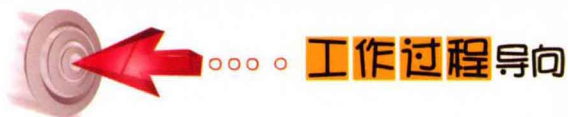
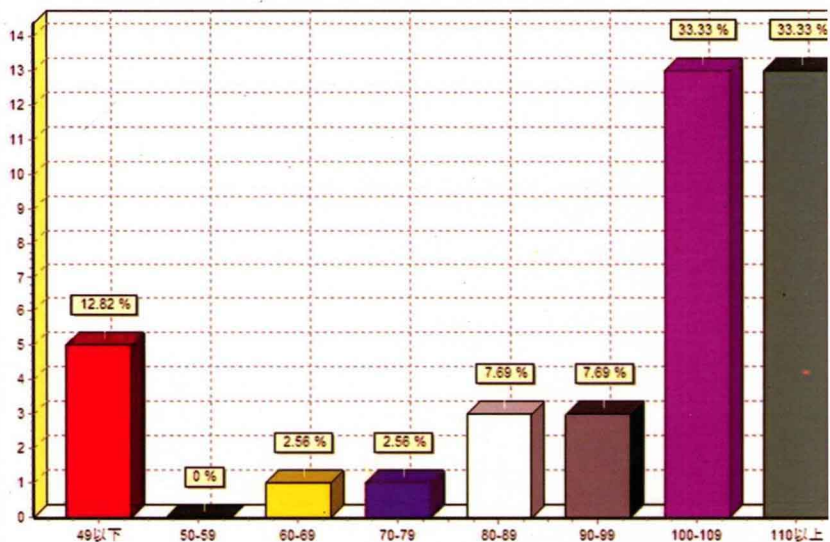




全国高职高专生物类课程
“十二五”规划教材

教育部高等学校高职高专生物技术
类专业教学指导委员会推荐教材



试验设计与统计方法

SHIYAN SHEJI YU
TONGJI FANGFA

◎ 尚文艳 瞿宏杰 李菊艳 主编



华中科技大学出版社
<http://www.hustp.com>

试验设计与统计方法

主 编	尚文艳	河北旅游职业学院
	瞿宏杰	襄樊职业技术学院
	李菊艳	黑龙江农业职业技术学院
副主编	柯尊伟	郟阳师范高等专科学校
	张新燕	河北旅游职业学院
	崔海明	河北旅游职业学院
参 编	赵劲松	襄樊职业技术学院
	龙耀辉	襄樊职业技术学院
	刘桂兰	河北旅游职业学院
主 审	霍志军	黑龙江农业职业技术学院
	李青松	中种集团承德长城种子有限公司

华中科技大学出版社

中国·武汉

内 容 提 要

编写本书是为了满足高职高专生物类专业的人才培养和高职高专院校课程改革的需要。在编写过程中,破除传统的教材编写体例,以职业能力培养为核心,以现代农业科学试验的工作全过程为主线,从植物生产、育种等岗位的典型工作任务入手,打破学科的系统性与完整性,按照由简单到复杂,循序渐进的认知过程,进行教材内容的选取和设计,体现出“教、学、做”合一。同时将农作物种子繁育员国家职业标准有机地融入教材体系中,增加教材的职业性和实用性。

本教材设置试验设计与统计方法概论、试验设计与实施、试验资料整理与统计假设检验、试验结果分析、试验总结(科技论文)撰写等5个学习项目共16个学习性工作任务和16个技能性工作任务,各学习项目的学习性工作任务和技能性工作任务高度融合,体现“教、学、做”合一的特点,各项目均包括教学目标、项目描述、学习性工作任务(或技能性工作任务)、项目回顾和自测训练等内容。

本书除可作为高职高专院校设施农业科学与工程、中草药、园林、园艺、草业、食药用菌、生物技术、植物保护等生物类相关专业教学用书外,也可作为中等职业技术学校及各类成人教育相关专业的教学用书,还可供广大农业科研人员、现代农业技术推广人员等生物技术科技工作者及爱好者参考。

