农业部门及农户提供科学决策和技术咨询，促进农业科研成果尽快转化为生产力。

在一定条件下，观察、比较果蔬各方面的现象、结果，从而得出某种科学结论的一切活动就叫做果蔬试验。在这个过程中，设计试验、抽样调查和分析试验数据占有非常重要的位置。统计最简单的概念就是计数、计算、分析数字，这些数字是说明大量同类事物或现象数量特征或规律性的数字，叫统计数字。从全部研究的果蔬对象中抽出一部分进行调查，取得原始资料，根据数学原理，主要根据概率论原理进行分析，从而获得统计数字的方法就叫做果蔬统计。

试验与统计是紧密相连的。制订、选择、实施试验设计，获取试验数据，只有合于统计学的一定要求，或以统计学的理论和方法为基础，才能使试验结果科学可靠，达到事半功倍的效果。

一、田间试验的基本要求

在果树试验中，由于大多数果树是多年生木本植物，植株多高大，根系分布深而广，繁殖方法多种多样，受年龄时期和外界条件的影响，其生长结果、发育规律等方面都可能有一定的差别，因此试验中必须考虑到果树多年生连续性的特点，试验的年份可能受到前几年的影响，需要较长的期限；选择好试验地和繁殖方法相同的试验植株，才能得出科学的结论。蔬菜、花卉试验则相对简单。

果蔬试验中，因其试验的复杂性和差异，进行设计时，应严格按照试验要求划分小区、合理取样，适当增加重复次数，以减少误差。但是果蔬也有其有利的方面，在多年的生活中，自身记录了外界条件对植株的影响；根据其生长结果的表现，通过生物学调查，可以在较短的时间内得到可靠的资料。因此，要学会和果蔬“说话”，根据调查到的情况了解果蔬内部的规律，加快试验速度，得到正确的结果。果蔬田间试验与其他植物试验一样，有以下基本要求。

1. 目的性

进行果蔬试验，目的一定要明确，在对试验因素不够了解的情况下应先进行单项试验，后进行综合试验，分清主次。对试验的预期结果及其在生产、科研中的作用，要大致心中有数，这样才能抓住当时当地生产实践中急需解决的问题，避免试验的盲目性，提高试验的效果。

2. 代表性（典型性）

指试验的自然条件（包括土壤种类、地势、土壤肥力、气候等）和生产条件（包括施肥水平、耕作制度等）与试验结果所服务的地区相适应，亦称试验的典型性。它决定着试验结果可能利用的程度。从地域上说，代表的范围越广，其意义也就越大；从时效性说，既要考虑目前的条件，也要适当考虑将来的发展，使试验成果具有较长远的适用性。

3. 正确性

试验要求正确，否则也就失去意义。试验的正确性反映了试验结果的可靠性。试验的正确性越高，试验结果就越可靠，就越能反映客观实际。试验的正确性包括试验的准确性和精确性两个方面。准确性指试验性状的观测值与其相应真值的接近程度。观测值与其相应真值越接近，试验就越准确，但在一般试验中，真值是未知数，故准确性不易确定。精确性指同一试验中同一试验性状的重复观测值彼此接近的程度。重复观测值彼此越接近，则试验越精确，它是可以计算的。在没有系统误差时，精确与准确是一致的，所以，在田间试验中，应力求减少试验误差，以求试验结果的准确可靠。一般情况下，由于果蔬植物本身的遗传性就十分复杂，加之外界环境的影响，必然产生或大或小的误差。例如，品种比较试验，目的是比较不同品种的丰产性，因此，除了品种这个因素外，其他条件（土壤、气候、田间管理等）应尽量保持一致；否则，就会使品种的丰产性鉴定结果失真。即使在各种外界条件都相对一致的情况下，不同品种也会由于某一特定环境条件发挥品种程度不同，使试验结果产生误差，这个误差是不可避免的，但是可以降至最小。错误是不允许的，如记录错误、称重错误等。果蔬田间试验时，必须尽最大努力准确执行试验技术，避免发生人为差错，最大可能地保证试验条件的一致，以提高试验结果的正确性。

