

实用农业试验

统计分析新解

Shiyong Nongye Shiyān

Tongji Fenxi Xinjie

宋志伟 曹雯梅 主编

 中国农业出版社

实用农业试验统计分析新解

宋志伟 曹雯梅 主编

中国农业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

实用农业试验统计分析新解/宋志伟, 曹雯梅主编.

北京: 中国农业出版社, 2007. 8

ISBN 978-7-109-11724-2

I. 实… II. ①宋…②曹… III. 农业—科学实验—统计
分析 IV. S11

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 112569 号

中国农业出版社出版

(北京市朝阳区农展馆北路 2 号)

(邮政编码 100026)

责任编辑 赵立山

中国农业出版社印刷厂印刷 新华书店北京发行所发行

2007 年 8 月第 1 版 2007 年 8 月北京第 1 次印刷

开本: 720mm×960mm 1/16 印张: 16.5

字数: 293 千字

定价: 25.00 元

(凡本版图书出现印刷、装订错误, 请向出版社发行部调换)

主 编 宋志伟 曹雯梅

副主编 董三歧 王子崇 王美娟 毛红彦

编 者 (按姓氏笔画排序)

王 羽 乔改梅 李 平 张中海 张长春

审 稿 杨红丽

前 言

为满足广大农业科技人员和农业院校师生在农业科学试验中,正确掌握和运用试验统计分析原理和提高统计分析效率的需要,我们组织了有关院校老师和一线农业科技人员编写了《实用农业试验统计分析新解》一书。

本书是作者长期为农业高职院校园艺技术、种子生产与经营、植物保护、畜牧兽医、生物技术等专业讲授有关试验设计与统计分析课程基础上,结合长期从事农业科学试验、为肥料农药厂家进行技术试验的经验,经过整理、编著、修改、完善而成;本书也是我们多位教师参加河南农业职业学院省级教改试点专业——园艺技术专业《田间试验与统计分析》课程与教材改革的主要成果,也是该专业产学研结合的实践成果。

传统的农业试验与生物统计著作和教材中统计方法多为人工计算,然而计算机作为人类使用工具已大大普及,及时将先进的计算机技术应用到农业试验统计分析可大大提高工作效率,如一个资料方差分析一般手工统计需 2h,而利用计算机只需 10~20min。因此我们在编写《实用农业试验统计分析新解》过程中,充分根据现代职业岗位和统计工具需要,摒弃传统著作和教材重视理论轻视技能的缺点,以易学、会用为准则,使广大科技人员和学生通过学习本书能很快便能掌握使用方法。

全书包括 8 章,主要内容为:农业试验设计、Excel 基础知识、抽样分布及其 Excel 的应用、假设测验及其 Excel 的应用、方差分析及其 Excel 的应用、相关分析及其 Excel 的应用、回归分析及其 Excel 的应用、卡方检验及其 Excel 的应用等。其中宋志伟负责提纲、前言编写及全书修改,曹雯梅编写第 5 章、董三歧编写第 1 章和附录 4、王子崇编

写第2章、王美娟编写第3章3.1和3.3、毛红彦编写第6章6.2和6.3、王羽编写第8章3.2和附录1~3及附录5~6、乔改梅编写第6章6.1和附录7~8、李平编写第3章、张中海和张长春编写第7章。全书由宋志伟统稿，杨红丽审稿。

本书在编写过程中，参阅了国内外的有关书籍和资料，引用了其中一些内容和实例，在此对所有作者表示诚挚的感谢。同时也感谢河南农业职业学院刘源、程亚樵、陈世昌等老师以及河南农业高新科技园、河南省植保站、河南省商丘市梁园区农业技术推广站、河南省新郑市农科所等单位的大力支持。

