

全国高等农业院校试用教材

# 田间试验和统计方法

南京农学院主编

农学专业用

农业出版社

全国高等农业院校试用教材

# 田间试验和统计方法

南京农学院主编

农学专业用

农业出版社

全国高等农业院校试用教材  
**田间试验和统计方法**  
南京农学院主编

农业出版社出版 新华书店北京发行所发行  
农业出版社印刷厂印刷

787×1092毫米 16开本 22印张 475千字  
1979年9月第1版 1979年9月北京第1次印刷  
印数 1—30,000册

统一书号 16144·1944 定价 2.30元

## 前 言

《田间试验和统计方法》是农学的专业基础课。根据全国高等农业院校农学专业教育计划，本课程的教学要求，首先是学习有关田间试验的基本知识，了解在进行试验过程中选用试验方案，控制试验误差以及设计和实施试验的一些基本方法。其次，学习有关试验数据分析的基本技能，如整理试验数据和计算平均数、变异数等，从而对试验所获结果有一个数量概念。第三，学习有关从试验数据进行归纳的统计推断原理和程序，由是对于样本与总体的关系以及试验的偶然因素性质有一个清楚概念，因而能对试验结果作出科学的结论。

在编写过程中，参加同志除多次讨论了本课程的教学要求外，也讨论了深、广度。认为在广度方面必须介绍田间试验的基本概念和与田间试验有密切联系而又广泛应用的统计方法两个部分。在深度方面则必须介绍田间试验和统计的基本知识和技能，便于进行科学试验；介绍近代试验统计理论而又密切联系我国当前田间试验的实际需要，为科技的现代化提供研究手段；介绍着重于删繁就简，清晰易懂的统计内容，而不计较于数学公式的推导等等。根据这些原则来指导编写本课程的具体内容。

本课程内容共分十二章。第一章田间试验的基本概念，着重讲述田间试验的任务、类型和有关试验误差、试验方案等。第二章提出试验数据的整理方法，如制作次数分布表和分布图以及计算平均数、变异数等描述性质的统计方法。第三章从理论上讲述变数的理论分布，包括二项分布和正态分布；与统计数的抽样分布，包括样本平均数及其差数的抽样分布，使学生学习后在统计推断上有了理论基础；概率的基本概念也在本章开始时讲授。第四章的统计假设测验和第五章的方差分析则是应用了科学的归纳方法，从样本以推断总体的主要统计方法；从这两章讲授了主要的统计假设测验方法，如 $u$ 测验、 $t$ 测验和 $F$ 测验。第六、七、八共三章则介绍了当前田间试验常用的试验设计及其原理，以及田间布置、实施的具体内容；试验结果的分析方法，包括单因素试验（第七章）和多因素试验（第八章）的分析，同时也介绍了目前常用的正交设计及其分析。第九、十两章介绍两个及多个变数的关系的统计方法，包括两个变数的直线回归与相关，多个变数的线性回归与相关。第十一章讲述次数数据的分析方法，由于本章讲及 $\chi^2$ 分布的应用，因之也解释变异数的测验和比较方法。至此，统计方法中四种主要统计测验： $u$ 、 $t$ 、 $F$ 和 $\chi^2$ 测验均已一一介绍。第十二章讲授田间抽样的基本概念和分析方法。书后附有统计用表14个以及统计符号解释等。

全书要求学生具有高中水平的数学基础（仅有几处提及微积分概念）和一定的农学知识。由于本书是一本教科书，为使学生切实掌握基本概念和计算技能，书中有较多例题说明，并在每章之末附有习题，计算题则附有答案，便于习题课采用或做为课外练习用。

考虑到本课程的教学时间，一般院校可仅讲授10章，而将第十章“多元回归和相关”和第十二章“田间抽样”作为参考资料，但是，有条件的院校也可以加讲这两章。另外，在各章有些较困难节、段则标以“\*”号，讲授时将其略去也不失全书的系统性。这样，在一个学期内（周学时4小时）可以授完本课。

