



家禽生物统计方法

江苏科学技术出版社

家禽生物统计方法

程端仪 杨茂成 编著

家禽生物统计方法

程端仪 杨茂成 编著

出版：江苏科学技术出版社

发行：江苏省新华书店

印刷：江苏新华印刷厂

开本 787×1092 毫米 1/32 印张 11.375 字数 248,000

1986年8月第1版 1986年3月第1次印刷

印数 1—2,200 册

书号：16196·244 定价：2.18 元

责任编辑 张士冷

前 言

生物统计学是应用于生物现象的统计方法，它是用数理统计的原理和方法来解释生物界数量资料的一门学科，它在农业和畜牧业中的应用已日趋广泛和深入。随着我国养禽业生产的发展，养禽专业的设置，家禽试验的普及，特别是家禽育种工作的开展和现代养禽技术的推广，生物统计在养禽业中的应用已越来越重要了。

1977年起我们曾为江苏农学院主办的上海市家禽技术进修班编写了《家禽的生物统计附试验设计》教材，该教材受到了不少生产单位的欢迎，引起了一些教学和科研单位的关注。

为了满足读者的需要，我们在上述教材的基础上，进一步收集了有关资料，总结编写了《家禽生物统计方法》一书，目的在于应用生物统计的方法，以促进现代畜牧业、养禽业的发展而作出一点微薄的贡献。

本书是一本偏重于实用的相当大专水平的读物。可使读者获得数理统计的一些基本概念，并掌握一些在饲养畜禽科学实验和生产中运用较广泛的基本统计方法。在基本内容的阐述上，尽量用直观解释或初等数学的证明，力求浅显易懂，同时列举实例，以供参考。对具有一定文化水平的读者可以通过自学来掌握所介绍的统计方法。

本书初稿承江苏农学院莫惠栋副教授提出宝贵意见，四川农学院明道绪讲师帮助修改。书中插图请南京农学院陈友

松、曹志林两位同志绘制。在此一并深致谢意。

由于我们的学识和经验不够,书中缺点和错误在所难免,
敬请读者批评指正。

编 者

1983年8月于南京农院

目 录

第一章 绪论	1
一、生物统计在养禽生产和科学研究中的 地位和作用	1
(一)科学地整理分析数据	1
(二)可靠地解释试验结果	1
(三)合理地规划试验设计	2
二、几个常用的名词术语	3
(一)总体和个体	3
(二)样本	4
(三)参数与统计数	4
(四)错误和机误	5
第二章 资料整理	6
一、数量资料的性质	6
(一)数量性状资料	6
(二)质量性状资料	7
二、资料的分组	8
(一)连续性变数资料的整理	8
(二)间断性变数资料的整理	12
(三)属性资料的整理	14
三、次数分布图	14
(一)直方图	14

(二)折线图	16
(三)线形图	16
第三章 平均数、标准差和变异系数	19
一、平均数	19
(一)算术平均数	19
(二)中位数	27
(三)众数	30
(四)几何平均数	31
二、标准差	33
(一)标准差的意义及其计算公式	33
(二)自由度	35
(三)标准差的计算方法	36
(四)标准差的特性	39
(五)标准差的用途	40
三、变异系数	40
(一)变异系数的意义及其计算公式	40
(二)变异系数的特点	40
(三)变异系数的用途	41
第四章 概率和理论分布	43
一、概率的概念	43
(一)事件	43
(二)概率——频率的稳定	44
二、正态分布	46
(一)正态分布的概念	46
(二)正态分布的特点	48
(三)标准正态分布	49

(四)正态分布的应用	50
三、二项分布	53
四、概率单位的应用	58
(一)普罗比的计算方法	58
(二)在家禽育种上的应用	59
第五章 统计假设测验——显著性测验	61
一、显著性测验的意义	61
二、样本平均数的抽样分布	63
三、t 分布	68
四、显著性测验的基本方法	69
五、假设测验的两类错误和显著水平的使用	72
六、样本均数与总体均数差异显著性测验	74
七、两个样本平均数间差异的显著性测验	75
(一)成组数据的平均数比较	75
(二)成对数据的比较	80
(三)方差不齐时两个样本均数的比较(t' 测验)	83
八、百分数(成数)资料的显著性测验	85
(一)单个样本百分数(成数)的显著性测验	86
(二)两个样本百分数相比较的显著性测验	87
(三)百分数(成数)资料显著性测验时的连续性矫正	89
九、平均数的置信区间	91
第六章 方差分析	94
一、方差分析的基本原理	94
(一)平方和与自由度的分解	96
(二)F测验	100

