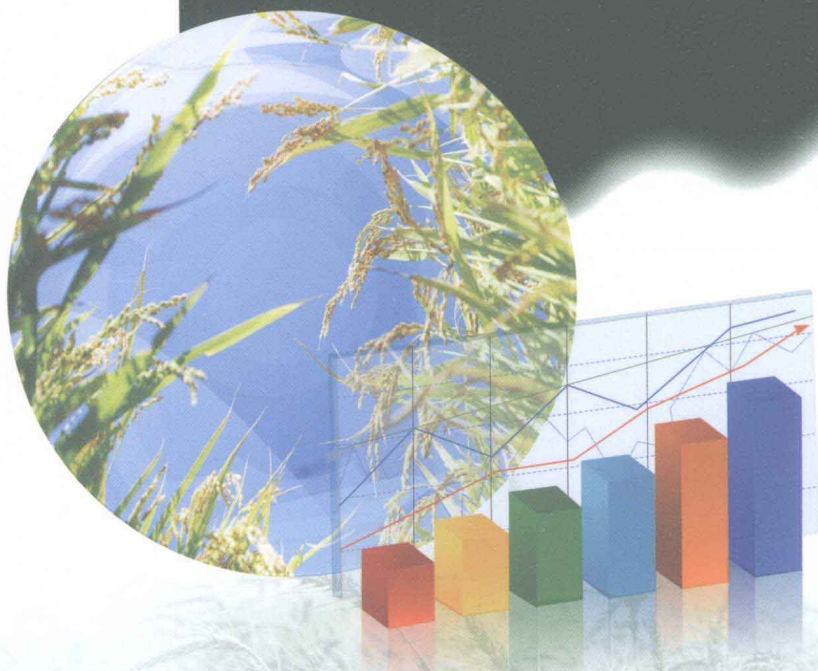


高职高专规划教材

# 田间试验

# 与生物统计

王芳 李传仁 主编



化学工业出版社



ISBN 978-7-122-05811-9



9 787122 058119 >

定价：24.00元



高职高专规划教材

# 田间试验与生物统计

王芳 李传仁 主编



化学工业出版社

· 北京 ·

本教材介绍了田间试验的有关概念、设计原理、常用的设计方法与实施步骤；介绍了试验资料的整理、基本特征数、概率及其分布，以及统计假设测验的基本方法： $t$  测验、 $u$  测验、 $F$  测验、 $\chi^2$  测验；介绍了单因素与多因素试验结果的方差分析及双变数的直线回归与相关分析方法的应用及科研课题申请及总结。除每章后有小结与复习思考题之外，还有实验实训指导，且将计算机的常用办公软件 Excel 应用于生物统计中，作为加强学生实践技能的训练。

本书可作为高职高专院校、本科院校举办的职业技术学院、五年制高职、成人教育生物技术及相关专业的教材，也可供从事生物技术工作的人员参考。

### 图书在版编目 (CIP) 数据

田间试验与生物统计/王芳, 李传仁主编. —北京: 化学工业出版社, 2009.7  
高职高专规划教材  
ISBN 978-7-122-05811-9

I. 田… II. ①王…②李… III. 生物统计-应用-田间试验-高等学校: 技术学院-教材 IV. S3-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 086670 号

---

责任编辑: 王文峡  
责任校对: 李 林

文字编辑: 张林爽  
装帧设计: 张 辉

---

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: 化学工业出版社印刷厂

787mm×1092mm 1/16 印张 13¼ 字数 336 千字 2009 年 8 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: 24.00 元

版权所有 违者必究

## 编审人员名单

**主 编** 王 芳（黑龙江生物科技职业学院）  
李传仁（黑龙江生物科技职业学院）

**副主编** 崔承鑫（黑龙江生物科技职业学院）  
苗兴芬（黑龙江农业职业技术学院）  
徐 凌（辽宁农业职业技术学院）

**编写人员** 王 芳（黑龙江生物科技职业学院）  
李传仁（黑龙江生物科技职业学院）  
崔承鑫（黑龙江生物科技职业学院）  
苗兴芬（黑龙江农业职业技术学院）  
陈凤霞（沧州职业技术学院）  
于强波（辽宁农业职业技术学院）  
徐 凌（辽宁农业职业技术学院）