图书在版编目(CIP)数据

试验设计与统计方法/尚文艳 瞿宏杰 李菊艳 主编. —武汉:华中科技大学出版社,2012.6
ISBN 978-7-5609-7870-3

I. 试… II. ①尚… ②瞿… ③李… III. ①试验设计(数学)-高等学校-教材 ②统计分析(数学)-高等学校-教材 IV. O212

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 068835 号

试验设计与统计方法

尚文艳 瞿宏杰 李菊艳 主编

策划编辑:王新华

责任编辑:熊彦

封面设计:刘卉

责任校对:张琳

责任监印:周治超

出版发行:华中科技大学出版社(中国·武汉)

武昌喻家山 邮编:430074 电话:(027)87557437

录排:华中科技大学惠友文印中心

印刷:湖北万隆印务有限公司

开本:787mm×1092mm 1/16

印张:13.75

字数:330千字

版次:2012年6月第1版第1次印刷

定价:28.00元



华中出版

本书若有印装质量问题,请向出版社营销中心调换
全国免费服务热线:400-6679-118 竭诚为您服务
版权所有 侵权必究

全国高职高专生物类课程“十二五”规划教材编委会

主任 闫丽霞

副主任 王德芝 翁鸿珍

编委 (按姓氏拼音排序)

陈芬 陈红霞 陈丽霞 陈美霞 崔爱萍 杜护华 高荣华 高爽 公维庶 郝涤非
何敏 胡斌杰 胡莉娟 黄彦芳 霍志军 金鹏 黎八保 李慧 李永文 林向群
刘瑞芳 鲁国荣 马辉 瞿宏杰 尚文艳 宋治萍 苏敬红 孙勇民 涂庆华 王锋尖
王娟 王俊平 王永芬 王玉亭 许立奎 杨捷 杨清香 杨玉红 杨玉珍 杨月华
俞启平 袁仲 张虎成 张税丽 张新红 周光姣

全国高职高专生物类课程“十二五”规划教材建设单位名单

(排名不分先后)

天津现代职业技术学院	山东畜牧兽医职业学院	广东新安职业技术学院
信阳农业高等专科学校	山东职业学院	汉中职业技术学院
包头轻工职业技术学院	阜阳职业技术学院	河北化工医药职业技术学院
武汉职业技术学院	抚州职业技术学院	黑龙江农业经济职业学院
泉州医学高等专科学校	南阳师范高等专科学校	黑龙江生态工程职业学院
济宁职业技术学院	贵州轻工职业技术学院	湖北轻工职业技术学院
潍坊职业学院	沈阳医学院	湖南生物机电职业技术学院
山西林业职业技术学院	郑州牧业工程高等专科学校	江苏农林职业技术学院
黑龙江生物科技职业学院	广东食品药品职业学院	荆州职业技术学院
威海职业学院	温州科技职业学院	辽宁卫生职业技术学院
辽宁经济职业技术学院	黑龙江农垦科技职业学院	聊城职业技术学院
黑龙江林业职业技术学院	新疆轻工职业技术学院	内江职业技术学院
江苏食品职业技术学院	鹤壁职业技术学院	内蒙古农业大学职业技术学院
广东科贸职业学院	郑州师范学院	南充职业技术学院
开封大学	烟台工程职业技术学院	南通职业大学
杨凌职业技术学院	江苏建康职业学院	濮阳职业技术学院
北京农业职业学院	商丘职业技术学院	七台河制药厂
黑龙江农业职业技术学院	北京电子科技职业学院	青岛职业技术学院
襄阳职业技术学院	平顶山工业职业技术学院	三门峡职业技术学院
咸宁职业技术学院	亳州职业技术学院	山西运城农业职业技术学院
天津开发区职业技术学院	北京科技职业学院	上海农林职业技术学院
江苏联合职业技术学院淮安	沧州职业技术学院	沈阳药科大学高等职业技术学院
生物工程分院	长沙环境保护职业技术学院	四川工商职业技术学院
保定职业技术学院	常州工程职业技术学院	渭南职业技术学院
云南林业职业技术学院	成都农业科技职业学院	武汉软件工程职业学院
河南城建学院	大连职业技术学院	咸阳职业技术学院
许昌职业技术学院	福建生物工程职业技术学院	云南国防工业职业技术学院
宁夏工商职业技术学院	甘肃农业职业技术学院	重庆三峡职业学院
河北旅游职业学院		

