

果树 试验设计与统计

刘权 马宝焜 曲泽洲 编著

中国林业出版社

果树试验设计与统计

刘 权 马宝焜 曲泽洲 编著

(京)新登字 033 号

果树试验设计与统计

刘 权 马宝焜 曲泽洲 编著

中国林业出版社出版 (北京西城区刘海胡同 7 号)
新华书店北京发行所发行 遵化人民印刷厂印刷

787×1092毫米 16 开本 26.5印张 575千字
1992 年 3 月第一版 1992 年 3 月第一次印刷

印数 1—1500 册 定价: 13.50元

ISBN 7-5038-0716-4/S·0253

前 言

果树生产是农业的组成部分，也是开发山区、建设山区的一项重要种植业，其经济效益较高。果品是人民生活的必需品，又是食品工业的主要原料，并能出口创汇。随着我国工农业生产的发展和四个现代化的加速实现，人们对果品的需要会愈来愈迫切。因此，必须大力发展和提高果树生产，为了实现果树生产的大发展，则必须大力开展果树的科学试验，解决生产上出现的问题，为提高果树生产创造条件。

果树不同于一二年生作物，也不同于生产树叶的桑、茶等多年生作物，它本身树大、根深、变异多，具有异质性，因此株间差异较大，同时树龄长，给科学实验带来困难，如设计和分析不当，其结论常不确切。

为了正确运用试验设计和统计分析方法，提高果树科学实验的水平，我们将多年在教学和科研过程中积累的资料，加以整理，编写成本书，以供果树科研、教学、生产人员参考。一个科学试验课题设计内容、观测项目和统计分析方法，没有固定的格式，常随试验的目的要求和具体条件而变化，因而不能完全一一例举。望读者对各章节能融会贯通，运用到自己的具体试验中，以提高试验的准确性，达到科学试验为生产服务的目的。

在编写过程中蒙西北农业大学孙云蔚教授对初稿审阅和大力支持，在此谨表示感谢。果树科学试验变化较多，发展很快，限于编著者的水平，书中错误在所难免，敬请读者予以指正。

编著者

1990年12月于杭州

内 容 提 要

本书系统地介绍了果树试验设计与统计的基本原理与方法。全书共分14章，在扼要阐明统计原理基础上，根据果树的特点说明试验设计的原则及常用的设计和一些特殊的设计。在统计方法上着重介绍了资料整理、显著性测验、方差分析、正交试验设计与分析、简单相关与直线回归分析、曲线回归分析、复相关与复回归分析、协方差分析，以及回归设计分析等。本书在内容上力求循序前进，由浅入深；且密切联系我国果树试验研究的实际。本书可供从事果树科学研究人员和指导生产的同志阅读，亦可作为有关专业(如经济林、茶学、桑蚕)的大学生、研究生和成人教育学习参考材料。

目 录

绪论	1
一、果树试验设计与统计的概念	1
二、本学科的发展	1
三、本学科的重要性	2
第一章 果树试验设计的基本概念	3
第一节 果树科学研究方法和要求	3
一、果树科学研究的方法	3
二、果树试验的基本要求	5
第二节 果树试验研究的特点	7
第三节 试验方案	8
一、试验因素和水平	8
二、单因素试验与复因素试验	9
三、试验方案设计的原则和方法	11
第二章 果树试验设计	13
第一节 试验误差	13
一、试验误差的概念	13
二、试验误差的来源	14
三、试验误差控制的途径	17
第二节 果树田间试验的设计	20
一、田间试验设计的原则	20
二、试验小区、重复、区组的设置	22
三、常用的试验设计	29
第三节 试验计划书的制定	34
第四节 试验的调查、记载和取样技术	35
一、果树田间试验的调查记载	35
二、取样技术	38
第三章 试验结果的资料整理及显著性测验	42
第一节 试验结果的资料整理	42
一、总体与样本的概念	42
二、试验资料的性质	42
三、次数分布表	43
四、次数分布图	47