本书如有错误或不确切之处，恳请批评指正，以便日后修改。

编 者

1978年10月

法  
行  
号

主 编 人：马育华（南京农学院）

编写人员：周承钥（浙江农业大学）

盛承师（湖南农学院）

卢宗海（北京农业大学）

莫惠栋（江苏农学院）

李佐坤（华中农学院）

孙广芝（吉林农业大学）

审 稿 人：除上述同志外，尚有：

邱 厥（西南农学院）

范 濂（河南农学院）

王鸿钧（西北农学院）

韩承伟（内蒙古农牧学院）

孙直夫（安徽农学院）

张全德（浙江农业大学）

翟婉萱（沈阳农学院）

姜藏珍（山西农学院）

林德光（华南热带作物学院）

# 目 录

前言	
第一章 田间试验的基本概念	1
第一节 田间试验的任务和要求	1
一、田间试验的任务	1
二、田间试验的要求	1
第二节 试验方案	3
一、田间试验的种类	3
二、试验因素的效应和交互作用	4
三、确定试验方案的要点	6
第三节 试验误差及其控制途径	7
一、试验误差的概念	7
二、试验误差的来源	7
三、控制误差的途径	8
习、题	10
第二章 次数分布和平均数、变异数	11
第一节 总体、样本和随机样本的概念	11
第二节 次数分布	11
一、试验资料的性质	11
二、次数分布表	12
三、次数分布图	15
第三节 平均数	17
一、平均数的意义和种类	17
二、算术平均数的计算方法	17
三、算术平均数的重要特性	18
第四节 变异数	19
一、极差	19
二、方差	20
三、标准差	20
四、变异系数	22
第五节 由次数分布表计算平均数和标准差	22
一、加权法	23
二、等级差法	24

三、累加法 .....	25
习 题 .....	26
第三章 理论分布和抽样分布 .....	27
第一节 概率——频率的稳定性 .....	27
一、统计概率的概念 .....	27
二、计算概率的法则 .....	29
第二节 二项分布 .....	31
一、重复试验的概率分布 .....	31
二、二项分布事例及其计算方法 .....	34
三、二项分布的形状和参数 .....	36
第三节 正态分布 .....	37
一、二项分布的极限——正态分布方程 .....	38
二、正态分布曲线的特性 .....	39
三、计算正态分布曲线区间面积或概率的方法 .....	41
第四节 抽样分布 .....	44
一、抽样分布试验 .....	45
二、样本平均数分布 .....	47
三、两个正态总体抽出的独立样本的平均数分布 .....	50
第五节 二项总体抽样 .....	52
习 题 .....	55
第四章 统计假设测验 .....	57
第一节 统计假设测验的基本原理 .....	57
一、统计假设 .....	57
二、统计假设测验的基本方法 .....	58
三、假设测验的两尾测验与一尾测验 .....	61
* 四、假设测验的两类错误 .....	61
第二节 平均数的假设测验 .....	64
一、 $t$ 分布 .....	64
二、单个样本平均数的假设测验 .....	65
三、两个样本平均数相比较的假设测验 .....	66
(一) 成组数据的平均数比较 (66)	(二) 成对数据的比较 (70)
第三节 百分数的假设测验 .....	72
一、单个样本百分数(成数)的假设测验 .....	73
二、两个样本百分数相比较的假设测验 .....	74
三、二项样本假设测验时的连续性矫正 .....	75
第四节 参数的区间估计 .....	77
一、总体平均数 $\mu$ 的置信限 .....	78
二、两总体平均数差数 $(\mu_1 - \mu_2)$ 的置信限 .....	79
三、二项总体百分数 $p$ 的置信限 .....	81
四、两个二项总体百分数差数 $(p_1 - p_2)$ 的置信限 .....	82



五、区间估计与假设测验	82
习 题	83
<b>第五章 方差分析</b>	<b>85</b>
<b>第一节 方差分析的基本原理</b>	<b>85</b>
一、自由度和平方和的分解	85
二、 $F$ 分布与 $F$ 测验	88
三、多重比较	90
四、方差分析的数学模型	94
<b>第二节 单向分组资料的方差分析</b>	<b>96</b>
一、组内观察值数目相等资料的方差分析	96
二、组内观察值数目不等资料的方差分析	98
* 三、组内又分亚组的单向分组资料的方差分析	100
<b>第三节 两向分组资料的方差分析</b>	<b>104</b>
一、组合内只有单个观察值的两向分组资料的方差分析	104
二、组合内有重复观察值的两向分组资料的方差分析	107
<b>第四节 方差分析的基本假定和数据转换</b>	<b>112</b>
一、方差分析的基本假定	112
二、数据转换	113
<b>第五节 期望均方估计</b>	<b>115</b>
一、固定模型试验	116
二、随机模型试验	117
习 题	119
<b>第六章 田间试验的设计</b>	<b>122</b>
<b>第一节 田间试验设计的原理</b>	<b>122</b>
一、重复	122
二、随机	123
三、局部控制	123
<b>第二节 控制土壤差异的小区技术</b>	<b>123</b>
一、试验小区的面积	123
二、小区的形状	125
三、重复次数	126
四、对照区的设置	126
五、保护行的设置	126
六、重复区(或区组)和小区的排列	127
<b>第三节 常用的田间试验设计</b>	<b>127</b>
一、顺序排列的试验设计	127
(一) 对比法设计(127)	(二) 间比法设计(128)
二、随机排列的试验设计	129
(一) 随机区组设计(129)	(二) 拉丁方设计(130)
(三) 裂区设计(133)	
<b>第四节 田间试验的布置与管理</b>	<b>134</b>