前言

“试验设计与统计方法”是生物类专业的专业基础课程,也是一门实践性较强的专业拓展课程。根据《教育部关于加强高职高专教育人才培养工作的意见》、《关于全面提高高等职业教育教学质量的若干意见》和《关于加强高职高专教材建设的若干意见》的精神,本着高等职业教育必须坚持以培养高技能型与应用型人才为主要目标的宗旨,以理论知识必需够用、实践技能适用为原则,以职业岗位能力的要求为核心,经多所高职高专院校教学经验丰富的专职教师和农业企业专家认真讨论,在华中科技大学出版社的组织下编写了本书。

在编写本书的过程中,借鉴了相关高职高专院校教学改革和各类教材编写的经验,广泛收集有关试验设计与统计方法的相关资料,力求把握高职高专学生层次所需教材的深度和广度。根据高职高专生物类专业的人才培养目标和高职高专院校课程改革的需要,在本书结构与内容上进行了重新构想与编排,删除数学公式中的推导部分,减少原理论证,引入该学科发展的新知识、新成果。此外,在编写过程中还破除了传统的教材编写体例,以职业能力培养为核心,以现代农业科学试验的试验方案和计划的拟定、设计、实施、资料的整理与假设检验、结果分析及试验总结撰写的工作全过程为主线,从植物生产、育种等岗位的典型工作任务入手,依照工作过程导向,打破学科的系统性与完整性,注重知识的科学性与实用性,紧密结合生产实际和岗位需求,按照对知识理解由简单到复杂的认知过程及循序渐进的总体思想来构建全书内容,选取目前科学研究中常用、基本、重要的试验设计与统计方法,体现出“教、学、做”合一,增加 Excel 在生物统计中的应用,加强统计分析与计算机科学的结合,使得统计方法简单化。同时,将农作物种子繁育员和农作物植保员的国家职业标准有机地融入教材体系中,增加教材的职业性和实用性,有利于学生的实践、就业等能力的提高。

全书设置 5 个学习项目,即试验设计与统计方法概论、试验设



计与实施、试验资料整理与统计假设检验、试验结果分析和试验总结(科技论文)撰写。每个学习项目包括教学目标、项目描述、学习性工作任务(或技能性工作任务)、项目回顾和自测训练。书中每一个学习项目就是一个完整的工作过程,通过本书的学习,最终达到掌握从事现代农业试验所必需的基本知识、技能与职业素质的目的。

本书是由全国部分高职高专院校的专职教师和生物类专家及一线的技术人员合作编写的,尚文艳编写项目二试验设计与实施、前言、目录等;瞿宏杰编写项目一试验设计与统计方法概论、项目五试验总结(科技论文)撰写和项目三试验资料整理与统计假设检验学习性工作任务2的2.2.5小节;李菊艳编写项目三试验资料整理与统计假设检验学习性工作任务1;柯尊伟编写项目三试验资料整理与统计假设检验学习性工作任务2的2.1节和2.2.1、2.2.2、2.2.3小节;张新燕编写项目三试验资料整理与统计假设检验学习性工作任务2的2.2.4小节;赵劲松编写项目三试验资料整理与统计假设检验学习性工作任务2的2.2.6小节;崔海明编写项目四试验结果分析;尚文艳、瞿宏杰、李菊艳、柯尊伟、刘桂兰编写各项目的项目回顾与自测训练,龙耀辉编写附录和主要参考文献。初稿完成后由尚文艳进行统稿。本书由霍志军教授担任主审,由李青松研究员担任顾问,他们从农业科学研究的实际情况出发,提出许多宝贵意见。

在编写本书的过程中得到了有关职业技术学院的大力支持和帮助,广泛参阅、引用了许多单位及各位专家、学者的著作、论文,在此谨向提供支持和帮助的有关单位和个人表示最诚挚的谢意!

