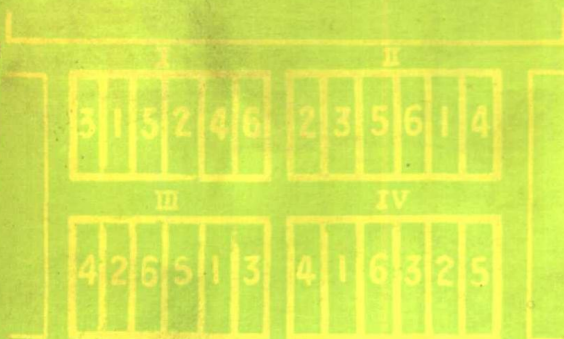


16.1-16.12

16.1-16.2

田间试验方法

赵仁谔 余松烈 编著



农业出版社

田间试验方法

赵仁鎔 余松烈 编著

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 32 开本 14.375 印张 296 千字

1979 年 8 月第 1 版 1979 年 8 月北京第 1 次印刷

印数 1—31,000 册

统一书号 16144·1934 定价 1.48 元

前 言

做好田间试验，必须运用自然科学知识来了解有关田间试验的一些规律性东西，使通过田间试验所得到的试验结果准确可靠，符合客观实际，能做到“小田为大田”服务。在田间试验实施过程中，从选题开始，试验地的选择，试验计划书的制作（其中包括试验区大小、排列、形状、重复和因子设计等的试验设计），备耕，播种，施肥，田间管理，观察与记载，一直到收获，试验结果产量分析，都存在着应该注意的问题。如果在试验过程中不从多方面注意，试验结果将不会准确；严重的将会使试验报废。这一系列田间实施要做得好，必须懂得田间试验的原理，而田间试验原理牵涉到统计方法问题，其中特别是试验设计与产量分析差不多都牵涉到统计方法的应用。所以统计方法是田间试验不可分割的组成部分。

用统计方法进行试验设计和试验结果的分析，能更好地反映客观事物的质和量，对于搞好田间试验具有重要意义。

本书分为两部分：第一部分为“田间试验原理与实施”，第二部分为“田间试验设计与分析”。在第一部分，比较详细地讲述了田间试验的基本原理与实施方法。这不但为阅读“田间试验设计与分析”打好基础，同时也尽可能比较详细地介绍了在实际进行试验时可能遇到的一些问题。为此，本

书在田间试验的实施方面介绍得细致一些，并且用较多的篇幅列举了各种作物的调查、观察与记载项目，以便于读者使用。第二部分，尽可能的删繁就简，分门别类，将常用的试验设计和统计方法分成八章，使读者一看每章的标题，就明了它的中心内容是什么。

关于统计公式，除了常用的公式在每章末加以证明外，其他公式不作注释，以省篇幅。引用数学知识方面绝大部分用代数方法来解决，这样可使广大读者在较短的时间内初步掌握这门学科。

本书可供农业院校师生、农业科研工作者参考。

本书在编写过程中，承蒙许多院校、试验场所与农业试验工作者提供应用资料，特在此敬致谢意。由于我们水平所限，加以时间匆促，难免有谬误之处，希读者指正。

赵仁镕 余松烈

(沈阳农学院) (山东农学院)

1978年2月

目 录

第一部分 田间试验原理与实施

I 田间试验概念	3
1.1 田间试验的任务	3
1.2 田间试验的特点	4
1.3 田间试验的基本要求	6
1.4 田间试验的类型	10
II 田间试验原理	17
2.1 土壤差异	17
2.2 田间试验设计的意义	26
2.3 田间试验设计的基本原理	27
2.4 小区大小	31
2.5 小区重复次数	35
2.6 小区形状	41
2.7 小区的排列方式	42
2.8 对照区的设置	48
2.9 小区保护带	49
2.10 轮作田内进行试验	51
III 田间试验实施	53
3.1 试验课题的选择和确定	53

3.2 试验计划书的编制	54
3.3 试验地的选择	70
3.4 试验地的田间管理	76
3.5 作物生长期的观察和记载项目	86
3.6 作物生长期的观察与记载方法	89
3.7 作物收获和产量的统计方法	91