4. 重演性

重演性是指相似条件下，进行相同的试验，可以获得相同或相似的试验结果。试验结果越类似，其试验重演性越好。这对于在生产实践中推广试验成果极为重要。由于自然条件和生产条件的复杂，不同年份或不同地区进行相同的试验，结果往往不同，即使在相同的条件

下，试验结果也会有出入。为了判定试验结果的正误，要有多年和多点的试验才能得出结论。把每一项试验在本地区重复两三年。由于每年的自然环境条件总有不同，所获得的试验结果是在不同的年份、不同的自然条件下的平均值，使重演的可能性提高，更容易被别人或大面积推广。在整个试验过程中，要充分了解和掌握试验区的自然条件和栽培管理水平，细致、完整、及时地进行田间试验记载，分析各试验现象，找出规律性，以便正确地估计试验的重演性。

综上所述，为了提高田间试验效果，目的必须明确，选好试验地和试验材料，科学地进行试验设计，认真观察记载，对数据应采用有效的生物统计方法，以使试验结果符合客观规律，在生产上发挥更大作用。

二、试验研究的方法

果蔬试验研究方法很广，涉及许多基础学科，确定课题后必须根据试验的目的要求和具体条件，选用不同的研究方法。一般可分为调查研究法和试验研究法。

调查研究法是就已有的事实对果蔬各方面进行研究，是最常采用的研究方法。速度快、效果好，简单易行，适用于多方面的研究。试验研究法是人为新创造一些条件对果蔬各方面进行研究，这些新创造条件是人们依据研究目的而拟定的，可以控制的。具体又可分为下列四类。

1. 经验总结调查法

在各地广泛进行的果蔬栽培中，有许多宝贵的经验对推动果蔬发展有积极作用，是一种既节省时间又提高试验效果的方法。对某项先进技术或丰产优质的综合管理经验调查是经常采用的试验方法。可采取座谈、访问和实地调查相结合的方式进行，以使结果较为可靠，必要时还可设置试验加以证实。

2. 生物学调查法

生物学调查法是果蔬各种研究中的重要手段，常配合田间试验、调查研究等以取得有关果蔬各器官生长发育等方面的数据资料、分析说明试验效果，提供生产中推广，例如计算花叶芽比、叶果比、枝果比、干周等，都可作为确定果树负载量的因素。另外，还可总结出规律性资料，例如定期测量根系、枝条、果实等的生长量，定期解剖芽眼观察分化情况等，都可帮助我们了解果树的年周期中各器官的生长发育动态，借以提高管理水平。所以，生物学调查法是一种应用范围很广的研究方法。

3. 田间试验法

在田间新创一些条件对果蔬各方面进行研究是果蔬常用的重要研究方法。它是以差异对比法为基础，在控制或人工处理的条件下，突出对比因素，以比较不同处理的反应和效果。一般果蔬的田间试验需要较长的时间。为了加速试验进程，节约经费和提高效果，可采用预备试验和正式试验相配合的方法。在正式试验中还可分为几个步骤，先进行小区试验，继而选择效果最好的处理进行田间生产试验，最后将最佳处理推广于生产。新育成或引进的品种要布点进行区域化试验，以确定最佳推广的范围。

4. 室内研究法

利用人工控制的环境条件，如温室、大棚、生长箱、组织培养室、人工气候室等设备进行果蔬各方面的研究，可得到较为准确可靠的试验结果，误差少且速度快，随着设备条件的改善，这种研究方法应用已越来越多。另外，许多果蔬试验正在逐步深化，例如组织切片、生理生化分析研究等也正在快速发展，这对指示某些与生产有关的问题或理论研究均有重要意义。室内研究法已逐渐成为普遍采用的研究方法。

室内研究法有调查性的，如根系观察、营养诊断、花芽分化观察等；也有试验性的，如盆栽试验、水培试验、组织培养试验等。

以上四种方法应当互相配合，综合应用，以期用较短的时间完成研究任务。

三、生物统计的功用

生物统计是运用数理统计的原理和方法来研究生物界数量现象的科学，是数学与生物学相结合的边缘科学。学习田间试验与统计分析课程，应该了解生物统计的基本功用。

1. 科学地整理和描述数据资料

果树、蔬菜、花卉植物都有着极其复杂的生命活动过程，同时与环境条件存在不可分割的关系，在生长发育过程中受经常变化着的气象及土壤肥力等自然条件的影响，其数量现象具有普遍的变异性。例如，在同一组条件下测量 100 个苹果的单果重数据，往往各不相同，把这些数据收集起来往往庞杂零乱，很难说明任何问题，只有用统计方法将资料加以整理、归纳、分析，才能发现其规律性，即该品种的平均单果重。所以，生物统计可以科学地整理和描述数据资料。

