



全国高等教育自学考试指定教材 农学专业(独立本科段)

田间试验与统计方法

附：田间试验与统计方法自学考试大纲

课程代码
2677
[2000年版]

组编 / 全国高等教育自学考试指导委员会
主编 / 朱孝达

全国高等教育自学考试指定教材
农学专业(独立本科段)

田间试验与统计方法

(附:田间试验与统计方法自学考试大纲)

全国高等教育自学考试指导委员会组编

主 编 朱孝达

重庆大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

田间试验与统计方法/朱孝达主编. —重庆:重庆大学出版社,2000.12

全国高等教育自学考试指定教材

ISBN 978 - 7 - 5624 - 2207 - 5

I . 田… II . 朱… III . 田间试验-高等教育-自学考试-教材 IV . S3-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 32821 号

全国高等教育自学考试指定教材

田间试验与统计方法

全国高等教育自学考试指导委员会组编

主 编 朱孝达

责任编辑 曾显跃

责任校对 钱格舟

版式设计 曾显跃

*

重庆大学出版社出版

社址:重庆市沙坪坝正街 174 号

邮编:400044

网址:[http:// www . cqup . com . cn](http://www.cqup.com.cn)

北京友谊印刷有限公司印刷

*

开本: 880 × 1230 1/32 印张: 19.125 字数: 550 千字

2000 年 12 月第 1 版 2012 年 2 月第 7 次印刷

ISBN 978 - 7 - 5624 - 2207 - 5 定价: 24.00 元

本书如有质量问题,请与教材供应部门联系。

组 编 前 言

当您开始阅读本书时,人类已经迈入了21世纪。

这是一个变幻难测的世纪,这是一个催人奋进的时代。科学技术飞速发展,知识更替日新月异。希望、困惑、机遇,挑战,随时随地都有可能出现在每一个社会成员的生活之中。抓住机遇,寻求发展,迎接挑战,适应变化的制胜法宝就是学习——依靠自己学习、终生学习。

作为我国高等教育组成部分的自学考试,其职责就是在高等教育这个水平上倡导自学、鼓励自学、帮助自学、推动自学,为每一个自学者铺就成才之路。组织编写供读者学习的教材就是履行这个职责的重要环节。毫无疑问,这种教材应当适合自学,应当有利于学习者掌握、了解新知识、新信息,有利于学习者增强创新意识、培养实践能力、形成自学能力,也有利于学习者学以致用、解决实际工作中所遇到的问题。具有如此特点的书,我们虽然沿用了“教材”这个概念,但它与那种仅供教师讲、学生听,教师不讲、学生不懂,以“教”为中心的教科书相比,已经在内容安排、形式体例、行文风格等方面都大不相同了。希望读者对此有所了解,以便从一开始就树立起依靠自己学习的坚定信念,不断探索适合自己的学习方法,充分利用已有的知识基础和实际工作经验,最大限度地发挥自己的潜能达到学习的目标。

欢迎读者提出意见和建议。

祝每一位读者自学成功。

全国高等教育自学考试指导委员会

目 录

组编前言	1
第一章 绪论	1
第一节 学习生物统计与试验设计的意义	1
第二节 生物统计与试验设计的主要内容	3
第二章 田间试验概述	8
第一节 田间试验的任务和要求	8
第二节 试验方案	13
第三节 试验误差及其控制途径	21
第四节 试验设计的基本原则	24
第五节 试验地的选择与培养	26
第六节 控制土壤差异的小区技术	29
第七节 田间试验程序	38
第三章 资料的整理	50
第一节 总体和样本的概念	50
第二节 统计表	51
第三节 试验资料的分类	55
第四节 数据分组	56
第五节 统计图	63
第四章 平均数和变异数	69
第一节 平均数	69
第二节 变异数	75
第五章 理论分布和抽样分布	84
第一节 事件与概率	84
第二节 二项分布	91
第三节 泊松(Poisson)分布	95