第二部分 田间试验设计与分析

IV 试验数据的整理方法与特征数	107
4.1 田间试验与生物统计的关系	107
4.2 次数分配	113
4.3 平均数	121
4.4 标准差	124
4.5 变异系数	132
V 试验数据比较方法	139
5.1 机率与常态曲线	139
5.2 无效假说与 t 测验	146
5.3 二个样本平均数的比较方法——t 测验	150
5.4 二个以上平均数的比较方法——变量分析	159
VI 单因子试验设计与分析	182
6.1 对比法试验	182
6.2 随机区组试验	191
6.3 拉丁方试验	203
6.4 缺区估计	209
VII 复因子试验设计与分析 (一)	225
7.1 复因子试验的意义	225
7.2 复因子随机区组试验	228

7.3 复因子裂区试验	247
VII 复因子试验设计与分析(二)——正交试验	271
8.1 正交试验的意义	271
8.2 正交表	272
8.3 正交试验设计的理论根据	275
8.4 正交试验设计与结果分析——直观分析	278
8.5 正交试验的连应	287
8.6 正交试验结果的变量分析	290
IX 试验资料相互关系的测定	299
9.1 二种变数共同变异的的意义	299
9.2 相关与回归类别	301
9.3 相关系数的测定	302
9.4 回归系数的测定	316
9.5 回归系数与相关系数的关系	326
X 次数资料的分析	334
10.1 次数资料的意义	334
10.2 χ^2 (卡平方) 的意义与公式	335
10.3 χ^2 的显著性	335
10.4 适合性测定	336
10.5 独立性测定	343
10.6 χ^2 测定用于复因子试验	349
10.7 连续性矫正数	352
XI 互变量分析	361
11.1 互变量分析的意义和功用	361
11.2 互变量分析的原理和方法	362
11.3 互变量分析例证	368
第一部分 附录	384

I. 作物栽培管理档案与田间试验调查记载项目和方法	384
II. 计量单位折算表	418
第二部分 附录	422
I. 生物统计与田间试验设计名词简明意义	422
II. 统计用表	428
III. 多因子试验常用正交表	443

第一部分

田间试验原理与实施

I 田间试验概念

1.1 田间试验的任务

在自然科学领域中，试验研究的任务在于从自然界客观事物发展变化的复杂现象中，发现它的规律，把握它的本质，并经过总结概括，上升到理论，来指导人们实践，与大自然进行斗争，为人民服务。农作物田间试验属于农业科学范围，它的任务在于研究、揭露、掌握在自然或田间条件（生产或接近生产条件）下，农作物的生长发育及其与各种各样环境条件关系的规律，并进一步将这些规律，应用到农业生产实践中去，为我国高速度发展农业生产服务。田间试验的具体任务是：

1. 推动农业生产和农业科学向前发展 通过田间试验，摸索农作物的生长发育及其与环境条件关系的规律；研究农业“八字宪法”土、肥、水、种、密、保、工、管，单独的和综合的对于农作物生长发育的影响，制定出合理而有效的综合性农业技术措施。这样才能促进农作物的高产稳产，改进农作物的品质，提高劳动生产率，降低成本。通过田间试验做出典型，推动一般，推广传授农业先进技术，培养农业技术骨干，促进农业技术革命，提高农业科学水平。

2. 理论联系实际的桥梁 科学理论通过田间试验被广泛地应用到农作物生产实践中去，生产上的实际经验通过田间试验提高到理论，而能更广泛、更有效地为农业生产服务。

3. 改进农作物生产技术和开展农业科学研究 农业科学和生产实践证明，田间试验是改进农作物生产技术和开展农业科学研究所必须经过的一个环节。不仅农作物新品种的育成，新的农业技术措施的创造和新的农业科学理论的产生需借助于田间试验，即使是优良作物品种和耕作栽培等技术的推广，以及将先进的农业科学理论应用到实践中去，也必须以田间试验为根据。