2. 提供样本推断总体的科学方法

在一般的试验中，试验对象都是样本，而试验的目的，当然在于认识总体的表征与规律，总体一般极为庞大，例如一窖苹果，一个地区的李树等，它们的总体参数通常是难以得到的。这就产生了如何才能由样本推断总体的问题，数理统计已搞清楚了样本与总体的若干规律，进而能提供由样本推论总体的科学方法。

3. 判断试验结果的可靠性

试验数据间的变异简单说来是由两方面原因造成，一是处理不同；二是试验误差。处理效应与误差效应同时表现在一个试验结果数据中，如果不进行统计分析就不会知道处理的真实作用，也不会知道试验的准确性如何，统计方法为解决推断试验结果的可靠性问题提供了强有力的手段。

4. 确定和度量事物间的相互关系

自然界中任何事物和现象都不会孤立地存在，孤立地变化，而是彼此联系、相互作用、相互影响。例如番茄果实重量与果实横径有关，那么，它们是什么性质的关系？关系的密切程度如何？变化规律怎样？诸如此类的关系与问题，生物统计都有解决的办法，它对处理生产管理，预测产量等现实问题极有帮助。

5. 提供试验设计的重要原则

为了以较少的人力、物力、财力投入试验，并获取更多的信息、可靠的试验结果，试验就必须有科学的设计。田间试验中，人们所能控制的是试验因素，而对非试验因素是很难控制一致的，尤其是偶然因素的干扰，使试验不敏感，甚至真相被掩盖，只有借助统计学中的随机和重复原则，才能对偶然因素加以处理，增加试验的敏感性。

不能要求每个试验工作者都成为生物统计学家，但将统计原理和方法应用于试验设计、数据的调查、整理与分析，提高试验的效率和可靠性，对每个试验工作者来说，实属必要。

四、学习田间试验与统计分析的方法

田间试验与统计分析课程，概念新，公式多，综合性强，掌握一定的学习方法是很有必要的。

1. 弄懂基本原理和方法

学习田间试验与统计分析，要求有较为深厚的专业知识和一定的数理基础。对大专同学

们来说,专业理论只学一部分,专业实践尚有欠缺,进行田间试验,一时难以抓住关键;尤以生物统计,全从概率角度思考问题,给学习带来一定的难度。所以,学习本课程,一定要着重于理解,弄清基本原理,掌握基本方法,既不追求纯理论的推导、证明,更反对一知半解和死记硬背。

2. 积极参加小型科学试验

田间试验与统计分析是一门实践性很强的应用工具课,只懂理论,不能实践,就像黑板上栽树一样,没有意义。应该利用教学实习、顶岗实训、就业实习、科研项目等一切机会,积极参加科学试验,或者就本地、本校条件,结合实际需要,自行设计小型应用性试验。在参加科学试验活动当中,应有意识地应用所学理论和方法指导实践,并在科研实践中加深对基本概念、基本方法的理解。将田间试验和统计分析有机地结合起来,运用统计原理指导试验的设计、实施、调查,获得试验结果后,应用统计方法去分析、推断结论,这样,理论与实践结合,试验与统计结合,科学试验水平即会相应提高。

3. 熟练统计公式的应用

学习田间试验与统计分析,难度最大的是统计公式的应用。初学者往往是记住了统计公式,却不知道用于什么资料;或者有了试验资料,却不知道用什么统计公式去分析,有时也就胡乱对付一通。解决的办法是:理解公式含义,整理资料类型,一定的公式应用于一定的资料类型,反复实践,不断应用,从生疏到熟练。这就要求认真地多做一些习题。除了每章书后附有的习题外,还应多收集一些科研中、阅读中碰到的各种数据资料,进行统计分析,久而久之,统计分析的能力也就提高了。



习题

1. 什么是田间试验?其基本任务是什么?
2. 田间试验的基本要求是什么?
3. 何谓试验的正确性?
4. 试验研究有哪些方法?
5. 生物统计的功用有哪些?