**主 审** 宁海龙（东北农业大学）  
霍志军（黑龙江农业职业技术学院）

# 前 言

高等职业教育坚持“以服务为宗旨，以就业为导向，以能力为核心，以素质为本位，走产学合作的发展道路”。培养掌握本专业必备的基础理论知识，具有本专业相关领域工作的岗位能力和专业技能，适应生产、建设、服务和管理第一线需要的高技能人才。田间试验与生物统计是植物生产类专业的专业基础课程，也是一门实践性较强的课程，本书以“必需、适用”为编写标尺，经过参编人员的多次讨论，立足于高职高专学生层次所需教材的深度、广度，着重介绍田间试验和统计分析的基本知识和技能，全书的内容由浅入深、循序渐进，删除了本科教材数学公式的推导，增加了 Excel 在生物统计中的应用，使得统计分析变得简单化。

全书分为十章主要内容及实验实训指导共十一个部分。全书由王芳和李传仁任主编，宁海龙和霍志军教授任主审，崔承鑫、苗兴芬、徐凌任副主编。第一章和第二章由王芳编写，第三章和第九章由李传仁编写，第四章由苗兴芬编写，第五章、第十章和实验实训指导由崔承鑫编写，第六章由徐凌编写，第七章由陈凤霞和于强波编写，第八章由陈凤霞编写。

本教材在编写过程中得到了有关职业技术学院的大力支持和帮助，广泛参考了许多单位及各位专家、学者的著作、论文和教材，在此一并致以诚挚的谢意。

由于编写人员水平有限，书中难免有一些不足和欠妥之处，欢迎广大读者批评指正。

编 者  
2009年5月

# 目 录

<b>第一章</b>	<b>田间试验概述</b> .....	1
	第一节 田间试验任务与要求.....	1
	一、田间试验任务和特点.....	1
	二、田间试验的基本要求.....	2
	第二节 田间试验方案.....	3
	一、田间试验种类.....	4
	二、试验因素效应.....	6
	三、试验方案的制订.....	8
	第三节 试验误差及其控制 .....	11
	一、试验误差的概念 .....	11
	二、试验误差的来源 .....	12
	三、试验误差的控制途径 .....	13
	小结 .....	15
	复习思考题 .....	15
<b>第二章</b>	<b>田间试验设计</b> .....	16
	第一节 田间试验设计的基本原则 .....	16
	一、设置重复 .....	16
	二、随机排列 .....	16
	三、局部控制 .....	17
	第二节 田间试验小区技术 .....	19
	一、试验小区的面积、形状和方向 .....	19
	二、重复次数 .....	21
	三、对照区的设置 .....	21
	四、保护行(区)设置 .....	22
	五、区组和小区的排列 .....	23
	第三节 常用的田间试验设计 .....	23
	一、顺序排列的试验设计 .....	23
	二、随机排列的试验设计 .....	24
	小结 .....	30
	复习思考题 .....	31
<b>第三章</b>	<b>田间试验实施</b> .....	32
	第一节 田间试验的布置与管理 .....	32
	一、田间试验计划的制订 .....	32



	二、试验地的准备和田间区划 .....	33
	三、种子准备 .....	33
	四、播种或移栽 .....	34
	五、栽培管理 .....	35
	六、收获及脱粒 .....	35
	第二节 田间试验的观察记载和测定 .....	35
	一、田间试验的观察记载 .....	36
	二、田间取样技术 .....	37
	三、计算产量 .....	38
	四、田间试验的项目测定 .....	39
	小结 .....	39
	复习思考题 .....	39
<b>第四章</b>	<b>生物统计基础</b> .....	41
	第一节 常用的统计术语 .....	41
	一、资料、变数与观察值 .....	41
	二、总体与样本 .....	41
	三、参数与统计数 .....	42
	第二节 试验资料的整理 .....	42
	一、试验资料的类别 .....	42
	二、试验资料的整理 .....	43
	第三节 基本特征数 .....	48
	一、平均数 .....	48
	二、变异数 .....	50
	第四节 理论分布和抽样分布 .....	53
	一、事件、频率与概率 .....	53
	二、二项分布 .....	55
	三、正态分布 .....	56
	四、抽样分布 .....	59
	小结 .....	62
	复习思考题 .....	62
<b>第五章</b>	<b>统计假设测验</b> .....	64
	第一节 统计假设测验的基本原理 .....	64
	一、统计假设测验基本概念 .....	64
	二、统计假设测验基本方法 .....	64
	三、两尾测验和一尾测验 .....	66
	第二节 平均数的假设测验 .....	67
	一、 $t$ 分布 .....	67
	二、单个平均数的假设测验 .....	67
	三、两个样本平均数的假设测验 .....	70
	小结 .....	73
	复习思考题 .....	73
<b>第六章</b>	<b>方差分析</b> .....	75
	第一节 方差分析基本原理 .....	75

