



21 世纪精品规划教材系列

生物统计学



SHENG WU TONG J I XUE

主编◎赵文若 李新江 包岩



吉林 大学出版社

21 世纪精品规划教材系列

生物统计学

主 编 赵文若 李新江 包 岩
副主编 迟丽华 元明浩 王淑玲 王小男
参 编 史春风 王 楠 于志会 张秀英
主 审 张晓明

 吉林大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

生物统计学 / 赵文若, 李新江, 包岩主编. — 长春:
吉林大学出版社, 2016. 4
ISBN 978-7-5677-6407-1

I. ①生… II. ①赵… ②李… ③包… III. ①生物统
计 IV. ①Q-332

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 100518 号

书 名: 生物统计学

作 者: 赵文若 李新江 包岩 主编

责任编辑: 李伟华 责任校对: 李凤翔

吉林大学出版社出版、发行

开本: 787×1092 毫米 1/16

印张: 17 字数: 350 千字

ISBN 978-7-5677-6407-1

封面设计: 可可工作室

北京楠海印刷厂印刷

2016 年 5 月第 1 版

2016 年 5 月第 1 次印刷

定价: 38.00 元

版权所有 翻印必究

社址: 长春市明德路 501 号 邮编: 130021

发行部电话: 0431-89580028/29

网址: <http://www.jlup.com.cn>

E-mail: jlup@mail.jlu.edu.cn

前 言

生物统计学是研究生物领域数量现象的一门科学,是现代生物学研究不可缺少的工具。是培养学生进行农业科学研究和综合分析能力的重要课程,是高等农林院校植物生产类专业及其相关专业的专业基础课。它为农业科学试验提供常用的试验设计与统计分析方法,为学习专业课程和从事农业科学研究、农业技术推广等工作打下坚实的基础。

本教材力求在内容上做到科学性与实用性、实践性、先进性及针对性相统一;做到循序渐进,由浅入深,深入浅出,简明易学;在正确阐述重要的试验设计及统计原理的同时,着重于基本概念、基本方法的介绍,特别注重学生动手能力的培养;每一种设计或分析方法都安排步骤完整、过程详细的实例予以说明;每章节都有明确的培养目标并配备有习题供读者练习;删除繁复的数学公式的推导,并增加了 Excel 在生物统计学中的应用,使得统计分析简单明了。

全书由赵文若、李新江、包岩任主编,张晓明教授任主审,迟丽华、元明浩、王淑玲、王小男任副主编,史春风、王楠、于志会、张秀英参编。第一章、第七章由赵文若编写,第二章由元明浩、李新江编写,第三章由王小男编写,第四章由张秀英编写,第五章由王楠编写,第六章由史春风编写,第八章由迟丽华编写,第九章由王淑玲编写,第十章由于志会编写,第十一章由包岩编写,附录一、附录二由李新江、包岩、元明浩编写。全书由赵文若统稿。

本教材编写过程中得到了吉林大学出版社、吉林农业科技学院等单位同志的大力支持和帮助,张晓明教授审阅了全书并提出了宝贵的修改意见。此外,本教材也广泛参阅、引用了许多单位及各位专家、学者的著作、论文和教材,在此致以诚挚的感谢。

由于编写者水平有限,书中错误、不足及疏漏之处在所难免,欢迎使用本教材的师生和读者批评指正,以便我们今后进一步修订改正。

编 者

目 录

第一章 绪 论	(1)
第一节 生物统计学概述	(1)
第二节 生物统计常用的术语	(3)
第三节 生物统计学的主要内容	(6)
第四节 生物统计学发展简史	(7)
第二章 田间试验	(10)
第一节 试验概述	(10)
第二节 试验误差的来源及控制途径	(18)
第三节 试验设计的基本原则	(21)
第四节 控制土壤差异的小区技术	(24)
第五节 常用的试验设计	(28)
第六节 试验的实施	(39)
第七节 试验的抽样方法	(47)
第三章 试验资料的整理与描述	(52)
第一节 试验资料的整理	(52)
第二节 平均数	(60)
第四章 理论分布与抽样分布	(72)
第一节 事件与概率	(72)
第二节 随机变量及其概率分布	(75)
第三节 二项分布	(77)
第四节 正态分布	(78)
第五节 抽样分布	(82)
第六节 t 分布、 χ^2 分布与 F 分布	(85)
第五章 统计假设检验	(89)
第一节 统计假设检验的基本原理	(89)
第二节 单个平均数假设检验	(92)
第三节 两个样本平均数的假设检验	(95)
第六章 卡平方检验	(102)
第一节 卡平方(χ^2)检验的意义和基本原理	(102)
第二节 适合性检验	(104)