目录

Contents

○ 绪论	1
【习题】	5
○ 第一章 试验计划、方案和误差	6
第一节 试验中的几个基本概念	6
第二节 试验计划和方案的拟订	8
第三节 试验误差及其调控	15
实训 试验计划书的拟订	19
【习题】	20
○ 第二章 调查取样	21
第一节 调查的意义、内容和方法	21
第二节 取样技术	28
实训 2-1 果蔬生物学性状调查——顺序取样、典型取样	30
实训 2-2 果蔬生物学性状调查——随机取样、划区取样	31
【习题】	31
○ 第三章 数据资料的整理	32
第一节 常用术语及其含义	32
第二节 次数分布	33
第三节 算术平均数	37
第四节 变异数	38
实训 试验数据整理	40
【习题】	46
○ 第四章 统计假设测验	48
第一节 概率及概率分布	48
第二节 统计假设测验——显著性测验	55

【习题】	63
------------	----

◎ 第五章 试验设计与试验结果的方差分析 64

第一节 试验设计的原则	64
第二节 完全随机设计	65
第三节 单因素完全随机设计试验结果的方差分析	66
第四节 双因素完全随机设计试验结果的方差分析	74
第五节 随机区组设计	80
第六节 单因素随机区组试验结果的方差分析	82
第七节 双因素随机区组试验结果的方差分析	86
第八节 对比设计和统计分析	90
第九节 间比设计和统计分析	94
实训 5-1 完全随机设计与实施	96
实训 5-2 完全随机设计试验结果的方差分析	97
实训 5-3 随机区组设计与实施	104
实训 5-4 随机区组设计试验结果的方差分析	104
【习题】	110

◎ 第六章 简单直线相关与回归 112

第一节 相关与回归的意义及其种类	112
第二节 简单直线相关	114
第三节 简单直线回归	117
【习题】	122

◎ 拓展选修 科技论文的撰写 123

【习题】	131
------------	-----

◎ 附录 132

附表 1 随机数字表	132
附表 2 正态分布表 (一尾)	133
附表 3 正态离差 u 值表 (两尾)	135
附表 4 学生氏 t 值表 (两尾)	136
附表 5 5% (上) 和 1% (下) 显著水平点的 F 值表 (一尾)	137
附表 6 Duncan's 新复极差检验 5% (上) 和 1% (下) SSR 值表 (两尾)	141
附表 7 百分数反正弦 ($\sin^{-1}\sqrt{x}$) 转换表	143
附表 8 r 值表	146

◎ 参考文献 147

绪 论

[知识目标] 了解生物统计的意义；熟悉田间试验的特点；掌握田间试验的基本要求、试验研究的方法。

[技能目标] 能够复述试验研究的方法、田间试验的基本要求。

果蔬产品是人们生活中不可缺少的食品。随着人们生活水平的不断提高，果蔬产品作为营养源越来越被重视。深入进行科学研究工作，为市场提供优质而多样化的果蔬产品已成为果蔬生产中的重要目标。世界上各先进国家十分重视果蔬生产的技术革新，在品种培育更新、丰产优质高效栽培、采后处理、贮藏加工及供销等一系列技术方面的进展日新月异。中国素有“园艺之母”的称号，栽培历史悠久、资源非常丰富。新中国成立后，果蔬生产在原来十分薄弱而落后的基础上迅速恢复发展，特别是近十余年来，果蔬生产呈现了一片蓬勃发展的形势，发展果蔬已成为农民脱贫致富的重要途径。农民对科学种树、种菜的渴求日益迫切。科学研究、先进技术的推广已成为广大群众的要求。在国际市场的竞争中，更要求高产、优质、低耗，为了满足周年供应的需要，要求迅速提高果蔬产品的保鲜、贮藏、加工、营销等技术水平。这一切，都要求科研工作者积极地试验为果蔬生产服务。