	一、自由度与平方和分解 .....	75
	二、 $F$ 分布与 $F$ 测验 .....	78
	三、多重比较 .....	79
	第二节 单向分组资料方差分析 .....	82
	一、组内观察值数目相等的单向分组资料方差分析 .....	82
	二、组内观察值数目不等的单向分组资料方差分析 .....	83
	三、系统分组资料方差分析 .....	85
	第三节 两向分组资料方差分析 .....	88
	一、组合内无重复观察值的两向分组资料方差分析 .....	88
	二、组合内有重复观察值的两向分组资料方差分析 .....	91
	小结 .....	94
	复习思考题 .....	94
<b>第七章</b>	<b>试验结果的统计分析</b> .....	<b>96</b>
	第一节 顺序排列设计试验结果的统计分析 .....	96
	一、对比法试验结果的统计分析 .....	96
	二、间比法试验结果的统计分析 .....	98
	第二节 随机排列设计试验结果的统计分析 .....	99
	一、完全随机设计试验结果的统计分析 .....	99
	二、随机区组设计试验结果的统计分析 .....	99
	三、拉丁方设计试验结果的统计分析 .....	106
	四、裂区设计试验结果的统计分析 .....	109
	小结 .....	113
	复习思考题 .....	113
<b>第八章</b>	<b>直线相关与回归</b> .....	<b>115</b>
	第一节 相关与回归的概念 .....	115
	一、直线相关与回归的概念 .....	115
	二、应用直线回归和相关分析时的注意事项 .....	116
	第二节 直线相关 .....	116
	一、相关系数 .....	116
	二、相关系数的计算方法 .....	119
	三、相关关系的显著性测验 .....	120
	第三节 直线回归 .....	121
	一、直线回归方程 .....	121
	二、直线回归方程的计算 .....	122
	三、直线回归关系的显著性测验 .....	123
	四、直线回归方程的图示 .....	124
	小结 .....	124
	复习思考题 .....	125
<b>第九章</b>	<b>卡平方 (<math>\chi^2</math>) 测验</b> .....	<b>126</b>
	第一节 卡平方 ( $\chi^2$ ) 的概念和测验原理 .....	126
	一、卡平方 ( $\chi^2$ ) 概念 .....	126
	二、卡平方 ( $\chi^2$ ) 分布 .....	127

三、卡平方 ( $\chi^2$ ) 测验原理	127
四、卡平方 ( $\chi^2$ ) 的连续性矫正	128
第二节 适合性测验	128
一、适合性测验的意义	128
二、适合性测验的方法	129
第三节 独立性测验	130
一、 $2 \times 2$ 表的独立性测验	131
二、 $2 \times c$ 表的独立性测验	132
三、 $r \times c$ 表的独立性测验	133
小结	134
复习思考题	134
<b>第十章 科研课题申报及试验总结</b>	136
第一节 农业和生物学领域的科学研究	136
一、科学研究的基本过程	136
二、科学研究的基本方法	137
第二节 农业科学研究的一般程序	138
第三节 课题的选定与申报	139
一、选题的基本原则	139
二、选题的主要途径	140
三、课题的申报	140
第四节 课题的准备	140
一、专业文献资料的收集、阅读与分析	141
二、试验材料的准备	141
第五节 试验总结和学术论文的撰写	142
一、实验分析型学术论文的撰写	142
二、试验总结的撰写	145
小结	146
复习思考题	147
<b>实验实训指导</b>	148
实训一 田间试验计划书的拟订	148
实训二 田间试验区划与播种	149
实训三 田间试验调查	151
实训四 Excel 在生物统计中的应用	152
实训五 统计图表的制作	155
实训六 基本特征数的计算	157
实训七 概率和概率分布	159
实训八 统计假设测验	164
实训九 方差分析	167
实训十 随机排列设计试验结果的统计分析	173
实训十一 直线回归与相关结果分析	180
实训十二 卡平方 ( $\chi^2$ ) 测验	182
实训十三 试验总结	184