由于编者水平有限,时间仓促,书中难免有不足、疏漏之处,恳请广大读者和同仁批评指正,以利于今后修订、补充和完善。

编 者

2012年5月

目 录

项目一	试验设计与统计方法概论	(1)
	教学目标	(1)
	项目描述	(1)
	学习性工作任务	(2)
	任务 1 农业科学试验	(2)
	任务 2 试验误差及其控制	(4)
	任务 3 生物统计	(6)
	任务 4 学习本课程的目的与意义	(8)
	任务 5 试验设计与统计方法的主要内容	(9)
	项目回顾	(9)
	自测训练	(10)
项目二	试验设计与实施	(12)
	教学目标	(12)
	项目描述	(12)
	学习性工作任务	(13)
	任务 1 试验环境的选择	(13)
	任务 2 试验设计	(14)
	任务 3 试验准备工作	(25)
	任务 4 试验实施	(36)
	技能性工作任务	(42)
	技能任务 1 试验计划的拟订	(42)
	技能任务 2 田间试验设计	(44)
	技能任务 3 田间区划	(45)
	技能任务 4 种子准备	(46)
	技能任务 5 播种	(47)
	技能任务 6 田间调查与取样	(48)
	项目回顾	(49)
	自测训练	(50)



项目三 试验资料整理与统计假设检验 (53)

教学目标	(53)
项目描述	(54)
学习性工作任务	(54)
任务 1 试验资料整理与特征数	(54)
任务 2 统计假设检验	(66)
技能性工作任务	(109)
技能任务 1 Excel 在生物统计中的应用	(109)
技能任务 2 试验数据整理	(112)
技能任务 3 特征数计算	(115)
技能任务 4 统计假设检验	(118)
技能任务 5 方差分析	(121)
技能任务 6 卡平方(χ^2)检验	(123)
技能任务 7 直线回归与相关分析结果统计	(126)
项目回顾	(129)
自测训练	(130)

项目四 试验结果分析 (136)

教学目标	(136)
项目描述	(136)
学习性工作任务	(137)
任务 1 顺序排列试验结果的统计分析	(137)
任务 2 随机区组设计试验结果统计分析	(141)
任务 3 裂区设计试验结果统计分析	(151)
技能性工作任务	(160)
技能任务 1 对比法与间比法设计试验结果统计分析	(160)
技能任务 2 随机区组设计试验结果统计分析	(162)
项目回顾	(165)
自测训练	(165)

项目五 试验总结(科技论文)撰写 (169)

教学目标	(169)
项目描述	(169)
学习性工作任务	(170)
任务 1 试验总结(科技论文)的撰写方法	(170)
任务 2 试验总结(科技论文)的写作格式	(173)
技能性工作任务	(176)

技能任务 1 试验总结	(176)
项目回顾	(177)
自测训练	(177)
附录	(179)
附录 A 农作物种子繁育员国家职业标准	(179)
附录 B 农作物植保员国家职业标准	(186)
附录 C 相关数据表	(194)
主要参考文献	(208)

项目一

试验设计与统计方法概论

教学目标



知识目标

- ☆ 了解农业科学试验的任务、要求及种类。
- ☆ 理解试验误差的概念、来源及其控制途径。
- ☆ 掌握常用的统计概念。
- ☆ 掌握常用的试验设计方法和统计分析方法。



技能目标

- ☆ 能够正确区分系统误差与随机误差。
- ☆ 理解农业科学试验的任务、要求与误差的来源。
- ☆ 能够根据误差的来源,采取相应的措施降低误差。



素质目标

- ☆ 具备良好的职业道德和严谨的工作作风。
- ☆ 养成耐心、细致的习惯。
- ☆ 具有实事求是的科学态度和团结协作的团队精神。

项目描述

试验设计与统计方法是运用数理统计理论与方法来解释生物界中的各种数量现象,是涉农类专业的专业基础课,是农业科学研究和生产中必不可少的。本项目主要介绍统计的基本概念和基本原理,讲解农业科学试验的基本要求、误差来源与控制途径以及生物



统计在农业科学试验中的作用。本项目的重点是让学生理解试验误差的概念、来源及其控制途径,掌握常用的统计概念;难点是区别误差与错误、随机误差与系统误差的概念。

学习性工作任务

任务1 农业科学试验



1.1 农业科学试验的任务与要求

科学研究是人类认识自然、改造自然、服务社会的原动力。农业和生物学科学研究推动人们认识生物界的各种规律,促进人们发掘新的农业技术和措施,从而不断提高农业生产水平,改进人类生存环境。简单地说,农业科学试验就是回答农业生产和科研所提出的问题。