(三)多重比较	102
二、单向分组资料的方差分析	109
(一)组合内观察值数目相等资料的方差分析	110
(二)组合内观察值数目不相等资料的方差分析	114
(三)组内又分亚组的单向分组资料的方差分析	118
三、两向分组资料的方差分析	124
(一)组合内只有单个观察值的两向分组资料的方差分析	124
(二)组合内有重复观察值的两向分组资料的方差分析	131
四、方差分析的基本条件和数据转换	136
(一)方差分析的基本条件	136
(二)数据转换	136
五、期望均方与方差分量	141
(一)固定模型的期望均方与方差分量	142
(二)随机模型的期望均方与方差分量估计	143

第七章 相关和回归

一、相关	147
(一)相关的种类	147
(二)相关关系的表示方法	148
(三)相关系数的计算	152
(四)相关系数的显著性测验	159
二、回归	161
(一)回归的种类	162
(二)直线回归方程的建立	162
(三)实例	165
(四)直线回归方程的图示	167
(五)回归关系显著性测验	169
三、相关和回归的应用	174

四、相关和回归应用时的注意事 项	174
第八章 χ^2 (卡方) 检验	177
一、 χ^2 的意义与 χ^2 分布	177
(一) χ^2 的意义	177
(二) χ^2 分布	179
(三) χ^2 的显著性测验	181
(四) χ^2 公式的连续性矫正	182
二、适合性测验	182
三、独立性测验	186
(一) 2×2 表的独立性测验	187
(二) $2 \times C$ 表的独立性测验	190
(三) $R \times C$ 表的独立性测验	193
第九章 试验设计	196
一、试验的目的和要求	196
(一) 试验的代表性	196
(二) 试验的正确性	197
(三) 试验的重演性	197
二、试验设计的 原 则	197
三、试验计划的 拟 定	201
(一) 试验的种类	201
(二) 试验计划的内容	202
(三) 制订试验方案应注意的问题	203
四、试验设计 方 法	204
(一) 完全随机化试验设计	204
(二) 配对试验设计	210
(三) 随机区组试验设计	212

(四)正交试验设计	216
五、试验单位数量的确定	230
附录一 试验实例——肉鸡日粮蛋白质水平的研究.....	235
附录二 电子计算器的使用 方法	248
附录三 希腊字母表	295
附录四 主要统计符号和注解	296
附录五 统计用表	302
附表1 随机数字表	302
附表2 标准正态分布密度曲线下区间 $[0, w]$ 上的面积.....	311
附表3 普鲁比表(百分率与概率单位换算表)	314
附表4 学生氏 t 值表(两尾)	319
附表5 F 值表(一尾)	321
附表6 5%和1% q 值表(两尾)	327
附表7 Duncan's 新复极差测验 5%和1% SSR 值表.....	331
附表8 5%及1%显著 r 值表	336
附表9 χ^2 值表	337
附表10 百分数反正弦 $\sin^{-1}\sqrt{x}$ 转换表	339
附表11 常用正交表	346

第一章 绪 论

一、生物统计在养禽生产和科学研究中的地位和作用

在养禽生产和科学研究中,经常要接触许多数据。这些数据提供了很多的信息,可以帮助人们发现存在的问题,认识事物内在规律,成为进一步增加生产,提高质量而采取措施的依据。但是这些信息往往并不是一目了然的,而是蕴藏在大量数据之中。我们必须去粗取精,去伪存真,由表及里地对数据进行科学整理和分析,才能充分地正确地从中提取出有用的信息来,生物统计就是帮助我们完成这项任务的一个有力工具。因此在农业、医学卫生等方面都有着广泛的应用。它的作用归纳起来可以分为以下三点:

