

中国博士专著

农业领域



Monographs
by China's Ph. D. s
• Agriculture

遗传模型分析方法

中华人民共和国农业部教育司 主编

■ 朱 军 著

- 70年代初,统计学家创立了一套崭新的统计分析方法——混合线性模型分析方法,用于分析各种复杂的遗传模型。
- 80年代初,Cockerham提出了广义遗传模型的建模原理,为数量遗传学家建立各种复杂的遗传模型奠定了理论基础。
- 本书介绍的大部分内容,都是近年来才提出的新方法和新模型。

中国农业出版社

中国博士专著

农业领域



Monographs
by China's Ph. D. s
• Agriculture

遗传模型分析方法

中华人民共和国农业部教育司 主编

朱 军 著

中 国 农 业 出 版 社

图书在版编目 (CIP) 数据

遗传模型分析方法/中华人民共和国农业部教育司主编;朱军
著. -北京:中国农业出版社, 1996. 12
(中国博士专著·农业领域)
ISBN 7-109-04519-6

I. 遗…

II. ①中… ②朱…

III. 遗传学模拟-分析方法

IV. Q348

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (96) 第 15501 号

中国农业出版社出版

(北京市朝阳区农展馆北路 2 号)

(邮政编码 100026)

出版人: 蔡盛林

责任编辑 杨天桥 徐建华

北京市密云县印刷厂印刷 新华书店北京发行所发行

1997 年 2 月第 1 版 1997 年 2 月北京第 1 次印刷

开本: 850 毫米×1168 毫米 1/32 印张: 9.75

字数: 240 千字 印数: 1—1 500 册

定价: 18.50 元

内 容 提 要

本书系统地介绍了近一二十年来在数量遗传学领域的一些新发展,尤其是混合线性模型的统计分析方法和广义遗传模型的建模原理。所介绍的统计分析方法包括 ANOVA 法、ML 和 REML 法、MINQUE 法,但是侧重于 MINQUE 方法的阐述。详细地介绍了方差和协方差估算、遗传效应值预测的一些新的统计方法。所介绍的遗传模型,不但包括常用的加性-显性模型和上位性遗传模型,还包括了最近几年创立的动物性连锁模型和种子遗传模型。在附录中介绍了各种遗传分析软件的使用方法。本书所介绍的这些新遗传模型和分析方法,全然不同于国内外数量遗传学专著所介绍的那些传统内容。

本书可作为遗传育种及数量遗传研究方向的硕士生和博士生课程教材,也可供统计学、遗传学、数量遗传学以及遗传育种的教学和科研工作者参考。

《中国博士专著·农业领域》 编辑委员会

主任委员 毛达如 王红谊
副主任委员 韩惠鹏 陈凤秀
委 员 (以姓氏笔划为序)

王红谊	王树安	云泽民	毛达如
石元春	刘佩瑛	李扬汉	李阜棣
杨天桥	杨传任	余 群	张 沅
陈凤秀	陆龙英	庞雄飞	郭智奇
盖钧镒	阎隆飞	曾士迈	韩惠鹏
景士西	蔡同一	蔡宝祥	蔡盛林
樊德方			

出版者的话

科技发展靠人才。我国目前的中青年博士就是跨世纪人才中的一部分。他们当中的一些人有的已成为有关学科的学术骨干，有的已在其学科领域获重大突破，被老一代科学家公认为很有前途的学科带头人。更为可喜的是，我国高技术研究发展战略计划——“863计划”的各个领域中，也吸收一批中青年学者挑起大梁。毋庸置疑，编辑出版他们的学术著作也将是一项继往开来承前启后的跨世纪系统工程。因为他们的学术著作不仅是老一辈科学家思想体系和学术成就的继承，也是本世纪末和21世纪科技人才脱颖而出的询路之石。

《中国博士专著·农业领域》丛书的出版，必将对我国农业科技事业的发展起着不可估量的作用。

我们的农学博士们大多还很年轻，反映在他们著作中的一些观点、原理和方法是否成熟，表现出的学术研究水平究竟如何，还需要在问世后接受广大读者的检验。我们殷切期待着广大高等农业院校师生、研究生以及农业科技和管理人员提出宝贵意见，使之日臻完善。

1517/A

序 一

我国自1981年建立学位制度以来,已陆续授予近万人以博士学位;同时,留学政策开放后又有大批青年学子出国深造,现已有不少人回国工作。不论国内或国外培养的博士都学有所成,业有所专,在各个学科领域作出了重要贡献。农业领域与其他领域一样,已有一批学有专长的博士在学术上有很深的造诣。中国农业出版社邀请了一部分在农业领域工作的年轻博士撰写《中国博士专著·农业领域》丛书。这部丛书将反映我国培养博士制度的成就,并反映出我国跨世纪人才的成长,是一件意义十分重大,值得特别庆贺的事。