1.1.1 农业科学试验的任务

农业科学试验的任务首先在于解决农业生产中急需解决的问题。例如,某地区水稻白叶枯病发生严重,为了解决这个问题,就需要进行多方面的农业试验。诸如:搜集本地与外地现有的防病栽培措施,从而对各种防病措施作出鉴定,为生产提供指导;征集国内外现有的抗病品种,通过比较试验,供生产上择优选用于;以抗病品种为亲本,通过育种试验,筛选出抗病高产的新品种,以取代生产上的感病品种。无论采取哪种途径解决,都必须通过田间试验进行比较鉴定,从中选择最优方案供生产利用。

农业科学研究的根本任务是提高农作物的产量和品质,增加经济效益。产量和品质需要在大田生产中观测,因此农业科学研究的主体是田间的研究,田间试验是解决农业科学研究中一些理论问题的有效手段,是农业科学试验的主要形式。有时即便研究的直接对象不是植物本身,但也要在田间通过植物的反应来检测其与研究对象相对应的效应。例如,杀虫剂、杀菌剂、除草剂等的效果可以直接从害虫、病菌及杂草的反应检测,但在应用到生产前还必须观察植物的反应。又例如,通过检测土壤的肥力水平可以直接分析各种有效成分的含量,但最终还需看植物的产量或品质。当然,并不是所有的农业科学试验一定要看植物的反应,但所要观察或搜集试验数据的对象往往是田间自然条件下的生物体。例如,研究昆虫、病菌、杂草本身的生长、发育及其影响因子。因此,田间试验不仅是进行探索研究的主要工具,还是联系农业科学与农业生产的桥梁。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,使研究成果能够合理地推广和应用,发挥其在农业增产上的作用。

1.1.2 农业科学试验的要求

农业科学试验种类繁多,试验条件复杂多变,而且难以控制,为保证农业科学试验达到预定要求,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,农业科学试验必须达到以下几项基本要求。

(1) 试验目的要明确。

在大量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。试验项目首先应抓住当时的生产实践和科学试验中急需解决的问题;并照顾到长远的和在不久的将来可能突出的问题。

(2) 试验条件要有代表性。

试验条件应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、农业结构、施肥水平等)。这样,新品种或新技术在试验中的表现才能真正反映今后拟推广地区实际生产中的表现。同时,既要考虑当前的条件,还应注意到将来可能被广泛采用的条件,使试验结果既能符合当前的需要,又不落后于生产发展的要求。

(3) 试验结果要有可靠性。

试验结果的可靠性包括试验的准确度和精确度两个方面。在田间试验中,准确度是指试验中某一性状(小区产量或其他性状)的观察值与其理论真值的接近程度;越是接近,则试验越准确。在一般试验中,真值为未知数,准确度不易确定,故常设置对照处理,通过与对照相比以了解结果的相对准确程度。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。因此,在进行试验时,必须遵循唯一差异原则,准确地执行各项试验技术,避免发生人为的错误和系统误差,提高试验结果的可靠性。

(4) 试验结果要有重演性。

试验结果的重演性是指在相同或相似条件下,重复进行同一试验,能获得相同或相似的结果。这对于在生产实际中推广农业研究成果极为重要。田间试验中不仅植物本身有变异性,环境条件更是复杂多变,要保证试验结果能够重演,首先要准确地选择具有代表性的试验条件,其次为保证试验结果能重演,可在多种试验条件下重复进行2~3年试验,以得到相应于各种可能条件的结果。例如,品种区域试验,须在多个地点进行2~3年试验,以明确品种的适应范围,确保该品种在适宜的地区和条件下推广应用。



1.2 农业科学试验的种类

农业科学试验的种类可按照试验小区的大小、试验的期限、试验的地点、试验项目的性质、试验场所和试验因素等分为若干种类,但最基本的是按照试验因素的多少分为3种。

1.2.1 单因素试验

单因素试验(single-factor experiment)是指只研究某一个因素不同水平的试验。这



是一种最基本的、最简单的试验方案。例如,在育种试验中,将新育成的若干品种与原有品种进行比较以测定其改良的程度,此时,品种是试验的唯一因素,在试验过程中,除品种不同外,其他环境条件和栽培管理措施都应严格控制一致。