由于编者水平有限，书中错误和不妥之处在所难免，恳请读者批评指教。

宋志伟 曹雯梅

2007年6月

目 录

前言

第 1 章 农业试验设计	1
1.1 农业科学试验	1
1.1.1 农业科学试验的内涵和作用	1
1.1.2 农业科学试验的特点	2
1.1.3 农业科学试验的种类	3
1.1.4 农业科学试验的方法	5
1.1.5 农业科学试验的要求	6
1.2 农业试验设计的基本原理	8
1.2.1 农业试验方案设计	8
1.2.2 农业试验误差控制	11
1.2.3 田间试验的方法设计	12
1.2.4 田间排列方法设计	15
1.3 田间试验的实施	20
1.3.1 田间试验的布置与管理	20
1.3.2 田间试验的观察与记载	25
1.4 农业试验的资料整理与总结	27
1.4.1 农业试验资料的基本概念	27
1.4.2 农业试验数据的初步整理	29
1.4.3 农业试验数据资料的统计特征数	35
第 2 章 Excel 基础知识	42
2.1 Excel 基本操作	42
2.1.1 Excel 2003 的启动和退出	42
2.1.2 Excel 2003 的工作界面	43
2.1.3 工作簿和工作表的基本操作	48
2.2 公式与函数	54
2.2.1 公式	54
2.2.2 函数	61
2.3 Excel 的统计分析功能	73

2.3.1 安装分析工具库	73
2.3.2 Excel 的数据分析功能	75
第3章 抽样分布及其 Excel 的应用	77
3.1 抽样	77
3.1.1 抽样方法	77
3.1.2 随机抽样的原理	78
3.1.3 抽样的样本数量	78
3.2 正态分布	79
3.2.1 正态分布的特点	79
3.2.2 正态分布累积概率表及图的制作	81
3.3 抽样分布	86
3.3.1 均值的抽样分布	86
3.3.2 t 分布	88
3.3.3 F 分布	90
3.3.4 卡方分布	92
3.4 Excel 与抽样分析	95
第4章 假设测验及其 Excel 的应用	100
4.1 假设测验基本知识	100
4.1.1 假设测验的意义	100
4.1.2 假设性测验的基本步骤	101
4.1.3 两尾测验和一尾测验	102
4.2 z 检验及其 Excel 的应用	103
4.2.1 总体均值的 z 检验	104
4.2.2 总体均值之差假设测验	110
4.3 t 检验及其 Excel 的应用	115
4.3.1 总体方差未知且为小样本下总体均值的假设测验	115
4.3.2 总体方差未知且为小样本的总体均值之差检验	119
第5章 方差分析及其 Excel 的应用	131
5.1 方差分析的基本原理	131
5.1.1 自由度与平方和的分解	131
5.1.2 F 分布与 F 测验	134
5.1.3 多重比较	136
5.2 单因素试验方差分析及其 Excel 的应用	139

5.2.1 单因素试验资料方差分析的计算公式	139
5.2.2 应用公式和函数进行单因素方差分析	140
5.2.3 利用方差分析表进行单因素方差分析	143
5.2.4 应用数据分析进行单因素方差分析	146
5.3 双因素试验方差分析及其 Excel 的应用	150
5.3.1 无重复双因素方差分析	150
5.3.2 有重复双因素方差分析	157
5.4 系统分组资料和裂区试验资料方差分析及其 Excel 的应用	162
5.4.1 系统分组试验(巢式试验)资料的方差分析	162
5.4.2 裂区试验方差分析	165

第 6 章 相关分析及其 Excel 的应用 169

6.1 相关分析基本知识	169
6.1.1 相关系数和决定系数	169
6.1.2 相关系数的假设测验	172
6.1.3 协方差分析基础	173
6.2 相关系数及其 Excel 的应用	173
6.2.1 Excel 与散点图	174
6.2.2 相关函数 CORREL 与相关系数	178
6.2.3 相关分析工具与相关系数	180
6.2.4 相关系数的检验	182
6.3 协方差分析及其 Excel 的应用	183
6.3.1 协方差函数 COVAR	183
6.3.2 Excel 数据分析与协方差	185