第三节 独立性检验	(106)
第七章 方差分析	(113)
第一节 方差分析的基本原理	(113)
第二节 单向分组资料的方差分析	(121)
第三节 两向分组资料的方差分析	(128)
第四节 方差分析的基本假定与数据转换	(136)
第八章 试验结果的统计分析	(142)
第一节 顺序排列设计试验结果的统计分析	(142)
第二节 随机区组试验结果的统计分析	(146)
第三节 其他试验设计结果的统计分析	(156)
第九章 直线回归和相关	(174)
第一节 回归与相关的概念和类别	(174)
第二节 直线回归	(176)
第三节 直线相关	(183)
第十章 试验总结	(190)
第一节 资料的核对与整理	(190)
第二节 试验研究报告的编写	(194)
第十一章 Excel 在生物统计中的应用	(202)
第一节 安装分析工具库	(202)
第二节 试验数据整理	(206)
第三节 特征数计算	(209)
第四节 统计假设检验	(211)
第五节 卡平方检验	(213)
第六节 方差分析	(217)
第七节 直线相关与回归	(221)
附录一 生物统计实验实训指导	(224)
实验一 连续性变数大样本资料的整理	(224)
实验二 试验计划书的拟定	(225)
实验三 田间试验设计	(227)
实验四 样本平均数的假设测验	(228)
实验五 卡平方测验	(230)
实验六 试验结果的统计分析方法	(232)
实验七 完全随机试验结果的统计分析方法	(233)
实验八 相关与回归的计算	(235)
附录二 常用统计用表	(237)
参考文献	(264)



第一章 绪 论

学习目的与要求

了解生物统计学的概念、发展简史;初步掌握生物统计中的常用的统计术语;明确生物统计在农业科学研究中的作用及研究的主要内容。

第一节 生物统计学概述

一、生物统计学的概念

生物统计学(biostatistics)是数理统计(mathematical statistics)在生物学研究中的应用,它是用数理统计的原理和方法来分析和解释生物界各种现象和数量资料的一门科学,是在生物科学研究的过程中,逐渐发展形成的学科,是应用数学的一个分支,属于生物数学的范畴。

二、生物统计在农业科学研究中的作用

为了推动农业生产的发展,实现农业现代化,要依靠农业科学。而要发展农业科学,就要进行科学研究。例如农作物品种资源的研究,新品种的选育,栽培技术的革新,病虫害防治技术研究,农产品贮藏加工技术的改进以及各种先进经验的总结推广等,都离不开调查或试验研究。而一个合理的调查或试验设计,就能够用较少的人力、物力和时间,获取我们所需要的数据资料,从而获得可靠的结论,以达到调查或试验的预期目的。

(一)生物统计为试验设计提供重要原则

为了在试验研究时获得更多的试验信息和精确的试验结论,试验(调查)必须有科学的设计。如在进行田间试验设计中,必须遵守“设置重复、随机排列、局部控制”三个基本原则以及小区技术的应用,在调查取样时,抽样方法的选择以及样本含量的确定,都是以生物统计原理为依据的。缺乏必要的生物统计知识,常常会使某些农业试验由于设计不合理而失去应用价值,且不能获得正确的结果。

(二)为整理和描述试验(调查)数据资料提供科学方法

通过试验(调查)所得到的大量数据资料,往往是一堆杂乱无章的数据,不能说明问题。



对这些数据资料,应用生物统计方法进行整理、计算,便可化繁为简,呈现出某些变化趋势,求出能够描述数据特征的统计数,为进一步分析数据资料做好准备

(三)为样本推断总体提供科学方法

试验(调查)研究的目的是要认识事物的总体特征和规律,而总体庞大,难以全部观察,通常用样本(总体的一部分)推断总体。生物统计学阐明了样本与总体间数量关系的规律,因而提供了用样本正确推断总体的科学方法。