附录	187
附表 1	10000 个随机数字 ..... 187
附表 2	累积正态分布 $F_N(x)$ 值表 ..... 191
附表 3	正态离差 $u$ 值表 (两尾) ..... 192
附表 4	学生氏 $t$ 值表 (两尾) ..... 192
附表 5	5%(上) 和 1%(下) 点 $F$ 值 (一尾) 表 ..... 193
附表 6	Duncan's 新复极差测验 $\alpha$ 为 0.05 及 0.01 时的 SSR 值表 ..... 197
附表 7	$r$ 值表 ..... 198
附表 8	$\chi^2$ 值表 (一尾) ..... 199
参考文献	200

# 第一章 田间试验概述

## 知识目标

- 了解田间试验的任务和特点；
- 了解田间试验的种类；
- 了解田间试验因素的效应和交互作用；
- 掌握田间试验的要求。

## 技能目标

- 学会田间试验误差的有效控制途径。

为了认识农作物的生长发育规律，指导和推动农业生产，必须开展农业科学研究工作。进行农业科学研究的主要手段是进行农业科学试验。在农业上，一个新品种、一项新技术、一种新产品的推广应用，都必须用一种科学的方法验证其优劣或鉴定其实用价值，这种科学的方法就是农业科学试验。农业科学试验的方法主要以田间试验为主，此外，还有温室试验、培养试验、实验室试验等。

## 第一节 田间试验任务与要求

### 一、田间试验任务和特点

#### 1. 田间试验任务

发展农业生产要依靠农业科学技术的进步，农业科学试验是促进农业科学进步的重要手段。农业生产经常是在大田条件下进行生产的，受自然环境条件和栽培条件影响较大。农业科研成果在大田生产条件下的实践效果如何，如一些引进的新品种是否适应本地区，一些新选育的品种是否比原有品种更高产稳产；一些新产品（如新型肥料、新农药等）其增产效果和改善品质效果是否明显；一些新的农业技术措施是否比原有的措施增产有效等等，都必须在田间条件下进行试验，才能为这些问题的解答和科学研究成果的评定提供可靠的科学依据。因此，田间试验在农业科学试验中的主要地位是其他试验不可替代的，是农业科学试验的主要形式。

田间试验是在田间自然条件下，以作物生长发育的各种性状、产量和品质等指标，研究作物与环境之间关系的农业科学试验方法。其基本任务是在大田自然环境条件下研究新品种、新产品、新技术的增产效果，增加经济效益的理论、方法和技术，客观地评定具有各种优良特性的高产品种及其区域适应性，评定新产品的增产效果及对环境反应，正确地评判其最有效的增产技术措施及其适用区域，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。

农业试验是在有人为控制的条件下进行的实践活动，利用作物本身做指示者以研究有关

问题,由作物做出回答。试验主要包括:①简单的品种试验,即将基因型不同的作物品种在相同条件下进行试验;②简单的栽培试验,即将基因型相同的作物品种在不同栽培条件下进行试验;③品种和栽培相结合的试验,即将基因型不同的作物品种在不同栽培条件下进行试验。试验除以田间试验为主外,通常还要有实验室试验、盆栽试验、温室试验等的配合。后几种试验方法的主要优点是能够较严格地控制一些在田间条件下难以控制的试验条件,如温度、湿度、光照、土壤成分等,因而有助于深入地阐明作物的生长发育规律,特别是利用人工气候室进行试验,可以对温度、湿度、光强、日长等几个因素同时调节,模拟某种自然气候条件。这对于阐明农业生产上的一些理论问题是极为有用的,应在有条件时充分利用。但是,这些毕竟只能作为有效的辅助性试验方法,为了解决生产实践中的问题,田间试验的主要地位是不可替代的。田间试验是联系农业科学理论与农业生产实践的桥梁。