(一)科学地整理分析数据 在调查或试验之后,获得大量的数据,这些数据往往是复杂的,零乱的,为了从中提取出有用的信息,我们必须用统计的方法,将原始数据加以整理,才能化繁为简。数据经过整理后,可以进一步加以统计分析,使大量的数字凝炼成一个数值、一个方程或一个图示,使试验工作者对所进行的调查或试验获得实质性的认识和结论。

(二)可靠地解释试验结果 任何生物科学试验都不可能完全控制的条件下进行的,尽管试验设计做得十分周密,在

试验过程中除试验因素外其他条件都力求一致，但仍然会受到许许多多人为而难以控制的外来因素的影响，而产生“试验误差”，影响试验的结果。例如，从同一亲本，同一批孵出的雏鸡中，选取初生重和性别完全相同的雏鸡30只，给予相同的饲料，饲养在同样环境条件下，它们的56日龄的体重绝不会完全一样。因此在各种试验所得的结果中不同程度地混有试验误差的成分。所以在给试验下结论前，必须用统计方法检验试验结果所产生的差异，是由于试验处理不同所造成还是试验误差所引起。这种检验方法在统计上称为显著性测验。它能帮助我们判断试验结果的可靠性。

(三)合理地规划试验设计 做各种调查或科学试验，事先都必须有周密的计划和合理的试验设计，否则就不可能得到正确可靠的试验结果。例如，研究三种配合饲料对肉用仔鸡生长发育的影响，要是试验分成三组，每组只用一只鸡，这样得出的试验结果就很难做到确实可靠，因为每种饲料只用一只鸡做试验，个别鸡的特殊反应及偶然变异很容易引起不正确的结果，从而导致错误的结论。因此，每种饲料(每种处理)不能仅用一只鸡做试验，须用若干只鸡才行，这在试验设计上称为重复。那么在一个试验组(即一种处理)里用多少只鸡比较适合呢？不同的试验有不同的要求，每组的试验动物数量也不一样。生物统计能从理论上帮助我们解决这个问题。如何设计和进行试验，尽量降低试验误差，使试验的结果能代表总体，而且从试验所得的数据中能够无偏地估计出试验处理效应和试验误差效应的数量，以便从中得出正确的结论。要做到这一点，就必须懂得试验设计的方法，这也是生物统计的一个重要内容。

随着现代科学的发展，数学进入农业、畜牧业领域内，统

计方法在生物学的研究工作中将日益显得重要，在养禽业中的应用也将越来越广泛。但应该认识到，生物统计方法只是研究中的一项辅助方法，在认识客观世界中有它一定的作用，但不能估计过高，以免在研究工作中形成喧宾夺主的偏向。科学试验本身的价值，大半取决于提出的处理项目是否切合实际，试验所得的结果是否正确。如果原始资料数据有错误，采用任何统计分析方法都无法得出正确的结论。因此，用来统计分析的资料数据必须反复核对，避免错误，只有这样才能得出正确结论。在解释试验结果时，必须通过统计分析结果，进一步深入研究它的生物学上的原因。在推广试验结果时，还应考虑到它的经济效益。例如，一个新品种，它的增产效果是肯定的，但它对饲料要求很高，管理很困难，经济上并不合算，这个品种就不一定有推广价值。

二、几个常用的名词术语

(一)总体和个体 我们所研究的对象的全体叫做总体，它是由同性质研究单位所构成。例如，我们研究成年狼山母鸡的平均体重，那么所有的成年狼山母鸡的体重就构成一个总体，而其中的每一只母鸡的体重就是一个个体。当研究对象改变时，总体和个体也随之改变。

总体包含的单位数可以无穷大，而且有的总体往往只是设想的或抽象的。例如，延长光照时间提高母鸡产蛋量的试验，每次用20只母鸡做试验，在同样条件下这样的试验可重复做很多次，其每次结果不一定完全相同，集合无穷次数同样的试验，也可构成一个总体，这时一次试验就是总体中的一个个体。这个总体就是一个设想的总体。总体所包含的个