在田间自然条件下，以果蔬植物生长发育的各种性状、产量和品质等作指标，研究果蔬植物与环境之间关系的农业科学试验方法称为田间试验。它的基本任务是在大田或保护自然或保护地条件下研究新品种、新产品、新技术的增产效果，客观评定具有各种优良特性的高产品种及其适应区域，评定新产品的增产效果及对环境的反应，正确地评判最有效的增产技术措施及其适用范围，使农业科研成果合理地应用和推广，发挥其在农业生产上的重要作用，并为各级农业部门及农户提供科学决策和技术咨询，促进农业科研成果尽快转化为生产力。

在一定条件下，观察、比较果蔬各方面的现象、结果，从而得出某种科学结论的一切活动就叫做果蔬试验。在这个过程中，设计试验、抽样调查和分析试验数据占有非常重要的位置。统计最简单的概念就是计数、计算、分析数字，这些数字是说明大量同类事物或现象数量特征或规律性的数字，叫统计数字。从全部研究的果蔬对象中抽出一部分进行调查，取得原始资料，根据数学原理，主要根据概率论原理进行分析，从而获得统计数字的方法就叫做果蔬统计。

试验与统计是紧密相连的。制订、选择、实施试验设计，获取试验数据，只有合于统计学的一定要求，或以统计学的理论和方法为基础，才能使试验结果科学可靠，达到事半功倍的效果。

一、田间试验的基本要求

在果树试验中，由于大多数果树是多年生木本植物，植株多高大，根系分布深而广，繁殖方法多种多样，受年龄时期和外界条件的影响，其生长结果、发育规律等方面都可能有一定的差别，因此试验中必须考虑到果树多年生连续性的特点，试验的年份可能受到前几年的影响，需要较长的期限；选择好试验地和繁殖方法相同的试验植株，才能得出科学的结论。蔬菜、花卉试验则相对简单。

果蔬试验中，因其试验的复杂性和差异，进行设计时，应严格按照试验要求划分小区、合理取样，适当增加重复次数，以减少误差。但是果蔬也有其有利的方面，在多年的生活中，自身记录了外界条件对植株的影响；根据其生长结果的表现，通过生物学调查，可以在较短的时间内得到可靠的资料。因此，要学会和果蔬“说话”，根据调查到的情况了解果蔬内部的规律，加快试验速度，得到正确的结果。果蔬田间试验与其他植物试验一样，有以下基本要求。

1. 目的性

进行果蔬试验，目的一定要明确，在对试验因素不够了解的情况下应先进行单项试验，后进行综合试验，分清主次。对试验的预期结果及其在生产、科研中的作用，要大致心中有数，这样才能抓住当时当地生产实践中急需解决的问题，避免试验的盲目性，提高试验的效果。

2. 代表性（典型性）

指试验的自然条件（包括土壤种类、地势、土壤肥力、气候等）和生产条件（包括施肥水平、耕作制度等）与试验结果所服务的地区相适应，亦称试验的典型性。它决定着试验结果可能利用的程度。从地域上说，代表的范围越广，其意义也就越大；从时效性说，既要考虑目前的条件，也要适当考虑将来的发展，使试验成果具有较长远的适用性。

3. 正确性

试验要求正确，否则也就失去意义。试验的正确性反映了试验结果的可靠性。试验的正确性越高，试验结果就越可靠，就越能反映客观实际。试验的正确性包括试验的准确性和精确性两个方面。准确性指试验性状的观测值与其相应真值的接近程度。观测值与其相应真值越接近，试验就越准确，但在一般试验中，真值是未知数，故准确性不易确定。精确性指同一试验中同一试验性状的重复观测值彼此接近的程度。重复观测值彼此越接近，则试验越精确，它是可以计算的。在没有系统误差时，精确与准确是一致的，所以，在田间试验中，应力求减少试验误差，以求试验结果的准确可靠。一般情况下，由于果蔬植物本身的遗传性就十分复杂，加之外界环境的影响，必然产生或大或小的误差。例如，品种比较试验，目的是比较不同品种的丰产性，因此，除了品种这个因素外，其他条件（土壤、气候、田间管理等）应尽量保持一致；否则，就会使品种的丰产性鉴定结果失真。即使在各种外界条件都相对一致的情况下，不同品种也会由于某一特定环境条件发挥品种程度不同，使试验结果产生误差，这个误差是不可避免的，但是可以降至最小。错误是不允许的，如记录错误、称重错误等。果蔬田间试验时，必须尽最大努力准确执行试验技术，避免发生人为差错，最大可能地保证试验条件的一致，以提高试验结果的正确性。