(四)判断试验结果的可靠性

在试验中要求除试验因素以外,其他条件都应该控制一致,而在实践中无论试验条件如何控制,试验结果总会受到试验因素和其他偶然因素的影响,造成试验误差。要正确判断试验误差是由于因素造成的还是由试验误差造成的,就必须运用生物统计分析的方法来判断。

三、学习生物统计学的方法和要求

生物统计学是数学与生物学相结合的一门边缘学科。它涉及较多的数学概念、计算公式和数学用表,因此,需要读者付出较多的精力来掌握生物统计学的基本原理、基本概念、基本方法,需要记忆大量的公式与符号;从判断方式上要求摆脱传统的确定性推断方式而接受建立在概率论基础上的统计推断方式。因此,首先要懂得生物统计的基本概念、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,必须认真地做习题作业,加深对公式及统计方法、步骤的理解与掌握。要达到熟练地应用统计方法,必须联系农业和生物科学中的应用,而不必强调统计公式的数学推导、证明和数学原理,把统计方法与原理结合起来,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应用。学习的难度不在于计算方法,而在于逻辑思维方法。为了便于读者学习,本教材中的所有概念、原理以及分析方法均有实例,从应用角度进行介绍,可操作性强。每章后面附有一定数量的复习思考题,教材后面还有实验实习指导。读者在学习时,首先掌握原理,把例题看懂看会,对于各章的计算题,通过实践和练习,借助于计算器、电子计算机,以及各种统计软件(Excel、SPSS、SAS、DPS)来进行,达到掌握各种统计分析方法的目的。

学习生物统计,还要养成重视数据的习惯,做到写文章要有理有据,用数字说话,看书、期刊杂志时要注意其中的统计表格、统计图与数字、分析和解释等,以熟悉资料的表达方法,通过数学分析了解事物的本质和规律。通过本课程的学习,读者能正确理解生物统计的基本概念、基本原理,掌握并应用所介绍的基本试验设计与统计分析方法,解决科学试验设计以及生产实践中资料的收集、整理以及统计分析等问题。



第二节 生物统计常用的术语

一、总体与样本

1. 总体

把研究对象的全体称为总体,是指服务于研究目的、具有共同性质的个体所组成的集团。它常常是设想的或抽象的。总体中的个体数目反映了总体的大小,称为总体容量。它可以是无穷多的。比如,在研究苹果品种金红的产量潜力时,其总体是指此品种在多年(含过去、现在和未来)、多地点(含省内外、国内外)、无数次种植中的所有个体的总和。这种容量(或总量)无法确定的总体,称为无限总体。在农业生物研究中,为了得出一般规律,其总体常常是无限总体。当然,总体容量也可以是有限的,如研究某学校学生的身高变化规律,研究某县市蔬菜田蔬菜的产量、某作物的产量等。它们所涉及的研究对象数量有限。这种数量有限的、能够确定个体数目的总体,就称为有限总体。

2. 样本

对于无限总体,在研究中不可能对总体中的所有个体都进行观察和研究,这就需要从总体中抽取有代表性的若干个体进行试验研究,由这些抽取的个体所得结果推断出总体特征特性。这些从总体中被抽取的部分个体就称为样本。样本中的个体数目即样本大小称为样本容量。如樱桃番茄品种红圣女,对其果实重量的变异规律进行研究,我们没有必要对所有果实都进行测量,只需抽取一定数目的果实如 100 个,测量其果重,根据这 100 个果实重量数据对总体的果实重量进行评价。这 100 个果实就是样本。若样本是随机地从总体中抽取的,则该样本称为随机样本。不是所有样本都能反映总体和代表总体。一般随机样本能较好地代表和反映总体。一般而言,样本越大,样本就越能代表总体。样本中所包含的个体数目称为样本容量,记为 n ,通常将样本容量 $n > 30$ 时的样本称为大样本,而把样本容量 $n \leq 30$ 的样本称为小样本。

二、参数与统计数

为了表示总体和样本的数量特征,需要计算特征数。

1. 参数

由总体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。

三、观察值与变量

1. 观察值

观察值是指每个个体的某一性状、特性的特定观察数据。同一总体的各个个体总是有变异的。例如,同一大豆品种,如九农 26,即使在同一条件下种植,由于受许多偶然因素的影响,各个体的植株高度也彼此不完全相同。正如植物园里找不到完全相同的两片叶子一样,即使是孪生子也有一定差异,这就是生物性状变异的普遍性。因此,不同个体的观察值常常是不完全相同的,量测的性状更是如此。