第 7 章 回归分析及其 Excel 的应用 188

7.1 回归分析基础知识	188
7.1.1 一元线性回归分析基础知识	188
7.1.2 多元线性回归分析基础知识	193
7.2 一元线性回归分析及其 Excel 的应用	193
7.2.1 应用 XY 散点图和趋势线进行一元回归分析	193
7.2.2 应用回归函数进行回归分析	199
7.2.3 应用回归分析工具进行回归分析	204
7.3 多元线性回归分析及其 Excel 的应用	209
7.3.1 运用 LINEST 函数进行多元线性回归分析	210
7.3.2 运用回归分析工具进行多元线性回归分析	212

7.4 非线性回归分析及其 Excel 的应用	216
7.4.1 用 LOGEST 函数进行指数回归曲线拟合	216
7.4.2 用 GROWTH 函数预测指数函数值	219
第 8 章 卡方检验及其 Excel 的应用	221
8.1 卡方 (χ^2) 检验基本知识	221
8.1.1 卡方 (χ^2) 的概念	221
8.1.2 卡方 (χ^2) 的分布	222
8.1.3 卡平方 (χ^2) 的连续性矫正	223
8.2 适合性检验及其 Excel 的应用	223
8.3 独立性检验及其 Excel 的应用	230
附表	235
附表 1 累积正态分布 $F_N(y)$ 值表	235
附表 2 正态离差 u_α 值表 (两尾)	237
附表 3 学生氏- t 值表 (两尾)	238
附表 4 5% (上) 和 1% (下) 点 F 值表 (一尾)	239
附表 5 Duncan's 新复极差测验 5% (上) 和 1% (下) SSR 值表 (两尾)	245
附表 6 χ^2 值表 (右尾)	247
附表 7 r 值表	248
附表 8 10 000 个随机数字表	249
主要参考文献	253

第1章 农业试验设计

1.1 农业科学试验

1.1.1 农业科学试验的内涵和作用

1. 农业科学试验的内涵 现代农业的发展离不开农业科学技术的进步,而农业科学试验方法、手段和条件的完善,使农业科学技术迅猛发展,农业科技成果硕果累累,极大地促进了现代农业生产力的提高,因此,农业科学试验是把农业科技成果转化为生产力的重要环节。

农业科学试验是指利用农业基础研究、应用研究的成果,通过各种具有实用目的的试验,为农业生产开发出新产品、新材料、新技术的各种技术成果的活动。主要采用抽样调查和科学试验的方法进行。生物界种类繁多、千差万别,要准确地描述自然现象,通常必须通过抽样的方法,使所做的描述具有代表性;要准确地获得试验结果,必须严格控制试验条件,使所比较的对象间尽可能少受干扰而能把差异突出地显示出来。总之,农业科学试验是为了促进农业科技发展、提高农业生产力而进行的有计划的试验与研究。

2. 农业科学试验的作用

(1) 指导农业生产 农业科学试验能够有效地解决农业生产中面临的问题,探明解决问题的最佳方案。通过试验可提高科学种田水平,提高农业生产率。如制订某作物优良品种的高产栽培技术,以充分发挥它的增产潜力,就需要进行一系列的栽培试验、病虫害防治试验、肥料施用技术试验等。

(2) 发展农业科学 农业科学试验也是解决农业科学提出问题的有效手段。它可以通过控制或改变某些条件,提高生产中不能或不易自然发生的事实,通过观察研究,提出新的科学观念和方法。

(3) 完善农业技术 农业生产水平的提高、生产条件与技术装备的改善,对农业技术提出了更高的要求。农业科学试验可依据农业生产的发展变化对农业技术的需求,及时进行研究,完善、配套农业技术,促进生产力水平的提高。

(4) 推广农业新技术 试验、示范、推广是提高农业科技水平,促进农业农村经济发展的有效途径。通过试验可发掘新技术、完善新技术;试验过程又是对农民进行宣传、引导的过程,可促进农民对新技术的采用,加速农业科技