本丛书选题广泛,涉及农业领域的各个方面,概括了农业经济及政策、农业生物技术、作物及园艺理论、畜牧兽医基础、动植物资源以及农业高新技术应用等。这些专著的作者均为年轻博士,他们思路开阔,取材新颖,能反映当前国内外农业领域有关学科的最新成就,并阐述了作者在各自学科中的学术观点,有其独到的见解。因此,本丛书的出版必将对提高我国农业科学及农业生产技术起到推动作用。今

后本丛书还将继续出版各学科的专著，预期本丛书将成为我国农业领域的重要学术著作。

中国科学院院士

国务院学位委员会委员

中国博士后科学基金会理事

中国农业大学植物生理学教授

阎隆飞

1994年7月

序 二

自从 80 年代初我国建立学位制度以来, 1984 年农科第一位博士生毕业, 至今全国高等农业院校和中国农科院系统共培养了 600 余名学有专长的博士研究生; 同时通过国家公派, 国内外双边联合培养等多种渠道, 在国外又培养了一批国内力量薄弱、新兴学科的博士, 有些已学成回国。这些中青年博士在国内科研、教育、管理岗位上崭露头角, 脱颖而出, 成为农业各学科的学术和业务骨干, 其中不少人已成为新的学科带头人, 有 4 人被国家教育委员会评为 21 世纪青年学科带头人(农科约占全国总数的 10%)。他们勤奋好学, 治学严谨, 成绩卓著, 并在其学术领域中获得显著进展和突破。为了展示成果, 促进学术交流, 推动学科发展, 繁荣科学, 鼓励中青年博士著书立说, 发展新的观点、新的理论、新的技术、新的成果, 农业部教育司与中国农业出版社共同出版《中国博士专著·农业领域》系列丛书。通过专著的出版, 可以对我国博士学术研究成果进行一次公开的展示和检验。

这批专著的出版是通过广泛征集选题, 再由全国知名教授、博士生导师组成的编委会审定, 这一过程也是对 21 世纪科技队伍和中青年学术队伍人才库的建立过程, 为繁荣农业科技、

教育、出版事业作好人才储备。

祝贺《中国博士专著·农业领域》系列丛书的出版。

感谢中国农业出版社、丛书编委会和为这套专著出版付出辛勤劳动的作者和工作人员。

中国农业大学植物营养学教授

毛达如

1994年7月

前 言

自 Fisher 于 1925 年提出方差分析方法 (ANOVA 方法) 以来, 数量遗传学家运用方差分析的原理, 已发展了许多实用的遗传模型。至今仍有不少遗传模型被遗传育种工作者广泛使用, 比如北卡罗来纳设计 I 和 II (NC I 和 NC II)、双列杂交遗传模型。方差分析统计方法的不断完善和线性模型在数量遗传分析中的运用, 曾极大地推动了数量遗传学的发展。由于经典数量遗传分析的统计分析基础是 ANOVA 方法, 因此存在一些固有的局限性, 它不能无偏分析有不规则缺失的非平衡数据, 也无法分析具有生物学意义的复杂遗传模型。数量性状分析对 ANOVA 方法的依赖性已成为阻碍数量遗传进一步发展的制约因素。

70 年代初, 统计学家创立了一套崭新的统计分析方法——混合线性模型分析方法 (mixed linear model approaches)。这些统计分析方法克服了 ANOVA 方法的局限性, 不但可以无偏分析有不规则缺失的非平衡数据, 而且还能分析各种复杂的遗传模型。统计分析方法的突破极大地推动了数量遗传学科的新发展。1980 年 Cockerham 提出了广义遗传模型的建模原理, 为数量遗传学家建立各种复杂的遗传模型奠定了理论基础。

80年代末,我在美国北卡罗来纳州立大学统计系攻读博士学位及博士后研究期间,曾在导师 Bruce S. Weir 教授的指导下,从事混合线性模型统计分析方法的理论研究工作。我们提出了无偏估算成对性状协方差分量以及无偏预测随机因素效应值的统计公式,并发展了一些适用于分析动植物数量性状的遗传模型。我于1990年留学回国后,结合我国的育种实践,又提出了一些新的遗传模型和新的统计分析方法。

虽然国内外已出版了不少数量遗传学专著,总结经典数量遗传学的研究成果,但是尚没有一本系统介绍以混合线性模型分析方法和广义遗传模型原理为基础的数量遗传学专著。近年来,我一直为浙江农业大学数量遗传研究方向的硕士生和博士生开设遗传模型分析方法学位课程,介绍国际上近一二十年来数量遗传学科发展的新动态,以及发展新遗传模型和统计分析方法的原理和方法,培养学生能应用数量遗传和线性模型的基本原理,设计新的遗传模型和发展新的分析公式。本书就是在这门课程的备课笔记基础上,并总结我们近年来的一些科研成果而完成的。我希望这本书中介绍的一些新的统计分析和新的遗传模型,能对从事数量遗传研究或教学的科学工作者有所启发。