2. 变量(或变数)

变量(或变数)也叫随机变量(或随机变数),是表现出变异的观察值的总称。如研究某水稻品种株高变化规律时,株高就是变量,而具体测量的株高就是观察值,即该变量的具体取值。在研究某苹果品种产量时,单株产量就是变量,某一单株的具体产量数值就是观察值。

四、准确性与精确性

准确性也称准确度(accuracy),是指观测值与其真值的接近程度。设某一试验指标或性状的真值为 μ ,观测值为 x ,若 x 与 μ 相差的绝对值 $|x - \mu|$ 越小,则观测值 x 的准确性就越高;反之则低。

精确性也称精确度(precision),是指对同一事物进行重复观测所得的数值的彼此接近程度。若观测值彼此接近,即任意两个观测值 x_i 、 x_j 相差的绝对值 $|x_i - x_j|$ 越小,则观测值的精确性就越高;反之则低。试验的准确性和精确性合称为正确性。由于真值常常不知道,所以准确性不易度量,但利用统计方法可度量精确性。

五、随机误差与系统误差

在农业科学试验研究中,试验结果除受试验因素影响之外,还受到许多其他非试验因素的干扰,从而使试验结果与客观真值之间产生误差。试验中出现的误差分为两类:随机误差(random error)与系统误差(systematic error)。随机误差也叫抽样误差(sampling error),是由于许多无法控制的内在的和外在的随机因素引起的。如农业科学试验中,对作物的管理措施、外界环境条件的要求力求一致,但是不可能绝对一致,这或多或少的差异,必然会带来随机误差。随机误差带有偶然性。统计上的试验误差就是指随机误差。随机误差在试验中是不可避免的,但可以通过局部控制使其减小,并可以通过统计分析估计其大小。随机误差的方向是不定的,因其对试验结果的影响有时是正面的有时是负面的,由此,随机误差影响试验结果的精确性。这种误差越小,试验的精确性就越高。

系统误差也叫片面误差,它是由试验条件改变引起的误差。如试验环境条件的改变、操



作者的变换、测量的仪器校对不准、标准试剂未经校正等。为此,整个试验应尽可能使试验生物处于恒定的环境条件下,尽量减少外界环境对试验生物的刺激。操作程序应有明确的规定要求,有统一标准,试验之前应对操作者进行严格培训,使其确实掌握试验技术。在试验过程中,不宜有人员更换,把人为因素造成的误差降低到最小。系统误差影响试验结果的准确性,一般说来,只要试验工作做得精细,系统误差容易克服。

六、因素与水平

试验中所研究的影响试验指标的原因称为试验因素(experimental factor)或处理因素(treatment factor),简称为因素或因子(factor)。试验因素常用大写字母,如 A、B、C 等来表示。

每个试验因素的不同状态(处理的某种特定状态或数量上的差别)称为因素水平(level of factor),简称为水平(level)。例如,研究温度对株高的影响,所设置的 15℃、20℃、25℃、30℃ 分别称为温度因素的一个水平。可见,因素是一个抽象的概念,而水平则是一个较为具体的概念。水平常用代表该因素的字母添加下标(如 1、2、3 等)来表示,如 A_1 、 A_2 、 B_1 、 B_2 等。

七、效应与互作

试验因素相对独立的作用称为该因素的主效应(main effect),简称为主效或效应(effection)。例如,不同肥料对植物产量的影响不同,不同品种的玉米产量不同等。两个或两个以上处理因素间相互作用所产生的效应,称为互作效应(interaction effect),简称为互作或连应(interaction),如氮、磷肥共施会对作物产量产生互作效应。互作效应有正效应,也有负效应。如果氮、磷肥共施的产量效应大于氮、磷肥单施效应之和,说明氮磷肥互作效应为正效应;如果氮、磷肥共施的产量效应小于氮、磷肥单施效应之和,说明氮磷肥互作效应为负效应。互作效应为零,则称因素间无交互作用,没有交互作用的因素是相互独立的因素。应该注意的是,有时交互作用相当大,甚至可以忽略主效。因素间是否存在交互作用有专门的统计推断方法,有时也可根据专业知识或经验加以判断。