## 2. 田间试验特点

田间试验的研究对象和材料是生物体本身,任何农业新品种与新技术措施在应用到大批生产时,必须先进行田间试验。田间试验作为探索研究农业科学的主要途径,有其自身的特点,不同植物的试验又各有不同。

(1) 田间试验是在农田田间土壤上进行,一般情况下,不破坏土壤的自然结构,不改变田间的气候状况,试验条件符合农业生产实际,便于推广应用。

(2) 试验单元是一定面积的小区,不需要特殊的盛土容器和设备,简单易行,能直接反映试验的效果。

(3) 在田间开放系统中,各种生长因子如光照、温度,甚至病虫等生物条件难以人为控制,不同部位试验小区的土壤理化性状的差异也无法消除。因此,田间试验误差大,只有通过合理的试验方法设计和认真细致地实施试验的每一个环节,并通过严密的统计分析,才能根据田间试验结果得出科学结论。

## 二、田间试验的基本要求

为保证田间试验达到预定的要求,使试验结果能在提高农业生产和科学研究的水平上发挥作用,田间试验有以下几项基本要求。

### 1. 试验目的明确

在进行某项田间试验时,在阅读文献与社会调查的基础上,明确选题,制订合理的试验方案,对试验的预期结果及其在农业生产和科学试验中的作用要做到心中有数,这样才能有目的地解决当时生产实践和科学实验中亟待解决的问题,并兼顾长远与将来可能出现的问题,避免盲目性,提高试验的效果。

### 2. 试验条件有代表性

代表性是指试验区的条件,应该能够代表该项成果将来应用地区的自然条件、生产条件和经济状况。这对于试验结果在当时当地的具体条件下可能利用的程度,具有重要意义。在这样的条件下进行试验,新品种或新技术在试验中的表现,才能真正反映今后拟应用和推广地区实际生产中的表现,才能使试验研究的成果在现在或将来的生产上发挥作用。但是也应当考虑到:试验条件的代表性既要考虑其能代表目前的条件,也要注意将来可能被广泛采用的条件,比如有些试验项目根据长远需要,可以在高于一般生产条件的水平下进行试验,使新品种或新技术等试验结果能在今后出现的新的生产条件和经济条件下被广泛采用,也即试验结果能跟上生产的不断发展,否则试验的成果就难以发挥为推广地区服务的作用。

### 3. 试验结果的正确性

正确性是指试验结果正确可靠,能够把品种或处理间的差异真实地反映出来。如果不能

把新品种或新技术的优点充分表现出来，甚至优劣颠倒，就失去了试验本身的意义。

正确性包括准确性和精确性两个方面。准确性（或准确度）是指试验中某一性状的观察值与其相应真值的接近程度，越接近准确性越高。但在试验中真值一般为未知数，准确度不易确定。精确性（度）是指试验中同一性状的重复观察值彼此接近的程度及试验误差的大小，它是可计算的。误差越小，处理间的比较越为精确。通常所指准确性包含精确性。

试验的正确性愈高，试验结果愈可靠，愈能反映实际情况，才能起到指导生产和促进生产的作用。因此为了提高试验的正确性，在进行田间试验时，应力求减少或避免试验误差，以求试验结果的准确可靠。在一般情况下，田间试验过程中所获得的数字资料总是和客观实际有些出入。这主要是由于植物本身的遗传性十分复杂，又以不同的方式和环境条件相联系，在环境条件经常变动的条件下，必然产生或大、或小的误差。例如，品种比较试验的目的之一是比较每个品种丰产性的差异，因此，除品种这个因素之外，其他因素如土壤、气候、田间作业质量等方面的差异应尽可能缩小到最低限度；否则，地力不均，前茬作物不同，施肥灌水次数、时间和数量不同，都会使品种的丰产性失真。即使是在各种条件都相对一致的条件下，也会由于不同品种的丰产性在某一特定环境条件下发挥程度不同，而使品种的丰产性的比较产生误差，这就是所谓误差的不可避免性。尽管这些误差在某种程度上来说是不可避免的，在试验设计上应把这些误差减少到最低限度，以提高试验的正确性。