成果转化为实现生产力，促进农业农村经济发展。

1.1.2 农业科学试验的特点

与其他实验相比较，农业科学试验具有下列特点：

1. 季节性和地域性 农业科学试验是以植物作为研究对象的，植物与周围环境组成一个系统，具有自我更新、自我繁殖的能力，有自己的遗传特性及生长发育规律，它们在一定的外界条件下进行生长发育，在不同的生态条件下产生不同的反应。植物的这种有机性及其与环境的关系决定了农业科学试验带有显著的季节性和地域性特点。

农业科学试验之所以具有明显的季节性和地域性特点，另一个重要原因就是植物具有明显的周期性。这种周期性是植物对环境条件长期适应的结果。例如，植物有自己的个体生命周期，草本植物一般是一年生，木本植物一般是多年生。植物个体的周期变化又有一定的环节和阶段，如小麦和水稻的个体生命周期是由发芽、苗期、分蘖期、孕穗期、抽穗期、扬花期、结实期构成。生物个体的周期变化需要有特定的生活条件，长期生长在不同纬度上的植物，对昼夜长短会有不同的反应，这种反应称为光周期现象。例如植物开花结实，需要有一定时间的光照和一定时间的黑暗相互交替。光周期对植物生长发育的影响是极为明显的。以大豆为例，在长日照条件下，营养生长旺盛，茎叶繁茂；在短日照条件下，营养生长受到抑制，开花受到促进。根据植物的光周期现象，可以有效地指导生产。比如，在种植时要考虑作物品种对日照长度的要求，要选用最适合本地区特点的品种；在播种期选择上，要使作物生长发育所要求的日照长度与自然的日照长度保持一致，这些都是提高作物产量和增进品质的重要条件。由此可见，生物的周期性特点是与季节和地域变化密切相关，反映到农业科学中，就使得农业科学试验具有明显的季节性和地域性。

因此，农业科学试验的一个重要任务，就是不同环境条件（不同气候、土壤等）下开展一系列不同的影响因素对植物生长发育影响方面的试验，选择出各地区最适宜栽培的品种，并制定出各品种在不同地区优质高产的综合农业技术措施。

2. 复杂性和难控性 农业科学试验之所以具有复杂性，主要是因为农业科学试验的研究对象是植物，而它们是具有生命的生物有机体，其生长发育与外界环境条件密不可分。例如地势、土壤、水分、肥料、气候条件、耕作、栽培技术和病虫害等对于植物的生长发育、植物的产量和品质都会产生显著的影响。首先，植物对于环境条件（水分、空气、温度、光照和养料等）的要求不是孤立的、分离的，而是综合的和密切联系着的。其中某一因素发生变化，常

常会对其他因素产生影响,从而影响植株的生长发育。因此,必须在农业科学试验中慎重处理,密切注意。例如,播种后,即使土壤、温度、养分等均满足了种子发芽需要的要求,如果水分不足,植物种子也不能发芽。只有受限制因子水分达到要求后,各条件相互配合、共同发挥作用,种子才会发芽。其次,植物作为生物有机体,具有生命周期和年周期两个发育周期。植物在不同年龄时期、不同物候期的生长发育状况不同,在农业科学试验的观察记载和分析时,要把这两个周期联系起来,才能真正了解植物的生长发育规律和试验的效应。这也是农业科学试验比较复杂的原因之一。

农业科学试验的难控性,首先表现在植物的生长周期是有阶段的,各个阶段又是有序发展、紧密衔接的,既不能停顿中断,又不能颠倒重来,是不可逆的。其次,农业系统是一个开放系统,农业生物体占有广阔的空间范围,农业生物体的发育,必须不断地同外界进行物质和能量交换,不能像工业那样,可以把劳动对象集中起来,进行严格的控制操作,因此使得农业试验过程的控制相对较难。

由此可见,在农业科学试验进行过程中,必须综合考虑试验的复杂性和难控性特点,尽可能防止和减少各种偶然发生的自然因素对农业科学试验的影响,并设法控制各种自然因素,使之与规定的要求相接近。