第四节	正态分布	98
第五节	抽样分布	108
第六章	统计推断	119
第一节	统计推断的意义和内容	119
第二节	统计假设测验的基本原理	120
第三节	平均数的假设测验	132
第四节	二项总体百分数假设测验	144
第五节	参数的区间估计	152
第七章	卡方(χ^2)测验	160
第一节	卡方(χ^2)测验的原理	160
第二节	适合性测验	166
第三节	独立性测验	172
第四节	方差的比较	178
第八章	方差分析	184
第一节	方差分析的基本原理	186
第二节	单向分组资料的方差分析	206
第三节	两向分组资料的方差分析	212
第四节	系统分组资料的方差分析	223
第五节	单一自由度的独立比较	230
第六节	数据转换	235
第九章	一元线性回归与相关	241
第一节	相关关系	241
第二节	线性回归	248
第三节	线性回归的假设测验和区间估计	256
第四节	线性相关	269
第十章	协方差分析	283
第一节	协方差分析的意义	283
第二节	协方差分析的数学模型和基本假定	286
第三节	单向分组资料的协方差分析	287
第四节	两向分组资料的协方差分析	297
第十一章	多元线性回归和相关	305

第一节	多元回归和相关的意义	305
第二节	多元线性回归	306
第三节	偏相关和多元相关	321
第十二章	完全随机设计	331
第一节	完全随机设计的特点	331
第二节	随机化分组方法	332
第三节	等重复的完全随机设计	334
第四节	不等重复的完全随机设计	334
第十三章	随机区组设计	338
第一节	随机区组设计的特点	338
第二节	随机化和设计	339
第三节	单因素随机区组设计	341
第四节	二因素随机区组设计	347
第五节	三因素随机区组设计	357
第六节	品种区域试验随机区组设计	366
第十四章	拉丁方设计	383
第一节	拉丁方设计的特点	383
第二节	拉丁方设计的方法	384
第三节	拉丁方设计的统计分析	387
第十五章	裂区设计	395
第一节	裂区设计的特点	395
第二节	裂区设计的方法	396
第三节	裂区设计的统计分析	400
第十六章	回归设计	412
第一节	回归设计的基本概念和主要类型	412
第二节	回归旋转设计的概述	414
第三节	二次回归正交旋转组合设计	417
第十七章	缺区估计	443
第一节	缺区估计的意义和原理	443
第二节	随机区组设计的缺区估计	444
第三节	拉丁方设计的缺区估计	449

第四节	裂区设计的缺区估计	453
第十八章	抽样设计	460
第一节	抽样的基本概念	460
第二节	抽样方法	464
第三节	抽样方案设计	472
第四节	抽样结果的统计分析	477
附表		
附表 1	10000 个随机数字	494
附表 2(A)	正态分布的密度函数表	500
附表 2(B)	正态分布的累积函数表	501
附表 3	正态离差 u_{α} 值表(两尾)	504
附表 4	t 分布的临界 t_{α} 值表(两尾)	505
附表 5(A)	二项分布的置信区间(95%)	506
附表 5(B)	二项分布的置信区间(99%)	509
附表 6	χ^2 值表(一尾)	512
附表 7	5%(上)和 1%(下)点 F 值表(一尾)	514
附表 8	Duncan's 新复极差测验 5% 和 1% SSR 值表	526
附表 9(A)	5% q 值表(两尾)	529
附表 9(B)	1% q 值表(两尾)	530
附表 10	百分数反正弦($\arcsin \sqrt{p}$)转换表	531
附表 11	r 与 R 的 5% 和 1% 显著值	534
附表 12	z 与 r 值转换表	535
参考文献		536
后记		538

田间试验与统计方法自学考试大纲

出版前言	541
I 课程性质与设置目的要求	543
II 课程内容与考核目标	544
第一章 绪论	544

第二章	田间试验概述	545
第三章	资料的整理	549
第四章	平均数和变异数	552
第五章	理论分布和抽样分布	554
第六章	统计推断	557
第七章	卡方(χ^2)测验	561
第八章	方差分析	564
第九章	一元线性回归与相关	567
第十章	协方差分析	571
第十一章	多元线性回归和相关	573
第十二章	完全随机设计	575
第十三章	随机区组设计	577
第十四章	拉丁方设计	581
第十五章	裂区设计	583
第十六章	回归设计	585
第十七章	缺区估计	587
第十八章	抽样设计	589
III	有关说明与实施要求	594
附 录		597
后 记		599

第一章 绪 论

第一节 学习生物统计与试验设计的意义

一、试验资料的收集、整理和分析的意义

研究任何事物或现象,不仅要有质的分析,而且还应有量的分析,要研究事物的量变和质变。对事物一定要注意到它们的数量方面,要有基本的数量分析,任何质量都表现为一定的数量,没有数量也就没有质量。