一、田间试验计划的制订	134
二、试验地的准备和田间区划	135
三、种子准备	136
四、播种或移栽	137
五、栽培管理	137
六、田间试验的观察记载和测定	138
七、收获及脱粒	139
习 题	139
<b>第七章 单因素试验结果的统计分析</b>	<b>141</b>
第一节 对比和间比试验的统计分析	141
一、对比法试验结果的统计分析	141
二、间比法试验结果的统计分析	142
第二节 随机区组试验的统计分析	143
一、随机区组试验结果的分析示例	143
二、随机区组试验的缺区估计和结果分析	148
*三、随机区组的线性模型与方差分析	153
第三节 拉丁方试验的统计分析	154
一、拉丁方试验结果的分析示例	154
二、拉丁方试验的缺区估计和结果分析	157
*三、拉丁方的线性模型与方差分析	160
习 题	161
<b>第八章 多因素试验结果的统计分析</b>	<b>163</b>
第一节 多因素随机区组试验的统计分析	163
一、二因素随机区组试验	163
(一) 二因素随机区组试验结果的分析 (163)	
* (二) 二因素随机区组试验的线性模型和方差分析 (167)	
二、三因素随机区组试验	168
(一) 三因素随机区组试验结果的分析 (168)	
* (二) 三因素随机区组试验的线性模型和方差分析 (174)	
第二节 裂区试验的统计分析	175
一、裂区试验结果统计分析示例	175
二、裂区试验的缺区估计	179
*三、裂区试验的线性模型和方差分析	181
第三节 正交试验设计和统计分析	182
一、正交表的基本性质	182
二、应用正交表设计试验	184
三、应用正交表分析试验结果	186
四、正交试验应注意的问题	190
习 题	191
<b>第九章 直线回归和相关</b>	<b>194</b>

第一节 回归和相关的概念 .....	194
第二节 直线回归方程 .....	196
一、直线回归方程式 .....	196
二、直线回归方程的计算 .....	197
三、直线回归方程的图示 .....	198
四、直线回归的估计标准误 .....	199
五、直线回归的数学模型和基本假定 .....	201
第三节 直线回归的假设测验和区间估计 .....	201
一、直线回归的假设测验 .....	201
(一) 回归关系的假设测验 (201)	(二) 两个回归系数比较时的假设测验 (203)
二、直线回归的区间估计 .....	204
(一) 直线回归的抽样误差 (204)	(二) 回归截距的置信限 (204)
(三) 回归系数的置信限 (205)	(四) $y$ 估计值的置信限 (206)
(五) $y$ 估计值置信限的图示 (207)	
第四节 直线相关 .....	208
一、相关系数和决定系数 .....	208
二、相关系数和决定系数的计算 .....	210
三、相关系数的假设测验 .....	211
四、两个相关系数比较时的假设测验 .....	212
第五节 由相关表计算回归和相关 .....	214
一、相关表的制作 .....	214
二、相关表上的回归和相关的计算 .....	215
三、对于回归和相关的正确理解 .....	218
第六节 协方差分析 .....	218
一、协方差分析的意义和功用 .....	218
二、单向分组资料的协方差分析 .....	219
三、两向分组资料的协方差分析 .....	227
四、协方差分析的基本假定和应用注意 .....	231
习 题 .....	231
第十章 多元回归和相关 .....	234
第一节 多元回归方程 .....	234
一、多元回归方程和正规方程组的解 .....	234
二、多元回归方程实例 .....	240
三、多元回归方程的估计标准误 .....	242
第二节 多元回归的假设测验 .....	242
一、多元回归关系的假设测验 .....	242
二、偏回归系数的假设测验 .....	243
三、自变数的重要性和取舍 .....	245
第三节 多元相关和偏相关 .....	246
一、多元相关 .....	246
二、偏相关 .....	247