第二节 平均数和变异数	48
一、平均数的意义和种类	48
二、算术平均数的计算方法	49
三、算术平均数的两个重要性质	51
四、总体平均数的计算	52
五、变异数	52
第三节 理论分布及抽样分布	57
一、概率的含义	57
二、正态分布	58
三、样本平均数的抽样分布	61
四、t 分布	62
第四节 统计假设测验——显著性测验	64
一、显著性测验的意义	64
二、假设测验的基本原理	65
第五节 两样本平均数比较的假设测验	67
一、成组数据的平均数比较	68
二、成对数据的比较	70
三、百分数的假设测验	72
第六节 参数区间估计	74
一、总体平均数 μ 的置信限	74
二、两总体平均数差数 ($\mu_1 - \mu_2$) 的置信限	75
三、两项总体百分数的置信限	76
第四章 方差分析	77
第一节 方差分析的基本原理	77
一、平方和及自由度的分解	77
二、F 分布与 F 测验	79
第二节 多重比较	80
一、最小显著差数法	81
二、邓肯氏新复极差测验	82
三、学生氏复极差测验	84
第三节 单向分组资料的方差分析	84
一、组内次数相等资料的方差分析	84
二、组内次数不相等资料的方差分析	85
三、系统分组资料的方差分析	88
第四节 两向分组资料的方差分析	91
一、两向分组(单独观察值)资料的分析	92
二、两向分组具重复观察值资料的分析	96
第五节 方差分析的基本假定和数据转换	99

一、方差分析的数学模型和基本假定	99
二、数据转换	100
第五章 常用的试验设计及统计分析	103
第一节 完全随机试验设计及分析	103
一、完全随机试验设计的方法	103
二、完全随机设计的统计分析	104
第二节 随机区组设计及统计分析	106
一、随机区组设计的方法	106
二、随机区组的统计分析	106
第三节 拉丁方设计及统计分析	111
一、拉丁方设计	111
二、拉丁方设计的统计分析	113
第四节 二因素随机区组设计及统计分析	115
一、复因素试验中主效应和交互作用	115
二、复因素试验的随机区组设计方法	116
三、二因素随机区组设计的统计分析	117
第五节 裂区设计与统计分析	124
一、裂区设计	124
二、裂区设计的统计分析	125
三、各种二裂式裂区设计及分析	129
第六节 三因素试验设计及统计分析	131
一、三因素随机区组设计及统计分析	131
二、三因素裂区设计及统计分析	136
三、多年多点多处理试验统计分析	144
第六章 正交试验设计及分析	148
第一节 正交表简介	148
一、意义	148
二、正交表的基本性质及其依据	149
第二节 应用正交表进行试验设计	151
第三节 正交试验结果分析	154
一、直观分析法	154
二、方差分析法	158
第四节 正交试验的部分追加法及拟水平法	163
一、部分追加法的设想及做法	163
二、部分追加试验的统计分析	164
三、拟水平法	167
第五节 正交表的并列——混合水平表的构造	169
第六节 正交表的编制	170

第七节 正交试验应注意的问题	172
第七章 一些复杂的设计及分析	173
第一节 复拉丁方设计 & 分析	173
一、复拉丁方设计	173
二、复拉丁方统计分析方法	174
三、统计结论	177
四、复拉丁方分析的研讨	177
第二节 平衡不完全区组设计 & 分析	179
一、平衡不完全区组的意义	179
二、试验设计方法	180
三、统计分析方法	180
四、效率估计	184
第三节 格子设计 & 分析	185
一、格子设计的种类 & 方法	185
二、格子设计的方差分析	188
三、对格子设计的评价 & 使用时应注意的问题	195
第四节 混杂设计 & 分析	198
一、混杂设计的意义	198
二、混杂设计的方法	199
三、混杂设计的分析	203
第八章 卡平方(χ^2)测验	210
第一节 卡平方(χ^2)的概念 & 分布	210
一、卡平方(χ^2)的概念 & 其公式	210
二、卡平方(χ^2)分布 & 其显著性测验	211
第二节 适合性测验	213
第三节 独立性测验	216
一、 2×2 表的独立性测验	216
二、 $2 \times C$ 表的独立性测验	219
三、 $r \times C$ 表的独立性测验	221
第九章 简单相关 & 直线回归	224
第一节 相关 & 回归的概念 & 类别	224
一、相关 & 回归的概念	224
二、相关 & 回归的类别	225
三、相关 & 回归分析应用时应注意的问题	226
第二节 相关系数	226
一、相关系数的意义	226
二、相关系数的公式	227
三、相关系数的计算	230