要研究量的问题,必须考虑试验结果的准确性。伟大的生理学家巴甫洛夫说过:“对自然科学来说,一切决定于方法。”杰出的化学家门捷列夫指出:“只有当观察者,相信能获得尽可能的准确数字时,试验材料才可靠。”也就是说,在对自然现象和问题探索的过程中,必须具有运用正确的方法和精巧的技术能力。同时,应当得出准确的数字,才能进一步说明问题的本质。

近代任何科学分析都不能离开观察数据的处理。首先要获得准确的数据,然后将数据整理后化繁为简,去粗取精,经过统计分析使大量数字提炼成一个统计数、一个方程和一个图示,以便反映事物的内在规律性。

农学和生物学试验研究所得的观察数据往往受多种因素的影响。因此,统计方法就成为收集、整理、分析和解释这些数据不可缺少的重要工具。

二、生物统计与试验设计的概念

什么是生物统计学?简单地说,生物统计就是研究生物群体现象的一种方法。更确切地说,生物统计学就是应用数理统计原理和

方法来分析和解释生物学上的数量变化的一门科学。它既是应用数学的分支,也是数量生物学的分支。初创生物统计学的英国优生学的创始人高尔顿(Francis Galton, 1822—1911)曾指出,生物统计学是应用于生物学科中的现代统计方法。

生物统计是科学研究的一种工具。生物统计方法是帮助我们去分析问题,提高分辨能力和判断能力,探索规律的一种有效工具,但它决不能代替农业科学理论和田间试验的实践,它有助于判断试验结果的可靠性和现象规律的真实性。随着生物学的发展,仪器的精密,观察方法的精确细致,试验要求的精确度愈高,生物统计方法愈是显得更为重要了。

生物统计的主要功用:

(1)利用生物统计方法收集、整理和分析试验数据,使大量的数字提炼成统计数、数学方程和统计图,以认识事物数量变异的规律。

(2)生物统计为试验设计规划提供理论依据,把生物统计应用到试验设计上去,可以提高试验的设计与分析的精确性、合理性。

(3)应用生物统计可以合理估计试验误差,判断试验的表面效应,为试验者提供预见性。

(4)生物统计可提供由样本推断总体的科学方法。

学习生物统计还可以帮助你具备某种新的推理思维、从不肯定性和概率的角度来思考问题。

什么是试验设计?简单地说,研究安排试验并对结果进行统计分析的一门科学,称为试验设计。在科学试验中要求以尽可能少的试验次数,获得足够的有效信息,以统计方法为基础的试验设计是数理统计学的一个分支,也是数理统计的重要组成部分,还是进行科学研究的重要工具。

试验设计是研究如何制定试验方案,提高试验效率,缩小试验误差的影响,对试验结果进行各种统计分析的理论和方法。

在设计试验时,首先要明确试验目的,需要回答哪些问题,怎样搜集试验数据,估计什么效应,如何统计推断等问题都需要认真考虑、仔细研究。

在田间试验设计时,要确定试验处理和布置试验小区的原理与

方法,要求无偏估计试验误差,而且误差要最小,从而可以较精确地评定处理效应。

三、生物统计与试验设计的关系

生物统计是试验设计的理论基础。例如,试验对象的选择,小区面积,小区形状和排列,重复数的决定,试验地的选择,对照区的设置,选取样本的技术等问题,必须尽量减少和控制误差,并对试验误差作出无偏估计,需要用生物统计方法估计其精确度。

田间试验的结果也要借助于生物统计方法进行分析,生物统计是随着田间试验要求精确度的提高而不断发展,试验的精确性与试验方法密切相关。因此,合理的试验设计必须考虑相应的统计方法,要提高试验的精确性,必须有合理的试验设计,这样试验结论才准确可靠。

综上所述,生物统计与试验设计联系紧密、不可分割。试验设计需要以统计的原理和方法为基础,而正确设计的试验又为统计方法提供了丰富可靠的信息。试验结果的分析与解释,也要用生物统计方法,而试验方法的本身促进生物统计原理和方法的发展,两者紧密结合推断出较为客观的结论,不断地推动农业和生物科学研究的发展。