三、偏相关和简单相关的关系 .....	251
习 题 .....	252
第十一章 卡平方 ( $\chi^2$ ) 测验 .....	254
第一节 卡平方 ( $\chi^2$ ) 的概念和分布 .....	254
一、卡平方的概念 .....	254
二、卡平方 ( $\chi^2$ ) 的分布和测验 .....	255
三、卡平方 ( $\chi^2$ ) 的连续性矫正 .....	256
第二节 适合性测验 .....	257
第三节 独立性测验 .....	259
一、 $2 \times 2$ 表的独立性测验 .....	259
二、 $2 \times c$ 表的独立性测验 .....	261
三、 $r \times c$ 表的独立性测验 .....	262
第四节 方差的比较 .....	263
一、一个样本方差与总体方差比较的假设测验 .....	264
二、几个样本方差的同质性测验 .....	265
习 题 .....	267
*第十二章 田间抽样 .....	269
第一节 抽样的基本概念 .....	269
第二节 抽样的方法 .....	270
一、简单随机抽样 .....	271
二、分层随机抽样 .....	271
三、整群抽样 .....	273
四、两级抽样和多级抽样 .....	274
五、双重抽样 .....	276
六、顺序抽样 .....	277
第三节 抽样结果的统计分析 .....	279
一、简单随机抽样 .....	279
二、分层抽样 .....	283
三、两级抽样与多级抽样 .....	287
第四节 制订抽样方案要点 .....	292
一、抽样方法问题 .....	292
二、抽样分数或样本容量问题 .....	293
三、抽样单位的形式问题 .....	294
习 题 .....	295
附表 1 10000 个随机数字 .....	297
附表 2 累积正态分布 $F_N(X)$ 值表 .....	301
附表 3 正态离差 $u$ 值表 (两尾) .....	303
附表 4 学生氏 $t$ 值表 (两尾) .....	304
附表 5 5% (上) 和 1% (下) 点 $F$ 值 (一尾) 表 .....	305
附表 6 $\chi^2$ 值表 (一尾) .....	311

---

附表7	Duncan's新复极差测验5%和1%SSR值表	312
附表8	5% $q$ 值表(两尾)	314
附表8	(续)1% $g$ 值表(两尾)	315
附表9	二项分布的置信区间(95%)	316
附表9	(续)二项分布的置信区间(99%)	317
附表10	$r$ 与 $R$ 的5%和1%显著值	318
附表11	$z$ 与 $r$ 值转换表	319
附表12	百分数反正弦 $\sin^{-1}\sqrt{x}$ 转换表	320
附表13	数值1—1000的平方与平方根值	322
附表14	正交表	327
主要统计符号和注解		333
进一步学习的参考书目		338

# 第一章 田间试验的基本概念

## 第一节 田间试验的任务和要求

### 一、田间试验的任务

农业是国民经济的基础。为了认识农作物的生长发育规律，指导和推动农业生产，为社会主义革命和社会主义建设服务，为实现四个现代化作出贡献，必须遵照毛主席“一切经过试验”的教导，大力开展农业科学研究工作，改变目前农业科学研究远远不能适应加速发展社会主义大农业的状况。

农业生产在大田进行生产，是受自然环境条件影响的。农业科学研究成果在大田生产条件下的实践结果如何，如一些引进的优良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，一些新技术措施是否比原用措施增产等等，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研成果的评定提供可靠的科学依据。所以，田间试验是农业科学实验的主要形式。田间试验的基本任务是在大田自然环境条件下研究新的品种和新的生产技术，客观地评定具有各种优良特性的高产品种及其适应区域，正确地鉴定最有效的增产技术措施及其适应范围，使科研成果能够合理地应用和推广，发挥其在农业增产上的作用。

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，由作物作出回答。试验主要包括：（1）简单的品种试验，即将遗传型不同的作物材料在相同条件下进行试验；（2）简单的栽培试验，即将遗传型相同的作物材料在不同栽培条件下进行试验；（3）品种和栽培相结合的试验，即将遗传型不同的作物材料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。