体数亦可以是有限的，称为有限总体。例如，研究某一个鸡场中来航鸡500天产蛋量，该场中有500天产蛋量记录的全体母鸡就构成一个总体。又如，研究某一批肉用仔鸡56日龄体重，该批肉用仔鸡就构成一个总体，但这些是有限总体。

(二) 样本 一个总体所包含的个体数很多，我们不可能对每个个体都进行研究之后才给总体做出结论。有时候，数据的测定是破坏性的，例如研究某品种家禽的生长发育规律时，需要在它的生长过程中定期屠宰，测定各组织和器官的生长发育情况，这时不允许、也不必将全部家禽进行屠宰研究，我们只能从总体中随机抽取其中一部分个体进行试验。这些用来进行试验的一部分个体叫做样本。一般情况下，我们所观察和度量的是样本，但所得的结果却要来说明总体。这样就要求这些样本能够充分代表总体，要做到这一点，在抽取样本时，必须做到完全随机，也就是说总体中每一个个体都有同等的机会被抽取作为样本。用随机方法抽取的样本叫做随机样本。只有随机样本才能代表总体，才能用来估计和推断总体的特征。

(三) 参数与统计数 从对整个总体的每一个个体所测得的数据，经过数学处理，计算出几个表示总体数量特征的数值(如平均数、标准差等就是最常见的特征数)，它是固定不变的，在统计学上叫做参数，常用希腊字母来表示，例如，总体平均数用 μ 表示，总体标准差用 σ 表示等等。从对样本的各个个体测得的数据，经过数学处理，计算出的特征数叫统计数。统计数因来自的样本不同，彼此间或多或少有些差异，因此它是变动的。统计数常用拉丁字母来表示，例如，样本平均数用 $\bar{X}$ 表示，样本标准差用 S 表示等。总体的参数很不容易获得，有时也无法获得。于是我们常常用从样本中测得

的统计数作为总体参数的估计值。

(四)错误与机误 错误与机误在性质上是两个完全不同的概念。错误是由于工作中疏忽大意所引起,如抄错数字,量错尺寸,或其他在试验过程中的各种操作错误,因此试验工作者绝对不应有此种错误。试验工作者在试验过程中,必须谨慎从事,严格遵守各项操作规程。如一旦发生错误,应设法纠正,必要时甚至重新再做。

机误系指由于机会造成的误差。造成误差的原因有的人已经知道,有的尚不清楚,但都无法完全消除或使之避免产生,只能使之尽量减少而已。例如,在测定成年狼山母鸡的体重时,在同一鸡群中,随机抽取10只母鸡,组成第一样本,并求得平均数,再随机抽取10只鸡组成第二个样本,也求得平均数。这两个样本的平均数往往不会完全相同,这种差异是由于抽样时某些偶然机会所造成,人们无法完全避免,这种误差称为抽样误差,又叫机误。在科学试验工作中都会产生这种误差,它虽然无法完全避免,但应尽量想方设法使它减少,这样才能提高试验的精确性。

第二章 资料整理

在畜牧调查或科学试验中，常常获得很多测量或观察的数据。这些数据在未作整理前，很难从中得到明确的概念。为此，必须根据研究的目的，将原始资料进行整理、分析，才能从这些数据中找出内在的规律，得到符合实际的结论。因而资料整理是基础，在这个基础上，才能进行统计分析和加以应用。

在原始资料整理前，对资料的正确性、完整性应加以检查与核对，要纠正错误，填补缺漏。这步工作虽很简单却十分重要。因为只有正确的资料才能经过统计分析得到正确的结论。检查后的数据则按一定的标志分类分组。

一、数量资料的性质

由观察记载所得到的数量资料，按其性质的不同，一般可以分为两大类：

(一)数量性状资料 数量性状的记载有量测和计数两种方式。一种是用度、量、衡等计量工具来测量、称重，其所得到的各个变量*(又称观察值)不限于是整数，在两个相邻的整数之间可以有其他的数值存在。例如，测定蛋的重量时，有的蛋重为 57 克，有的蛋重为 58 克，但有的蛋重是 57.1 克、

*把每一个观察值称为变量，而把表现出变异的观察值总称为变数。