#### 4. 试验结果要有重演性

重演性是指通过田间试验所获得的试验结果，在相同或类似的条件下进行重复试验或大面积生产时，可以获得相同或相似的试验结果。这对于在生产实践中推广科学研究成果极为重要。重演性是由田间试验的正确性和代表性所决定的。因此，为了保证试验结果的重复获得，提高试验的重演性，必须严格注意试验中的各个环节。首先是应严格要求试验的正确执行和试验条件的代表性，没有这两个前提，若重复实践，必不能重复得到原有的结果。所以应该从试验地的选择、正确地进行田间试验入手，在整个试验的过程中，充分了解和掌握试验区的自然条件和栽培管理条件，细致、完整、及时地进行田间观察记载，分析各种试验现象，找出规律性，以便正确的估计试验误差。田间试验的结果能不能重演，在很大程度上是受当时当地的自然环境所左右，为了提高试验重演性，最好每一项试验在本地区重复 2~3 年。这样一来，由于每年的自然环境条件总有不同程度的差异，所获得的试验结果是在不同年份、不同自然条件下的平均值，因此，可使重演的可能性提高，更容易被别人或大面积生产所重复。这在品种选育试验上具有相当重要的作用。

## 第二节 田间试验方案

试验方案是根据试验目的和要求所拟定的进行比较的一组试验处理（treatment）的总称。农业与生物学研究中，不论农作物还是微生物，其生长、发育以及最终所表现的产量受多种因素的影响，其中有些属自然的因素，如光、温、湿、气、土、病、虫等，有些是属于栽培条件的，如肥料、水分、生长素、农药、除草剂等。进行科学试验时，必须在固定大多数因素的条件下才能研究一个或几个因素的作用，从变动这一个或几个因子的不同处理中比较鉴别出最佳的一个或几个处理。这里被固定的因子在试验中保持一致，组成了相对一致的试验条件；被变动并设有待比较的一组处理的因子称为试验因素，简称因素或因子（factor），试验因素的量的不同级别或质的不同状态称为水平（level）。试验因素水平可以是定性的，如供试的不同品种，具有质的区别，称为质量水平；也可以是定量的，如喷施生长素

的不同浓度，具有量的差异，称为数量水平。数量水平不同级别间的差异可以等间距，也可以不等间距。所以试验方案是由试验因素与其相应的水平组成的，其中包括有比较的标准水平。

试验方案的制订是全部试验工作的主要部分，必须慎重拟订。因为处理是我们要研究的对象，在方案中要能够较完整地表现需要认识的问题。如考虑不周，方案中未能包括所要比较的全部处理，或者处理的水平不够恰当，或者方案复杂庞大以致结果难于分析解释，则即使试验的其他方面都执行良好，亦会使试验结果不能圆满地解答试验所提出的问题，因而就不能很好地完成试验任务。

## 一、田间试验种类

### (一) 按试验的性质分类

#### 1. 品种试验

主要研究各种作物的引种、育种和良种繁育等问题。如品种比较试验，就是常用的品种试验，是将遗传性不同的品种置于相同的条件下，以选出产量、品质和抗性等方面适宜于当地推广应用的新品种。

#### 2. 栽培试验

主要研究各种栽培技术措施的增产作用，如播种期、播种量、播种方式、无土栽培试验、温度、光照、水、激素等对作物生长发育的影响等等。

#### 3. 肥料试验

是研究肥料对作物营养、产量、品质及土壤肥力等作用的试验方法，如大豆配方施肥试验。

#### 4. 农药试验

是研究农药对病虫害防治效果的试验方法，如某种新型农药的药效试验。

### (二) 按试验阶段分类

在科学研究活动中按照科研工作自然发展顺序，人为地划分性质不同的阶段，对试验设计、试验方法及提供的科研信息都有不同的要求。

#### 1. 预备试验

预备试验也叫初步试验，是在科研工作开始阶段或正式开展科研工作之前所进行的一种规模小、设计简单、用时短、对试验结果要求准确性较低的小型科研活动。它往往涉及的材料很多，设置的处理较多，一般只是探索其科研课题的主要研究方向，看到科研方向的苗头，提供简单的数字信息，并根据预备试验中可能发生的新情况来补充和修改原定的试验计划，为正式试验提供试材和处理的大致范围，在此基础上在进一步研究，使正式试验建立在更有把握的基础之上。