3. 长期性和艰苦性 由于植物的生长发育受气候条件的限制和影响,具有季节性的特点,所以农业科学试验往往需要较长的时间。从试验开始到结束,常常需要整个生长季节,而且今年试验告一段落后,要到第二年才能重新试验。有的多年生植物要经过几个生长季节,要连续进行几年甚至十几年才能获得比较正确的结果。特别是有的多年生植物对某一技术措施的效应,既与往年的生长结果和技术措施有关,又会影响到以后数年。所以,农业科学试验具有长期性,有的试验不只进行1年,而需要连续进行多年。

农业科学试验的季节性、地域性、复杂性、难控性和长期性的特点,决定了农业科学试验具有艰苦性的特点。特别是田间试验,有时为获得准确、连续的数据,往往需要科技工作者在艰苦的条件下付出辛勤的汗水,需要有顽强的毅力和献身的精神。

1.1.3 农业科学试验的种类

从事农业科学试验,主要的内容就是进行品种比较试验,以及相应的农业技术措施的比较试验,通过比较区分其优劣,确定其推广价值的高低。农业科学试验按试验内容、试验因素多少以及试验进程分为以下几种类型:

1. 按试验内容划分

(1) 品种试验 品种试验是以品种为研究对象,通过比较试验,观察、鉴定供试品种的特征特性,评判其经济性能,确定其推广价值。

(2) 栽培试验 栽培试验主要是用于比较鉴别不同栽培措施的实际效果,探索新的增产措施,以便应用于大面积生产。

(3) 植物保护试验 植物保护试验主要用于研究生产上主要病虫害的发生规律、预防与防治措施,以及进行新农药的药效观察。

(4) 肥料试验 肥料试验是用于鉴别不同肥料对作物生长、发育、增产和提高产品品质的作用,并进行经济效益比较的试验

2. 按试验因素的多少划分

(1) 单因素试验 只研究一个因素效应的试验叫单因素试验。如小麦药效比较试验研究只有“药剂”这一个因素可以有不同的,其他的因素是相对一致的。单因素试验的优点是试验设计简单,统计分析比较容易,但缺点是因为与农作物生长发育有关的各个因素之间存在复杂的关系,而试验又只研究一个因素,因此,应用范围小,有一定局限性,不能了解几个因素间的相互关系。

(2) 复因素试验 同时研究两个或两个以上因素的试验叫复因素试验,也称多因素试验。例如,番茄品种与施肥量相结合的试验就是复因素试验。复因素试验的优点是不仅可以研究各个因素单方面的效应,而且还能研究因素间的相互作用,所以试验说明问题比较全面,比较切合实际。但设计上比较复杂,统计分析上比较繁琐,所以,因素数目和水平数不宜过多。

(3) 综合试验 将各种丰产措施结合在一起以创造高产的试验形式,具有检验和示范作用的试验叫综合试验。这种试验简而易行,各地都可吸取当地和外地的丰产经验和科研成果,设计适合当地应用的丰产技术方案。这是推广丰产经验,提高作物产量的一种有效方法。

3. 按试验规模划分

(1) 单点试验 是指在一个地点上进行的个别试验,且试验结论也只局限于试验地点附近的有限地区。

(2) 多点试验 是指在统一组织下,按统一设计的试验方案、统一的试验方法和统计方法,在许多地点同时进行的试验。

4. 按试验期限划分

(1) 单季试验 是指试验期限仅为一个生产季节,如肥料用量试验常用此法。

(2) 长期试验 是指试验期限多为几年或几个生产季节,如英国洛桑小麦长期定位试验,迄今已有一个半多世纪。

5. 按试验小区大小划分

(1) 大区试验 是指小区面积一般在 330m^2 以上的试验, 多为示范性试验。其优点是试验地土壤和栽培条件接近于大田, 试验结果能够较好地反映处理在生产上的表现。但由于小区面积较大, 不能设置重复和精细管理, 不宜在处理数比较多、精确性要求高的试验中采用。一般多在经过初步试验, 明确了优良处理以后, 进一步在生产条件下进行的生产示范性试验时采用。