1.2.2 多因素试验

多因素试验(multiple-factor or factorial experiment)是指在同一试验中同时研究2个或2个以上因素的试验。例如,黄芩密度与施肥量试验,密度与施肥量是试验研究的2个因素。这样的试验,既可以明确2个试验因素的单独效应,还可以探究两者的相互作用,能够较全面地说明问题,试验效率常高于单因素试验。

1.2.3 综合性试验

综合性试验(comprehensive experiment)也是一种多因素试验,但与上述多因素试验不同。综合性试验中各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些水平结合在一起形成少数几个水平组合。这种试验方案的目的在于探讨一系列供试因素某些水平组合的综合作用,而不在于检测因素的单独效应和相互作用。

单因素试验和多因素试验是分析性的试验;综合性试验则是在对于起主导作用的那些因素及其相互关系已基本清楚的基础上设置的试验,它的处理(水平组合)就是一系列经过实践初步证实的优良水平的配套。例如,选择一种或几种适合当地条件的综合性丰产技术作为试验处理与当地常规技术作比较,从中选出较优的综合性处理。综合性试验对于推广丰产经验,提高植物产量,是一种迅速有效的方法。

任务2 试验误差及其控制



为了提高试验的准确性,必须想方设法减少试验误差。因此,在试验过程中,尽量排除非试验因素的干扰是科学试验的主要任务。现就误差的概念、来源及控制途径加以介绍。



2.1 试验误差的概念

任何科学试验的结果都应该有其真实的效应。试验处理的真实效果称为试验的真值。然而,在农业科学试验尤其是田间试验中,试验条件是复杂多变的,而且难以控制,因此,在试验过程中所获得的试验数据往往会受到许多非处理因素的干扰和影响。这些因非处理因素的干扰和影响会造成试验处理结果偏离试验的真值,这种偏差称为试验误差。这就好比打靶,靶心代表真值,射击的结果一般不可能正好击中靶心,击中点与靶心的偏差便是误差。

试验中发生的误差一般可分为两类。一类是系统误差(systematic error)。系统误差是由于试验处理以外的其他非试验条件明显不一致所产生的带有倾向性或定向性的偏差,也叫片面误差。比如,土壤肥力梯度、测量工具的误差,管理操作不一致及某人的观察习惯等产生的误差。另一类是偶然误差(random error)。偶然误差是指在严格控制非试

验条件相对一致后仍不能消除的偶发性误差,它具有随机性质,所以也叫随机误差(random error)。比如,病虫害侵袭,土壤、管理、试材等方面存在的微小差异以及人畜对植物的损坏等属于此类。对于系统误差,通过适当的控制措施可以消除,但无法估计;而随机误差是不可避免的,只能尽可能降低,可以通过适当的方法进行无偏的估计。

试验误差影响试验的准确度和精确度。准确度是指试验结果与真值接近的程度;精确度是指重复同一试验各次试验结果之间彼此接近的程度。科学试验只有做到既精确又准确才可靠。因此,在农业科学试验的设计与实施过程中,必须注意合理估计和降低试验误差的问题。



2.2 试验误差的来源

在农业科学试验中,特别是田间试验,所用的材料是有机体,而试验又是在难以控制的自然环境条件下进行的,误差是不可避免的。为了有效降低试验误差,提高试验精确度,有必要了解试验误差的来源。

2.2.1 试验材料本身固有的差异

试验所用的材料(种子、种苗、动物等)在其遗传和生长发育上或多或少存在差异,如试验材料遗传背景不纯,种子大小有差异,种苗、砧木的大小、壮弱等不一致,都会导致试验误差。

2.2.2 试验过程中操作质量不一致所引起的差异

在试验实施过程中,对各处理的栽培管理措施,如整地、播种、移栽、施肥、浇灌、中耕除草、病虫害防治等农事操作管理措施,在质量上不能完全一致,以及各处理的观察、测定时间、标准、人员和所用工具或仪器也不能完全一致,都会导致试验误差。

2.2.3 外界环境条件的差异

试验实施过程中自然环境的差异,如田间试验的土壤质地和肥力水平的差异是最主要的环境条件,还有试验过程中一些无法预见的原因,如偶然发生的病虫害及鸟兽灾害的差异,风雨冰雹等自然灾害以及田间小气候的差异等,使各个处理所处的实际环境有这样或那样的不一致,这些也是难以控制的。