4. 重演性

重演性是指相似条件下，进行相同的试验，可以获得相同或相似的试验结果。试验结果越类似，其试验重演性越好。这对于在生产实践中推广试验成果极为重要。由于自然条件和生产条件的复杂，不同年份或不同地区进行相同的试验，结果往往不同，即使在相同的条件

下，试验结果也会有出入。为了判定试验结果的正误，要有多年和多点的试验才能得出结论。把每一项试验在本地区重复两三年。由于每年的自然环境条件总有不同，所获得的试验结果是在不同的年份、不同的自然条件下的平均值，使重演的可能性提高，更容易被别人或大面积推广。在整个试验过程中，要充分了解和掌握试验区的自然条件和栽培管理水平，细致、完整、及时地进行田间试验记载，分析各试验现象，找出规律性，以便正确地估计试验的重演性。

综上所述，为了提高田间试验效果，目的必须明确，选好试验地和试验材料，科学地进行试验设计，认真观察记载，对数据应采用有效的生物统计方法，以使试验结果符合客观规律，在生产上发挥更大作用。

二、试验研究的方法

果蔬试验研究方法很广，涉及许多基础学科，确定课题后必须根据试验的目的要求和具体条件，选用不同的研究方法。一般可分为调查研究法和试验研究法。

调查研究法是就已有的事实对果蔬各方面进行研究，是最常采用的研究方法。速度快、效果好，简单易行，适用于多方面的研究。试验研究法是人为新创造一些条件对果蔬各方面进行研究，这些新创造条件是人们依据研究目的而拟定的，可以控制的。具体又可分为下列四类。

1. 经验总结调查法

在各地广泛进行的果蔬栽培中，有许多宝贵的经验对推动果蔬发展有积极作用，是一种既节省时间又提高试验效果的方法。对某项先进技术或丰产优质的综合管理经验调查是经常采用的试验方法。可采取座谈、访问和实地调查相结合的方式进行，以使结果较为可靠，必要时还可设置试验加以证实。

2. 生物学调查法

生物学调查法是果蔬各种研究中的重要手段，常配合田间试验、调查研究等以取得有关果蔬各器官生长发育等方面的数据资料、分析说明试验效果，提供生产中推广，例如计算花叶芽比、叶果比、枝果比、干周等，都可作为确定果树负载量的因素。另外，还可总结出规律性资料，例如定期测量根系、枝条、果实等的生长量，定期解剖芽眼观察分化情况等，都可帮助我们了解果树的年周期中各器官的生长发育动态，借以提高管理水平。所以，生物学调查法是一种应用范围很广的研究方法。

3. 田间试验法

在田间新创一些条件对果蔬各方面进行研究是果蔬常用的重要研究方法。它是差异对比法为基础，在控制或人工处理的条件下，突出对比因素，以比较不同处理的反应和效果。一般果蔬的田间试验需要较长的时间。为了加速试验进程，节约经费和提高效果，可采用预备试验和正式试验相配合的方法。在正式试验中还可分为几个步骤，先进行小区试验，继而选择效果最好的处理进行田间生产试验，最后将最佳处理推广于生产。新育成或引进的品种要布点进行区域化试验，以确定最佳推广的范围。

4. 室内研究法

利用人工控制的环境条件，如温室、大棚、生长箱、组织培养室、人工气候室等设备进行果蔬各方面的研究，可得到较为准确可靠的试验结果，误差少且速度快，随着设备条件的改善，这种研究方法应用已越来越多。另外，许多果蔬试验正在逐步深化，例如组织切片、生理生化分析研究等也正在快速发展，这对指示某些与生产有关的问题或理论研究均有重要意义。室内研究法已逐渐成为普遍采用的研究方法。