八、处理与重复

试验处理(experimental treatment),通常也称为处理(treatment),是指对受试对象给予的某种外部干预(或措施)。其中受试对象(tested subject)又称为试验单位或试验单元(experimental unit),是指在试验中能接受不同试验处理的独立的试验载体。植物个体、动物个体,以及不同的组织、器官等都可以作为试验单位。

处理根据所涉及的因素数可以分为单因素处理和多因素处理。当试验中涉及的因素只有一个时,称为单因素处理(single factor treatment)。在单因素处理中,实施在试验单位上的具体项目就是试验因素的某一水平。例如,品种比较试验中,实施在试验单位(如某个小



区)上的具体项目就是栽种一个品种。进行单因素试验时,试验因素的一个水平就是一个处理。

如果试验中涉及两个或两个以上的因素,则称为多因素处理(multiple factors treatment)。可依处理因素数进行具体命名,如二因素试验处理、三因素试验处理等。在多因素试验处理中,实施在试验单位上的具体项目是各因素的某一水平组合。例如,3个播种密度对4个番茄品种的产量影响试验,就是一个二因素试验处理,试验共有 $3 \times 4 = 12$ 个水平组合,实施在试验单位(番茄)上的具体项目就是某个种植密度与某个番茄品种的组合。进行多因素试验时,试验因素的一个水平组合就是一个处理。相对于单因素试验,多因素试验不但可以研究因素的主效,同时也可研究因素之间的交互作用。

重复(repetition)是指在试验中,将一个处理实施在两个或两个以上的试验单位上。处理实施的试验单位数即为处理的重复数。例如,研究某个品种的增产效果,将该品种种植了4个小区,则表明这个处理(品种)有4次重复。

第三节 生物统计学的主要内容

生物统计的基本内容,主要包括试验设计和统计分析两大部分。从试验设计来讲,主要包括试验的基本要求、试验设计的基本原则、小区技术、常用的试验设计、试验的实施等;统计分析主要包括描述性统计、显著性检验、相关与回归分析等。

一、试验设计

试验设计是进行科学研究的重要工具,试验设计从广义上讲指整个研究课题的设计。包括选题、试验方案、设计方法以及相应的资料收集和统计分析方法等一系列内容,而从狭义上讲是指试验方案、设计方法以及对试验材料的选择与分组等方面的内容。通过合理的试验设计减少和控制试验误差,并对试验误差作出无偏估计。主要的设计方法有完全随机试验设计、随机区组试验设计、拉丁方设计、裂区设计、正交设计等。

一个好的设计是使科学试验取得成果的重要因素之一,它可以用较少的人力、物力和时间获得正确而可靠的试验结论,明确回答科研所提出的问题。如果设计不合理,考虑不周到,不仅得不到预期的结果,甚至导致整个试验的失败。因此正确掌握试验设计技术,对开展农业科学研究工作具有重要意义。

二、描述性统计

描述性统计实际上就是对数据进行整理并作基本分析,在生产调查或试验中,获得了大量的数据资料,对于这些资料需要加以整理和分析。整理的主要内容就是检查原始数据的完整性、正确性,用图表的形式来表示资料的集中、离散情况,并计算主要的统计数,如平均



数、标准差及标准误,以用来推断总体的特征;用统计数可以了解资料的集中趋势和变异程度,并作出初步统计分析。

三、显著性检验

在农业科学试验或生产实践中经常要进行事物之间的比较,因此就必须进行显著性检验。显著性检验是本课程的重要内容之一,其方法很多,常用的有 F 检验、方差分析、 χ^2 检验等。通过显著性检验,以揭示各处理间是否存在本质差异。

四、相关与回归分析

相关与回归分析是研究变量之间相互关系的一种统计分析方法。通过相关与回归分析可以了解变量之间的相互关系以及变量之间的数量关系,揭示出试验指标或性状间的内在联系。

第四节 生物统计学发展简史

统计一词起源很早,远在奴隶、封建社会时。由于战争和税收的需要,就开始有统计技术了。但是把概率论与数理统计的原理应用到生物学中来,使生物统计成为一门独立的学科,是在 19 世纪的末期。1870 年,英国遗传学家高尔顿(F. Galton, 1822—1911)通过研究人类身高的遗传,发现儿子的平均成长高度介于父亲高度与一般高度(种族高度)之间。父亲矮的,其儿子的平均高度则较父亲高,但比一般高度矮;父亲高的,其儿子的平均高度则较父亲矮,但比一般高度高。儿子的高度,有趋向于种族平均高度的趋势,亦即回归于一般平均高度。这就是回归一词在遗传上的含义。1889 年他发表了回归分析方法在遗传学上应用的论文,因而后人推崇他为生物统计的创始人。