上述各项差异在不同程度上影响各处理,构成误差。必须指出,试验误差不包括人为因素所引起的差错,如播错、量错、收错、称错、写错、看错等,这些差错是可以避免的,也是不允许发生的。



2.3 试验误差的控制途径

为保证试验结果的正确性,必须针对误差的来源采取相应的措施,使误差降低到最小。

2.3.1 选择同质一致的试验材料

必须严格要求试验材料的基因型同质一致;至于生长发育上的一致性,如秧苗大小、壮弱不一致时,则可先按大小、壮弱分档,再将同一规格的安排在同一区组的各处理小区,或将各档秧苗按比例混合分配于各处理小区,从而减少试验的差异。



2.3.2 改进操作和管理技术,使之标准化

总的原则是:除操作要仔细,一丝不苟,把各种操作尽可能做到完全一致外,一切管理操作、观察测量和数据收集都应以区组为单位进行,减少可能发生的差异。这就是后面要讨论的“局部控制”原理。在试验实施过程中,某种操作要求一天内完成,如不能在一天内完成,则至少要完成一个区组内所有小区的工作。另外,数人同时进行操作,最好一人完成一个或若干个区组,不宜分配两人到同一区组。

2.3.3 控制引起差异的主要外界因素

试验过程中引起差异的外界因素中,如田间试验的土壤差异是最主要的又是较难控制的。如果能控制土壤差异而减少土壤差异对处理的影响,就可以有效地降低误差,增加试验的精确度。为了减少、排除和估计因土壤差异而产生的误差,除了严格选择试验环境(试验地)之外,主要是采用正确的试验单元设计技术,应用良好的试验设计及相应的统计分析,从而排除、减少和估计误差。通过这几种措施,不但可以有效地降低外界主要因素(土壤差异)引起的误差,同时还可以控制其他来源所引起的误差。



想一想

在进行科学试验时,如果不存在试验误差,结果如何?

任务3 生物统计



生物统计(biometrics)是数理统计在生物学研究中的应用,它是应用数理统计的原理和方法来认识、分析和解释生物科学中的各种数量现象的一门科学,属于生物数学的范畴,是应用统计学的一个分支,与农业科学试验有着密切的联系。



3.1 常用的部分统计概念

3.1.1 总体、个体与样本

(1) 个体。

个体(individual)是试验研究中的最基本的统计单位,可以是一株植株、一个麦穗或一个小区等。通过对一个个体的研究,便可以获得一个观察值。

(2) 总体。

总体(population)指试验研究的全部个体,是指具有共同性质的所有个体组成的集合,可以是一定范围内的所有植株、麦穗等。如果总体所包含的个体数目是有限的,称为有限总体。例如,河北旅游职业学院2010年大豆品比试验中所有承豆6号共720株的株高,这720株的株高便构成了一个有限总体。如果总体所包含的个体数目是无限的,称为无限总体。例如,上述承豆6号从推广到现在所有植株的株高是无限的,便构成了一个无限总体。

(3) 样本。

样本(sample)是从总体中抽出有代表性的个体,即总体的一部分所构成的集合。样本中所包含的个体数目叫样本容量或样本大小(sample size),用 n 表示。例如,从上述720株大豆中随机抽取10株测定其株高,则样本容量 n 为10。通常把样本容量 $n < 30$ 的样本叫小样本,样本容量 $n \geq 30$ 的样本叫大样本。

(4) 随机样本。

随机样本(random sample)是从总体中随机抽取的个体组成的样本。

3.1.2 观察值与变量

(1) 观察值。

观察值指每一个体的某一性状的测定值。观察值是一个具体的数值,如上述10株大豆各自的株高。

(2) 变量。

变量(variable)指同一性状或同类个体观察值的集合。变量不是一个或几个具体的数值,而是有多种可能取值的数组。

3.1.3 参数与统计数

为了表示总体和样本的数量特征,需要计算出几个特征数。

(1) 参数。

由总体的所有个体的观察值计算的特征数叫参数(parameter)。常用希腊字母表示参数,例如,用 μ 表示总体平均数,用 σ 表示总体标准差。

(2) 统计数。

由样本所有个体的观察值计算的特征数叫统计数(statistic)。常用拉丁字母表示统计数,例如,用 \bar{x} 表示样本平均数,用 S 表示样本标准差。

总体参数由相应的统计数来估计,例如,用 \bar{x} 估计 μ ,用 S 估计 σ 等。



3.2 生物统计在农业科学试验中的作用

生物统计是在数理统计以及农业和生物学试验方法基础上形成的综合学科。在农业试验中,为了深刻认识研究对象或过程的表现和规律,往往都要进行系统的观察和测定。而观察测定的项目,大多表现为一定的数量,因而统计方法就成为农业科学试验中的一种必不可少的工具。生物统计在农业科学试验中的作用主要有以下几方面。