### 二、田间试验的要求

田间试验的环境条件最接近生产实际情形，但由于环境条件难以控制，增加了进行试

验的复杂性。为了有效地做好试验，使试验结果能在提高农业生产和农业科学的水平上发挥应有的作用，对田间试验的基本要求是：

**(一) 试验的目的要明确** 对试验的预期结果及其在农业生产和科学实验中的作用要大致心中有数。试验项目首先应抓住当时当地的生产实践和科学实验中急需解决的问题；并从发展的观点出发，适当地照顾到长远的和在不久的将来可能突出的问题。

**(二) 试验的结果要可靠** 这里包括试验的准确度和精确度两个方面。准确度是指试验中某一性状(小区产量或其它性状)的观察值与其相应真值的接近程度；越是接近，则试验越准确。但在一般试验中，真值为未知数，故准确度不易确定。精确度是指试验中同一性状的重复观察值彼此接近的程度，即试验误差的大小；它是可以计算的。试验误差越小，则处理间的比较越为精确。当试验没有系统误差时，精确度与准确度一致。因此，在进行试验的全过程中，必须尽最大努力准确地执行各项试验技术，力求避免发生人为的错误和系统误差。特别要注意试验条件的一致性，即除了将所研究的因素有意识地分成不同处理外，其它条件及一切管理措施都应尽可能一致，以减少误差，提高试验结果的可靠性。如除处理外，其它条件又显然不一致，则试验误差很大，难以判断造成差异的真正原因，往往会导致错误的结论。

**(三) 试验条件要有代表性** 试验条件应该能代表将来准备推广试验结果的地区的自然条件(如试验地土壤种类、地势、土壤肥力、气象条件等)与农业条件(如轮作制度、施肥水平等)。这对于决定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。但是，也要辩证地看待试验条件的代表性。我国将在2000年以前实现农业现代化，必须预见到农业方面的飞跃发展。在进行试验时，既要考虑代表目前的条件，还应注意将来可能被广泛采用的条件。使试验结果既能符合当前需要，而又不落后于生产发展的要求。

**(四) 试验结果要能够重复** 在相同条件下，再进行试验或实践，应能重复获得与原试验相类似的结果。这对于在生产实践中推广农业研究成果极为重要。田间试验受复杂的自然环境条件的影响，不同地区或不同年份进行的相同试验，往往结果不同；即使在一定条件下，试验结果有时亦有出入。这可能由于地区之间或年份之间自然环境条件有变化的影响，亦可能由于原试验不够准确或缺乏代表性，亦可能是两者兼有。为了保证试验结果的重复获得，必须严格注意试验中的一系列环节。首先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，必不能重复得到原先的结果。在此基础上，还要了解和掌握进行试验以及作物生长发育过程中的各项环境条件，详细观察并精确记载作物的生长情况，搞好田间档案，研究并明确其间的关系。此外，还应考虑季节变异的特点，将试验进行二、三年。例如进行品种区域化试验，就要求经过多年多点的试验，以期了解品种在不同年份和不同地区的表现，使品种在推广后能和原来的试验结果一致，取得预期的效果。

## 第二节 试验方案

试验方案是根据试验目的与要求所拟定的进行比较的一组试验处理的总称。试验处理可以只有一个因素；在该因素内设置不同的处理级别，称水平，每一个水平即为一个处理。例如品种试验、密度试验中的品种、密度，都是试验因素。而品种试验中的每一个品种即为一个水平，称为一个处理；密度试验中的每一种密度也是一个水平，为一个处理。如试验包括两个或更多个因素，则处理就是几个因素不同水平的组合。

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，方案中未能包括所比较的全部处理，或者处理的水平不够恰当，或者方案过于复杂庞大以致结果难于分析解释，则即使试验的其它方面都执行良好，亦会使试验结果不能完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、田间试验的种类

为了拟订正确的试验方案，应该首先了解试验的种类。

田间试验按试验的小区大小、试验的年份和试验的地点等而分为若干种类，但最基本的是根据试验因素的多少而分为下列几种：

(一) **单因素试验** 在同一试验中只研究某一个因素的若干处理称为单因素试验。例如在育种过程中，要求将新育成的若干品种与原有品种进行比较以测定优势；在这种试验中，品种是试验的唯一因素，各育成品种与原有品种即为各个处理。在试验过程中，除品种不同外，其它栽培和管理的技术措施都应力求相同。又例如为了明确某一品种的耐肥程度，施肥量就是试验因素，试验中的处理就是几种不同的施肥量，而品种及其它栽培管理技术措施都应力求相同。单因素试验在设计上较简单，目的明确，所得结果易于分析，但不能了解几个因素之间的相互关系。