正态分布对研究生物统计的理论是十分重要的,它早在 1733 年就被迪-摩弗来(De-Moivre)发现,而被后来的高斯(C. F. Gauss, 1775—1855)所完成,因此也有人称之为高斯分布。

1899 年,皮尔逊(K. Pearson, 1857—1936)提出了一个测量实际数与理论数之间偏离度的指数卡方,它在属性统计分析上有着广泛的应用。例如,在遗传上孟德尔豌豆杂交试验,高豌豆品种与矮豌豆品种杂交之后,子一代均为高豌豆。高株这种性状属于显性,而矮株属于隐性,当子一代自交时,它的后代数预计是高与矮之比为三比一,但皮尔逊是一位数学物理学家,他将数学用于生物学几乎费了半个世纪的时间,他是做事认真的数理统计研究着,并创立了《生物统计学报》这份杂志和一个数理统计学校,对促进生物统计学科的发展作出了贡献。

高斯特(W. S. Gosset, 1876—1937)是皮尔逊的学生。他发现大样本的理论不能用以求得他所关注的一些统计量,为此提出了 t 统计量,就是估计平均数距总体平均数以标准误



为单位而计量的离差数。后来他从事小样本理论的研究,于1908年以“学生”为笔名,在《生物统计学报》上发表了《 t 检验》的论文。这一检验方法已成为当今生物统计工作者的一种基本工具,应用非常广泛。

1923年,英国费歇尔(R. A. Fisher, 1890—1962)第一个把变异来源不同的均方与误差均方的比值称为 F 值,当 F 值大于理论上5%显著水准的 F 值时,该项变异来源的处理效应就从偶然性变量中分析了出来,这个方法被称为方差分析。他在首次发表了《试验研究工作中的统计方法》的专著后,提出了田间试验的基本原则和主要设计方法,成为试验设计的经典著作。同时他还使统计学与群体遗传学相结合形成数量遗传学,对推动和促进农业科学、生物学以及遗传学的研究和发展,起了奠基的作用,被后人公认为当代生物统计学的奠基人。

J. Newman (1894—1981)和 E. S. Pearson 进行了统计理论的研究工作,分别于1936年和1938年提出了一种统计假设检验学说,对促进理论研究以及对试验研究作出科学结论具有重要的意义。

我国对生物统计学的应用开始于1913年,顾澄教授翻译的英国统计学家 G. U. Yule 1911年出版的关于描述统计学的名著《统计学之理论》,标志着英国、美国的数理统计学传入中国的开始。在20世纪30年代,生物统计与田间试验就已成为农学专业的必修课程。最早出版的书籍有王绶编著的《实用生物统计法》(1935年出版,1953年再版)。之后,许多生物学研究工作者积极从事统计学理论和实践的应用研究,使生物统计学在农业科学、医药科学、生物学、生态学等学科领域发挥了重要作用。应用试验设计方法和统计分析理论,进行农作物品种比较试验、栽培试验、病虫害防治试验、动物饲养试验、饲料配方试验、毒理试验、动植物种质资源的调查与分析、动植物遗传资源的遗传分析等取得了显著的成果。

近十年来,我国数量遗传学取得了不少成果,例如,遗传参数的估测,进一步推动了我国畜牧界生物统计的发展,目前多元统计分析、最小二乘分析等新技术的出现,各类电子计算机的推广和应用,使计算技术出现了新的跃进。随着电子计算机的应用和发展,生物统计将成为今后科学研究工作中越来越重要的工具。

小 结

生物统计学是数理统计的原理和方法在生物科学研究中的应用,它是用数理统计的原理和方法来分析和解释生物界各种现象和数量资料的一门科学。本章主要阐述了生物统计学的概念、生物统计在农业科学研究中作用,重点介绍了常用的统计术语、生物统计学的主要内容,并介绍了生物统计学的简要发展史。

复习思考题

1. 什么是生物统计学? 生物统计学的主要作用是什么?
2. 生物统计学研究的主要内容是什么?