#### 2. 正式田间试验

正式田间试验也叫主要试验或基本试验。是在预备试验的基础上，按照严格的试验设计和试验技术要求进行的试验。它往往涉及的试材不多，但常常处理较多，一般都要设置重复和对照，试验所获得的数字资料，一般都要经过方差分析，其可靠性要求达到95%以上。在主要试验中所获得的科研成果，应尽快地应用到生产上去，为此，要尽可能提高主要试验的准确性和代表性。

#### 3. 生产试验

生产试验是在主要试验完成之后，如把选育出的品种或筛选出的某项技术措施用于生产中的鉴定试验。它的试验面积较大，田间栽培管理技术水平和当地一般栽培管理技术水平相



一致。此试验既是在生产条件下验证主要试验的结果，并且具有示范作用。对生产试验所获得数据资料，通常不进行方差分析，一般只要求主要数量性状的平均数或者只进行直观分析。

此外还有区域化试验，主要是指品种的区域化试验。它是把主要试验的结果放在某一地区的不同地点做试验，品种经过区域化试验后，才能决定是否扩大推广。区域化试验时间的长短因试材种类不同而有所差别。

### (三) 按因子的数量分类

#### 1. 单因子试验

在同一试验中只研究某一个因子的若干处理的效应，而其他非试验因子则处于相对相同的条件下的试验叫单因子试验 (single-factor experiment)。例如，品种比较试验，就是在力争其他栽培管理条件和气候条件相对相同的条件下，比较鉴定不同品种的优劣，只涉及品种不同这一个因子。这种试验在设计上比较简单且统计分析比较容易，易迅速得到明确的试验结果，是研究某一个因素具体规律的有效手段，应用的比较广泛。但作物的某一种性状的反应，往往是受到很多因子同时影响的。这些因子间常有相互联系、相互制约的关系。在进行单因子试验时，往往由于两种以上因子间的相互作用，给单因子试验带来干扰，甚至不能得出正确的结论。单因子试验提供的信息局限性较强，往往不能较全面地说明问题。

#### 2. 复因子试验

在同一个试验中同时研究两个或两个以上因子效应的试验，称为复因子试验 (multiple-factor or factorial experiment)。例如，不同品种、不同密度、不同施肥量等对产量均产生影响，可把品种与密度、品种与施肥量、密度和施肥量，或者把品种、密度、施肥量三者结合起来，研究其对产量的影响。这种两个或两个以上因子的综合比较试验，就是复因子试验。复因子试验不仅可以分析出各个因子的单独效应 (主效应)，而且可以分析各个因子结合起来的综合效应，这种作用是两种或两种以上因子间的相互作用产生的，故叫因子间的交互作用。所以，复因子试验比单因子试验能够更全面、深刻地说明试验问题，实用价值比单因子试验高。但是，复因子试验在试验设计和资料分析方面都比较复杂，有时当试验因子过多时，往往由于试验设计不当或试验过程中误差较多，结果反而不好分析，甚至得不出试验的正确结论。

#### 3. 综合性试验

这也是一种多因素试验，但与上述复因素试验不同。综合性试验 (comprehensive experiment) 中的各个因素的各水平不构成平衡的处理组合，而是将若干因素的某一水平组合在一起作为处理进行试验。综合性试验的目的在于探讨一系列供试因素的某些处理组合的综合作用，而不是研究也不能研究个别因素的效应和因素间的交互作用，所以这种试验必须在对起主导作用的那些因素及其交互作用已基本清楚的基础上才好设置处理。它的一个处理组合就是一系列经过实践初步证明的优良水平的配套。这对于选出较优的综合性处理，总结和推广一整套综合栽培管理技术是一种迅速而有效的方法。

### (四) 按试验小区面积大小分类

在田间试验中，安排每一个处理所需材料的基本单位称为一个试验小区，简称小区。

小区可以是一定面积的一块地，也可是若干盆 (盆栽试验) 等。一般把小区面积大于或等于  $100\text{m}^2$  的试验称为大区试验；小区面积小于  $100\text{m}^2$  的试验称为小区试验。

#### 1. 大区试验

大区试验是试验后期常采用的方法，是科学研究成果应用到生产上去的必要环节。其优