第二节 生物统计与试验设计的主要内容

一、生物统计学的主要内容

生物统计学的主要内容可分为三大部分:

(一) 资料整理及其特征数的估算

生物统计的基本特点,是以样本推断总体。在大样本情况下,通过资料的初步整理后,再计算主要的统计数,例如,平均数、标准差和标准误。以此样本的结果推断总体的特征:一是资料的集中性,以平均数来表示;二是资料的离散性,以标准差来表示;三是衡量平均数的可靠性,以标准误大小来表示。

(二) 统计假设测验

(1) 平均数假设测验 平均数假设测验指两个样本平均数间的比较。

(2) 卡方(χ^2)测验 卡方测验就是计数资料的统计分析方法。

(3) 方差分析 方差分析是多个平均数间的比较。应用数学方法,将试验的总变异划分为由不同变异原因引起的各种变异,并进行统计假设测验与多重比较。

(三) 相关与回归

研究两个或两个以上变数之间相互关系的密切程度和性质,称为相关,常以相关系数来表示。例如,水稻每亩(1亩=0.0667公顷)有效穗数与产量之间存在着一定程度的相关,用相关系数来表示两者间的相关程度。

回归是指两个或两个以上的变数存在着依从关系,即一个变数(X)变化时,引起另一变数(Y)的相应变化。它们的依从关系可以用回归分析的方法进行研究,以实际数据建立回归方程,用来对某些指标进行预测预报。例如,用有效穗数、穗粒数来估计产量。

综上所述,生物统计既包括一类变数的统计分析方法,借以说明事物的集中性和离散程度,以及它们之间的差异显著性;也包括两类或多类变数相关关系的分析方法,以说明事物或变数间相互关系的紧密程度和性质。

二、试验设计的主要内容

一般来说,试验设计(Design of experiments)是指试验工作应用生物统计原理,制订试验方案,选择试验对象,合理分组,使用较少人力、物力和时间获得较多而可靠的信息,得出科学的结论。试验设计的主要任务,用最大的努力尽可能减少试验误差,增强检验的能力,主要通过重复和改进试验技术来实现,使试验能达到相当的准确性和可靠性。

广义的理解试验设计是指试验前应用生物统计的原理,对整个试验研究课题的设计,它包括拟定试验方案,选择试验单位和小区技术,以及其相应的资料搜集、整理和统计分析方法,实现试验计划的

方法和程序等内容。狭义的理解专指对试验方法的考虑,如小区技术,特别是重复区和试验小区的排列方法。试验设计的全过程,简单概括为图 1.1 所示。

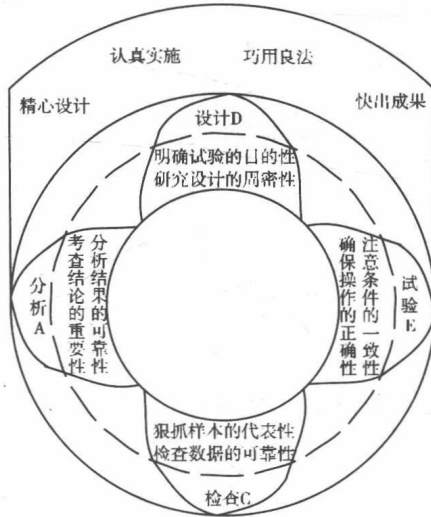


图 1.1 试验的 DECA 过程

田间试验设计的内容:根据试验目的选用一组试验处理进行比较,确定试验用的试验单位或小区,以便布置试验处理;决定布置试验处理的原则,确定每个试验单位或小区应测量或记录的项目。

三、生物统计和试验设计与其他学科的关系

生物统计学是建立在概率论与数理统计,以及生物科学的基础上的,但它又为试验设计、数量遗传学、育种学和其他学科的学习奠定了基础。简单地说,生物统计学是以概率论和数理统计为原理,生物科学为基础,它和数理统计以及其他学科的关系如图 1.2 所示。

在农业和生物学的科研中,以及有关的论文和专著上经常会遇到生物统计学和试验设计的问题。因此,农业和生物科学工作者都必须学习并掌握生物统计学与试验设计两门学科,只有这样才能正确认识客观事物存在的规律性。