1.2 田间试验的特点

田间试验是生物学的试验。因为农作物是生物，它有自己的遗传性，它和周围环境密切联系着。田间试验是在自然的条件下进行的试验，是为农业生产服务的试验。这样也就显示出下列特点：

1. 复杂性 田间试验是以农作物作为它的研究对象的。农作物是有生命的东西，有它自己的遗传性，有它自己的生长发育规律。不仅不同农作物的遗传性不同，同一作物的不同品种也具有不同的遗传性；它们在一定的外界条件下进行生长发育，并且对一定的外界条件有一定的反映。因此，我们必须在不同环境条件下（不同气候、土壤等）进行一系列有关土、肥、水、种、密、保、工、管等田间试验，分别确定各地区最能适应的农作物品种，建立各种品种在不同地区能不

断提高产量和产品品质的综合农业技术措施。农业田间试验具有地区性的这一特点是与工业显著不同的。

不仅同一作物不同品种具有不同的遗传性，就是同一品种的不同植株也有一定的差异。因此，在田间试验过程中，必须慎重地考虑供试验的品种及其种子的来源，必须考虑供试植株的数目，使有足够的代表性，以及其他一系列的取样技术问题，以增加试验的代表性和精确性，减少试验误差*。

2. 外界环境条件的影响 生物体与外界环境条件是不可分离的。环境条件的许多因素，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，对于作物的生长发育、作物的产量和品质有着显著的影响。而且在自然条件下，这些自然因素是各色各样的和变化多端的。例如，试验区的土壤及其肥沃度的不一致，地形的不一致，田间管理的不一致等，都会影响田间试验的结果。因此，在进行田间试验的过程中，必须深刻考虑试验在这些方面的特点。我们必须设法防止和减少各种偶然发生的自然因素对于田间试验的影响，并设法控制各种自然因素使与规定的要求相接近。

环境条件的某些自然因素（水分、空气、温度、日光和养料等）是作物生长发育所必需的，作物对于这些因素的要求不是孤立的、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，常常会使其他因素发生变化，而对植株的生长发育有所影响，因此须在田间试验工作中慎重处理，密切注意。

* 试验误差系偶然机会造成的差异，也称试验机误或机误。

由于农作物的生长发育受着气候条件的限制和影响，所以农作物田间试验的季节性很强，试验需要较长的时间。从试验开始到试验结束，常常需要整个生长季节，而且常常是一年只能进行一次，今年试验告一段落后，要到明年才能重整旗鼓，继续进行，不少试验而且要继续进行若干年才能获得比较正确的结果。

此外，根据需要，还要应用一系列统计方法来分析田间试验的结果，使能正确地说明客观事实与规律。

1.3 田间试验的基本要求

田间试验要有代表性，应该是合理的、精确的和可以重演的。

1. 田间试验要有代表性 田间试验的代表性应包括生物学的，以及自然条件和农业条件两个方面。

田间试验在生物学上代表性的要求，主要是指作为研究对象的农作物的品种、种子和植株要有代表性，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；在研究各种作物的栽培技术时，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，所以只有研究在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，单位面积产量是群体情况的反映，因此有代表性的植株，不仅是代表个体，更重要的是能确实反映群体情况。

田间试验在自然条件和农业条件上代表性的要求，是指进行田间试验时的自然条件（包括气候、地势特别是土壤）和农业条件（包括土壤肥力、水肥等经济和技术条件），是与试验结果所服务的大田相适应的。如果进行田间试验时的这些条件与试验结果所服务的大田不相适应，那么试验结果就不可能被应用到所服务大田的农业生产实践中去。例如，目的在解决盐碱地上小麦保苗问题的栽培试验，应该在盐碱地上进行。如果在一般土地上进行，所获得的试验结果就不符合代表性的要求。试验地的土壤类型及其肥沃度应与所服务的大田的土壤相似。如果将品种试验或栽培试验布置在特殊类型的土壤上，那么所得的试验结果就不能代表当地的土壤情形。在进行播种方法试验时，必须考虑到服务地区现有的播种工具；在进行施肥种类试验时，必须考虑服务地区的肥源条件等。