第三节 相关系数的显著性测验	234
一、相关系数的显著性测验	234
二、相关关系的显著性测验	236
三、两个相关系数比较时测验	237
第四节 直线回归	239
一、直线回归方程的导源	239
二、回归方程计算及回归直线图绘制	241
三、回归方程估计标准误	243
四、直线回归的显著性测验	246
五、直线回归的区间估计	248
第五节 相关系数与回归系数的关系及对相关系数的理解	252
一、对相关系数的理解	252
二、相关系数与回归系数的关系	253
第十章 曲线回归	255
第一节 曲线回归分析的目的	255
第二节 曲线回归的主要类型	256
一、多项式曲线	256
二、指数、对数曲线	258
三、其他曲线	259
第三节 多项式配合法	260
附：正则方程组的求解法	262
第四节 指数、对数曲线配合法及其直线化	267
一、乘幂曲线的配合法	268
二、指数曲线的配合法	270
三、一般的配合法	272
第五节 其他曲线的配合	273
一、Logistic 生长曲线的配合法	273
二、概率单位回归曲线的配合法	276
第十一章 复相关与复回归	283
第一节 偏回归	283
一、偏回归的概念	283
二、多元线性回归分析法	284
三、偏回归系数的计算	285
第二节 多元线性回归关系及偏回归系数显著性测验	287
一、多元线性回归关系及偏回归系数的测验	287
二、偏回归及复回归的应用	290
第三节 偏相关	291
一、偏相关的概念	291

二、偏相关系数的计算	202
三、偏相关系数的显著性测验	294
第四节 复相关	295
一、复相关概念及复相关系数的计算	295
二、复相关系数的显著性测验	297
第五节 二元二次回归	298
一、二元二次回归的意义	298
二、二元二次回归方程式求解	298
三、计算结果的应用	303
第六节 ‘最优’多元线性回归方程——逐步回归	303
一、什么是‘最优’回归方程	303
二、多元线性回归方程中自变数的统计选择	304
第七节 通径分析	305
一、通径分析的意义及作用	305
二、通径分析的优点	306
三、通径关系图的绘制及通径联立方程组的建立	307
四、求各个通径系数	308
五、各自变量对 Y 影响的分析	308
六、决定系数的计算	309
七、进行回归关系显著性测验，建立‘最优’回归方程	309
附：正则方程式表格解法	310
第十二章 协方差分析	313
第一节 协方差分析的功用及其在果树上的应用	313
第二节 单向分组资料协方差分析	314
一、单向分组资料协方差分析实例	314
二、单向分组资料协方差分析通式及步骤	318
第三节 两向分组资料协方差分析	323
第四节 多变数的协方差分析	327
第五节 协方差分析时应注意的问题	332
第十三章 回归设计及分析	334
第一节 一次回归正交设计	334
一、一次回归正交设计的意义	334
二、设计的步骤	335
三、结果统计分析	338
四、零水平的重复试验	341
五、‘最优’区域的寻找——快速登高法	342
六、快速登高举例	344
第二节 二次回归正交设计	345