(二) **多因素试验** 在同一试验中同时研究二个或二个以上的因素，各个因素都分为不同水平，各因素不同水平的组合即为试验的处理或处理组合。试验过程中，除指定的处理外，其它一切栽培管理亦均应完全一致。这种试验即称为多因素试验。通过这种试验，可以研究一个因素在另一因素的各个不同水平上的平均效应，还可以探索这两个因素间的交互作用。如进行甲、乙、丙三个品种与高、中、低三种施肥量的二因素试验，共有甲高、甲中、甲低、乙高、乙中、乙低、丙高、丙中、丙低等  $3 \times 3 = 9$  个处理组合。这样的试验，除了可以明确二个试验因素的作用外，还可以找出三个品种对各种施肥量是否有不同反应和选出最优组合。作物生长受到许多因素的综合作用，采用多因素试验，有利于探究并明确对作物生长有关的几个因素间的相互关系，能够较全面地说明问题。从试验效率讲，多因素试验也比单因素试验高。但拟订这种试验方案时，因素的数目以及各因素的水平不宜过多，以免试验过于复杂，而多因素间的交互作用的明显意义亦较难于说明。



(三) 综合性试验 这亦是一种多因素试验, 但与上述多因素试验有不同。综合性试验中各个因素的各水平不构成平衡的处理组合, 因此可以使处理数大为减少。这是围绕农业“八字宪法”将若干因素的某一水平结合在一起作为处理的试验。

综合性试验的目的在于探讨一系列供试因素某些处理组合的综合作用。它不研究亦不能研究个别因素的效应和因素间的交互作用。所以这种试验必须对于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。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。选择一种或几种适合当地条件的这样的综合性丰产技术作为试验处理与当地常规处理作比较, 选出较优的综合性处理, 对于推广丰产经验, 提高作物产量, 是一种迅速有效的方法。

以上根据因素数目多少所划分的各种试验, 一般又可按不同目的与要求进行一年或多年、一点或多点、小区或大区的试验。试验只进行一年的称一年试验, 重复进行几年的称多年试验, 如育种试验等必须进行多年。多年试验在历年相对不同的自然环境条件下进行, 可以观察作物在不同条件下的反映和表现, 对试验结果能有更全面的认识, 有利于推广和应用。一个试验只在一个地点进行, 就是一点试验; 相同的试验同时在几个地点进行, 即为多点试验。多点试验有助于提早肯定试验成果的适应范围, 有利于加速新品种、新技术的推广和应用。对生产上一些重大的技术措施, 必须进行多点、多年试验。例如新育成品种在推广之前, 必须经过区域化试验, 就是经过多点、多年的鉴定以肯定这品种对不同地区、不同气候条件的适应性, 及其高产稳产性能。关于小区或大区试验, 则一般试验常采用小区, 每一处理的小区面积一般为数十至数百尺<sup>2</sup>, 这方面以后还要提及。但生产性试验、示范试验或综合性试验常采用大区。

## 二、试验因素的效应和交互作用

试验因素对所研究的性状(如产量或其它性状)既有其相对独立的作用, 又彼此联系, 相互制约。

因素的相对独立作用, 亦就是因素对性状所起的增进或减少的作用, 称为效应。以产量为例, 若某水稻品种施肥量试验, 每亩施氮 20 斤, 亩产量为 700 斤, 每亩施氮 30 斤, 亩产量为 900 斤; 则在每亩施氮 20 斤的基础上增施 10 斤的效应即为  $900 - 700 = 200$  斤/亩。所以, 效应就是供试因素的不同水平的产量差异。这一试验属单因素试验, 这一差异属简单效应。

在多因素试验中, 不但可以了解各供试因素的简单效应, 还可以了解几个因素的平均效应和几个因素之间的交互作用。表 1.1 为某豆科植物氮 ( $N$ )、磷 ( $P$ ) 的  $2 \times 2 = 4$  种处理组合 ( $n_1p_1, n_1p_2, n_2p_1, n_2p_2$ ) 试验结果的假定数据, 可以说明各种效应及交互作用。

(1) 一个因素的水平相同, 另一因素不同水平间的产量差异仍属简单效应。如表 1.1 II 中  $18 - 10 = 8$  就是同一  $n_1$  水平时  $p_2$  与  $p_1$  间的简单效应;  $28 - 16 = 12$  为在同一  $n_2$  水平时  $p_2$  与  $p_1$  间的简单效应;  $16 - 10 = 6$  为同一  $p_1$  水平时  $n_2$  与  $n_1$  间的简单效应;  $28 - 18 = 10$  为