3.2.1 为农业科学试验设计提供重要的原则

按照统计学的原则进行试验设计,就能以较少的人力、物力、财力获得精确的试验结果和大量的试验信息,并提供科学的统计分析方法。

3.2.2 提供整理和描述数据资料的科学方法

通常由试验观察所得到的数据都是杂乱无章的,表面看来不能说明任何问题。应用统计方法对数据进行整理,便可化繁为简,显现出数据的变化规律,再通过统计计算求得描述数据特征的统计数,从而为进一步分析数据奠定基础。这样使试验者能够从少数的特征数或一些简单的图表了解数据中蕴藏的信息。



3.2.3 通过统计分析对试验结果作出科学的结论

农业试验的条件比较复杂,除了被研究的因素具有不同水平(这种不同水平叫处理)外,其余因素都作为试验条件而要求保持常量,这样就能精确地测定处理的效应。但实际上,无论试验条件控制得如何严格,试验处理所处的试验条件绝不可能完全相同。因而,一个结果究竟是处理的不同造成的还是由误差造成的有待“检验”,这样才能使我们的判断建立在科学的基础上。统计方法提供了做出这种判断的科学程序,它通过估计试验误差的量值,将观察效应与误差的量值相比较,为试验者提供了所需要的回答。要是没有这种检验,就难以判断观察效应的真实性。比方说欲比较甲、乙两个品种产量的高低,而土壤管理和田间措施等不可能做到绝对一致,那么甲、乙两个品种在产量上的差异究竟是由于品种本身存在本质差异,还是由于土壤肥力或其他因素引起的差异,只要试验的设计符合统计的原则,经过统计分析就可以得出科学的结论。

3.2.4 提供由样本推论总体的科学方法

试验研究的目的在于揭示总体的表现和规律,但总体极为庞大,即使是有限总体,通常也难以得到其参数,因而在实践上几乎都是通过样本来观察来研究总体的。这就产生了如何才能由样本科学地推论总体的问题。例如,在一个试验当中测定玉米品种 A 比当地推广品种每公顷增产 0.5 kg,那么如何推知品种 A 推广后的总体将会比当地品种总体每公顷增产多少呢?通过生物统计研究弄清楚了样本和总体数量关系的若干规律,也就提供了解决这个问题的科学方法。

统计方法对于试验研究的全过程都是十分有用的,为了提高农业科学的水平,促进农业生产的发展,就必须掌握好试验设计与统计的方法。

任务 4 学习本课程的目的与意义

生物科学离不开试验研究。生物科学研究的对象是复杂的生物有机体(作物、中药材、蔬菜、果树、昆虫等),很多生物试验都是在田间进行的,然而,生物有机体的生长发育、生理活动、生长变化及有机体受外界环境因素(光照、温度、水分、土壤条件等)的影响,使生物科学研究的试验结果有较大的差异性,这种差异性往往会掩盖该生物体本身的特殊规律。同时,我们得到的结果往往是一堆杂乱无章的数据。如何通过这些数据,找出试验资料内在的规律性呢?实践证明,只有正确地应用生物统计的原理和分析方法对试验进行合理设计,对数据进行客观分析,才能得到科学的结论。那么如何进行合理的试验设计和科学客观的统计分析呢?这就是“试验设计与统计方法”这门课程要介绍的内容。

学习本课程的目的首先是培养学生用统计的原理和方法来定量地处理和分析生物科学试验中数据的变异性、不确定性和复杂性,从而得出最令人信服的结论;其次是培养学生进行科学试验的设计能力;再次是培养学生学会用统计的方法来处理科研工作中的数据资料,使学生初步具有独立处理和农业和生物学试验数据的能力,为进一步学习各专业课程奠定坚实的基础。本门课程除了讲授一般的统计方法外,在培养学生的思维能