一、二次回归正交设计的意义	345
二、基本方法	346
三、实例说明	347
第三节 通用旋转设计	356
一、试验设计的条件	356
二、试验设计的示例	357
三、统计分析的计算	358
第十四章 试验研究报告的编写	364
第一节 试验资料的核对和整理	364
一、试验资料的核对	364
二、图表的制作原则与方法	365
第二节 试验研究报告编写的内容和方法	370
一、试验研究报告的形式和内容	371
二、编写工作注意事项	373
附 表	374
附表 1 正态离差 u 值表(两尾)	374
附表 2 学生氏 t 值表(两尾)	375
附表 3 5%(上)和1%(下)点 F 值(一尾)表	376
附表 4 χ^2 值表(一尾)	382
附表 5 Duncan's 新复极差 测验5%和1% SSR 值表	383
附表 6 (1) 5%显著点的 q 分布表	385
(2) 1%显著点的 q 分布表	386
附表 7 r 与 R 的 5%和 1%显著值表	387
附表 8 百分数反正弦 ($\sin^{-1}\sqrt{x}$) 转换表	388
附表 9 (1) 平衡不完全区组设计的参数表	390
(2) 平衡不完全区组设计表	391
附表 10 百分率(y)与概率单位(p)转换表	399
附表 11 正交表	401
附表 12 r 转换为 z 值表	406
附表 13 随机数字表	407
参考文献	409

绪 论

一、果树试验设计与统计的概念

本书所介绍的统计是生物统计的简称。生物统计是数理统计在生物科学中的应用。也就是用数理统计的原理、方法来分析和解释各种生物现象和数量资料的科学。所以它是应用数学的一个分枝,属于生物数学范畴。在生物科学的研究中大量的数量性状,需要用数学的方法来分析,因此生物学与数学结合起来形成了本门学科。

我们在进行生物科学研究时,往往是通过某事物的一部分(样本)来估计事物的全体(总体)的特征,也就是由样本到总体,从特殊推导到一般,对研究的总体作出合乎逻辑的推论,得到对事物本质、客观和规律性认识。例如在果树生产中,金冠苹果乔砧稀植成年单株的产量其资料之庞大,几乎无法记载,我们只能用抽样的方法来计算样本的统计量,用样本的统计量来估计总体的参数。但是,我们所期望的是知道总体而不是样本,可是在具体实践中,我们所得到的却是样本而不是总体。因此,生物统计就某种意义上讲,它是研究生物科学中,以样本来推断总体的一门学科。

试验设计是指试验研究工作未进行之前,应用生物统计的原理,结合果树的特点来制订合理的试验方案,如正确地选择试验地和试材,如何进行小区和重复的安排,观察记载项目及取样方法和数量等;使我们可以用较少的人力、物力和时间,获得更多而可靠的数据和信息,得出科学的结论。因此一个试验如果在开始试验时设计不合理,最后应用再复杂和高深的统计方法,对试验也是无补的;而且怎样的设计就应该用相应的统计方法去分析。目前对试验设计和统计的关系,并没有引起试验工作者足够的重视。所以试验设计与统计分析有其各自的独立性,又有内在的联系,因此试验设计与统计分析往往是相连在一起。

二、本学科的发展

生物统计是一门新兴的学科。在19世纪末英国遗传学家道尔顿(F. Galton)通过研究人类体高的遗传,发现子女的体高与他们父母平均体高有回归的趋向。这就是以后在数理统计中回归这个术语的由来,因此后人一致公认并推崇他是生物统计创始人。

正态分布对研究生物统计的理论是十分重要的,早在1733年为迪-摩弗来(De-Moivre)发现,而后被高斯(Gauss)完成,因此又称为高斯分布。

1899年皮尔逊(K. Pearson)提出了测量实际数与理论数之间偏离度卡方(χ^2)测验方法,它在属性统计分析中至今仍广泛地应用着。

高赛德(W. S. Gosset)是K. 皮尔逊学生,他对小样本标准差的分布作了大量研究,于1908年用“学生氏”笔名发表在《生物统计学报》上,即“ t 检验”,成为当代统计工作的基本内