(2) 小区试验 是指小区面积一般在 $10\sim 60\text{m}^2$ 的试验。大多数的试验为小区试验。其优点是小区面积小, 能减少整个试验地的面积, 容易做到在肥力均匀的地块进行试验和精细管理, 并便于增加试验小区的重复次数, 以提高试验的精确性。

(3) 微区试验 小区面积一般在 10m^2 以下, 一般适用于探索性试验或观察性试验。

1.1.4 农业科学试验的方法

农业科学试验的方法很多, 主要是田间试验、温室试验和盆栽试验 3 种。这 3 种试验有各自的特点和技术要求。

1. 田间试验 农业生产是在大田生产条件下进行的实践, 受自然环境条件影响。农业科研成果在大田生产条件下的实践结果如何, 如引进一个新品种是否适应本地区, 是否比本地区原有品种更高产稳产; 一项新的技术措施是否比原有的措施增产有效等, 都必须在田间条件下进行中间试验和适应性试验。只有田间试验才能为科研成果的评判和这些问题的解答提供可靠的科学依据。所以田间试验是农业科学试验的主要形式。

田间试验的基本任务是在大田自然环境条件下研究新品种、新技术的增产效果, 客观地评定具有各种优良特性的高产品种及其适应区域, 正确地评判最有效的增产技术措施及其适用范围, 使科研成果能够合理地应用和推广, 发挥其在农业生产上的作用。

2. 温室试验 温室试验是指在温室条件下进行的试验研究工作。其主要任务就是研究在温室等设施栽培条件下的植物生长发育规律和高产栽培技术措施。另外, 为了尽早掌握事物的发展规律, 在冬季利用温室进行试验, 可以做到在一年内对各种农作物进行几个生长周期的试验观察。

在温室条件下进行试验, 由于受本身结构的限制, 不同部位的温度、光照、水分等条件很难均匀一致, 有时这种局部差异很大, 如单层面温室, 在接近地窗的一侧光线强, 昼夜温差大, 而接近火道的一侧光照弱, 昼夜温差小, 这种局部差异增加了试验的复杂性。温室面积一般都比较小, 安排试验处理、

小区的面积、重复次数等受到限制。因此，在温室中进行试验时，首先应了解内部的温度、光照等局部变化的规律，然后通过局部控制和正确的试验设计技术，排除非处理因素干扰，以提高试验结果的正确性。

3. 盆栽试验 盆栽试验是指应用盆钵培育植物的各种试验。它与田间试验不同，主要是将植物置于盆钵中，在人工严格控制的环境下进行试验研究。它的优点是便于调节水、肥、气、热和光照等因素，有利于开展单因子的研究。根据试验的任务和要求，人为地控制某些试验因素，创造试验处理间的差异，使植物生长的环境条件，除了被研究因素的差异外，其他条件都一致，以便阐明该因子的作用。例如，有关某些植物营养方面的研究，需要采用培养试验法，以严格控制培养介质；养分状况及其他环境条件，在田间条件下，则难于开展这种研究工作。

1.1.5 农业科学试验的要求

农业科学试验就其性质来说，属于生物研究法，它是利用植物体本身做指示者来研究植物对于周围环境的反应，主要是在田间条件下从事的试验活动。植物是有生命的有机体，它生长在土壤中，随时受到各种外界因素的综合影响。由于不同地区的土壤、气候、施肥水平、栽培管理措施以及病虫害发生等情况各不相同，这就使得甲地的高产品种到乙地就不一定高产，而乙地的增产措施到了甲地也可能不完全适用。即使在同一地区，由于不同田块的土壤肥力以及栽培条件存在不同程度的差异，也会使得植物的生长发育情况有所不同。就是同一块田，也可能因为植物的个体变异和土壤肥力的不均而引起某些差异。因此，对农业科学试验提出以下要求：