考虑田间试验的代表性，不应只从目前的生产情况出发，还应注意今后技术水平等的发展情况。我国农业科学技术水平在不断地迅速提高，因此在布置田间试验时，特别是在布置长时期的试验时，更应注意这一特点，而使试验结果能适应农业现代化的需要。

2. 田间试验要合理 合理的试验，是指根据试验结果所获得的结论与试验所规定的任务和所需解决的问题是相适应的。不合理的试验常常是由于试验设计的不适应和试验的背景不合理，因而不能达到预定的目的。例如，要了解小苏打溶液浸种对于小麦生长发育和产量的影响，在设计试验方案时，只设置了小苏打溶液浸种和不浸种两个处理，虽然试验是精

确的,并且结果显示浸种处理优于未浸种的,但所获得的结果并不能完满地解决试验所规定的任务。因为小苏打溶液浸种的处理,所以优于未浸种的,可能是由于小麦种子受到了小苏打的影响,也可能是由于受到溶液中水的影响,这个试验不能明确的回答这一问题。合理的试验应当加上一个用水浸种的处理,这样才能通过比较,鉴别出小苏打溶液浸种所产生的良好效果,究竟是由于水的作用,还是由于小苏打的作用,而能达到试验的预定的目的。这些不浸种的和只用水浸种的处理,用来与试验处理(用小苏打溶液浸种的处理)作比较的,叫做对照处理。在田间试验设计中,设置与试验目的要求相适应的对照处理,是有重要意义的。

又如,要研究不同耕地深度(15厘米,20厘米,25厘米)对于玉米根系的关系,如果将这一试验布置在过去深耕已达25厘米的耕地上,试验的背景就不相适应了,所以试验是不合理的,所获得的试验结果也当然没有多大意义。再如在含磷丰富的土壤上研究磷肥的施用技术,也常常得不出正确的结果。这样的试验都是不合理的,所获得的试验结果很难在生产上起到作用。

3. 田间试验要精确 由试验结果所得到的一系列数值,例如,各处理的产量、群体动态数据、各种调查数值等,如果能比较精确地反映客观实际,试验就是比较精确的。这样就可能比较客观地和比较正确地评定试验各处理的优劣或丰产的成果。影响试验的精确性主要有两个方面:

(1) 错误 例如量错了土地面积,称错了产量,记错了数字,算错了数值,以及由于施错了肥,浇错了水,或者由

于收获物的混杂等而得到的错误产量和有关数据。在田间试验工作中，必须小心谨慎，重复核对，过细地工作，避免发生任何错误。万一发生错误，小则降低试验的精确性，不能如实地反映客观实际，大则蒙蔽或歪曲客观实际，作出不正确的结论，使试验报废，甚至影响生产。

(2) 误差 由于偶然原因或随机原因所产生的观察值与实际值之间的差异，或每次观察值之间的差异，叫做误差。例如，测量试验田的面积，虽然仔细进行并重复若干次，但每次所量得的数值，并不完全相等，而且与实际面积总有若干出入。这可能是由于测量时皮尺拉得紧、拉得松等偶然原因所引起的误差。又如将同一物件放在天平上称重多次，每次所得的重量也总是略有出入。这可能是由于天平指针摆动的位置等偶然原因所引起的称重误差。再如，在同一小麦品种、同一处理的种子中测定千粒重，每次测定的数值也总有若干的差异，这可能是由于取样等偶然原因所造成的误差。

在田间试验中，误差是指非处理特点所引起的差异。或者说，误差是除去处理本身以外，由于许许多多偶然原因，包括土壤肥力的不完全一致的偶然影响，试验材料、栽培管理操作的不完全一致的偶然影响，观察、测定的偶然影响，以及取样的偶然影响等所引起的差异。这些误差往往会严重地影响试验的精确性。试验时，应尽可能采取种种措施以减少误差，提高试验精确性，使试验结果能比较好的反映客观实际，而有利于比较客观地和正确地评价试验结果。试验方法中所讨论的田间设计，如何减少和控制试验田土壤肥力差异的影响，取样技术以及试验实践中对于试验材料、栽培管