全书共分十二章和二个附录。前四章介绍了数量遗传和统计分析的基础知识。由于混合线性模型分析方法建立在矩阵运算的基础上,而这些知识不属于数量遗传学的内容,因此在附录A中简要地介绍了一些矩阵运算的原理和方法。在

第五章至第八章中,详细介绍各种常用的遗传模型,并附有相应的分析实例。在第九章和第十章中,分别介绍发育数量遗传分析和杂种优势分析的一些新方法。第十一章介绍遗传率和遗传相关分析的一些新概念。在第十二章中介绍了基于混合线性模型原理的基因型评价和品种区域试验分析方法。书中介绍的一些新的遗传模型及其相应的统计分析方法,必须借助计算机才能运算。我用 C 语言编写了所有的分析软件,附录 B 中介绍了各种软件的使用方法。

本书介绍的大部分内容都是近年来才提出的新方法和新模型,还有待进一步发展。因此不免有解释不妥或不完善之处,恳请读者批评指正,以便今后修改补充。

我感谢季道藩教授引导我踏进了数量遗传学的门槛,也感谢 Bruce S. Weir 教授为我提供了全额奖学金,使我能在美国著名的北卡罗来纳州立大学统计系学习统计学和数量遗传学的深奥理论,从而步入数量遗传研究的前沿。没有他们的培养和教诲,我不可能完成这本书的撰写。我还要感谢国家自然科学基金和国家教委跨世纪人才专项基金对我从事数量遗传基础理论研究的支持。正是这些研究使我能在统计学和遗传学研究领域取得大量的突破性成果,并将其总结在本书中。

朱 军

1996 年 4 月

中国博士专著·农业领域

已出书目

农田杂草抗药性(黄建中等 编著)

落叶果树种质资源学(韩振海等 编著)

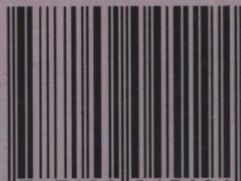
中国粮食市场与政策(柯炳生 著)

动物中毒病理学(丁伯良 著)

植物营养遗传学(严小龙 张福锁 著)

遗传模型分析方法(朱 军 著)

ISBN 7-109-04519-6



9 787109 045194 >

ISBN 7-109-04519-6/Q · 289

定价：18.50 元

跨世纪的人才

跨世纪的著作

跨世纪的出版工程

目 录

出版者的话	
序一	
序二	
前言	
第1章 数量性状的特征和统计	
分析原理	1
第2章 近交系数和共同祖先系数	5
2.1 亲缘关系的度量	5
2.2 近交系数的计算	7
2.3 遗传协方差的计算	9
第3章 广义遗传模型	12
3.1 Cockerham 的广义遗传模型	12
3.2 分析种子性状的广义遗传模型	14
3.3 包括基因型与环境互作效应的 广义遗传模型	16
第4章 遗传模型的常用统计分析	
方法	20
4.1 遗传方差和协方差估算	20
1. ANOVA 法	20
2. ML 或 REML 法	26
3. MINQUE 法	29
4.2 基因效应分析	41
1. 最小二乘估计法	41
2. 线性无偏预测法	45
4.3 几种蒙特卡罗模拟分析方法的效益	

比较.....	50
1. 方差分量估算效益的比较	50
2. 遗传效应预测效益的比较	54
第 5 章 加性-显性遗传模型分析	56
5.1 简单加性-显性遗传模型	56
1. 巢式交配设计的遗传分析方法	56
2. 析因交配设计的遗传分析方法	61
3. 双列杂交设计的遗传分析方法	66
5.2 加性-显性及与环境互作的遗传模型.....	75
1. 巢式交配设计的遗传分析方法	75
2. 析因交配设计的遗传分析方法	79
3. 双列杂交设计的遗传分析方法	84
第 6 章 加性-显性-上位性遗传模型	
分析.....	88
6.1 简单加性-显性-上位性遗传模型	88
6.2 加性-显性-上位性及与环境互作的	
遗传模型	91
第 7 章 包括母体效应的遗传模型分析	98
7.1 加性-显性-母体效应遗传模型	98
1. Griffing 的双列杂交模型	98
2. Cockerham 和 Weir 的生物模型 (Bio-model)	102
3. 两个遗传模型的蒙特卡罗模拟比较	103
4. 加性-显性-母体效应遗传模型 (ADM 模	
型)	104
7.2 包括性连锁效应和母体效应的动物模	
型.....	111
1. ADLM 模型	111
2. ADLAmDm 模型	117
第 8 章 包括细胞质和母体效应的	
遗传模型分析	131
8.1 植物种子和动物幼畜的遗传模型.....	131