1. 试验目的要明确 要进行农业科学试验，试验目的必须明确。在试验中要解决什么问题以及对试验的预期结果要心中有数。试验项目的确定，首先要抓住当地、当前生产上或理论上亟待解决的主要问题，同时还应从发展的观点出发，合理照顾到环境保护和农业可持续发展的需要。

2. 试验条件要有代表性 代表性又称典型性，应包括生物学特性和环境条件两个方面。农业科学试验在生物学特性上对代表性的要求，主要是指作为研究对象的作物品种、种子和植物体本身要有代表性，要有足够的数量。例如，在进行品种比较试验时，必须以当地栽培最普遍、最优良的品种作为标准品种；在研究各种植物的栽培技术时，必须以当地栽培最广泛的品种作为供试材料。又因为同一品种的不同植株有所不同，所以只有在研究足够数量植株的情况下，所获得的试验结果才具有代表性和实际意义。另外，大田作物是由许多个体构成的群体，单位面积的产量是群体情况的反映，因此有代表性的植

株，不仅代表个体，更重要的是能确实反映群体情况。

农业科学试验在环境条件上对代表性的要求，是指进行田间试验时所选择地块的自然条件（如气候、地势特别是土壤）和农业条件（包括土壤肥力、水分、栽培技术等经济和技术条件）应能代表将来推广地区的相应的基本条件。如果进行田间试验时的自然条件和农业条件与将来推广地区的条件不相适应，那么，试验结果就不可能被应用到农业生产实践中去。不管是引种试验还是栽培试验，试验地的基本条件应与以后计划推广地区的基本条件相一致，技术措施的处理应以当地生产水平为基础加以提高，这样得到的结果才能具有较大的推广价值。

考虑田间试验的代表性，不应只从目前的生产情况出发，还应注意到今后技术水平的发展情况。因此，在布置田间试验时，特别是在布置长时期的田间试验时，更应注意这一特点，以使试验结果能适应未来农业发展的要求。

3. 试验结果要有可靠性 保证试验结果的可靠性是进行科学试验的一条极其重要的原则。可靠性一般通过准确度和精确度来衡量。简而言之，要既准又精。准确度是指对一事物的观测值和该事物的真值即总体平均值的符合程度；而精确度是指一事物在多次观测中各观测值之间的符合程度。首先，试验必须采用科学正确的试验设计方法，以严格、科学的态度准确地执行各项技术措施，努力保持试验条件的一致性。即除去要比较的因素以外，其他条件应力求保持一致，避免人为错误，以减少误差。例如，品种比较试验只允许品种的不同，种植密度试验只存在不同种植密度的差异，其他一切条件都应做到均匀一致，只有这样才能正确地反映试验结果。其次，在试验进行中所有的田间测定、观察记载，都应严格按规定进行，读数准确，记录及时，避免错误。这就要求试验人员应具有高度的责任心和熟练的技术。再者，也要求在可能的情况下尽量采用先进、精确的工具、仪器，以使所得结果准确可靠。

4. 试验结果要有重演性 重演性是指在相同条件下重复同一试验可以得到类似的结果。这对于科技成果的推广应用具有重要意义。要保证试验结果重演，在进行田间试验时，必须深入地了解试验的各种条件，提示并掌握试验全过程中各种主要现象的特点及规律性。任何试验，从开始到结束，都应有详细的、精确的记载，它不仅应包含试验全过程的各种条件、技术措施、观察调查数据，还应包括试验过程中所发生的各种各样与试验有关的事情。确切的、完整的和及时的试验记载是试验工作的主要要求之一，它与试验结果的正确与否、能否重演有密切关系。由于田间试验受外界影响很大，所以必须重视试验条件和试验技术，努力使试验具有正确性和代表性，从而保证试验结果在生产上推广后能收到应有的效果。农业田间试验至少应重复 2~3 年，有些重大项