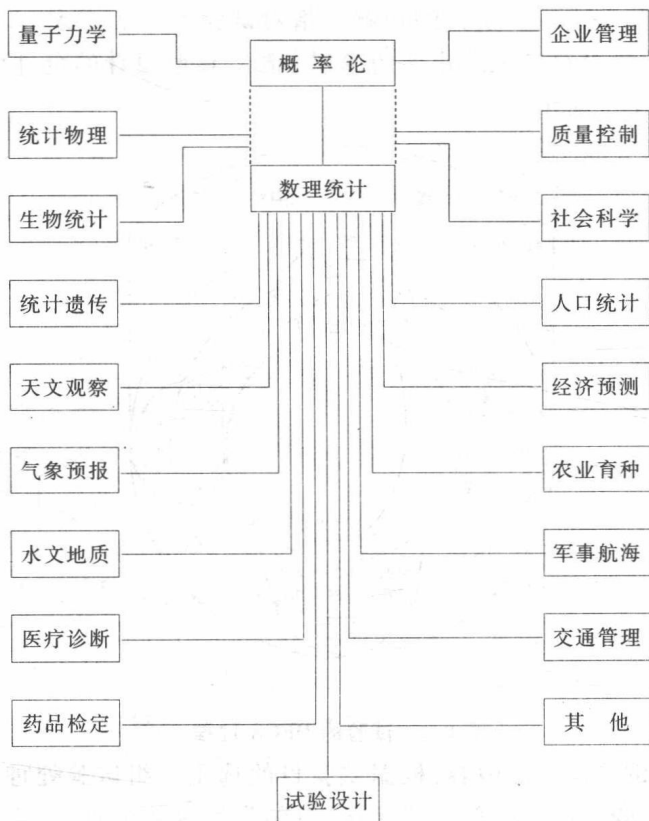


图 1.2 生物统计与其他学科的关系图示

四、学习生物统计与试验设计的方法和要求

生物统计学是数学与生物学相结合的一门边缘学科,必然所包含的数学公式较多。在学习时,首先要懂得生物统计的概念、基本原理和统计方法,以及公式的基本意义,应用条件和范围。要学好生物统计学,必须认真地多做习题,加深对公式及其统计方法、步骤的理解。要达到熟练地应用统计方法,必须联系农业和生物科学的实际问题,深刻理解统计分析的意义,着重于统计方法在农业和生物学中的应用,而不必强调统计公式的推演和证明,把统计方法与原理紧密结合起来,把抽象的概念与直观内容结合起来,把理论和实际结合起

来,才能做到统计方法的灵活运用。

通过学习生物统计和试验设计养成重视数据的习惯,做到写文章要有理有据,看书时注意其中统计表格、统计图与数字,以及它的分析和解释,以熟悉资料表达的方法,善于透过数学分析了解事物的本质和规律。

第二章 田间试验概述

第一节 田间试验的任务和要求

一、田间试验的意义

农业是国民经济的基础,农业的发展靠科技。为把我国建设成为现代化的社会主义强国,必须加快科技兴农的步伐,大力开展农业科学实验,加强田间试验工作,使农业科技成果,尽快转化为现实生产力,尽早实现农业现代化的宏伟目标,以适应社会日益发展的需要。

农业生产是在田间进行,有关作物品种和栽培技术等方面的试验都是在田间条件下进行试验研究,称为田间试验。例如,引进的作物良种是否适应本地区,选育的新品种是否比原有品种高产,新技术措施是否增产显著等等,都必须在田间条件下进行试验。为了认识作物良种和增产技术措施的经济价值,推动和指导农业生产,必须一切经过试验。因此,田间试验是大面积生产的准备阶段,是农业科学试验的主要形式。

由于农业科学试验材料和内容的复杂性,要采用多种试验方法,除以田间试验为主外,通常还有实验室试验、温室试验等的配合。这几种方法的优点是,较严格地控制在田间条件下难于控制的少数或单一试验条件(如温度、光照、土壤水分等),有助于阐明作物生长发育规律;利用人工气候箱(室)进行试验,可对温度、湿度、日照和光强等同时调节,模拟某种自然气候条件配合的研究,对于研究农业生产的理论问题具有重大的意义。

为了解决农业生产实际问题而进行农业科学研究时,田间试验应占重要的和不可代替的地位,它是农业科学理论与农业生产实践