容之一。

费雪氏(R. A. Fisher)于 1923 年第一个把变异来源不同的均方比值称为 F 值, 当 F 值大于理论上 5 % 概率水准的 F 值时, 该项变异来源的必然性效应就从偶然性变量中分析出来了。这个分析方法即称为方差分析, 这在生物统计中应用很广泛, 特别他发表了《试验研究工作中的统计方法》专著后, 对推动和促进农业科学及生物学和遗传学研究起了奠基作用。

纽耶曼(J. Neymen)和皮尔逊分别在 1936 年和 1938 年提出了一种统计假设检验学说, 这对理论研究和试验研究的结论具有实用价值。

我国早在 30 年代, 生物统计与田间试验已成为当时高等农业院校农艺系必修课, 最早出版的有王绶编著的《实用生物统计法》(1935 年出版, 1953 年再版)。在园艺、果树方面应用则较迟。而园艺系的学生过去大都是作为选修课。1931 年英国园艺学家霍布林(H. oblyn)出版了他的名著《园艺田间试验法》这一本早期的统计名著, 霍布林了解生物统计学的价值, 也懂得在园艺研究中统计的重要性, 但是因为当时的生物统计学还不很完善和成熟, 因此没有解决统计学在园艺研究中的地位。1953 年霍布林的学生皮尔斯(S. C. Pearce)在英国东茂林试验站工作多年, 搜集了大量材料, 发表了他的名著《果树及其他多年生作物田间试验》, 这就奠定了“果树试验设计与统计”这门学科的基础, 到了 1976 年再版时, 这门学科也就完善起来, 他体现了果树的特点, 把试验设计和统计揉和在一起, 而成为一门完整的学科。1962 年各高等农业院校开设了“果蔬研究法”课程, 其主要内容也就是田间试验设计及生物统计和一些生物学特性调查。

试验设计是本世纪初才提出的, 30 年代时用于农业科学试验, 因此“田间试验技术”成为一门专门的学科, 以后扩大应用于生物、医学及工业上。近年来又提出了安排和分析多因素试验的正交试验法; 回归分析法在工农业科学试验和生产上大量应用, 如对数据处理时, 寻求经验公式、探索新工艺、新配方, 以及预测预报都积累了不少经验, 获得了许多新成果, 特别是正交回归设计, 是一个新的研究方向, 具有广阔的前景。

经历了半个世纪, 尤其是电子技术向园艺科研方面渗入, 很难设想, 一些定量的研究如果没有经过严格统计检验, 很难得出确切结论。

三、本学科的重要性

果树学是一门应用科学, 其试验性很强, 试验往往又是与数据分不开的, 只有经过有计划地收集必要的试验数据, 经过统计分析和逻辑推理, 才能得到确切的结论。但是果树是多年生作物, 本身大多数是嫁接繁殖的, 砧穗间又相互有影响, 植株个体大, 根系深, 因此试材本身和环境条件的差异很大, 这就为试验带来了复杂性和长期性, 虽然近年来常用盆栽进行试验, 可以减少试验材料的差异, 环境也易于控制, 但与田间情况还有些差别, 因此在试验设计时尽可能要详尽周密地安排计划, 因为统计分析并不能消除在试验中已造成的偏差和损失。果树本身的变异性大, 就更需要在设计时根据试验目的和统计学上的要求来制订一个有计划搜集原始数据的具体实施方案, 要求在这个方案下, 必要的数据不丢失, 不必要的数据不收集, 以期达到快速、准确地完成试验。

第一章 果树试验设计的基本概念

第一节 果树科学研究方法和要求

一、果树科学研究的方法

对果树进行科学研究的方法很多,涉及到许多基础学科,因此在进行科研以前,必须根据试验的要求和具体条件选用不同的研究方法,或同时采用几种方法、分期或同时进行。

果树研究方法分为两大类,即调查研究法与试验研究法。无论调查研究或试验研究,都可以在田间进行,或结合生产进行,也可在室内进行。

(一) 调查研究法

调查研究一般是在不改变自然和栽培条件下,根据果树本身具有连续“自记”生态表现的特性,对果树进行有计划的、系统的观察,调查、测定和记载,通过分析,总结出果树生长发育规律和先进栽培技术经验,发现新的种质资源及某些树种、品种、砧木在当地的适应性和变异性。这种方法简便易行,适用面广,为科学工作者和生产工作者所广泛采用。