3. 解释一线名词: 总体、样本、参数、统计数、样本容量、变量、因素、水平处理、重复效应、交互、准确性、精确性、试验误差。
4. 试验误差与系统误差有何区别?
5. 准确性与精确性有何区别?
6. 高斯、高尔顿、皮尔森、高斯特、R. 费歇尔各对统计学有何重要贡献?



第二章 田间试验

学习目的与要求

了解试验的特点、任务及要求,明确田间试验误差来源及其控制试验途径,掌握试验设计的原则。学会常用试验设计方法及特点、田间试验实施的过程,学会试验抽样的方法。

第一节 试验概述

一、试验的基本任务和特点

农业科学研究的根本任务是寻求提高农作物产量和品质,增加经济效益的理论、方法和技术。而进行农业科学研究,要依靠农业科学试验。农业科学试验以田间试验为主,此外还有实验室试验、盆栽试验以及设施试验等形式。作物的产量和品质是在大田生产中实现的,任何农业技术或措施在应用到大田生产时,都必需先进行田间试验,以田间试验的结果直接用于指导大田生产,因而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,因此田间试验是农业科学研究的主要形式。田间试验与大田生产联系密切,其基本任务是在田间条件下研究农作物生产发育及其与环境条件关系的规律,探索农作物增产的新途径,为农业生产不断提供新品种和新技术。

(一) 试验的基本任务

农业试验研究的对象和材料是农业生物本身,以农作物为主体,还包括昆虫、病菌、土壤微生物、杂草等,以生物体本身生育过程的反应作为试验指标研究其生长发育规律、各项栽培技术或条件的效果等。

田间试验是在开放的自然条件下,在较小的面积上进行,生产条件与大田接近,但比大田生产条件容易控制,可最大限度地排除各种因素的干扰。

生物体本身具有多种多样的遗传基础,年季间自然环境条件不断变化,不同生物在不同年季间表现各不相同,只有通过不同试验环境条件下进行一系列的田间试验,才能保证田间试验结果的可靠性。

(二) 试验的特点

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田生产时,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. 大田作物田间试验的特点

(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,能直接反应试验的效果。

(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。

2. 果树田间试验特点

果树与农作物的生长发育规律差别较大,因此果树试验有其自身的特点。

(1)果树试验周期长 果树经济寿命时间长,最长的达百年以上,因此试验周期长,果树试验比较复杂。另外由于果树试验年限长,常会因寒害、风害、病虫害、鼠害等,导致植株死亡或残缺,而形成缺株缺区,增加试验的复杂性。果树具有生命周期和年周期两个发育时期,不同年龄时期、不同物候期,生长发育不同,造成试验结果不一致。另外,果树试验还有大小年现象,就更增加了试验的复杂性。

(2)果树试验误差比其他作物大 果树的个体大,利用的营养面积也大,根系分布得深而广,不但受表土影响,也会受到心土影响,易造成个体间差异大。病虫害危害、嫁接苗接口愈合状况、修剪技术以及相邻植株地上地下部分相互竞争等,也会造成个体间差异。

(3)果树试验条件较其他作物复杂 大多数果树是嫁接繁殖,常因砧木或接穗的不同而影响试验条件均匀性;另外果树多为山地栽培和零星栽培,其地形、坡度、坡向、土层深浅、肥力水平状况,对果树的生长发育和结果均有不同影响,容易加大试验误差。因此,果树试验对试验条件的要求较其他作物复杂。

(4)果树试验有其特殊优越性 外界条件的变化,栽培管理水平的差异,对果树生长结果的影响,会年复一年、持续地记录在果树树体上,所以果树自身是记录器。这样可充分利用这一特点,来简化试验方法,缩短试验年限,也能得到可靠资料。从这个方面看,果树又比一年生作物有其特殊优越性。

3. 蔬菜试验的特点

(1)土壤差异较小 由于蔬菜田常年精耕细作,其耕层厚度、熟化程度、肥力水平通常比较均匀一致。另一方面,蔬菜个体较小,根系浅,受深层土壤影响小,也便于控制试验地的土壤差异。

(2)反应敏感 拟订试验方案时,不同处理的级差量不宜过大,原因是蔬菜生长迅速、生长量大,对试验处理的反应较其他作物敏感(对肥、水、植物激素的反应更为敏感)。

(3)蔬菜试验较大田作物试验复杂 蔬菜生育周期短,栽培方式多样。如黄瓜就有露