果树调查研究的主要内容有生物学特性调查、资源调查和生产经验总结等,并可结合室内工作进行各种单项研究。

1. 果树生物学特性调查 是观察、研究果树生长发育规律及其与外界环境条件的关系,也就是研究果树在生命周期及年周期中生长发育的动态,分析各器官之间的相互联系,相互制约的关系是其主要内容。果树的生长发育规律是在系统发育中对一定生态条件适应的结果,而且它又受环境条件和栽培条件的影响,例如:果树在不同年龄时期、不同物候期中所表现的一切特性,均是这一树种、品种的遗传性与环境条件、栽培条件综合反应的结果,经常地对果树的生长、开花和结果情况进行观察记载,可以掌握变化的规律,找出品种的特性,分析对栽培技术的反应,作为制定栽培技术措施的基础。不仅科研工作需要,而且生产工作者也应经常地进行生物学特性的调查。在确定衡量果树试验研究效果的指标时,都需对果树某些器官的大小、数量、特征、特性进行调查。因此,果树生物学特性调查也是各种试验研究方法的基础。

2. 资源调查 对某一地区果树的种类、品种的分布、生长结果的表现、当地的生态条件、植物分布群落等进行调查和分析,其目的在于:摸清当地果树资源,直接或间接用于果树生产。有些地区分布有大量可利用的野生果树,通过其分布的范围和数量,可以建立

加工厂酿造果酒及其它加工品，如东北小兴安岭和长白山的山葡萄、新疆的野果林、华中一带山区的猕猴桃等。有些野生果树可以直接驯化进行人工栽培，有的则做为果树的砧木，有的可利用其某些特性，作为培育新品种的原始材料。通过当地果树生产有利和不利的自然条件和各果树种类、品种表现的调查，可以了解某些品种的适应性，作为当地果树发展规划、品种区域化和制定栽培技术的依据。通过调查，可以研究果树的起源、传播、栽培历史和演化。把资源调查的结果进行整理，可以编写当地果树志。有些种类和品种，还需搜集整理，建立原始材料圃或品种园，以便进一步观察和保存这些资源，便于长期研究和使用。

3. 生产研究总结 我国栽培果树的历史悠久，广大劳动人民在长期的生产实践中，积累了丰富的经验，对各地出现的早果、高产、稳产、优质和低消耗的园片进行系统的调查总结，可以得到整套或单项的栽培技术经验，推广到生产中去。就目前生产上应用的一些栽培技术而言，有一些推广的技术措施是来自生产上的调查研究的结果，并认为行之有效而推广的。书刊杂志有关修剪的报道，也常常是基于调查研究的结果而提出的修剪改进意见。又如生产实践应用的施肥量，由于影响因素很多，因此生产上一般仍参考丰产园的施肥量，也就是经验施肥量，结合具体条件而定出当地的施肥量。

以上各项调查研究，一般是在田间或生产现场，通过调查访问进行的，但有一些调查的内容，则以室内分析为基础的，或者与室内分析相配合进行的，如土壤分析、营养诊断、年周期内树体和果实的水分和营养成分的变化、运转和分布。

（二）田间试验法

试验研究是以单项对比法为基础，在人工控制的条件下，排除次要因素，突出所要研究的有关内容，观测比较不同处理的反应和效果。试验研究可以在田间进行，也可以在室内进行，有时田间与室内相结合进行。田间试验是在田间接近于生产的条件下，对比观察某些影响因素对果树某些特征、特性的影响，从而明确某些影响因素的效应。在推广一项新技术、新农药、新激素或新品种时，都需要进行田间试验。由于果树的生长发育受到外界环境的影响，某些技术措施是在一定的外界条件下研究或总结出的成果，而且在推广成果时，也需要在当地先进行田间试验。田间试验是基本的试验，广泛地应用于各项科学研究中。

田间试验的程序一般分为预备试验、小区试验和生产性试验三个阶段，由浅入深，面积也是由小到大，由试验到示范推广。

1. 预备试验 在对试验的处理效应尚无十分把握，不能估测可能的最佳水平时，首先进行的一种探索性试验。例如，研究某种药剂的疏花效应，此种药剂施用的适宜浓度和施用时期以往尚无报道，可以通过预备试验，得到初步筛选的结果，探索一个苗头，为正式试验的设计打下基础。在设计上，处理可以多一些，每一小区由试验株数和重复次数可以减少一些。在影响因素很多的试验中，一时决定不了哪个是主要因素，可以采用正交设计，排除次要因素，决定主要因素以后，再进行正式小区试验。

果树的株间差异比较大，因而田间试验误差也比较大，果树对于不同处理的反应，不

仅是当年的处理效应，而且也受前几年的生长和产量，以及大小年的影响。因此在正式试验前，可以对供试树进行观察，单株记载以此做为试验树选择的依据，这也是预备试验的一种。

2. 小区试验 在田间进行的以小区为基本试验单位的正式试验，是在人为控制的试验条件下进行的，由于面积比较小，代表性较差，为了提高精确度，应根据生物统计的原理进行设计。小区大小要适当，要有足够的重复，并设有保护行，控制边际影响，力求在设计上减少可能出现的误差，而且配合适当的统计方法，以估计试验误差，进行显著性测验。

3. 生产性试验 在接近生产的条件下，检验小区试验取得的结果，同时这种试验也具有示范意义。该试验面积比较大，试验材料要求多，而处理和重复次数宜少。由于不同栽培技术之间存在着相互影响，因此，生产性试验常常进行复因素的综合试验。为了品种区域化和了解某一技术措施适应的地域范围，可以同时的几个地点进行同一设计的多点试验，即所谓区域试验。新培育或新引入的品种，新技术措施的应用都应通过区域试验的验证才能在生产上大面积推广。一般生产试验要连续进行多年，对于果树，则必须在结果后观察3—5年，才能作出结论。

(三) 室内试验和盆栽试验法

在人工控制的环境条件下(人工气候室)进行的一些试验(以单因素试验为主)或是在室内进行的化学分析、解剖观察及生态、生理试验等均为室内试验。室内试验也可以作为田间试验或调查研究的辅助试验，提高研究的深度。室内盆栽(水培或沙培)试验，由于土壤肥力、供给的水分和养分以及环境条件都可以控制，误差比较小，在设计上比田间试验简单，但在选择试材和控制环境条件上必须严格，要注意取样的代表性和取样技术。这类试验在国外广泛应用，在国内有很大发展前途。

在进行果树科学研究时，宜综合应用以上这些方法，使之相互配合，相辅相成，提高试验质量。果树调查研究是人们对客观事物从感性认识提高到理性认识的过程；而对果树进行试验研究都是进一步探索 and 了解客观事物的内部矛盾，了解果树生长发育与环境条件之间的内在联系的过程。田间的调查研究和试验研究是果树在自然条件下进行的研究，而室内研究则是在人工控制的条件下进行观察，从而增加了研究的深度和广度。这些研究方法，对于探讨和认识果树的生长发育、开花结果、高产优质的客观规律，发展果树生产，提高果树科学研究水平，具有重要意义。

二、果树试验的基本要求

果树生长发育和外界因子有密切关系，由于自然条件是多变的，对果树会产生错综复杂的影响，为了得到可靠的试验结果，在试验过程中必须控制自然条件，但实际上环境条件往往难于控制，以致使试验的各个处理间的比较受到干扰。果树生长发育同时也受到栽培条件差异的影响，栽培条件又与环境条件相互联系，相互制约，改变其中的一个因素，就会影响其它条件。如灌水时土壤的湿度、温度、土壤的通气条件、微生物的活动以及土壤矿质元素的运动等都会产生影响。在盆栽的试验中，虽然可以控制土壤的肥力、物理性